ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΓΩΓΗΣ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

Διδακτορική Διατριβή
του
Βαγγέλη Νικολιδάκη

Θέμα:
«*Δημιουργία περιβαλλόντων μάθησης με την αξιοποίηση εργαλείων της τεχνολογίας Web 2.0: ανάπτυξη ψηφιακής εκδοχής του παιχνιδιού NIM και αξιοποίησή της για την καλλιέργεια της μαθηματικής σκέψης των μαθητών*»

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή:

Βαγγέλης Παπαβασιλείου,
Επίκουρος Καθηγητής Π.τ.Δ.Ε. Πανεπιστημίου Κρήτης (επιβλέπων καθηγητής)

Μιχάλης Κούρκουλος,
Επίκουρος Καθηγητής Π.τ.Δ.Ε. Πανεπιστημίου Κρήτης

Παναγιώτης Αναστασιάδης,
Καθηγητής Π.τ.Δ.Ε. Πανεπιστημίου Κρήτης

Ρέθυμνο,
Απρίλιος 2021

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΓΩΓΗΣ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

Διδακτορική Διατριβή
του
Βαγγέλη Νικολιδάκη

Θέμα:
«*Δημιουργία περιβαλλόντων μάθησης με την αξιοποίηση εργαλείων της τεχνολογίας Web 2.0: ανάπτυξη ψηφιακής εκδοχής του παιχνιδιού NIM και αξιοποίησή της για την καλλιέργεια της μαθηματικής σκέψης των μαθητών*»

Μέλη της τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής:

Βαγγέλης Παπαβασιλείου,
Επίκουρος Καθηγητής Π.τ.Δ.Ε. Πανεπιστημίου Κρήτης (επιβλέπων καθηγητής)
Μιχάλης Κούρκουλος,
Επίκουρος Καθηγητής Π.τ.Δ.Ε. Πανεπιστημίου Κρήτης
Παναγιώτης Αναστασιάδης,
Καθηγητής Π.τ.Δ.Ε. Πανεπιστημίου Κρήτης

Μέλη της επταμελούς εξεταστικής επιτροπής:

Νικόλαος Ζαράνης,
Καθηγητής Π.τ.Π.Ε. Πανεπιστημίου Κρήτης
Χαράλαμπος Λεμονίδης ,
Καθηγητής Π.τ.Δ.Ε. Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας
Δημήτρης Σταύρου,
Καθηγητής Π.τ.Δ.Ε. Πανεπιστημίου Κρήτης
Κωνσταντίνος Τζανάκης,
Καθηγητής Π.τ.Δ.Ε. Πανεπιστημίου Κρήτης

Ρέθυμνο,
Απρίλιος 2021

Περίληψη

Μέσα από τη χρησιμοποίηση της δημοφιλούς γλώσσας προγραμματισμού java, κατασκευάστηκε μια ψηφιακή εκδοχή του παιχνιδιού στρατηγικής NIM. Ακολούθως, αναπτύχθηκε ένα διδακτικό σενάριο διδακτικής αξιοποίησης της ψηφιακής εκδοχής του παιχνιδιού, στο οποίο κεντρική θέση είχε η χρησιμοποίηση διαλογικών δραστηριοτήτων. Γενικότερη επιδίωξη της διδακτικής παρέμβασης υπήρξε η καλλιέργεια της μαθηματικής σκέψης των μαθητών, ενώ ειδικότερους στόχους αποτέλεσαν η βελτίωση της ικανότητας επίλυσης προβλημάτων και η δημιουργία ευκαιριών για παραγωγή συλλογισμών και διατύπωση επιχειρημάτων.

Με βάση τα παραπάνω, σκοπό της διατριβής αποτέλεσε η εις βάθος μελέτη αυτής της περίπτωσης όπου έγινε διδακτική αξιοποίηση μίας παιγνιώδους εφαρμογής πολυμέσων που δημιουργήθηκε από τον εκπαιδευτικό της σχολικής τάξης. Επιδίωξη του ερευνητή ήταν να παρουσιαστεί λεπτομερώς ο τρόπος συμμετοχής των μαθητών στις επιμέρους δραστηριότητες, καθώς και το κατά πόσον η παρέμβαση αυτή συνολικά μπόρεσε να συμβάλλει στην ανάδειξη της μαθηματικής σκέψης των μαθητών.

Η μεθοδολογία έρευνας που ακολουθήθηκε ήταν η μελέτη περίπτωσης, με στόχο την παροχή μιας όσο το δυνατόν πιο πυκνής περιγραφής της δραστηριότητας που αναπτύχθηκε στο παραπάνω πλαίσιο, από τους μαθητές ενός τμήματος Ε΄ τάξης δημοτικού που αποτέλεσε το δείγμα της έρευνας. Για την επίτευξη του παραπάνω στόχου αξιοποιήθηκαν τόσο ποσοτικά δεδομένα (δοκιμασία εκτίμησης της γενικότερης ικανότητας επίλυσης προβλημάτων και της ειδικότερης ικανότητας στο παιχνίδι NIM, ερωτηματολόγια, κοινωνιομετρική τεχνική) όσο και ποιοτικά δεδομένα (ατομικές συνεντεύξεις, συζητήσεις στην ολομέλεια της τάξης και σε περιβάλλον chat, τεχνική ομιλούντος υποκειμένου, παρατήρηση), καθώς επίσης και στοιχείων που προέκυψαν από την ανάλυση των ίδιων των παιχνιδιών NIM των μαθητών.

Με βάση την ανάλυση των αποτελεσμάτων διαφαίνεται ότι οι μαθητές που συμμετείχαν στην έρευνα παρουσίασαν σημαντική βελτίωση τόσο της ικανότητάς τους στο παιχνίδι NIM όσο και της γενικότερης ικανότητας επίλυσης προβλημάτων. Το μέγεθος της παρατηρούμενης βελτίωσης φάνηκε να σχετίζεται με παράγοντες όπως η ικανότητα των μαθητών στα μαθηματικά (όπως προέκυψε από τις εκτιμήσεις των εκπαιδευτικών), καθώς επίσης και ο βαθμός εξοικείωσής των μαθητών με παιχνίδια γρίφων και στρατηγικής. Ταυτόχρονα, η ανάλυση των διαλόγων έδειξε ότι οι μαθητές προοδευτικά βελτίωσαν τον τρόπο με τον οποίο συμμετείχαν στις διαλογικές δραστηριότητες, δείχνοντας σταδιακά να υιοθετούν βασικές κοινωνικομαθηματικές νόρμες που θεωρούνται προαπαιτούμενες για την ανάπτυξη παραγωγικών μαθηματικών συζητήσεων. Επιπλέον, μέσα από την αξιοποίηση του σχήματος επιχειρηματολογίας του Toulmin, εντοπίστηκε ένα σύνολο εκφορών όπου οι μαθητές κατάφεραν να διατυπώσουν συλλογισμούς κάνοντας χρήση συγκεκριμένων επιχειρηματολογικών σχημάτων.

Abstract

The existence of a plethora of user-friendly multimedia authoring tools and programming languages makes it possible to individuals with no specialized knowledge to design simple multimedia applications. The author of this dissertation, taking advantage of this convenience, designed a digital version of the renowned game NIM throught the use of java programming language.

Afterwards, questioning emerged about the possibility of making productive use of this application in mathematics instruction and especially in enhancing pupils' mathematical thinking and problem solving skills. A didactic scenario was developed which emphasized the generation of opportunities for pupils' to get involved in discussions. These discussions where structured around NIM, with strategically interesting instances of pupils' past games being considered. The aforementioned didactic scenario was implemented on a 5th grade primary school class.

The scope of the dissertation is the in-depth study of this case by providing a detailed description of pupils' participation in the proposed dialogical activities. The research focuses on presenting some evidence on how the didactic intervention facilitated pupils' mathematical thinking and problem-solving abilities and examines the intervention's efficiency in providing opportunities for argumentation to occur during the discussions.

Case study was the selected methodology. To achieve the aforementioned purpose of providing a thick description of pupils' activity, a broad range of data collection methods was employed. Quantitative data were obtained through the following sources: test assessing problem solving ability, test assessing ability in NIM game, questionnaires, sociometric tests. Interviews, transcripts of whole-class discussions and chat sessions, think-aloud protocol, played NIM games and observation consisted the qualitative data sources utilized in this research.

The results confirmed the beneficial effect of the proposed didactic intervention. The analysis of the data indicated that the participating pupils improved their ability in playing NIM and also their general problem-solving abilities. A correlation was found among these abilities and the following factors: teachers' estimation of pupils' problem-solving abilities and pupils' prior experience with strategy games and riddles. Furthermore, an improvement of pupils' ways of participating in discussions was noticed, with pupils gradually adopting social and sociomathematical norms that are considered to be prerequisites for the development of productive mathematical discussions. Finally, through the utilization of Toulmin's argument scheme, there were found some instances of argumentative talk in pupils' utterances, where certain argumentative schemes were applied.

Ευχαριστίες

Ευχαριστώ τον κ. Παπαβασιλείου Βαγγέλη, επόπτη της παρούσας διατριβής, για την εμπιστοσύνη που έδειξε αποδεχόμενος την πρότασή μου να αναπτύξω ψηφιακή εκδοχή ενός παιχνιδιού που ο ίδιος επέλεξα, καθώς και για την υποστήριξή του (σε τεχνικά ζητήματα προγραμματισμού και όχι μόνο) σε όλο αυτό το δύσκολο εγχείρημα.

Ευχαριστώ τον κ. Κούρκουλο Μιχάλη, για τις χρονικά άμεσες, κατατοπιστικές και ιδιαίτερα ωφέλιμες υποδείξεις και συμβουλές σε θέματα μεθοδολογικού και διδακτικού περιεχομένου και για την ιδιαίτερα σημαντική συμβολή του στο στάδιο ανάλυσης και ερμηνείας των δεδομένων.

Επίσης, ευχαριστώ τον κ. Αναστασιάδη Παναγιώτη, ο οποίος την περίοδο που υπήρχε πίεση χρόνου για την υποβολή της πρότασης (υπήρχαν συγκεκριμένες προθεσμίες για τους επιτυχόντες του ΙΚΥ ως προς την έναρξη ισχύος της υποτροφίας) δέχθηκε να συμμετάσχει στην τριμελή επιτροπή, δίνοντάς μου έτσι τη δυνατότητα να εκπονήσω την παρούσα διατριβή.

Επιπλέον, αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω συναδέλφους που με τον έναν ή άλλο τρόπο συνέβαλαν στην ολοκλήρωση της παρούσας διατριβής, είτε δίνοντάς μου πρόσβαση στις τάξεις τους σε πιλοτικό στάδιο της έρευνας (σας ευχαριστώ πολύ Κατερίνα Μαυραντωνάκη και Σοφία Αναγνωστάκη), είτε μελετώντας μέρος από τα δεδομένα που προέκυψαν (ευχαριστώ Σοφία Νικολιδάκη και Γιώργο Αναγνωστάκη για τη συμβολή σας στις αναλύσεις περιεχομένου που έγιναν). Επίσης, θέλω να πω ένα μεγάλο ευχαριστώ στον Παπαδάκη Μιχάλη για τη φιλοξενία που παρείχε όσες φορές χρειάστηκε να χρησιμοποιηθεί το εργαστήριο Ο-Α του Πανεπιστημίου. Και φυσικά, πολλά ευχαριστώ στους μαθητές που συμμετείχαν στην έρευνα και αγκάλιασαν την όλη προσπάθεια και στους γονείς τους που είδαν θετικά το παραπάνω εγχείρημα.

Τέλος, οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ στη Μαρία Κοντοτάσιου που (θέλοντας και μη ☺) βίωσε από κοντά σχεδόν όλα τα στάδια εκπόνησης μιας διδακτορικής διατριβής και φυσικά στους γονείς μου (Μανώλη – Ελένη) και στην αδερφή μου (Σοφία) που με στήριξαν όλα αυτά τα χρόνια και δεν έπαψαν στιγμή να μου δείχνουν ότι πιστεύουν σε μένα και σε αυτά που κάνω.

Διάρθρωση της μελέτης

Σε μια προσπάθεια να διευκολυνθεί ο αναγνώστης στο να αποκτήσει μια συνολική εικόνα, στη συνέχεια παρουσιάζεται η διάρθρωση της μελέτης, οπότε και δίνονται πληροφορίες για το περιεχόμενο κάθε ενότητας και των επιμέρους κεφαλαίων.

Η **πρώτη ενότητα** απαρτίζεται από τέσσερα κεφάλαια και συνιστά το θεωρητικό μέρος της μελέτης. Στο πρώτο, εισαγωγικό κεφάλαιο της ενότητας, παρουσιάζονται οι βασικές θεωρητικές παραδοχές του γράφοντος. Γίνεται συνοπτική αναφορά στις θεωρίες μάθησης που επηρέασαν τις διδακτικές και μεθοδολογικές επιλογές που έγιναν στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής και επιχειρείται να καταστεί όσο το δυνατόν πιο σαφής ο τρόπος με τον οποίο ο ερευνητής αντιλαμβάνεται τη μαθηματική μάθηση.

Στο δεύτερο κεφάλαιο που έχει τίτλο «Μαθηματικά και Διαδικασίες Σκέψης» γίνεται εννοιολογική αποσαφήνιση των εννοιών «μαθηματική σκέψη» και «μαθηματικός συλλογισμός». Στη συνέχεια, ακολουθεί αναφορά στην έννοια «επιχειρηματολογία» και παρουσιάζεται το μοντέλο ανάλυσης επιχειρημάτων του Toulmin, καθώς και ένα σύνολο επιχειρηματολογικών σχημάτων που συνήθως χρησιμοποιούνται στον επιχειρηματολογικό λόγο. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με αναφορά σε σχετικά εμπειρικά δεδομένα.

Στο τρίτο κεφάλαιο με τίτλο «Μαθηματικές συζητήσεις – μαθηματικοί διάλογοι» στο επίκεντρο βρίσκεται η μαθηματική συζήτηση. Ύστερα από την εννοιολογική αποσαφήνιση του όρου, γίνεται ξεχωριστή αναφορά σε ειδικότερες περιπτώσεις συζητήσεων όπως είναι ο απολογισμός και οι αυτό-επεξηγήσεις, οι οποίες και αποτέλεσαν τις βασικές διαλογικές δραστηριότητες που αξιοποιήθηκαν στο πλαίσιο της προτεινόμενης διδακτικής παρέμβασης.

Τέλος, η ενότητα ολοκληρώνεται με το τέταρτο κεφάλαιο που έχει τον τίτλο «Μαθηματικό παιχνίδι – Παιχνίδι NIM». Το κεφάλαιο ξεκινάει με αποσαφήνιση της έννοιας «μαθηματικό παιχνίδι» και με παρουσίαση θεωρητικού πλαισίου γύρω από την έννοια της μάθησης βασισμένης στο ψηφιακό παιχνίδι (digital game-based learning). Ακολουθεί η παρουσίαση μελετών που εξετάζουν το ζήτημα της αποτελεσματικότητας των ψηφιακών παιχνιδιών, με έμφαση στον έλεγχο της καταλληλότητας των παιχνιδιών αυτών για ανάπτυξη μαθηματικών συζητήσεων. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με αναλυτική παρουσίαση του παιχνιδιού NIM που αξιοποιήθηκε στην παρούσα διατριβή και με εκτενή αναφορά σε σχετικές έρευνες που προηγήθηκαν της παρούσας.

Η **δεύτερη ενότητα** της διατριβής περιλαμβάνει ένα κεφάλαιο με τίτλο «Ανάπτυξη ψηφιακής εφαρμογής του παιχνιδιού NIM – Ενσωμάτωση των ΤΠΕ στη διδακτική παρέμβαση». Στο κεφάλαιο αυτό ύστερα από κάποιες εισαγωγικές επισημάνσεις σχετικά με την αξιοποίηση των ΤΠΕ στη διδασκαλία των μαθηματικών, δίνεται έμφαση στην παρουσίαση του τρόπου με τον οποίο έγινε ο σχεδιασμός και η

ανάπτυξη της ψηφιακής εκδοχής του παιχνιδιού NIM. Δίνονται πληροφορίες για τις διαδικασίες που ακολουθήθηκαν και τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν και στη συνέχεια μέσα από μια σειρά εικόνων ο αναγνώστης έχει την δυνατότητα πλοήγησης στη ψηφιακή εκδοχή του παιχνιδιού.

Στην **τρίτη ενότητα** της διατριβής και μέσα από μια σειρά δέκα επιμέρους κεφαλαίων παρουσιάζεται λεπτομερώς η μεθοδολογία της μελέτης. Στο πρώτο κεφάλαιο σκιαγραφείται η σημασία και ο σκοπός της παρούσας έρευνας. Στη συνέχεια, στο δεύτερο κεφάλαιο δίνονται επεξηγήσεις ως προς την επιλογή της ερευνητικής μεθόδου που προτιμήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής. Στο επόμενο κεφάλαιο προσδιορίζεται με μεγαλύτερη σαφήνεια ο προσανατολισμός της μελέτης και διατυπώνονται τα κύρια ερευνητικά ερωτήματα.

Στη συνέχεια της ενότητας αυτής, στο τέταρτο κεφάλαιο ακολουθεί μια λεπτομερής περιγραφή του πλαισίου της έρευνας, με την έμφαση να δίνεται στην παροχή μιας όσο το δυνατόν πληρέστερης παρουσίασης των συμμετεχόντων. Στο επόμενο κεφάλαιο, παρέχονται εξηγήσεις ως προς τους λόγους και τα κριτήρια που οδήγησαν στην επιλογή του παιχνιδιού NIM ανάμεσα στο ευρύ πλήθος διαθέσιμων επιλογών που υπάρχουν. Έπειτα, στο έκτο κεφάλαιο της ενότητας παρουσιάζεται το χρονοδιάγραμμα της έρευνας και περιγράφεται η διδακτική παρέμβαση προκειμένου ο αναγνώστης να έχει πλήρη εικόνα των επιμέρους δραστηριοτήτων που υλοποιήθηκαν στο πλαίσιό της.

Εν συνεχεία, στο έβδομο κεφάλαιο υπάρχει πληροφόρηση γύρω από τα μέσα συλλογής δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν, ενώ στο όγδοο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στους τρόπους που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση των δεδομένων αυτών. Στο προτελευταίο κεφάλαιο της ενότητας γίνεται αναφορά σε δεοντολογικά ζητήματα, ενώ η ενότητα ολοκληρώνεται με ένα κεφάλαιο όπου ο ερευνητής εξηγεί την οπτική του (positioning), δίνοντας την ευκαιρία στον αναγνώστη να κατανοήσει τη λογική πίσω από αρκετές από τις μεθοδολογικές επιλογές που έγιναν.

Στην **τέταρτη ενότητα** της διατριβής παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας. Η ενότητα είναι διαρθρωμένη σε πέντε κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο με τίτλο «Το ενδιαφέρον των μαθητών για το παιχνίδι NIM» παρουσιάζονται δεδομένα που παρέχουν ενδείξεις για τον τρόπο με τον οποίο αντιμετώπισαν οι μαθητές το παιχνίδι NIM. Στο επόμενο κεφάλαιο, ο ερευνητής καταπιάνεται με την ανάλυση των παιχνιδιών NIM που έπαιξαν οι μαθητές, παρέχοντας στατιστικά στοιχεία και αναδεικνύοντας τους τρόπους παιξίματος και τις στρατηγικές που χρησιμοποιήθηκαν στα παιχνίδια αυτά.

Στο τρίτο κεφάλαιο, στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος βρίσκονται οι διαλογικές δραστηριότητες της διδακτικής παρέμβασης (συζητήσεις στην ολομέλεια της τάξης – συζητήσεις σε περιβάλλον chat) και εξετάζεται κυρίως μέσα από την αξιοποίηση δεδομένων που προέκυψαν από ανάλυση περιεχομένου, ο τρόπος συμμετοχής των

μαθητών σε αυτές. Το τέταρτο κεφάλαιο, εστιάζει στο ζήτημα της εκτίμησης της ικανότητας επίλυσης προβλημάτων των μαθητών και της ειδικότερης ικανότητάς τους στο συγκεκριμένο παιχνίδι και εξετάζει τη συμβολή της διδακτικής παρέμβασης στην εξέλιξη των συγκεκριμένων ικανοτήτων.

Ακολουθεί το πέμπτο κεφάλαιο της ενότητας, όπου μέσα από την αξιοποίηση του σχήματος επιχειρηματολογίας του Toulmin γίνεται παρουσίαση των επιχειρημάτων που οι μαθητές κατάφεραν να διατυπώσουν στο πλαίσιο των διαλογικών δραστηριοτήτων της διδακτικής παρέμβασης. Τέλος, η ενότητα των αποτελεσμάτων ολοκληρώνεται με το έκτο κεφάλαιο, στο οποίο σε μια προσπάθεια πυκνής περιγραφής της δραστηριότητας που αναπτύχθηκε, γίνεται παρουσίαση των πορτρέτων (vignettes) τριών μαθητών που για διαφορετικούς λόγους κάθε φορά θεωρήθηκε ότι παρουσιάζουν ενδιαφέρον ως προς το πώς δραστηριοποιήθηκαν και ως προς τα μαθησιακά οφέλη που φάνηκε να αποκομίζουν από τη συμμετοχή τους.

Η τελευταία, **πέμπτη ενότητα** της διατριβής έχει τίτλο «Συζήτηση των αποτελεσμάτων – Συμπεράσματα» και περιλαμβάνει δύο κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται συζήτηση των αποτελεσμάτων σε σχέση με τα βασικά ερευνητικά ερωτήματα που απασχόλησαν των ερευνητή. Έτσι, το κεφάλαιο είναι διαρθρωμένο σε έξι μέρη. Στο πρώτο γίνεται συζήτηση γύρω από την επίδραση της διδακτικής παρέμβασης στη γενικότερη ικανότητα επίλυσης προβλημάτων και την ειδικότερη ικανότητα στο παιχνίδι NIM. Στο δεύτερο μέρος η συζήτηση στρέφεται στο ζήτημα της επιλογής στρατηγικών που κάνουν οι μαθητές, ενώ στη συνέχεια στις μαθηματικές συζητήσεις που αναπτύχθηκαν στο πλαίσιο των διαλογικών δραστηριοτήτων. Στο τέταρτο μέρος γίνεται συζήτηση για το θέμα των συλλογισμών και των επιχειρημάτων που χρησιμοποίησαν οι μαθητές, ενώ στη συνέχεια η συζήτηση περιστρέφεται γύρω από ορισμένα ζητήματα αναφορικά με ορισμένες γλωσσικές συμβάσεις που φάνηκε οι μαθητές να ακολουθούν. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με συζήτηση γύρω από το ζήτημα του κατά πόσον οι μαθητές μέσα από τη συμμετοχή τους στην παρούσα μελέτη, μπόρεσαν να αναπτύξουν χαρακτηριστικά κοινότητας πρακτικής, με βάση το θεωρητικό προσανατολισμό που υιοθετήθηκε. Τέλος, η ενότητα ολοκληρώνεται με το δεύτερο κεφάλαιο, στο οποίο γίνεται αναφορά στους περιορισμούς της παρούσας μελέτης και σε μελλοντικές ερευνητικές κατευθύνσεις.

Η μελέτη ολοκληρώνεται με την ενότητα της βιβλιογραφίας, όπου παρατίθενται όλες οι αναφορές που χρησιμοποιήθηκαν στο κείμενο της διατριβής και με το παράρτημα. Σε αυτό ο αναγνώστης μπορεί να μελετήσει τον κώδικα java που γράφτηκε για την ανάπτυξη της ψηφιακής εκδοχής του παιχνιδιού NIM και να βρει τα ερευνητικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για τη συλλογή των δεδομένων.

Περιεχόμενα

Περίληψη v
Abstract vi
Ευχαριστίες vii
Διάρθρωση της μελέτης viii
Περιεχόμενα xi
Κατάλογος Πινάκων xix
Κατάλογος Γραφημάτων xxi
Κατάλογος Εικόνων xxiii
ΕΙΣΑΓΩΓΗ 1
ΕΝΟΤΗΤΑ 1^{Η} 5
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ 5
ΕΝΟΤΗΤΑ 1^{Η} – ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^{Ο} 6
ΒΑΣΙΚΕΣ ΘΕΩΡΗΤΙΚΕΣ ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ 6
1.1.1 Θεωρίες Μάθησης 6
1.1.2 Μαθηματική Μάθηση 11
ΕΝΟΤΗΤΑ 1^{Η} - ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^{Ο} 14
ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΚΑΙ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΣΚΕΨΗΣ 14
1.2.1 Μαθηματική Σκέψη 14
1.2.2 Μαθηματικός Συλλογισμός 16
1.2.2.1 Εννοιολογική αποσαφήνιση του όρου 17
1.2.2.2 Σχήμα κατηγοριοποίησης συλλογισμών 18
1.2.2.3 Διατύπωση συλλογισμών – ο παράγοντας ηλικία : εμπειρικά δεδομένα 21
1.2.3 Επιχειρηματολογία 22
1.2.3.1 Το σχήμα του Toulmin 23
1.2.3.2 Επιχειρηματολογικά Σχήματα 25
1.2.3.3 Εμπειρικά δεδομένα 28
ΕΝΟΤΗΤΑ 1^{Η} - ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^{Ο} 31
ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΕΣ ΣΥΖΗΤΗΣΕΙΣ – ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΙ ΔΙΑΛΟΓΟΙ 31
1.3.1 Μαθηματική Συζήτηση 31
1.3.1.1 Εννοιολογική αποσαφήνιση του όρου «μαθηματική συζήτηση» 31
1.3.1.2 Θεωρητικά οφέλη από την αξιοποίηση της μαθηματικής συζήτησης 34

1.3.1.3 Παράγοντες που δυσχεραίνουν την ενσωμάτωση της συζήτησης στη μαθηματική διδασκαλία 35
1.3.1.4 Ο ρόλος του εκπαιδευτικού και η συμβολή του στην ανάπτυξη μαθηματικών συζητήσεων 37
1.3.1.5 Κοινωνικές - Κοινωνικο-μαθηματικές νόρμες 41
1.3.1.6 Τελικές επισημάνσεις 42
1.3.2 Απολογισμός (debriefing) 43
1.3.2.1 Εννοιολογική αποσαφήνιση του όρου «απολογισμός» 43
1.3.2.2 Θεωρητικά οφέλη από την εμπλοκή σε απολογιστικές συζητήσεις 45
1.3.2.3 Ο ρόλος του εκπαιδευτικού σε διαδικασίες απολογισμού 45
1.3.2.4 Εμπειρικά δεδομένα 47
1.3.3 Αυτο-επεξηγήσεις 48
1.3.3.1 Εννοιολογική αποσαφήνιση του όρου 48
1.3.3.2 Θεωρητικά οφέλη και περιορισμοί 50
1.3.3.3 Εμπειρικά δεδομένα 51
ΕΝΟΤΗΤΑ 1^{Η} - ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^{Ο} 54
ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟ ΠΑΙΧΝΙΔΙ – ΤΟ ΠΑΙΧΝΙΔΙ NIM 54
1.4.1 Παιχνίδι: ορισμός, κατηγορίες, δυνατότητες 54
1.4.1.1 Ορισμός της έννοιας «παιχνίδι» - Δομικά συστατικά 54
1.4.1.2 Ψηφιακό παιχνίδι 55
1.4.2 Μάθηση βασισμένη στο ψηφιακό παιχνίδι (digital game-based learning) 58
1.4.2.1 Αρχές και μηχανισμοί της βασισμένης στο παιχνίδι μάθησης 60
1.4.2.2 Θεωρητικό πλαίσιο σχεδιασμού μάθησης βασισμένης στο παιχνίδι 60
1.4.3 Έρευνα γύρω από το ζήτημα της αποτελεσματικότητας των ψηφιακών παιχνιδιών 62
1.4.3.1 Σχήμα κατηγοριοποίησης των ισχυρισμών (claims) για τα ψηφιακά παιχνίδια 62
1.4.3.2 Στοιχεία από μετα-αναλύσεις 63
1.4.4 Τα ψηφιακά παιχνίδια ως έναυσμα για ανάπτυξη μαθηματικών συζητήσεων 68
1.4.4.1 Θεωρητικές παραδοχές 68
1.4.4.2 Εμπειρικά Δεδομένα 69
1.4.5 Το παιχνίδι NIM 75
1.4.5.1 Ιστορική προέλευση – κατηγοριοποίηση – παραλλαγές – κανόνες NIM 75
1.4.5.2 Ο μαθηματικός μηχανισμός που κρύβεται πίσω από το παιχνίδι 78
1.4.5.3 Περιπτώσεις στη βιβλιογραφία που έχει χρησιμοποιηθεί το παιχνίδι NIM 80

ΕΝΟΤΗΤΑ 2^{Η} 85
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ 85
ΕΝΟΤΗΤΑ 2^{Η} - ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^{Ο} 86
ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥ ΠΑΙΧΝΙΔΙΟΥ NIM – ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΤΩΝ ΤΠΕ ΣΤΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ 86
2.1.1 Τεχνολογίες της πληροφορίας και επικοινωνίας (ΤΠΕ) και Μαθηματικά : εισαγωγικές επισημάνσεις 86
2.1.2 Διαχείριση - οργάνωση διδακτικής παρέμβασης με αξιοποίηση του site κοινωνικής δικτύωσης Edmodo 88
2.1.2.1 Site κοινωνικής δικτύωσης 88
2.1.2.2 Παρουσίαση του μαθήματος που δημιουργήθηκε στο Edmodo 89
2.1.3 Δημιουργία ψηφιακής εκδοχής του παιχνιδιού NIM με χρήση της γλώσσας προγραμματισμού java 92
2.1.3.1 Η γλώσσα προγραμματισμού java 92
2.1.3.2 Διαδικασία ανάπτυξης ψηφιακής εφαρμογής – Επιλογές κατά το σχεδιασμό. 93
2.1.3.3 Παρουσίαση της ψηφιακής εκδοχής του παιχνιδιού NIM 98
2.1.3.4 Ψηφιακές εκδοχές του παιχνιδιού NIM και η λογική της δημιουργίας νέας . 105
2.1.4 Ο εκπαιδευτικός ως δημιουργός ψηφιακού διδακτικού υλικού 110
ΕΝΟΤΗΤΑ 3^{Η} 113
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ 113
ΕΝΟΤΗΤΑ 3^{Η} - ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^{Ο} 114
Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ 114
ΕΝΟΤΗΤΑ 3^{Η} - ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^{Ο} 117
ΕΠΙΛΟΓΗ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ 117
ΕΝΟΤΗΤΑ 3^{Η} - ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^{Ο} 119
ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ 119
ΕΝΟΤΗΤΑ 3^{Η} - ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^{Ο} 120
ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΠΛΑΙΣΙΟΥ - ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ 120
3.4.1 Περιγραφή σχολικής μονάδας 120
3.4.2 Περιγραφή τμήματος 121
ΕΝΟΤΗΤΑ 3^{Η} - ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^{Ο} 125
Η ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΟΥ ΠΑΙΧΝΙΔΙΟΥ NIM 125
ΕΝΟΤΗΤΑ 3^{Η} - ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^{Ο} 129
ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ – ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΕΡΕΥΝΑΣ 129
3.6.1 Προετοιμασία Μαθητών 129

3.6.2 Χρονοδιάγραμμα της διδακτικής παρέμβασης 133
3.6.3 Περιγραφή των επιμέρους δραστηριοτήτων της διδακτικής παρέμβασης..... 135
ΕΝΟΤΗΤΑ 3^{Η} - ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^{Ο} 141
ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ 141
3.7.1 Ερωτηματολόγια 141
3.7.2 Τεστ – Γραπτές Δοκιμασίες 144
3.7.3 Συνέντευξη 146
3.7.4 Συζητήσεις στην ολομέλεια της τάξης 147
3.7.5 Τεχνουργήματα – Αντικείμενα (artifacts) 148
3.7.6 Παρατήρηση 148
3.7.7 Τεχνική του ομιλούντος υποκειμένου (think aloud protocol) 149
3.7.8 Κοινωνιομετρική τεχνική 149
3.7.9 Κρίσεις εκπαιδευτικών 150
ΕΝΟΤΗΤΑ 3^{Η} - ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8^{Ο} 152
ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ 152
3.8.1 Μελέτη της συμμετοχής των μαθητών στις διαλογικές δραστηριότητες..... 152
3.8.2 Μελέτη και ανάλυση της επιχειρηματολογίας των μαθητών..... 156
3.8.3 Συμπληρωματικές αναλύσεις 157
ΕΝΟΤΗΤΑ 3^{Η} - ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9^{Ο} 158
ΔΕΟΝΤΟΛΟΓΙΚΑ ΖΗΤΗΜΑΤΑ (ETHICAL CONSIDERATIONS)..... 158
ΕΝΟΤΗΤΑ 3^{Η} - ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10^{Ο} 160
ΟΠΤΙΚΗ (POSITIONING) ΤΟΥ ΕΡΕΥΝΗΤΗ 160
ΕΝΟΤΗΤΑ 4^{Η} 163
ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ 163
ΕΝΟΤΗΤΑ 4^{Η} - ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^{Ο} 164
ΤΟ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΠΑΙΧΝΙΔΙ NIM 164
ΕΝΟΤΗΤΑ 4^{Η} - ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^{Ο} 167
ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΠΑΡΤΙΔΕΣ – ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΠΑΙΞΙΜΑΤΟΣ 167
4.2.1 Στατιστικά Στοιχεία των παιχνιδιών 167
4.2.1.1 Στατιστικά στοιχεία για την απλή εκδοχή του παιχνιδιού (NIM_{135}) 167
4.2.1.2 Στατιστικά στοιχεία για τη σύνθετη εκδοχή του παιχνιδιού (NIM_{1357})..... 170
4.2.1.3 Γενική Αποτίμηση 172
4.2.2 Τρόποι Παιξίματος - Στρατηγικές που χρησιμοποιήθηκαν στο NIM 173
4.2.2.1 Τρόποι παιξίματος στην απλή εκδοχή του παιχνιδιού - NIM_{135} 173

4.2.2.1.1 Ξεκίνημα παιχνιδιού: η επιλογή της πρώτης κίνησης 173
4.2.2.1.2 Μοτίβα που εμφανίζονται στο τελείωμα των παιχνιδιών..... 177
4.2.2.2 Τρόποι παιξίματος στη σύνθετη εκδοχή του παιχνιδιού - NIM_{1357}..... 179
4.2.2.2.1 Σχηματισμός του παλιού παιχνιδιού NIM_{135}..... 180
4.2.2.2.2 Μοτίβα που εμφανίζονται στο τελείωμα των παιχνιδιών..... 181
4.2.2.3 Τρόποι παιξίματος και στρατηγικές που εμφανίζονται στα παιχνίδια 183
4.2.2.3.1 Περιορισμός του παιχνιδιού σε λιγότερες σειρές..... 183
4.2.2.3.2 Η στρατηγική των … μικρών κινήσεων..... 183
4.2.2.3.3 Επαναλαμβάνοντας τις κινήσεις του αντιπάλου..... 184
4.2.2.3.4 Μελετώντας τον αντίπαλο 185
4.2.2.3.5 Η στρατηγική της εργασίας… προς τα πίσω (backwards driven)..... 185
4.2.2.3.6 Η στρατηγική των δοκιμών – εναλλακτικών σεναρίων 186
4.2.2.4 Ικανότητα εφαρμογής οικείων τρόπων παιξίματος από τους μαθητές στη σύνθετη εκδοχή του παιχνιδιού 186
ΕΝΟΤΗΤΑ 4^{H} - ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3°..... 190
Η ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΤΙΣ ΔΙΑΛΟΓΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ..... 190
4.3.1 Συζητήσεις στην ολομέλεια της τάξης (whole-class discussions) 190
4.3.1.1 Ποσοτικά στοιχεία συμμετοχής 190
4.3.1.2 Ανάλυση περιεχομένου 193
4.3.1.2.1 Διατύπωση υποθέσεων 195
4.3.1.2.2 Διατύπωση προσωπικών ερμηνειών..... 196
4.3.1.3 Παρουσίαση εκφορών με μαθηματικό ενδιαφέρον..... 198
4.3.1.4 Αλληλεπιδράσεις μεταξύ μαθητών..... 198
4.3.2 Συζητήσεις σε περιβάλλον σύγχρονης online επικοινωνίας (chat)..... 203
4.3.2.1 Ποσοτικά στοιχεία συμμετοχής..... 203
4.3.2.2 Ανάλυση περιεχομένου 206
4.3.2.2.1 Ανάλυση με βάση τη λεκτική πράξη που επιτελούν τα μηνύματα 206
4.3.2.2.2 Ανάλυση με βάση την ποιότητα του περιεχομένου των μηνυμάτων - δηλώσεων 209
4.3.2.3 Παρουσίαση μηνυμάτων με μαθηματικό ενδιαφέρον 211
4.3.2.4 Αλληλεπιδράσεις μεταξύ μαθητών..... 212
ΕΝΟΤΗΤΑ 4^{H} - ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4°..... 214
ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΓΕΝΙΚΟΤΕΡΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΕΙΔΙΚΟΤΕΡΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟ ΝΙΜ..... 214
4.4.1 Η επίδοση των μαθητών στις γραπτές δοκιμασίες..... 214

4.4.1.1 Δοκιμασία εκτίμησης της γενικότερης ικανότητας επίλυσης προβλημάτων . 214
4.4.1.2 Δοκιμασία εκτίμησης της ικανότητας στο παιχνίδι NIM 219
4.4.2 Ανάλυση συσχέτισης μεταξύ των γραπτών δοκιμασιών..... 223
4.4.3 Οι κρίσεις - εκτιμήσεις των εκπαιδευτικών για την επίδοση των μαθητών στις γραπτές δοκιμασίες 227
4.4.4 Προσδιοριστικοί παράγοντες της επίδοσης των μαθητών στις γραπτές δοκιμασίες: έλεγχος συσχετίσεων..... 229
4.4.4.1 Αυτοπεποίθηση..... 230
4.4.4.2 Πλήθος λάθος κινήσεων – Αριθμός νικών στα παιχνίδια 232
4.4.4.3 Ηλεκτρονική Παιγνιώδης Δραστηριότητα 235
ΕΝΟΤΗΤΑ 4^{Η} - ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^{Ο}..... 238
ΔΙΑΤΥΠΩΣΗ ΣΥΛΛΟΓΙΣΜΩΝ - ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΟΛΟΓΙΑ..... 238
4.5.1 Ανάλυση του τρόπου επιχειρηματολογίας των μαθητών κατά τη διατύπωση συμπερασμάτων 238
4.5.1.1 Το εκτεταμένο σχήμα ανάλυσης Toulmin: εξαγωγή ορθού συμπεράσματος 238
4.5.1.2 Το εκτεταμένο σχήμα ανάλυσης Toulmin: εξαγωγή εσφαλμένου συμπεράσματος..... 239
4.5.1.3 Το απλό σχήμα ανάλυσης Toulmin: εξαγωγή εσφαλμένου συμπεράσματος. 240
4.5.1.4 Το απλό σχήμα ανάλυσης Toulmin: εξαγωγή ορθού συμπεράσματος 241
4.5.1.5 Επιχειρηματολογικά σχήματα που εμφανίζονται στις εγγυήσεις που χρησιμοποιούν οι μαθητές στην επιχειρηματολογία τους 242
4.5.2 Κομμάτια κατανόησης (bits of realization) σχετικά με το παιχνίδι NIM 246
4.5.2.1 Συνειδητοποίηση της ύπαρξης «ιδεατών» κινήσεων και «τέλειων» αντιπάλων 247
4.5.2.2 Συνειδητοποίηση της σημασίας της σειράς παιξίματος 248
4.5.2.3 Συνειδητοποίηση της δυνατότητας μεταφοράς στρατηγικών από την απλή στη σύνθετη εκδοχή του παιχνιδιού 250
ΕΝΟΤΗΤΑ 4^{Η} - ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^{Ο}..... 253
ΠΟΡΤΡΕΤΑ ΜΑΘΗΤΩΝ..... 253
4.6.1 Η περίπτωση του μαθητή με το ψευδώνυμο “Μετρητής011” 255
4.6.1.1 Αρχική Κατάσταση..... 258
4.6.1.2 Τα στατιστικά 259
4.6.1.3 Παρατηρήσεις σχετικά με τον τρόπο παιχνιδιού..... 259
4.6.1.4 Συμμετοχή στις δράσεις της διδακτικής παρέμβασης 262
4.6.1.5 Τελική Κατάσταση 267
4.6.1.6 Απολογισμός – Γενικές παρατηρήσεις 268

4.6.2 Η περίπτωση της μαθήτριας με το ψευδώνυμο “Πολλαπλασιασμός” 270
4.6.2.1 Αρχική Κατάσταση 273
4.6.2.2 Τα στατιστικά 273
4.6.2.3 Παρατηρήσεις σχετικά με τον τρόπο παιχνιδιού 274
4.6.2.4 Συμμετοχή στις δράσεις της διδακτικής παρέμβασης 276
4.6.2.5 Τελική Κατάσταση 277
4.6.2.6 Απολογισμός – Γενικές παρατηρήσεις 278
4.6.3 Η περίπτωση του μαθητή με το ψευδώνυμο “ι1082004” 280
4.6.3.1 Αρχική Κατάσταση 283
4.6.3.2 Τα στατιστικά 283
4.6.3.3 Παρατηρήσεις σχετικά με τον τρόπο παιχνιδιού 284
4.6.3.4 Συμμετοχή στις δράσεις της διδακτικής παρέμβασης 287
4.6.3.5 Τελική Κατάσταση 289
4.6.3.6 Απολογισμός – Γενικές παρατηρήσεις 290
ΕΝΟΤΗΤΑ 5^{Η} 293
ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ 293
ΕΝΟΤΗΤΑ 5^{Η} - ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^{Ο} 294
ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ 294
5.1.1 Συζήτηση για την επίδραση της διδακτικής παρέμβασης στη γενική ικανότητα επίλυσης προβλημάτων και την ειδική ικανότητα στο παιχνίδι NIM 295
5.1.2 Συζήτηση γύρω από το ζήτημα της επιλογής στρατηγικών στο παιχνίδι 300
5.1.3 Συζήτηση σχετικά με τη συμμετοχή των μαθητών στις συζητήσεις 308
5.1.4 Συζήτηση σε σχέση με τους συλλογισμούς και τα επιχειρήματα που χρησιμοποίησαν οι μαθητές στις διαλογικές δραστηριότητες 316
5.1.5 Συζήτηση γύρω από το ζήτημα της γλώσσας που χρησιμοποιούν οι μαθητές 327
5.1.6 Συζήτηση σχετικά με το κατά πόσον οι συμμετέχοντες μαθητές εμφάνισαν στοιχεία που χαρακτηρίζουν τις κοινότητες πρακτικής 333
Ανακεφαλαίωση 336
ΕΝΟΤΗΤΑ 5^{Η} - ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^{ο} 341
ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ – ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΕΙΣ 341
5.2.1 Περιορισμοί της έρευνας 341
5.2.2 Προτάσεις - Μελλοντικές κατευθύνσεις 344
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ 348
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 373
ΜΕΡΟΣ Α 374

ΚΩΔΙΚΑΣ JAVA ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΚΔΟΧΗΣ NIM_{135} 374
ΜΕΡΟΣ Β 400
ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΑ 400
ΜΕΡΟΣ Γ 416
ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ SPSS outputs 416
ΜΕΡΟΣ Δ 436
ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΜΗΝΥΜΑΤΩΝ ΜΕ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝ 436

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1 : Ενδεικτικές τεχνικές επίλυσης προβλήματος που μπορούν να αξιοποιηθούν κατά την προσέγγιση των επιμέρους αντικειμένων της γραπτής μαθηματικής δοκιμασίας 146

Πίνακας 2 : Πληροφορίες για το πλήθος των παρτίδων - παιχνιδιών NIM που έλαβαν χώρα στο πλαίσιο της παρούσας διδακτικής παρέμβασης. 167

Πίνακας 3 : NIM_{135} - πληροφορίες για το νικητή, το σύνολο των κινήσεων που χρειάστηκαν για την ολοκλήρωση των παιχνιδιών και το πλήθος λαθών που σημειώθηκαν. 168

Πίνακας 4 : NIM_{1357} - πληροφορίες για το νικητή, το σύνολο των κινήσεων που χρειάστηκαν για την ολοκλήρωση των παιχνιδιών και το πλήθος λαθών που σημειώθηκαν. 171

Πίνακας 5 : Πληροφορίες ως προς την επιλογή της πρώτης κίνησης που έγινε στα παιχνίδια, πριν την έναρξη και μετά την ολοκλήρωση της διδακτικής παρέμβασης 173

Πίνακας 6 : Συχνότητα εμφάνισης γνωστών σχηματισμών τελειώματος στα παιχνίδια NIM_{1357} και ποσοστό επιτυχούς ολοκλήρωσης των παιχνιδιών αυτών από τους από τους μαθητές 187

Πίνακας 7 : Συχνότητα με την οποία οι μαθητές κάνουν επιτυχή ή ανεπιτυχή εφαρμογή οικείων τρόπων παιξίματος κατά την ενασχόλησή τους με το παιχνίδι NIM_{1357} 189

Πίνακας 8: Ποσοτικά στοιχεία σχετικά με τη συμμετοχή των μαθητών στις συζητήσεις που έλαβαν χώρα στην ολομέλεια της τάξης. 191

Πίνακας 9 : Κατηγοριοποίηση των εκφορών των μαθητών που ανήκουν στην κατηγορία «υποθέσεις» με βάση τον προσδιορισμό της ποιότητάς τους. 196

Πίνακας 10: Κατηγοριοποίηση των εκφορών των μαθητών που ανήκουν στην κατηγορία «προσωπικές ερμηνείες» με βάση τον έλεγχο της ποιότητάς τους. 197

Πίνακας 11 : Μηνύματα μαθητών που έρχονται ως απαντήσεις σε προηγούμενα μηνύματα συμμαθητών, στο πλαίσιο των συζητήσεων που έλαβαν χώρα στην ολομέλεια της τάξης. 201

Πίνακας 13 Η συνεισφορά των μαθητών στις συζητήσεις σε περιβάλλον chat: το πλήθος των μηνυμάτων, το σύνολο των λέξεων και ο μέσος όρος λέξεων ανά μήνυμα. 203

Πίνακας 14 : Ποσοτικά στοιχεία σχετικά με τη συμμετοχή των μαθητών στις συζητήσεις που έλαβαν χώρα στο chat (συνολική συμμετοχή – επιμέρους κατηγορίες). 208

Πίνακας 15: Συχνότητα εμφάνισης συνεισφορών που εντάσσονται στην κατηγορία «δηλώσεις» κάθε συμμετέχοντα και πληροφόρηση για την ποιότητα των δηλώσεων 211

Πίνακας 16: Συχνότητα εμφάνισης κρίσεων (θετικών – αρνητικών) κατά τις συζητήσεις στο περιβάλλον chat 213

Πίνακας 17 : Περιγραφικά στοιχεία (μέσος όρος – τυπική απόκλιση – ελάχιστο – μέγιστο) για την επίδοση των μαθητών στη μαθηματική δοκιμασία πριν (αρχική) και μετά (τελική) την ολοκλήρωση της διδακτικής παρέμβασης.. 215

Πίνακας 18: Η επίδοση των μαθητών στη μαθηματική δοκιμασία πριν (αρχική) και μετά (τελική) την ολοκλήρωση της διδακτικής παρέμβασης 215

Πίνακας 19 : Η επίδοση των μαθητών στα επιμέρους αντικείμενα της γραπτής μαθηματικής δοκιμασίας – απόλυτες και σχετικές συχνότητες επιτυχούς απάντησης. 216

Πίνακας 20 : Περιγραφικά στοιχεία (μέσος όρος – τυπική απόκλιση – ελάχιστο – μέγιστο) για την επίδοση των μαθητών στη δοκιμασία ΝΙΜ (αρχική – ενδιάμεση – τελική)..... 219

Πίνακας 21: Η επίδοση των μαθητών στη δοκιμασία ΝΙΜ πριν (αρχική), κατά τη διάρκεια (ενδιάμεση) και μετά (τελική) την ολοκλήρωση της διδακτικής παρέμβασης. 219

Πίνακας 22 : Η επίδοση των μαθητών στα επιμέρους αντικείμενα της δοκιμασίας ΝΙΜ – απόλυτες και σχετικές συχνότητες επιτυχούς απάντησης..... 221

Πίνακας 23 : Δείκτες συσχέτισης μεταξύ της επίδοσης των μαθητών στη μαθηματική δοκιμασία (αρχική – τελική επίδοση) και τις επιμέρους δοκιμασίες ΝΙΜ (NIM_{135} – NIM_{1357}) (αρχική- ενδιάμεση – τελική επίδοση). 226

Πίνακας 24 : Περιγραφικά στοιχεία (μέσος όρος – τυπική απόκλιση – ελάχιστο – μέγιστο) για την επίδοση των μαθητών στη μαθηματική δοκιμασία (αρχική - τελική) και για την κρίση των εκπαιδευτικών ως προς την επίδοση των μαθητών στη δοκιμασία αυτή 228

Πίνακας 25 : Τα επιχειρηματολογικά σχήματα που χρησιμοποίησαν οι μαθητές στις συζητήσεις που έλαβαν χώρα στην ολομέλεια της τάξης (είδος και συχνότητα εμφάνισης)..... 244

Κατάλογος Γραφημάτων

Γράφημα 1 : Αντικείμενα ερωτηματολογίου για τη διερεύνηση του ενδιαφέροντος των μαθητών για το παιχνίδι ΝΙΜ: μέσοι όροι κατά την αρχική (πριν) και κατά την επαναληπτική (μετά) επίδοση του ερωτηματολογίου. 164

Γράφημα 2 : Ραβδογράμματα με το μέσο όρο των λαθών που σημείωσαν οι παίχτες (ανάλογα με τη σειρά παιξίματος αλλά και συνολικά) στο παιχνίδι NIM_{135}, πριν την έναρξη και μετά την ολοκλήρωση της διδακτικής παρέμβασης. . 169

Γράφημα 3 : Ραβδογράμματα με το μέσο όρο των λαθών που σημείωσαν οι παίχτες (ανάλογα με τη σειρά παιξίματος αλλά και συνολικά) στο παιχνίδι NIM_{1357}, πριν την έναρξη και μετά την ολοκλήρωση της διδακτικής παρέμβασης. . 171

Γράφημα 4 : Συχνότητα εμφάνισης των επιμέρους κατηγοριών εκφορών στις συζητήσεις στην ολομέλεια της τάξης πριν και μετά την υλοποίηση της διδακτικής παρέμβασης..... 194

Γράφημα 5: Συχνότητα εμφάνισης των επιμέρους κατηγοριών μηνυμάτων, βάσει λεκτικής πράξης που αυτά επιτελούν, στις συζητήσεις σε περιβάλλον chat. 206

Γράφημα 6: Κατηγοριοποίηση των συνεισφορών των μαθητών που ανήκουν στην κατηγορία «δηλώσεις» με βάση την ποιότητά τους 209

Γράφημα 7 : Συχνότητα επιτυχούς απάντησης στα επιμέρους στα επιμέρους αντικείμενα της γραπτής μαθηματικής δοκιμασίας (αρχική – τελική επίδοση και μέσος όρος)..... 217

Γράφημα 8: Θηκόγραμμα (boxplot)με την επίδοση των μαθητών στη δοκιμασία ΝΙΜ (αρχική – ενδιάμεση – τελική)..... 220

Γράφημα 9 : Συχνότητα επιτυχούς απάντησης στα επιμέρους στα επιμέρους αντικείμενα της δοκιμασίας ΝΙΜ (αρχική - ενδιάμεση - τελική επίδοση και μέσος όρος) 221

Γράφημα 10 : Διαγράμματα διασποράς (scatter plots) – συσχέτιση μεταξύ σκορ μαθητών στην αρχική επίδοση της μαθηματικής δοκιμασίας και σκορ στις δοκιμασίες ΝΙΜ..... 224

Γράφημα 11 : Διαγράμματα διασποράς (scatter plots) – συσχέτιση μεταξύ σκορ μαθητών στην τελική επίδοση της μαθηματικής δοκιμασίας και σκορ στις δοκιμασίες ΝΙΜ..... 225

Γράφημα 12 : Διαγράμματα διασποράς (scatter plots) – συσχέτιση μεταξύ αυτοπεποίθησης στα μαθηματικά (αρχική ή τελική) και επίδοσης στη γραπτή μαθηματική δοκιμασία (αρχική ή τελική) 230

Γράφημα 13 : Διαγράμματα διασποράς (scatter plots) – συσχέτιση μεταξύ αυτοπεποίθησης στα μαθηματικά (αρχική ή τελική) και επίδοσης στη δοκιμασία ΝΙΜ (αρχική ή ενδιάμεση ή τελική) 231

Γράφημα 14 : Διαγράμματα διασποράς (scatter plots) – συσχέτιση μεταξύ του συνολικού πλήθος των λάθος κινήσεων που υποπίπτουν οι μαθητές και επίδοσης στη γραπτή μαθηματική δοκιμασία (αρχική ή τελική) 233

Γράφημα 15 : Μέσοι όροι επίδοσης των μαθητών στις γραπτές δοκιμασίες λαμβάνοντας υπόψη τη μεταβλητή ομαδοποίησης (ενδιαφέρον για παιχνίδια γρίφων και στρατηγικής) 236

Γράφημα 17 : Μέσοι όροι νικών που σημείωσαν οι μαθητές στις επιμέρους εκδοχές του παιχνιδιού και συνολικά, λαμβάνοντας υπόψη τη μεταβλητή ομαδοποίησης (ενδιαφέρον για παιχνίδια γρίφων και στρατηγικής) 237

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: Σχηματική αναπαράσταση του θεωρητικού εννοιολογικού πλαισίου 7

Εικόνα 2: Απόδοση στα ελληνικά του μοντέλου των Beers, Boshuizen & Kirschner για την οικοδόμηση της γνώσης σε συνεργατικά περιβάλλοντα μάθησης..... 11

Εικόνα 3: Δίκτυο εννοιών που σχετίζονται με την έννοια της μαθηματικής σκέψης..... 14

Εικόνα 4: Θεωρητικό πλαίσιο των Palm, Boesen & Lithner για τα βασικά είδη τύπων συλλογισμού 18

Εικόνα 5 : Διαγραμματική απόδοση του απλού – περιορισμένου σχήματος του Toulmin 24

Εικόνα 6 : Διαγραμματική απεικόνιση του εκτεταμένου σχήματος του Toulmin..... 24

Εικόνα 7: Σχηματική αναπαράσταση του μοντέλου φιλτραρίσματος του μαθηματικού περιεχομένου της Sherin 43

Εικόνα 8 : Το συνεχές (continuum) με τις διαφορετικές μορφές αυτό-εξήγησης 49

Εικόνα 9 : Διάγραμμα Venn με κατηγορίες ηλεκτρονικών παιχνιδιών και ενδεικτικά παραδείγματα τίτλων της αγοράς 57

Εικόνα 10: Σχήμα του Prensky για κατηγοριοποίηση των παιχνιδιών σε σχέση με το μαθησιακό δυναμικό τους και την παικτικότητα..... 59

Εικόνα 11: Βασικές αρχές - κύριοι μηχανισμοί που διέπουν τη βασισμένη στο παιχνίδι μάθηση 60

Εικόνα 12: Θεωρητικό πλαίσιο σχεδιασμού μάθησης βασισμένης στο παιχνίδι..... 61

Εικόνα 13: Σχηματική κατηγοριοποίηση των ισχυρισμών που διατυπώνονται για τις επιπτώσεις των ηλεκτρονικών παιχνιδιών 63

Εικόνα 14: Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής NIMROD 75

Εικόνα 15 : Οι εκδοχές του παιχνιδιού NIM που χρησιμοποιήθηκαν (ψηφιακή υλοποίηση)..... 77

Εικόνα 16 : Στιγμιότυπο (screenshot) της καρτέλας διαχείρισης της τάξης (class) NIM_2PlayerMathGames 90

Εικόνα 17 : Screenshots από τον τοίχο της τάξης NIM_2PlayerMathGame με αναρτήσεις του διαχειριστή του μαθήματος 91

Εικόνα 18: Screenshot από τον τοίχοτης τάξης με ανάρτηση – πρόσκληση των μαθητών για συνεδρία video-conferencing μέσω της εφαρμογής WebTeach..... 91

Εικόνα 19 : Κυκλική αναπαράσταση του μοντέλου ADDIE με έμφαση στη συνεχή αξιολόγηση 95

Εικόνα 20 : Στιγμιότυπα από τις πρώτες προσπάθειες υλοποίησης ψηφιακής εκδοχής για το παιχνίδι NIM 95

Εικόνα 21 : Η εισαγωγική οθόνη της ψηφιακής εφαρμογής του παιχνιδιού NIM (διαδοχή κινούμενων εικόνων) 98

Εικόνα 22: Εισαγωγή στοιχείων παιχτών στην πάνω περιοχή της εισαγωγικής οθόνης του παιχνιδιού 99

Εικόνα 23: Μήνυμα επιβεβαίωσης ορθής εισαγωγής των στοιχείων των παιχτών – μήνυμα έναρξης του παιχνιδιού 99

Εικόνα 24: Μηνύματα σφάλματος που εμφανίζονται σε περίπτωση ανεπιτυχούς προσπάθειας εισαγωγής των στοιχείων των παιχτών 100

Εικόνα 25 : Η κυρίως οθόνη – κεντρικό ταμπλό του παιχνιδιού για την απλή (NIM_{135}) και τη σύνθετη (NIM_{1357}) εκδοχή του παιχνιδιού 101

Εικόνα 26 : Στιγμιότυπο με το μήνυμα κειμένου που ενημερώνει τους παίκτες για το σκοπό του παιχνιδιού και τον τρόπο παιξίματος 101

Εικόνα 27: Στιγμιότυπα από το ταμπλό του παιχνιδιού, στα οποία είναι εμφανείς οπτικές πληροφορίες που εξηγούν στους παίκτες τις ενέργειες που πρέπει να κάνουν για να ολοκληρώσουν την κίνησή τους 102

Εικόνα 28: Στιγμιότυπα από το ταμπλό του παιχνιδιού, στα οποία εμφανίζονται μηνύματα κειμένου που εξηγούν στους παίκτες το λόγο που η κίνησή τους δεν έγινε επιτρεπτή 103

Εικόνα 29: Μήνυμα κειμένου που προετοιμάζει τον επόμενο παίκτη για τη συμμετοχή του στο παιχνίδι 103

Εικόνα 30 : Στιγμιότυπα με τα μηνύματα κειμένου που εμφανίζονται κατά την ολοκλήρωση των παιχνιδιών 104

Εικόνα 31: Ψηφιακή εκδοχή του παιχνιδιού NIM και συγκεκριμένα της παραλλαγής με μία στοίβα αντικειμένων 106

Εικόνα 32 : Η ψηφιακή εκδοχή του NRich Project της παραλλαγής NIM με μία στοίβα αντικειμένων 106

Εικόνα 33 : Ψηφιακές εκδοχές του παιχνιδιού NIM, με παραλλαγές του παιχνιδιού : τρεις στοίβες αντικειμένων (αριστερά) και τέσσερις στοίβες αντικειμένων (δεξιά) 107

Εικόνα 34 : Ψηφιακή εκδοχή του παιχνιδιού όπου ο χρήστης μπορεί να επιλέξει τον αριθμό των στοιβών (μεταξύ 2 και 10 στοιβών) 107

Εικόνα 35: Ψηφιακή εκδοχή του παιχνιδιού NIM, η οποία κατεβαίνει ως εκτελέσιμο αρχείο που αποθηκεύει ο χρήστης 108

Εικόνα 36 : Ψηφιακή εκδοχή του παιχνιδιού NIM για i-phone. 108

Εικόνα 37 : Ψηφιακή εκδοχή του παιχνιδιού για smartphones 109

Εικόνα 38 : Τα ψευδώνυμα και οι εικόνες προφίλ που διάλεξαν οι μαθητές που συμμετείχαν στην έρευνα 122

Εικόνα 39 : Στιγμιότυπο από το blog με θέμα «μαθηματικοί γρίφοι» που χρησιμοποιήθηκε για την προετοιμασία των μαθητών..... 130

Εικόνα 40: Το ταμπλό (διάταξη κανονικού εξαγώνου) του παιχνιδιού SIM..... 131

Εικόνα 41: Η ψηφιακή απόδοση του παιχνιδιού στρατηγικής SIM 132

Εικόνα 42 : Ένα παράδειγμα παιχνιδιού SIM όπου φαίνονται οι διαδοχικές κινήσεις . 132

Εικόνα 43 : Το χρονοδιάγραμμα της διδακτικής παρέμβασης..... 134

Εικόνα 44: Διαφάνεια από το αρχείο παρουσίασης που δημιουργήθηκε για τον ασύγχρονο online σχολιασμό ενός παιχνιδιού..... 137

Εικόνα 45: Ειδική διαρρύθμιση της αίθουσας (σταθμοί εργασίας) για τη διεξαγωγή ασύγχρονου γραπτού online σχολιασμού των παιχνιδιών..... 137

Εικόνα 46: Το περιβάλλον της εφαρμογής WebClass κατά τη διεξαγωγή chat συνεδριών 138

Εικόνα 47: Στιγμιότυπο από την επίσκεψη των μαθητών στο εργαστήριο πληροφορικής και την υλοποίηση της πρώτης chat συνεδρίας στο περιβάλλον του WebClass 139

Εικόνα 48 : Φωτογραφίες από την εκδήλωση «ημέρα NIM» που οργάνωσαν οι μαθητές που συμμετείχαν στην έρευνα στο πλαίσιο των εορτασμών για την ολοκλήρωση του σχολικού έτους. 165

Εικόνα 49 : Στιγμιότυπα -screenshots- όπου φαίνονται οι τρεις πρώτες κινήσεις του παιχνιδιού μεταξύ των μαθητών “Τάνγκραμ” και “Πρόσθεση” 174

Εικόνα 50: Στιγμιότυπα -screenshots- όπου φαίνονται οι τρεις πρώτες κινήσεις του παιχνιδιού μεταξύ των μαθητών “Πρόσθεση” και “Τριγωνούλα” 175

Εικόνα 51: Στιγμιότυπα -screenshots- όπου φαίνονται οι τέσσερις πρώτες κινήσεις του παιχνιδιού μεταξύ των μαθητών “Αφαίρεση” και “ι1082004” 175

Εικόνα 52: Στιγμιότυπα -screenshots- όπου φαίνονται οι τρεις πρώτες κινήσεις του παιχνιδιού μεταξύ των μαθητών “Πρόσθεση” και “ι1082004”..... 176

Εικόνα 53: Στιγμιότυπα -screenshots- όπου φαίνονται οι τρεις πρώτες κινήσεις του παιχνιδιού μεταξύ των μαθητών “Αϊνστάιν” και “Κλάσμα”..... 177

Εικόνα 54: Στιγμιότυπα -screenshots- όπου φαίνονται οι τέσσερις πρώτες κινήσεις του παιχνιδιού μεταξύ των μαθητών “Πολ/σμός” και “Αριθμούλα”..... 178

Εικόνα 55: Στιγμιότυπα -screenshots- όπου φαίνονται οι τέσσερις πρώτες κινήσεις του παιχνιδιού μεταξύ των μαθητών “9stein” και “Αϊνστάιν”..... 180

Εικόνα 56: Στιγμιότυπα -screenshots- όπου φαίνονται οι τέσσερις πρώτες κινήσεις του παιχνιδιού μεταξύ των μαθητών “Επαλήθευση” και “Διαβήτης” 182

Εικόνα 57: Στιγμιότυπα -screenshots- όπου φαίνονται οι τέσσερις πρώτες κινήσεις του παιχνιδιού μεταξύ των μαθητών “Διαβήτης” και “ι1082004” 183

Εικόνα 58: Τα αντικείμενα της μαθηματικής δοκιμασίας όπου παρατηρήθηκε η πιο ουσιαστική διαφοροποίηση (βελτίωση) της επίδοσης των μαθητών. 218

Εικόνα 59 : Τα αντικείμενα της δοκιμασίας NIM όπου παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές στα σκορ που σημειώνουν οι μαθητές μεταξύ επαναληπτικών επιδόσεων της δοκιμασίας 223

Εικόνα 60 : Το εκτεταμένο σχήμα ανάλυσης Toulmin – παράδειγμα ορθού συμπεράσματος..... 239

Εικόνα 61 : Το εκτεταμένο σχήμα ανάλυσης Toulmin – παράδειγμα εσφαλμένου συμπεράσματος..... 240

Εικόνα 62 : Το απλό σχήμα ανάλυσης Toulmin – παράδειγμα εσφαλμένου συμπεράσματος..... 241

Εικόνα 63 : Το απλό σχήμα ανάλυσης Toulmin – παράδειγμα ορθού συμπεράσματος 242

Εικόνα 64: Παιχνίδι NIM_{135}: "Τριγωνούλα" vs "Μετρητής011". Οι τέσσερις πρώτες κινήσεις..... 260

Εικόνα 65: Παιχνίδι NIM_{135}: “Μετρητής011” vs “9stein”. Οι τέσσερις πρώτες κινήσεις. 260

Εικόνα 66: Παιχνιδi NIM_{1357}: "Διαγώνιος vs Μετρητής011". Οι πρώτες τέσσερις κινήσεις..... 261

Εικόνα 67: Παιχνίδι NIM_{1357}: Οι πρώτες κινήσεις των παιχνιδιών: "Μετρητής011"- "Ευκλείδης" και "Μετρητής011"- "Αϊνστάιν"..... 261

Εικόνα 68**:** Παιχνίδι NIM_{135}: Οι κινήσεις του παιχνιδιού μεταξύ “Αφαίρεσης” vs “ι1082004”..... 284

Εικόνα 69 : Παιχνίδι NIM_{1357}: Οι δύο πρώτες κινήσεις των παιχνιδιών “Διαβήτης” vs “ι1082004” και “Πολ/σμός” vs “ι1082004”..... 286

Εικόνα 70: Παιχνίδι NIM_{1357}: Οι τέσσερις πρώτες κινήσεις του παιχνιδιού “Διαβήτης” vs “ι1082004”..... 286

Εικόνα 71: Μοντέλο του Siegler σχετικά με τη χρονική εξέλιξη της ανάπτυξης στρατηγικών..... 307

Εικόνα 72 : Σχηματική απεικόνιση του μοντέλου TPACK για την επιμόρφωση εκπαιδευτικών 347

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στους ειδικούς σκοπούς που επιδιώκονται μέσα από τη διδασκαλία του μαθήματος των μαθηματικών, όπως καταγράφονται στο Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγράμματος Σπουδών (ΥΠΕΠΘ & Π.Ι., 2003), αναφέρονται μεταξύ άλλων η «εξοικείωση των μαθητών με τη διαδικασία παραγωγής συλλογισμών» και η «ανάπτυξη της ικανότητας επίλυσης προβλημάτων». Σε αντίθεση, ωστόσο, με τις παραπάνω σαφώς διατυπωμένες επιδιώξεις, παρατηρείται ότι οι εν λόγω ικανότητες των μαθητών που φοιτούν στα ελληνικά σχολεία δε φαίνεται να είναι επαρκώς ανεπτυγμένες. Σε κάποιες περιπτώσεις αυτό διαπιστώνεται από τον ίδιο τον εκπαιδευτικό, μέσα από την καθημερινή εμπειρία που αποκομίζει στα σχολεία όπου διδάσκει. Ωστόσο, υπάρχουν και πιο «αντικειμενικές» μαρτυρίες που το καταδεικνύουν, όπως ενδεικτικά είναι το Διεθνές Πρόγραμμα PISA του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ) για την αξιολόγηση των μαθητών. Έτσι, στην πιο πρόσφατη έκθεση αξιολόγησης (Σοφιανοπούλου κ.ά, 2017), ένα μικρό μόνο ποσοστό μαθητών (12,3%) που φοιτούν στα ελληνικά σχολεία εντάσσεται στο 4^{ο} (από τα συνολικά 6) επίπεδο εγγραμματισμού στα μαθηματικά, το οποίο περιλαμβάνει τους μαθητές εκείνους που μπορούν να χρησιμοποιήσουν τις προσωπικές τους ερμηνείες και επιχειρήματα για να καταλήξουν σε εξηγήσεις. Αντίστοιχα, κάπως περισσότεροι (ποσοστό 22,1%) αλλά και πάλι λίγοι συγκριτικά με αυτό που συμβαίνει στις περισσότερες από τις υπόλοιπες χώρες που αξιολογήθηκαν, είναι οι μαθητές που εντάσσονται στο 3^{ο} επίπεδο, το οποίο περιλαμβάνει μαθητές που μπορούν και ακολουθούν απλές στρατηγικές για την επίλυση προβλημάτων.

Η παραπάνω διαπίστωση προκάλεσε τον έντονο προβληματισμό του γράφοντος και του δημιούργησε την επιθυμία ενασχόλησης με το ζήτημα της καλλιέργειας των παραπάνω δεξιοτήτων. Για την επίτευξη του παραπάνω σκοπού, θεωρήθηκε ότι θα είχε ενδιαφέρον να εξεταστεί η επίδραση που θα μπορούσε να έχει μιας «μικρής κλίμακας» διδακτική παρέμβαση, η οποία θα ξεκινούσε με αφετηρία την αξιοποίηση μιας δραστηριότητας που έχει σημασία για τους μαθητές, όπως είναι η ενασχόλησή τους με ηλεκτρονικά παιχνίδια. Η ύπαρξη πλήθους εργαλείων συγγραφής εφαρμογών πολυμέσων (multimedia authoring tools) και σχετικά «απλοποιημένων» (ή ακριβέστερα φιλικών προς το χρήστη) γλωσσών προγραμματισμού, βοήθησε προς την κατεύθυνση αυτή, αφού καθιστά εφικτή τη δημιουργία απλών εφαρμογών πολυμέσων, ακόμα και για άτομα χωρίς εξειδικευμένες γνώσεις. Ως εκ τούτου, χρησιμοποιήθηκε η δημοφιλής γλώσσα προγραμματισμού java και δημιουργήθηκε μια ψηφιακή εκδοχή του γνωστού και ιστορικά σημαντικού παιχνιδιού NIM.

Ακολούθως, ο γράφων, εικάζοντας ότι βασικός λόγος που οι συγκεκριμένες ικανότητες των μαθητών δεν παρουσιάζουν την αναμενόμενη ανάπτυξη είναι οι περιορισμένες ευκαιρίες που τους δίνονται στη σχολική τάξη για να εκφράσουν και να επικοινωνήσουν τη σκέψη τους, σχεδίασε μια διδακτική παρέμβαση, με γνώμονα τη δημιουργία ευκαιριών για την εμπλοκή των μαθητών σε συζητήσεις. Έναυσμα για αυτές τις

συζητήσεις αποτέλεσαν τα παιχνίδια NIM που οι μαθητές έπαιξαν χρησιμοποιώντας τη ψηφιακή εκδοχή που δημιουργήθηκε, τα οποία και οι μαθητές κλήθηκαν να σχολιάσουν μέσα από μια σειρά διαλογικών δραστηριοτήτων που προκρίθηκαν στο πλαίσιο της παρούσας διδακτικής παρέμβασης.

Επόμενο βήμα υπήρξε η υλοποίηση της διδακτικής παρέμβασης στο σχολικό περιβάλλον, προκειμένου να δοθούν κάποιες πρώτες τουλάχιστον απαντήσεις στους προβληματισμούς που αναπτύχθηκαν προηγουμένως. Βασικό μέλημα υπήρξε η αξιοποίηση ποικίλων, διαφορετικού τύπου πηγών συλλογής δεδομένων προκειμένου να υπάρξει μια όσο το δυνατόν πιο λεπτομερής και ολοκληρωμένη παρουσίαση του τρόπου συμμετοχής των μαθητών στο πλαίσιο της διδακτικής παρέμβασης και να σχηματιστεί μια ξεκάθαρη εικόνα ως προς το κατά πόσον η διδακτική παρέμβαση συνέβαλε στην ανάδειξη της μαθηματικής σκέψης και των συλλογισμών των μαθητών.

Αναγκαιότητα - πρωτοτυπία της έρευνας

Η παρούσα έρευνα, ουσιαστικά, εντάσσεται στο πλαίσιο μιας πρόσφατης, ευρύτερης προσέγγισης (Haya et al, 2015), που ενθαρρύνει προσπάθειες των εκπαιδευτικών να εξετάσουν με συστηματικό τρόπο, τις επιπτώσεις που έχει ο διδακτικός σχεδιασμός που οι ίδιοι προτείνουν στη μάθηση των παιδιών (teacher-led inquiry into student learning). Επιπλέον, υπάρχει η πρόσθετη ιδιαιτερότητα, ότι ο προτεινόμενος διδακτικός σχεδιασμός βασίζεται στην αξιοποίηση ενός λογισμικού που ο ίδιος ο εκπαιδευτικός ανέπτυξε, στοιχείο που την εντάσσει στο πλαίσιο πρωτοβουλιών όπου ο εκπαιδευτικός αναλαμβάνει το ρόλο του σχεδιαστή διδακτικού υλικού μέσα από την αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών (Kirschner, 2015). Ο συνδυασμός των παραπάνω πρόσφατων προσεγγίσεων δημιουργεί ένα ενδιαφέρον και πρωτότυπο ερευνητικό πεδίο, το οποίο θεωρήθηκε σημαντικό και οδήγησε στην ανάληψη της σχετικής ερευνητικής δράσης.

Πέρα από την παραπάνω γενικότερη προσέγγιση στην οποία μόλις έγινε αναφορά, υπάρχουν και ορισμένα πιο συγκεκριμένα στοιχεία που αξίζει να σημειωθούν ως προς το γιατί η συγκεκριμένη έρευνα θεωρήθηκε ουσιαστική και αναγκαία. Σε σχέση με την ανάπτυξη του λογισμικού, μπορούν να αναφερθούν τα ακόλουθα. Ο τρόπος αξιοποίησης του παιχνιδιού στρατηγικής NIM προσδίδει στη διατριβή στοιχεία που την καθιστούν πρωτότυπη. Έτσι, καταρχήν η δημιουργία ψηφιακής εκδοχής στην οποία οι μαθητές έχουν ως μοναδική επιλογή να παίξουν παρτίδες μεταξύ τους (και όχι με αντίπαλο τον υπολογιστή) είναι μία συνθήκη πρωτότυπη, που δεν απαντάται στις διαθέσιμες online εκδοχές του παιχνιδιού NIM. Επιπλέον, η δυνατότητα που παρέχει η ψηφιακή εκδοχή για εκ των υστέρων πρόσβαση στα παιχνίδια που έγιναν, μέσα από την «αυτόματη» καταγραφή των κινήσεων των μαθητών (log-files), συνιστά μια πρωτότυπη και πολύτιμη προσθήκη, καθώς επιτρέπει τη μετέπειτα διδακτική αξιοποίηση των παιχνιδιών αυτών. Τέλος, η επιλογή να χρησιμοποιηθεί το παιχνίδι NIM αυτούσιο, αντί για να δημιουργηθεί μια τροποποιημένη εκδοχή που να ενσωματώνει πρόσθετα στοιχεία σε σχέση με τους

επιδιωκόμενους διδακτικούς στόχους, είναι και αυτό μια ενδιαφέρουσα και όχι και τόσο συνηθισμένη επιλογή.

Σε σχέση με τη διδακτική αξιοποίηση της ψηφιακής εκδοχής του NIM, η έμφαση που δίνεται στην ανίχνευση του επιχειρηματολογικού λόγου των μαθητών όπως αυτός προκύπτει μέσα από τη συμμετοχή των μαθητών στις διαλογικές δραστηριότητες, καθιστά την έρευνα ξεχωριστή, καθώς οι μελέτες που εξετάζουν την ικανότητα διατύπωσης επιχειρημάτων των μαθητών, ιδίως στο χώρο της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης είναι ελάχιστες διεθνώς (Monoyiou, Xistouri & Philippou, 2006). Επιπρόσθετα, το είδος των διαλογικών δραστηριοτήτων που περιλαμβάνει το διδακτικό σενάριο (συζήτηση στην ολομέλεια, συζήτηση σε περιβάλλον online σύγχρονης επικοινωνίας, πρωτόκολλο ομιλούντος υποκειμένου) συνιστά ένα συνδυασμό που δεν έχει χρησιμοποιηθεί με παρόμοιο τρόπο σε άλλες έρευνες. Σε σχέση με το παραπάνω, η παρούσα μελέτη θεωρείται ότι συμβάλλει στην προαγωγή της έρευνας καθώς η προτεινόμενη διδακτική παρέμβαση εστιάζει σε διαφορετικές «εκφάνσεις» ενός και μόνο πολύ συγκεκριμένου διδακτικού εργαλείου (της «συζήτησης»).

Τέλος, σε σχέση με το κομμάτι της μεθοδολογίας, η μεθοδολογική προσέγγιση (μελέτη περίπτωσης) που υιοθετήθηκε, με την ταυτόχρονη αξιοποίηση πληθώρας ποσοτικών και ποιοτικών δεδομένων, είναι μια επιλογή που δεν απαντάται συχνά σε έρευνες που εξετάζουν την επίδραση της ηλεκτρονικής παιγνιώδους δραστηριότητας των μαθητών στη μάθηση. Η δυνατότητα της παραπάνω μεθοδολογικής επιλογής να παρέχει μια όσο το δυνατόν πιο λεπτομερή και πυκνή περιγραφή της δραστηριότητας που ανέπτυξαν οι συμμετέχοντες μαθητές στο πλαίσιο της προτεινόμενης διδακτικής παρέμβασης, θεωρήθηκε ότι συνιστά μια σημαντική συμβολή της παρούσας έρευνας στο επιστημονικό πεδίο της διδακτικής αξιοποίησης των ηλεκτρονικών παιχνιδιών.

Με βάση όσα αναφέρθηκαν παραπάνω και με δεδομένη την ολοένα και αυξανόμενη ενασχόληση των μαθητών με τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές και ιδίως με τα ηλεκτρονικά παιχνίδια, θεωρήθηκε ουσιαστική η δημιουργία μιας διδακτικής παρέμβασης που επιχειρεί να αξιοποιήσει προς διδακτικό όφελος την παραπάνω εξέλιξη και ακόμα πιο χρήσιμη η συστηματική εξέταση του εν λόγω διδακτικού εγχειρήματος, η οποία και συνιστά τον κύριο ερευνητικό σκοπό της παρούσας διατριβής.

ΕΝΟΤΗΤΑ 1^{Η}
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Το θεωρητικό μέρος της μελέτης περιέχει τέσσερα κεφάλαια, στα οποία και γίνεται αναφορά σε έννοιες που σχετίζονται με την ερευνητική δράση που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της διατριβής. Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται σαφής αναφορά στις θεωρητικές παραδοχές του γράφοντος ως προς τη μάθηση γενικότερα και τη μαθηματική μάθηση ειδικότερα. Στο επόμενο κεφάλαιο, αρχικά γίνεται εννοιολογική αποσαφήνιση των εννοιών «μαθηματική σκέψη» και «μαθηματικός συλλογισμός», ενώ ακολουθεί αναφορά στην έννοια «επιχειρηματολογία». Το τρίτο κεφάλαιο εστιάζει στην έννοια των μαθηματικών συζητήσεων, κάνοντας επιπλέον αναφορά σε ειδικές περιπτώσεις συζητήσεων που απασχόλησαν την παρούσα έρευνα, όπως είναι ο απολογισμός και οι αυτο-επεξηγήσεις. Τέλος, το τέταρτο κεφάλαιο της ενότητας επικεντρώνεται στο μαθηματικό παιχνίδι και στη μάθηση που προκύπτει από την αξιοποίηση ψηφιακών παιχνιδιών στη μαθηματική διδασκαλία. Το κεφάλαιο αυτό ολοκληρώνεται με παρουσίαση του παιχνιδιού NIM και με παράθεση εμπειρικών δεδομένων σε σχέση με τη διδακτική του αξιοποίηση.

ΕΝΟΤΗΤΑ 1^{Η} – ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^{Ο}
ΒΑΣΙΚΕΣ ΘΕΩΡΗΤΙΚΕΣ ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

Ένα ιδιαίτερα σημαντικό στοιχείο που χρειάζεται να λαμβάνεται υπόψη κατά τη διεξαγωγή μιας έρευνας που ακολουθεί το ποιοτικό παράδειγμα, είναι το ζήτημα του πώς μπορεί να εξασφαλιστεί η «αντικειμενικότητα». Ο γράφων συμμερίζεται τη θέση των Πυργιωτάκη & Συμεού (2016), οι οποίοι έχουν υποστηρίξει ότι η εκάστοτε εμπειρία που βιώνει ο ερευνητής εμπεριέχει στοιχεία της ιδιοσυγκρασίας του και δεν είναι απαλλαγμένη από προκαταλήψεις και λοιπές παραδοχές. Για να περιοριστεί η επίδραση αυτής της «υποκειμενικότητας» που χαρακτηρίζει την ποιοτική προσέγγιση, είναι σημαντικό ο ερευνητής αρχικά να την αναγνωρίζει και να την αποδέχεται και εν συνεχεία να παρέχει στον αναγνώστη μια ξεκάθαρη εικόνα του πώς ο ίδιος θεωρεί ότι το προσωπικό του στοιχείο διαμορφώνει την έρευνα στα διάφορα στάδιά της (σχεδιασμό – ερμηνεία). Με βάση την παραπάνω λογική, στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται συνοπτικά οι βασικές θεωρητικές παραδοχές του ερευνητή. Γίνεται αναφορά στις θεωρίες μάθησης που επηρέασαν το σχεδιασμό και την υλοποίηση της προτεινόμενης διδακτικής παρέμβασης, ενώ επίσης σκιαγραφείται και το πώς ο ερευνητής αντιλαμβάνεται τη μαθηματική μάθηση.

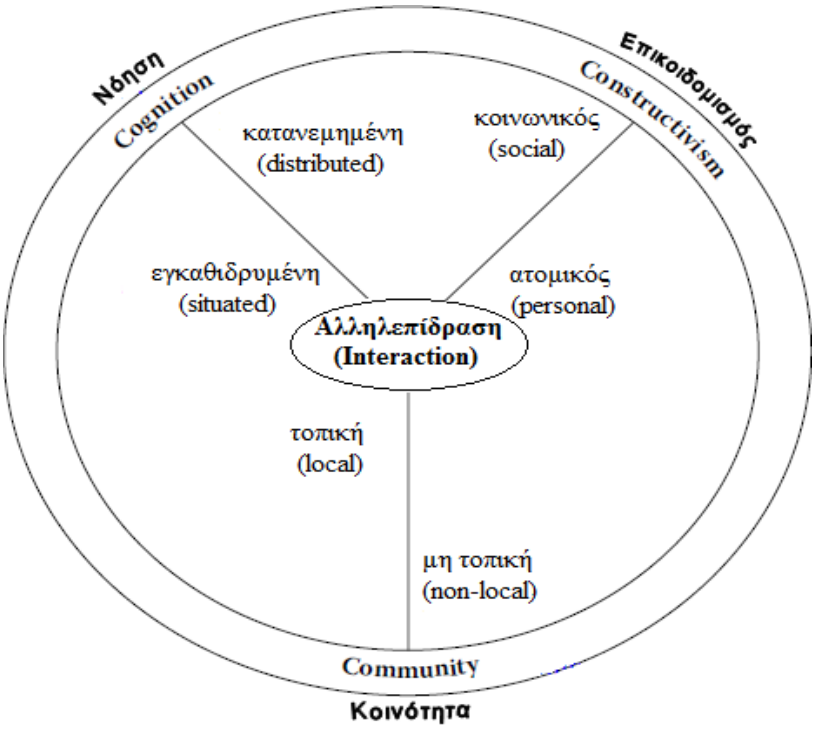
1.1.1 Θεωρίες Μάθησης

Στην παρούσα εργασία υιοθετείται η κοινωνική εποικοδομητική προσέγγιση (social constructivism). Ο μαθητής γίνεται αντιληπτός ως μια κοινωνική οντότητα που δρα στο πλαίσιο μιας κοινότητας (σχολική τάξη) και επηρεάζεται από τις γνώσεις, τις πρακτικές, τις αξίες και τις επικοινωνιακές συμβάσεις που ευδοκιμούν σε αυτήν (Barnes, 2008). Η μάθηση και διδασκαλία συνιστά μια διαδικασία κοινωνική, κατά τη διάρκεια της οποίας ο μαθητής προσπαθεί να οικειοποιηθεί και να ενστερνιστεί (και σε ορισμένες περιπτώσεις να αναμορφώσει) τις γνώσεις, τις αξίες και τις πρακτικές της κοινότητας. Το παραπάνω επιτυγχάνεται σταδιακά, μέσα από την επικοινωνία και την αλληλεπίδραση που αναπτύσσει ο μαθητής ως μέλος μιας τέτοιας κοινότητας (Goos, 2004).

Στη συνέχεια, σε μια προσπάθεια αναλυτικότερης έκθεσης των θεωρητικών αναζητήσεων του ερευνητή ως προς το πώς επιτυγχάνεται η μάθηση, γίνεται αναφορά στο εννοιολογικό πλαίσιο που προτείνουν οι Vrasidas & Veletsianos (2010). Αυτό συμβαίνει καθώς, όπως φαίνεται στο σχετικό διάγραμμα στην επόμενη σελίδα, οι περιοχές που επισημαίνουν οι εν λόγω συγγραφείς (εποικοδομισμός, εγκαθιδρυμένη νόηση, κοινότητες πρακτικής, αλληλεπίδραση), βρίσκονται στο επίκεντρο της θεωρητικής προσέγγισης που υιοθετείται στην παρούσα εργασία.

Σύμφωνα με το εννοιολογικό πλαίσιο, οι παραπάνω περιοχές δεν είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους, αλλά συνδέονται άρρηκτα, με τη βοήθεια της έννοιας «αλληλεπίδραση» (interaction) που βρίσκεται στο κέντρο κάθε ανθρώπινης δράσης. Η αλληλεπίδραση, ορίζεται ως οι αμοιβαίες δράσεις δύο ή περισσότερων πρωταγωνιστών και είναι μια συνεχής διαδικασία που λαμβάνει χώρα σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο και ταυτόχρονα

διαμορφώνει το πλαίσιο αυτό. Στη συνέχεια, δίνονται βασικές πληροφορίες για τις τρεις περιοχές του εν λόγω εννοιολογικού πλαισίου.



Εικόνα 1: Σχηματική αναπαράσταση του θεωρητικού εννοιολογικού πλαισίου

- Εποικοδομισμός – Κονστρουκτιβισμός (constructivism)

Βασική θέση των προσεγγίσεων που εντάσσονται στο χώρο του κονστρουκτιβισμού είναι ότι το άτομο δεν αντιλαμβάνεται «απευθείας» μια αντικειμενική πραγματικότητα, αλλά αντίθετα οικοδομεί τη δική του πραγματικότητα αξιοποιώντας όλα τα ερεθίσματα με τα οποία έρχεται σε επαφή και φυσικά την προϋπάρχουσα γνώση που φέρει. Κάθε άτομο οικοδομεί μια ιδιαίτερη εκδοχή της πραγματικότητας, ακόμα και σε περιπτώσεις που τα παρεχόμενα ερεθίσματα και οι μαθησιακές εμπειρίες μοιάζουν να είναι κοινές για όλους. Η αλληλεπίδραση ανάμεσα στην προϋπάρχουσα γνώση (που είναι μοναδική για κάθε άτομο) και τις νέες εμπειρίες, οδηγεί σε διαφορετικούς τρόπους ερμηνείας της πραγματικότητας, στοιχείο που με τη σειρά του εξηγεί τη διαφοροποίηση στα μαθησιακά αποτελέσματα που προκύπτουν για κάθε άτομο (Pritchard & Woolard, 2010).

Εντός του εποικοδομισμού υπάρχουν δύο βασικές προσεγγίσεις, οι οποίες διαφέρουν σε σχέση με το πώς γίνεται αντιληπτή η διαδικασία οικοδόμησης της γνώσης. Σύμφωνα με τον ατομικό – γνωστικό εποικοδομισμό (personal constructivism), η οικοδόμηση της γνώσης είναι μια εσωτερική διαδικασία, κατά την οποία το άτομο με βάση τις εμπειρίες που αποκομίζει αναδιοργανώνει διαρκώς τις γνωστικές του δομές. Η μάθηση επέρχεται ως μια διαρκής προσπάθεια περιορισμού των αναντιστοιχιών που το άτομο αντιλαμβάνεται ότι υπάρχουν ανάμεσα στις προγενέστερες γνώσεις που φέρει και στα δεδομένα που αντλεί από τις νέες εμπειρίες (Jacobs, 2005).

Από την άλλη πλευρά, ο κοινωνικός εποικοδομισμός (social constructivism) τονίζει τη σημασία συμμετοχής του ατόμου σε κοινότητες και υποστηρίζει ότι η γνώση έχει κοινωνικό χαρακτήρα και ότι η οικοδόμησή της είναι το αποτέλεσμα της κοινωνικής αλληλεπίδρασης που λαμβάνει χώρα στις κοινότητες αυτές (Vrasidas & Veletsianos, 2010). Στον κοινωνικό εποικοδομισμό το άτομο αντιμετωπίζεται ως μια κοινωνική οντότητα, που επηρεάζεται από τις πολιτιστικές πρακτικές των ομάδων στις οποίες συμμετέχει (Barnes, 2008). Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην κουλτούρα και το γενικότερο κοινωνικό πλαίσιο, και θεωρείται σημαντική η διαμεσολάβηση πολιτισμικών εργαλείων (γλώσσα, εννοιολογικά σκευάσματα, σύμβολα, καθιερωμένες πρακτικές και επαναλαμβανόμενες διαδικασίες κ.ά.), τα οποία εμπεριέχουν νοήματα, τρόπους σκέψης και συγκεκριμένες σημασίες στο πλαίσιο των κοινοτήτων που χρησιμοποιούνται και καθορίζουν τον τρόπο με τον οποίο το άτομο αντιλαμβάνεται την πραγματικότητα γύρω του. Με άλλα λόγια, η οποιαδήποτε εμπειρία, αποκτά νόημα με βάση τα διαθέσιμα νοήματα που υπάρχουν στην κουλτούρα στην οποία ζει και συμμετέχει ως μέλος το άτομο (Ράπτης & Ράπτη, 2013).

Ως προς την παραπάνω διάκριση, ο γράφων συντάσσεται με τη θέση του Taber (2014), ο οποίος θεωρεί τον ατομικό και τον κοινωνικό εποικοδομισμό ως περισσότερο συμπληρωματικές παρά ανταγωνιστικές προοπτικές, με βάση τις οποίες επιχειρείται να ερμηνευτεί ο τρόπος με τον οποίο οι μαθητές οικοδομούν τη γνώση. Σύμφωνα με τον Taber, η διαδικασία μάθησης ξεκινάει με την ενεργοποίηση του γνωστικού μηχανισμού του μαθητή (ατομικός – γνωστικός εποικοδομισμός), ο οποίος δέχεται ερεθίσματα από το περιβάλλον μέσα στο οποίο δρα (κοινωνικός εποικοδομισμός). Ακολουθεί η οικοδόμηση εσωτερικών μοντέλων που αναπαριστούν το περιβάλλον αυτό, τα οποία και καθορίζουν τη συμπεριφορά του μαθητή. Ωστόσο, η διαρκής αλληλεπίδραση του μαθητή με το περιβάλλον λειτουργεί ως πηγή ανατροφοδότησης και τον οδηγεί στην κατάλληλη προσαρμογή αυτών των εσωτερικών μοντέλων.

- Εγκαθιδρυμένη (situated cognition) – Κατανεμημένη Νόηση (distributed cognition)

Όπως ήδη έχει αναφερθεί, η εποικοδομητική προσέγγιση δε θεωρεί ότι η μάθηση συνιστά μονάχα ένα ατομικό επίτευγμα. Αντίθετα, την αντιμετωπίζει ως ένα κοινωνικό επίτευγμα, το οποίο οικοδομείται μέσα από την ενεργό συμμετοχή και τη διαρκή αλληλεπίδραση που αναπτύσσουν τα άτομα εντός ενός συγκεκριμένου κοινωνικοπολιτισμικού πλαισίου. Η μάθηση, επομένως, που προκύπτει δεν είναι κάτι το γενικό και αφηρημένο. Αντίθετα, θεωρείται ότι είναι εγκαθιδρυμένη (situated) στο κοινωνικό και πολιτισμικό συγκείμενο μέσα στο οποίο λαμβάνει χώρα, με το συγκεκριμένο συγκείμενο να αποτελεί τελικά ουσιαστικό και αναπόσπαστο κομμάτι της (Doolan, 2013).

Η μελέτη της ανθρώπινης νόησης, επομένως, πρέπει να γίνεται λαμβάνοντας υπόψη το κοινωνικό, διαπροσωπικό, πολιτισμικό και ιστορικό πλαίσιο μέσα στο οποίο πραγματώνεται (Arvaja et al, 2008). Από αυτήν την παραδοχή προέκυψε η έννοια της «εγκαθιδρυμένης νόησης» (situated cognition), η οποία τονίζει ότι οι δραστηριότητες και οι

καταστάσεις στις οποίες συμμετέχει ένα άτομο και που οδηγούν στην οικοδόμηση της γνώσης, αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της γνώσης αυτής (Ζούρου, 2009).

Η έννοια της «κατανεμημένης νόησης» (distributed cognition) τονίζει το γεγονός ότι η διαδικασία της μάθησης είναι μια συνεργατική διαδικασία, κατά την οποία το άτομο συμμετέχει σε μία κοινότητα και ουσιαστικά οικοδομεί τη γνώση μέσα από μία διαρκή αντιπαράθεση μεταξύ της δικής του αντίληψης των πραγμάτων και εκείνης των υπόλοιπων συμμετεχόντων (Vrasidas & Veletsianos, 2010). Η αλληλεπίδραση πολλών ατόμων, σε συνδυασμό με τη διαμεσολάβηση εργαλείων (γλώσσα, τεχνολογία, αναπαραστάσεις κ.λπ.), έχει ως αποτέλεσμα οι γνωστικές ιδιότητες (η νόηση) της κοινότητας να είναι διαφορετικές από εκείνες των μεμονωμένων ατόμων που την απαρτίζουν (Swan & Shea, 2005). Επομένως, η νόηση κατανέμεται μεταξύ των ατόμων που αλληλεπιδρούν προσπαθώντας να δώσουν νόημα στις εμπειρίες τους, αλλά επιπλέον βρίσκεται και στα εργαλεία που χρησιμοποιούν κατά την αλληλεπίδρασή τους καθώς και στα τεχνουργήματα (artifacts) που προκύπτουν (Ράπτης & Ράπτη, 2013).

- Κοινότητες Πρακτικής (communities of practice)

Ο όρος «κοινότητες πρακτικής» αναφέρεται σε ομάδες ατόμων που μοιράζονται ένα κοινό ενδιαφέρον και αλληλεπιδρούν δημιουργώντας ένα δίκτυο, μέσα στο οποίο καθίσταται εφικτή η ανταλλαγή γνώσεων, εμπειριών και πρακτικών γύρω από το κοινό τους ενδιαφέρον (Vrasidas & Veletsianos, 2010). Σύμφωνα με τον Wenger, σε κάθε κοινότητα πρακτικής σταδιακά αναπτύσσεται μία μοναδική κουλτούρα και εμφανίζονται στοιχεία (όπως χαρακτηριστικά, ιδέες, πεποιθήσεις, πρακτικές, τεχνουργήματα, νόρμες, κανόνες και συμπεριφορές) που είναι ξεχωριστά και σημαντικά για τη συγκεκριμένη κοινότητα πρακτικής και που τη διαφοροποιούν από τις υπόλοιπες (Doolan, 2013). Κάθε κοινότητα πρακτικής διαθέτει τα ακόλουθα συστατικά στοιχεία (Wenger, 1998):

- το πεδίο (domain), δηλαδή μια γνωστική περιοχή που ενδιαφέρει την κοινότητα και συνιστά το στοιχείο που τη διαφοροποιεί από τις υπόλοιπες κοινότητες
- την κοινότητα (community), δηλαδή ένα σύνολο ανθρώπων που ενδιαφέρονται για το πεδίο της κοινότητας και που επιθυμούν να αναπτύξουν σχέσεις μεταξύ τους και να επικοινωνήσουν, προκειμένου να βελτιώσουν τις γνώσεις και την πρακτική τους σε σχέση με το πεδίο αυτό
- την πρακτική (practice), που συνίσταται στο σύνολο των τρόπων και των «εργαλείων» που χρησιμοποιεί η κοινότητα για να πετύχει τους στόχους που έχει θέσει.

Ως βασικές διαστάσεις μιας κοινότητας πρακτικής αναφέρονται οι παρακάτω:

- κοινή δέσμευση (mutual engagement): είναι βασική συνθήκη καθώς χωρίς την ύπαρξη κοινής δέσμευσης δεν υπάρχει κοινότητα αλλά απλώς ένα σύνολο ατόμων. Η κοινή δέσμευση αναφέρεται στους δεσμούς και τις αλληλεπιδράσεις που

αναπτύσσονται μεταξύ των μελών της κοινότητας, οι οποίες και διαμορφώνουν την κουλτούρα της. Η ύπαρξη κοινής δέσμευσης σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να συγχέεται με την ύπαρξη ομοιογένειας. Αντίθετα, η ύπαρξη έντονων διαφοροποιήσεων θεωρείται κάτι το σύνηθες και ιδιαίτερα χρήσιμο σε μια κοινότητα πρακτικής για την περαιτέρω εξέλιξή της.

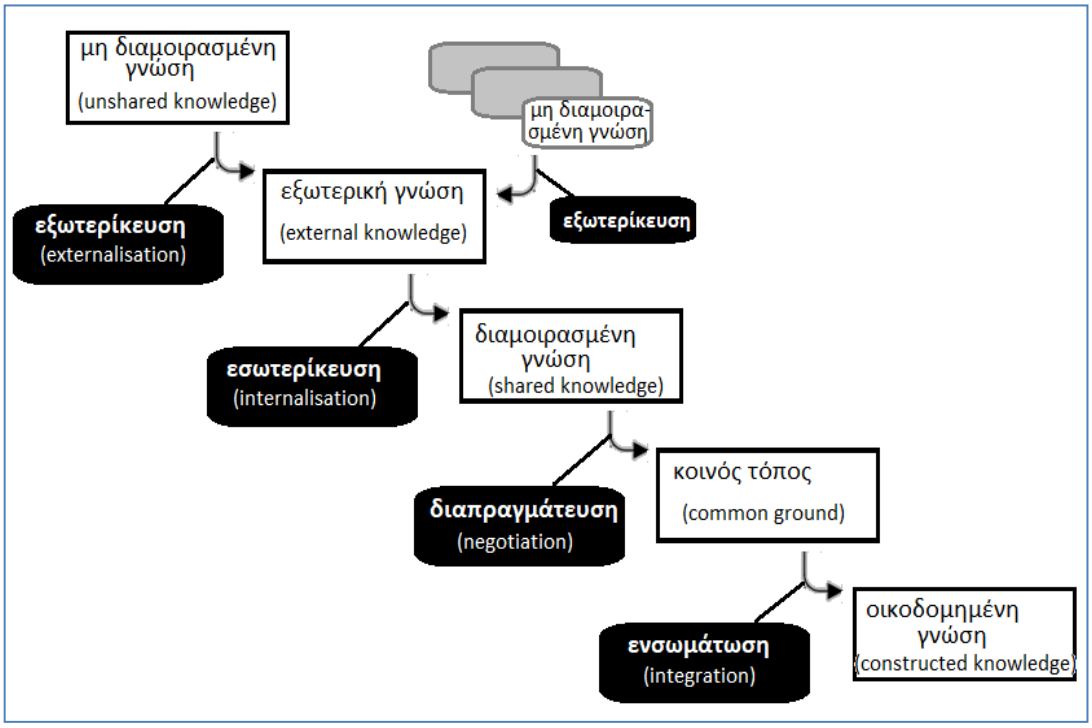
- κοινός στόχος (joint enterprise): είναι το αποτέλεσμα που επιδιώκουν τα μέλη που εμπλέκονται στην κοινότητα.
- κοινές αναφορές (shared repertoire): πρόκειται για ρουτίνες, διαδικασίες, εργαλεία, λέξεις, ιστορίες, σύμβολα, έννοιες και άλλα στοιχεία, που στο παρελθόν η κοινότητα δημιούργησε και χρησιμοποίησε και που συνιστούν πλέον το ρεπερτόριό της (Back, 2006).

Τα άτομα, μέσα από τη συμμετοχή τους σε μια κοινότητα πρακτικής και την επικοινωνία που αναπτύσσουν στο πλαίσιό της, σταδιακά αντιλαμβάνονται τους σκοπούς της κοινότητας, τις νόρμες συμπεριφοράς και τη γλώσσα που χρησιμοποιούνται εντός της, τις πρακτικές που λαμβάνουν χώρα και γενικότερα το κοινό υπόβαθρο που υπάρχει, χωρίς μάλιστα να αποκλείεται το ενδεχόμενο με τον τρόπο τους να συμβάλλουν και τα ίδια στην εξέλιξη και διαμόρφωση όλων των παραπάνω στοιχείων. Πρόκειται, κατά τους Lave και Wenger, για μια κατάσταση μαθητείας (apprenticeship) κατά την οποία το άτομο που προσεγγίζει μια κοινότητα πρακτικής, ουσιαστικά ξεκινάει περισσότερο αλληλεπιδρώντας και παρατηρώντας τον τρόπο που ενεργούν ορισμένα πιο «μυημένα» μέλη και λιγότερο συμμετέχοντας στην ίδια τη διεκπεραίωση των εργασιών της κοινότητας (περιφερειακή συμμετοχή – legitimate peripheral participation). Η μετάβαση από την «περιφέρεια» στον λεγόμενο «πυρήνα» της κοινότητας (ή εναλλακτικά, η μετάβαση από το επίπεδο του «αρχάριου» σε εκείνο του «έμπειρου») και η ανάπτυξη πλήρους δραστηριότητας (full participation), επιτυγχάνεται μονάχα μέσα από τη σταδιακή αποδοχή του ατόμου από τα μέλη της κοινότητας και δεν πρέπει να θεωρείται πάντοτε ως κάτι που δεδομένα θα συμβεί (Wenger, McDermott & Snyder, 2002).

Επομένως, γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι η κοινότητα πρακτικής είναι μια ευρεία έννοια που δεν περιορίζεται μονάχα στο να σημαίνει ένα σύνολο ατόμων που έχουν κάποιο κοινό ενδιαφέρον. Κάθε κοινότητα πρακτικής είναι πολλά περισσότερα, καθώς περιλαμβάνει εκτός των άλλων, ένα σύνολο πρακτικών, δεξιοτήτων, δραστηριοτήτων, συζητήσεων, εργαλείων, ιστοριών, εμπειριών και αναμνήσεων και φυσικά μια βάση γνώσης γύρω από το θέμα που ενδιαφέρει τα μέλη της (Seaman, 2008).

Με βάση τα παραπάνω, γίνεται προφανές ότι στην παρούσα εργασία υιοθετείται η θέση ότι η μάθηση είναι ένα συλλογικό προϊόν, επακόλουθο της συμμετοχής των ατόμων σε συνεργατικές διαδικασίες οικοδόμησης γνώσης (Stahl, 2009). Ολοκληρώνοντας τη σχετική συζήτηση, είναι χρήσιμη η αναφορά στο έργο των Beers, Boshuizen & Kirschner (2004), όπου προτείνεται ένα θεωρητικό μοντέλο που περιγράφει τη διαδικασία μέσα από

την οποία η γνώση που φέρει το κάθε άτομο, και στην οποία αρχικά δεν έχουν πρόσβαση τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας, εξελίσσεται και καταλήγει στο να γίνει συλλογική γνώση. Σύμφωνα με το μοντέλο αυτό, όπως φαίνεται και στη σχηματική απόδοση που ακολουθεί, αρχικά μέσα από τη διαδικασία της εξωτερίκευσης (π.χ. διατύπωση μιας πρότασης - συνεισφοράς από ένα μέλος της ομάδας) η γνώση γίνεται προσβάσιμη σε όλα τα μέλη της ομάδας (external knowledge). Στη συνέχεια ακολουθεί το στάδιο της εσωτερίκευσης, όπου κάθε άτομο προσπαθεί να κατανοήσει την παραπάνω συνεισφορά (διαμοιρασμένη γνώση – shared knowledge) και στο οποίο ασκούν επιρροή τόσο η προσωπική προοπτική του ατόμου που επιδιώκει να κατανοήσει τη συνεισφορά, όσο και η αντίληψη που αυτό έχει διαμορφώσει για το άτομο που τη διατύπωσε. Στο επόμενο στάδιο, το στάδιο της διαπραγμάτευσης (negotiation), επιχειρείται μέσα από τη συζήτηση (ανταλλαγή επιχειρημάτων, αποσαφηνίσεις, επιβεβαιώσεις κ.λπ.) τα μέλη της ομάδας να καταλήξουν (συνήθως προσωρινά αφού η διαδικασία δεν ολοκληρώνεται ποτέ) σε κάποιο κοινό σημείο αναφοράς (common ground). Τέλος, ακολουθεί το τελευταίο στάδιο, όπου μέσα από τη διαδικασία της ενσωμάτωσης (integration) η ομάδα οδηγείται στην οικοδομημένη γνώση (constructed knowledge).



Εικόνα 2: Απόδοση στα ελληνικά του μοντέλου των Beers, Boshuizen & Kirschner για την οικοδόμηση της γνώσης σε συνεργατικά περιβάλλοντα μάθησης.

1.1.2 Μαθηματική Μάθηση

Υπάρχει η προσέγγιση που βλέπει τα μαθηματικά ως ένα επιστημονικό πεδίο που περιλαμβάνει αντικειμενικές, αμετάβλητες και αδιαμφισβήτητες γνώσεις και ένα σύνολο αυστηρών κανόνων και συγκεκριμένων διαδικασιών. Μια διαφορετική προσέγγιση, προς την οποία κλίνει ο γράφων, θεωρεί ότι στα μαθηματικά υπάρχει η υποκειμενικότητα, η

αβεβαιότητα, το λάθος, οι πολλαπλές λύσεις και υπάρχει χώρος για κριτική και δημιουργική σκέψη (Hudson, Henderson & Hudson, 2015 ' Schoenfeld, 1992).

Σχετική με τα παραπάνω είναι η άποψη των Τζανάκη & Κούρκουλου (1999), οι οποίοι τονίζουν ότι πέρα από το πληροφοριακό περιεχόμενο, υπάρχει η ιδιαιτέρως σημαντική διαδικασία ανακάλυψης – σύλληψης του περιεχομένου αυτού (το λεγόμενο «κάνω μαθηματικά»). Στο ίδιο μήκος κύματος, ο Romberg υποστηρίζει ότι τα μαθηματικά δε θα πρέπει να προσφέρονται στους μαθητές ως ένα στατικό σύστημα από έννοιες και διαδικασίες, αλλά θα πρέπει να τους παρουσιάζονται ως μια δυναμική δραστηριότητα ανακάλυψης και δημιουργίας γνώσης. Σε αυτό το πλαίσιο, οι μαθητές δεν είναι παθητικοί αποδέκτες πληροφοριών, αλλά δρουν ως εν δυνάμει μαθηματικοί και ως δημιουργοί μαθηματικής γνώσης:

> «*οριοθετώντας και λύνοντας προβλήματα, αναζητώντας μοτίβα και κανονικότητες, διατυπώνοντας υποθέσεις, εξετάζοντας περιπτώσεις λαμβάνοντας υπόψη περιορισμούς, εξάγοντας συμπεράσματα από τα δεδομένα, κάνοντας αφαιρετικές σκέψεις, επινοώντας, επεξηγώντας, επιχειρηματολογώντας…*» (Stein, Grover & Henningsen, 1996, p.456)

Υπό το παραπάνω πρίσμα, στην παρούσα διατριβή, τα μαθηματικά δεν αντιμετωπίζονται ως μία ατομική (μοναχική) ενασχόληση όπου αποκλειστικός στόχος είναι η εύρεση της (συνήθως μίας) σωστής απάντησης. Αντίθετα, τα μαθηματικά προσεγγίζονται ως μια συλλογική δράση, στην οποία συμμετέχουν τα άτομα και όπου μέσα από την ανταλλαγή επιχειρημάτων επιδιώκεται η επίτευξη μιας κοινά αποδεκτής συμφωνίας σε σχέση με τις διάφορες στρατηγικές και τις λύσεις που προτείνονται για την επίλυση ενός προβλήματος. Σε αυτό το πλαίσιο, τα «*μαθηματικά επιτεύγματα του κάθε ατόμου συνιστούν προϊόν συλλογικών προσπαθειών*», όπως χαρακτηριστικά αναφέρει η Sfard (2018, p.227).

Η Goos (2004) μελετώντας διεξοδικά την περίπτωση καθηγητή δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης που οργάνωσε τη διδασκαλία του με στόχο τη δημιουργία μιας διερευνητικής μαθηματικής κοινότητας, κατέληξε σε ορισμένες παραδοχές σχετικά με το πώς μπορεί να επιτευχθεί κάτι τέτοιο. Οι παραδοχές, που παρουσιάζονται στη συνέχεια, αντικατοπτρίζουν σε μεγάλο βαθμό την προσέγγιση του γράφοντα, αναφορικά με το πώς γίνεται αντιληπτή η μάθηση και διδασκαλία των μαθηματικών:

- η μαθηματική σκέψη είναι μια πράξη νοηματοδότησης (sense-making), η οποία λαμβάνει χώρα μέσα από διαδικασίες διατύπωσης υποθέσεων, γενίκευσης και πειθούς
- ο αναστοχασμός και ο αυτοέλεγχος είναι απαραίτητα συστατικά στη διαδικασία της μαθηματικής μάθησης
- ο εκπαιδευτικός και οι ενέργειες που προκρίνει μπορούν να συμβάλλουν στην ανάπτυξη της μαθηματικής σκέψης των μαθητών
- η αλληλεπίδραση που αναπτύσσεται μεταξύ των μαθητών είναι καθοριστικός παράγοντας που συμβάλλει στην καλλιέργεια της μαθηματικής σκέψης

- η υιοθέτηση των συμβάσεων που διέπουν τη μαθηματική επικοινωνία γίνεται ευκολότερα όταν οι καθημερινές μαθηματικές γνώσεις που φέρουν οι μαθητές στη διδασκαλία γίνονται αποδεκτές και συνυφαίνονται με την επίσημη μαθηματική γνώση που διδάσκεται στο σχολείο.

Με βάση τα παραπάνω, ο ρόλος του εκπαιδευτικού συνίσταται στο να προτρέπει τους μαθητές να αναλαμβάνουν πρωτοβουλίες στο μάθημα, ζητώντας τους να συμβάλλουν με ιδέες και επιχειρήματα στην επίλυση προβλημάτων. Ο εκπαιδευτικός με τις ενέργειές του είναι σημαντικό να δημιουργεί ευκαιρίες κοινωνικής αλληλεπίδρασης μεταξύ των μαθητών, παρακινώντας τους να χρησιμοποιούν το διάλογο, να επικοινωνούν τις μαθηματικές τους ιδέες και στρατηγικές και να διατυπώνουν με σαφήνεια τους ισχυρισμούς τους.

Σε άρθρο τους, οι Mueller, Yankelewitz & Maher (2014) κάνουν αναφορά σε ορισμένες συνθήκες που σύμφωνα με την υπάρχουσα έρευνα, θεωρούνται απαραίτητες προκειμένου να λάβει χώρα ουσιαστική μαθηματική μάθηση. Ως απαραίτητα συστατικά ενός τέτοιου ευνοϊκού για μάθηση περιβάλλοντος, αναφέρονται τα ακόλουθα:

- ενεργοί μαθητές, οι οποίοι αντιμετωπίζουν την όλη κατάσταση ως πρόκληση
- παρατηρητικοί δάσκαλοι, οι οποίοι παρακολουθούν στενά το πώς αναπτύσσονται οι μαθηματικές ιδέες των μαθητών
- δραστηριότητες ανοιχτού τύπου που ευνοούν την ενεργοποίηση πολλαπλών τύπων αναπαράστασης και που επιδέχονται πληθώρα στρατηγικών για την επίλυσή τους και που ουσιαστικά «υποχρεώνουν» τους μαθητές να ανατρέξουν στο διαθέσιμο μαθηματικό τους ρεπερτόριο προκειμένου να αναζητήσουν λύσεις και να παρέχουν επεξηγήσεις στους άλλους σχετικά με τις επιλογές τους
- συνεργατικό πλαίσιο, μέσα στο οποίο οι μαθητές επικοινωνούν και ανταλλάσσουν ιδέες μεταξύ τους
- υποστηρικτικό περιβάλλον, όπου η κυρίαρχη νοοτροπία είναι ο σεβασμός του μαθητή, των ιδεών του και των τρόπων εργασίας που επιλέγει να χρησιμοποιήσει.

Η προτεινόμενη διδακτική παρέμβαση σχεδιάστηκε με γνώμονα την ικανοποίηση των παραπάνω συνθηκών, ώστε να εξασφαλιστεί ένα γόνιμο μαθησιακό περιβάλλον για την ανάπτυξη μαθηματικής σκέψης, όπως αυτό περιγράφεται και από επίσημες πηγές εκπαιδευτικής πολιτικής (NCTM, 2014). Ανακεφαλαιώνοντας, έγινε προσπάθεια να προκριθούν δραστηριότητες που έχουν το χαρακτήρα επίλυσης προβλήματος και που προάγουν τη συζήτηση, τη διαπραγμάτευση εννοιών, την ανάπτυξη μαθηματικών συλλογισμών και που επιτρέπουν την ανάδειξη των ποικίλων, διαφορετικών στρατηγικών προσέγγισης που φέρουν στην όλη διαδικασία οι μαθητές.

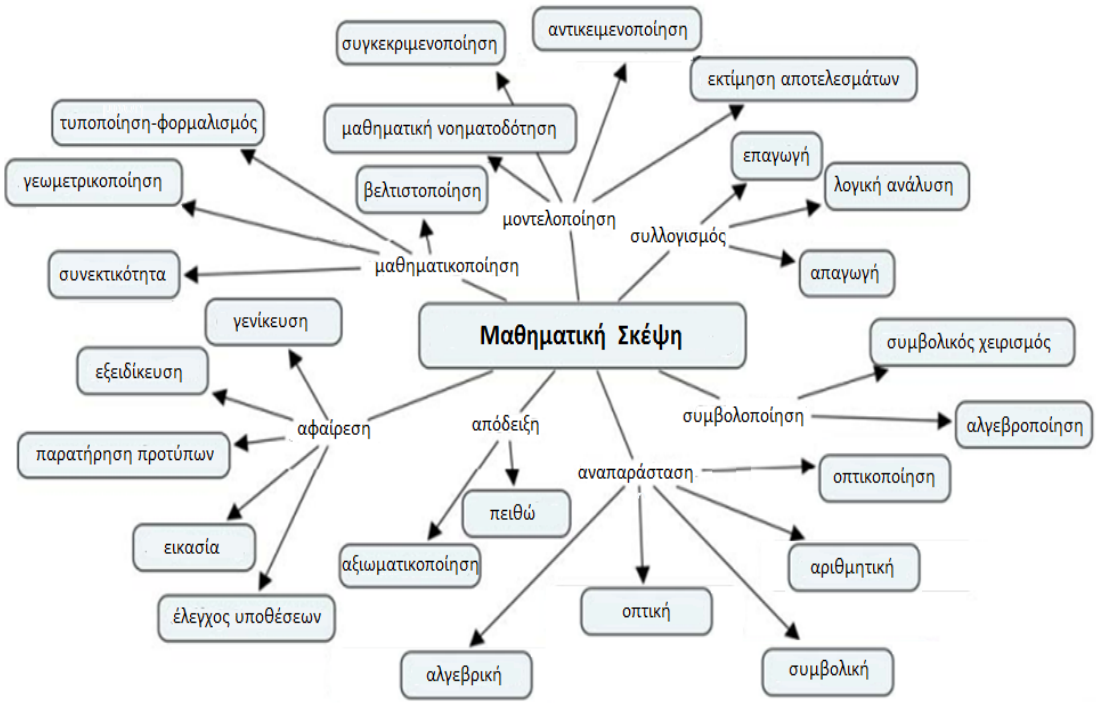
ΕΝΟΤΗΤΑ 1Η - ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2Ο
ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΚΑΙ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΣΚΕΨΗΣ

Στο κεφάλαιο που γίνεται αναφορά στη χρησιμότητα της έρευνας, υπογραμμίζεται ότι το ερευνητικό ενδιαφέρον είναι στραμμένο στη μελέτη των μαθηματικών συζητήσεων που προκύπτουν από την ενασχόληση των μαθητών με το παιχνίδι NIM, διαμέσου της προτεινόμενης διδακτικής παρέμβασης, προκειμένου να διαπιστωθεί αν στις συζητήσεις αυτές υπάρχουν ενδείξεις μαθηματικής σκέψης. Στο τρέχον κεφάλαιο γίνεται προσπάθεια προσέγγισης της ευρύτερης έννοιας «μαθηματική σκέψη», για να ακολουθήσει ειδικότερη θεωρητική αναφορά στις έννοιες «μαθηματικός συλλογισμός» και «επιχειρηματολογία».

1.2.1 Μαθηματική Σκέψη

Μία τυπική βιβλιογραφική ανασκόπηση αρκεί για να καταδειχθεί ότι η «μαθηματική σκέψη» (mathematical thinking) αποτελεί μια έννοια για την οποία δε φαίνεται να υπάρχει ένας καθολικά αποδεκτός ορισμός. Ωστόσο, παρά τη δυσκολία του εκ των προτέρων ορισμού της, η λεγόμενη «ανώτερης-τάξης μαθηματική σκέψη» (higher order thinking) είναι κάτι που εικάζεται ότι ένας προσεκτικός παρατηρητής θα αναγνωρίσει όταν τη συναντήσει και θα εκτιμήσει την αξία της (Wegerif, 2015).

Ενδεικτική ως προς το πόσο μεγάλο μπορεί να είναι το εύρος της έννοιας «μαθηματική σκέψη», είναι η εργασία της Karadag (2009), η οποία στο θεωρητικό μέρος της διδακτορικής της διατριβής παραθέτει το σχεδιάγραμμα που φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί, στο οποίο παρουσιάζει ένα δίκτυο εννοιών που έχουν, με τον ένα ή άλλο τρόπο, συσχετιστεί με την έννοια της μαθηματικής σκέψης.



Εικόνα 3: Δίκτυο εννοιών που σχετίζονται με την έννοια της μαθηματικής σκέψης

Οι Watson & Geest (2005), αντιλαμβανόμενοι ότι είναι εξαιρετικά δύσκολο το να βρεθεί ένας κοινά αποδεκτός ορισμός για την έννοια «μαθηματική σκέψη», προτείνουν μία λίστα με δραστηριότητες που κατά τη γνώμη τους αποκαλύπτουν την ύπαρξη μαθηματικής σκέψης:

- η επιλογή κατάλληλων τεχνικών
- η δημιουργία παραδειγμάτων
- ο εντοπισμός συνδέσεων με προηγούμενες γνώσεις
- η διενέργεια συγκρίσεων
- η εύρεση ομοιοτήτων και διαφορών
- η διατύπωση επιχειρημάτων
- η ικανότητα πρόβλεψης
- η διατύπωση ερωτημάτων
- η επικοινωνία με άλλους (περιγραφή μεθόδων που χρησιμοποιούν)
- η ενασχόληση με εργασίες για μεγάλα χρονικά διαστήματα
- η αντιμετώπιση μη οικείων προβλημάτων

Ο Schoenfeld (1992) προσεγγίζει την έννοια «μαθηματική σκέψη» δείχνοντας ενδιαφέρον στον προσδιορισμό γνωρισμάτων που χρειάζεται να κατέχει κάποιο άτομο, προκειμένου να μπορεί με επιτυχία να κάνει μαθηματικές σκέψεις. Σύμφωνα με το θεωρητικό πλαίσιο που προτείνει, οι απαραίτητες αυτές δεξιότητες, ομαδοποιούνται στις παρακάτω κατηγορίες:

- πηγές (knowledge base) ή αλλιώς οι μαθηματικές γνώσεις και διαδικασίες – δεξιότητες που φέρει κάθε άτομο όταν προσεγγίζει ένα νέο πρόβλημα
- ευρετικές αρχές (heuristics), ή αλλιώς στρατηγικές και τεχνικές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την επίλυση ενός προβλήματος (π.χ. αντίστροφη εργασία, χρήση διαγραμμάτων κ.λπ.)
- εκτελεστικός έλεγχος (executive control), δηλαδή η ικανότητα του ατόμου να παίρνει σωστές αποφάσεις σχετικά με την επιλογή πηγών και στρατηγικών για την επίλυση του εκάστοτε προβλήματος
- συστήματα πεποιθήσεων (belief systems), δηλαδή η οπτική γωνία με την οποία ένα άτομο αντιμετωπίζει τα μαθηματικά και το κατά πόσον το άτομο τα θεωρεί ως τον ιδανικό τρόπο για την προσέγγιση και επίλυση του συγκεκριμένου προβλήματος
- πρακτική (practice), δηλαδή η ευκαιρία να προσεγγίζει το άτομο μία προβληματική κατάσταση αλληλεπιδρώντας σε ένα περιβάλλον (κοινότητα), που αντιμετωπίζει τα μαθηματικά ως μια δυναμική επιστήμη όπου μέσα από διαλογικές διαδικασίες (διατύπωση υποθέσεων - επιχειρηματολογία) επιδιώκει να πετύχει κατανόηση (sense-making).

Στις παραπάνω κατηγορίες, η Stacey (2007) προσθέτει την παράμετρο της επικοινωνίας, τονίζοντας τη σημασία της κατοχής επικοινωνιακών δεξιοτήτων που θα

επιτρέψουν τη διεξαγωγή μαθηματικών συνδιαλλαγών μεταξύ των ατόμων που προσεγγίζουν ένα μαθηματικό πρόβλημα.

Κατά τους Mason, Burton & Stacey (2010) ο πιο αποτελεσματικός τρόπος για τη βελτίωση της μαθηματικής σκέψης συνίσταται στο να καταπιάνεται το άτομο με ερωτήσεις και προβληματικές καταστάσεις και ακολούθως στο να στοχάζεται πάνω στην εμπειρία που αποκόμισε από την ενασχόλησή του αυτή. Με άλλα λόγια, οι συγγραφείς τάσσονται υπέρ της πρακτικής που περιλαμβάνει αναστοχασμό (practice with reflection). Ως καθοριστικούς παράγοντες για την ποιότητα της μαθηματικής σκέψης ενός ατόμου, αναφέρουν:

- τη γνώση του ατόμου για το πώς γίνεται μια μαθηματική διερεύνηση (enquiry), που συνίσταται στην ικανότητα του ατόμου να χρησιμοποιεί διαδικασίες, όπως η εξειδίκευση (specializing), η διατύπωση γενικεύσεων (generalizing), η διατύπωση εικασιών – υποθέσεων (conjecturing) και η πειθώ (convincing).
- την ικανότητα του ατόμου να έχει επίγνωση και να διαχειρίζεται προς όφελός του, τις συναισθηματικές και ψυχολογικές καταστάσεις που μπορεί να του προκαλεί η συμμετοχή σε μια διαδικασία μαθηματικής διερεύνησης.
- την κατανόηση του μαθηματικού περιεχομένου (content)

Παρά τις όποιες διαφοροποιήσεις παρατηρούνται όσον αφορά τον ακριβή προσδιορισμό της έννοιας, υπάρχει γενική παραδοχή ότι πρέπει να δίνονται ευκαιρίες στους μαθητές για να σκέφτονται μαθηματικά και να εξωτερικεύουν τη σκέψη τους. Οι μαθητές προσπαθώντας να εκφράσουν τη μαθηματική τους σκέψη προβαίνουν σε διαδικασίες όπως η διατύπωση επεξηγήσεων, ο χειρισμός πολλαπλών αναπαραστάσεων και έτσι αποκτούν καλύτερη πρόσβαση στη γνώση που κατέχουν. Ταυτόχρονα, μέσα από την αλληλεπίδραση που αναπτύσσεται, τους δίνεται η ευκαιρία να ενσωματώσουν στην παλιά τους γνώση νέα στοιχεία που προκύπτουν εκείνη τη στιγμή. Επιπλέον, οι μαθητές για να δώσουν χρήσιμες επεξηγήσεις χρειάζεται να επεξεργαστούν τις πληροφορίες που έχουν και να αξιολογήσουν τη βαρύτητα και τη σημασία κάθε επιμέρους πληροφορίας, οργανώνοντάς τες τελικά με διαφορετικό τρόπο με γνώμονα την επίτευξη του στόχου της επικοινωνίας με τους άλλους.

Εκτός από τα παραπάνω, η προσπάθεια έκφρασης μαθηματικών ιδεών βοηθάει τους μαθητές να συνειδητοποιήσουν όλη τη διαδικασία που οι ίδιοι ακολούθησαν κατά την οικοδόμηση της μαθηματικής τους γνώσης και τους επιτρέπει να αξιολογήσουν την ποιότητα της γνώσης που έχει αποκτηθεί και να εντοπίσουν ανεπάρκειες, παραλείψεις ή ακόμα και εσφαλμένες αντιλήψεις (Yang et al, 2016).

1.2.2 Μαθηματικός Συλλογισμός

Βασικό συστατικό της προτεινόμενης διδακτικής παρέμβασης είναι η διεξαγωγή συζητήσεων, καθώς εικάζεται ότι μέσα από τη συμμετοχή τους σε αυτές, οι μαθητές θα έχουν την ευκαιρία να εξηγήσουν το πώς σκέφτηκαν παίζοντας παρτίδες NIM με τους

συμμαθητές τους. Με άλλα λόγια, η οργάνωση συζητήσεων θεωρήθηκε ότι μπορεί να συμβάλει στο να «αποκαλύψουν» οι μαθητές τους μαθηματικούς τους συλλογισμούς.

1.2.2.1 Εννοιολογική αποσαφήνιση του όρου

Ως «συλλογισμός» (reasoning) ορίζεται η γραμμή σκέψης που ακολουθεί το άτομο στην προσπάθεια που κάνει να φέρει εις πέρας μια εργασία, ο τρόπος σκέψης που χρησιμοποιεί για να διατυπώσει κάποιον ισχυρισμό και να καταλήξει σε κάποιο συμπέρασμα. Συλλογισμός μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι τόσο η διαδικασία σκέψης, όσο και τα προϊόντα που προκύπτουν από αυτήν (Lithner, 2015).

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας το ενδιαφέρον εστιάζεται στα «προϊόντα» της συλλογιστικής σκέψης, όπως αυτά φανερώνονται μέσα από τις γραπτές και προφορικές εκφορές των μαθητών. Επιπλέον, δε θεωρείται υποχρεωτική συνθήκη για να χαρακτηριστεί ως τέτοιος, ο συλλογισμός να βασίζεται σε αυστηρούς κανόνες λογικής και να είναι απαραίτητα ορθός. Ωστόσο, για να χαρακτηριστεί κάτι ως συλλογισμός, πρέπει το άτομο που τον εκφέρει να μπορεί με επιχειρήματα (argumentation) να καταστήσει σαφή τη γραμμή σκέψης που ακολούθησε και που οδήγησε στον εν λόγω συλλογισμό. Ο σχεδιασμός της προτεινόμενης διδακτικής παρέμβασης δίνει έμφαση τόσο στη λεγόμενη «προβλεπτική επιχειρηματολογία» (predictive argumentation) όπου οι μαθητές προσπαθούν να αιτιολογήσουν την επιλογή στρατηγικών και να εξηγήσουν πώς νομίζουν ότι θα τους βοηθήσουν στην επίτευξη νίκης, όσο και στην «επιβεβαιωτική επιχειρηματολογία» (verificative argumentation) όπου οι μαθητές συζητάνε μετά την ολοκλήρωση των παιχνιδιών για το πώς βοήθησαν (ή όχι) συγκεκριμένες στρατηγικές για την επίτευξη των στόχων.

Η ύπαρξη μαθηματικών συλλογισμών συνήθως οδηγεί στη διατύπωση γενικεύσεων. Ωστόσο, στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας, θα συμφωνήσουμε με την άποψη των Mason, Burton και Stacey (2010), οι οποίοι αναγνωρίζουν την ύπαρξη μαθηματικού συλλογισμού ακόμα και αν δεν προκύπτει κάποια γενίκευση μέσα από την όλη διαδικασία. Έτσι, συλλογισμός ξεκινάει να υπάρχει από τη στιγμή που ο μαθητής αρχίζει να αντιλαμβάνεται ότι σε αυτό που παρατηρεί υπάρχει μια υποκείμενη δομή (pattern), ακόμα κι αν δεν είναι σε θέση να την περιγράψει με λόγια (Houssart & Sams, 2008).

Δεδομένου ότι στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής το ενδιαφέρον εστιάζεται σε όλες τις διαδικασίες διατύπωσης εικασιών και επεξηγήσεων, που χρησιμοποιεί ένα άτομο στην προσπάθειά του να αρθρώσει έναν ισχυρισμό που θα είναι αποδεκτός ως αληθής στους συνομιλητές του (Otten, Gilbertson, Males & Clark, 2014), είναι χρήσιμο να γίνει αναφορά στον όρο “reasoning-and-proving” που χρησιμοποιεί στο έργο του ο Stylianides (2009) και ο οποίος αποδίδεται στα ελληνικά ως «συλλογισμός και αποδεικνύειν» (Λιάκος, 2017).

Σύμφωνα με τον Stylianides (2009) η έννοια «συλλογισμός και αποδεικνύειν» περιλαμβάνει τα ακόλουθα συστατικά: α) τη διατύπωση γενικεύσεων μέσα από τον προσδιορισμό μοτίβων και τη διατύπωση εικασιών και β) την υποστήριξη μαθηματικών

ισχυρισμών μέσα από μαθηματικές αποδείξεις (π.χ. γενικευμένα παραδείγματα ή επιδείξεις) και μέσα από μη μαθηματικές αποδείξεις (π.χ. εμπειρικά επιχειρήματα). Ο όρος, επομένως, περιλαμβάνει όλες τις πρακτικές που αξιοποιεί ένα άτομο για να βγάλει νόημα και να οικοδομήσει μαθηματική γνώση, όπως για παράδειγμα η αναγνώριση δομών (patterns), η διατύπωση υποθέσεων, η παραγωγή συλλογισμών και η διατύπωση μαθηματικών επιχειρημάτων (που ενδεχομένως αλλά όχι απαραιτήτως να έχουν ισχύ απόδειξης) και ουσιαστικά είναι αντιπροσωπευτικός της προσέγγισης που υιοθετείται στην παρούσα εργασία.

1.2.2.2 Σχήμα κατηγοριοποίησης συλλογισμών

Οι Palm, Boesen & Lithner (2005) αξιοποιώντας εμπειρικά δεδομένα και συγκεκριμένα μελετώντας τους συλλογισμούς που παρήγαν μαθητές κατά τη διάρκεια ενασχόλησής τους με την επίλυση προβλημάτων, οδηγήθηκαν στην ανάπτυξη ενός θεωρητικού πλαισίου βασικών ειδών συλλογισμού (reasoning types). Αυτό το σχήμα κατηγοριοποίησης, το οποίο αποτυπώνεται στο σχήμα που ακολουθεί, παρουσιάζεται με περισσότερες λεπτομέρειες στη συνέχεια.

Εικόνα 4: Θεωρητικό πλαίσιο των Palm, Boesen & Lithner για τα βασικά είδη τύπων συλλογισμού

- Δημιουργική Συλλογιστική (creative mathematically founded reasoning)

Η δημιουργική συλλογιστική είναι το επιδιωκόμενο είδος συλλογισμού, αυτό που κατά την άποψη των συγγραφέων έχει τη μεγαλύτερη αξία. Δημιουργική συλλογιστική υπάρχει όταν ο συλλογισμός ικανοποιεί τα παρακάτω κριτήρια:

- καινοφάνεια (novelty): λέγοντας ότι ένας συλλογισμός είναι "καινοφανής", οι συγγραφείς εννοούν ότι οι μαθητές καταλήγουν σε κάτι (έναν ισχυρισμό, μια

προσέγγιση, μια στρατηγική) που είναι καινούριο για τους ίδιους (όχι πάντως απαραίτητα για τη μαθηματική κοινότητα!), σε κάτι το οποίο προηγουμένως οι μαθητές δεν είχαν συναντήσει μπροστά τους και επομένως δεν θα ήταν δυνατόν απλώς να το αναπαράγουν - μιμηθούν.

- ευελιξία (flexibility): το κριτήριο της "ευελιξίας" τονίζει ότι ο εκάστοτε συλλογισμός δεν έχει χαρακτήρα οριστικό και απόλυτο, αλλά αντίθετα συνιστά μια από τις πολλές προσεγγίσεις που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την επίλυση του συγκεκριμένου προβλήματος.
- αληθοφάνεια (plausibility): μολονότι η ορθότητα ενός συλλογισμού κρίνεται από την ύπαρξη αποδεικτικής διαδικασίας (proof), στο συγκεκριμένο πλαίσιο χρησιμοποιείται το κριτήριο της "αληθοφάνειας" (αποδίδεται και ως "ευλογοφάνεια"). Το κριτήριο αυτό υποδεικνύει ότι μια εικασία μπορεί να θεωρηθεί ότι συνιστά δημιουργικό συλλογισμό όταν παρουσιάζεται να είναι περισσότερο λογική (reasonable) σε σχέση με άλλες εικασίες.
- μαθηματική θεμελίωση (mathematical foundation): το κριτήριο της "μαθηματικής θεμελίωσης" εξασφαλίζει ότι η επιχειρηματολογία γύρω από την ορθότητα της συλλογιστικής πορείας που προτείνεται, στηρίζεται σε εγγενείς μαθηματικές ιδιότητες των συστατικών που συνθέτουν το πρόβλημα και όχι σε άλλα επιφανειακά στοιχεία (Palm, Boesen & Lithner, 2005 ` Lithner, 2015).

- Μιμητική Συλλογιστική (imitative reasoning)

Πρόκειται για τις περιπτώσεις όπου οι μαθητές ακολουθούν κάποιο μοντέλο που τους προτείνεται ή εργάζονται κατ' αντιστοιχία με κάποιο παράδειγμα που έχουν προηγουμένως διδαχθεί. Με άλλα λόγια, πρόκειται για συλλογισμούς που προκύπτουν ως αποτέλεσμα συμπεριφοράς μίμησης και δεν αποτελούν προϊόν πρωτότυπης σκέψης από την πλευρά των μαθητών (Palm, Boesen & Lithner, 2005).

- Στην περίπτωση της απομνημονευμένης συλλογιστικής (memorized reasoning) οι μαθητές καλούνται να ανακαλέσουν από τη μνήμη τους μία συγκεκριμένη απάντηση που συνήθως έχουν ήδη διδαχθεί και αποστηθίσει. Η κατηγορία της «οικείας συλλογιστικής» (familiar reasoning) συνιστά ένα παράδειγμα απομνημονευμένης συλλογιστικής, καθώς γίνεται προσπάθεια να αναχθεί η προβληματική κατάσταση που εξετάζεται σε μια ήδη γνωστή, πανομοιότυπη, προβληματική κατάσταση, η επίλυση της οποίας είναι ήδη γνωστή στους μαθητές. Επομένως, σε αυτήν την κατηγορία συλλογιστικής, το μόνο που απαιτείται από τους μαθητές είναι η ανάκληση ολόκληρης της απάντησης ή (αν δύναται κάτι τέτοιο) του αλγόριθμου που οδηγεί σε αυτή.
- Στην περίπτωση της αλγοριθμικής συλλογιστικής (algorithmic reasoning) απαιτείται από τους μαθητές να ανακαλέσουν μια διαδικασία (έναν αλγόριθμο), κάτι που αν συμβεί με επιτυχία, θα οδηγήσει, μετά από ένα σύνολο βημάτων (κανόνων), σε μια

επιθυμητή λύση. Όταν υπάρχει κάποια επιφανειακή σύνδεση του αλγόριθμου με την υπό συζήτηση εργασία τότε γίνεται λόγος για «οριοθετημένη αλγοριθμική συλλογιστική» (delimiting algorithmic reasoning). Αντίθετα, όταν υπάρχουν συγκεκριμένες πηγές (π.χ. ένα σχολικό εγχειρίδιο με μια δεξαμενή ορισμών, θεωρημάτων, λυμένων παραδειγμάτων), τις οποίες αξιοποιεί ο μαθητής, αναζητώντας (συνήθως επιφανειακά) ομοιότητες ανάμεσα στις πηγές και στο υπό μελέτη πρόβλημα, προκειμένου να καταλήξει στον ενδεδειγμένο συλλογισμό, τότε γίνεται λόγος για «καθοδηγούμενη αλγοριθμική συλλογιστική» (guided algorithmic reasoning) (Lithner, 2015).

Μελέτες καταδεικνύουν ότι οι δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα στα σχολεία παρακινούν τους μαθητές να χρησιμοποιήσουν ένα είδος συλλογισμού που χαρακτηρίζεται ως «επιφανειακό» (την περίπτωση της μιμητικής συλλογιστικής με βάση το παραπάνω σχήμα κατηγοριοποίησης). Οι μαθητές περιορίζονται στο να «αναπαράγουν» (ή ακόμα χειρότερα στο να αποστηθίζουν) συλλογισμούς που τους είναι ήδη γνωστοί και που συνήθως τους προσφέρονται «έτοιμοι». Αντίθετα δεν φαίνεται να παρακινούνται στο να οικοδομήσουν τους δικούς τους συλλογισμούς, εστιάζοντας στις μαθηματικές ιδιότητες των αντικειμένων που συνθέτουν την εκάστοτε δραστηριότητα. Η συγκεκριμένη πρακτική, μολονότι σε κάποιες περιπτώσεις είναι βραχυπρόθεσμα λειτουργική (π.χ. συχνά οδηγεί σε επιτυχία σε γραπτές δοκιμασίες), μακροπρόθεσμα φαίνεται ότι δημιουργεί εμπόδια στην ανάπτυξη της μαθηματικής σκέψης των μαθητών που την ακολουθούν. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι οι μαθητές αυτοί, λόγω της ελλιπούς κατανόησης βασικών μαθηματικών εννοιών, τείνουν να αντιμετωπίζουν ανυπέρβλητες δυσκολίες όταν έρχονται αντιμέτωποι με πιο σύνθετες καταστάσεις, όπως για παράδειγμα όταν χρειάζεται να επιλύσουν πρωτότυπα (non-routine) προβλήματα (Palm, Boesen & Lithner, 2005).

Στο ίδιο μήκος κύματος, η Novotná και οι συνεργάτες της (2014), καθώς και ο Lester (2013), επισημαίνουν ότι η προσέγγιση αυτή είναι ανεπαρκής όταν τα υπό μελέτη προβλήματα είναι πιο απαιτητικά και σχετικά πρωτότυπα. Σε αυτές τις περιπτώσεις για την επίλυση του προβλήματος συνήθως δεν επαρκεί η απλή εφαρμογή κάποιας ήδη μαθημένης διαδικασίας. Αντίθετα, οι απαιτήσεις είναι πιο πολλές, με το μαθητή να καλείται ανάμεσα στα άλλα, να μεταφράσει το πρόβλημα σε μαθηματικούς όρους, να κάνει προγραμματισμό ενεργειών και να προσδιορίσει επιμέρους στόχους και να επιλέξει (και πιθανόν να συνδυάσει) μεταξύ πλήθους στρατηγικών. Όντας εξοικειωμένοι με συγκεκριμένα είδη προβλημάτων, τα οποία παρέχουν υποδείξεις ως προς τη στρατηγική που πρέπει να χρησιμοποιηθεί, οι μαθητές αδυνατούν να επιλέξουν κατάλληλες στρατηγικές προσέγγισης όταν συναντούν τέτοιου είδους πρωτότυπα προβλήματα, στα οποία το πλαίσιο είναι διαφορετικό και δεν υπάρχουν σχετικές νύξεις.

1.2.2.3 Διατύπωση συλλογισμών – ο παράγοντας ηλικία : εμπειρικά δεδομένα

- *μελέτη περίπτωσης της Fonseca (2018)*

Η ανάπτυξη μαθηματικών συλλογισμών μπορεί να εκδηλωθεί σε μικρές ηλικίες, όπως καταδεικνύει πρόσφατη έρευνα της Fonseca (2018) στην Πορτογαλία. Η συγκεκριμένη ερευνήτρια μελέτησε τον τρόπο με τον οποίο μία μαθήτρια 2^{ας} τάξης δημοτικού σχολείου προσέγγισε 3 μαθηματικά προβλήματα. Μέσα από αυτήν τη μελέτη περίπτωσης, έγινε σαφές ότι η μαθήτρια κατά την ενασχόλησή της με τα προβλήματα, ανέπτυξε μαθηματικούς συλλογισμούς, παρουσίασε δείγματα αναλυτικής σκέψης και χρησιμοποίησε ποικιλία στρατηγικών, όπως είναι για παράδειγμα η δημιουργία λίστας περιπτώσεων, η δημιουργία σχεδίων και η τεχνική δοκιμής και πλάνης (Fonseca, 2018).

- *έρευνες του Carpenter και συνεργατών του (2000, 2001)*

Οι Carpenter & Levi (2000) διαπίστωσαν ότι οι μικροί σε ηλικία μαθητές (1^{η}-2^{η} τάξη δημοτικού) αντιμετωπίζουν δυσκολία όταν χρειάζεται να παρέχουν επεξηγήσεις και να δικαιολογήσουν κάποιο συμπέρασμά τους. Αντί για κάποια εξήγηση με γενικευμένη ισχύ, οι μαθητές τείνουν να παρέχουν παραδείγματα θεωρώντας ότι αυτός ο τρόπος δικαιολογεί επαρκώς τις επιλογές τους. Οι ερευνητές παρατήρησαν ότι προς το τέλος της διδακτικής παρέμβασης, ορισμένοι μαθητές άρχισαν να διαφοροποιούνται και να συνειδητοποιούν ότι η παράθεση πληθώρας παραδειγμάτων δεν επαρκεί για την απόδειξη της ορθότητας ενός ισχυρισμού. Αντίστοιχα, οι Carpenter & Franke (2001) δουλεύοντας με μαθητές δημοτικού όλων των ηλικιών, πρόσεξαν ότι αυτή η αλλαγή παρατηρείται εντονότερα στους μαθητές που φοιτούν στην 3^{η}-4^{η} τάξη του δημοτικού, οι οποίοι φαίνεται πως επιδιώκουν να χρησιμοποιούν πιο εκλεπτυσμένες (σε σχέση με την παράθεση παραδειγμάτων) μορφές μαθηματικών συλλογισμών (Evens & Houssart, 2004).

- *έρευνα της Vale και συνεργατών (2017)*

Στην έρευνα της Vale και συνεργατών (*Vale et al, 2017*) χρησιμοποιήθηκε η δραστηριότητα με τίτλο «τι άλλο ανήκει» με μαθητές τρίτης και τετάρτης τάξης δημοτικού. Στην εκδοχή που χρησιμοποιήθηκε δόθηκε μία λίστα τριών αριθμών (30, 12, 18) και ζητήθηκε από τους μαθητές να ανακαλύψουν τι κοινό υπάρχει στους αριθμούς αυτούς και ποιοι άλλοι θα μπορούσαν να ανήκουν και να προστεθούν στη λίστα. Στόχος ήταν να εξεταστεί σε τι είδους ενέργειες προέβησαν και τι συλλογισμούς έκαναν οι μαθητές στην προσπάθειά τους να δώσουν απαντήσεις.

Οι μαθητές στις συζητήσεις που έγιναν (είτε στην ολομέλεια της τάξης είτε σε ζεύγη) χρησιμοποίησαν αρκετά είδη αναπαραστάσεων προκειμένου να εξηγήσουν στους υπόλοιπους τους συλλογισμούς που έκαναν. Η χρήση αναλογιών, διαγραμμάτων,

συμβόλων, καθώς και προφορικών και γραπτών δηλώσεων, είναι ορισμένες από τις αναπαραστάσεις που εμφανίστηκαν στις συζητήσεις των μαθητών (Vale et al, 2017).

Οι μαθητές, στο πλαίσιο της παραπάνω δραστηριότητας, επέδειξαν ένα ευρύ φάσμα ενεργειών, μέσω των οποίων επιχείρησαν να καταστήσουν σαφείς τους μαθηματικούς τους συλλογισμούς και να τους επικοινωνήσουν στους συνομιλητές τους. Η διενέργεια συγκρίσεων και αντιπαραβολών, ο σχηματισμός και έλεγχος υποθέσεων, η παροχή εξηγήσεων, η εξαγωγή γενικεύσεων, η προσπάθεια δικαιολόγησης – επιχειρηματολογίας (justification), η προσπάθεια επιβεβαίωσης - επικύρωσης (validation), είναι μερικές μόνο από τις ενέργειες που εντοπίστηκαν στους διαλόγους των μαθητών (Vale et al, 2017).

Από τα παραπάνω, δημιουργήθηκε η προσδοκία ότι οι μαθητές που φοιτούν στις ανώτερες τάξεις του δημοτικού (Ε-ΣΤ) δυνητικά θα μπορούν να κάνουν μαθηματικούς συλλογισμούς και να διατυπώνουν επιχειρήματα για να πείθουν για την ορθότητα των συλλογισμών αυτών. Επομένως, θεωρήθηκε ότι έχει νόημα η μελέτη των συζητήσεων των μαθητών που έγιναν με αφορμή την εμπειρία συμμετοχής τους στο παιχνίδι NIM, αφού λογικά ανάμεσα στις εκφορές τους θα υπάρχουν συλλογισμοί, επιχειρήματα και άλλες ενδείξεις ύπαρξης μαθηματικής σκέψης.

1.2.3 Επιχειρηματολογία

Μία προσπάθεια ορισμού της έννοιας «επιχειρηματολογία» γίνεται από τον van Eemeren και συνεργάστες (1996, αναφορά στο Schwarz, Hershkowitz & Prusak, 2010), στο άρθρο των οποίων η επιχειρηματολογία ορίζεται ως μια λεκτική και κοινωνική δραστηριότητα, όπου μέσα από διαδικασίες λογικής σκέψης επιδιώκεται να εδραιωθεί (ή να καταρριφθεί) η αποδοχή μιας αμφισβητήσιμης θέσης. Στον παραπάνω ορισμό, όπου δίνεται έμφαση στο διαλεκτικό χαρακτήρα της επιχειρηματολογίας, η επιχειρηματολογία μπορεί να αφορά είτε στη θεώρηση διαφορετικών – ανταγωνιστικών θέσεων γύρω από ένα ζήτημα ή στην κριτική θεώρηση μίας και μόνο θέσης.

Οι McNeill και Pimentel (2010, αναφορά στο Choi & Hand, 2020) προσεγγίζουν την έννοια «επιχείρημα» αποδίδοντάς της δύο όψεις. Σύμφωνα με τη δομική όψη (structural) το επιχείρημα ορίζεται ως η αιτιολόγηση ισχυρισμών γνώσης μέσω της χρήσης αποδείξεων, ενώ σύμφωνα με τη διαλογική όψη (dialogic) η επιχειρηματολογία είναι μια διαδικασία διαπραγμάτευσης και αλληλεπίδρασης μεταξύ ατόμων σχετικά με την εγκυρότητα των ισχυρισμών γνώσης.

Ένας άλλος ορισμός που έχει χρησιμοποιηθεί σε έρευνες σχετικές με την επιχειρηματολογία στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση και που δίνει έμφαση στο κομμάτι της κοινωνικής αλληλεπίδρασης και που ταυτόχρονα αναδεικνύει τη σημασία αυτής της διαλεκτικής διαδικασίας για την οικοδόμηση νοήματος (sense making), είναι αυτός που διατύπωσε ο Krummheuer (1995, αναφορά στην Γιαννοπούλου, 2013, σ.51), σύμφωνα με τον οποίο η επιχειρηματολογία είναι:

«… κοινωνικό φαινόμενο, όπου συνεργαζόμενα άτομα (προσπαθούν να) ρυθμίζουν τις προθέσεις τους και τις ερμηνείες τους παρουσιάζοντας λεκτικά το σκεπτικό των πράξεών τους»

Ο συγκεκριμένος ορισμός χρησιμοποιείται στην παρούσα διατριβή καθώς θεωρείται ότι παραπέμπει στην κοινωνικό-εποικοδομητική προσέγγιση, αφού υπό το πρίσμα αυτό, η επιχειρηματολογία φαίνεται να ευνοεί την οικοδόμηση της γνώσης μέσα από την αλληλεπίδραση που αναπτύσσουν οι μαθητές.

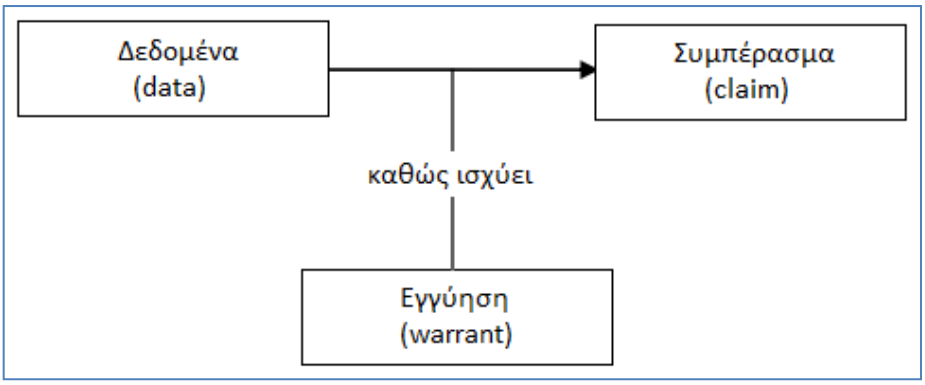
Όπως είναι φυσικό, κεντρική θέση σε μια διαδικασία επιχειρηματολογίας έχει το επιχείρημα. Το επιχείρημα συνδέει ένα σύνολο από προτάσεις (αποκαλούνται προκείμενες - premises) με μία άλλη πρόταση, το λεγόμενο συμπέρασμα (conclusion), με τις προκείμενες να παρέχουν ένα είδος υποστήριξης για το συμπέρασμα. Η διαδικασία με την οποία καταστρώνεται ένα επιχείρημα συνιστά αυτό που αναφέρεται ως συλλογισμός (reasoning). Ένα σωστά δομημένο επιχείρημα, σε περίπτωση που οι προκείμενες γίνονται αποδεκτές, σε μεγάλο βαθμό καθιστά το συμπέρασμα αποδεκτό (Macintosh, Gordon & Renton, 2009).

1.2.3.1 Το σχήμα του Toulmin

Έγινε προσπάθεια να χρησιμοποιηθεί ένα σχήμα για την ανάλυση και αξιολόγηση των επιχειρημάτων, το οποίο να μπορεί να λειτουργήσει ανεξάρτητα από το σε ποιο επιστημονικό πεδίο ανήκουν τα επιχειρήματα. Ταυτόχρονα, υπήρχε και η «απαίτηση» το σχήμα αυτό να έχει χρησιμοποιηθεί εκτεταμένα και με επιτυχία στην εκπαιδευτική έρευνα και ιδιαίτερα στο κομμάτι που αφορά στα μαθηματικά (Lin, 2018 ' Γιαννοπούλου, 2013). Με βάση τα παραπάνω υιοθετήθηκε το σχήμα - μοντέλο του Toulmin.

Σύμφωνα με το σχήμα του Toulmin, η παραγωγή ενός επιχειρήματος βασίζεται στην ύπαρξη δεδομένων (data), τα οποία αποτελούν την αφετηρία, το σημείο από όπου ξεκινάει το άτομο για να οδηγηθεί σε κάποιον ισχυρισμό - συμπέρασμα (claim). Για να υπάρξει επιχείρημα χρειάζεται επιπρόσθετα να δοθεί μια ικανοποιητική απάντηση σχετικά με το πώς από τα δεδομένα είναι δυνατόν να καταλήξει κανείς στο συγκεκριμένο συμπέρασμα. Με άλλα λόγια, απαιτείται η ύπαρξη μίας εγγύησης (warrant). Εγγύηση μπορεί να είναι οποιαδήποτε κοινά αποδεκτή γνώση, όπως για παράδειγμα ένας κανόνας (Koleza, Metaxas, Poli, 2017 ` Konstantinidou & Macagno, 2013).

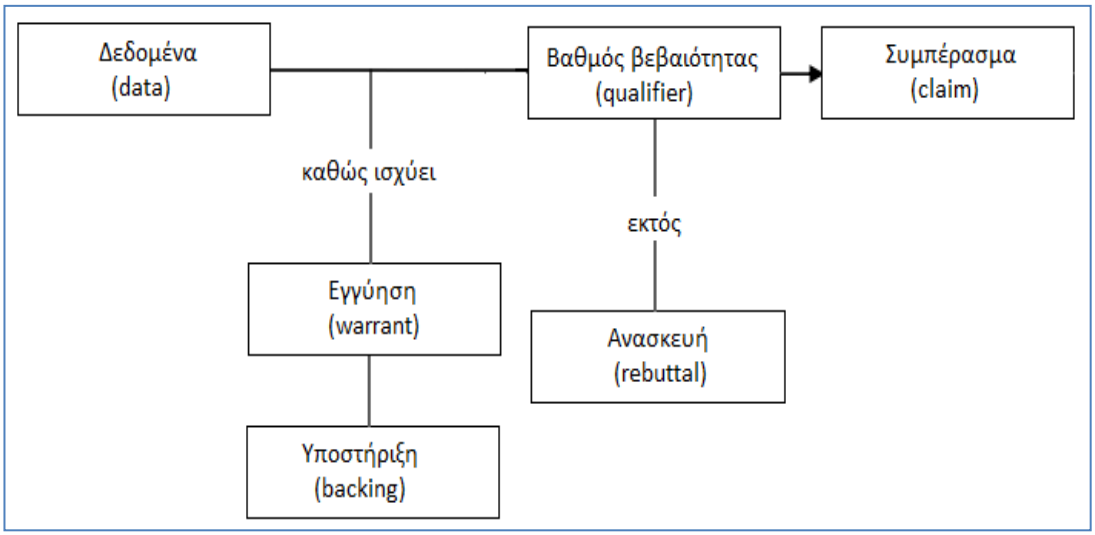
Τα παραπάνω στοιχεία (δεδομένα, εγγύηση, συμπέρασμα) συνθέτουν το λεγόμενο «απλό σχήμα του Toulmin», το οποίο διαγραμματικά αποδίδεται στο σχήμα που ακολουθεί. Το σχήμα αυτό θεωρείται ότι ως ένα βαθμό είναι ικανοποιητικό και κατάλληλο για την ανάλυση της δομής των επιχειρημάτων που παράγουν οι μαθητές, και για το λόγο αυτό υιοθετείται στην παρούσα εργασία. Ωστόσο σημειώνεται ότι δεν είναι επαρκές για την ανάλυση όλων των ειδών των επιχειρημάτων και για το λόγο αυτό στη συνέχεια γίνεται σύντομη αναφορά και στο «εκτεταμένο» σχήμα του Toulmin (Macagno, Walton & Reed, 2017).



Εικόνα 5 : Διαγραμματική απόδοση του απλού – περιορισμένου σχήματος του Toulmin

Είναι πιθανόν, κατά την παραγωγή ενός επιχειρήματος, η παράθεση μιας εγγύησης να μην επαρκεί από μόνη της για να στηρίξει τη σύνδεση ανάμεσα στα δεδομένα και τον ισχυρισμό. Προκειμένου να μην μπορεί να τεθεί η εγγύηση υπό αμφισβήτηση, είναι συχνά αναγκαίο, να προστίθενται παραπάνω στοιχεία, η λεγόμενη υποστήριξη (backing).

Επιπρόσθετα, δεν είναι απόλυτα σίγουρο ότι οι εγγυήσεις (και οι υποστηρίξεις) θα δικαιολογούν απαραίτητα τη μετάβαση από τα δεδομένα στο συμπέρασμα. Υπάρχει πιθανότητα το επιχείρημα να ισχύει υπό προϋποθέσεις, και επομένως να υπάρχουν εξαιρέσεις και καταστάσεις που να το αντικρούουν. Αυτές οι εξαιρέσεις χρειάζεται να διατυπώνονται ρητά και συνιστούν τις αποκαλούμενες ανασκευές (rebuttal). Επομένως, είναι σημαντικό κατά τη διατύπωση του επιχειρήματος να εκφράζεται ο βαθμός βεβαιότητάς του (qualifier). Αυτό γίνεται συνήθως με τη χρήση επιρρημάτων (π.χ. πάντοτε, αναγκαία, πιθανόν, ίσως) μέσα από τα οποία προσδιορίζεται ο βαθμός βεβαιότητας για την ισχύ του επιχειρήματος (Γιαννακοπούλου, 2013 ΄ Conner et al, 2014). Το παραπάνω, εκτεταμένο μοντέλο του Toulmin, παρουσιάζεται αναλυτικά στο σχήμα που ακολουθεί[1].



Εικόνα 6 : Διαγραμματική απεικόνιση του εκτεταμένου σχήματος του Toulmin

[1] Στο παρόν εδάφιο, για την παρουσίαση των επιμέρους στοιχείων των σχημάτων επιχειρηματολογίας του Toulmin, χρησιμοποιούνται όροι, η απόδοση των οποίων στα ελληνικά έγινε από την (Γιαννοπούλου, 2013, σσ.15-17)

1.2.3.2 Επιχειρηματολογικά Σχήματα

Τα επιχειρηματολογικά σχήματα (argumentation schemes) αποτελούν ένα είδος πρότυπων δομών επιχειρημάτων που χρησιμοποιούνται σε μια προσπάθεια κατηγοριοποίησης των επιχειρημάτων (Δατσέρης, 2013). Πρέπει να σημειωθεί ότι αυτές οι πρότυπες δομές που χαρακτηρίζουν το κάθε επιχειρηματολογικό σχήμα, συνήθως δεν εμφανίζονται αυτούσιες στη φυσική γλώσσα που χρησιμοποιούν οι ομιλητές. Αντίθετα, αυτό που συνήθως συμβαίνει είναι ότι η φυσική γλώσσα υφίσταται μια ανασκευή (από αυτόν που κάνει την ανάλυση) προκειμένου να αναδυθούν αυτές οι πρότυπες δομές και να μπορεί να διαπιστωθεί ότι στη συγκεκριμένη περίπτωση ο ομιλητής καταφεύγει στην αξιοποίηση του τάδε επιχειρηματολογικού σχήματος (Konstantinidou & Macagno, 2013). Αυτό συνέβη και στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής, όπου ο ερευνητής ξεκινώντας από τη φυσική γλώσσα που χρησιμοποίησαν οι μαθητές στις διαλογικές δραστηριότητες, μέσα από μια διαδικασία αναδόμησης της φυσικής γλώσσας, ανασκεύασε τα επιχειρήματα ώστε να αναδειχθούν οι ομοιότητες που υπήρχαν στη δομή και το περιεχόμενό τους με εκείνες των διαθέσιμων (στη σχετική βιβλιογραφία) επιχειρηματολογικών σχημάτων.

Υπάρχει ένα πλήθος σχημάτων κατηγοριοποίησης που έχουν κατά καιρούς προταθεί στη σχετική βιβλιογραφία (Macagno, Walton & Reed, 2017). Ανάμεσα σε αυτά, αρκετά δημοφιλές και ιδιαίτερα αναλυτικό, είναι το σχήμα κατηγοριοποίησης επιχειρηματολογικών σχημάτων των Walton, Reed και Macagno (όπ. αναφ. στο Δατσέρης, 2013), στο οποίο αναδεικνύεται ένα σύνολο 96 επιχειρηματολογικών σχημάτων. Ωστόσο, η χρησιμοποίηση ενός τόσο λεπτομερούς και εξειδικευμένου σχήματος κατηγοριοποίησης κρίθηκε ότι δε μπορεί να εξυπηρετήσει τις ανάγκες στην περίπτωση της ανάλυσης που επιχειρείται να γίνει στην παρούσα εργασία. Έτσι, επιλέχθηκε να αξιοποιηθεί ένα υποσύνολο του συγκεκριμένου σχήματος, το οποίο παρουσιάζεται σε ξεχωριστό βιβλίο (Walton, 1996) και στο οποίο από το σύνολο των παραπάνω σχημάτων περιλαμβάνονται ως επί τω πλείστον εκείνα τα επιχειρηματολογικά σχήματα που απαντώνται συχνότερα στις συζητήσεις.

Από το σύνολο των 25 επιχειρηματολογικών σχημάτων που παρατίθενται στο συγκεκριμένο έργο, στη συνέχεια, για λόγους οικονομίας χώρου, γίνεται συνοπτική παρουσίαση μονάχα εκείνων των επιχειρηματολογικών σχημάτων που εμφανίστηκαν τελικά στις συζητήσεις που αναλύθηκαν στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής. Για κάθε επιχειρηματολογικό σχήμα δίνεται μια περιγραφή και παρατίθεται ένα σετ ερωτήσεων κριτικής το οποίο χρησιμοποιείται κάθε φορά για να ελεγχθεί η ισχύς και η ορθότητα του επιχειρήματος (Walton, 1996 ` Δατσέρης, 2013).

α) Επιχείρημα μέσω αναλογίας (from analogy)

Η δομή ενός επιχειρήματος που εντάσσεται στο παραπάνω σχήμα είναι η ακόλουθη:

Προκείμενη 1: Σε γενικές γραμμές, η περίπτωση $Π_1$ είναι παρόμοια με την περίπτωση $Π_2$

Προκείμενη 2: Το Α είναι αληθές (ψευδές) στην περίπτωση $Π_1$

Συμπέρασμα: Επομένως, το Α θα είναι αληθές (ψευδές) και στην περίπτωση $Π_2$

Με άλλα λόγια, αν σε μια περίπτωση $Π_1$ η ενέργεια Α ήταν η κατάλληλη επιλογή, τότε αφού η περίπτωση $Π_2$ είναι παρόμοια με την περίπτωση $Π_1$, τότε και στην περίπτωση $Π_2$ η ενδεδειγμένη επιλογή θα είναι και πάλι η ενέργεια Α. Ένα παράδειγμα τέτοιας περίπτωσης επιχειρήματος που προέκυψε από την ανάλυση που έλαβε χώρα στην παρούσα διατριβή είναι το ακόλουθο:

Προκείμενη 1: Σε γενικές γραμμές, η περίπτωση της απλής εκδοχής του παιχνιδιού (NIM_{135}) είναι παρόμοια με την σύνθετη εκδοχή (NIM_{1357})

Προκείμενη 2: Στην περίπτωση της απλής εκδοχής του παιχνιδιού, ο παίχτης που παίζει πρώτος έχει πλεονέκτημα νίκης

Συμπέρασμα: Επομένως, και στη σύνθετη εκδοχή του παιχνιδιού, ο παίχτης που παίζει πρώτος θα έχει πλεονέκτημα νίκης.

Για τον έλεγχο της ισχύος – ορθότητας του παραπάνω τύπου επιχειρημάτων υπάρχει το παρακάτω σετ ερωτήσεων κρίσης :

i) Είναι πράγματι οι περιπτώσεις $Π_1$ και $Π_2$ παρόμοιες, όσον αφορά τη συγκεκριμένη παράμετρο που εξετάζεται;
ii) Είναι πράγματι το Α αληθές (ψευδές) για την περίπτωση $Π_1$;
iii) Υπάρχουν κάποιες διαφορές ανάμεσα στις περιπτώσεις $Π_1$ και $Π_2$ που θα μπορούσαν να καταδείξουν ότι η ομοιότητα ανάμεσα στις δύο περιπτώσεις δεν είναι και τόσο ισχυρή;
iv) Υπάρχει κάποια άλλη περίπτωση $Π_3$, που είναι επίσης παρόμοια με την περίπτωση $Π_1$, αλλά για την οποία το Α δεν είναι αληθές (ψευδές);

β) Επίκληση στην αυθεντία (argument for appeal to expert position)

Η δομή ενός επιχειρήματος που εντάσσεται στο παραπάνω σχήμα είναι η ακόλουθη:

Προκείμενη 1: Η πηγή Ε αναγνωρίζεται ως ειδικός (expert) στον τομέα Σ που εμπεριέχει τον ισχυρισμό Α.

Προκείμενη 2: Η πρόταση Α είναι ένας ισχυρισμός που η πηγή Ε αποδέχεται ως αληθή.

Συμπέρασμα: Επομένως, πιθανότατα η πρόταση Α είναι ένας αληθής ισχυρισμός.

Ένα παράδειγμα που προκύπτει από συνδυασμό πληροφοριών (δεδομένα από την ατομική συνέντευξη με το μαθητή και από την ανάλυση της συμμετοχής του στη συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης):

Προκείμενη 1:	Ο "Μετρητής011" είναι ένας μαθητής που τα καταφέρνει τέλεια στα μαθηματικά και παίζει πάντα σωστά.
Προκείμενη 2:	Παρατήρησα ότι στην απλή εκδοχή του παιχνιδιού ο "Μετρητής011" ξεκινάει αφαιρώντας τρία γλυκά από τη βάση.
Συμπέρασμα:	Επομένως, στην απλή εκδοχή του παιχνιδιού, το ξεκίνημα με αφαίρεση τριών γλυκών από τη βάση είναι μια πολύ καλή κίνηση.

Σετ ερωτήσεων κρίσης:

i) Είναι πράγματι αξιόπιστη αυθεντία η πηγή Ε στο πεδίο αυτό που εντάσσεται η πρόταση Α;
ii) Πράγματι η πηγή Ε ισχυρίστηκε την πρόταση Α;
iii) Είναι η πρόταση Α σχετική με το πεδίο Σ στο οποίο εντάσσεται;
iv) Είναι η πρόταση Α συνεπής με αυτά που άλλοι ειδικοί του πεδίου Σ ισχυρίζονται;
v) Είναι η πρόταση Α συνεπής με γνωστές αποδείξεις που υπάρχουν για το πεδίο Σ;

γ) Επιχείρημα μέσω επίκλησης σε δημοφιλή πρακτική (from popular practice)

Αν η πλειοψηφία (όλοι ή σχεδόν όλοι) ενεργεί με τον τρόπο Α σε μία συγκεκριμένη περίπτωση (ή αποδέχεται τον τρόπο Α ως τον ενδεδειγμένο τρόπο που κάποιος πρέπει να ενεργήσει σε μία συγκεκριμένη περίπτωση), τότε ο τρόπος Α καθίσταται ένας συνετός τρόπος για να ενεργήσει κάποιος στην περίπτωση αυτή.

Ένα παράδειγμα τέτοιας περίπτωσης επιχειρήματος εμφανίστηκε σε ατομική συνέντευξη, όταν και ο μαθητής ρωτήθηκε για ποιο λόγο δε δοκίμασε ποτέ (στην απλή εκδοχή του παιχνιδιού) να ξεκινήσει αφαιρώντας γλυκά από τη μεσαία σειρά. Η απάντηση του μαθητή («*δεν είδα σε κανένα παιχνίδι να ξεκινάνε έτσι*») ουσιαστικά αποτελεί μια επίκληση στη δημοφιλή πρακτική.

Σετ ερωτήσεων κρίσης:

i) Υπάρχει κάποιο στοιχείο που πράγματι να αποδεικνύει ότι το Α είναι όντως μια δημοφιλής πρακτική – άποψη;
ii) Ακόμα κι αν ισχύει αυτό, υπάρχουν λόγοι να αμφισβητηθεί η ορθότητα του Α;

δ) Επιχείρημα μέσω επίκλησης σε εγκαθιδρυμένο κανόνα (from established rule)

Αν για οποιοδήποτε άτομο το να λαμβάνει χώρα η ενέργεια Α είναι ο εγκαθιδρυμένος κανόνας, τότε εκτός εξαιρετικών περιπτώσεων, το άτομο πρέπει να κάνει την ενέργεια Α (καθώς υπόκειται σε ποινή). Έτσι για παράδειγμα, μέσα από τη χρήση της τεχνικής

ομιλούντος υποκειμένου κατά τη διάρκεια ενός παιχνιδιού της σύνθετης εκδοχής, ο πρώτος παίκτης εξηγεί για ποιο λόγο διαρκώς φροντίζει με τις κινήσεις του να προκαλεί ισορροπία στον αριθμό γλυκών των δύο εναπομενουσών σειρών λέγοντας «Είναι ο κανόνας κ-κ. Δεν υπάρχει επιστροφή.».

Σετ ερωτήσεων κρίσης:

i) Είναι πράγματι η ενέργεια Α, αυτό που πραγματικά υποδεικνύει ο κανόνας;
ii) Έχει ο εγκαθιδρυμένος κανόνας (να γίνεται η ενέργεια Α) εφαρμογή στην υπό μελέτη περίπτωση;
iii) Είναι ο εγκαθιδρυμένος κανόνας ο σωστός κανόνας ή μήπως κάποιος υπάρχει και κάποιος άλλος σωστός κανόνας που αναμειγνύεται και που δημιουργεί αμφιβολίες σχετικά με το ποιος είναι ο πιο κατάλληλος κανόνας στην περίπτωση.

ε) Επιχείρημα μέσω των συνεπειών (argument from consequences)

Στο συγκεκριμένο σχήμα, το επιχείρημα αποκτάει ισχύ με βάση τις επιπτώσεις (θετικές ή αρνητικές) που προκύπτουν. Έτσι, αν όταν συμβαίνει το Α προκύπτουν θετικές συνέπειες, τότε εύλογα προκύπτει το συμπέρασμα ότι πρέπει να συμβεί το Α. Αντίστοιχα, αν όταν συμβαίνει το Α προκύπτουν αρνητικές συνέπειες, τότε το συμπέρασμα που μπορεί να προκύψει είναι ότι δεν πρέπει να συμβεί το Α. Ένα παράδειγμα προέρχεται πάλι από τα δεδομένα που προέκυψαν από την εφαρμογή της τεχνικής του ομιλούντος υποκειμένου:

Προκείμενη 1:	Όταν μετά την κίνησή σου αφήσεις ένα γλυκό σε κάθε σειρά, τότε σίγουρα ο αντίπαλος θα πάρει το τελευταίο γλυκό (άρα θα κερδίσεις)
Προκείμενη 2:	(με την κίνηση αυτή) αφήνω ένα γλυκό σε κάθε σειρά.
Συμπέρασμα:	Άρα, κέρδισα!

Σετ ερωτήσεων κρίσης:

i) Πόσο ισχυρή είναι η πιθανότητα οι αναφερόμενες συνέπειες να συμβούν;
ii) Τα αποδεικτικά στοιχεία που αναφέρονται είναι ισχυρά ώστε να εξασφαλίσουν ότι αν συμβεί το Α θα προκύψουν πράγματι οι αναφερόμενες συνέπειες;
iii) Υπάρχουν κάποιοι άλλοι συνέπειες που προκύπτουν αν συμβεί το Α, που θα έπρεπε να ληφθούν υπόψη;

1.2.3.3 Εμπειρικά δεδομένα

Στη συνέχεια γίνεται μία σύντομη παράθεση ερευνών, που επικεντρώθηκαν στη μελέτη της ικανότητας μαθητών κυρίως των ανώτερων τάξεων του δημοτικού (και πρώτων τάξεων γυμνασίου) να διατυπώνουν επιχειρήματα μέσα σε ένα μαθηματικό πλαίσιο, από τις οποίες και αναδεικνύεται το ζήτημα των δυσκολιών που συνήθως αντιμετωπίζουν οι μαθητές σε τέτοιες καταστάσεις.

- *έρευνα των Evens & Houssart (2004)*

Σε έρευνά τους στο Ηνωμένο Βασίλειο με μαθητές ηλικίας 11 ετων, οι Evens & Houssart (2004) χρησιμοποίησαν μια αριθμητική ακολουθία (1, 4, 7, 10, …) ως δεδομένο και ζήτησαν από τους μαθητές να αποφανθούν αν ισχύει το συμπέρασμα ότι «δεν θα εμφανιστεί ποτέ κάποιο πολλαπλάσιο του 3 στη συνέχεια της αριθμητικής ακολουθίας». Χρησιμοποιώντας το θεωρητικό πλαίσιο του Toulmin, οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι μαθητές αντιμετωπίζουν δυσκολία στη διατύπωση επιχειρημάτων. Συγκεκριμένα, η πιο συνηθισμένη κατάσταση που παρατηρήθηκε ήταν οι μαθητές απλώς να επαναδιατυπώνουν τις πληροφορίες του προβλήματος που τους ήταν ήδη γνωστές (π.χ. τα δεδομένα ή το συμπέρασμα). Εξίσου σύνηθες ήταν οι μαθητές να επιδιώκουν να πείσουν για την ορθότητα του συμπεράσματος παραθέτοντας επιπλέον παραδείγματα, χωρίς να αντιλαμβάνονται ότι αυτή η πρακτική από μαθηματική σκοπιά δεν έχει ιδιαίτερη χρησιμότητα. Ακόμα και εκείνοι που επιχείρησαν να επιχειρηματολογήσουν, φάνηκε να δυσκολεύονται στη διατύπωση επεξηγήσεων, με τις απαντήσεις τους να κρίνονται ελλιπείς ή ασαφείς και να μην δείχνουν τη λογική σκέψη που τους οδήγησε στο να αποδεχθούν ότι από τα υπάρχοντα δεδομένα προκύπτει το προτεινόμενο συμπέρασμα. Ως εκ τούτου, οι ερευνητές έκριναν σημαντικό οι εκπαιδευτικοί να υποβοηθήσουν τους μαθητές σε αυτή τη διαδικασία, ξεκινώντας ακριβώς από αυτές τις ελλιπείς απαντήσεις τους (και όχι παρέχοντας έτοιμες απαντήσεις) και οδηγώντας τους σε μαθηματικά χρήσιμες απαντήσεις μέσα από εξάσκηση και με τη βοήθεια κατάλληλων ερωτήσεων και προτροπών.

- *έρευνα των Monoyiou, Xistouri & Philippou (2006)*

Στην έρευνα αυτή μελετήθηκαν 236 μαθητές 5ης και 6ης δημοτικού, οι οποίοι κλήθηκαν να διατυπώσουν τους μαθηματικούς συλλογισμούς που τους οδήγησαν στη λύση τριών συγκεκριμένων προβλημάτων ανοιχτού τύπου. Επιπλέον, 16 εκπαιδευτικοί κλήθηκαν να αξιολογήσουν την ποιότητα αυτών των μαθηματικών συλλογισμών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η πλειοψηφία των μαθητών δεν ήταν σε θέση να διατυπώσει μαθηματικούς συλλογισμούς. Η πιο συνηθισμένη περίπτωση είναι οι μαθητές να δικαιολογούν την απάντησή τους παραθέτοντας επιπρόσθετα αριθμητικά παραδείγματα, ενώ σε αρκετές περιπτώσεις καταφεύγουν στο να επαναλαμβάνουν απλώς τα δεδομένα του προβλήματος.

Από την ανάλυση των δεδομένων, επίσης, προέκυψε ότι το τι συνιστά για έναν εκπαιδευτικό που αξιολογεί, ορθό μαθηματικό συλλογισμό είναι κάτι το υποκειμενικό. Από το δείγμα εκπαιδευτικών της έρευνας υπήρξαν αρκετοί που ήταν ικανοποιημένοι με την πρακτική των μαθητών να επαναδιατυπώνουν το πρόβλημα, θεωρώντας αυτό ως ένα είδος επιτυχημένου συλλογισμού. Επίσης, οι περισσότεροι εκτιμούσαν ιδιαίτερα την παράθεση αριθμητικών παραδειγμάτων, δίνοντας περισσότερους πόντους στους μαθητές που ακολουθούσαν την πρακτική αυτή σε σύγκριση με μαθητές που όντως διατύπωσαν γενικευμένους μαθηματικούς συλλογισμούς (Monoyiou, Xistouri & Philippou, 2006).

- *έρευνα των Watson & DeGeest (2005)*

Κάτι που διαπίστωσαν οι Watson & DeGeest (2005) παρατηρώντας εκπαιδευτικούς καθώς δίδασκαν μαθηματικά σε τμήματα γυμνασίου με «αδύναμους» μαθητές, είναι ότι σε πολλές περιπτώσεις η μη εμφάνιση μαθηματικής σκέψης δεν οφείλεται απαραίτητα στους μαθητές. Συχνά η δομή του μαθήματος είναι τέτοια που δεν τους προσφέρει ευκαιρίες για να σκεφτούν με μαθηματικό τρόπο. Στην έρευνα αυτή, οι ερευνητές συνειδητοποίησαν ότι αρκούσαν ορισμένες απλές δικές τους παρεμβάσεις (αλληλεπίδρασαν την ώρα της διδασκαλίας με τους μαθητές της ομάδας που κάθονταν δίπλα τους) για να ενεργοποιηθούν οι μαθητές και να εμφανίσουν δείγματα μαθηματικής σκέψης.

- *έρευνα του Krummheuer (2007)*

Χρησιμοποιώντας το μοντέλο του Toulmin, ο Krummeheuer παρατήρησε ότι κατά την παραγωγή επιχειρηματικού λόγου οι μαθητές μικρών ηλικιών περιορίζονται στο να αναφέρουν τα δεδομένα (data) που χρησιμοποιούν και το συμπέρασμα (conclusion) που καταλήγουν με βάση τα δεδομένα αυτά, παραλείποντας τις εγγυήσεις (warrants) και τις επιπλέον υποστηρίξεις (backings), δηλαδή τα στοιχεία εκείνα που δικαιολογούν τη σύνδεση ανάμεσα στα δεδομένα και το συμπέρασμα. Θεωρεί μάλιστα, ότι οι μαθητές που παρέχουν τέτοιου είδους πληροφόρηση (εγγυήσεις – υποστηρίξεις) πράττουν με τον τρόπο αυτό, λόγω του ότι έχουν κατακτήσει ένα υψηλότερο επίπεδο κατανόησης και γνώσεων, που τους επιτρέπει να επιχειρηματολογούν με τον ενδεδειγμένο τρόπο. Όσον αφορά τους υπόλοιπους μαθητές που δυσκολεύονται να διατυπώσουν εγγυήσεις για τα συμπεράσματά τους, ο Krummeheuer υποστηρίζει ότι μπορεί να υποβοηθηθούν από τις παρεμβάσεις των εκπαιδευτικών, οι οποίοι και μπορεί με κατάλληλες ερωτήσεις και προτροπές να τους οδηγήσουν προς την κατεύθυνση αυτή.

- *έρευνα των Flegas & Lemonidis (2013)*

Σε αυτήν την έρευνα, 19 μαθητές ΣΤ΄ τάξης σε σχολείο της Θεσσαλονίκης, κλήθηκαν να εξηγήσουν τις απαντήσεις που έδωσαν σε προβλήματα (άλγεβρας και γεωμετρίας) που υπήρχαν στο ερωτηματολόγιο που χορηγήθηκε. Από τις γραπτές απαντήσεις που έδωσαν, αλλά και μέσα από συνεντεύξεις που ακολούθησαν, εξετάστηκε η ικανότητα των μαθητών να κάνουν λογικούς συλλογισμούς, να παρέχουν αιτιολόγηση για τα επιχειρήματά τους και να αποδεικνύουν μαθηματικούς ισχυρισμούς. Διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές, μολονότι δεν είχαν τη σχετική υποδομή βάσει των προγενέστερων σχολικών τους εμπειριών, κατάφεραν σε κάποιες περιπτώσεις να διατυπώσουν λογικά επιχειρήματα και έκαναν προσπάθειες να αποδείξουν τους ισχυρισμούς τους. Ωστόσο, σε όλες σχεδόν τις σχετικές περιπτώσεις, οι μαθητές έδειξαν προτίμηση για αναφορά στο συγκεκριμένο (concrete) και για παροχή εμπειρικών επεξηγήσεων (empirical proof), ενώ αντίθετα, δε χρησιμοποίσαν καθόλου την επίσημη μαθηματική ορολογία που εμφανίζεται στις περιπτώσεις διατύπωσης αποδείξεων.

ΕΝΟΤΗΤΑ 1Η - ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3Ο
ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΕΣ ΣΥΖΗΤΗΣΕΙΣ – ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΙ ΔΙΑΛΟΓΟΙ

Η ικανότητα των μαθητών να επικοινωνούν με επιτυχία στα μαθηματικά και να συμμετέχουν με παραγωγικό τρόπο σε μαθηματικές συζητήσεις, αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους στόχους της μαθηματικής διδασκαλίας, ο οποίος αναγράφεται στα περισσότερα επίσημα κείμενα εκπαιδευτικής πολιτικής (Orrill & Polly, 2015). Κινούμενη προς την κατεύθυνση αυτή, η παρούσα διδακτική παρέμβαση τοποθετεί στο επίκεντρό της τη μαθηματική συζήτηση, επιδιώκοντας μέσα από την ενασχόληση των μαθητών με το παιχνίδι στρατηγικής NIM, να δημιουργήσει τις κατάλληλες ευκαιρίες (Boukafri, Ferrer & Planas, 2015) για την ανάπτυξη γόνιμων μαθηματικών συζητήσεων. Στο παρόν κεφάλαιο αρχικά γίνεται θεωρητική αναφορά στην έννοια «μαθηματική συζήτηση», με έμφαση στην εννοιολογική αποσαφήνιση του όρου και στην ανάδειξη του ρόλου του εκπαιδευτικού. Στη συνέχεια το ενδιαφέρον στρέφεται στην έννοια του «απολογισμού» καθώς τέτοιος ήταν ο χαρακτήρας αρκετών εκ των μαθηματικών συζητήσεων που έλαβαν χώρα στο πλαίσιο της διδακτικής παρέμβασης, ενώ το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με αναφορά στην έννοια της «αυτο-εξήγησης», η οποία στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής αντιμετωπίστηκε ως μια πρόσθετη ευκαιρία για την ανάπτυξη μαθηματικής συζήτησης σε ατομικό επίπεδο.

1.3.1 Μαθηματική Συζήτηση

1.3.1.1 Εννοιολογική αποσαφήνιση του όρου «μαθηματική συζήτηση»

Σε μια προσπάθεια αποσαφήνισης του όρου «συζήτηση», ανάμεσα στους ορισμούς που απαντώνται στη διεθνή βιβλιογραφία, επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί εκείνος του James Gee, ορισμός που τονίζει το στοιχείο της κοινωνικής αλληλεπίδρασης που εμπεριέχεται στις συζητήσεις και που έτσι μοιάζει να είναι περισσότερο συμβατός με τη θεωρητική προσέγγιση του κοινωνικού εποικοδομισμού που υιοθετείται στην παρούσα διατριβή. Σύμφωνα με τον ορισμό του Gee (1996, όπ. αναφ. στο Ryve, 2011) η συζήτηση είναι μια κοινωνικά αποδεκτή διαδικασία όπου χρησιμοποιείται η γλώσσα και άλλες συμβολικές εκφράσεις και τεχνουργήματα (artifacts) που μαρτυρούν σκέψεις, πεποιθήσεις, αξίες και δράσεις, προκειμένου να μπορεί να αναγνωριστεί κάποιος ως μέλος ενός σημαντικού κοινωνικού δικτύου.

Όπως είναι λογικό, στις μαθηματικές συζητήσεις το επίκεντρο του ενδιαφέροντος βρίσκεται σε θέματα με μαθηματικό περιεχόμενο, όπου οι συμμετέχοντες καλούνται να συλλογιστούν πάνω σε μαθηματικά αντικείμενα και δραστηριότητες και να εστιάσουν στις μαθηματικές δομές (Coler et al., 2019). Όπως αναφέρουν οι Chapin, O'Connor & Anderson (2003), μια μαθηματική συζήτηση μπορεί να περιλαμβάνει μέρος ή και το σύνολο των παρακάτω στοιχείων:

- μαθηματικές έννοιες
- διαδικασίες υπολογισμών και αλγόριθμους
- στρατηγικές επίλυσης προβλημάτων
- μαθηματικούς συλλογισμούς και επιχειρήματα
- χρήση μαθηματικής ορολογίας και συμβόλων
- ποικίλα μέσα αναπαράστασης

Σύμφωνα με τους Dekker & Elshout-Mohr (1998), μέσα από τις συζητήσεις λαμβάνουν χώρα βασικές ενέργειες (key activities) όπως είναι η παρουσίαση της μαθηματικής δραστηριότητας του ατόμου, η επεξήγηση (explanation) και αιτιολόγηση (justification) της δραστηριότητας αυτής και σε ορισμένες περιπτώσεις η αναδόμησή (reconstruction) της. Ταυτόχρονα, ένα μέρος των συζητήσεων συνίσταται στην εμφάνιση ορισμένων ρυθμιστικών ενεργειών (regulating activities), όπως η αξίωση προς το συνομιλητή να παρουσιάσει τη μαθηματική του δραστηριότητα, καθώς και να δώσει επεξηγήσεις γύρω από αυτήν και φυσικά η άσκηση κριτικής μεταξύ των συνομιλητών σε σχέση με την υπό συζήτηση μαθηματική δραστηριότητα.

Όπως παρατηρεί η Moschkovich (2007), οι μαθηματικές συζητήσεις μπορεί να προσεγγιστούν τόσο από κοινωνικοπολιτισμική όσο και από γνωστική σκοπιά. Η πρώτη προσέγγιση δικαιολογείται καθώς οι πρακτικές λόγου αναπτύσσονται μέσα σε κοινότητες και συνιστούν χαρακτηριστικό γνώρισμα του να είναι κάποιος μέλος των κοινοτήτων αυτών. Αντίστοιχα, η γνωστική προσέγγιση θεωρείται απαραίτητη αφού οι συζητήσεις περιλαμβάνουν διεργασίες όπως η σκέψη, η χρήση εργαλείων, συμβόλων και εννοιών.

Σύμφωνα με τον Hennessy και συνεργάτες του (Hennessy et al, 2016), η διδασκαλία που αξιοποιεί το διάλογο (dialogic teaching and learning) έχει ορισμένα από τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- χρησιμοποιεί τη δύναμη της γλώσσας, μέσω της οποίας οι μαθητές εκφράζουν τη σκέψη τους και οδηγούνται στη μάθηση
- χαρακτηρίζεται από έννοιες όπως συλλογικότητα, αμοιβαιότητα
- ενθαρρύνει την ισότιμη συμμετοχή όλων (μαθητών και εκπαιδευτικών) σε δραστηριότητες που έχουν διερευνητικό χαρακτήρα
- είναι ανοιχτή σε νέες ιδέες, εξασφαλίζει τις συνθήκες για την ελεύθερη έκφρασή τους
- βασίζεται στη συνεχή διαπραγμάτευση νοημάτων και προοπτικών.

Σχήματα Κατηγοριοποίησης – Τύποι Ομιλίας

Κάνοντας αναδίφηση στη σχετική βιβλιογραφία είναι εύκολο να διαπιστωθεί ότι υπάρχει μία πληθώρα επιλογών ως προς τους τρόπους με τους οποίους μπορεί να γίνει η ανάλυση μίας συζήτησης (Ryve, 2011). Μία από τις πλέον αποδεχτές διακρίσεις είναι αυτή που προτείνει η Mercer, η οποία κάνει λόγο για τους ακόλουθους τρεις βασικούς τύπους ομιλίας (όπ. αναφ. στα Monaghan, 2005 ΄ Chinnappan, 2006 ΄ Webb & Webb, 2010):

- ομιλία αμφισβήτησης (disputational talk) : πρόκειται για την περίπτωση που οι συνομιλητές διαφωνούν χωρίς όμως να αντιπαραθέτουν λογικά επιχειρήματα προκειμένου να πείσουν για την ορθότητα της θέσης τους
- σωρευτική ομιλία (cumulative talk): πρόκειται για περιπτώσεις όπου οι συνομιλητές, αν και δεν απορρίπτουν τις θέσεις των συνομιλητών τους, δεν μπαίνουν στη διαδικασία να ασκήσουν κριτική πάνω σε αυτές.
- διερευνητική ομιλία (exploratory talk): περίπτωση κατά την οποία οι ομιλητές δείχνουν ενδιαφέρον στα λεγόμενα των υπόλοιπων, ασκούν εποικοδομητική κριτική, εμφανίζονται αντιπαραθέσεις, προτείνονται και δοκιμάζονται εναλλακτικές υποθέσεις και γενικά χρησιμοποιείται επιχειρηματολογία
-

Από εκεί και πέρα, είναι συνηθισμένο ανάλογα με το ερευνητικό ενδιαφέρον κάθε μελέτης, οι ερευνητές να παραλλάσσουν κάποιο από τα ήδη υπάρχοντα σχήματα κατηγοριοποίησης (προσθέτοντας νέες κατηγορίες ή κάνοντας τροποποιήσεις και συγχωνεύσεις κατηγοριών) ή ακόμα και να αναπτύσσουν εξ αρχής ένα νέο σχήμα κατηγοριοποίησης που να ανταποκρίνεται στη θεωρητική τους προσέγγιση (Murphy, 2013).

Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι το παρακάτω σχήμα κατηγοριοποίησης τύπων συζήτησης (discussion types) που χρησιμοποιήθηκε στο πρωτόκολλο παρατήρησης τάξης των Weaver, Dick & Rigelman (2005) στο πλαίσιο ενός ερευνητικού προγράμματος υπό την αιγίδα του πανεπιστημίου του Oregon, που είχε ως στόχο την αξιολόγηση της ποιότητας και της ποσότητας της μαθηματικής συζήτησης σε σχολεία της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Οι τύποι συζήτησης παρουσιάζονται σε «αύξουσα» σειρά, δηλαδή έχουν ταξινομηθεί από τους λιγότερο προς τους περισσότερο γνωστικά απαιτητικούς:

- σύντομη απάντηση (answering): ο μαθητής δίνει μια σύντομη απάντηση σε συγκεκριμένη ερώτηση που έθεσε είτε ο δάσκαλος είτε κάποιος συμμαθητής, χωρίς να παρέχεται κάποιο είδος αιτιολόγησης
- δήλωση (stating – sharing): ο μαθητής παρουσιάζει κάποια μαθηματική ιδέα ή διαδικασία, χωρίς όμως να εξηγεί το γιατί
- ερώτηση (questioning): ο μαθητής θέτει ερωτήσεις προκειμένου να κατανοήσει κάποια μαθηματική ιδέα – διαδικασία
- πρόκληση (challenging): ο μαθητής κάνει μια δήλωση ή κάποιο ερώτημα που θέτει υπό αμφισβήτηση κάποια μαθηματική ιδέα που προηγουμένως διατυπώθηκε
- συσχέτιση (relating): ο μαθητής κάνει μια δήλωση από την οποία φαίνεται ότι βρίσκει συσχετισμούς και συνδυάζει μαθηματικές ιδέες και εμπειρίες
- πρόβλεψη (predicting): ο μαθητής, έχοντας κατανοήσει τα μαθηματικά που βρίσκονται πίσω από ένα πρόβλημα, διατυπώνει εικασίες και κάνει προβλέψεις
- απόδειξη (justifying): ο μαθητής προσπαθεί να αποδείξει την εγκυρότητα ενός μαθηματικού ισχυρισμού και εξηγεί τη διαδικασία που ακολούθησε
- γενίκευση (generalizing): ο μαθητής κάνει μια δήλωση που δείχνει ότι μεταφέρει γνώση από μια συγκεκριμένη κατάσταση σε μια γενικότερη.

1.3.1.2 Θεωρητικά οφέλη από την αξιοποίηση της μαθηματικής συζήτησης

Σε θεωρητικό επίπεδο, η χρήση της συζήτησης στη διδασκαλία των μαθηματικών φαίνεται ότι αποτελεί μια αποτελεσματική στρατηγική. Η Chapin και οι συνεργάτες της (Chapin, O'Connor & Anderson, 2003) υποστηρίζουν ότι υπάρχουν δυο ειδών οφέλη που απορρέουν από τη χρησιμοποίηση της συζήτησης στη μαθηματική διδασκαλία: τα άμεσα και τα έμμεσα. Ως άμεσο όφελος θεωρείται το γεγονός ότι μέσα από τη συζήτηση οι μαθητές έρχονται σε επαφή με ιδέες, έννοιες, διαδικασίες και στρατηγικές, τις οποίες και έχουν την ευκαιρία να διερευνήσουν και να κατανοήσουν. Ως έμμεσο όφελος, αναφέρεται η σταδιακή οικοδόμηση ενός κοινωνικού περιβάλλον (μιας κοινότητας) όπου οι μαθητές είναι πρόθυμοι να συμμετέχουν σε συζητήσεις, να εκφράζουν τις ιδέες τους, να επιχειρηματολογούν πάνω σε αυτές και κυρίως να είναι δεκτικοί στον τρόπο σκέψης των άλλων και να αποδίδουν αξία στη συμμετοχή τους στις συζητήσεις.

Στη συνέχεια γίνεται αναφορά σε βασικά θεωρητικά επιχειρήματα που έχουν διατυπωθεί σε σχέση με παιδαγωγικές διευκολύνσεις που πιθανώς επιφέρει η συζήτηση, τόσο στο γνωστικό όσο και στο κοινωνικό κομμάτι της μάθησης.

- Γνωστικός τομέας

Ως προς τα γνωστικά οφέλη της μαθηματικής συζήτησης, υπό την προϋπόθεση ότι η εν λόγω συζήτηση πληροί ορισμένα ποιοτικά κριτήρια, σημειώνονται τα ακόλουθα:

- οι μαθητές αποκτούν πρόσβαση στη σκέψη τους και γίνεται ξεκάθαρο και στους ίδιους τι είναι αυτό που καταλαβαίνουν και τι εκείνο που ακόμα δεν έχουν κατανοήσει ικανοποιητικά, στοιχείο που μπορεί να τους οδηγήσει ακόμα και σε ουσιαστική ανοικοδόμηση της υπάρχουσας γνώσης (Calor et al, 2019)
- η συζήτηση βάζει τους μαθητές στη διαδικασία να οργανώσουν τους συλλογισμούς τους και να επιχειρηματολογήσουν γύρω από τις επιλογές που έκαναν, δημιουργώντας έτσι προϋποθέσεις για βαθύτερη επεξεργασία και ανώτερου επιπέδου σκέψη (Song, 2015 ΄ Hunter, 2007)
- συζητώντας, κάθε μαθητής έρχεται σε επαφή με τις μαθηματικές έννοιες όπως αυτές παρουσιάζονται από τους συμμαθητές του και δεν περιορίζεται μονάχα στις δικές του μαθηματικές ερμηνείες αλλά αποκτά μια ευρύτερη και σφαιρικότερη οπτική (Felton, Garcia-Mila, Villarroel & Gilabert, 2015 ΄ Kosko & Miyazaki, 2012)
- οι μαθητές αρχίζουν να αποκτούν δεξιότητες αυτορρυθμιζόμενης μάθησης, καθώς σταδιακά υιοθετούν τη συνήθεια του να θέτουν κατάλληλες ερωτήσεις, όταν εντοπίζουν ασυμφωνία ανάμεσα στις ιδέες που οι ίδιοι φέρουν και σε εκείνες που εκφέρονται στο πλαίσιο μιας συζήτησης (Chapin, O'Connor & Anderson, 2003).
- η ευκαιρία που δίνεται στους μαθητές να επικοινωνήσουν τις ιδέες τους και τον τρόπο εργασίας τους στους συμμαθητές τους, θεωρείται ότι συμβάλλει στο να

μάθουν να είναι συγκεκριμένοι και να χρησιμοποιούν τη μαθηματική ορολογία με μεγαλύτερη ακρίβεια (Candela, Boston & Dixon, 2020 ` Hodges & Hunger, 2011)

- μέσα από τη συζήτηση ο εκπαιδευτικός αποκτάει πρόσβαση στη μαθηματική σκέψη των μαθητών και επομένως ευκαιρίες για να οργανώσει καλύτερα τη διδασκαλία του, να κάνει διορθωτικές παρεμβάσεις (διαμορφωτική αξιολόγηση) και να αποτιμήσει τη μάθηση που τελικά επιτεύχθηκε (Franke et al, 2009 ` Henning, 2008).

- Κοινωνικός τομέας

Ως προς τα οφέλη στον κοινωνικό τομέα, σημειώνονται τα εξής:

- οι μαθητές που συμμετέχουν σε συζητήσεις όπου οι συνομιλητές τους αναμένουν και αποδίδουν αξία στη συνεισφορά του καθενός, έχουν την ευκαιρία να καλλιεργήσουν μια υπεύθυνη στάση συμμετοχής και συνήθως καταβάλλουν προσπάθεια ώστε να είναι σαφείς και κατανοητοί στους άλλους.
- πέρα από τη βελτίωση των δεξιοτήτων συνεργασίας, δίνεται η ευκαιρία στους συμμετέχοντες να οικοδομήσουν ένα είδος συλλογικής κατανόησης (collective understanding) μέσα από την αλληλεπίδραση που αναπτύσσουν με τους συνομιλητές τους (Felton, Garcia-Mila, Villarroel & Gilabert, 2015).
- οι μαθητές βελτιώνουν την αυτοπεποίθησή τους και εκτίθενται σε ένα απαιτητικό κοινό συμμετέχοντας ενεργά σε διανοητικού χαρακτήρα συζητήσεις. Το παραπάνω είναι ιδιαίτερα σημαντικό για μαθητές που λόγω πολιτισμικών ιδιαιτεροτήτων (ή για άλλους λόγους) δεν έχουν αποκτήσει σχετικές εμπειρίες στο οικογενειακό περιβάλλον τους (Chapin, O'Connor & Anderson, 2003).

Μολονότι, από τα παραπάνω φαίνεται λογικό ότι όσο περισσότερη μαθηματική συζήτηση λαμβάνει χώρα σε μια τάξη, τόσο υψηλότερη θα είναι η επίδοση των μαθητών της τάξης στα μαθηματικά, κάτι τέτοιο δεν επαληθεύεται πάντοτε εμπειρικά. Συγκεκριμένα, οι Kosko & Miyazaki (2012), μέσα από την παρουσίαση αντιπροσωπευτικών ερευνών, δίνουν την ερμηνεία τους για τα αντιφατικά συμπεράσματα που προκύπτουν, θεωρώντας ως υπεύθυνη για αυτά, την ασάφεια με την οποία χρησιμοποιείται ο όρος «μαθηματική συζήτηση» στις επιμέρους έρευνες. Το στοιχείο αυτό έχει ως αποτέλεσμα ο όρος αυτός να σημαίνει διαφορετικά πράγματα για διαφορετικούς ερευνητές και ως επακόλουθο οι έρευνες να καταλήγουν σε τελείως διαφορετικά (και συχνά αντιφατικά) συμπεράσματα και ουσιαστικά να μην είναι συγκρίσιμες μεταξύ τους.

1.3.1.3 Παράγοντες που δυσχεραίνουν την ενσωμάτωση της συζήτησης στη μαθηματική διδασκαλία

Από την αναδίφηση στη βιβλιογραφία προκύπτει ότι η ενσωμάτωση της μαθηματικής συζήτησης στις πρακτικές που χρησιμοποιούν οι εκπαιδευτικοί κατά τη διδασκαλία του

μαθήματος των μαθηματικών δεν είναι εύκολη υπόθεση. Στη συνέχεια παρουσιάζονται ομαδοποιημένες ορισμένες κατηγορίες παραγόντων που ερμηνεύουν ως ένα βαθμό αυτήν την παρατηρούμενη δυσκολία.

- Παράγοντες που έγκεινται στους μαθητές και τους αποτρέπουν από το να συμμετέχουν σε μαθηματικές συζητήσεις

  - Η μη συμμετοχή των μαθητών στις μαθηματικές συζητήσεις μπορεί να οφείλεται σε μια προσπάθειά τους να ελαχιστοποιήσουν τις πιθανότητες να γελοιοποιηθούν μπροστά στα μάτια των συμμαθητών τους, σε περίπτωση που η απάντησή τους κριθεί (ανεξάρτητα από τα αν πράγματι είναι ή όχι) ανεπαρκής. Μια τέτοια «αποτυχία» αποτελεί για κάποιους μαθητές ένα είδος απειλής, που μπορεί να διαταράξει την κοινωνική δυναμική της τάξης και να περιορίσει το εύρος της αποδοχής που απολαμβάνουν από τους συμμαθητές τους (Bennett, 2010 ` Wood, 1993).
  - Μία άλλη πιθανή ερμηνεία του γιατί ορισμένοι μαθητές αποφεύγουν να συμμετέχουν σε μαθηματικές συζητήσεις είναι εκείνη που δόθηκε από τους Canfield και Wells (poker chips theory). Σύμφωνα με την παραπάνω θεωρία, ορισμένοι μαθητές που βιώνουν σε αρχικά στάδια την επιτυχία, είναι πρόθυμοι να πάρουν μεγαλύτερα ρίσκα και έτσι δε διστάζουν να συμμετέχουν στις συζητήσεις, σε αντίθεση με εκείνους που δεν έχουν βιώσει αντίστοιχη επιτυχία και οι οποίοι φοβούνται να πράξουν το ίδιο (Bennett, 2010).
  - Κάποιοι μαθητές φαίνεται ότι αποθαρρύνονται και δε συμμετέχουν ενεργά σε μαθηματικές συζητήσεις, καθώς θεωρούν ότι το περιεχόμενο των συζητήσεων αυτών (δηλαδή το ίδιο το γνωστικό αντικείμενο των μαθηματικών) είναι ιδιαίτερα απαιτητικό και έτσι αδυνατούν να ανταποκριθούν (Hufferd-Ackles, Fuson, & Sherin, 2004).

- Παράγοντες που έγκεινται στους εκπαιδευτικούς και τους αποθαρρύνουν από το να επιμείνουν για την αξιοποίηση των μαθηματικών συζητήσεων

  - Οι εκπαιδευτικοί δυσκολεύονται στο να κατευθύνουν τη συζήτηση προς την επίτευξη των επιδιωκόμενων μαθηματικών μαθησιακών στόχων και να αποτρέψουν την «παρέκκλισή» της προς μη αναμενόμενες κατευθύνσεις, λόγω της μεγάλης ανομοιογένειας απόψεων που προκύπτει, ιδίως σε περιπτώσεις που η συζήτηση είναι απόρροια ενασχόλησης των μαθητών με γνωστικά απαιτητικές δραστηριότητες ανοιχτού τύπου (Bruce, 2007 ΄ Stein et al, 2008).
  - Οι εκπαιδευτικοί συχνά διαπιστώνουν ότι στις συζητήσεις «κυκλοφορεί» και αναπαράγεται μεταξύ των μαθητών ανακριβές ή εσφαλμένο μαθηματικό

περιεχόμενο, στοιχείο που τους κάνει διστακτικούς στο να αξιοποιήσουν τη μαθηματική συζήτηση στη διδασκαλία τους (Hufferd-Ackles , Fuson, & Sherin, 2004).

- Οι εκπαιδευτικοί, επιπλέον, επισημαίνουν ότι το επίπεδο ετοιμότητας των μαθητών για να συμμετέχουν σε μια μαθηματική συζήτηση ποικίλει μέσα στο ίδιο το τμήμα και αυτό έχει ως αποτέλεσμα η συζήτηση να μην είναι παραγωγική. Έτσι, είναι πιθανόν στις συζητήσεις να υπάρχουν μαθητές που κάνουν αξιόλογες παρατηρήσεις, οι οποίες όμως δεν μπορούν να γίνουν κατανοητές από τους υπόλοιπους μαθητές στην τάξη, ή αντίστοιχα, κάποιοι μαθητές να αδυνατούν συστηματικά να διατυπώσουν προτάσεις που να γίνονται κατανοητές στους συνομιλητές τους (Chapin, O'Connor & Anderson, 2003).
- Ένας πρόσθετος ανασταλτικός παράγοντας είναι η ανασφάλεια ορισμένων εκπαιδευτικών ως προς την επιστημονική τους επάρκεια, όσον αφορά το κομμάτι της μαθηματικής γνώσης, ανησυχία η οποία εντείνεται εξαιτίας και του απρόβλεπτου χαρακτήρα που έχουν οι μαθηματικές συζητήσεις (Hufferd-Ackles , Fuson, & Sherin, 2004). Επιπλέον, ο συντονισμός μιας συζήτησης συνιστά μια ιδιαίτερα απαιτητική διαδικασία που αξιώνει συνδυασμό πλήθους δεξιοτήτων (ταχύτατη διάγνωση των διδακτικών αναγκών των μαθητών, επαρκής γνώση του εξεταζόμενου πεδίου, εγρήγορση, δυνατότητα αυτοσχεδιασμού κ.λπ.) που πιθανόν κάποιοι εκπαιδευτικοί να μην αισθάνονται ότι έχουν αποκτήσει (Stein et al, 2008).
- Επιπρόσθετα, αξίζει να σημειωθεί, ότι η μαθηματική συζήτηση είναι μια διδακτική εμπειρία που οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί που καλούνται να την υιοθετήσουν, δεν την βίωσαν την περίοδο που ήταν οι ίδιοι στη θέση των μαθητών τους (Blanke, 2009). Πιθανόν, μάλιστα, η συγκεκριμένη πρακτική να έρχεται σε αντίθεση με τις διδακτικές πρακτικές που οι ίδιοι χρησιμοποιούν στην τάξη και για το λόγο αυτό οι εκπαιδευτικοί να εμφανίζονται σχετικά απρόθυμοι και να αντιστέκονται στο να αλλάξουν τη νοοτροπία τους (Visnovska & Cobb, 2009).
- Τέλος, αρκετοί εκπαιδευτικοί επισημαίνουν ότι η δημιουργία των συνθηκών για τη διεξαγωγή γόνιμων μαθηματικών συζητήσεων είναι μια χρονοβόρος διαδικασία. Η παραδοχή αυτή, σε συνδυασμό με τις απαιτήσεις που θέτουν τα αναλυτικά προγράμματα ως προς την κάλυψη της ύλης, οδηγεί τους εκπαιδευτικούς στο να θεωρούν ότι δεν έχουν τον απαιτούμενο χρόνο που χρειάζονται για να εντάξουν τη συζήτηση στο διδακτικό τους ρεπερτόριο (Bruce, 2007 ` Pimentel & McNeill, 2013).

1.3.1.4 Ο ρόλος του εκπαιδευτικού και η συμβολή του στην ανάπτυξη μαθηματικών συζητήσεων

Το «πώς ο εκπαιδευτικός μπορεί να συμβάλει στην ανάπτυξη μιας εποικοδομητικής μαθηματικής συζήτησης» είναι ένα ερώτημα που έχει απασχολήσει τη βιβλιογραφία. Μία προσέγγιση του ζητήματος γίνεται από ορισμένες ως επί τω πλείστω θεωρητικές μελέτες

(Candela, Boston & Dixon, 2020), στις οποίες παρατίθεται ένα ρεπερτόριο τεχνικών, από όπου ο εκπαιδευτικός μπορεί να επιλέξει εκείνες που θεωρεί ότι μπορούν να προάγουν τη μαθηματική συζήτηση και να την καταστήσουν παραγωγική.

Η Conner και συνεργάτες της (Conner et al, 2014) προτείνουν ένα θεωρητικό πλαίσιο, το οποίο υποδεικνύει το πώς ο εκπαιδευτικός μπορεί να υποστηρίξει την εγκαθίδρυση παραγωγικών συζητήσεων και πιο συγκεκριμένα πώς μπορεί να βοηθήσει την ανάπτυξη της λεγόμενης συλλογικής επιχειρηματολογίας (collective argumentation). Σύμφωνα με το προτεινόμενο πλαίσιο, υπάρχουν οι ακόλουθες επιλογές - ενέργειες:

- άμεση συνεισφορά του εκπαιδευτικού στη διατύπωση επιχειρημάτων
- διατύπωση ερωτήσεων, οι οποίες μπορεί να κατηγοριοποιηθούν σε:
    - ερωτήσεις για ανάκληση γνώσεων - πληροφοριών
    - ερωτήσεις που παροτρύνουν τη διατύπωση νέων ιδεών
    - ερωτήσεις που στοχεύουν στην περιγραφή των μεθόδων που χρησιμοποιούν οι μαθητές
    - ερωτήσεις που αποσκοπούν στην παροχή πρόσθετων διευκρινίσεων και στην περαιτέρω επεξεργασία κάποιας ιδέας
    - ερωτήσεις που προτρέπουν τους μαθητές να προβούν σε αξιολόγηση θέσεων – ιδεών
- άλλες υποστηρικτικές ενέργειες, όπως:
    - καθοδήγηση (παροχή ενδείξεων, εστίαση σε συγκεκριμένα σημεία)
    - παρότρυνση (ενθάρρυνση, προτροπή – υπόδειξη)
    - αξιολόγηση
    - επαναδιατύπωση

Οι Chapin, O'Connor & Anderson (2003) δίνουν περισσότερο έμφαση στις συνομιλιακές κινήσεις (teaching discourse moves), δηλαδή σε τεχνικές που μπορεί ο εκπαιδευτικός να χρησιμοποιήσει προκειμένου να εμπλέξει ενεργά το μαθητή στη διαδικασία κατασκευής, επεξεργασίας και αξιολόγησης της γνώσης (Kranzfelder et al, 2019). Οι συνομιλιακές κινήσεις που προτείνουν είναι οι ακόλουθες (de Geest, Lee & Gupte, 2016 ΄ Chapin, O'Connor & Anderson,2003 ` Candela, Boston & Dixon, 2020):

- επανάληψη (revoicing), όπου ο εκπαιδευτικός επαναλαμβάνει τη θέση / εξήγηση που μόλις διατύπωσε ο μαθητής, ζητώντας στο τέλος από το μαθητή να επιβεβαιώσει ότι δεν υπήρξε κάποια αλλοίωση κατά τη μεταφορά των λεγόμενών του.
- αναδιατύπωση (restating), όπου ο εκπαιδευτικός ζητάει από τους μαθητές να επαναλάβουν με δικά τους λόγια το συλλογισμό που μόλις τους παρουσίασε κάποιος συμμαθητής
- έκφραση προσωπικής γνώμης (agreement – disagreement), όπου ο μαθητής καλείται να δηλώσει κατά πόσο συμφωνεί ή όχι με τους συλλογισμούς και την επιχειρηματολογία ενός συμμαθητή του.

- ενθάρρυνση (probing) των μαθητών στο να επιχειρήσουν να προσθέσουν νέα στοιχεία στη συζήτηση
- χρήση χρόνου αναμονής (wait time), όπου ο εκπαιδευτικός επιδιώκει να δίνεται ο απαιτούμενος χρόνος στους μαθητές προκειμένου να σκεφτούν και να οργανώσουν την απάντησή τους, πριν την εκφράσουν στο πλαίσιο της συζήτησης.

Συμπληρωματικά, ο Henning (2008) προσθέτει στις παραπάνω, δύο ακόμα τεχνικές που θεωρεί χρήσιμες:

- ανακεφαλαίωση (recaps), όπου ο εκπαιδευτικός συνοψίζει τα βασικά σημεία της συζήτησης που προηγήθηκε
- παροχή ενδείξεων (cues), όπου ο εκπαιδευτικός επιχειρεί να καθοδηγήσει τη σκέψη των μαθητών, δίνοντας έμφαση σε συγκεκριμένες πτυχές του υπό μελέτη προβλήματος.

Σε σχέση με τα παραπάνω, στη βιβλιογραφία εντοπίζονται πρωτόκολλα παρατήρησης (classroom discourse observation protocols) που δίνουν έμφαση στις συνομιλιακές κινήσεις που χρησιμοποιούνται από τους εκπαιδευτικούς. Χαρακτηριστικό ως προς αυτό είναι το ερευνητικό άρθρο των Kranzfelder και συνεργατών (2019), στο οποίο παρουσιάζεται ένα ιδιαιτέρως αναλυτικό σχετικό με τα παραπάνω πρωτόκολλο παρατήρησης.

Ένας διαφορετικός (εμπειρικός) τρόπος προσέγγισης του αρχικού ερωτήματος είναι η μελέτη περιπτώσεων εκπαιδευτικών που παρουσιάζουν την ικανότητα να δημιουργούν στις τάξεις τους τις κατάλληλες συνθήκες για διεξαγωγή επιτυχημένων μαθηματικών συζητήσεων. Αυτό ακριβώς συμβαίνει στη διατριβή της Blanke (2009), όπου το ενδιαφέρον της μελέτης στρέφεται στον εντοπισμό των διδακτικών ενεργειών (teacher moves) που έκανε η συγκεκριμένη εκπαιδευτικός που αποτέλεσε αντικείμενο παρατήρησης. Μέσα από την ανάλυση βιντεοσκοπημένων διδασκαλιών, την επιτόπια παρατήρηση και συνεντεύξεις, διαπιστώθηκε ότι μέσα από την επιλογή κατάλληλων παιδαγωγικών πρακτικών η εκπαιδευτικός επιχειρούσε να οικοδομήσει ένα θετικό κλίμα στην τάξη, κάνοντας τους μαθητές της να αισθάνονται ως μέλη μιας κοινότητας μάθησης και ενθαρρύνοντάς τους να προσεγγίζουν την κατάσταση μάθησης υιοθετώντας το ρόλο του μαθηματικού (και όχι του μαθητή). Η εκπαιδευτικός ήταν ιδιαίτερα προσεκτική ως προς την επιλογή των ερωτήσεων, αποσκοπώντας με τις ερωτήσεις της να υποβοηθήσει τους μαθητές να προσεγγίσουν και να ανακαλύψουν οι ίδιοι τη μαθηματική γνώση. Σε αρκετές περιπτώσεις η εκπαιδευτικός επεδίωκε να δημιουργηθούν συνθήκες ανισορροπίας στην τάξη και παράδοξες καταστάσεις, ενισχύοντας ταυτόχρονα τους μαθητές στο να παίρνουν ρίσκα στην προσπάθειά τους να τις εξηγήσουν και να τις επιλύσουν.

Σε μελέτη των Franke, Webb και συνεργατών τους (Franke et al, 2015), έγινε συστηματική παρατήρηση τάξεων δημοτικού σχολείου της Καλιφόρνιας προκειμένου να διαπιστωθεί με ποιους τρόπους οι εκπαιδευτικοί προσπαθούν να εμπλέξουν τους μαθητές

σε μαθηματικές συζητήσεις. Με βάση την κωδικοποίηση που εφάρμοσε η παραπάνω ερευνητική ομάδα, οι κινήσεις (talk moves) των εκπαιδευτικών χωρίστηκαν σε δύο επιμέρους υποκατηγορίες: τις κινήσεις για την εκκίνηση – έναρξη της μαθηματικής συζήτησης (invitation moves) και τις κινήσεις για την περαιτέρω υποστήριξη της μαθηματικής συζήτησης (support moves).

Όσον αφορά τις κινήσεις για την έναρξη της μαθηματικής συζήτησης, συνήθως αυτές γίνονται με τη διατύπωση κατάλληλων ερωτήσεων από τους εκπαιδευτικούς, οι οποίοι απευθύνονται με αυτές στους μαθητές τους ζητώντας τους (Franke et al, 2015):

- να εξηγήσουν τη λύση που πρότεινε κάποιος συμμαθητής τους
- να συζητήσουν για τις διαφορές που παρουσιάζουν δύο ή περισσότερες λύσεις
- να προτείνουν τρόπους περαιτέρω αξιοποίησης κάποιας ιδέας που πρότεινε ένας συμμαθητής
- να συνδυάσουν τις ιδέες τους με εκείνες των συμμαθητών τους
- να δημιουργήσουν μια λύση σε συνεργασία με άλλους συμμαθητές τους
- να χρησιμοποιήσουν οι ίδιοι κάποια λύση που προτάθηκε από άλλους συμμαθητές στην επίλυση ενός προβλήματος

Όσον αφορά τις κινήσεις υποστήριξης (support moves), οι ερευνητές θεωρούν ότι είναι απαραίτητες κυρίως σε περιπτώσεις που οι συζητήσεις παρεκκλίνουν από τον επιδιωκόμενο στόχο, οπότε και χρειάζεται παρέμβαση για επανατοποθέτηση της συζήτησης σε σωστή μαθηματική βάση. Προτείνουν τις ακόλουθες κινήσεις:

- παρότρυνση για περαιτέρω επεξεργασία (probing), όπου ο εκπαιδευτικός επιχειρεί με τις παρεμβάσεις του να κάνει τους μαθητές να ασχοληθούν περαιτέρω με τις μαθηματικές ιδέες των συμμαθητών τους
- παροχή πλαισίου στηρίγματος (scaffolding), όπου ο εκπαιδευτικός βοηθάει τους μαθητές να κατανοήσουν πτυχές των μαθηματικών που συζητούνται, δίνοντας επεξηγήσεις, παρέχοντας πρόσθετες αναπαραστάσεις και κάνοντας τις αναγκαίες συνδέσεις μεταξύ των ιδεών
- εντοπισμός (positioning), όπου ο εκπαιδευτικός αλληλεπιδράει με τους μαθητές με τέτοιο τρόπο ώστε να τους βοηθήσει να αναγνωρίσουν την κυριότητα των ιδεών που συζητιούνται, δηλαδή να συνειδητοποιήσουν ότι οι ιδέες που συζητάνε είναι δικές τους και έχουν προέλθει από συγκεκριμένους συμμαθητές

Ανεξάρτητα πάντως από τα παραπάνω, η Franke και οι συνεργάτες της, ύστερα από παρατήρηση σχολικών μαθημάτων, καταλήγουν στο ότι ο εκπαιδευτικός χρειάζεται να αυτοσχεδιάσει και να πάρει αποφάσεις εκείνη τη στιγμή ανάλογα με την πορεία της συζήτησης. Αυτό δε σημαίνει ότι οι παραπάνω τεχνικές δεν είναι χρήσιμες, ωστόσο, δεν μπορεί από μόνες τους να εξασφαλίσουν την επιτυχία μιας μαθηματικής συζήτησης (Franke et al, 2015). Επίσης, σε άλλη δημοσίευση της συγκεκριμένης ερευνητικής ομάδας (Webb et al, 2014) αναφέρεται ότι μεγαλύτερη σημασία από τις αρχικές κινήσεις των εκπαιδευτικών

έχουν οι μετέπειτα κινήσεις τους (follow up) και αυτές ουσιαστικά καθορίζουν την ποιότητα αλλά και τη διάρκεια των μαθηματικών συζητήσεων που εν τέλει προκύπτουν.

Όπως είναι αναμενόμενο, ανεξάρτητα από την ύπαρξη σχετικών εγχειριδίων όπου προτείνονται κατευθυντήριες γραμμές (Pallot & Pratt, 2007), είναι σαφές ότι δεν μπορεί να προσδιοριστεί με ακρίβεια ένα σύνολο ενεργειών που αν το ακολουθήσει ο εκπαιδευτικός θα εξασφαλίσει με σιγουριά την ανάπτυξη μιας «επιτυχημένης» μαθηματικής συζήτησης. Ωστόσο, ο ρόλος του εκπαιδευτικού δεν παύει και πάλι να είναι καθοριστικός, όπως φάνηκε και σε πρόσφατη έρευνα (Murata et al, 2016). Σε αυτή διαπιστώθηκε ότι διαφορετικοί εκπαιδευτικοί, μολονότι δεσμεύτηκαν να εφαρμόσουν στις τάξεις τους κοινά συμφωνημένες στρατηγικές (κινήσεις συζήτησης), οδήγησαν με τις επιμέρους ενέργειές τους στην ανάπτυξη διαφορετικού τύπου συζητήσεων που δεν ωφέλησαν εξίσου τους μαθητές. Επιπλέον, είναι σύνηθες, όπως έδειξε η έρευνα του Bennett (2010), οι ίδιοι οι εκπαιδευτικοί να μην αντιλαμβάνονται ρεαλιστικά τις επιπτώσεις που δημιουργούν οι ενέργειές τους στην ποιότητα της μαθηματικής επικοινωνίας που αναπτύσσεται στην τάξη, με αποτέλεσμα να υπάρχει αναντιστοιχία ανάμεσα στις επιδιώξεις τους και στο τι πραγματικά συμβαίνει.

1.3.1.5 Κοινωνικές - Κοινωνικο-μαθηματικές νόρμες

Πέρα από τις παραπάνω προσεγγίσεις του ζητήματος, υπάρχουν αρκετές θεωρητικές κυρίως μελέτες, οι οποίες προτείνουν ένα σύνολο κανόνων – νορμών διαλόγου που όταν ακολουθούνται σωστά φαίνεται πως δημιουργούν κατάλληλες προϋποθέσεις για τη διεξαγωγή μιας εποικοδομητικής συζήτησης (Mullin, 2018 ` Tarbell, 2017).

Οι νόρμες αυτές δημιουργούν αυτό που ο Hammer και οι συνεργάτες του αποκαλούν πλαίσιο (frame), δηλαδή ένα σύνολο από προσδοκίες που διαμορφώνουν τα άτομα σε σχέση με την κατάσταση που καλούνται να συμμετάσχουν και με βάση το οποίο αντιλαμβάνονται το πώς πρέπει να ενεργήσουν μέσα στο πλαίσιο αυτό. Το πλαίσιο καθορίζει τους τρόπους με τους οποίους τα άτομα αναμένεται να αλληλεπιδράσουν κατά τη διάρκεια της συζήτησης (κοινωνικό επίπεδο – social level), καθώς και το είδος των γνώσεων – συνεισφορών που κρίνονται αποδεκτές - επιθυμητές στο πλαίσιο της συζήτησης αυτής (επιστημολογικό επίπεδο – epistemological level) (Pimentel & McNeill, 2013).

Οι νόρμες αυτές ουσιαστικά αποτελούν προτάσεις (καλές πρακτικές) που κάνουν επιστήμονες που συμμετείχαν σε προγράμματα καλλιέργειας δεξιοτήτων συζήτησης (Monaghan, 2005). Ενδεικτική είναι η ακόλουθη λίστα κανόνων που προτείνουν οι Grugeon & Hubbart (2006) στην εργασία τους:

- να ενθαρρύνονται όλα τα άτομα να συμμετέχουν στο διάλογο
- οι συνεισφορές όλων των ατόμων να αντιμετωπίζονται με σεβασμό από την ομάδα
- είναι σημαντικό όλες οι προτάσεις που εκφέρονται να αιτιολογούνται επαρκώς

- τα άτομα χρειάζεται να είναι πρόθυμα να δεχτούν την αμφισβήτηση των λεγομένων τους
- να εξετάζονται όλες οι εναλλακτικές ιδέες πριν τη λήψη μιας απόφασης
- να διαμοιράζεται οποιαδήποτε πληροφορία σχετική με το υπό εξέταση θέμα
- η ομάδα να επιδιώκει να οδηγηθεί σε μια συμφωνία

Στη σχετική βιβλιογραφία τονίζεται ότι οι εν λόγω κοινωνικές νόρμες είναι ωφέλιμες όταν συνδιαμορφώνονται από τον εκπαιδευτικό και τους μαθητές και όχι όταν επιβάλλονται εκ των προτέρων. Επιπρόσθετα, επισημαίνεται ότι η παραπάνω διαδικασία είναι συνεχής και είναι σύνηθες να γίνεται επαναδιαπραγμάτευση των νορμών στην πορεία (Mullin, 2018).

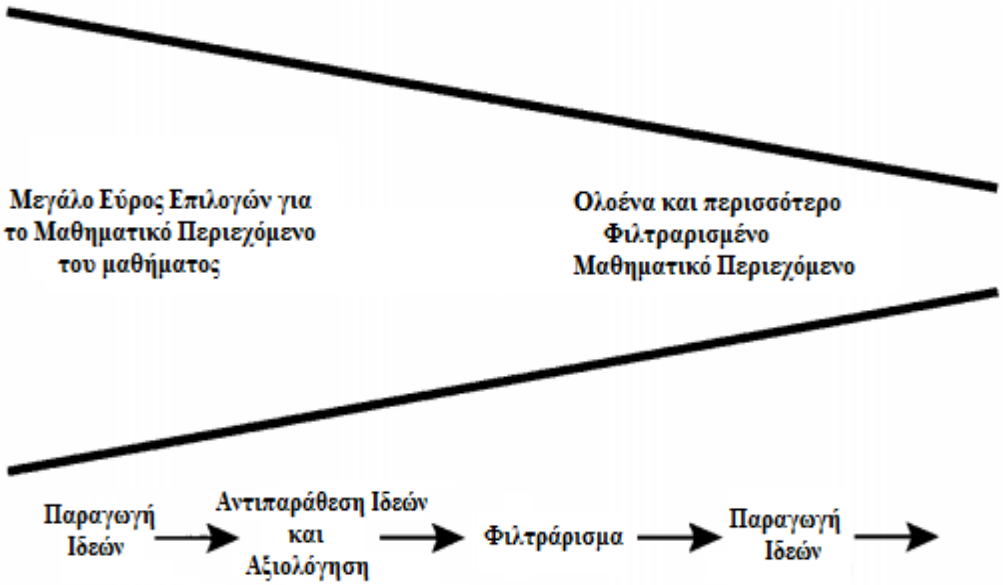
Ταυτόχρονα, εκτός από νόρμες συμπεριφοράς που θα καθορίζουν τον τρόπο συμμετοχής των μαθητών στις συζητήσεις γενικά, είναι εξίσου σημαντικό να αποσαφηνιστεί το ζήτημα του τι συνιστά μαθηματική συζήτηση και να δημιουργηθούν αντίστοιχες νόρμες που να σκιαγραφούν επιθυμητούς τρόπους με τους οποίους οι μαθητές μπορούν να συνεισφέρουν μαθηματική στη συζήτηση (Cirillo, 2013). Σχετική με το παραπάνω είναι έρευνα των Tatsis & Koleza (2008), οι οποίοι μέσα από την παρατήρηση ζευγαριών φοιτητών κατά τη διαδικασία συνεργατικής επίλυσης προβλημάτων, ανέδειξαν ορισμένες κοινωνικο-μαθηματικές νόρμες που φάνηκε να υιοθετούνται από τους συμμετέχοντες. Ως τέτοιες, ενδεικτικά αναφέρονται η νόρμα της μη-αμφισημίας (non-ambiguity norm) οπότε και θεωρείται ως αναμενόμενο οι μαθηματικές εκφράσεις που χρησιμοποιούνται να μην περιέχουν αμφισημίες και να μπορούν να γίνονται κατανοητές από ένα «τρίτο» πρόσωπο, καθώς και η νόρμα της μαθηματικής αιτιολόγησης (jusitification norm) οπότε θεωρείται ως αναμενόμενο πριν την απόφαση για την εφαρμογή κάποιας μαθηματικής μεθόδου να παρέχονται επεξηγήσεις που να δικαιολογούν τη συγκεκριμένη επιλογή.

1.3.1.6 Τελικές επισημάνσεις

Έμφαση στη διαδικασία της συζήτησης ή στο μαθηματικό περιεχόμενο;

Όπως έχει ήδη γίνει αντιληπτό από τα παραπάνω, στις περιπτώσεις που γίνεται χρήση μαθηματικών συζητήσεων στην τάξη, ο εκπαιδευτικός συνήθως βρίσκεται αντιμέτωπος με την ακόλουθη κατάσταση. Από τη μία πλευρά, υπάρχει η απαίτηση η συζήτηση να πηγάζει από τις ιδέες των μαθητών, ενώ από την άλλη οι συζητήσεις που θα προκύψουν πρέπει να προάγουν μαθηματική γνώση (να υπάρχει στοιχειώδης συνάφεια με το μαθηματικό περιεχόμενο των προγραμμάτων σπουδών). Με άλλα λόγια, ο εκπαιδευτικός καλείται να αποφασίσει αν θα δοθεί έμφαση στη διαδικασία της μαθηματικής συζήτησης (ανάδειξη των ιδεών των μαθητών) ή στο περιεχόμενο της μαθηματικής συζήτησης και να πάρει αποφάσεις ώστε να εξισορροπήσει την κατάσταση (Sherin, 2002).

Σε αυτές τις περιπτώσεις είναι σημαντική η παρέμβαση του εκπαιδευτικού, ο οποίος καλείται από ένα μεγάλο εύρος επιλογών για μαθηματικό περιεχόμενο (όπως αυτές προκύπτουν από τις ιδέες που οι μαθητές παρουσιάζουν στην αρχή της συζήτησης) να καταλήξει σε ένα πολύ μικρότερο (και διαχειρίσμο) εύρος επιλογών, ακολουθώντας μια διαδικασία αντιπαράθεσης ιδεών και αξιολόγησής τους. Το παραπάνω φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί, το οποίο συνιστά μια αναπαράσταση του μοντέλου φιλτραρίσματος του μαθηματικού περιεχομένου που προτείνει η Sherin (2002, p.226).



Εικόνα 7: Σχηματική αναπαράσταση του μοντέλου φιλτραρίσματος του μαθηματικού περιεχομένου της Sherin

1.3.2 Απολογισμός (debriefing)

Όπως αναφέρθηκε στην αρχή του κεφαλαίου, ένα μέρος των συζητήσεων που έλαβαν χώρα στο πλαίσιο της παρούσας διδακτικής παρέμβασης, είχαν χαρακτήρα απολογιστικό, δηλαδή έγιναν προκειμένου οι μαθητές να συζητήσουν πάνω στην εμπειρία που είχαν παίζοντας παρτίδες NIM. Ο «απολογισμός» (debriefing) αποτελεί το αντικείμενο ενδιαφέροντος στη συνέχεια του παρόντος κεφαλαίου.

1.3.2.1 Εννοιολογική αποσαφήνιση του όρου «απολογισμός»

Ο απολογισμός (debriefing) αποσκοπεί στο να παρακινήσει τους μαθητές να σκεφτούν πάνω στην εμπειρία που αποκόμισαν παίζοντας. Είναι μια διαδικασία που υποστηρίζει τους μαθητές στην προσπάθειά τους να κάνουν ανασκόπηση του παιχνιδιού και να αναλύσουν τα σημαντικά γεγονότα που έλαβαν χώρα κατά τη διάρκειά του. Μέσα από τις απολογιστικές συζητήσεις είναι δυνατό να ελεγχθεί και να επιβεβαιωθεί η ορθότητα της γνώσης που προέκυψε, να εντοπιστούν πιθανές παρερμηνείες και να διορθωθούν

παρανοήσεις. Επιπλέον, δίνεται η ευκαιρία στους συμμετέχοντες να αντιληφθούν ότι η παιγνιώδης δραστηριότητα συνδέεται με άλλες πτυχές της ζωής τους και επομένως, να δοκιμάσουν να εφαρμόσουν τις νέες τους εμπειρίες σε διαφορετικά πλαίσια εκτός παιχνιδιού (Bilgin, Baek & Park, 2015). Γενικότερα, ο στόχος του απολογισμού συνήθως είναι να γεφυρώσει την απόσταση που υπάρχει ανάμεσα στο να «βιώνω μια εμπειρία» και το «βγάζω νόημα από μια εμπειρία» (Fanning & Gaba, 2007).

Ο απολογισμός μπορεί να γίνει κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού (in-game debriefing) ή μετά την ολοκλήρωσή του (post-game debriefing). Επιπλέον ο απολογισμός μπορεί να λάβει χώρα είτε σε ατομικό επίπεδο ή στο πλαίσιο μιας ομάδας ατόμων που συζητούν για την κοινή τους εμπειρία. Είναι πιθανόν η ενασχόληση των μαθητών με τη διαδικασία του απολογισμού να γίνει με τη συμβολή της τεχνολογίας, χωρίς κάτι τέτοιο να είναι πάντα απαραίτητο. Το ίδιο ισχύει και με τις υποστηρικτικές δομές, που μπορεί να υπάρχουν (facilitated debriefing) αλλά μπορεί και να απουσιάζουν παντελώς (self debriefing) (Bilgin, Baek & Park, 2015)

- Δομικά Συστατικά του Απολογισμού κατά τη Lederman

Οι ερευνητές που ασχολούνται με τη διαδικασία του απολογισμού (debriefing), παρά τις διαφορές στην προσέγγιση τους, φαίνεται να αποδέχονται τα βασικά δομικά συστατικά που πρώτη προσδιόρισε η Lederman και φαίνονται στη λίστα που ακολουθεί:

1. Το άτομο που κάνει τον απολογισμό (debriefer)
2. Τα άτομα (οι πράξεις των οποίων) γίνονται αντικείμενο απολογισμού
3. Η εμπειρία
4. Η επίπτωση που έχει η εμπειρία αυτή
5. Η ανακατασκευή της εμπειρίας και ο στοχασμός πάνω σε αυτή (recollection)
6. Η αναφορά (report)
7. Ο χρόνος

Σύμφωνα με τη Lederman, στη διαδικασία του απολογισμού υπάρχουν τα άτομα που τον κάνουν (debriefers), καθώς και εκείνα (όχι απαραίτητα διαφορετικά άτομα) οι εμπειρίες - δράσεις των οποίων γίνονται το αντικείμενο συζήτησης και στοχασμού. Πρόσθετα δομικά συστατικά είναι η ίδια η εμπειρία (π.χ. η ενασχόληση με ένα ηλεκτρονικό παιχνίδι) καθώς και η επίπτωση που είχε η εμπειρία αυτή στους συμμετέχοντες. Επιπρόσθετα, κατά τον απολογισμό υπάρχει το στοιχείο της ανάμνησης – ανακατασκευής της εμπειρίας (recollection) και φυσικά η αναφορά (report) η οποία συνήθως γίνεται προφορικά ή σε γραπτό κείμενο. Η χρονική στιγμή που λαμβάνει χώρα ο απολογισμός (π.χ. άμεσα ή με κάποια καθυστέρηση) είναι το τελευταίο δομικό συστατικό σύμφωνα με την Lederman (Fanning & Gaba, 2007).

- Μοντέλο Ανασκόπησης EIAG.

Ένα από τα πιο γνωστά μοντέλα ανασκόπησης (debriefing models) είναι το EIAG. Πρόκειται για ακρωνύμιο που προκύπτει από τις λέξεις «Βίωσε» (Experience), «Προσδιόρισε» (Identity), «Ανάλυσε» (Analyze) και «Γενίκευσε» (Generalize), οι οποίες και συνιστούν ουσιαστικά διαδοχικά στάδια της απολογιστικής διαδικασίας. Στο πρώτο στάδιο οι μαθητές καλούνται να προσδιορίσουν τους στόχους τους, να εκφράσουν τις ανησυχίες τους, να δηλώσουν το κατά πόσον αισθάνονται άνετα ή όχι καθώς και πώς χειρίζονται την όλη κατάσταση. Στο δεύτερο στάδιο περιγράφουν αναλυτικά την εμπειρία συμμετοχής τους στο παιχνίδι, απαντώντας σε ερωτήσεις του τύπου «τι είδες και τι άκουσες στο παιχνίδι», «τι έκανες σε αυτήν την περίπτωση» κ.λπ. Στο τρίτο στάδιο, οι μαθητές καλούνται να σκεφτούν ποιες μεταβλητές έκαναν την εμπειρία τους ευχάριστη ή δυσάρεστη, απαντώντας σε ερωτήσεις του τύπου «τι προβλήματα συνάντησες και πώς τα αντιμετώπισες» «ποιες στρατηγικές φάνηκε να δουλεύουν και ποιες όχι – για ποιο λόγο νομίζεις ότι έγινε αυτό». Στο τελευταίο στάδιο οι μαθητές καλούνται να εξάγουν γενικά συμπεράσματα που να έχουν ισχύ και εκτός του περιβάλλοντος του παιχνιδιού, απαντώντας σε ερωτήσεις όπως «τι αποκόμισες από την όλη εμπειρία;» « τι καινούριο έμαθες που δεν ήξερες προηγουμένως;» «υπάρχει κάτι που έμαθες και μπορείς να το χρησιμοποιήσεις την καθημερινή σου ζωή;» (Bilgin, Baek & Park, 2015).

1.3.2.2 Θεωρητικά οφέλη από την εμπλοκή σε απολογιστικές συζητήσεις

Υπάρχουν αρκετοί θεωρητικοί λόγοι που καθιστούν απαραίτητη την ύπαρξη μιας συζήτησης απολογιστικού χαρακτήρα (debriefing) μετά την ολοκλήρωση ενός παιχνιδιού. Καταρχήν, οι συμμετέχοντες, σε αρκετές περιπτώσεις, φαίνεται να δυσκολεύονται να επεξεργαστούν τα δεδομένα από την εμπειρία τους από τη συμμετοχή τους σε ένα παιχνίδι και να μην μπορούν εύκολα να εξάγουν συμπεράσματα γενικεύσιμα σε άλλες (εκτός παιχνιδιού) καταστάσεις. Αυτό μπορεί να οφείλεται τόσο σε περιορισμούς στο γνωστικό δυναμικό των συμμετεχόντων όσο και στο ίδιο το παιχνίδι, το οποίο μπορεί να είναι σχεδιασμένο με τρόπο που να μην αναδεικνύει άμεσα τις συνδέσεις ανάμεσα στο παιχνίδι και σε παρόμοιες καταστάσεις της καθημερινής ζωής. Επιπλέον, συνήθως οι συμμετέχοντες σχηματίζουν μια υποκειμενική, γενική και μη ολοκληρωμένη εικόνα σχετικά με το τι ακριβώς συνέβη κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού. Η απολογιστική συζήτηση δίνει την ευκαιρία στους συμμετέχοντες να βελτιώσουν τη θεώρησή τους, αφού έρχονται σε επαφή με τις υποκειμενικές εικόνες των υπολοίπων και έτσι αντιλαμβάνονται τους περιορισμούς της δικής τους οπτικής (Peters, Vissers & van der Meer, 1998).

1.3.2.3 Ο ρόλος του εκπαιδευτικού σε διαδικασίες απολογισμού

Το άτομο που αναλαμβάνει το ρόλο του μεσολαβητή (facilitator) σε μια απολογιστική συζήτηση, ουσιαστικά αναλαμβάνει το έργο να κατευθύνει τη συζήτηση και ξεκινώντας

από την υποκειμενική αντίληψη που εκφράζει κάθε άτομο σχετικά με την εμπειρία που βίωσε, να φτάσει σε πιο γενικές και κατά το δυνατόν αντικειμενικές ερμηνείες που να αφορούν όχι μόνο το άτομο αλλά την ομάδα ως σύνολο (Fanning & Gaba, 2007).

Ο συντονιστής μιας απολογιστικής συνεδρίας μπορεί να επιλέξει ανάμεσα από ένα πλήθος τεχνικών εκείνες που θεωρεί ότι ανταποκρίνονται στις ανάγκες της ομάδας που κάνει απολογισμό. Συνήθως η επιλογή σχετίζεται με το βαθμό στον οποίο ο συντονιστής επιδιώκει να έχει ο ίδιος τον έλεγχο της απολογιστικής συζήτησης. Έτσι, ένας συντονιστής που θέλει να έχει διακριτική παρουσία, δίνοντας περισσότερο χώρο και πρωτοβουλία στους συμμετέχοντες, χρησιμοποιεί συχνά τις παύσεις προκειμένου να υπάρχει χρόνος για περισσότερη σκέψη, ενώ προτιμάει τις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου. Ένας συντονιστής πιο παρεμβατικός χρησιμοποιεί την τεχνική της αναδιατύπωσης των λεγομένων ενός ατόμου, διατυπώνει συχνά ερωτήσεις προκειμένου να κατευθύνει προς ένα επιθυμητό δρόμο τη συζήτηση και παρακινεί τους συμμετέχοντες να σχολιάζουν ο ένας τα λεγόμενα του άλλου. Τέλος, ένας συντονιστής που ασκεί υψηλό έλεγχο στην απολογιστική συζήτηση, θέτει περισσότερες κλειστού τύπου – κατευθυντικές ερωτήσεις, συχνά επαναλαμβάνει ή και δίνει προεκτάσεις στις απαντήσεις των συμμετεχόντων, ενώ σε πιο ακραίες περιπτώσεις δίνει ο ίδιος απαντήσεις στις ερωτήσεις που θέτει, κάνει ανακεφαλαιώσεις της συζήτησης και ενισχύει συγκεκριμένες ιδέες και σκέψεις (Fanning & Gaba, 2007).

- Διαφοροποίηση απολογισμού ανάλογα με το παιχνίδι

Σε άρθρο τους οι Peters, Vissers & van der Meer (1998) επισημαίνουν ότι ο απολογισμός (debriefing) που λαμβάνει χώρα μετά την ολοκλήρωση του παιχνιδιού διαφοροποιείται ανάλογα με το χαρακτήρα του παιχνιδιού. Στο συγκεκριμένο άρθρο, οι ερευνητές χρησιμοποιούν δύο βασικές ερωτήσεις και με βάση αυτές ταξινομούν τα παιχνίδια σε τέσσερις διακριτές κατηγορίες. Χρησιμοποιώντας την ερώτηση "υπάρχουν σαφώς ορισμένα κριτήρια επίδοσης;" χωρίζουν τα παιχνίδια σε εκείνα που έχουν συγκεκριμένους στόχους (κλειστά) και σε αυτά που δεν έχουν σαφώς διατυπωμένους στόχους (ανοιχτά). Με την ερώτηση "ποιος είναι αυτός που μαθαίνει διαμέσου του παιχνιδιού;" διαχωρίζονται τα παιχνίδια διαμέσου των οποίων μαθαίνουν - αναπτύσσονται οι συμμετέχοντες και εκείνα που επωφελείται κάποιο τρίτο πρόσωπο καθώς παρατηρεί τους συμμετέχοντες που παίζουν (π.χ. κάποιος ερευνητής). Οι παραπάνω συγγραφείς θεωρούν ότι η μορφή που παίρνει η απολογιστική συζήτηση είναι διαφορετική για κάθε έναν από τους τύπους παιχνιδιών που μόλις αναφέρθηκαν.

Υιοθετώντας μια παρόμοια προσέγγιση (διαχωρισμός παιχνιδιών σε ανοιχτού και κλειστού τύπου), οι Fanning & Gaba (2007) επισημαίνουν τις διαφορές που συνήθως έχουν οι απολογιστικές συνεδρίες μετά την ολοκλήρωση των παιχνιδιών. Στις περιπτώσεις παιχνιδιών όπου υπάρχουν σαφώς καθορισμένοι μαθησιακοί στόχοι, η απολογιστική συνεδρία συνήθως αξιοποιείται για να γίνει έλεγχος του κατά πόσον οι συμμετέχοντες κατέκτησαν τους συγκεκριμένους στόχους, καθώς επίσης και να προσδιοριστούν οι

ενέργειες εκείνες που θα βοηθήσουν στο να συμβεί κάτι τέτοιο. Από την άλλη, στις περιπτώσεις παιχνιδιών ανοιχτού τύπου (χωρίς αυστηρά καθορισμένους στόχους και γνωστικό περιεχόμενο) ο απολογισμός έχει χαρακτήρα διερευνητικό, οπότε και οι συμμετέχοντες συζητούν για τον τρόπο με τον οποίο εξελίχθηκε το παιχνίδι, για τις νέες στρατηγικές που δοκίμασαν και για εναλλακτικούς τρόπους προσέγγισης του παιχνιδιού.

Βάσει των παραπάνω, το παιχνίδι NIM θα μπορούσε να τοποθετηθεί στην κατηγορία παιχνιδιών που δεν έχουν εξ αρχής καθορισμένους στόχους και από τα οποία επωφελούνται οι ίδιοι οι συμμετέχοντες. Πρόκειται για την περίπτωση παιχνιδιών όπου οι συμμετέχοντες δεν γνωρίζουν εκ των προτέρων πώς πρέπει να δράσουν και δεν ξέρουν ποιες είναι οι καλύτερες επιλογές σε κάθε περίσταση. Έτσι, κατά τον απολογισμό, είναι φυσιολογικό οι συμμετέχοντες να συζητάνε για τις διαφορετικές στρατηγικές που χρησιμοποίησαν και τις επιπτώσεις που είχαν στην επίδοσή τους στο παιχνίδι. Επίσης, οι συμμετέχοντες προσδιορίζουν κομβικά σημεία στην εξέλιξη του παιχνιδιού και προσπαθούν να εντοπίσουν τη δική τους συνεισφορά στο παιχνίδι. Πρόκειται για μια αρκετά απαιτητική μορφή απολογιστικής συζήτησης, καθώς η έλλειψη σαφώς καθορισμένων κριτηρίων, σημαίνει ότι θα υπάρχει πλήθος διαφορετικών και συχνά αντικρουόμενων συνεισφορών από τους συμμετέχοντες, οι οποίες και θα πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη και να εξεταστούν με προσοχή (Peters, Vissers & van der Meer, 1998).

1.3.2.4 Εμπειρικά δεδομένα

Από προσωπική του εμπειρία, ο Crookall αναφέρει ότι σε αρκετές περιπτώσεις που οι μαθητές του ασχολήθηκαν με σοβαρά ηλεκτρονικά παιχνίδια, η φάση του απολογισμού (debriefing) διήρκησε περισσότερο από το ίδιο το παιχνίδι. Μάλιστα, ο ίδιος παρατηρεί ότι οι μαθητές συνήθως αντιμετωπίζουν πολύ σοβαρά την απολογιστική συζήτηση και καταβάλλουν σημαντική προσπάθεια κατά τη συμμετοχή τους σε αυτήν (Crookall, 2010).

Οι Bilgim, Baek & Park (2015), χρησιμοποίησαν το εκπαιδευτικό παιχνίδι Moshi Monsters για διάστημα 9 εβδομάδων με μαθητές της 6ης βαθμίδας του δημοτικού. Το ενδιαφέρον της έρευνας ήταν στραμμένο στη διαδικασία του απολογισμού και στο πώς επηρεάζει το κίνητρο των μαθητών αλλά και την αίσθηση αυτεπάρκειας (self-efficacy). Οι 62 συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε 4 διαφορετικές ομάδες, ανάλογα με το αν η απολογιστική διαδικασία γινόταν κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού ή μετά την ολοκλήρωσή του και ανάλογα με το αν είχε ατομικό χαρακτήρα ή γινόταν στο πλαίσιο ομάδας. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι υψηλότερα σκορ τόσο στο κομμάτι της αυτεπάρκειας όσο και στο κομμάτι των κινήτρων σημείωσαν οι μαθητές που έκαναν ομαδικό απολογισμό, καθώς και εκείνοι που έκαναν απολογισμό κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού.

Τέλος, ο Jong και συνεργάτες του (Jong et al, 2010), χρησιμοποιούν την τεχνική του απολογισμού (debriefing) ως αναπόσπαστο κομμάτι της προσέγγισής τους, σχετικά με την αξιοποίηση της online ψηφιακής πλατφόρμας “Learning Villages”. Οι μαθητές τους καλούνται μετά την ολοκλήρωση κάθε επιμέρους παιχνιδιού στο οποίο συμμετείχαν, να

κρατήσουν σημειώσεις στο ημερολόγιό τους και να καταγράψουν τις σκέψεις τους πάνω στην εμπειρία που είχαν. Επιπλέον, μετά την ολοκλήρωση του συνόλου της διδακτικής παρέμβασης οι μαθητές παραδίδουν γραπτή αναφορά στην οποία αναφέρουν τις εντυπώσεις τους από τη συνολική μαθησιακή εμπειρία.

1.3.3 Αυτο-επεξηγήσεις

Η επεξήγηση συνιστά μια ξεχωριστή περίπτωση, η οποία διαφοροποιείται από το επιχείρημα. Όπως επισημαίνει η Yackel (2001), οι επεξηγήσεις χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις που η μαθηματική σκέψη ενός ατόμου δεν έχει γίνει άμεσα αντιληπτή από τους υπόλοιπους συνομιλητές, οπότε και χρειάζεται το άτομο να δώσει περαιτέρω στοιχεία για να γίνει η σκέψη του περισσότερο συγκεκριμένη και κατανοητή στους άλλους.

1.3.3.1 Εννοιολογική αποσαφήνιση του όρου

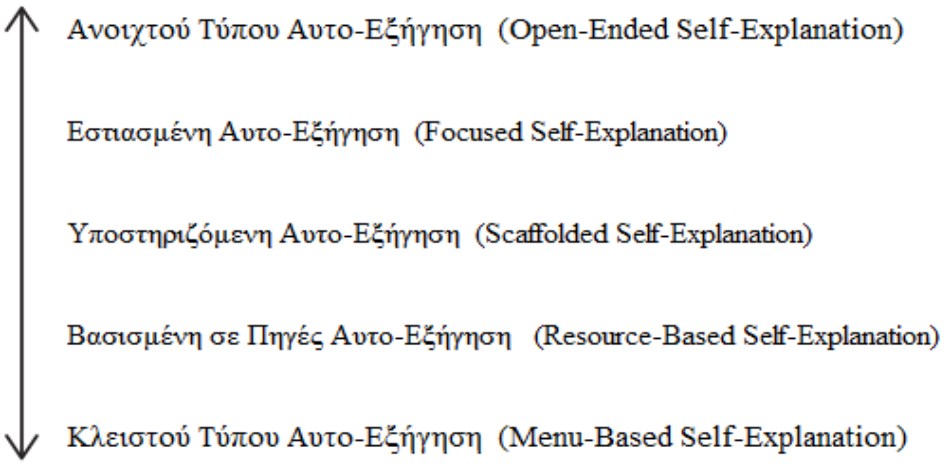
Ως αυτό-επεξήγηση (self-explanation) ορίζεται η διαδικασία στην οποία προβαίνει ένα άτομο όταν εκτίθεται σε νέες πληροφορίες, κατά την οποία επιχειρεί να εξηγήσει στον εαυτό του τις πληροφορίες αυτές και να τους αποδώσει κάποιο νόημα (Durkin, 2011). Ο Siegler (2002, p.37) ορίζει τις αυτό-επεξηγήσεις ως συμπεράσματα σχετικά με αιτιώδεις συσχετίσεις που υπάρχουν ανάμεσα σε αντικείμενα και γεγονότα. Οι εξηγήσεις μπορεί να αφορούν πως κάποιες διαδικασίες οδηγούν σε συγκεκριμένα αποτελέσματα, πώς κάποιο στοιχείο - παράμετρος επηρεάζει τον τρόπο λειτουργίας του συστήματος στο οποίο ανήκει κ.λπ. Οι αυτό-εξηγήσεις, ουσιαστικά, είναι οι απαντήσεις που δίνει το άτομο στον εαυτό του, σχετικά με το «πώς» και το «γιατί» ενός φαινομένου που παρατηρεί.

Οι αυτό-επεξηγήσεις είναι μια γνωστική στρατηγική που χρησιμοποιείται με στόχο να υποστηρίξει τους μαθητές στο να εμπλακούν ενεργά με το μαθησιακό υλικό. Διατυπώνοντας επεξηγήσεις, οι μαθητές στοχάζονται σε μεγαλύτερο βάθος πάνω στο υλικό, κάνουν λογικούς συλλογισμούς, εξάγουν συμπεράσματα και προβαίνουν σε γενικεύσεις. Επιπλέον, η διαδικασία επιτρέπει στους μαθητές να εντοπίσουν προϋπάρχουσες παρανοήσεις και να επιδιορθώσουν ακολούθως τα νοητικά τους μοντέλα (Wylie & Chi, 2014).

Η διατύπωση επεξηγήσεων μπορεί να γίνει με πολλούς διαφορετικούς τρόπους, κάτι που επιβεβαιώνει η βιβλιογραφική ανασκόπηση των Wylie & Chi (2014), από την οποία και προκύπτει ότι υπάρχουν αρκετές παραλλαγές στον τρόπο που εφαρμόζεται ερευνητικά η συγκεκριμένη στρατηγική. Καταρχήν, οι αυτό-επεξηγήσεις συνήθως εκφέρονται προφορικά από τους μαθητές (π.χ. μέσω της χρήσης της τεχνικής ομιλούντος υποκειμένου – think aloud protocol). Ωστόσο, η αξιοποίηση του ηλεκτρονικού υπολογιστή επιτρέπει στους μαθητές να χρησιμοποιούν το γραπτό λόγο και να πληκτρολογούν τις εξηγήσεις τους.

Γενικά, υπάρχουν δυο βασικές κατηγορίες προτροπών αυτό-επεξήγησης (self-explanation prompts): οι δομημένες και οι μη δομημένες. Στην πρώτη περίπτωση η

προσοχή εστιάζεται σε συγκεκριμένο περιεχόμενο και ο μαθητής καλείται να επιλέξει ανάμεσα σε ένα σύνολο από προτεινόμενες επεξηγήσεις. Στη δεύτερη περίπτωση (μη δομημένες) δε παρέχεται αντίστοιχη στήριξη και ο μαθητής καλείται μόνος του να διατυπώσει μια επεξήγηση (MacLoughlin, 2018 ` Killingsworth, Clark & Adams, 2015).



Εικόνα 8 : Το συνεχές (continuum) με τις διαφορετικές μορφές αυτό-εξήγησης

Στο παραπάνω διάγραμμα σχηματοποιούνται με τη βοήθεια ενός συνεχούς, οι διάφορες παραλλαγές επεξηγήσεων που μπορεί να προκύψουν. Στο ένα άκρο του συνεχούς, βρίσκονται οι ανοιχτού τύπου αυτό-επεξηγήσεις (open-ended self-explanations), στις οποίες γίνεται απλώς υποκίνηση των μαθητών να εκφράσουν δυνατά τις σκέψεις τους, χωρίς την παροχή καμίας επιπλέον υποστηρικτικής δομής. Στο άλλο άκρο του συνεχούς, βρίσκονται οι κλειστού τύπου αυτό-επεξηγήσεις (menu-based self-explanations), στις οποίες οι μαθητές διαλέγουν εξηγήσεις από ένα (μικρό συνήθως) σύνολο διαθέσιμων προτάσεων - επιλογών που τους παρέχεται. Ανάμεσα στα δύο άκρα, υπάρχουν ενδιάμεσες καταστάσεις. Υπάρχουν περιπτώσεις, όπου οι μαθητές καλούνται να διατυπώσουν τις επεξηγήσεις τους, με την προτροπή να δώσουν έμφαση σε κάποιο συγκεκριμένο στοιχείο της διδασκαλίας (focused self-explanations). Μια πιο δομημένη παραλλαγή είναι οι υποστηριζόμενες αυτό-επεξηγήσεις (scaffolded self-explanations) όπου υπάρχουν έτοιμες δομές (π.χ. επεξηγηματικές φόρμες) και οι μαθητές απλώς συμπληρώνουν κενά (Wylie & Chi, 2014).

Σύμφωνα με τον O'Neil και συνεργάτες, η διατύπωση αυτο-επεξηγήσεων πιθανόν απορροφά ένα μεγάλο μέρος από τους διαθέσιμους πόρους που χρησιμοποιεί ο μαθητής, ο οποίος ήδη είναι επιβαρυμένος αφού επεξεργάζεται τα δεδομένα που προκύπτουν από τη συμμετοχή του στο παιχνίδι. Έτσι, η παροχή μίας λίστας επιλογής πιθανών επεξηγήσεων είναι μια εναλλακτική, η οποία εκτός του ότι περιορίζει το βάρος επεξεργασίας για το μαθητή, εξασφαλίζει ότι η σκέψη δε θα οδηγηθεί σε λάθος συλλογισμούς, ενώ επίσης σχεδιαστικά είναι πιο εύκολο από το να χειριστεί κάποιος ανοιχτού τύπου αυτο-επεξηγήσεις που διατυπώνουν οι μαθητές (Killingsworth, Clark & Adams, 2015).

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας οι μαθητές κλήθηκαν να διατυπώσουν επεξηγήσεις τόσο προφορικά, όσο και γραπτά μέσα στο περιβάλλον ηλεκτρονικού υπολογιστή. Επιπλέον, οι μαθητές διατύπωσαν τις επεξηγήσεις τους τόσο ατομικά, όσο και

ομαδικά, στο πλαίσιο συζητήσεων στην ολομέλεια της τάξης. Όσον αφορά το ζήτημα της δοθείσας υποστήριξης, προτιμήθηκε να μην υπάρξουν υποστηρικτικές δομές και οι επεξηγήσεις των μαθητών να έχουν ανοιχτό χαρακτήρα (open-ended), μολονότι μια πιο δομημένη προσέγγιση, θα εξασφάλιζε σε μεγάλο βαθμό την ύπαρξη πιο εστιασμένων και πιο συναφών (με το υπό μελέτη θέμα) επεξηγήσεων. Ο λόγος που έγινε η παραπάνω επιλογή είναι ότι η μελέτη επιχειρεί να διαπιστώσει αν η προτεινόμενη διδακτική παρέμβαση μπορεί να οδηγήσει στην εμφάνιση μαθηματικών συλλογισμών και σκέψης από την πλευρά των μαθητών. Τυχόν υποστήριξη στη διατύπωση επεξηγήσεων (π.χ. μέσω παροχής μίας λίστας επιλογών) εκτός του ότι θα απέτρεπε τους μαθητές από το προσπαθήσουν να σκεφτούν βαθύτερα, θα έδινε μια λανθασμένη εκτίμηση της επίδρασης της παρέμβασης, αφού δεν είναι σίγουρο ότι οι μαθητές θα σκέφτονταν μόνοι τους τις δοθείσες επιλογές - εξηγήσεις.

1.3.3.2 Θεωρητικά οφέλη και περιορισμοί

Σύμφωνα με τη Legare (2014), η διατύπωση επεξηγήσεων, βοηθάει τους μαθητές να σκέφτονται λογικά και να συνδέουν τις νέες πληροφορίες με την προγενέστερη γνώση που φέρουν. Επιπλέον, τους εισαγάγει στο να σκέφτονται επιστημονικά, αφού οι μαθητές στην προσπάθειά τους να εξηγήσουν κάτι, κάνουν προβλέψεις, διατυπώνουν υποθέσεις και επιχειρούν να ανακαλύψουν αιτιώδεις σχέσεις ανάμεσα σε μεταβλητές. Μάλιστα, θεωρεί ότι περισσότερο ωφέλιμες είναι οι καταστάσεις όπου οι μαθητές καλούνται να εξηγήσουν κάτι που έρχεται σε σύγκρουση με τις προηγούμενες εμπειρίες τους, κάτι που είναι μη αναμενόμενο και ανατρεπτικό.

Σύμφωνα με την Chi και συνεργάτες της (Chi et al, 1989) κατά την επίλυση προβλημάτων, οι αυτό-επεξηγήσεις που διατυπώνουν οι μαθητές αποκαλύπτουν το βαθμό που έχουν (ή δεν έχουν) τις συνθήκες που απαιτούνται για την εφαρμογή μιας συγκεκριμένης δράσης, τις συνέπειες που μπορεί να έχει μια δράση, καθώς επίσης και τη σχέση ανάμεσα στην ανάληψη μιας δράσης και την επίτευξη ενός στόχου.

Από την ανασκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας που κάνουν οι Wylie & Chi (2014), γίνεται σαφές ότι η στρατηγική της αυτό-επεξήγησης, έχει χρησιμοποιηθεί (με διάφορες παραλλαγές) για τη διδασκαλία διαφορετικών γνωστικών τομέων, όπως για παράδειγμα στη βιολογία, στον προγραμματισμό, στα μαθηματικά, στη φυσική, στην ιατρική και στη γλώσσα. Επίσης, οι έρευνες που έχουν διεξαχθεί κάνουν χρήση δειγμάτων μαθητών διαφορετικών ηλικιακών ομάδων, ξεκινώντας από τη σχολική βαθμίδα του νηπιαγωγείου (Rittle-Johnson, Saylor & Swygert, 2008).

Θα πρέπει να σημειωθεί, ωστόσο, ότι έχει επισημανθεί ότι υπάρχουν περιπτώσεις όπου η στρατηγική των αυτό-εξηγήσεων δεν ενδείκνυται να χρησιμοποιείται, όπως όταν τα διδασκόμενα γνωστικά αντικείμενα δεν ευνοούν την ανάπτυξη συλλογισμών και βασίζονται κυρίως στην εκμάθηση κανόνων. Το παραπάνω επιβεβαιώθηκε από μια σειρά μελετών που είχε ως αντικείμενο την εκμάθηση γραμματικών κανόνων (Wylie & Chi, 2014).

Όσον αφορά την επίδραση της στρατηγικής αυτής στην εκμάθηση των μαθηματικών, μεταανάλυση του Durkin (2011) έδειξε ότι οι μαθητές που χρησιμοποίησαν τη στρατηγική της αυτό-επεξήγησης σημείωσαν ελαφρώς καλύτερες επιδόσεις σε τεστ ελέγχου διαδικαστικών μαθηματικών γνώσεων (procedural knowledge) σε σύγκριση με τους μαθητές που ανήκαν στις ομάδες ελέγχου.

Σε μελέτη της, η Esmonde (2009) παραθέτει ορισμένες ερμηνείες σχετικά με λόγους που μπορεί να κάνουν τους μαθητές να μην είναι πρόθυμοι να δώσουν επεξηγήσεις. Ένας απλός λόγος που αναφέρεται είναι ότι οι μαθητές μπορεί να θεωρήσουν ότι οι συνομιλητές τους γνωρίζουν ήδη επαρκώς το αντικείμενο για το οποίο γίνεται συζήτηση και επομένως μια οποιαδήποτε επεξήγηση είναι περιττή. Μία άλλη πιθανότητα είναι οι μαθητές να νιώθουν ότι έχουν καλυφθεί ήδη από τις επεξηγήσεις που έχουν προηγηθεί και έτσι να μην έχουν να προσθέσουν κάτι καινούριο. Ένας λιγότερο προφανής λόγος, ο οποίος αποτελεί και την ουσιαστική συνεισφορά της μελέτης, είναι ότι η επιλογή των μαθητών να μην δώσουν επεξηγήσεις (και επομένως να μην ακολουθήσουν τις προτεινόμενες κοινωνικομαθηματικές νόρμες που χρησιμοποιούνται στην τάξη όταν δίνονται επεξηγήσεις) συνιστά μία συνειδητή κοινωνική δράση τους (social action). Μέσα από την επιλογή τους αυτή, οι μαθητές επιχειρούν να οριοθετήσουν τη θέση τους μέσα στο κοινωνικό δίκτυο που αναπτύσσεται διαρκώς στην τάξη τους.

1.3.3.3 Εμπειρικά δεδομένα

- Έρευνα των Matthews & Rittle-Johnson (2009)

Έρευνα των Matthews & Rittle-Johnson το 2009, με δείγμα μαθητές δημοτικού σχολείου ($2^{ης}$ – $5^{ης}$ βαθμίδας), εξέτασε την επίδραση του τρόπου διδασκαλίας των μαθηματικών (και συγκεκριμένα της ενότητας: επίλυση προβλημάτων ισοδυναμίας) στην ποιότητα των αυτό-εξηγήσεων που διατύπωσαν οι μαθητές. Διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές που έλαβαν εννοιολογική διδασκαλία (conceptual instruction), δηλαδή διδασκαλία που δίνει έμφαση πρωτίστως στην κατανόηση των μαθηματικών εννοιών και των μεταξύ τους σχέσεων, διατύπωναν πιο ποιοτικές εξηγήσεις σε σχέση με τους μαθητές που έλαβαν διαδικαστική διδασκαλία (procedural instruction), δηλαδή διδασκαλία που εστιάζει στην εκμάθηση ρουτινών – αλγορίθμων για την επίλυση προβλημάτων. Επιπλέον, η πρώτη ομάδα μαθητών υπερείχε της δεύτερης σε τεστ αξιολόγησης της εννοιολογικής μάθησης που προέκυψε ύστερα από την ολοκλήρωση της παρέμβασης, ενώ δεν παρατηρήθηκε καμία διαφορά στην επίδοση των μαθητών των δύο ομάδων σε αντίστοιχο τεστ αξιολόγησης της διαδικαστικής μάθησης που έλαβε χώρα (Matthews & Rittle-Johnson, 2009).

- έρευνες του Siegler (2002)

Ο Siegler (2002), σε μια σειρών ερευνών του, συμπεριέλαβε ως συνθήκη το να παρακινούνται οι μαθητές να εξηγούν τους ορθούς συλλογισμούς άλλων ατόμων. Θεωρεί ότι είναι μια ωφέλιμη διαδικασία που εμπεριέχει το κομμάτι της ανακάλυψης καθώς ο μαθητής καλείται να προβεί σε μια εις βάθος ανάλυση ενός φαινομένου, χωρίς να έχει κάποια υποστήριξη ως προς το πώς θα κάνει κάτι τέτοιο.Έτσι, έρευνα με 5χρονα παιδιά με δοκιμασίες ελέγχου της αρχής διατήρησης της ποσότητας, έδειξε υπεροχή των παιδιών που κλήθηκαν να μαντέψουν το συλλογισμό που έκανε ο ερευνητής (που έδινε τη σωστή απάντηση) σε σύγκριση με τα παιδιά που εξηγούσαν το δικό τους συλλογισμό, και τα παιδιά που απλώς έπαιρναν ανατροφοδότηση για το σωστό ή το λάθος της επιλογής τους στην εκάστοτε δοκιμασία.

Μια πιθανή ερμηνεία που έδωσε ο ερευνητής είναι η εξής: Πιθανόν το να προσπαθήσουν οι μαθητές να εξηγήσουν το συλλογισμό ενός συμμαθητή τους, τους οδηγεί στο να παράγουν περισσότερες (και ίσως διαφορετικού τύπου - ποικιλία) υποθέσεις, σε σχέση με το να τους ζητούσαν να εξηγήσουν το δικό τους συλλογισμό (διαδικασία που θα οδηγούσε μάλλον στη διατύπωση μιας προσέγγισης).

- Έρευνα των Rittle-Johnson, Saylor & Swygert (2008)

Στην έρευνα των Rittle-Johnson, Saylor & Swygert (2008) διαπιστώθηκε ότι οι 5χρονοι μαθητές που κλήθηκαν να εξηγήσουν στη μητέρα τους τον τρόπο με τον οποίο ανακάλυψαν ένα μοτίβο ταξινόμησης, υπερείχαν στο τεστ αξιολόγησης της σχετικής ικανότητας, απέναντι σε παιδιά ίδιας ηλικίας που δεν εξήγησαν καθόλου, ή που έκαναν αυτό-εξήγηση. Γενικεύοντας από το παραπάνω, κάνουν την υπόθεση ότι μελλοντικά το να εξηγήσουν οι μαθητές κάτι στους συμμαθητές τους λειτουργεί ως κίνητρο, που τους οδηγεί στο να γίνουν περισσότερο λεπτομερείς και επεξηγηματικοί προς τους άλλους, αφού θέλουν να δείξουν σε σημαντικά πρόσω πα του κοινωνικού τους περιβάλλοντος το τι ξέρουν.

- έρευνα του O’Neil και συνεργατών (2014)

Τέλος, ο O'Neil και συνεργάτες (O'Neil et al, 2014) χρησιμοποίησαν το ηλεκτρονικό παιχνίδι “Save Patch” για τη διδασκαλία της πρόσθεσης κλασματικών αριθμών. Δημιούργησαν δύο διαφορετικές εκδοχές του παιχνιδιού: την απλή εκδοχή και μια σύνθετη εκδοχή, στην οποία μετά την ολοκλήρωση μίας πίστας στο παιχνίδι οι μαθητές καλούνταν να κάνουν αυτο-εξήγηση. Στην έρευνα συμμετείχαν 114 μαθητές μέσης εκπαίδευσης σχολείου στη Νέα Υόρκη, οι οποίοι και μοιράστηκαν σε δυο ομάδες και ασχολήθηκαν με διαφορετική εκδοχή του παιχνιδιού η καθεμία. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι στις περιπτώσεις που υπάρχει εστιασμένη αυτο-εξήγηση, οι μαθητές επωφελήθηκαν και σημείωσαν καλύτερες επιδόσεις (τόσο στο παιχνίδι, όσο και στη δοκιμασία αξιολόγησης)

σε σχέση με τους μαθητές της ομάδας ελέγχου. Στο πλαίσιο της έρευνας, ως εστιασμένη χαρακτηρίστηκε η αυτο-εξήγηση στην οποία παρέχεται μια σχετική καθοδήγηση, τόσο ως προς το τι είναι σημαντικό να εξηγηθεί κάθε φορά, όσο και ως προς το πώς είναι δυνατόν να εξηγηθεί (π.χ. πιθανές εξηγήσεις σε μορφή λίστας πολλαπλής επιλογής). Αντίθετα, οι ερευνητές δεν βρήκαν αποτελεσματική την περίπτωση όπου οι μαθητές καλούνται μέσα από γενικές παροτρύνσεις (π.χ. μια απλή γενική ερώτηση) να διατυπώσουν αυτο-εξηγήσεις.

ΕΝΟΤΗΤΑ 1Η - ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4Ο
ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟ ΠΑΙΧΝΙΔΙ – ΤΟ ΠΑΙΧΝΙΔΙ NIM

Το κεφάλαιο ξεκινάει με μία προσπάθεια ορισμού της έννοιας «παιχνίδι» και με συνοπτική παρουσίαση των δομικών του συστατικών, για να ακολουθήσει αναφορά στο ψηφιακό παιχνίδι και σε τρόπους κατηγοριοποίησής του, καθώς και πληροφόρηση γύρω από το ζήτημα της βασισμένης στο ψηφιακό παιχνίδι μάθησης. Έπειτα, επιχειρείται μια γενική αποτίμηση και παρουσίαση αποτελεσμάτων από έρευνες που εξέτασαν την επίδραση που έχουν τα ψηφιακά παιχνίδια όταν χρησιμοποιούνται στη διδασκαλία. Στη συνέχεια δίνεται έμφαση στην παρουσίαση μελετών που κινούνται στην κατεύθυνση αξιοποίησης των ψηφιακών παιχνιδιών για ανάπτυξη μαθηματικών συζητήσεων και για ανταλλαγή απόψεων γύρω από στρατηγικές που οι μαθητές χρησιμοποιούν κατά το παίξιμο των παιχνιδιών. Τέλος, το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με μία περιγραφή του παιχνιδιού που χρησιμοποιήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας (NIM) και με αναφορά σε προηγούμενες μελέτες που το αξιοποίησαν διδακτικά.

1.4.1 Παιχνίδι: ορισμός, κατηγορίες, δυνατότητες

1.4.1.1 Ορισμός της έννοιας «παιχνίδι» - Δομικά συστατικά

Σύμφωνα με τον Wittgenstein είναι σχεδόν αδύνατο να διατυπωθεί ένας ορισμός για την έννοια «παιχνίδι». Ωστόσο, όπως ο ίδιος σημειώνει, το παιχνίδι είναι κάτι που γίνεται αντιληπτό ως τέτοιο σχεδόν από οποιονδήποτε το συναντήσει (Crookall, 2010).

Από την αναδίφηση στη σχετική βιβλιογραφία είναι φανερό ότι δεν υπάρχει κάποιος καθολικά αποδεκτός ορισμός για την έννοια παιχνίδι. Σε τέτοιες περιπτώσεις, σύμφωνα και με τον Oldfield (1991a), είναι χρήσιμο να δηλώνεται με σαφήνεια ένας ορισμός για την υπό εξέταση έννοια, ακόμα κι αν χρειαστεί σε μεταγενέστερο στάδιο να τροποποιηθεί ο ορισμός αυτός. Ως εκ τούτου, στην παρούσα διατριβή, για τον όρο «παιχνίδι» γίνεται χρήση του ορισμού του Ολλανδού Johan Huizinga, ο οποίος διατυπώθηκε το 1938 στο έργο “Homo Ludens” και θεωρείται κλασικός. Σύμφωνα με αυτόν (όπως αναφέρεται σε Μεϊμάρης, 2008 ΄ Becker, 2017, pp.4-5):

> *«Το παιχνίδι είναι μια δράση ή μια δραστηριότητα εθελοντική, τελούμενη μέσα σε συγκεκριμένα και καθορισμένα όρια χρόνου και χώρου, που ακολουθεί έναν κανόνα ελεύθερα αποδεκτό αλλά καθολικά επιβεβλημένο, εφοδιασμένη με έναν σκοπό εν ταύτη, συνοδευόμενη από ένα αίσθημα έντασης και χαράς και μια αίσθηση εστίν αλλού από την καθημερινή ζωή»*

Ο Prensky (2009), που δραστηριοποιείται στον τομέα της έρευνας σχετικά με τη βασισμένη στο ψηφιακό παιχνίδι μάθηση (game-based digital learning), παραθέτει την

ακόλουθη λίστα με δομικά συστατικά - στοιχεία των παιχνιδιών, που κατά την προσωπική του άποψη, τα καθιστούν κατάλληλα ως υποψήφια εργαλεία για παιδαγωγική αξιοποίηση:

- το στοιχείο της διασκέδασης, που αποφέρει απόλαυση στους παίχτες
- το παιγνιώδες στοιχείο, που προκαλεί την έντονη εμπλοκή των παιχτών
- η ύπαρξη κανόνων, που οδηγούν στη δημιουργία ενός δομημένου περιβάλλοντος
- η ύπαρξη στόχων – προκλήσεων, που οδηγούν στην κινητοποίηση των παιχτών
- το στοιχείο της αλληλεπιδραστικότητας, που ενθαρρύνει τη βιωματική μάθηση
- το στοιχείο της προσαρμοστικότητας, που βοηθάει στην εξασφάλιση ροής
- η άμεση παροχή αποτελέσματος και ενημέρωσης - ανατροφοδότησης, ως προς το κατά πόσον οι ενέργειές τους οδηγούν στην επίτευξη των στόχων του παιχνιδιού
- η ύπαρξη καταστάσεων νίκης, που οδηγούν στην ικανοποίηση της φιλοδοξίας και του εγωισμού των παιχτών
- η ύπαρξη διλημμάτων, ανταγωνισμού, προκλήσεων κι αντιθέσεων, που καθιστούν την εμπειρία του «παίζειν» συναρπαστική
- η ύπαρξη προς επίλυση προβλημάτων, που ανακινεί τη φαντασία, τη δημιουργική σκέψη και την περιέργεια των παιχτών
- η ανάγκη επικοινωνίας μεταξύ των παιχτών, που συμβάλλει στη δημιουργία κοινωνικών ομάδων
- η ύπαρξη αφηγηματικής δομής και σεναρίου, που ενώνει τα επιμέρους κομμάτια του παιχνιδιού και που προκαλεί συναισθήματα.

1.4.1.2 Ψηφιακό παιχνίδι

Ένα παιχνίδι το οποίο για να παιχτεί προϋποθέτει τη χρήση κάποιας ηλεκτρονικής συσκευής (π.χ. προσωπικός υπολογιστής, φορητή συσκευή όπως κινητό τηλέφωνο, κονσόλα που συνδέεται με τηλεόραση κ.λπ.) χαρακτηρίζεται ως «ψηφιακό παιχνίδι» (Καρρά, 2016). Στα ψηφιακά παιχνίδια αξιοποιούνται ποικίλες συσκευές εισόδου (π.χ. πληκτρολόγιο, joystick, gamepad, ποντίκι κ.λπ.), μέσω των οποίων λαμβάνονται δεδομένα από τους παίχτες, τα οποία στη συνέχεια υπόκεινται σε επεξεργασία βάσει συγκεκριμένων προγραμματισμένων κανόνων. Συσκευές εξόδου (π.χ. οθόνες και ηχεία) καθιστούν αισθητηριακά αντιληπτό το αποτέλεσμα αυτής της επεξεργασίας, παρέχοντας στους παίχτες το ψηφιακό περιβάλλον του παιχνιδιού, επιτρέποντας τη μεταξύ τους αλληλεπίδραση και φυσικά το καθαυτό «παίξιμο» του παιχνιδιού (Μικρόπουλος, 2000).

Για να αποτυπωθεί αυτό ακριβώς το αποτέλεσμα του «*συγκερασμού του ηλεκτρονικού υπολογιστή με το παιχνίδι*», όπως χαρακτηριστικά αναφέρεται από τους (Παπαδάκης, Ορφανάκης & Καλογιαννάκης, 2015), πέρα από τον όρο «ψηφιακό παιχνίδι» (digital game), έχει χρησιμοποιηθεί από τους μελετητές ένα πλήθος διαφορετικών όρων, όπως είναι οι ακόλουθοι (Πανουτσόπουλος, 2010) : «ηλεκτρονικό παιχνίδι» (electronic game), «βιντεοπαιχνίδι» (video-game) και «παιχνίδι ηλεκτρονικού υπολογιστή» (computer game).

Μολονότι, οι παραπάνω όροι αναγνωρίζεται ότι δεν είναι ταυτόσημοι, στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας χρησιμοποιούνται εναλλακτικά, εκτός και αν αναφερθεί διαφορετικά.

- Προσπάθειες κατηγοριοποίησης των ψηφιακών παιχνιδιών

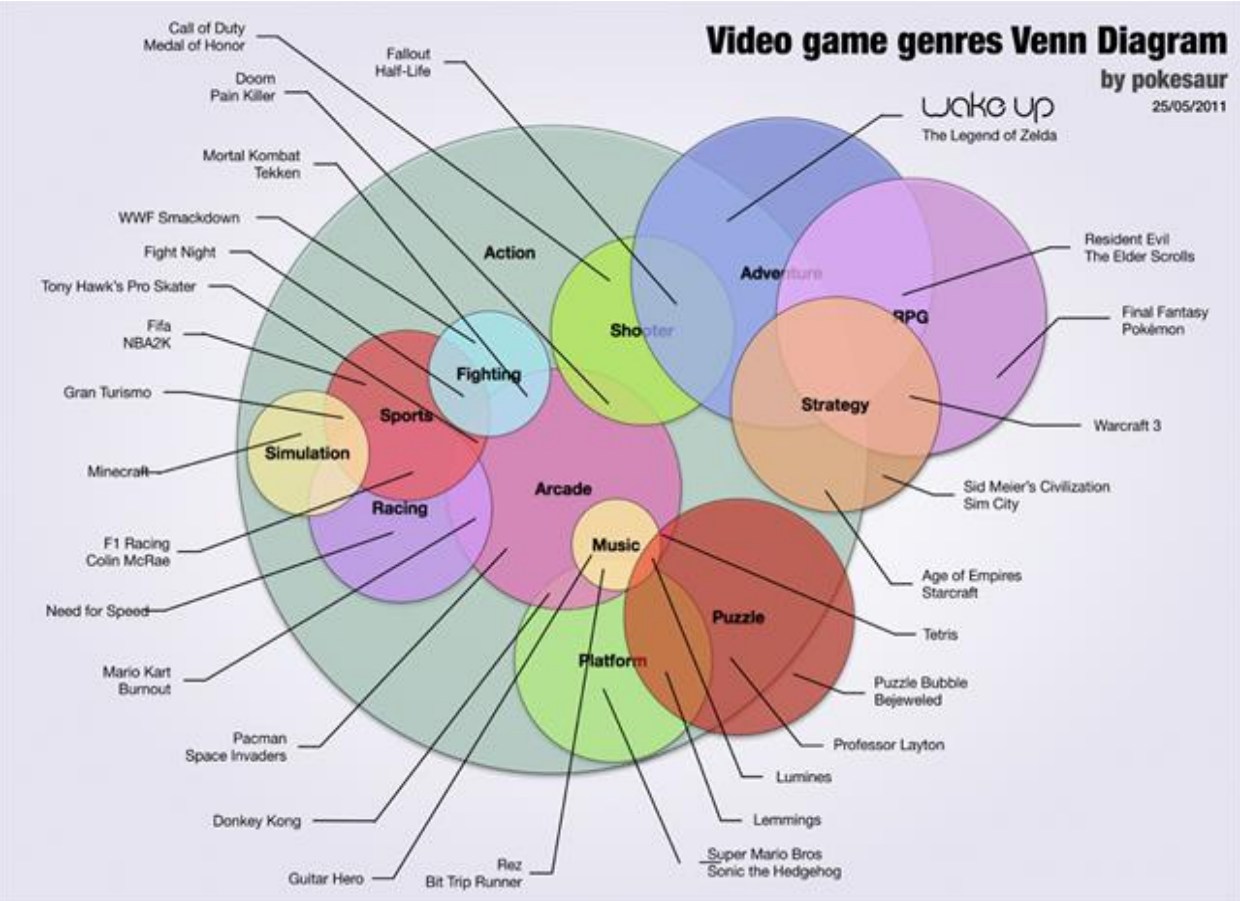
Υπάρχουν αρκετοί διαφορετικοί τρόποι με τους οποίους έχουν κατά καιρούς ταξινομηθεί τα ψηφιακά παιχνίδια, κάτι που μάλλον δεν προκαλεί αίσθηση, δεδομένης της μη ύπαρξης ενός καθολικά αποδεκτού ορισμού της έννοιας «παιχνίδι». Παράγοντες που έχουν χρησιμοποιηθεί για την κατηγοριοποίηση των παιχνιδιών είναι το είδος του παιχνιδιού, ο τρόπος παιξίματος, το περιεχόμενο, οι μαθησιακοί στόχοι που υπηρετεί, το είδος αλληλεπίδρασης που επιτρέπει (Gros, 2015), χωρίς η παραπάνω λίστα να θεωρείται εξαντλητική. Υπάρχουν σχετικές βιβλιογραφικές πηγές στις οποίες παρατίθενται περιεκτικές λίστες με κατηγορίες ηλεκτρονικών παιχνιδιών (για παράδειγμα βλ. Χατζηαλεξιάδου, 2012).

Ταξινομία του Prensky

Στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής προτιμήθηκε να γίνει αναφορά στην ταξινομία που προτείνει ο Prensky (2009), η οποία είναι αρκετά δημοφιλής στη σχετική βιβλιογραφία και χρησιμοποιείται ευρέως και στον εμπορικό χώρο. Με βάση τη συγκεκριμένη ταξινομία, διακρίνονται οι ακόλουθες βασικές κατηγορίες (genres) εκπαιδευτικών παιχνιδιών:

- Παιχνίδια δράσης (action games)
- Παιχνίδια περιπέτειας (adventure games)
- Παιχνίδια μάχης (fighting games)
- Παιχνίδια γρίφων (puzzle games)
- Παιχνίδια ρόλων (role-playing games)
- Παιχνίδια προσομοίωσης (simulation games)
- Παιχνίδια αθλημάτων (sports games)
- Παιχνίδια στρατηγικής (strategy games)

Το διάγραμμα στη συνέχεια, παρουσιάζει μια ελαφρώς διαφορετική κατηγοριοποίηση των παιχνιδιών, που, ωστόσο, φαίνεται να βασίζεται στην παραπάνω ταξινομία. Ο λόγος που παρατίθεται, είναι διότι δίπλα στις κατηγορίες παιχνιδιών αναγράφονται ορισμένα παραδείγματα (τίτλοι παιχνιδιών) που μπορούν να διευκολύνουν τον έμπειρο παίχτη – αναγνώστη να αντιληφθεί με μεγαλύτερη ακρίβεια το περιεχόμενο της εκάστοτε κατηγορίας παιχνιδιών. Ταυτόχρονα, από το διάγραμμα γίνεται σαφές ότι οι διαχωρισμοί μεταξύ των επιμέρους κατηγοριών δεν είναι πάντοτε ξεκάθαροι, κάτι που σημαίνει ότι υπάρχει η πιθανότητα ένα ψηφιακό παιχνίδι να μπορεί να ενταχθεί ταυτόχρονα σε περισσότερες από μία κατηγορίες (Gros, 2015).



Εικόνα 9 : Διάγραμμα Venn με κατηγορίες ηλεκτρονικών παιχνιδιών και ενδεικτικά παραδείγματα τίτλων της αγοράς[2]

Διαχωρισμός σε σύντομα (mini games) και σύνθετα (complex games) παιχνίδια

Ένας άλλος τρόπος με βάση τον οποίο μπορεί να γίνει κατηγοριοποίηση των ψηφιακών παιχνιδιών, είναι η διάκρισή τους σε σύντομα παιχνίδια (mini games) και σε σύνθετα παιχνίδια (complex games) ανάλογα με το βαθμό πολυπλοκότητάς τους (Qian, 2009). Σύμφωνα με τη διάκριση αυτή, ως mini games χαρακτηρίζονται εκείνα τα εκπαιδευτικά παιχνίδια που ολοκληρώνονται σε σύντομο χρονικό διάστημα (λιγότερο από μία ώρα) και πραγματεύονται ένα συγκεκριμένο και κατά κανόνα περιορισμένο θέμα. Συχνά τα παιχνίδια αυτά βρίσκονται στο διαδίκτυο και η χρήση τους είναι ελεύθερη (Jonke, Wijers & Van Galen, 2009). Αντίθετα, ως σύνθετα παιχνίδια (complex games) χαρακτηρίζονται εκείνα που απαιτούν πολλές ώρες για να ολοκληρωθεί το παίξιμό τους και τα οποία συνήθως έχουν πολλά επίπεδα, πολλούς στόχους – αποστολές, η επίτευξη των οποίων απαιτεί την εκμάθηση και το συντονισμό πολλών δεξιοτήτων. Στα σύντομα παιχνίδια συνήθως «απουσιάζουν» κάποια από τα δομικά συστατικά που αναφέρθηκαν σε προηγούμενο εδάφιο, όπως το στοιχείο της φαντασίας, τα αφηγηματικά – σεναριακά

[2] η εικόνα προσπελάστηκε 9 Απριλίου, 2015 από : https://pokesaur.wordpress.com/2011/05/25/game-theory-video-game-genres-venn-diagram/)

στοιχεία, σε αντίθεση με τα πολύπλοκα παιχνίδια όπου τα στοιχεία αυτά υπάρχουν (Qian, 2009).

Για κάποιους μελετητές, η περίπτωση των mini games φαντάζει πιο ενδιαφέρουσα, καθώς ο σχεδιασμός τους μπορεί να γίνει από μια μικρή ομάδα ατόμων, δεν είναι ιδιαίτερα απαιτητικός σε θέματα τεχνογνωσίας και κόστους, σε αντίθεση με τα πολύπλοκα παιχνίδια που απαιτούν χρόνια ενασχόλησης, οικονομικούς πόρους και μεγάλες εξειδικευμένες ομάδες. Ταυτόχρονα, τα σύντομα παιχνίδια τείνουν να θεωρούνται πιο βολικά ως προς την ενσωμάτωσή τους στο σχολικό πρόγραμμα, καθώς μπορεί άνετα να ολοκληρωθεί το παίξιμό τους εντός μια διδακτικής ώρας. Επιπλέον, τα εκπαιδευτικά σύντομα παιχνίδια μπορούν μέσω του διαδικτύου να χρησιμοποιούνται και εκτός σχολικού ωραρίου από τους μαθητές (Prensky, 2008), κάτι που βάσει έρευνας (Jonke, Wijers & Van Galen, 2009), φαίνεται πως αντιμετωπίζεται ως ενδιαφέρουσα προοπτική από μερίδα μαθητών.

Η περίπτωση των σοβαρών παιχνιδιών (serious games)

Ο όρος «σοβαρά παιχνίδια» (serious games) αποδίδεται στους Sawyer και Rejeski, οι οποίοι πρώτοι τον χρησιμοποίησαν σε τίτλο βιβλίου τους το 2002. Με τον όρο αυτό οι συγγραφείς αναφέρονται σε παιχνίδια που δεν έχουν ως πρωταρχικό τους σκοπό να παρέχουν διασκέδαση. Ο Abt επισημαίνει ότι τα σοβαρά παιχνίδια συνήθως έχουν ένα σαφώς διατυπωμένο παιδαγωγικό στόχο – προσανατολισμό, χωρίς απαραίτητα να αποκλείεται το ενδεχόμενο τα παιχνίδια αυτά να είναι ταυτόχρονα και διασκεδαστικά (Djaouti, et al, 2011).

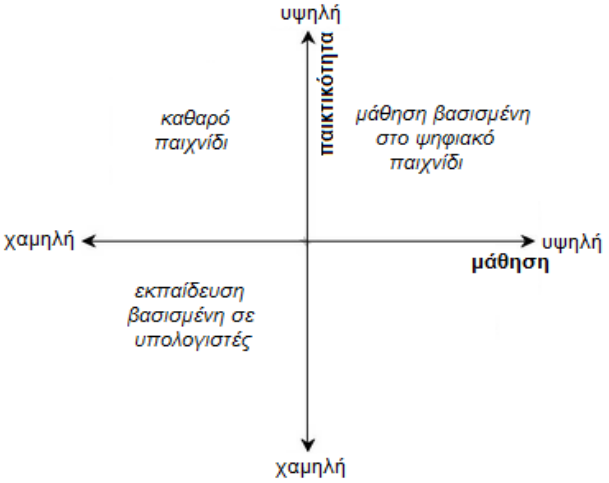
Σύμφωνα με τους Djaouti, Alvarez και Jessel, ο όρος "σοβαρά παιχνίδια" είναι ευρύτερος και αναφέρεται σε οποιοδήποτε παιχνίδι-λογισμικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για σοβαρούς (δηλαδή εκπαιδευτικούς) σκοπούς, ανεξάρτητα από το αν αυτή η εκπαιδευτική διάσταση εμπεριέχεται στον ίδιο τον σχεδιασμό του παιχνιδιού ή προκύπτει στην πορεία, βάσει του τρόπου αξιοποίησής του (Bottino, Ott & Tavella, 2014). Ωστόσο, τα σοβαρά παιχνίδια φαίνεται να επικεντρώνουν το ενδιαφέρον τους περισσότερο στη μετα-λυκειακή εκπαίδευση στοχεύοντας στην εξάσκηση επαγγελματικών δεξιοτήτων (π.χ. στο χώρο της στρατιωτικής εκπαίδευσης ή στην ιατρική) (Gros, 2015) και ως εκ τούτου, δεν θα απασχολήσουν περαιτέρω την παρούσα εργασία.

1.4.2 Μάθηση βασισμένη στο ψηφιακό παιχνίδι (digital game-based learning)

Η σκέψη αξιοποίησης των ηλεκτρονικών παιχνιδιών στο χώρο της εκπαίδευσης προέκυψε ύστερα από μία σειρά πρώιμων μελετών στις αρχές της δεκαετίας του ’80, μέσα από τις οποίες διαπιστώθηκε ότι ο σχεδιασμός ορισμένων εμπορικών παιχνιδιών βασίζεται σε θεωρίες μάθησης. Ως εκ τούτου, άρχισε να εικάζεται ότι τα συγκεκριμένα παιχνίδια δυνητικά μπορούν να εμπλέξουν τους συμμετέχοντες σε διαδικασίες που προάγουν τη μάθηση (Gee, 2003). Για αυτήν ακριβώς την περίπτωση αξιοποίησης ψηφιακών παιχνιδιών

για την υποστήριξη της διδασκαλίας και της μάθησης, χρησιμοποιείται ο όρος «μάθηση βασισμένη στο παιχνίδι» (game-based learning).

Κατά τον Perrotta και τους συνεργάτες του (Perrotta et al, 2013), η βασισμένη στο παιχνίδι μάθηση (game-based learning) είναι μια μορφή δραστηριότητας που δίνει προτεραιότητα στην εμπειρία που αποκομίζουν οι συμμετέχοντες από την ενεργό συμμετοχή τους. Η μάθηση προκύπτει μέσα από διαδικασίες όπου οι μαθητές πειραματίζονται, αναλαμβάνουν διαφορετικούς ρόλους (role-playing) και εξετάζουν τις συνέπειες των επιλογών που κάνουν.



Εικόνα 10: Σχήμα του Prensky για κατηγοριοποίηση των παιχνιδιών σε σχέση με το μαθησιακό δυναμικό τους και την παικτικότητα

Ένας τρόπος προσέγγισης της έννοιας της «βασισμένης στο ψηφιακό παιχνίδι μάθησης» είναι αυτός που χρησιμοποιεί ο Prensky (όπως αναφέρεται στο Κίργινας & Γκούσκος, 2015). Τοποθετώντας το μαθησιακό δυναμικό του ψηφιακού παιχνιδιού στον οριζόντιο άξονα και την παικτικότητά του στον κατακόρυφο άξονα ενός συστήματος συντεταγμένων, δημιουργεί τέσσερις περιοχές (τεταρτημόρια), όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα. Ως «μάθηση βασισμένη στο ψηφιακό παιχνίδι» αναγνωρίζεται το πάνω δεξιά τεταρτημόριο, το οποίο αναφέρεται σε περιπτώσεις ψηφιακών παιχνιδιών που είναι αποτελεσματικά ως προς την παραγωγή μάθησης (υψηλό μαθητικό δυναμικό) και ταυτόχρονα προσφέρουν μια ποιοτική εμπειρία παιχνιδιού στο χρήστη που αλληλεπιδρά μαζί τους (υψηλή παικτικότητα).

Στα πρώτα στάδια αξιοποίησης των παιχνιδιών στην εκπαίδευση, τα παιχνίδια χρησιμοποιήθηκαν αποκλειστικά για τη μετάδοση εκπαιδευτικού περιεχομένου. Με άλλα λόγια, η προσέγγιση που επικράτησε ήταν να χρησιμοποιηθεί κάτι ευχάριστο (το παιχνίδι) για να επιτευχθεί ένας όχι και τόσο ευχάριστος στόχος (η μετάδοση του εκπαιδευτικού περιεχομένου). Με αυτή τη λογική, τα περισσότερα παιχνίδια υιοθετώντας συμπεριφοριστικές προσεγγίσεις, ήταν τύπου πρακτικής και εξάσκησης (drill and practice) με τους μαθητές να καλούνται να επιλέξουν τη σωστή απάντηση (multiple choice). Η εικόνα αυτή τείνει να αλλάξει. Πλέον, τα εκπαιδευτικά παιχνίδια έχουν εξελιχθεί και έχουν περισσότερο τη μορφή αλληλεπιδραστικών πλατφόρμων μάθησης, ενώ σχεδιάζονται με βάση κυρίως συγκεκριμένες θεωρίες κοινωνικής μάθησης (de Byl & Hooper, 2013).

Η βασισμένη στο παιχνίδι μάθηση αντιμετωπίζεται ως μια επιλογή η οποία δίνει την ευκαιρία στο μαθητή να βρεθεί στο επίκεντρο της μαθησιακής διαδικασίας και να επηρεάσει την πορεία της μάθησής του. Σε πρόσφατο άρθρο των Coleman & Money (2020) παρουσιάζεται αναλυτικά η εννοιολογική σύνδεση που φαίνεται να υπάρχει ανάμεσα στη μαθητοκεντρική μάθηση (με βάση τις γενικά αποδεκτές αρχές της που προσδιορίζονται στο έργο των Lea και συνεργατών - 2003) και στη βασισμένης στο ψηφιακό παιχνίδι μάθηση (με βάση τις αρχές που προσδιορίζονται στο έργο του Gee - 2003).

1.4.2.1 Αρχές και μηχανισμοί της βασισμένης στο παιχνίδι μάθησης

Οι Perrotta et al (2013), μετά από σχετική βιβλιογραφική ανασκόπηση, προσεγγίζουν τον όρο «μάθηση βασισμένη στο παιχνίδι» (game-based learning) κάνοντας αναφορά σε δύο αλληλοσυνδεόμενα στοιχεία:

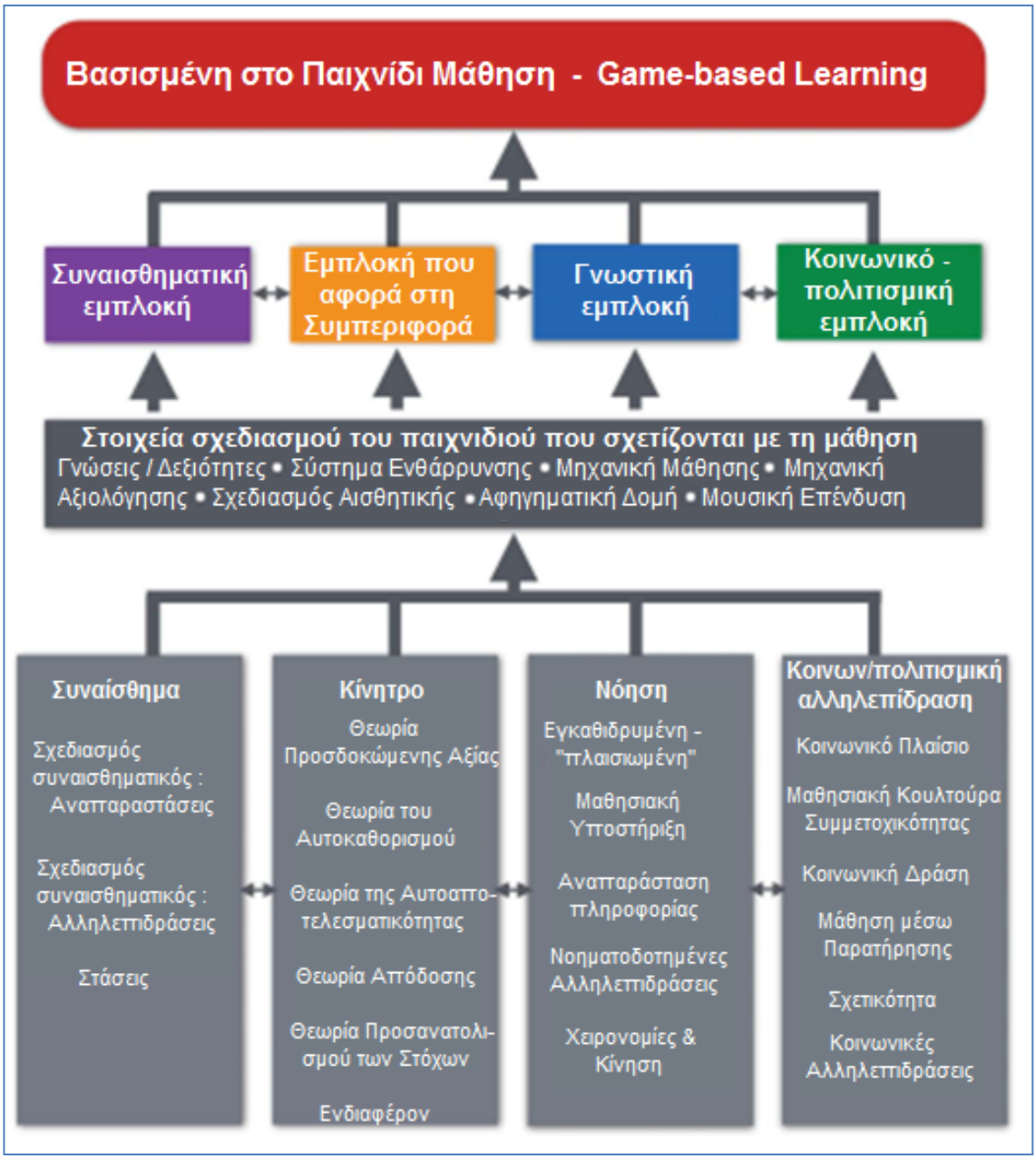
- τις αρχές (principles) δηλαδή υποκείμενες παραδοχές και υποθέσεις σχετικά με το πώς τα παιχνίδια μπορούν να οδηγήσουν σε μάθηση
- τους μηχανισμούς (mechanisms) δηλαδή τις συγκεκριμένες διαδικασίες που θεωρητικά μπορεί να οδηγήσουν στην επίτευξη των μαθησιακών στόχων

Το διάγραμμα που ακολουθεί (Perrotta et al, 2013), όπως προσαρμόστηκε από το γράφοντα, παρουσιάζει τις βασικές αρχές που φαίνεται να διέπουν τη βασισμένη στο παιχνίδι μάθηση και αναφέρει κάποιους από τους κύριους μηχανισμούς που χρησιμοποιούνται στο πλαίσιο των παιχνιδιών για την επίτευξη των μαθησιακών στόχων.

Εικόνα 11: Βασικές αρχές - κύριοι μηχανισμοί που διέπουν τη βασισμένη στο παιχνίδι μάθηση

1.4.2.2 Θεωρητικό πλαίσιο σχεδιασμού μάθησης βασισμένης στο παιχνίδι

Οι Plass, Homer & Kinzer (2015) στη μελέτη τους εξετάζουν το κατά πόσον είναι θεωρητικά θεμελιωμένη η «βασισμένη στο παιχνίδι μάθηση» και καταλήγουν σε ένα σχετικό θεωρητικό πλαίσιο σχεδιασμού (integrated design framework of game-based and playful learning), το οποίο απεικονίζεται στο γράφημα που ακολουθεί.



Εικόνα 12: Θεωρητικό πλαίσιο σχεδιασμού μάθησης βασισμένης στο παιχνίδι[3]

Μέσα από αυτό, τονίζουν ότι κατά το σχεδιασμό μιας μαθησιακής εμπειρίας που βασίζεται στο παιχνίδι, υπεισέρχονται παράγοντες (προοπτικές) όπως τα κίνητρα, η νόηση, το συναίσθημα και η κοινωνικοπολιτισμική αλληλεπίδραση. Κάθε ένας από τους παραπάνω παράγοντες υπόκειται σε ένα σύνολο θεωρητικών προσεγγίσεων, στοιχείο που δείχνει πόσο περίπλοκος μπορεί να είναι ο σχεδιασμός μιας τέτοιας εμπειρίας και πόσες διαφορετικές εκδοχές - προσεγγίσεις μπορεί να προκύψουν, όπως φαίνεται στο σχετικό διάγραμμα (Plass, Homer & Kinzer, 2015).

Τέλος, είναι χρήσιμη η αναφορά στο έργο του Moursund (2016), στο οποίο τονίζεται ότι όποτε γίνεται αξιοποίηση παιχνιδιών είναι σημαντικό να προσδιορίζονται με ακρίβεια οι στόχοι που επιδιώκονται. Στο ίδιο έργο προτείνεται ένα σύνολο πιθανών ευρύτερων στόχων που μπορεί να επιτευχθούν μέσα από την αξιοποίηση του παιχνιδιού. Κάποιοι στόχοι έχουν

[3] Προσαρμογή από Plass, Homer & Kinzer (2015, p.263)

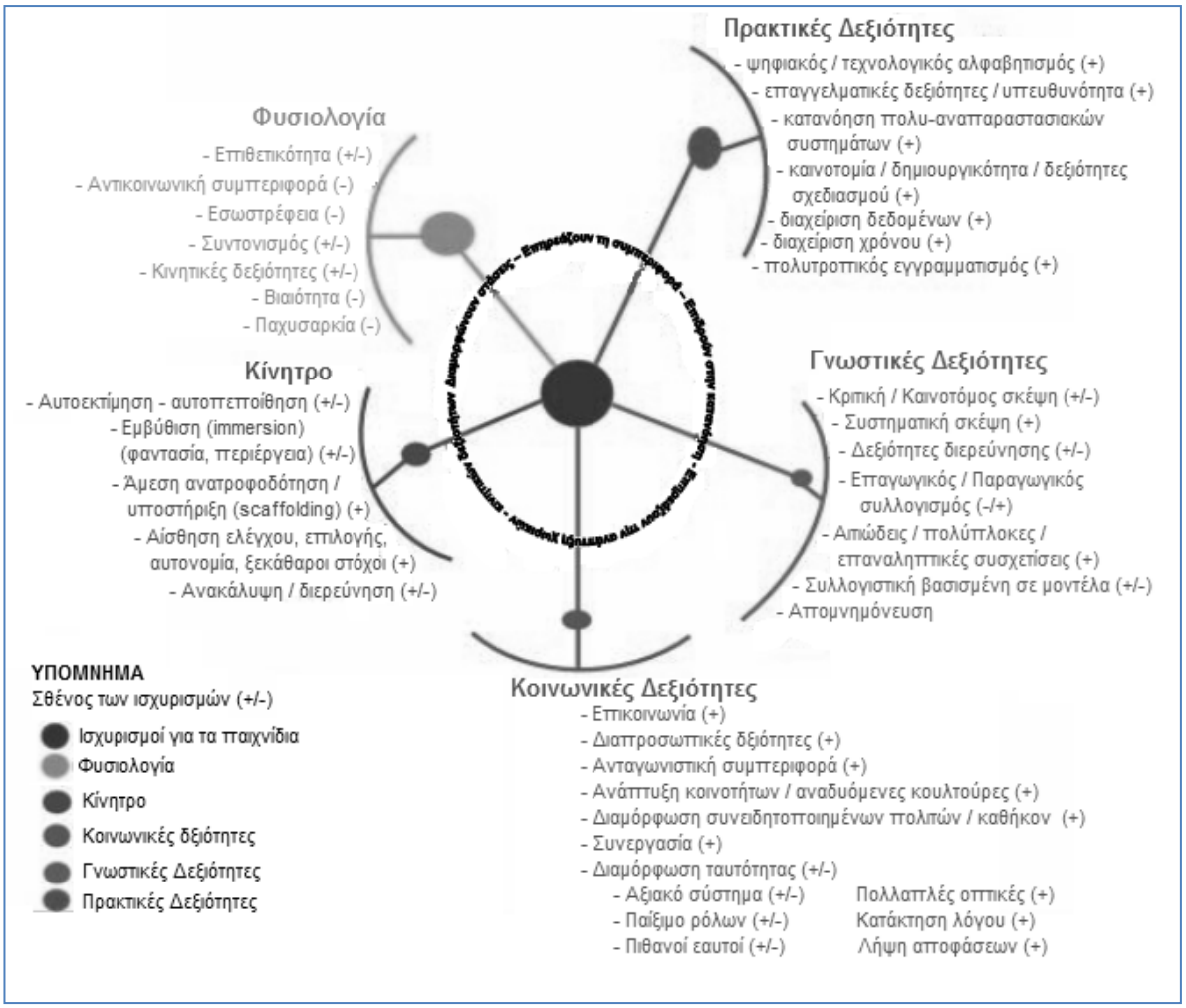
σχέση με το άτομο και τη αυτο-βελτίωσή του (κατανόηση της σημασίας της συγκέντρωσης, συνειδητοποίηση τάσεων όπως ο ανταγωνισμός και η συνεργασία, καλλιέργεια ικανότητας παροχής και λήψης ανατροφοδότησης στο πλαίσιο του παιχνιδιού κ.λπ.), ενώ κάποιοι άλλοι είναι πιο γενικοί και αφορούν στη συνειδητοποίηση του ρόλου που ιστορικά διαδραματίζει το παιχνίδι στην ανθρώπινη κοινωνία (ενίσχυση κοινωνικής αλληλεπίδρασης, παροχή ευκαιριών για συνεργασία και επικοινωνία, στοιχείο πολιτισμικής ταυτότητας). Τέλος, μια πρόσθετη κατηγορία πιθανών στόχων που επισημαίνονται από το Moursund και που σχετίζεται με τον προσανατολισμό της παρούσας εργασίας, είναι η εκμάθηση στρατηγικών επίλυσης προβλήματος, οι οποίες μπορεί να έχουν «τοπικό» χαρακτήρα και να βρίσκουν δηλαδή εφαρμογή στο πλαίσιο του συγκεκριμένου παιχνιδιού, αλλά και που μπορεί να έχουν ένα πιο ευρύ πεδίο εφαρμογής και να μπορούν να μεταφέρονται και να χρησιμοποιούνται σε άλλες (συνήθως παρόμοιες) καταστάσεις.

1.4.3 Έρευνα γύρω από το ζήτημα της αποτελεσματικότητας των ψηφιακών παιχνιδιών

Υπάρχει ερευνητικό ενδιαφέρον για την αξιοποίηση των ψηφιακών παιχνιδιών σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης. Οι μελέτες καλύπτουν ένα ευρύ χρονικό φάσμα που ξεκινάει από την προσχολική ηλικία (Νικηφορίδου & Παγγέ, 2011) και φτάνει μέχρι και την τριτοβάθμια εκπαίδευση (Turner et al, 2018), χωρίς να λείπει το αντίστοιχο ενδιαφέρον και για ομάδες χρηστών ακόμα μεγαλύτερης ηλικίας (Sauvé, 2017). Όπως είναι αναμενόμενο, το ερευνητικό ενδιαφέρον κάθε μελέτης είναι διαφορετικό, κάτι που δυσχεραίνει την οποιαδήποτε απόπειρα ομαδοποίησης και παρουσίασης αποτελεσμάτων. Για το λόγο αυτό προτιμήθηκε στο παρόν εδάφιο, αντί να γίνει αναφορά σε μεμονωμένες μελέτες, να παρατεθεί ένα ήδη υπάρχον σχήμα κατηγοριοποίησης και να παρουσιαστούν δεδομένα από σχετικές μετα-αναλύσεις.

1.4.3.1 Σχήμα κατηγοριοποίησης των ισχυρισμών (claims) για τα ψηφιακά παιχνίδια

Οι Foster & Mishra (2009) έκαναν ανασκόπηση της βιβλιογραφίας με σκοπό την καταγραφή των ισχυρισμών που κατά καιρούς έχουν διατυπωθεί για τις ψυχολογικές (psychological) και τις φυσιολογικές (physiological) επιπτώσεις των παιχνιδιών όταν χρησιμοποιούνται από παιδιά σχολικής ηλικίας. Από την εργασία αυτή διαπιστώθηκε ότι υπάρχει μεγάλο εύρος σχετικών ισχυρισμών, άλλοτε θετικών και άλλοτε αρνητικών, οι οποίοι προέρχονται από διάφορες πιθανές πηγές (σχεδιαστές παιχνιδιών, χρήστες, εκπαιδευτικοί κ.ά.). Οι Foster & Mishra, ύστερα από ανάλυση (χρησιμοποίησαν τη θεμελιωμένη θεωρία – ground theory analysis) κατέληξαν στη δημιουργία ενός σχήματος κατηγοριοποίησης των παραπάνω ισχυρισμών, προσαρμογή του οποίου φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί.



Εικόνα 13: Σχηματική κατηγοριοποίηση των ισχυρισμών που διατυπώνονται για τις επιπτώσεις των ηλεκτρονικών παιχνιδιών

Το συγκεκριμένο σχήμα κατηγοριοποίησης επιλέχθηκε να συμπεριληφθεί στην παρούσα εργασία καθώς αποτελεί μια απεικόνιση που δίνει ενδεικτικά την εικόνα που έχει διαμορφωθεί μέχρι σήμερα όσον αφορά στη συζήτηση γύρω από την επίδραση που έχουν τα ηλεκτρονικά παιχνίδια, χωρίς να χρειάζεται να δοθούν περαιτέρω αναλυτικές επεξηγήσεις, κάτι που θα ξέφευγε από το ενδιαφέρον της παρούσας εργασίας. Ωστόσο, τονίζεται, όπως άλλωστε κάνουν και οι Foster & Mishra που δημιούργησαν το εν λόγω σχήμα κατηγοριοποίησης, ότι υπάρχουν περιορισμοί και προβλήματα σε αυτό. Η βασικότερη αδυναμία του σχήματος που οι ίδιοι αναφέρουν είναι ότι ο διαχωρισμός των προτεινόμενων κατηγοριών μεταξύ τους δεν είναι πάντοτε σαφής, με αποτέλεσμα να υπάρχει ένας βαθμός αλληλοεπικάλυψης μεταξύ των επιμέρους κατηγοριών.

1.4.3.2 Στοιχεία από μετα-αναλύσεις

Κατά την ερμηνεία των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από τις μετα-αναλύσεις, είναι χρήσιμο να λαμβάνεται υπόψη το γεγονός ότι τα σημερινά ψηφιακά παιχνίδια είναι αρκετά διαφορετικά σε σχέση με εκείνα του παρελθόντος. Η διαφορά οφείλεται καταρχήν στην τεχνολογία που χρησιμοποιούν τα παιχνίδια, η οποία όσο περισσότερο εξελίσσεται,

τόσο περισσότερο αναβαθμίζει την ποιότητα των παιχνιδιών (καλύτερα γραφικά, περισσότερες επιλογές αλληλεπίδρασης κ.λπ.). Ωστόσο, μεγάλο μέρος της διαφοράς εστιάζεται στις θεωρίες μάθησης στις οποίες στηρίζεται ο σχεδιασμός των παιχνιδιών, όπου τον τελευταίο καιρό παρατηρείται μία τάση εγκατάλειψης των παιχνιδιών συμπεριφοριστικού τύπου (π.χ. drill and practice) προς όφελος παιχνιδιών που τα διέπουν οι παιδαγωγικές αρχές της εποικοδομητικής μάθησης (Jong et al, 2010).

Επιπλέον, είναι σημαντικό να υπάρχει επίγνωση του γεγονότος ότι σε κάθε μετα-ανάλυση τα κριτήρια συμπερίληψης μιας έρευνας είναι διαφορετικά και καθορίζονται σε μεγάλο βαθμό από τη θεωρητική προσέγγιση που ακολουθεί ο συγγραφέας, ενώ επιπλέον υπάρχει ποικιλία ως προς τις μεταβλητές που εξετάζονται κάθε φορά. Άλλωστε, ο ίδιος ο όρος «ψηφιακό παιχνίδι» κάνει την κατάσταση ακόμα πιο περίπλοκη, αφού διαφορετικές κατηγορίες παιχνιδιών (genres), παιχνίδια που σχετίζονται με διαφορετικά πεδία γνώσης και περιέχουν διαφορετικό περιεχόμενο ουσιαστικά «εξισώνονται» κάτω από τον ευρύ αυτό όρο. Τα παραπάνω υποδεικνύουν ότι κάποια από τα συμπεράσματα που προκύπτουν από τις εξεταζόμενες έρευνες στις μετα-αναλύσεις δεν έχουν απαραίτητα γενικευμένη ισχύ και δεν μπορούν να προσδιορίσουν με ακρίβεια την κατάσταση που θα διαμορφωθεί κατά την αξιοποίηση κάποιου ψηφιακού παιχνιδιού στη διδασκαλία (Plass, Homer & Kinzer, 2015).

Τέλος, θα πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη και η επισήμανση της McClarty και των συνεργατών της, οι οποίοι εκφράζουν την αμφιβολία τους ως προς το κατά πόσο ουσιαστική και «δίκαιη» είναι η αποτίμηση της διδακτικής αξίας ενός παιχνιδιού μέσα από τη σύγκριση της επίδοσης των μαθητών σε σταθμισμένες δοκιμασίες που συμπληρώνουν πριν και μετά την αξιοποίησή του. Θεωρούν ότι η χρήση εκπαιδευτικών παιχνιδιών παρέχει ένα τεράστιο εύρος ευκαιριών μάθησης, οι οποίες δεν είναι εύκολο να γίνουν άμεσα αντιληπτές, ίσως ούτε καν να προσδιοριστούν με ακρίβεια. Επομένως, δεν θα πρέπει να προκαλεί απογοήτευση η περίπτωση διδακτικών παρεμβάσεων στις οποίες δεν προκύπτει μετρήσιμο όφελος από τη χρήση των εκπαιδευτικών παιχνιδιών (McClarty et al, 2012).

- Η μετα-ανάλυση των των Divjak & Tomic (2011)

Οι Divjak & Tomic (2011) έκαναν αναζήτηση σε δύο βάσεις δεδομένων (Web of Science, ScienceDirect) ερευνών που να έχουν ως αντικείμενο τη διδασκαλία των μαθηματικών με τη βοήθεια ηλεκτρονικών παιχνιδιών και τις επιπτώσεις της σε παράγοντες όπως η ακαδημαϊκή επίτευξη, η ικανοποίηση, τα κίνητρα και οι στάσεις των μαθητών. Κατέληξαν σε ένα σώμα 32 ερευνών, οι οποίες δημοσιεύτηκαν την περίοδο μεταξύ 1995 και 2010, από τις οποίες περισσότερες από τις μισές (ποσοστό 59%) αφορούσαν διδακτικές παρεμβάσεις σε τάξεις δημοτικών σχολείων.

Από τις 27 συνολικά έρευνες που εξέτασαν τις επιπτώσεις που είχε η αξιοποίηση παιχνιδιών στο κομμάτι της επίτευξης γνωστικών μαθησιακών στόχων (επίδοση), οι περισσότερες (21) έδειξαν ότι υπάρχει θετική επίδραση και μόνο σε 6 έρευνες (κυρίως σε

τάξεις με μαθητές προσχολικής – πρωτοσχολικής ηλικίας) δεν παρατηρήθηκε κάποια ουσιαστική διαφορά. Όσον αφορά στο θέμα της ενίσχυσης των κινήτρων των μαθητών για ενασχόληση με τα μαθηματικά και της βελτίωσης της στάσης τους απέναντι στο συγκεκριμένο μάθημα, οι 14 από τις 17 έρευνες που εξετάστηκαν επιβεβαίωσαν την ύπαρξη θετικής επίδρασης (Divjak & Tomic, 2011).

Προσπαθώντας να ερμηνεύσουν τα αποτελέσματα των ερευνών που δεν έδειξαν κάποια επίπτωση (είτε θετική είτε αρνητική), οι συγγραφείς κάνουν αναφορά σε έρευνα των Kebritchi & Hirumi του 2008, όπου τονίζεται ότι αρκετά ηλεκτρονικά μαθηματικά παιχνίδια δε βασίζονται σε κάποιο συγκεκριμένο θεωρητικό μοντέλο και δεν πληρούν βασικά παιδαγωγικά κριτήρια και ως εκ τούτου είναι φυσιολογικό να μην επιφέρουν τα επιθυμητά οφέλη. Επιπλέον, αφήνουν ανοιχτό το ενδεχόμενο επίδρασης πρόσθετων παραγόντων, όπως είναι οι προσδοκίες των εκπαιδευτικών και των μαθητών ή ο βαθμός ενσωμάτωσης του παιχνιδιού στη διδασκαλία (Divjak & Tomic, 2011).

- Η μετα-ανάλυση των Connolly, Mac Arthur, Hainey & Boyle (2012)

Οι Connolly et al (2012) αναζήτησαν σε επιστημονικές βάσεις δεδομένων εργασίες σχετικές με την αξιοποίηση ηλεκτρονικών παιχνιδιών στην εκπαίδευση. Ο μεγάλος αριθμός αποτελεσμάτων (7392 άρθρα) φανέρωσε την ύπαρξη έντονου ενδιαφέροντος για το θέμα. Ωστόσο, οι ερευνητές διαπίστωσαν ότι λίγες (μόλις 129) ήταν οι εργασίες που παρουσίαζαν ερευνητικά δεδομένα. Η πλειοψηφία των εργασιών που εντόπισαν, αφορούσε στη διατύπωση θεωρητικών υποθέσεων και εικασιών για τις εκπαιδευτικές δυνατότητες των ηλεκτρονικών παιχνιδιών.

- Η μετα-ανάλυση των Perrotta, Featherstone, Aston & Houghton (2013)

Οι Perrotta et al. (2013) στη μετα-ανάλυσή τους, ενδιαφέρθηκαν για εργασίες σχετικές με το θέμα της βασισμένης στο ψηφιακό παιχνίδι μάθησης που δημοσιεύτηκαν μετά το 2006 και κατέληξαν σε ένα σώμα 31 ερευνών. Ενδιαφέρθηκαν για την επίδραση που είχε η αξιοποίηση των ψηφιακών παιχνιδιών στο μαθησιακό κομμάτι, καθώς επίσης και στα κίνητρα και την εμπλοκή των μαθητών.

Όσον αφορά το πρώτο, υπήρξαν έρευνες που παρατήρησαν να σημειώνεται βελτίωση της ακαδημαϊκής επίδοσης των μαθητών, χωρίς ωστόσο να λείπουν και εκείνες στις οποίες δε συνέβη κάτι αντίστοιχο. Το παραπάνω εύρημα αποδόθηκε στην αναντιστοιχία που συνήθως υπάρχει ανάμεσα στους στόχους του αναλυτικού προγράμματος σπουδών (που ελέγχονται από τις τυπικές δοκιμασίες αξιολόγησης) και σε εκείνους που μπορούν να εξυπηρετήσουν τα ψηφιακά παιχνίδια, καθώς επίσης και στην κατά κανόνα σύντομη διάρκεια των σχετικών διδακτικών παρεμβάσεων που συχνά δεν αφήνουν να αποτυπωθούν στα τεστ αξιολόγησης οι μαθησιακές αλλαγές που επέρχονται.

Όσον αφορά στο ζήτημα των κινήτρων και της συμμετοχής (εμπλοκής) των μαθητών, τα παιχνίδια φάνηκε να επιδρούν θετικά. Ωστόσο, και πάλι οι ερευνητές παρατήρησαν ότι σε όλες σχεδόν τις έρευνες δεν υπήρξε κάποιος επανέλεγχος για να διαπιστωθεί αν αυτή η θετική επίδραση διατηρήθηκε στο χρόνο ή αν ήταν κάτι το παροδικό (novelty effect).

Γενικότερα, παρά την ελαφρώς θετική επίδραση που συνολικά παρατηρήθηκε, οι ερευνητές θεωρούν ότι υπάρχουν μεθοδολογικές ανακρίβειες και αδυναμίες στις εργασίες που δεν επιτρέπουν το να σημειωθούν θεαματικότερες βελτιώσεις. Σε αρκετές περιπτώσεις, όπως αναφέρουν, δεν ήταν ξεκάθαρος ο ερευνητικός σχεδιασμός (για παράδειγμα αν πέρα από την πειραματική υπήρχε ή όχι ομάδα ελέγχου), το είδος των μεταβλητών που μελετήθηκαν ή ο τρόπος μέτρησής τους, το είδος (genre) του παιχνιδιού ή ο ακριβής τρόπος που χρησιμοποιήθηκε και άλλα μεθοδολογικά ζητήματα (Perrotta et al, 2013).

- Η μετα-ανάλυση των Hainey, Connolly, Boyle, Wilson & Razak (2016)

Η βασισμένη σε ψηφιακά παιχνίδια μάθηση (game-based learning) αποτέλεσε το επίκεντρο ενδιαφέροντος για τους Hainey et al (2016), οι οποίοι πραγματοποίησαν μια συστηματική ανασκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας. Εστίασαν σε εφαρμογές που υλοποιήθηκαν αποκλειστικά στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση και αναζήτησαν σχετικό υλικό σε επιστημονικές εργασίες που δημοσιεύτηκαν τη χρονική περίοδο μεταξύ 2000 και 2013. Με βάση τα κριτήρια αναζήτησης (κυρίως καταλληλότητα μεθοδολογίας, αξιοπιστία κ.ά.) που έθεσαν προέκυψε ένα σώμα 105 ερευνών.

Μία πρώτη διαπίστωση των Hainey et al ήταν ότι τα μαθηματικά αποτέλεσαν το πιο δημοφιλές γνωστικό αντικείμενο, με πολλές από τις παραπάνω έρευνες (25/105) να σχετίζονται με την αξιοποίηση ψηφιακών παιχνιδιών για τη διδασκαλία τους, κάτι το οποίο θεωρήθηκε φυσιολογικό λόγω της έμφασης που δίνεται στη διδασκαλία των μαθηματικών στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Μία πρόσθετη παρατήρηση ήταν ότι η πλειοψηφία των ερευνών είχε ως αντικείμενο μελέτης την επίδραση που είχαν τα ψηφιακά παιχνίδια στην κατανόηση του περιεχομένου και την απόκτηση γνώσεων, ενώ οι επιπτώσεις τους στο συναισθηματικό τομέα και στα κίνητρα των συμμετεχόντων απασχόλησαν σημαντικά λιγότερες έρευνες. Αίσθηση προκάλεσε στους ερευνητές η σχεδόν παντελής απουσία διενέργειας μακροχρόνιων ερευνών, καθώς επίσης και ο μικρός αριθμός μελετών που ακολούθησαν το ποιοτικό παράδειγμα έρευνας (π.χ. μελέτες περίπτωσης, παρατήρηση, μικτή μεθοδολογία έρευνας κ.λπ.). Τέλος, έγινε σαφές ότι τα παιχνίδια στρατηγικής και τα παιχνίδια γρίφων (puzzles) αποτέλεσαν τις δημοφιλέστερες κατηγορίες παιχνιδιού που απασχόλησαν τη σχετική έρευνα (Hainey et al, 2016).

Μολονότι στην παρουσίαση που προηγήθηκε δόθηκε έμφαση στην παρουσίαση στοιχείων που σχετίζονται με την αξιοποίηση των ψηφιακών παιχνιδιών στη διδασκαλία των μαθηματικών, ο Fokides παραπέμποντας σε πρόσφατες μετα-αναλύσεις, επισημαίνει ότι ένα μικρό μόνο μέρος της εμπειρικής έρευνας αφορά στην αξιοποίηση παιχνιδιών για τη

διδασκαλία μαθηματικών εννοιών και τονίζει την αναγκαιότητα κάλυψης αυτού του ερευνητικού κενού (Fokides, 2018).

Γενικότερα πάντως, μία άποψη που βρίσκει σύμφωνους αρκετούς από τους ερευνητές στο χώρο της βασισμένης στο ψηφιακό παιχνίδι μάθησης, είναι εκείνη που έχει διατυπώσει στο παρελθόν η Ainley, η οποία αναγνωρίζει ότι δεν έχουν όλα τα παιχνίδια διδακτική αξία. Συγκεκριμένα, η Ainley δηλώνει ότι θεωρεί πως υπάρχει μαθηματική αξία μονάχα στα παιχνίδια εκείνα, όπου τόσο η δομή τους όσο και οι κανόνες του παιχνιδιού εμπεριέχουν και βασίζονται σε μαθηματικές έννοιες. Σε αυτά τα «αληθινά μαθηματικά παιχνίδια» , όπως τα χαρακτηρίζει, η νίκη μπορεί να επιτευχθεί μόνο όταν οι μαθητές έχουν κατανοήσει τις αντίστοιχες μαθηματικές έννοιες (Lee, 1996).

Αντίστοιχα, σε ειδικό τεύχος του International Journal of Serious Games, αφιερωμένο στα ηλεκτρονικά παιχνίδια για μαθηματικά, επισημαίνεται ότι παρόλο που πλέον υπάρχει μια πληθώρα επιλογών, τα περισσότερα από τα διαθέσιμα ηλεκτρονικά παιχνίδια δεν πληρούν ορισμένα κριτήρια ποιότητας. Συγκεκριμένα, τονίζεται ότι ο σχεδιασμός των παιχνιδιών συνήθως δεν γίνεται με γνώμονα κάποια παιδαγωγική θεωρία. Ταυτόχρονα δε φαίνεται να αξιοποιούνται πλήρως οι ολοένα και πιο πολλές δυνατότητες που παρέχει η νέα τεχνολογία για τη διδακτική των μαθηματικών. Επιπλέον, αναφέρεται ότι πολλά από τα ηλεκτρονικά παιχνίδια δεν ενσωματώνουν το μαθηματικό περιεχόμενο μέσα στη διάδραση και τον τρόπο παιχνιδιού (gameplay) που προσφέρουν, στοιχείο που τα καθιστά μάλλον αναποτελεσματικά. Σημαντικότερο όλων, σύμφωνα με τους επιμελητές του περιοδικού, είναι η παρατήρηση ότι τα περισσότερα ηλεκτρονικά παιχνίδια εστιάζουν στη διδασκαλία και εκμάθηση μαθηματικών γεγονότων και διαδικασιών και δεν καταπιάνονται το ίδιο συστηματικά με πιο απαιτητικές περιοχές μάθησης όπως είναι για παράδειγμα η ανάπτυξη μαθηματικής σκέψης (Kiili, Devlin & Multisilta, 2015).

Με βάση τα παραπάνω, είναι προφανές ότι η ενασχόληση των μαθητών με online μαθηματικά παιχνίδια δεν οδηγεί απαραίτητα σε βελτίωση στην επίδοσή τους στα μαθηματικά, ούτε λειτουργεί απαραίτητα ως κίνητρο για να ασχοληθούν περαιτέρω με το μάθημα αυτό, μολονότι στις περισσότερες έρευνες γίνεται λόγος για ύπαρξη υψηλότερου κινήτρου και αυξημένη εμπλοκή (engagement) των συμμετεχόντων (Siew, 2018). Σημασία έχει η ποιότητα του μαθηματικού παιχνιδιού και ο τρόπος ενσωμάτωσής του στην όλη μαθησιακή διαδικασία. Έτσι, οι ερευνητές προτείνουν ότι τα μαθηματικά παιχνίδια για να είναι αποτελεσματικά πρέπει να σχεδιάζονται με βάση στέρεες θεωρίες μάθησης, να δίνουν ευκαιρίες στους χρήστες ενεργητικά να αλληλεπιδράσουν με το μαθηματικό περιεχόμενο, μέσα σε ένα πλαίσιο που να έχει νόημα και ενδιαφέρον για αυτούς, μέσα στο οποίο παρέχεται στήριξη (scaffolding) του μαθηματικού συλλογισμού και δίνεται άμεση ανατροφοδότηση για τις ενέργειές τους (Zhang, 2015).

1.4.4 Τα ψηφιακά παιχνίδια ως έναυσμα για ανάπτυξη μαθηματικών συζητήσεων

Η σκέψη αξιοποίησης των ηλεκτρονικών παιχνιδιών για την ανάπτυξη μαθηματικών συζητήσεων εντοπίζεται σε επίσημα εκπαιδευτικά κείμενα, όπως είναι η αναφορά "Mathematics Counts" που συντάχτηκε το 1982 από Επιτροπή Έρευνας για τη διδασκαλία των μαθηματικών στα σχολεία με επικεφαλής των Dr Cockcroft. Εκεί επισημαίνεται ότι τα παιχνίδια μπορούν να αυξήσουν σημαντικά τις πιθανότητες οι μαθητές να αναπτύξουν διάλογο (τόσο οι μαθητές μεταξύ τους όσο και οι μαθητές με τον εκπαιδευτικό), κυρίως για να εξηγήσουν τις κινήσεις που έκαναν οι ίδιοι στο παιχνίδι και για να κατανοήσουν τις διαφορετικές στρατηγικές που χρησιμοποίησαν οι υπόλοιποι παίχτες (Cockcroft, 1982). Αντίστοιχα, στο τρέχον πρόγραμμα σπουδών για τα μαθηματικά στην υποχρεωτική εκπαίδευση[4], ως βασική αρχή και στόχο μάθησης αναφέρονται η ανάπτυξη της μαθηματικής σκέψης καθώς και η ανάπτυξη ορισμένων μαθηματικών διεργασιών όπως είναι η διεργασία επικοινωνίας και η διεργασία συλλογισμού και επιχειρηματολογίας.

1.4.4.1 Θεωρητικές παραδοχές

Στο παρόν εδάφιο γίνεται αναφορά σε θεωρητικές μελέτες που υποστηρίζουν την προοπτική αξιοποίησης των ηλεκτρονικών παιχνιδιών στη μαθηματική διδασκαλία. Στις μελέτες τονίζεται ότι κατά την ενασχόληση των μαθητών με τα παιχνίδια παρουσιάζονται ευκαιρίες για ανάπτυξη μαθηματικών συζητήσεων στο πλαίσιο των οποίων οι μαθητές υπάρχει πιθανότητα να διατυπώσουν μαθηματικούς συλλογισμούς και να εμφανίσουν δείγματα ανώτερου επιπέδου σκέψης.

Ο Ernest (1986) σε άρθρο του σχετικά με τη λογική της αξιοποίησης των παιχνιδιών στη διδασκαλία των μαθηματικών, σημειώνει ότι τα παιχνίδια δίνουν ευκαιρίες στους μαθητές να γνωρίσουν και να χρησιμοποιήσουν στρατηγικές επίλυσης προβλημάτων. Μέσα από τη συμμετοχή τους στα παιχνίδια οι μαθητές μπορούν να λύσουν προβληματικές καταστάσεις μέσω δοκιμής και πλάνης, απλοποίησης σύνθετων εργασιών, αναζήτησης μοτίβων, διατύπωσης υποθέσεων, εύρεσης παραδειγμάτων ή αντιπαραδειγμάτων και άλλα.

Οι Jong et al (2010) επισημαίνουν ότι στα σύνθετα παιχνίδια χρειάζεται να γίνει ανάλυση των δεδομένων, να ληφθεί υπόψη το πλαίσιο - συγκείμενο, να ανακληθεί και να χρησιμοποιηθεί η προγενέστερη γνώση, να επινοηθούν στρατηγικές, να ληφθούν αποφάσεις και να ελεγχθούν τα αποτελέσματα διαφορετικών ενεργειών. Σε κάποιες περιπτώσεις είναι χρήσιμη και η επικοινωνία και η αλληλεπίδραση με χαρακτήρες τόσο μέσα στο παιχνίδι, όσο και με άτομα εκτός παιχνιδιού. Όλα τα παραπάνω στοιχεία μπορεί να θεωρηθούν ότι συνιστούν ενδείξεις εμφάνισης μαθηματικής σκέψης.

Ένα πρόσθετο επιχείρημα υπέρ της χρησιμοποίησης ηλεκτρονικών παιχνιδιών δίνεται από την Offenholley (2012) η οποία παρατηρεί ότι οι μαθητές εύκολα κατανοούν και

[4] Αναφορά στη συμπληρωματική προς τα ισχύοντα προγράμματα σπουδών έκδοση για το επιστημονικό πεδίο των μαθηματικών. Πηγή: http://ebooks.edu.gr/info/newpsΜαθηματικά/Μαθηματικά - Δημοτικό.pdf (τελευταία προσπέλαση 18 Αυγούστου, 2019)

ανακαλύπτουν τις διάφορες στρατηγικές επίλυσης που είναι απαραίτητες για την επιτυχία τους στο παιχνίδι που συμμετέχουν. Αυτό γίνεται τις περισσότερες φορές μέσα από μία διαδικασία δοκιμής και πλάνης, είτε βάσει οδηγιών που βρίσκουν οι μαθητές σε συνοδευτικά εγχειρίδια, είτε απλώς παρατηρώντας τις στρατηγικές των υπόλοιπων παιχτών ή σε συνεργασία μαζί τους. Τα παιχνίδια ουσιαστικά βάζουν τους μαθητές σε μια διαδικασία διαμόρφωσης υποθέσεων, και ακολούθως πειραματικού ελέγχου των υποθέσεων αυτών, μέσα από τον οποίο διαπιστώνουν ποιες είναι οι συνέπειες των επιλογών - στρατηγικών που χρησιμοποίησαν (Offenholley, 2012).

Τέλος, οι Posamentier & Krulik (2017), δίνοντας έμφαση στο κομμάτι της επικοινωνίας και της ανταλλαγής ιδεών, θεωρούν ότι ακόμα και τα πιο απλά παιχνίδια στρατηγικής, μπορούν να αποτελέσουν το έναυσμα για την ανάπτυξη μαθηματικών δεξιοτήτων. Για παράδειγμα, η παρότρυνση των μαθητών να εξηγήσουν τη λογική που κρύβεται πίσω από μια κίνησή τους (ή πίσω από μια κίνηση αντιπάλου) μπορεί να οδηγήσει στην ανάπτυξη μαθηματικού διαλόγου μεταξύ των μαθητών. Μέσα από το διάλογο αυτό και την ανταλλαγή απόψεων είναι πιθανή η ανάπτυξη δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων καθώς και η εμφάνιση ανώτερου επιπέδου μαθηματικών συλλογισμών και σκέψης.

1.4.4.2 Εμπειρικά Δεδομένα

Στη συνέχεια παρουσιάζονται ερευνητικές εργασίες όπου αξιοποιήθηκαν ψηφιακά παιχνίδια στη διδασκαλία μαθηματικών ενοτήτων στο δημοτικό και στις οποίες εξετάστηκε η επίπτωση της χρησιμοποίησης των παιχνιδιών σε σχέση με στοιχεία όπως η ανάπτυξη μαθηματικών συζητήσεων και η εμφάνιση μαθηματικών συλλογισμών.

- Μελέτη των McFeetors & Palfy (2017)

Είναι συνηθισμένο να χρησιμοποιούνται στην τάξη παιχνίδια λογικής – στρατηγικής (abstract strategy games), τα οποία έχουν ως κύριο χαρακτηριστικό την απουσία κάποιου θέματος. Το στοιχείο αυτό σημαίνει ότι η επίτευξη της νίκης εξαρτάται από τη λογική ικανότητα του παίχτη και όχι από τη προγενέστερη γνώση ενός συγκεκριμένου θέματος – περιεχομένου γνώσης. Οι McFeetors και Palfy (2017) παρουσιάζουν μία τέτοια περίπτωση όπου μία εκπαιδευτικός χρησιμοποίησε σε δημοτικό σχολείο επιτραπέζια παιχνίδια λογικής ως αναπόσπαστο μέρος της διδασκαλίας των μαθηματικών.

Η συγκεκριμένη εκπαιδευτικός διαπίστωσε ότι τα παιχνίδια παρείχαν ευκαιρίες στους μαθητές να δοκιμάσουν να αναλύσουν τις κινήσεις που έκαναν στο πλαίσιο του εκάστοτε παιχνιδιού, καθώς επίσης και να κάνουν υποθέσεις σχετικά με το πώς θα μπορούσαν να δράσουν σε υποθετικές - εναλλακτικές καταστάσεις του παιχνιδιού.

Οι συγγραφείς του άρθρου αναφέρουν ότι στην αρχή της διδακτικής παρέμβασης οι μαθητές έπαιζαν τα παιχνίδια με τρόπο παρορμητικό, χωρίς να σκέφτονται αρκετά πάνω στις κινήσεις που κάνουν και χωρίς να διατυπώνουν λογικούς συλλογισμούς. Ωστόσο, με

τη βοήθεια ορισμένων προτρεπτικών ερωτήσεων οι μαθητές μπόρεσαν να προχωρήσουν τη σκέψη τους από το συγκεκριμένο στο γενικό, από την απλή παρατήρηση στον αιτιολογημένο συλλογισμό και από τις γενικές υποθέσεις στις διαπιστώσεις με γενική ισχύ.

- Μελέτη περίπτωσης του Kenna (2015)

Η μελέτη περίπτωσης του Kenna (2015) εξετάζει το κατά πόσον μία σειρά διαδραστικών ηλεκτρονικών παιχνιδιών για τα μαθηματικά, μπορεί να παρακινήσει τους μαθητές να αναπτύξουν δεξιότητες σκέψης ανώτερου επιπέδου. Ο ερευνητής μελέτησε 7 παιδιά (6ης βαθμίδας σε δημοτικό στο Manchester), τα οποία για ένα διάστημα μίας εβδομάδας ασχολήθηκαν με 5 διαδραστικά μαθηματικά παιχνίδια της ψηφιακής πλατφόρμας ActiveLearn Primary. Μολονότι η παρέμβαση υπήρξε σύντομη σε διάρκεια, ο ερευνητής, χρησιμοποιώντας πολλά μέσα για τη συλλογή δεδομένων (άμεση παρατήρηση, συνέντευξη, ανάλυση τεχνουργημάτων κ.λπ.) παρατήρησε ότι υπήρχαν στιγμές όπου οι μαθητές κατά τη διάρκεια ενασχόλησής τους με τα παιχνίδια, χρησιμοποίησαν ανώτερου επιπέδου δεξιότητες σκέψης. Ως παράδειγμα, αναφέρει αποσπάσματα από διαλόγους που ο ίδιος είχε με τους μαθητές με αφορμή το παιχνίδι Apple Picking, μέσα από τα οποία φαίνεται ότι οι μαθητές αναπτύσσουν πολλαπλά κριτήρια - στρατηγικές για την επίλυση του προβλήματος, ερμηνεύουν και αναλύουν δεδομένα και κάνουν υποθέσεις και συλλογισμούς. Ταυτόχρονα, οι μαθητές έδειξαν να έχουν συνείδηση του γεγονότος ότι τα συγκεκριμένα παιχνίδια απαιτούν από αυτούς ένα είδος "διαφορετικής" (πιο βαθειάς και συγκροτημένης) σκέψης, κάτι που για τους περισσότερους φαίνεται να δρα παρακινητικά, ως ένα κίνητρο για να ασχοληθούν σοβαρά με το παιχνίδι.

- Έρευνα των Fisch, Lesh, Motoki, Crespo & Melfi (2011)

Στην έρευνα αυτή συμμετείχαν 74 μαθητές τρίτης και τετάρτης τάξης δημοτικού, οι οποίοι ασχολήθηκαν με συγκεκριμένα online μαθηματικά παιχνίδια του ιστότοπου Cyberchase. Οι ερευνητές, μέσα από την επί τόπου παρατήρηση της συμπεριφοράς των μαθητών, μέσα από συνεντεύξεις με τους μαθητές μετά την ολοκλήρωση του παιχνιδιού αλλά και με αξιοποίηση της τεχνικής εξόρυξης δεδομένων (online tracking – data mining technique) προσπάθησαν να μελετήσουν την εξέλιξη του μαθηματικού τους συλλογισμού.

Στο άρθρο γίνεται περισσότερο αναφορά στις στρατηγικές που χρησιμοποίησαν οι μαθητές κατά την ενασχόλησή τους με ένα συγκεκριμένο παιχνίδι (Railroad Repair). Στο παιχνίδι αυτό, που είχε ως γνωστικό αντικείμενο τους δεκαδικούς αριθμούς, οι μαθητές έπρεπε να επιδιορθώσουν ένα σιδηρόδρομο, συμπληρώνοντας τα κενά του επιλέγοντας κατάλληλου μήκους κομμάτια ράγας. Τα κομμάτια ήταν διαφορετικού μήκους (σε δεκαδικό αριθμό) και κάθε κομμάτι μπορούσε να χρησιμοποιηθεί μία και μόνο φορά.

Παρατηρήθηκε ότι η πλειοψηφία των μαθητών ξεκίνησε χρησιμοποιώντας την πιο απλή στρατηγική (matching strategy) κατά την οποία ανάλογα με το μήκος του κενού στο

σιδηρόδρομο οι μαθητές επέλεγαν το αντίστοιχου μήκους κομμάτι για να καλύψουν το κενό. Όταν αυτή η στρατηγική έπαψε να είναι αποτελεσματική (αφού σε επόμενο επίπεδο του παιχνιδιού υπήρχαν περισσότερα του ενός κενά με το ίδιο μήκος που έπρεπε να καλυφθούν) ένα μέρος των μαθητών προχώρησε το μαθηματικό του συλλογισμό και χρησιμοποίησε διαφορετική στρατηγική (additive strategy) προσθέτοντας κομμάτια ράγας μικρότερου μήκους για την κάλυψη μεγαλύτερων κενών. Σε πιο προχωρημένο στάδιο του παιχνιδιού, όπου και αυτή η στρατηγική αυτή αποδείχτηκε ανεπαρκής, οι μαθητές χρειάστηκε να τροποποιήσουν το συλλογισμό τους και να χρησιμοποιήσουν μια πιο σύνθετη στρατηγική, κατά την οποία σκέφτονταν προκαταβολικά πώς θα χρησιμοποιούσαν τα διαθέσιμα κομμάτια ράγας, ξεκινώντας με την κάλυψη των μικρότερων κενών και αφήνοντας για αργότερα την κάλυψη μεγαλύτερων κενών.

Από τα παραπάνω, έγινε σαφές ότι ακόμα και οι μαθητές που χρησιμοποίησαν πιο εξελιγμένο μαθηματικό συλλογισμό, συνήθως δεν το έκαναν από την αρχή, αλλά σε προχωρημένο στάδιο και μόνο αφού διαπίστωσαν ότι η στρατηγική που χρησιμοποιούσαν επιτυχώς μέχρι τη στιγμή εκείνη ήταν πλέον ανεπαρκής. Η παρατήρηση αυτή επιβεβαίωσε την αρχική υπόθεση των ερευνητών ότι η πορεία εξέλιξης του μαθηματικού συλλογισμού των μαθητών είναι παρόμοια ανεξάρτητα από το αν οι μαθητές καταπιάνονται με προβληματικές καταστάσεις στο πλαίσιο online εκπαιδευτικών παιχνιδιών ή στο πλαίσιο μιας συνηθισμένης offline σχολικής δραστηριότητας (Fisch et al, 2011).

- Έρευνες των Bottino, Ott & Tavella (2007, 2014)

Οι Bottino, Ott & Tavella (2014) χρησιμοποίησαν 5 ψηφιακές εκδοχές «σοβαρών» παιχνιδιών σκέψης (mind games) με μαθητές ηλικίας 8-10 ετών, σε έρευνα που έλαβε χώρα σε δημοτικά σχολεία στην Ιταλία. Οι ερευνητές παρατήρησαν τους μαθητές καθώς έπαιζαν τα παιχνίδια (πρόκειται για τα παιχνίδια: mastermind, hepix, tree tent, tetravex και pathological) προκειμένου να διαπιστώσουν το βαθμό συμμετοχής τους και το ενδιαφέρον που επιδεικνύουν. Στο τέλος της παρέμβασης μοίρασαν μια δοκιμασία που κατασκεύασαν οι ίδιοι (Logivali test) προκειμένου να συλλέξουν δεδομένα σχετικά με συγκεκριμένες ικανότητες συλλογισμού (π.χ. εξαγωγή συμπερασμάτων, ανάκληση – ικανότητα εφαρμογής κανόνων, ικανότητα πρόβλεψης της εξέλιξης του παιχνιδιού) που υπέθεσαν ότι είναι δυνατόν να εμφανιστούν μέσα από τη συμμετοχή των μαθητών στην παραπάνω διαδικασία.

Διαπιστώθηκε ότι η χρήση των ψηφιακών εκδοχών των παιχνιδιών αυτών (digital mind games) βοήθησε συνολικά τους μαθητές να εξασκήσουν λογικές δεξιότητες και να αποκτήσουν τις ικανότητες συλλογισμού που οι ίδιοι εξέτασαν με τη βοήθεια της δοκιμασίας που κατασκεύασαν. Περισσότερο φάνηκε να επωφελούνται οι μαθητές εκείνοι που με κριτήριο τη βαθμολογία τους εντάχθηκαν στην κατηγορία των προχωρημένων – ικανότερων μαθητών. Ένα σημαντικό εύρημα της έρευνας υπήρξε το ότι η πλειοψηφία των μαθητών, ανεξάρτητα από τη σχολική τους επίδοση, συμμετείχε με αυξημένο ενδιαφέρον

και προσοχή στις δραστηριότητες που έλαβαν χώρα με αφορμή την αξιοποίηση των παραπάνω παιχνιδιών (Bottino, Ott & Tavella, 2014).

Σε πιο πρώιμο στάδιο της έρευνας τους, οι παραπάνω ερευνητές είχαν διαπιστώσει ότι ορισμένα παιχνίδια επιβάλλουν την ανάπτυξη διεργασιών σκέψης, αφού για την επιτυχία τους σε αυτά οι μαθητές είναι αναγκασμένοι να προβαίνουν σε απαιτητικές ενέργειες, όπως να προβλέπουν τις συνέπειες που θα έχει μια σειρά δικών τους (ή των αντιπάλων τους) ενεργειών, να σκέφτονται εναλλακτικά σενάρια δράσης και τρόπους εξέλιξης του παιχνιδιού. Επιπλέον, οι μαθητές φάνηκε να συνειδητοποιούν ότι, ακόμα και στην περίπτωση των παιχνιδιών, είναι μη παραγωγικό να λειτουργούν στην τύχη. Ως εκ τούτου, συνήθως έδειχναν πρόθυμοι στο να δοκιμάσουν την αποτελεσματικότητα διαφορετικών στρατηγικών, μολονότι κάτι τέτοιο απαιτεί αρκετή προσπάθεια (Bottino et al, 2007).

- Οι έρευνες της Bragg (2003, 2007)

Σε σχέση με την παρούσα εργασία και το ενδιαφέρον της για τις συζητήσεις που προκύπτουν με αφορμή τα παιχνίδια, η έρευνα της Bragg (μολονότι είχε διαφορετικό ερευνητικό ενδιαφέρον) έδειξε ότι υπάρχουν μαθητές που είναι ικανοί να διατυπώσουν με σαφήνεια και να μοιραστούν με τους συμμαθητές τους τις στρατηγικές που ανέπτυξαν κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού. Περισσότεροι φαίνεται πως είναι οι μαθητές που δεν είναι ακόμα σε θέση να διατυπώσουν με άνεση τα παραπάνω, κάτι που δεν αντιμετωπίζεται αρνητικά από την ερευνήτρια, με τη λογική ότι και αυτοί οι μαθητές έχουν ενεργοποιήσει τους γνωστικούς τους μηχανισμούς και βρίσκονται σε μια διαδικασία οικοδόμησης γνώσης και κατανόησης (Bragg, 2007). Το σημαντικότερο στοιχείο που ανέδειξε η ποιοτική ανάλυση των συνεντεύξεων, είναι ότι οι περισσότεροι μαθητές είχαν συνείδηση ότι τα παιχνίδια, πέρα από το κομμάτι της διασκέδασης, έχουν και μαθησιακούς στόχους και ότι τελικά τους βοήθησαν στην εκμάθηση μαθηματικών εννοιών, ιδίως στις περιπτώσεις όπου έπρεπε να εξηγήσουν δυνατά τις κινήσεις που έκαναν ή όταν συζητούσαν στην ολομέλεια της τάξης για τις στρατηγικές που χρησιμοποίησαν καθώς έπαιζαν (Bragg, 2003).

- Έρευνα των Jonke, Wijers & Van Galen (2009)

Σε δημοτικό σχολείο της Ουτρέχτης και για διάστημα 6 βδομάδων, 18 μαθητές ηλικίας 10-12 ετών έπαιξαν (είτε ατομικά είτε σε ζευγάρια) ένα παιχνίδι που σχετίζεται με τα κριτήρια διαιρετότητας (crack the safe). Χρησιμοποιήθηκε η επιτόπια παρατήρηση και πρωτόκολλο ομιλούντος υποκειμένου για να δοθεί απάντηση στο πώς αλληλεπιδρούν οι μαθητές και στο τι στρατηγικές χρησιμοποιούν για να βρουν τους διαιρέτες των αριθμών.

Διαπιστώθηκε ότι ανεξάρτητα από ορισμένα αρνητικά στοιχεία που υπήρχαν στο σχεδιασμό του παιχνιδιού (απουσία υποστηριχτικών εργαλείων, περιορισμένη και δύσκολα ερμηνεύσιμη από τους χρήστες ανατροφοδότηση κ.λπ.), οι μαθητές εκφράστηκαν θετικά και θεώρησαν ότι ασχολήθηκαν με ένα παιχνίδι. Ταυτόχρονα, με την αξιοποίηση του

πρωτοκόλλου ομιλούντος υποκειμένου, οι μαθητές διατύπωσαν συλλογισμούς και έκαναν χρήση – δοκιμή διαφορετικών στρατηγικών (Jonke, Wijers & Van Galen, 2009).

- Έρευνα των van den Heuvel-Panhuizen, Kolovou & Robitzsch (2013)

Οι παραπάνω ερευνητές επιχειρώντας να βελτιώσουν την ικανότητα επίλυσης προβλημάτων άλγεβρας (συμμεταβλητότητα ποσοτήτων) μαθητών ηλικίας 10-12 ετών, επέλεξαν ένα online ψηφιακό παιχνίδι. Στο παιχνίδι που χρησιμοποιήθηκε (προσομοίωση του παιχνιδιού «στόχοι και βελάκια» - darts), οι μαθητές έπρεπε να μαντέψουν τι βολές μπορεί να έγιναν σε έναν γύρο του παιχνιδιού, ξέροντας το συνολικό σκορ και τον αριθμό των βελών που πέτυχαν κάποιο κυκλικό δακτύλιο του στόχου. Από την ανάλυση προέκυψε ένα πλήθος στρατηγικών που χρησιμοποίησαν οι μαθητές, οι οποίες χωρίστηκαν σε δύο κατηγορίες: εκείνοι που αποσκοπούσαν στην άμεση εύρεση μίας απάντησης (answer focused) και εκείνοι που αποσκοπούσαν στην αναζήτηση υποκείμενων δομών και σχέσεων (relation focused). Η στρατηγική της τυχαίας δοκιμής και πλάνης, η δοκιμή ακραίων τιμών, η παράλειψη πληροφοριών είναι στρατηγικές που χαρακτηρίζουν την πρώτη κατηγορία μαθητών, ενώ η επίλυση ανάλογων προβλημάτων, η εφαρμογή ενός γενικού κανόνα, ο κατακερματισμός ενός προβλήματος σε μέρη και η συστηματική δοκιμή και πλάνη είναι στρατηγικές που ανήκουν στη δεύτερη κατηγορία.

Οι ερευνητές κάνοντας ανάλυση κατά συστάδες (cluster analysis) βρήκαν ότι μια ομάδα μαθητών χρησιμοποιεί κάποιες από τις στρατηγικές που έχουν ως πρωταρχικό μέλημα τη διερεύνηση σχέσεων ανάμεσα στις ποσότητες, ενώ μια (μεγαλύτερη) ομάδα μαθητών βασίζεται κυρίως στη στρατηγική των τυχαίων δοκιμών (trial and error). Μολονότι η στρατηγική αυτή θεωρείται κατώτερη, στην έρευνα αυτή παρατηρήθηκε ότι οι μαθητές που τη χρησιμοποίησαν σημείωσαν τη μεγαλύτερη βελτίωση στην ικανότητά τους για επίλυση αλγεβρικών προβλημάτων. Η εξήγηση που δόθηκε είναι ότι η στρατηγική αυτή, όσο ανορθόδοξη κι αν φαίνεται, επιτρέπει στους μαθητές (μέσα από την επανάληψη) να αρχίσουν να εντοπίζουν σχέσεις ανάμεσα στις τιμές που οι ίδιοι εισάγουν και στα αποτελέσματα που προκύπτουν και έτσι οδηγούνται σταδιακά στην εύρεση λύσεων.

- Μελέτη περίπτωσης των Avraamidou, Monaghan & Walker (2015)

Επιπρόσθετα, όπως φάνηκε σε μελέτη περίπτωσης (Avraamidou, Monaghan & Walker, 2015) όπου έγινε παρατήρηση ατόμων καθώς έπαιζαν γνωστά ηλεκτρονικά παιχνίδια (όπως για παράδειγμα τα παιχνίδια “Angry Birds” και “The Sims”), συχνά τα μαθηματικά που απαιτούνται για την επίλυση ενός προβλήματος στο περιβάλλον του παιχνιδιού, δεν θα αντιμετωπίζονταν ποτέ ως «μαθηματικά» σε μία κοινότητα μαθηματικών επιστημόνων. Επιπλέον, όπως φάνηκε στην ίδια μελέτη, μολονότι στα παιχνίδια πολλές φορές δίνεται η ευκαιρία στους μαθητές να διαμορφώσουν και να χρησιμοποιήσουν στρατηγικές βασισμένες σε μαθηματικές έννοιες, σπάνια ακολουθεί συζήτηση προκειμένου

να δοθεί κάποια επιστημονική ερμηνεία που να εξηγεί την ορθότητα των μαθηματικών που χρησιμοποιήθηκαν. Συνήθως, οι συμμετέχοντες περιορίζονται στην ανατροφοδότηση που λαμβάνουν από το ίδιο το παιχνίδι (επίτευξη στόχου ή μη) και δεν μπαίνουν στη διαδικασία να συζητήσουν περαιτέρω ώστε να προσπαθήσουν να συνειδητοποιήσουν για ποιο λόγο επήλθε το συγκεκριμένο αποτέλεσμα. Στο ενδεχόμενο πάλι που προκύψει (είτε με παρέμβαση του εκπαιδευτικού είτε χωρίς) η παραπάνω σχετική συζήτηση, υπάρχει πάντα ο κίνδυνος να χαθεί η μαγεία του παιχνιδιού για τους μαθητές και οι τελευταίοι να αποσυρθούν από τη διαδικασία (Avraamidou, Monaghan & Walker, 2015).

- Έρευνα των Topping, Campbell, Douglas & Smith (2003)

Τα μαθηματικά παιχνίδια και η μαθηματική συζήτηση βρίσκονται στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος στην εργασία των Topping και συνεργατών. Στην έρευνά τους προσεγγίζουν τα παραπάνω στοιχεία μέσα από το πρίσμα της ομότιμης μάθησης (cross-age peer learning) δίνοντας το ρόλο του εκπαιδευτή (tutor) σε μαθητές ηλικίας 11 ετών και το ρόλο του εκπαιδευόμενου (tutee) σε μαθητές ηλικίας 7 ετών. Εξετάζουν κατά πόσον η συμμετοχή σε ένα τέτοιο πρόγραμμα έχει επιπτώσεις στη στάση των μαθητών απέναντι στα μαθηματικά, στο επίπεδο των μαθηματικών δεξιοτήτων και γνώσεων και σε παράγοντες κοινωνικούς και συναισθηματικούς, τόσο για τους εκπαιδευόμενους όσο και για τους εκπαιδευτές.

Σε σχέση με το ενδιαφέρον της παρούσας εργασίας, διαπιστώθηκε, σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας, ότι οι μαθητές άρχισαν να χρησιμοποιούν το «ενδεδειγμένο» μαθηματικό λεξιλόγιο στις συζητήσεις τους. Επίσης, σε αυτές, προτεραιότητα δόθηκε στην ανταλλαγή απόψεων γύρω από στρατηγικές που χρησιμοποιήθηκαν στα παιχνίδια και λιγότερο σε θέματα διαδικαστικού χαρακτήρα. Ταυτόχρονα, παρατηρήθηκε μια στατιστικά σημαντική βελτίωση των επιπέδων αυτοπεποίθησης των εκπαιδευτών, καθώς και βελτίωση της αντίληψής τους ως προς την ικανότητά τους για μάθηση. Οι μαθητές αυτοί σημείωσαν ότι η εμπλοκή τους στο πρόγραμμα ομότιμης μάθησης τους βοήθησε, καθώς στην προσπάθειά τους να απλοποιήσουν τα πράγματα για τους μικρότερους μαθητές, θυμήθηκαν, εξάσκησαν και τελειοποίησαν μεθόδους και δεξιότητες που ήδη κατείχαν.

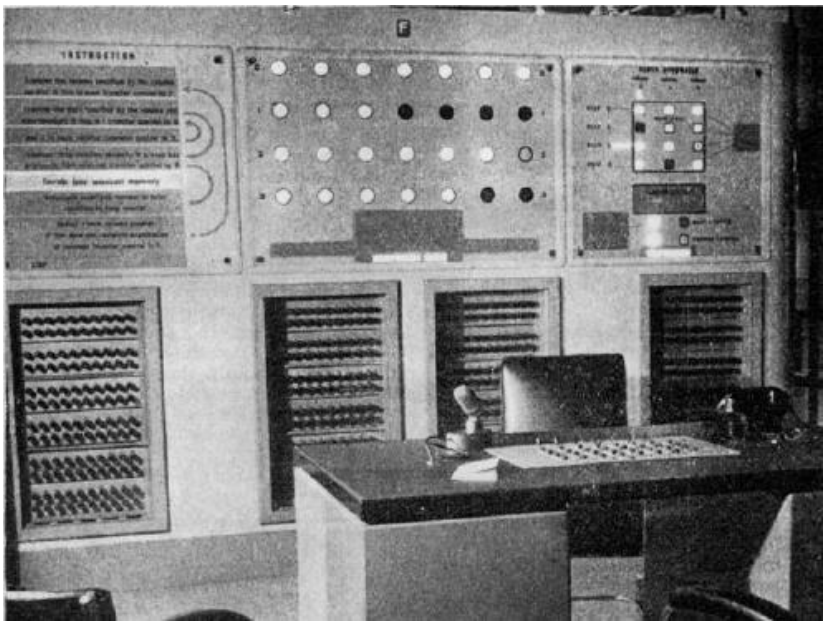
Τα παραπάνω στοιχεία δείχνουν ότι ακόμα και με ελάχιστη υποστήριξη της διαδικασίας (από την πλευρά του εκπαιδευτικού), η σωστή επιλογή ψηφιακών παιχνιδιών μπορεί να δημιουργήσει ευκαιρίες για ανάπτυξη ποιοτικών μαθηματικών συζητήσεων και να αποτελέσει ένα γόνιμο περιβάλλον στο οποίο είναι δυνατόν να κάνει την εμφάνισή της μαθηματική σκέψη ανώτερου επιπέδου. Η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας δημιούργησε στον ερευνητή την επιθυμία να δοκιμάσει και εκείνος να χρησιμοποιήσει ένα «παραδοσιακό» επιτραπέζιο παιχνίδι (ειδικότερα μια ψηφιακή εκδοχή του), συνδυάζοντας, ωστόσο, την εισαγωγή του παιχνιδιού με ένα συγκεκριμένο διδακτικό σενάριο. Στη συνέχεια του κεφαλαίου γίνεται αναφορά στο συγκεκριμένο παιχνίδι που επιλέχθηκε και σε μελέτες που έχουν ασχοληθεί με τη διδακτική αξιοποίησή του.

1.4.5 Το παιχνίδι NIM

Στη συνέχεια του κεφαλαίου γίνεται ιδιαίτερη αναφορά στο παιχνίδι NIM, καθώς γύρω από το παιχνίδι αυτό στήθηκε το διδακτικό σενάριο που παρουσιάζεται στην παρούσα διατριβή. Το κεφάλαιο ξεκινάει με εισαγωγικές πληροφορίες γύρω από το παιχνίδι, την ιστορική του προέλευση, τις παραλλαγές που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα έρευνα και τους κανόνες των παραλλαγών αυτών. Ακολούθως, γίνεται προσπάθεια να εξηγηθεί «μαθηματικά» ο βασικός μηχανισμός της συγκεκριμένης εκδοχής του παιχνιδιού. Τέλος, το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με παρουσίαση μελετών από τη διεθνή βιβλιογραφία που ασχολήθηκαν με το παιχνίδι και που το αξιοποίησαν για την επίτευξη παρόμοιων μαθησιακών στόχων με εκείνους που απασχόλησαν την τρέχουσα διδακτική παρέμβαση.

1.4.5.1 Ιστορική προέλευση – κατηγοριοποίηση – παραλλαγές – κανόνες NIM

Ιστορικά, δεν υπάρχει βεβαιότητα για την ακριβή προέλευση του παιχνιδιού NIM. Υπάρχουν αναφορές ότι το παιχνίδι αυτό παιζόταν στην αρχαία Κίνα και ότι εμφανίστηκε στην Ευρώπη κατά τη διάρκεια του 16^{ου} αιώνα. Η ονομασία NIM αποδίδεται στον Charles Bouton, ο οποίος και μελέτησε διεξοδικά το παιχνίδι αυτό. Πιθανότατα η ονομασία αυτή προέκυψε από τη γερμανική λέξη “nimm” που σημαίνει «παίρνω». Μία διαφορετική εκδοχή είναι ότι η λέξη NIM δεν είναι παρά ένας «καθρεφτισμός» της αγγλικής λέξης WIN (Freiman & Applebaum, 2016).



Εικόνα 14: Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής NIMROD[5]

Το παιχνίδι έγινε ιδιαίτερα γνωστό από τον Ferranti, ο οποίος το 1951 παρουσίασε στο Φεστιβάλ Britain, τον ηλεκτρονικό υπολογιστή NIMROD. Ο υπολογιστής αυτός, που

[5] Η εικόνα προέρχεται από www.wired.com/2010/06/replay (τελευταία προσπέλαση 6 Ιουλίου, 2013)

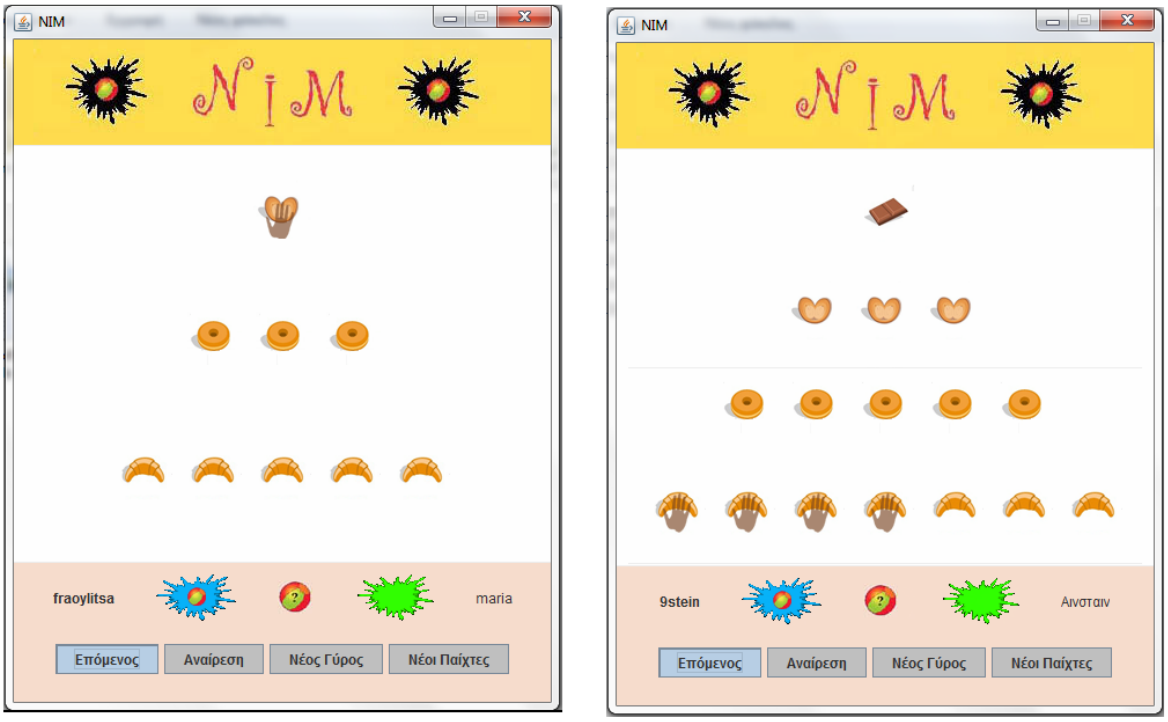
φαίνεται στην εικόνα της προηγούμενης σελίδας, ήταν προγραμματισμένος να κάνει ένα και μόνο πράγμα: να παίζει το παιχνίδι NIM (Djaouti et al, 2011).

Πρόκειται για ένα ***συνδυαστικό παιχνίδι*** (combinatorial game) δύο παιχτών. Επομένως, για το παιχνίδι αυτό ισχύουν οι ακόλουθες ιδιότητες:

- Υπάρχουν μόνο δύο παίχτες, οι οποίοι κινούνται εναλλάξ.
- Υπάρχει μια συγκεκριμένη θέση έναρξης του παιχνιδιού και ένα πεπερασμένο πλήθος θέσεων, που μπορεί να προκύψουν από τις κινήσεις των παιχτών.
- Υπάρχουν ξεκάθαρα καθορισμένοι κανόνες που ορίζουν τις κινήσεις που κάθε παίχτης μπορεί να κάνει από μία δεδομένη θέση σε μία πιθανή νέα θέση (οι οποίες και ονομάζονται επιλογές αυτής της θέσης).
- Οι κανόνες είναι τέτοιοι ώστε πάντα το παιχνίδι να οδηγείται σε μια κατάσταση τέλους (δεν υπάρχει ισοπαλία), δηλαδή μια κατάσταση όπου ο ένας παίχτης δεν είναι πλέον σε θέση να κάνει κίνηση και χάνει το παιχνίδι. Υπάρχει και η εναλλακτική περίπτωση (ο λεγόμενος κανόνας «misére») όπου ο παίχτης που δεν είναι σε θέση να κάνει κίνηση κερδίζει το παιχνίδι.
- Υπάρχει τέλεια πληροφόρηση στο παιχνίδι, που σημαίνει ότι και οι δύο παίχτες γνωρίζουν ανά πάσα στιγμή τι συμβαίνει στο παιχνίδι και δεν υπάρχει καμία κρυφή παράμετρος.
- Το παιχνίδι είναι αμερόληπτο, επομένως οι κινήσεις είναι ίδιες, είτε πρόκειται να κάνει κίνηση ο πρώτος παίχτης, είτε ο δεύτερος. Επομένως, οι πιθανές κινήσεις εξαρτώνται από τη θέση του παίχτη και όχι από το ποιος παίχτης παίζει κάθε φορά.
- Στο παιχνίδι αυτό δεν υπάρχει ο παράγοντας «τύχη» (Ferguson, 2004 ΄ Φούντας & Πατσάκης, 2011).

Το παιχνίδι NIM παίζεται με στοίβες από μάρκες ή άλλα αντικείμενα. Υπάρχουν αρκετές παραλλαγές ως προς το πλήθος των στοιβών και τον αριθμό των μάρκων που υπάρχουν σε κάθε στοίβα, όπως αναφέρεται σε σχετικές μελέτες (Russo, 2017 ΄ Reeves & Gleichowski, 2007) ή όπως προκύπτει από μια πρόχειρη διαδικτυακή αναζήτηση (σχετική αναφορά γίνεται στο εδάφιο 2.1.3.4).

Δύο συνηθισμένες διατάξεις - εκδοχές είναι αυτές που χρησιμοποιήθηκαν στο πλαίσιο της τρέχουσας διατριβής. Στην πρώτη διάταξη (εκδοχή NIM_{135}) υπάρχουν 3 στοίβες, που περιέχουν 1, 3 και 5 μάρκες, αντίστοιχα, ενώ στη δεύτερη διάταξη (εκδοχή NIM_{1357}) υπάρχουν 4 στοίβες που περιέχουν 1, 3, 5 και 7 μάρκες, αντίστοιχα. Οι διατάξεις αυτές φαίνονται στην εικόνα που ακολουθεί. Από την εικόνα είναι προφανές ότι αντί για μάρκες χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικά είδη γλυκών (κρουασάν, μπισκότα, ντόνατς, σοκολατάκια), επιλογή που εικάστηκε ότι θα τραβούσε το ενδιαφέρον των μαθητών αλλά ταυτόχρονα θα τους διευκόλυνε στο πλαίσιο των συζητήσεων να προσδιορίζουν με ακρίβεια τα αντικείμενα στα οποία αναφέρονται κάθε φορά.



Εικόνα 15 : Οι εκδοχές του παιχνιδιού NIM που χρησιμοποιήθηκαν (ψηφιακή υλοποίηση)

Όσον αφορά στους κανόνες του παιχνιδιού, στο παιχνίδι οι παίχτες παίζουν εναλλάξ. Η κίνηση που κάνει κάθε παίχτης όταν είναι ο γύρος του, είναι η εξής: Μπορεί να αφαιρέσει μία ή περισσότερες (ακόμα και όλες) μάρκες από μία και μόνο στοίβα. Με τον τρόπο αυτό, σε κάθε γύρο του παιχνιδιού, περιορίζεται (ή ακόμα και μηδενίζεται) το πλήθος των μάρκων που υπάρχουν στις στοίβες. Όταν όλες οι μάρκες αφαιρεθούν και επομένως αδειάσουν όλες οι στοίβες, ο παίχτης που έρχεται η σειρά του να παίξει δεν έχει δυνατότητα να κάνει κάποια κίνηση, και έτσι χάνει το παιχνίδι. Θέτοντάς το λίγο διαφορετικά, νικητής του παιχνιδιού είναι ο παίχτης που θα πάρει την τελευταία μάρκα. Όπως ήδη αναφέρθηκε, υπάρχει και μια διαφορετική εκδοχή του παιχνιδιού (η εκδοχή misere) κατά την οποία ο παίχτης που παίρνει την τελευταία μάρκα χάνει το παιχνίδι (Conway, 1976). Πρόκειται για την εκδοχή που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία.

Ολοκληρώνοντας τη συνοπτική παρουσίαση του παιχνιδιού NIM, κρίνεται σκόπιμο να γίνει αναφορά στο έργο του Oldfield, στο οποίο προτείνεται ένας τρόπος κατηγοριοποίησης των παιχνιδιών με κριτήριο τον εκπαιδευτικό σκοπό που μπορεί το κάθε παιχνίδι να υπηρετήσει. Σε αυτό το σχήμα κατηγοριοποίησης, ο Oldfield κατατάσσει το NIM στην κατηγορία «παιχνίδια που ενθαρρύνουν τη χρήση στρατηγικών» (Oldfield, 1991a, 42-43), ενώ θεωρεί ότι ορισμένες εκδοχές του συγκεκριμένου παιχνιδιού μπορούν επίσης να ενταχθούν στην κατηγορία «παιχνίδια που παρακινούν στην ανάπτυξη συζητήσεων» (Oldfield, 1991b, 9). Η διαπίστωση του Oldfield εξηγεί, ως ένα βαθμό, το λόγο για τον οποίο προτιμήθηκε το συγκεκριμένο παιχνίδι για να αποτελέσει τη βάση για τη δημιουργία ενός διδακτικού σεναρίου που έχει ως στόχο την ανάπτυξη μαθηματικών συζητήσεων γύρω από το ζήτημα των στρατηγικών που χρησιμοποιούνται στο παιχνίδι αυτό.

Σε σχέση με τις κατηγοριοποιήσεις των ψηφιακών παιχνιδιών που αναφέρθηκαν στο εδάφιο 1.4.1.2, το NIM μπορεί να χαρακτηριστεί ως σύντομο παιχνίδι (mini game) αφού η ολοκλήρωση κάθε παρτίδας δεν απαιτεί περισσότερα από δέκα λεπτά. Όσον αφορά την κατηγοριοποίηση του Prensky, το NIM, εκτός από την κατηγορία γρίφων (puzzle), θα μπορούσε να ενταχθεί στο είδος (genre) των παιχνιδιών στρατηγικής, αφού, όπως αναφέρει η Χατζηαλεξιάδου (2012) απαιτεί από τους παίχτες να κάνουν προσεκτικό σχεδιασμό και μία σωστή διαχείριση πόρων προκειμένου να φτάσουν στη νίκη. Ταυτόχρονα, είναι ένα παιχνίδι που ωθεί τους συμμετέχοντες να δοκιμάζουν υποθέσεις, να χρησιμοποιούν στρατηγικές και να επιδεικνύουν ανώτερου επιπέδου σκέψη καθώς προσπαθούν να επιλύσουν την εκάστοτε προβληματική κατάσταση που τους παρουσιάζεται (Jiménez, 2015).

1.4.5.2 Ο μαθηματικός μηχανισμός που κρύβεται πίσω από το παιχνίδι

Όπως ήδη αναφέρθηκε, το παιχνίδι NIM είναι ένα συνδυαστικό παιχνίδι. Στα συνδυαστικά παιχνίδια δεν υπάρχει ισόπαλο αποτέλεσμα. Οι κανόνες του παιχνιδιού οδηγούν στην ύπαρξη νικητή. Το ποιος από τους δύο παίχτες θα νικήσει εξαρτάται από την αρχική θέση του παιχνιδιού, υπό την προϋπόθεση ότι οι παίχτες παίζουν ορθολογικά και με στόχο τη νίκη (δηλαδή ακολουθώντας σωστή στρατηγική).

Υπάρχουν συνδυαστικά παιχνίδια όπου η αρχική τους θέση χαρακτηρίζεται ως θέση νίκης και οδηγούν τον πρώτο παίχτη στη νίκη (παίγνια νίκης). Αντίστοιχα, υπάρχουν παιχνίδια όπου η αρχική τους θέση είναι θέση ήττας και επομένως, στα παιχνίδια αυτά νικητής αναδεικνύεται ο παίχτης που θα παίξει δεύτερος (παίγνια ήττας).

Σε αυτά τα παιχνίδια το ενδιαφέρον στρέφεται γύρω από συγκεκριμένες θέσεις που καθορίζουν το ποιος θα είναι ο νικητής του παιχνιδιού. Υπάρχουν δύο είδη θέσεων:

- P-position θέσεις: είναι η θέση που δίνει τη νίκη στο παίχτη που μόλις ολοκλήρωσε την κίνησή του (previous player)
- N-position θέση: είναι η θέση που δίνει τη νίκη στον παίχτη που πρόκειται να παίξει τώρα (next player)

Στα κανονικά παιχνίδια (normal play), δηλαδή στα παιχνίδια όπου νικάει αυτός που θα πάρει την τελευταία μάρκα (ή με άλλα λόγια που θα χάσει ο παίχτης που δεν θα μπορεί να κάνει άλλη κίνηση αφού δεν θα υπάρχουν πλέον μάρκες), ισχύουν τα ακόλουθα:

- Η τελική θέση του παιχνιδιού είναι θέση ήττας (p-position).
- Από κάθε θέση νίκης (n-position) υπάρχει τουλάχιστον μια κίνηση που να οδηγεί σε θέση ήττας (p-position)
- Από κάθε θέση ήττας (p-position), οποιαδήποτε κίνηση οδηγεί σε μια θέση νίκης (n-position).

Θεώρημα του Bouton

Ο C. L. Bouton το 1902 διατύπωσε το ακόλουθο θεώρημα, βάσει του οποίου μπορεί να προσδιοριστεί για κάθε πιθανή διάταξη NIM (πλήθος στοιβών και πλήθος μάρκων ανά στοίβα) αν μια θέση του παιχνιδιού είναι θέση p-position ή όχι:

Μια θέση $(x_1, x_2, x_3, ..., x_n)$, $n \in N$ σε ένα παιχνίδι NIM n στοιβών είναι μια P-position θέση αν και μόνο αν το άθροισμα nim των συνιστωσών της είναι 0 $[x \oplus y \oplus z = 0]$

Επομένως υπάρχει στρατηγική νίκης για το παιχνίδι NIM, η οποία και είναι η ακόλουθη:

- Αν το άθροισμα nim του παιχνιδιού είναι 0, τότε η αρχική θέση του παιχνιδιού είναι θέση ήττας και επομένως ο παίχτης που παίζει δεύτερος θα οδηγηθεί στη νίκη. Συγκεκριμένα, κάθε κίνηση του πρώτου παίχτη αναγκαστικά οδηγεί σε ένα άθροισμα nim μεγαλύτερο του μηδενός, δηλαδή σε θέση νίκης για τον επόμενο παίχτη. Έτσι, για να κερδίσει το παιχνίδι, ο παίχτης που παίζει δεύτερος καλείται να κάνει κίνηση, η οποία μηδενίζει εκ νέου το άθροισμα nim του παιχνιδιού και επομένως δημιουργεί θέση ήττας (p-position) για τον προηγούμενο παίχτη.
- Αν το άθροισμα nim του παιχνιδού είναι μεγαλύτερο (επομένως διάφορο) του μηδενός, τότε η αρχική θέση του παιχνιδιού είναι θέση νίκης και επομένως ο παίχτης που παίζει πρώτος θα κατακτήσει τη νίκη. Με κάθε κίνησή του χρειάζεται να οδηγεί το παιχνίδι σε μια κατάσταση όπου το άθροισμα nim είναι μηδέν, δηλαδή να δημιουργεί θέση ήττας (p-position) για τον άλλο παίχτη.

Για να ελεγχθεί η εξέλιξη ενός παιχνιδιού NIM με βάση το παραπάνω θεώρημα με έναν πιο πρακτικό τρόπο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η δυαδική σημειογραφία. Δημιουργείται ένας πίνακας όπου το πλήθος των αντικειμένων κάθε στοίβας μετατρέπεται από το δεκαδικό στο δυαδικό σύστημα αρίθμησης και γράφεται σαν ένα άθροισμα διακριτών δυνάμεων του 2. Για παράδειγμα στο παιχνίδι NIM όπου υπάρχουν 4 στοίβες, με 1-3-5-7 μάρκες αντίστοιχα ισχύει ο ακόλουθος πίνακας:

Δεκαδική Αναπαράσταση	Άθροισμα Δυνάμεων του 2	Δυαδική Αναπαράσταση
1	2^0	001
3	2^1+2^0	011
5	2^2+2^0	101
7	$2^2+2^1+2^0$	111
Άθροισμα nim	0	000

Στην τελευταία στήλη του πίνακα, υπολογίζεται το άθροισμα nim του παραπάνω συνόλου αριθμών (1,3,5,7), αφού προηγουμένως έχει γίνει διαγραφή των επαναλήψεων (π.χ. το 2^1 εμφανίζεται δύο φορές και εξουδετερώνεται) που προκύπτουν ανά ζεύγη. Πιο απλά, η παραπάνω διαδικασία ισοδυναμεί με το να προστεθούν οι παραπάνω δυαδικοί αριθμοί, χωρίς να κρατηθεί κανένα κρατούμενο. Χρησιμοποιώντας τον πίνακα αυτό, ο

παίχτης που παίζει φροντίζει με την ολοκλήρωση της κίνησής του να εξασφαλίσει ότι το άθροισμα nim που προκύπτει είναι 0, ώστε να δημιουργήσει μια θέση ήττας (p-position) για τον αντίπαλό του.

Στην περίπτωση της misere εκδοχής, η στρατηγική είναι ίδια με εκείνη που ισχύει για την κανονική εκδοχή, για όσο διάστημα υπάρχουν τουλάχιστον δύο στοίβες που να έχουν περισσότερες της μίας μάρκες. Τη στιγμή που η κίνηση του αντιπάλου θα οδηγήσει στην ύπαρξη μίας και μόνο στήλης με περισσότερες της μίας μάρκες, η σωστή κίνηση είναι η αφαίρεση όλων των μαρκών από τη συγκεκριμένη στήλη (ή όλων πλην μίας), προκειμένου να μείνει μονός αριθμός στοιβών όπου κάθε στοίβα περιέχει μία και μόνο μάρκα (Agostini & De Carlo, 1985 ΄ Ferguson, 2014 ΄ Benjamin, 2013).

1.4.5.3 Περιπτώσεις στη βιβλιογραφία που έχει χρησιμοποιηθεί το παιχνίδι NIM

Το παιχνίδι NIM έχει απασχολήσει κατά καιρούς τη διεθνή βιβλιογραφία. Στη συνέχεια θα γίνει αναφορά αρχικά σε μελέτες που αξιοποίησαν το παιχνίδι NIM στη μαθηματική διδασκαλία στο πλαίσιο όμως ευρύτερων διδακτικών προσεγγίσεων. Έπειτα θα γίνει παρουσίαση μελετών όπου το NIM βρέθηκε στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος και εξετάστηκε μεμονωμένα.

<u>α) Το NIM ως μέρος μιας ευρύτερης διδακτικής πρότασης</u>

- Μελέτη περίπτωσης της Civil (2002)

Το 2002, η Civil σε συνεργασία με μία δασκάλα σε δίγλωσσο αμερικάνικο δημοτικό σχολείο, χρησιμοποίησε το μαθηματικό παιχνίδι NIM με μία 5η τάξη, ως μέρος μίας ευρύτερης διδακτικής προσέγγισης που είχε ως στόχο να εισαγάγει τους μαθητές στον τρόπο με τον οποίο προσεγγίζουν οι μαθηματικοί το γνωστικό τους πεδίο. Βασική επιδίωξη ήταν οι μαθητές να εξοικειωθούν με βασικές κοινωνικο-μαθηματικές νόρμες (socio-mathematical norms) και πρότυπα αλληλεπίδρασης που η μαθηματική κοινότητα αξιολογεί θετικά, όπως είναι για παράδειγμα η συμμετοχή σε συζητήσεις, η διαρκής ανταλλαγή απόψεων και διαπραγμάτευση νοημάτων, η συνεργασία για την επίλυση απαιτητικών εργασιών και η ενθάρρυνση ανάπτυξης στρατηγικών.

Η επιλογή του μαθηματικού παιχνιδιού NIM έγινε σκόπιμα, καθώς λόγω του ότι το NIM είναι παιχνίδι στρατηγικής, θεωρήθηκε ότι θα δημιουργηθούν ευκαιρίες στους μαθητές για να εργαστούν με τον τρόπο που περιγράφτηκε παραπάνω, στην προσπάθεια να ανακαλύψουν και να εξηγήσουν τη στρατηγική νίκης που υπάρχει για το συγκεκριμένο παιχνίδι. Ωστόσο, αυτό που παρατήρησε η συγγραφέας ήταν ότι παρά τον αρχικό ενθουσιασμό των μαθητών για την εύρεση στρατηγικής νίκης για το παιχνίδι NIM, η συμμετοχή τους στις συζητήσεις που ακολούθησαν και είχαν ως θέμα τη μαθηματική

ανάλυση της συγκεκριμένης στρατηγικής, ήταν χαμηλή και το ενδιαφέρον περιορισμένο (Civil, 2002).

- Έρευνα των Reeves & Gleichowski (2007)

Η έρευνα των Reeves & Gleichowski αφορούσε στο κατά πόσον το παιχνίδι NIM μπορεί, σε συνδυασμό με άλλες διδακτικές δραστηριότητες, να βοηθήσει τους μαθητές γυμνασίου στο να αναπτύξουν τη στρατηγική των λογικών συλλογισμών «οπισθοπορείας» (working backwards). Μέσα από παραδείγματα, οι συγγραφείς δείχνουν ότι αρκετοί μαθητές κατάφεραν να αναπτύξουν τη συγκεκριμένη στρατηγική και να βρουν ομοιότητες ανάμεσα στις κινήσεις που κάνουν στο παιχνίδι NIM και στον τρόπο που εργάζονται για την επίλυση εξισώσεων πρώτου βαθμού (Reeves & Gleichowski, 2007).

- Διδακτορική διατριβή της Harvard Maare (2015)

Μία πιο πρόσφατη μελέτη είναι εκείνη της Harvard Maare, η οποία χρησιμοποίησε το παιχνίδι NIM, μαζί με άλλα επιτραπέζια παιχνίδια και παιχνίδια στρατηγικής, με μαθητές ηλικίας 6-7 ετών στη Σουηδία. Η διδακτική της παρέμβαση έγινε σε εξωσχολικό περιβάλλον και συγκεκριμένα σε μία οργανωμένη δομή (leisure time centers) που απευθύνεται σε μαθητές δημοτικού και κατά κάποιον τρόπο συμπληρώνει με τις δραστηριότητες που παρέχει το σχολικό πρόγραμμα. Η επιλογή των συγκεκριμένων παιχνιδιών, όπως αναφέρει η ερευνήτρια, έγινε σκόπιμα καθώς ήθελε να εμπλέξει τους μαθητές με μαθηματικές δραστηριότητες που θα τους παρακινήσουν να αναζητήσουν υποκείμενες μαθηματικές σχέσεις, που θα τους παροτρύνουν να συζητήσουν με τους συμμαθητές τους και που ταυτόχρονα θα τους βοηθήσουν να αποκτήσουν θετικές εμπειρίες στην προσπάθειά τους για επίλυση μαθηματικών προβλημάτων.

Η εκδοχή του παιχνιδιού NIM που αξιοποιήθηκε ήταν εκείνη όπου οι μαθητές παίζουν εναλλάξ και επιδιώκουν να φτάσουν πρώτοι σε έναν αριθμό-στόχο, έχοντας σαφείς επιλογές ως προς το μέχρι ποιον αριθμό μπορούν να προσθέσουν κάθε φορά που είναι η σειρά τους. Συγκεκριμένα, η Harvard Maare χρησιμοποίησε (ως ταμπλό) τα 20 σκαλοπάτια μιας εσωτερικής σκάλας στο κτίριο και ο κανόνας ήταν ότι οι μαθητές μπορούσαν κάθε φορά που ήταν η σειρά τους να προχωρήσουν 1 ή 2 σκαλοπάτια (staircase NIM).

Μολονότι το ενδιαφέρον της ερευνήτριας στη διατριβή επικεντρώθηκε κυρίως σε ένα άλλο επιτραπέζιο παιχνίδι, από τη γενικότερη ανάλυση αποσπασμάτων που βιντεοσκοπήθηκαν, προέκυψαν κάποια χρήσιμα στοιχεία. Συγκεκριμένα, διαπιστώθηκε ότι στα περισσότερα επιτραπέζια παιχνίδια που χρησιμοποιήθηκαν, πέρα από τους συμμετέχοντες, υπήρχαν αρκετοί μαθητές που αυθόρμητα υιοθέτησαν το ρόλο του παρατηρητή και παρακολουθούσαν με ενδιαφέρον τις παρτίδες που εκτυλίσσονταν, ελέγχοντας ποιοι παίζουν και πώς τα καταφέρνουν σε κάθε παιχνίδι. Υπήρχαν περιπτώσεις όπου το ενδιαφέρον των παρατηρητών ήταν ιδιαίτερα έντονο, με τους τελευταίους να

συμπεριφέρονται σαν να ήταν οι ίδιοι παίχτες, προτείνοντας λύσεις και έχοντας μεγάλη αγωνία για την τελική έκβαση του παιχνιδιού. Συχνά οι παρατηρητές, ύστερα από έναν αριθμό παιχνιδιών, αποκτούσαν σχετική εμπειρία και αυτοπεποίθηση και μπορούσαν να προβλέψουν τις επόμενες ενέργειες των παιχτών και την έκβαση του παιχνιδιού. Επιπλέον, αργότερα, χρησιμοποιούσαν στα δικά τους παιχνίδια (ως παίχτες), αρκετές από τις ενέργειες και τις στρατηγικές που παρατήρησαν στα παιχνίδια των συμμαθητών τους (Harvard Maare, 2015).

β) Το NIM ως αυτοτελές αντικείμενο παρατήρησης

- Έρευνες του Kraus (1982)

Μία από τις πρώτες περιπτώσεις όπου το NIM εξετάστηκε μεμονωμένα είναι η μελέτη του Kraus. Ο Kraus χρησιμοποίησε σε δύο έρευνές του μία εκδοχή του NIM, που είναι παρόμοια με αυτές που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα έρευνα, όπου υπήρχαν τρεις σειρές αντικειμένων, με 3, 5 και 7 αντικείμενα, αντίστοιχα σε κάθε σειρά (NIM_{357}).

Στην πρώτη έρευνα, 10 φοιτητές του μαθηματικού τμήματος του πανεπιστημίου στο Wisconsin με σχετική εμπειρία στη διαδικασία επίλυσης μαθηματικών προβλημάτων, έπαιξαν παρτίδες του παιχνιδιού NIM. Ο ερευνητής μελέτησε τις παρτίδες αυτές και εντόπισε τις ευρετικές (heuristics) και στρατηγικές που αξιοποίησαν οι παίχτες. Διαπιστώθηκε ότι οι συμμετέχοντες, στο πλαίσιο του παιχνιδιού, έκαναν χρήση ευρετικών (heuristics) παρόμοιων με εκείνες που χρησιμοποιούνται κατά τη διαδικασία επίλυσης προβλήματος. Κάποιες γενικές στρατηγικές που εμφανίστηκαν ήταν οι ακόλουθες: παραγωγικός συλλογισμός (deduction by synthesis), λογικός συλλογισμός «οπισθοπορείας» (working backwards), συστηματική δοκιμή και πλάνη, αναγνώριση προτύπων, παραπομπή σε προηγούμενη εμπειρία, χρήση παρεμφερούς προβλήματος, χρήση εικονικής αναπαράστασης και άλλα (Kraus, 1982).

Έγινε ανάλυση κατά συστάδες (cluster analysis) και προέκυψαν 3 βασικές κατηγορίες παιχτών με βάση τις στρατηγικές που χρησιμοποίησαν. Η 1η ομάδα, εκείνη που σημείωσε τις καλύτερες επιδόσεις στο παιχνίδι, χρησιμοποίησε σε μεγαλύτερη συχνότητα διαδικασίες παραγωγικού συλλογισμού (προβαίνοντας σε ανάλυση του παιχνιδιού ξεκινώντας όχι τόσο από την τρέχουσα αλλά κυρίως από πιθανές θέσεις που λογικά θα προκύψουν στην πορεία του παιχνιδιού). Επίσης, από τη συγκεκριμένη ομάδα παιχτών παρατηρήθηκε συχνή αξιοποίηση εικονικών αναπαραστάσεων και αριθμητικών ακολουθιών. Η 2η ομάδα έκανε χρήση διαφορετικών στρατηγικών, με πιο συνηθισμένη τη διεξαγωγή συστηματικών δοκιμών (systematic trial and error) και λιγότερο πιθανή τη χρήση αριθμητικών ακολουθιών. Τέλος, η 3η ομάδα παιχτών, εκείνη που σημείωσε τις χειρότερες επιδόσεις στο παιχνίδι, βασίστηκε στη μη συστηματική δοκιμή (random trial and error), χωρίς να επιχειρεί να εντοπίσει ομοιότητες μεταξύ των διαδοχικών παιχνιδιών και

χωρίς να επιδιώκει την επίτευξη επιμέρους (μικρών) στόχων κατά τη διάρκεια των παιχνιδιών.

Στη δεύτερη έρευνα, δείγμα αποτέλεσαν 20 μαθητές μέσης εκπαίδευσης σε σχολείο του Wisconsin, οι οποίοι, σε αντίθεση με την πρώτη έρευνα, δεν είχαν ιδιαίτερη εμπειρία σε ότι αφορά την επίλυση μαθηματικών προβλημάτων. Η ανάλυση κατά συστάδες, έδειξε ότι η επιτυχημένη ομάδα παιχτών ήταν και πάλι εκείνη που έκανε συχνότερα παραγωγή συλλογισμών (με βάση την τρέχουσα όμως θέση του παιχνιδιού), ανάλυση του παιχνιδιού (δουλεύοντας αντίστροφα: από το τέλος προς την αρχή) και συστηματικές δοκιμές, λαμβάνοντας υπόψη την εμπειρία που προέκυψε από τα προηγούμενα παιχνίδια. Μια σημαντική παρατήρηση ήταν ότι τα άτομα της δεύτερης έρευνας, με τη λιγότερη εμπειρία σε διαδικασίες επίλυσης μαθηματικού προβλήματος, σημείωσαν χαμηλό ποσοστό όσον αφορά την επιτυχή αναγνώριση των σωστών κινήσεων κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού, με μόλις το 6% των κινήσεων που επέλεξαν να θεωρούνται ενδεδειγμένες. Αντίθετα, στο δείγμα της πρώτης έρευνας το αντίστοιχο ποσοστό ήταν 43%.

- Μελέτη της Dooley (2008)

Η Dooley (2008) το χρησιμοποίησε με μαθητές ηλικίας 10-11 ετών για μικρό χρονικό διάστημα για να εξετάσει κατά πόσον είναι σε θέση να παραμερίσουν διαισθητικές γνώσεις (intuition) που ήδη φέρουν, προκειμένου να χρησιμοποιήσουν γνώσεις που αναδύονται εκείνη τη στιγμή (π.χ. ανακάλυψη τακτικών νίκης - winning patterns) και που οδηγούν με πιο συστηματικό τρόπο σε νίκη (Dooley, 2008). Η συγγραφέας, μέσα από συνεντεύξεις που διεξήγαγε, παρατήρησε ότι οι μαθητές φάνηκαν να είναι ιδιαίτερα πρόθυμοι να συζητήσουν για θέματα ισότητας και δικαιοσύνης που αναδύθηκαν μέσα από το παιχνίδι, αγνοώντας σε ορισμένες περιπτώσεις για χάρη της συζήτησης αυτής ορισμένες στρατηγικές νίκης που είχαν αρχίσει να αναδύονται.

- Μελέτη περίπτωσης των Freiman & Applebaum (2016)

Σε πιο πρόσφατη μελέτη περίπτωσης (Freiman & Applebaum, 2016) χρησιμοποιήθηκε το παιχνίδι Bachet (παιχνίδι τύπου NIM) με μαθητές 5^{ης} τάξης. Οι ερευνητές αναφέρουν αποσπάσματα από τις συζητήσεις ολομέλειας που έγιναν μετά την ολοκλήρωση των παιχνιδιών, στα οποία φαίνεται να υπάρχει προαγωγή της μαθηματική σκέψης των μαθητών. Τέτοια είναι η περίπτωση όπου ένας μαθητής επιχειρεί να εξετάσει όλους τους πιθανούς συνδυασμούς (μελλοντικές κινήσεις) που προκύπτουν από μία συγκεκριμένη θέση του παιχνιδιού για να καταλήξει στο ότι η συγκεκριμένη θέση οδηγεί σε σίγουρη νίκη. Μία άλλη περίπτωση είναι η απόρριψη μιας υπόθεσης (στρατηγική που θεωρήθηκε ότι οδηγεί σε σίγουρη νίκη) που προκύπτει όταν ένας μαθητής διατυπώνει ένα παράδειγμα στο οποίο η στρατηγική αυτή δεν έφερε νίκη.

Στην ίδια μελέτη (Freiman & Applebaum, 2016), χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικές εκδοχές του παιχνιδιού Bachet (διαφορετικό πλήθος αρχικών αντικειμένων, διαφορετικό όριο στο πόσα αντικείμενα μπορεί να μαζέψει ο παίχτης σε κάθε γύρο του παιχνιδιού). Οι ερευνητές διαπίστωσαν ότι οι μαθητές προτίμησαν να χρησιμοποιήσουν τις ίδιες (ή έστω παρόμοιες) στρατηγικές που είχαν ήδη δοκιμάσει προηγουμένως στην απλούστερη εκδοχή του παιχνιδιού. Μονάχα ύστερα από αρκετές δοκιμές, οπότε και υπήρχαν ενδείξεις ότι η στρατηγική της απλούστερης εκδοχής δεν είναι πλέον κατάλληλη, υπήρξαν πολλοί μαθητές (όχι πάντως όλοι) που επιχείρησαν να προσεγγίσουν διαφορετικά το παιχνίδι.

- Έρευνα των Gegg-Harrison & Anderson (2014)

Τέλος, οι Gegg-Harrison & Anderson (2014) δημιούργησαν μια εκδοχή του παιχνιδιού NIM που ονομάζεται Disperse και «τρέχει» σε i-pad, την οποία χρησιμοποίησαν με μαθητές τριτοβάθμιας εκπαίδευσης σε σχέση με την ανάπτυξη της ικανότητας μαθηματικής επαγωγής. Στο άρθρο τους, οι Gegg-Harrison & Anderson (2014) παρουσιάζουν την εφαρμογή μέσα από screenshots, δίνουν πληροφορίες σχετικά με τον τρόπο αξιοποίησής της (σενάριο διδασκαλίας), αλλά δεν παρουσιάζουν αποτελέσματα ως προς την επίδραση που επέφερε στην ανάπτυξη μαθηματικής επαγωγικής σκέψης των συμμετεχόντων.

Από τα παραπάνω είναι εμφανές ότι το παιχνίδι NIM έχει απασχολήσει στο παρελθόν την έρευνα, ωστόσο οι μελέτες είναι λίγες σε αριθμό και συνήθως η διεξαγωγή τους δεν γίνεται σε δημοτικά σχολεία, στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Εκτός από αυτό, σε πολλές περιπτώσεις το παιχνίδι NIM αποτέλεσε συμπλήρωμα μιας γενικότερης διδακτικής προσέγγισης στην οποία αξιοποιήθηκε πλήθος παιχνιδιών και επομένως δεν αποτέλεσε αντικείμενο διεξοδικής έρευνας. Τέλος, με εξαίρεση την τελευταία έρευνα των Gegg-Harrison & Anderson που παρουσιάστηκε, δεν υπάρχουν ερευνητικά δεδομένα για την περίπτωση δημιουργίας ψηφιακών εκδοχών του συγκεκριμένου παιχνιδιού και τις επιπτώσεις που μια τέτοια προσαρμογή θα μπορούσε να επιφέρει. Τα στοιχεία αυτά ισχυροποίησαν την απόφαση του ερευνητή να σχεδιάσει αρχικά μία ψηφιακή εκδοχή του παιχνιδιού NIM, να δημιουργήσει στη συνέχεια μια δομημένη διδακτική παρέμβαση που να την αξιοποιεί και τέλος να τη δοκιμάσει με μαθητές που φοιτούν στο δημοτικό σχολείο.

ΕΝΟΤΗΤΑ 2^{Η}
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

Η ενότητα ξεκινάει με ορισμένες εισαγωγικές επισημάνσεις σχετικά με τις δυνατότητες ενσωμάτωσης των ΤΠΕ στη διδακτική των μαθηματικών. Στη συνέχεια γίνεται αναφορά στην τεχνολογία των site κοινωνικής δικτύωσης και παρουσίαση του περιβάλλοντος Edmodo που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα έρευνα. Έπειτα, το ενδιαφέρον στρέφεται στο ζήτημα της ανάπτυξης της ψηφιακής εκδοχής του παιχνιδιού NIM με χρήση της γλώσσας προγραμματισμού java και γίνεται αναλυτική παρουσίαση της εκδοχής που τελικά δημιουργήθηκε, αλλά και επισήμανση άλλων εκδοχών που υπάρχουν διαθέσιμες στο διαδίκτυο. Η ενότητα ολοκληρώνεται με σύντομη αναφορά στο ζήτημα του κατά πόσον είναι θεμιτό και επιθυμητό ο εκπαιδευτικός να εμπλέκεται σε διαδικασίες σχεδιασμού ψηφιακού διδακτικού υλικού, όπως συνέβη στην παρούσα διατριβή.

Μπορείτε να κατεβάσετε τις δύο ψηφιακές εκδοχές του παιχνιδιού NIM, ακολουθώντας τον παρακάτω σύνδεσμο:

https://drive.google.com/file/d/1y_c3eamZ4_oXDWse791MaMc7zCQIsubA/view?usp=sharing

Μετά τη λήψη του αρχείου "gameNIM.zip" και την αποσυμπίεσή του, ακολουθήστε τις οδηγίες εγκατάστασης που υπάρχουν στο αρχείο "**how2install.txt**" που βρίσκεται στο φάκελο "gameNIM".

Εναλλακτικά, επικοινωνήστε στα παρακάτω e-mail:
evnikol@edc.uoc.gr - evnikol@gmail.com

ΕΝΟΤΗΤΑ 2Η - ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1Ο
ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥ ΠΑΙΧΝΙΔΙΟΥ NIM – ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΤΩΝ ΤΠΕ ΣΤΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ

2.1.1 Τεχνολογίες της πληροφορίας και επικοινωνίας (ΤΠΕ) και Μαθηματικά : εισαγωγικές επισημάνσεις

Το αυξημένο ερευνητικό ενδιαφέρον γύρω από την αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών της πληροφορίας και των επικοινωνιών στην εκπαίδευση προκύπτει από τη συνειδητοποίηση ότι για αρκετούς μαθητές η αλληλεπίδραση με προϊόντα των τεχνολογιών αυτών αποτελεί στοιχείο της καθημερινότητάς τους. Αυτή η παρατηρούμενη εμβύθιση (immersion) των μαθητών στον κόσμο των ψηφιακών τεχνολογιών, τείνει να δημιουργήσει μια διαφορετική «οικολογία» στην εκπαίδευση, όπου τα όρια ανάμεσα στο σχολείο και το σπίτι, ανάμεσα στις οργανωμένες σχολικές δραστηριότητες και τις δραστηριότητες ελεύθερου χρόνου είναι δυσδιάκριτα. Διαμορφώνεται, επομένως, μια κατάσταση όπου οι ψηφιακές τεχνολογίες εικάζεται ότι είναι σε θέση να υποστηρίξουν ευκαιρίες μάθησης που μπορεί να λάβουν χώρα σε οποιοδήποτε μέρος και οποιαδήποτε χρονική στιγμή (Davies, 2009).

Πρόσφατη μετα-ανάλυση της Chauhan (2017) σχετικά με την επίδραση που έχουν οι νέες τεχνολογίες όταν χρησιμοποιούνται στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση για μαθησιακούς σκοπούς, έδειξε ότι υπάρχει μια θετική, αλλά μέτριας έντασης, επίδραση, τόσο συνολικά όσο και ειδικότερα όσον αφορά στο γνωστικό αντικείμενο των μαθηματικών. Επιπρόσθετα, διαπιστώθηκε ότι σημαντικότερη επίδραση σημειώθηκε σε παρεμβάσεις που είχαν είτε πολύ μεγάλη χρονική διάρκεια (άνω των 6 μηνών) είτε σύντομη διάρκεια (λιγότερο από μια βδομάδα) και όχι τόσο σε παρεμβάσεις ενδιάμεσης διάρκειας, ενώ ιδιαίτερα θετικά αποτελέσματα είχε η αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών σε ανεπίσημα (εκτός σχολείου) περιβάλλοντα μάθησης.

Ωστόσο, παρά την ύπαρξη ερευνητικών δεδομένων που υποδεικνύουν ότι οι τεχνολογίες της πληροφορίας και της επικοινωνίας μπορούν να βελτιώσουν σημαντικά την ποιότητα της μαθηματικής διδασκαλίας, έχει υποστηριχτεί (Joubert, 2013) ότι ο ρυθμός πρόσληψης των τεχνολογιών αυτών στην εκπαίδευση είναι μάλλον απογοητευτικός και σίγουρα δεν ανταποκρίνεται στις προσδοκίες που υπάρχουν.

Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, η επιτυχία ή μη των καινοτόμων προγραμμάτων με τη χρήση των ψηφιακών τεχνολογιών, δεν εξαρτάται μόνο από την ποιότητα της προτεινόμενης καινοτομίας. Υπάρχουν πολλοί παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν θετικά ή αρνητικά την έκβαση μίας προσπάθειας. Σε μικρο-επίπεδο, τέτοιοι παράγοντες μπορεί να είναι ο τρόπος με τον οποίο είναι οργανωμένη η σχολική τάξη ή τα προσωπικά χαρακτηριστικά των εκπαιδευτικών που καλούνται να υλοποιήσουν την καινοτόμο δράση. Σε μεσο-επίπεδο, σημαντικοί παράγοντες είναι η γενικότερη οργάνωση της σχολικής μονάδας και τα χαρακτηριστικά των ατόμων που βρίσκονται σε

σημαντικές διοικητικές θέσεις, ενώ στο μακρο-επίπεδο, υπάρχει η γενικότερη εκπαιδευτική πολιτική του κράτους και οι διεθνείς τάσεις (Gouseti, 2014). Επομένως, η παρουσία των νέων τεχνολογιών στο χώρο του σχολείου αποτελεί μια προϋπόθεση για την επίτευξη μαθησιακών στόχων, χωρίς ωστόσο αυτόματα να εξασφαλίζει την επιτυχία (Chauhan, 2017).

Έχοντας υπόψη τα παραπάνω, στην παρούσα διατριβή στο αρχικό στάδιο δόθηκε προτεραιότητα στο διδακτικό κομμάτι και συγκεκριμένα στο λεπτομερή σχεδιασμό της διδακτικής παρέμβασης και προσδιορίστηκαν βασικά χαρακτηριστικά της, όπως η έμφαση στο κομμάτι της μαθηματικής συζήτησης και η επιλογή να χρησιμοποιηθεί το παιχνίδι ως έναυσμα για τη μελέτη της μαθηματικής σκέψης των μαθητών. Μονάχα όταν είχε διαμορφωθεί ξεκάθαρη εικόνα για τα παραπάνω, ξεκίνησε στο επόμενο στάδιο, ο προβληματισμός σχετικά με το κατά πόσο οι νέες τεχνολογίες της πληροφορίας και της επικοινωνίας έχουν θέση στο συγκεκριμένο εγχείρημα και έγινε αναζήτηση εργαλείων που θα μπορούσαν να υπηρετήσουν καλύτερα τις επιδιώξεις αυτές.

Έχουν επισημανθεί πολλοί τρόποι με τους οποίους οι νέες τεχνολογίες μπορούν να συμβάλλουν στη μάθηση και διδασκαλία των μαθηματικών και ο σχεδιασμός της προτεινόμενης διδακτικής παρέμβασης προσπάθησε να βασιστεί σε τέτοιου είδους υποδείξεις. Ο Clement έχοντας στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος την επίλυση προβλημάτων, πρότεινε ορισμένους τρόπους με τους οποίους μπορούν να αξιοποιηθούν οι νέες τεχνολογίες, οι οποίοι επηρέασαν αποφασιστικά το σχεδιασμό της παρούσας διδακτικής πρότασης. Σύμφωνα με τον Clement (2000) οι υπολογιστές μπορούν να λειτουργήσουν θετικά αν κατορθώσουν να παρέχουν ένα περιβάλλον μέσα στο οποίο οι μαθητές θα μπορούν να ελέγχουν τις ιδέες τους λαμβάνοντας άμεση ανατροφοδότηση, λειτουργώντας με αυτονομία μέσα σε ένα ευχάριστο – παιγνιώδες πλαίσιο. Επιπρόσθετα, οι υπολογιστές μπορούν να συμβάλλουν στη βελτίωση της μαθησιακής διαδικασίας όταν παρέχουν ένα περιβάλλον όπου είναι ορατή (φανερή) η μαθηματική σκέψη των μαθητών και επομένως όπου μπορεί ο ενδιαφερόμενος (π.χ. εκπαιδευτικός – συμμαθητές) να έχει «πρόσβαση» και να παρακολουθεί την εξέλιξη της μαθηματικής κατανόησης που σημειώνεται.

Ειδικότερα, ως προς το σχεδιασμό της ψηφιακής εφαρμογής, δόθηκε έμφαση σε ορισμένες αρχές σχεδιασμού όπως προτείνονται στη σχετική με το θέμα βιβλιογραφία (Κασούτσας, 2012). Έτσι, δόθηκε προτεραιότητα στη δημιουργία ενός διαδραστικού, λειτουργικού και φιλικού προς τους μαθητές γραφικού περιβάλλοντος χρήσης (GUI), που μεταξύ άλλων θα παρέχει τη δυνατότητα έναρξης, παύσης και επανεκκίνησης της εφαρμογής. Ταυτόχρονα έγινε προσπάθεια πρόβλεψης όλων των περιπτώσεων που η αλληλεπίδραση των μαθητών με τη μικροεφαρμογή θα μπορούσε να οδηγήσει στην παραγωγή λαθών στον τρόπο λειτουργίας της εφαρμογής και δημιουργίας σχετικών επεξηγηματικών μηνυμάτων. Τέλος, υπήρξε μέριμνα ώστε η απόδοση της μικροεφαρμογής να είναι υψηλή (γρήγορη ταχύτητα φόρτωσης του εκτελέσιμου αρχείου), ενώ παράλληλα επιχειρήθηκε να τηρηθούν βασικές αρχές δομημένου

προγραμματισμού ώστε ο τρόπος ανάπτυξης – δόμησης της εφαρμογής να είναι κατανοητός σε κάθε ενδιαφερόμενο με τις προαπαιτούμενες γνώσεις προγραμματισμού.

Στη συνέχεια του κεφαλαίου γίνεται αναφορά στις τεχνολογίες που τελικά χρησιμοποιήθηκαν, δηλαδή στο site κοινωνικής δικτύωσης edmodo (οργάνωση της διδακτικής παρέμβασης) και στη γλώσσα προγραμματισμού java (δημιουργία της ψηφιακής εκδοχής του παιχνιδιού NIM) και παρουσιάζεται αναλυτικά το σχετικό υλικό που αναπτύχθηκε.

2.1.2 Διαχείριση - οργάνωση διδακτικής παρέμβασης με αξιοποίηση του site κοινωνικής δικτύωσης Edmodo

2.1.2.1 Site κοινωνικής δικτύωσης

Οι ιστοσελίδες κοινωνικής δικτύωσης (social networking sites) αποτελούν ένα παράδειγμα μιας ευρύτερης ομάδας εφαρμογών και υπηρεσιών που χαρακτηρίζονται με τον όρο «μέσα κοινωνικής δικτύωσης» (social media). Τα μέσα αυτά επιτρέπουν στους χρήστες την έκδοση και δημοσίευση περιεχομένου που παράγουν οι ίδιοι, ενώ ταυτόχρονα εμπεριέχουν το στοιχείο της επικοινωνίας, της συνεργασίας και γενικότερα της αλληλεπίδρασης (Μανούσου & Χαρτοφύλακα, 2011).

Σύμφωνα με τον ορισμό των boyd & Ellison (2008, p.211) οι ιστοσελίδες κοινωνικής δικτύωσης είναι διαδικτυακές (web-based) υπηρεσίες που παρέχουν στους χρήστες:

- τη δυνατότητα δημιουργίας ενός δημόσιου (ή και μη δημόσιου) προφίλ (profile), προσβάσιμου στο πλαίσιο ενός καθορισμένου συστήματος
- λίστα όπου προβάλλονται οι συνδέσεις που έχουν επισυνάψει με άλλους χρήστες του συστήματος
- δυνατότητα πρόσβασης στις λίστες των συνδέσεων τόσο των δικών τους, όσο και εκείνων που έχουν δημιουργηθεί από άλλους χρήστες του συστήματος.

Μολονότι σε αρκετές περιπτώσεις υπάρχουν ηλικιακοί περιορισμοί στη χρήση των site κοινωνικής δικτύωσης (SNS), έρευνες στον ελληνικό χώρο, όπως για παράδειγμα το project «Παιδιά και Διαδίκτυο στην Ελλάδα» που διενεργήθηκε την περίοδο 2008-09 σε σχολεία της Αττικής (Tsaliki, 2012), δείχνουν ότι αρκετοί μαθητές δημοτικού (δηλαδή άτομα μικρότερης του νομικά επιτρεπόμενου ορίου ηλικίας) χρησιμοποιούν τη συγκεκριμένη υπηρεσία συστηματικά. Πιο ξεκάθαρη εικόνα υπάρχει για το εξωτερικό, με πιο χαρακτηριστική μελέτη εκείνη που εκπόνησε το Pew Research Center που αφορούσε μαθητικό πληθυσμό στις Η.Π.Α. (Lenhart et al, 2008), η οποία δείχνει τη σχεδόν καθολική χρήση των συγκεκριμένων υπηρεσιών και τη μεγάλη εξοικείωση που υπάρχει από μικρή ηλικία (Buzzetto-More, 2012).

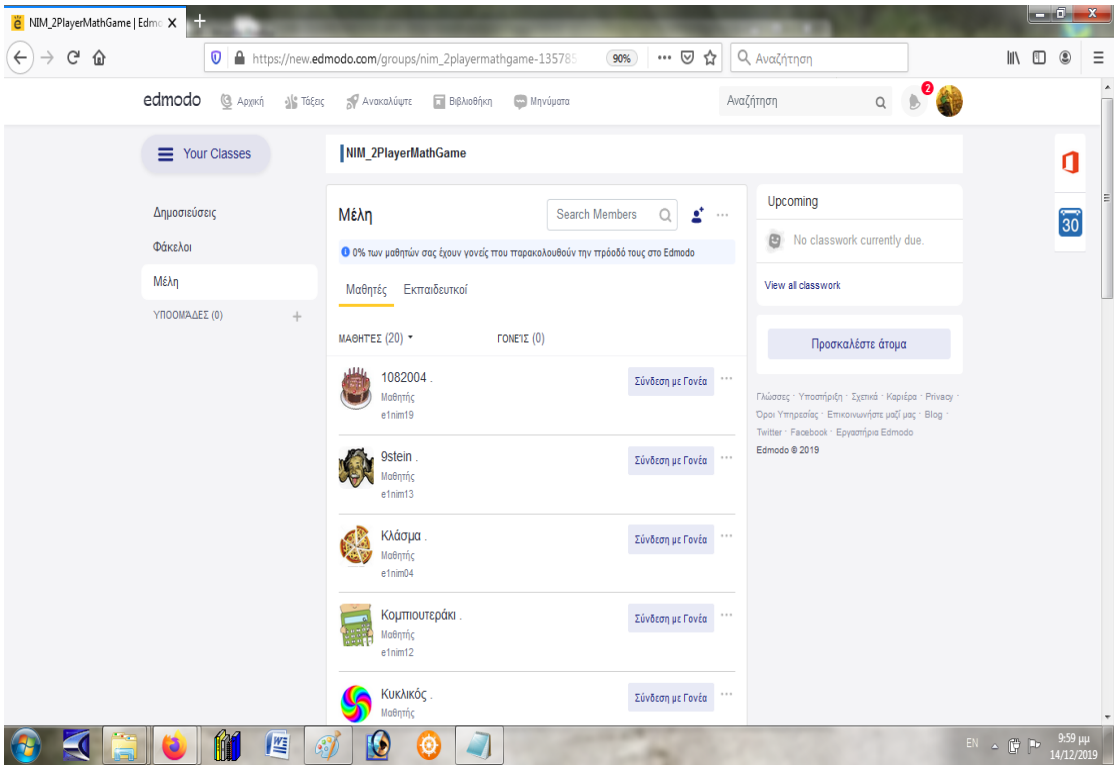
Η συνειδητοποίηση του βαθμού παρείσφρησης και αποδοχής των site κοινωνικής δικτύωσης στην καθημερινότητα των μαθητών, έχει δημιουργήσει προσδοκίες στην ερευνητική κοινότητα σχετικά με την προοπτική της αξιοποίησης των site αυτών για επίτευξη εκπαιδευτικών σκοπών, χωρίς μάλιστα να λείπουν ήδη και οι σχετικές αναφορές και έρευνες που υποδεικνύουν ότι κάτι τέτοιο μπορεί και να είναι εφικτό (Goldfarb, Pregibon, Shrem & Zyko, 2011). Όπως προτείνει ο Kio (2016), τα site κοινωνικής δικτύωσης μπορούν να επιλεγούν κυρίως από εκπαιδευτικούς που επιθυμούν να εφαρμόσουν παρεμβάσεις που εντάσσονται στο ευρύτερο πλαίσιο των κοινωνικών θεωριών μάθησης, όπως συμβαίνει και με την παρούσα περίπτωση, καθώς οι παροχές τους, και κυρίως τα εργαλεία ανάπτυξης διαλόγου που διαθέτουν, μπορούν να υποστηρίξουν τη συλλογική προσπάθεια των μαθητών να κατανοήσουν το διδακτικό υλικό με το οποίο ασχολούνται κάθε φορά.

Λόγω ανησυχιών που εκφράζονται κυρίως για θέματα ασφάλειας των προσωπικών δεδομένων και γενικότερα της ιδιωτικότητας των χρηστών των ιστοσελίδων κοινωνικής δικτύωσης (Weber, 2012 ` Brady et al, 2010), στην παρούσα διατριβή προτιμήθηκε η λύση της επιλογής ιστοσελίδων κοινωνικής δικτύωσης που είναι ειδικά σχεδιασμένες για εκπαιδευτικούς σκοπούς (education based SNS) και δεν έχουν εμπορικό χαρακτήρα (non-commercial SNS). Τέτοιου είδους ιστοσελίδες κοινωνικής δικτύωσης (όπως είναι το Edmodo και το Ning in Education μεταξύ άλλων) θεωρείται ότι παρέχουν στους εκπαιδευτικούς και τους μαθητές όλα τα πλεονεκτήματα που σχετίζονται με την ενσωμάτωση της κοινωνικής δικτύωσης στην εκπαίδευση, ενώ ταυτόχρονα περιορίζουν σημαντικά τις απειλές που κάποιες φορές συνυπάρχουν με τη χρήση τέτοιου είδους online περιβαλλόντων (Holcomb et al, 2010).

Με βάση τους παραπάνω προβληματισμούς, στην παρούσα διδακτική παρέμβαση προκρίθηκε η επιλογή του site κοινωνικής δικτύωσης Edmodo, το οποίο αναγνωρίζεται ως ένα μάλλον ασφαλές SNS για την εκπαίδευση (Weber, 2012). Στη συνέχεια μέσα από κείμενο και κυρίως φωτογραφικό υλικό (screen snapshots) δίνεται μια εικόνα του τρόπου με τον οποίο αξιοποιήθηκε το παραπάνω site κοινωνικής δικτύωσης στο πλαίσιο της παρούσας προτεινόμενης διδακτικής παρέμβασης.

2.1.2.2 Παρουσίαση του μαθήματος που δημιουργήθηκε στο Edmodo

Ύστερα από την εγγραφή του γράφοντος στην υπηρεσία του Edmodo, αξιοποιήθηκε η δυνατότητα του Edmodo για δημιουργία τάξης (class) και δημιουργήθηκε μία τάξη με τίτλο “NIM_2PlayerMathGame”, στην οποία προσκαλέστηκαν όλοι οι μαθητές του τμήματος που συμμετείχαν στην έρευνα. Για να συμβεί αυτό, προηγουμένως δημιουργήθηκαν λογαριασμοί στο Edmodo για όλους τους μαθητές, με βάση το μαθηματικό ψευδώνυμο που είχαν επιλέξει (βλ. εδάφιο 3.4.2). Στην εικόνα που ακολουθεί παρατίθεται ένα στιγμιότυπο που δείχνει την καρτέλα διαχείρισης της συγκεκριμένης τάξης, όπου φαίνονται τα μέλη που την ακολουθούν.

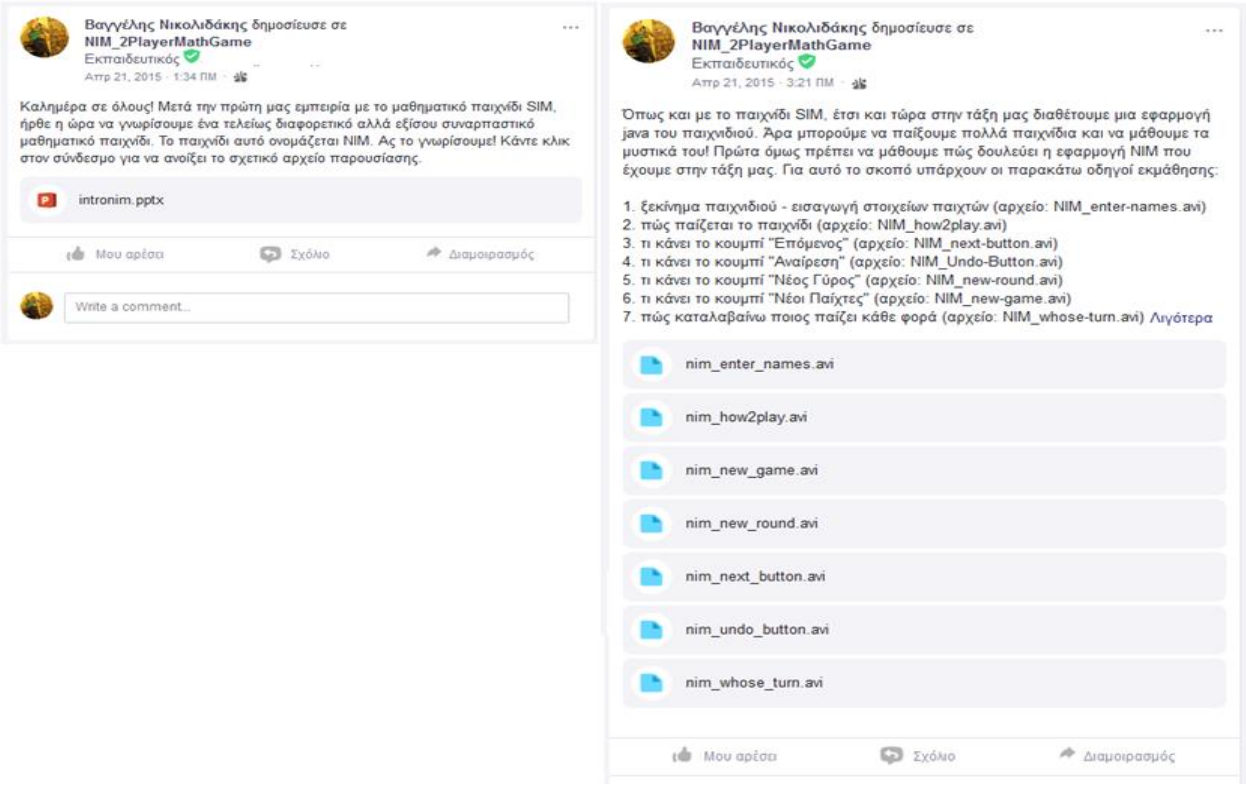


Εικόνα 16 : Στιγμιότυπο (screenshot) της καρτέλας διαχείρισης της τάξης (class) NIM_2PlayerMathGames

Τονίζεται ότι μετά την πρώτη είσοδο των μαθητών στο Edmodo, δόθηκε η δυνατότητα αλλαγής του κωδικού πρόσβασης του λογαριασμού τους και έγινε επί τόπου σχετική επίδειξη, χωρίς ωστόσο οι μαθητές να προβούν σε μια τέτοια ενέργεια για να διασφαλίσουν το «απόρρητο» του λογαριασμού τους[6].

Από το πλήθος των διαθέσιμων παροχών, αυτό που αξιοποιήθηκε στο Edmodo ήταν το ημερολόγιο και οι δημοσιεύσεις που εμφανίζονταν στην αρχική σελίδα (στον τοίχο) της τάξης. Ο συνηθέστερος τύπος δημοσίευσης ήταν η ανάρτηση μηνυμάτων κειμένου που εμπεριείχαν συνδέσμους που παρέπεμπαν σε πολυμεσικό υλικό σχετικό με το παιχνίδι NIM, όπως φαίνεται στο παρακάτω ζευγάρι εικόνων.

[6] Το στοιχείο αυτό «θορύβησε» τον ερευνητή, ο οποίος υποψιάστηκε ότι παρά τις διαβεβαιώσεις των μαθητών ότι έχουν κατακτήσει τις βασικές δεξιότητες συμμετοχής σε τέτοιου είδους sites (π.χ. διαδικασία σύνδεσης login, ανάρτηση συνδέσμων, δημιουργία και επεξεργασία προφίλ κ.λπ.), μάλλον η εξοικείωσή τους με τέτοιου είδους εφαρμογές ήταν επιφανειακή. Η αμέσως επόμενη επαφή με το site κοινωνικής δικτύωσης που επιλέχθηκε (Edmodo), έδειξε ότι οι μαθητές αντιμετώπιζαν σημαντικές δυσκολίες που τους καθιστούσαν ανεπαρκείς χρήστες του site. Συγκεκριμένα, οι περισσότεροι συμμετέχοντες αδυνατούσαν να συνειδητοποιήσουν ότι για την είσοδό τους στο περιβάλλον του site κοινωνικής δικτύωσης, είναι απαραίτητη η απομνημόνευση ενός username και ενός κωδικού πρόσβασης. Ως εκ τούτου, μολονότι δεν εγκαταλείφθηκε η ιδέα αξιοποίησης του Edmodo στο πλαίσιο της προτεινόμενης διδακτικής παρέμβασης, το αρχικό ενδιαφέρον του ερευνητή για τη μελέτη της συμπεριφοράς των μαθητών στο site ατόνησε και η προσοχή στράφηκε αποκλειστικά στο πώς αξιοποιήθηκε η ψηφιακή εκδοχή του παιχνιδιού NIM για την καλλιέργεια της μαθηματικής τους σκέψης.



Εικόνα 17 : Screenshots από τον τοίχο της τάξης NIM_2PlayerMathGame με αναρτήσεις του διαχειριστή του μαθήματος

Τέλος, μία συχνή περίπτωση δημοσιεύσεων είναι αυτή που φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί, οπότε και ο εκπαιδευτικός – διαχειριστής της τάξης κάνει ανάρτηση συνδέσμων (links) που οδηγούν στις επιμέρους εφαρμογές (applications) του Edmodo που χρησιμοποιήθηκαν στο πλαίσιο της διδακτικής παρέμβασης. Στη συγκεκριμένη περίπτωση ο σύνδεσμος παραπέμπει τους μαθητές στην εφαρμογή "WebTeach", που την περίοδο διεξαγωγής της έρευνας, ήταν μια web class conferencing εφαρμογή που υποστηριζόταν από το Edmodo.

Εικόνα 18: Screenshot από τον τοίχοτης τάξης με ανάρτηση – πρόσκληση των μαθητών για συνεδρία video-conferencing μέσω της εφαρμογής WebTeach

Ολοκληρώνοντας την αναφορά στο κομμάτι της αξιοποίησης του site κοινωνικής δικτύωσης Edmodo στην παρούσα διατριβή, σημειώνεται ότι οι μαθητές δεν έδειξαν εξ αρχής προθυμία (και ούτε ενθαρρύνθηκαν από τον ερευνητή στη συνέχεια) να επικοινωνήσουν μέσω του site αυτού. Έτσι, σε όλη τη διάρκεια της παρέμβασης, οι μαθητές δεν αντάλλαξαν μεταξύ τους μηνύματα (π.χ. να κάνουν post στον τοίχο κάποιου συμμαθητή τους) και μονάχα επισκέπτονταν το site για να είναι ενήμεροι για τις σημαντικές ανακοινώσεις – αναρτήσεις που εμφανίζονταν στον κεντρικό τοίχο του μαθήματος. Η παραπάνω συμπεριφορά θεωρείται μάλλον αναμενόμενη, δεδομένου ότι οι μαθητές είχαν καθημερινή επικοινωνία μεταξύ τους και επομένως δε χρειάζονταν ένα διαδικτυακό περιβάλλον για να ανταλλάξουν μηνύματα. Άλλωστε, σύμφωνα με τα λεγόμενά τους, η μεταξύ τους ηλεκτρονική επικοινωνία συνεχίστηκε όλο το παραπάνω διάστημα, με αξιοποίηση των μέσων κοινωνικής δικτύωσης (κυρίως facebook) που ήδη χρησιμοποιούσαν.

2.1.3 Δημιουργία ψηφιακής εκδοχής του παιχνιδιού NIM με χρήση της γλώσσας προγραμματισμού java

2.1.3.1 Η γλώσσα προγραμματισμού java

Οι εφαρμογές java συνήθως είναι συνήθως μικρής κλίμακας εφαρμογές και εστιάζουν ως επί τω πλείστον σε μια πολύ συγκεκριμένη περιοχή – μαθηματική ενότητα. Το στοιχείο αυτό, αρχικά πιθανώς να προέκυψε από ανάγκη, καθώς οι αρχικά αργές συνδέσεις στο διαδίκτυο καθιστούσαν τα μεγαλύτερα (και απαιτητικότερα σε υπολογιστική ισχύ επεξεργασίας) προγράμματα απαγορευτικά (Galanidis, 2002).

Για τις μικροεφαρμογές java (applets) που σχετίζονται με τα μαθηματικά έχει χρησιμοποιηθεί και ο όρος “mathlets” ο οποίος αποδίδεται από τον Κασούτσα (2012, σ.54) ακολούθως:

> «*Τα Mathlets είναι μικρά ανεξάρτητα εργαλεία εκμάθησης τα οποία εστιάζουν σε ένα συγκεκριμένο μαθηματικό θέμα ή πρόβλημα και είναι έτοιμα προς χρήση για επιδείξεις απ’ τους καθηγητές ή για εξατομικευμένη μάθηση απ’ τους ίδιους τους μαθητές*».

Η επιλογή της συγκεκριμένης γλώσσας προγραμματισμού για τη δημιουργία της ψηφιακής εκδοχής του παιχνιδιού NIM έγινε καθώς θεωρήθηκε ότι η γλώσσα αυτή έχει ορισμένα σημαντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με άλλες επιλογές. Το πιο σημαντικό πλεονέκτημα της γλώσσας προγραμματισμού java είναι η μεταφερσιμότητά της (portability) δηλαδή η δυνατότητα που υπάρχει στο να μεταφέρονται οι εφαρμογές που δημιουργούνται μέσω αυτής, από ένα περιβάλλον εκτέλεσης σε ένα άλλο

(Παπαδοπούλου, 2012). Έτσι, μια εφαρμογή java μπορεί να τρέξει σε οποιοδήποτε υπολογιστή ανεξαρτήτως λειτουργικού συστήματος που χρησιμοποιεί (π.χ. Windows, Unix / Linux, Mac κ.λπ.), με μοναδική προϋπόθεση την ύπαρξη μιας σύνδεσης στο internet και ενός φυλλομετρητή που να υποστηρίζει java (java-enabled web-browser).

Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας που έχει συντελέσει στην ευρεία αποδοχή των εφαρμογών java είναι η ευχρηστία της διεπαφής χρήστη (interface) η οποία θεωρείται απλή, καθώς βασίζεται σε ενέργειες τύπου «πάτημα κλικ του ποντικού». Το παραπάνω οδηγεί τους χρήστες στο να εξοικειώνονται άμεσα και με τρόπο διαισθητικό με το χειρισμό των εφαρμογών αυτών, επιτρέποντας με τον τρόπο αυτό το να εστιάζεται η προσοχή τους στο σημαντικό κομμάτι της μάθησης (Eason & Heath, 2004).

Φυσικά, ένα βασικό πλεονέκτημα των java εφαρμογών είναι η ελκυστικότητα - γοητεία που φαίνεται να ασκούν στους μαθητές (“cool” factor). Σύμφωνα με τους Eason & Heath (2004) η προτεραιότητα που δίνεται στην εικόνα και η ύπαρξη στοιχείων αλληλεπίδρασης είναι στοιχεία που εμπεριέχουν οι εφαρμογές java και που φαίνεται πως δημιουργούν μια ευχάριστη μαθησιακή εμπειρία για τους χρήστες.

Μία ακόμα παράμετρος που μέτρησε σημαντικά στη διαδικασία επιλογής ήταν και η ακόλουθη. Αν και η java οδηγεί στη δημιουργία εφαρμογών που προορίζονται για το internet, υπάρχει και η δυνατότητα δημιουργίας αυτόνομων εφαρμογών (stand-alone applications). Το στοιχείο αυτό ήταν ιδιαίτερα χρήσιμο στην παρούσα διατριβή, καθώς το ανέβασμα της εφαρμογής στο διαδίκτυο, θα δημιουργούσε μεθοδολογικά ζητήματα και προβλήματα στη διεξαγωγή της έρευνας, καθώς στην περίπτωση αυτή θα ήταν πολύ δύσκολος ο έλεγχος σημαντικών παραμέτρων (χρόνος ενασχόλησης των μαθητών με το παιχνίδι, τρόπος ενασχόλησης κ.ά.).

Τέλος, στην επιλογή της java συνέβαλε θετικά και η παρατήρηση ότι και άλλοι ερευνητές που ενδιαφέρθηκαν να δημιουργήσουν ψηφιακές εκδοχές γνωστών παιχνιδιών με κάρτες (digital card games) στις περισσότερες περιπτώσεις χρησιμοποίησαν τη γλώσσα προγραμματισμού java και περιβάλλοντα που υποστηρίζουν τη συγκεκριμένη γλώσσα (π.χ. EclipseIDE), όπως φάνηκε από τη σχετική μετανάλυση των Kordaki & Gousiou (2017).

2.1.3.2 Διαδικασία ανάπτυξης ψηφιακής εφαρμογής – Επιλογές κατά το σχεδιασμό

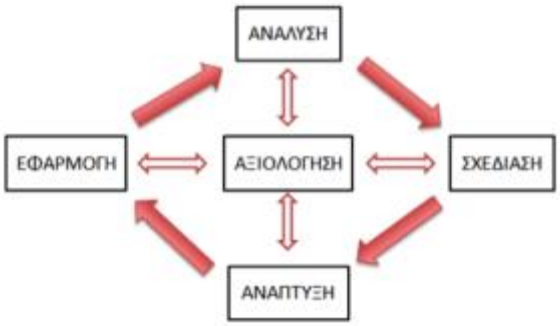
Κατά τη διάρκεια σχεδιασμού της ψηφιακής εφαρμογής αξιοποιήθηκε το θεωρητικό πλαίσιο που προτείνει ο Foster (2012) (ICCE: Inquiry – Communication – Construction – Expression Framework) προκειμένου να γίνεται ανάλυση των μαθησιακών ευκαιριών που δημιουργούνται μέσα από το παιχνίδι NIM (και τη συγκεκριμένη ψηφιακή υλοποίησή του). Σύμφωνα με αυτό το πλαίσιο, εξετάζεται κατά πόσον το παιχνίδι δημιουργεί ορισμένες ευκαιρίες που θεωρείται ότι είναι ουσιαστικές για την επίτευξη μάθησης και για την ταυτόχρονη προσέλκυση του ενδιαφέροντος των μαθητών. Πρόκειται για:

- ευκαιρίες διερεύνησης (inquiry): κατά πόσον το παιχνίδι παροτρύνει τους μαθητές στο να αναπτύσσουν σχέδια και δράσεις για την επίλυση προβληματικών καταστάσεων και να ελέγχουν την αποτελεσματικότητα των σχεδίων αυτών.
- ευκαιρίες επικοινωνίας (communication): κατά πόσον το παιχνίδι δημιουργεί ευκαιρίες για την επικοινωνία τόσο ανάμεσα στον παίχτη και το περιβάλλον του παιχνιδιού, όσο και ανάμεσα στους παίχτες μεταξύ τους.
- ευκαιρίες οικοδόμησης (construction): αν το παιχνίδι δίνει τη δυνατότητα στους παίχτες να εκφράσουν μέσα από ενέργειες και δράσεις τους και μέσα από τα τεχνουργήματα που δημιουργούν, τη γνώση και την κατανόηση στην οποία έχουν οδηγηθεί μέσα από την εμπειρία τους με το παιχνίδι.
- ευκαιρίες έκφρασης (expression): κατά πόσον το παιχνίδι βοηθάει τους παίχτες να μοιραστούν τα συναισθήματα, τις σκέψεις και τις ιδέες τους.

Όπως έχει σχετικά επισημανθεί (Foster & Shah, 2015), σε αρκετές περιπτώσεις, ένα παιχνίδι δεν είναι εύκολο να ικανοποιεί και να παρέχει όλες τις παραπάνω ευκαιρίες που αναφέρονται στο πλαίσιο που μόλις παρουσιάστηκε. Ωστόσο, η ανάλυση του παιχνιδιού που γίνεται με τη βοήθεια του πλαισίου αυτού, μπορεί να βοηθήσει τον εκπαιδευτικό ώστε να είναι ενήμερος για κάποιες πιθανές «ελλείψεις» και «αδυναμίες» του παιχνιδιού, κάτι που μπορεί να τον βοηθήσει ώστε σε μεταγενέστερο στάδιο μέσα από συγκεκριμένες επιλογές και ενέργειες, να «επανορθώσει» για κάποιες από αυτές. Έτσι, για παράδειγμα, στην παρούσα περίπτωση, οι περιορισμένες ευκαιρίες επικοινωνίας που διαπιστώθηκε ότι υπάρχουν (βάσει της ανάλυσης που έγινε με το πλαίσιο ICCE), αντισταθμίστηκαν κατά κάποιο τρόπο, μέσα από το σχεδιασμό της διδακτικής παρέμβασης (δηλαδή μέσα από το σενάριο με τον προτεινόμενο τρόπο αξιοποίησης του παιχνιδιού), όπου δημιουργήθηκαν πολλές ευκαιρίες επικοινωνίας μέσα από ένα σύνολο διαλογικών δραστηριοτήτων που προκρίθηκαν.

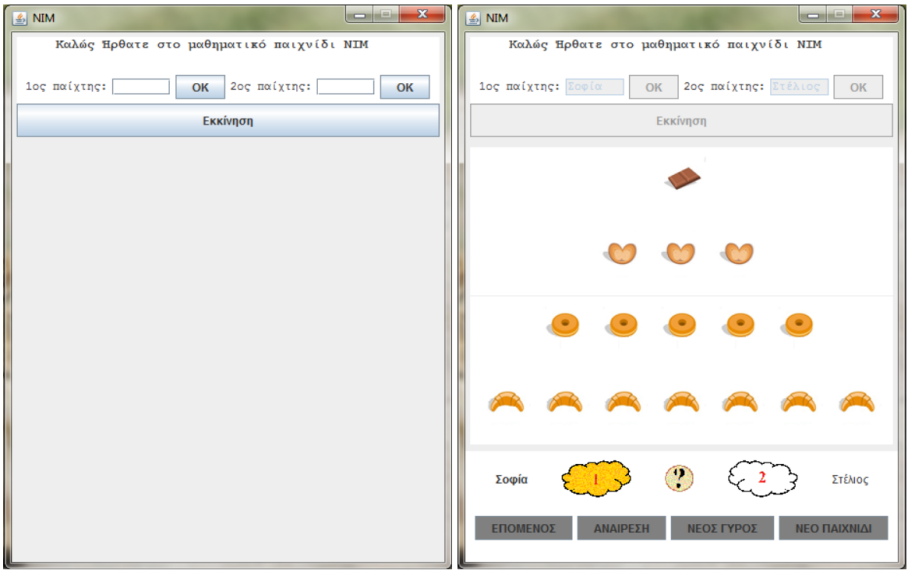
Έπειτα, σε σχέση με το κομμάτι του σχεδιασμού, για την ανάπτυξη της ψηφιακής εφαρμογής ακολουθείται ένα γενικό εκπαιδευτικό μοντέλο ψηφιακής μάθησης βασισμένης στο παιχνίδι (digital game based learning) που ονομάζεται ADDIE. Η εν λόγω ονομασία του μοντέλου είναι ένα ακρωνύμιο που παραπέμπει στα παρακάτω 5 στάδια, τα οποία παρουσιάζονται σχηματικά στη συνέχεια:

- Ανάλυση (analysis)
- Σχεδιασμός (design)
- Ανάπτυξη (development)
- Εφαρμογή (implementation)
- Αξιολόγηση (evaluation)



Εικόνα 19 : Κυκλική αναπαράσταση του μοντέλου ADDIE με έμφαση στη συνεχή αξιολόγηση[7]

Κατά την ανάπτυξη της ψηφιακής εκδοχής του μαθηματικού παιχνιδιού NIM δόθηκε ιδιαίτερη σημασία στο στάδιο της σύλληψης του κεντρικού θέματος (ιδέα – concept) και έπειτα στο στάδιο της πρωτοτυποποίησης του παιχνιδιού (πρωτότυπο - prototype), σύμφωνα με το έργο του Novak που παρουσιάζει τα στάδια ανάπτυξης ψηφιακού παιχνιδιού (Βίλλα, 2016). Κατά το πρώιμο στάδιο της πρωτοτυποποίησης του παιχνιδιού, δημιουργήθηκαν λειτουργικά λογισμικά προκειμένου να διαπιστωθεί αν η ροή του παιχνιδιού είναι ομαλή και αν το αποτέλεσμα είναι ελκυστικό για το χρήστη. Τα αρχικά πρωτότυπα δοκιμάστηκαν από συμφοιτητές και εκπαιδευτικούς, πρακτική που έχει χρησιμοποιηθεί σε αντίστοιχες περιπτώσεις (Samaei, 2018).



Εικόνα 20 : Στιγμιότυπα από τις πρώτες προσπάθειες υλοποίησης ψηφιακής εκδοχής για το παιχνίδι NIM

Στη συνέχεια, έπειτα από την ανατροφοδότηση που προήλθε από την παραπάνω διαδικασία, δημιουργήθηκαν τα τελευταία πρωτότυπα του παιχνιδιού, τα οποία δοκιμάστηκαν με μαθητές ΣΤ' τάξης δημοτικών σχολείων, προκειμένου να εξεταστεί με πιο συστηματικό τρόπο (ερωτηματολόγιο – συστηματική παρατήρηση) ποια είναι η εμπειρία των μαθητών αυτών κατά την αλληλεπίδρασή τους με το παιχνίδι και να γίνουν οι απαραίτητες τροποποιήσεις.

[7] πηγή: Δημητριάδης (2015, σσ.81-83).

Σε όλο αυτό το διάστημα, δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στη σχεδίαση της διεπαφής χρήστη, ώστε να εξασφαλιστεί η όσο το δυνατόν πιο αποτελεσματική επικοινωνία μεταξύ μαθητών – χρηστών και υπολογιστή. Έγινε προσπάθεια, μέσα από τις επιλογές που προκρίθηκαν, να ικανοποιούνται βασικοί κανόνες σχεδιασμού που προτείνονται στη σχετική βιβλιογραφία (Schneiderman, 2010 ` Amasha et al, 2021). Ιδιαίτερη βαρύτητα δόθηκε στα ακόλουθα:

- να υπάρχει συνέπεια (consistency) στο πώς χρησιμοποιούνται τα επιμέρους στοιχεία που συνθέτουν την εφαρμογή
- να υπάρχει ευκολία αναίρεσης των ενεργειών των χρηστών (reversal of actions)
- να υπάρχει άμεση και ακριβής ανατροφοδότηση για τις ενέργειες που λαμβάνουν χώρα (informative feedback) ανά πάσα στιγμή
- να γίνεται πρόβλεψη των πιθανών λάθος ενεργειών που θα μπορούσαν να γίνουν προκειμένου να αποφευχθούν ή να αντιμετωπιστούν μέσα από κατάλληλες υποδείξεις (error handling).

Επιπρόσθετα, κατά την υλοποίηση της ψηφιακής εκδοχής του παιχνιδιού NIM, έγινε προσπάθεια το τελικό προϊόν να μπορεί να ενσωματώνει ή έστω να εξυπηρετεί ορισμένες από τις παρακάτω στρατηγικές μάθησης βασισμένης στο ψηφιακό παιχνίδι που προτείνει η Becker (2017):

- Στρατηγική διαμοιρασμού παιξίματος (shared gaming): πρόκειται για την περίπτωση που ο εκπαιδευτικός προβάλλει στην ολομέλεια της τάξης και βάζει τους μαθητές όλοι μαζί να παίξουν μία παρτίδα του παιχνιδιού.
- Στρατηγική λήψης στιγμιότυπων (screenshots): πρόκειται για μια δυνατότητα που υπάρχει σε ορισμένα λογισμικά να επιτρέπεται η δημιουργία screenshot κατά τη διάρκεια διεξαγωγής του παιχνιδιού. Αυτή η τεχνική δυνατότητα επιτρέπει μελλοντική αξιοποίηση των screenshots, όπως για παράδειγμα για την ανάπτυξη συζήτησης γύρω από το πόσο η κίνηση που απεικονίζεται είναι κατάλληλη ή όχι για την εξέλιξη του παιχνιδιού.
- Στρατηγική (play out aloud): είναι μια παραλλαγή της τεχνικής του ομιλούντος υποκειμένου (think aloud protocol) κατά την οποία ο παίχτης καλείται να σκέφτεται και να μιλάει δυνατά κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού, αποκαλύπτοντας τα διλήμματα που δημιουργήθηκαν, τις εναλλακτικές λύσεις που εξέτασε πριν παίξει και γενικότερα τις σκέψεις και τις αντιδράσεις που είχε.
- Στρατηγική απολογισμού (debriefing): είναι η διαδικασία που λαμβάνει χώρα μετά την ολοκλήρωση του παιχνιδιού, κατά την οποία ο συμμετέχων καλείται να σκεφτεί, να δώσει νόημα και γενικότερα να εξηγήσει τις εμπειρίες που αποκόμισε από την εμπειρία του παίζοντας το παιχνίδι.

Στο σημείο αυτό κρίνεται ουσιαστικό να γίνει μια πιο επισταμένη αναφορά σε ένα στοιχείο που ήδη αναφέρθηκε προηγουμένως και που δεν είναι άλλο από το ότι λήφθηκε ιδιαίτερη μέριμνα όσον αφορά το κομμάτι της καταγραφής των κινήσεων των χρηστών

με τη βοήθεια των αρχείων καταγραφής (log-files). Βασικός λόγος που έγινε η συγκεκριμένη επιλογή κατά την ανάπτυξη της ψηφιακής εκδοχής του παιχνιδιού, είναι η διαπίστωση ότι υπάρχει το στοιχείο του «απρόβλεπτου» στο πώς θα χρησιμοποιήσουν οι μαθητές ένα ηλεκτρονικό παιχνίδι και επομένως είναι σημαντικό να λαμβάνεται ειδική μέριμνα ώστε ο ερευνητής να είναι διαρκώς ενήμερος για την πραγματική (και όχι την υποτιθέμενη - αναμενόμενη) δραστηριότητα που αναπτύσσουν οι μαθητές. Ένας αποτελεσματικός τρόπος είναι η αξιοποίηση αρχείων καταγραφής της κίνησης των χρηστών, από τα οποία μπορεί να γίνει εξόρυξη δεδομένων (data mining) και έτσι ο ερευνητής να έχει πρόσβαση σε χρήσιμες πληροφορίες ανάλογα με το ενδιαφέρον του (π.χ. σε ποια αντικείμενα της οθόνης έκανε κλικ ο χρήστης, ποια χρονική στιγμή κ.λπ.). Η καταγραφή των δεδομένων αυτών σε αρχεία γίνεται «αυτόματα» χωρίς να διακόπτεται η ροή του παιχνιδιού, αφού οι εντολές δημιουργίας των αρχείων αυτών συνήθως ενσωματώνονται στον κώδικα προγραμματισμού του παιχνιδιού (Hawlitschek & Köppen, 2014). Έτσι, στην παρούσα έρευνα, με το πάτημα οποιουδήποτε κουμπιού από το χρήστη, αυτόματα γινόταν η δημιουργία ενός αρχείου εικόνας (screenshot) και αποθήκευση πρόσθετων πληροφοριών (χρονική στιγμή, όνομα χρήστη κ.λπ.).

Τέλος, κατά τη φάση του σχεδιασμού, δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στο να μη χρησιμοποιηθούν περιττά πολυμεσικά στοιχεία. Πρόκειται για μια αρχή που περιλαμβάνεται στις βασικές αρχές πολυμεσικής μάθησης που έχει προτείνει ο Mayer (όπως αναφέρεται στο Whitton & Whitton, 2011), με βάση την οποία η μάθηση «εξυπηρετείται» καλύτερα όταν αφαιρούνται οι περιττές εικόνες και ήχοι. Ως εκ τούτου, χρησιμοποιήθηκαν τα στοιχεία που κρίθηκαν αναγκαία ώστε να εξασφαλιστεί ότι το παιχνίδι θα είναι λειτουργικό (να είναι εφικτοί οι απαραίτητοι τύποι αλληλεπίδρασης για την ομαλή διεξαγωγή του), και ταυτόχρονα όσο το δυνατόν πιο ελκυστικό.

Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω, ο σχεδιασμός της ψηφιακής εκδοχής του παιχνιδιού NIM έγινε με χρήση της γλώσσας προγραμματισμού Java και συγκεκριμένα με αξιοποίηση του περιβάλλοντος EclipseIDE που υποστηρίζει τη συγκεκριμένη γλώσσα. Το EclipseIDE είναι ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης λογισμικού (software development kit) μέσα στο οποίο μπορεί να γραφτεί και να εκτελεστεί κώδικας. Της συγγραφής κώδικα προηγήθηκε συστηματική μελέτη σχετικών εγχειριδίων (Liang, 2011) και online βιντεομαθημάτων (video tutorials)[8], ενώ κατά τη διάρκεια συγγραφής του κώδικα αξιοποιήθηκαν νήματα συζητήσεων σε σχετικά forum στο διαδίκτυο για αντιμετώπιση δυσκολιών. Ο κώδικας που αναπτύχθηκε για τη δημιουργία της απλής εκδοχής του παιχνιδιού NIM παρατίθεται στο παράρτημα (Μέρος Α).

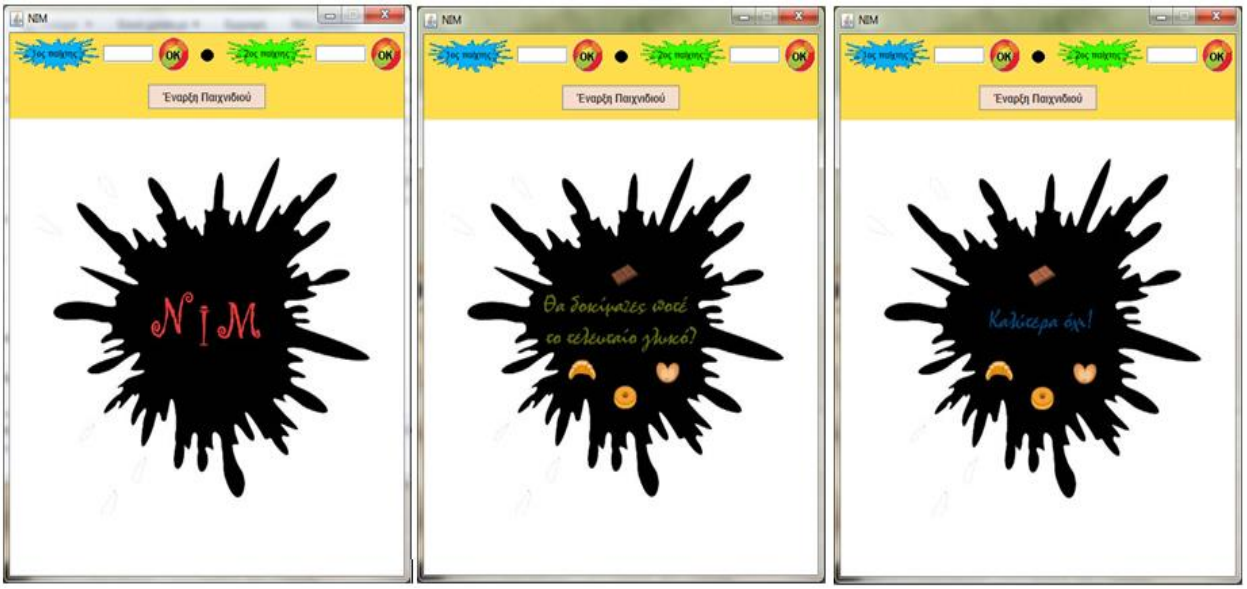
Στη συνέχεια, μέσα από μια διαδοχή εικόνων, γίνεται μια αναλυτική παρουσίαση της ψηφιακής εκδοχής του παιχνιδιού που δημιουργήθηκε.

[8] Πρόκειται για α) τη σειρά μαθημάτων "Java Tutorial for Beginners (step by step tutorial)", διαθέσιμη στο youtube στο ακόλουθο κανάλι (τελευταία προσπέλαση – 12 Φεβρουαρίου, 2021): https://www.youtube.com/playlist?list=PLS1QulWo1RIbfTjQvTdj8Y6yyq4R7g-Al
και β) τη σειρά μαθημάτων "Java Programming with Eclipse Tutorials" που είναι επίσης διαθέσιμη στο youtube στο ακόλουθο κανάλι (τελευταία προσπέλαση – 12 Φεβρουαρίου 2021): https://www.youtube.com/watch?v=QmgDJn3SP8o&list=PLF03C6B2C0B292A1E

2.1.3.3 Παρουσίαση της ψηφιακής εκδοχής του παιχνιδιού NIM

- Εισαγωγική οθόνη

Στην εισαγωγική οθόνη του παιχνιδιού, που εμφανίζεται μόλις ο μαθητής κάνει διπλό κλικ στο εικονίδιο της εφαρμογής, υπάρχουν 2 περιοχές, όπως φαίνεται στη σειρά εικόνων που ακολουθεί. Η πρώτη περιοχή, που βρίσκεται στο κάτω μέρος της οθόνης, παρουσιάζει μια κινούμενη εικόνα (animation), τα δύο βασικά frame της οποίας παρουσιάζονται στην εικόνα που ακολουθεί. Η κινούμενη εικόνα περιέχει χρήσιμες πληροφορίες για το παιχνίδι. Καταρχήν, οι μαθητές παίρνουν άμεσα μια πρώτη γεύση του περιβάλλοντος του παιχνιδιού και εξοικειώνονται με τα αντικείμενα που θα χειριστούν κατά τη διάρκειά του (τα 4 διαφορετικά είδη γλυκών). Επιπρόσθετα, μέσα από το «ρητορικό» ερώτημα που τίθεται («*Θα δοκίμαζες ποτέ το τελευταίο γλυκό;*») και την απάντηση που δίνεται (*«Καλύτερα όχι!»*), οι μαθητές λαμβάνουν γνώση του βασικού κανόνα του παιχνιδιού NIM (νικητής είναι αυτός που θα αποφύγει να πάρει το τελευταίο αντικείμενο).

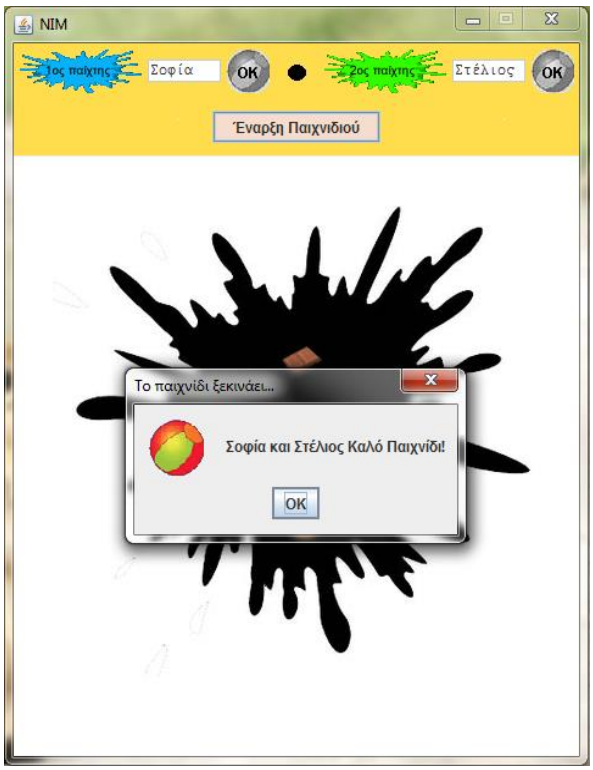


Εικόνα 21 : Η εισαγωγική οθόνη της ψηφιακής εφαρμογής του παιχνιδιού NIM (διαδοχή κινούμενων εικόνων)

Η δεύτερη περιοχή, που βρίσκεται στο πάνω μέρος της οθόνης, περιέχει δύο πεδία κειμένου στα οποία οι παίχτες διαδοχικά καλούνται να πληκτρολογήσουν το όνομα (nickname) που θα χρησιμοποιήσουν στο πλαίσιο του παιχνιδιού. Η εισαγωγή των στοιχείων, για κάθε παίχτη, ολοκληρώνεται με το πάτημα του κουμπιού (μπάλα που γράφει OK), οπότε και το πεδίο του κειμένου και το αντίστοιχο κουμπί παύουν να είναι ενεργά (το πεδίο κειμένου κλειδώνει, ενώ το κουμπί αποχρωματίζεται). Όταν και οι δύο παίχτες ολοκληρώσουν τη διαδικασία εισαγωγής των ονομάτων τους, ενεργοποιείται το κουμπί "Έναρξη παιχνιδιού", που βρίσκεται ακριβώς κάτω από τα πεδία κειμένου.

Εικόνα 22: Εισαγωγή στοιχείων παιχτών στην πάνω περιοχή της εισαγωγικής οθόνης του παιχνιδιού

Με το πάτημα του συγκεκριμένου κουμπιού, εμφανίζεται ένα μήνυμα επιβεβαίωσης, που καλωσορίζει τους παίχτες στο παιχνίδι και τους εύχεται καλή επιτυχία (εικόνα).



Εικόνα 23: Μήνυμα επιβεβαίωσης ορθής εισαγωγής των στοιχείων των παιχτών – μήνυμα έναρξης του παιχνιδιού

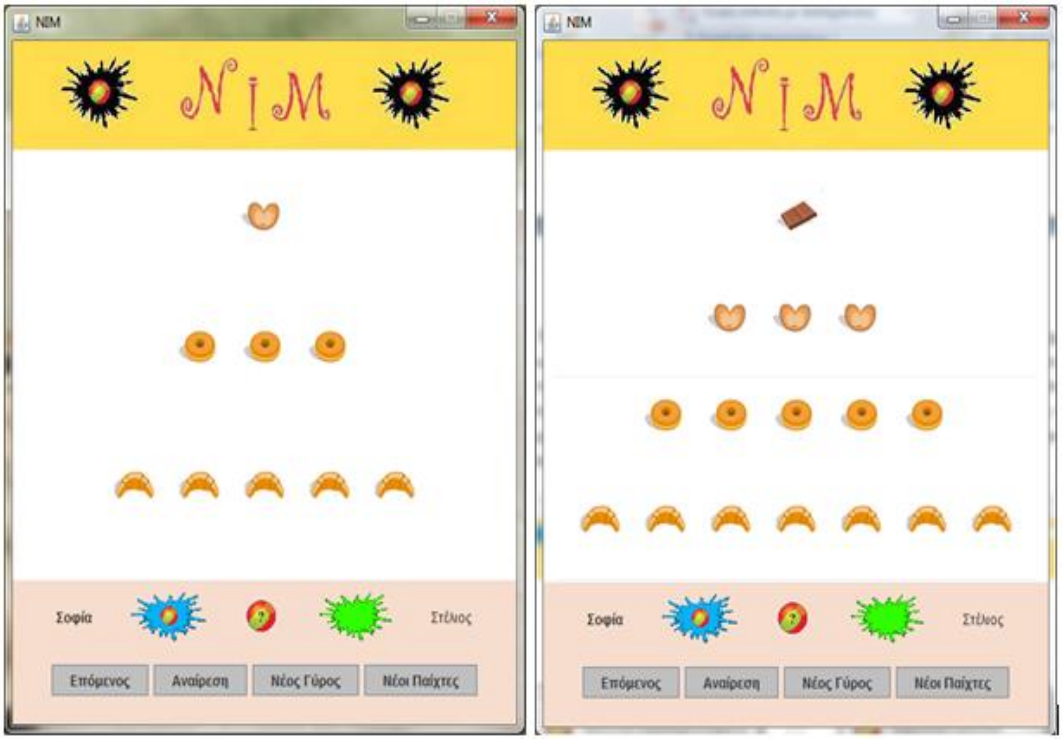
Σε περίπτωση που οι μαθητές κάνουν κάποιο λάθος στην παραπάνω διαδικασία εμφανίζονται μηνύματα σφάλματος, τα οποία και πληροφορούν για το είδος του σφάλματος που έχει συμβεί και για την ενέργεια που χρειάζεται να γίνει για την επίλυσή τους.

Εικόνα 24: Μηνύματα σφάλματος που εμφανίζονται σε περίπτωση ανεπιτυχούς προσπάθειας εισαγωγής των στοιχείων των παιχτών

Έτσι, σε περίπτωση που πατηθεί το κουμπί "Έναρξη Παιχνιδιού" χωρίς να έχει γίνει εισαγωγή των στοιχείων και των δύο παιχτών, εμφανίζεται το μήνυμα σφάλματος που φαίνεται στο αριστερό στιγμιότυπο (screenshot) της παραπάνω εικόνας. Αντίστοιχα, σε περίπτωση που κάποιος παίχτης πατήσει το κουμπί "OK" χωρίς προηγουμένως να έχει πληκτρολογήσει κάτι στο πεδίο κειμένου για την εισαγωγή του ονόματός του, εμφανίζεται το μήνυμα σφάλματος που φαίνεται στο δεξί στιγμιότυπο της ίδιας εικόνας.

- Κυρίως Οθόνη Παιχνιδιού

Όταν ολοκληρωθεί η εισαγωγή των στοιχείων – ονομάτων των παιχτών, εμφανίζεται η κυρίως οθόνη, με το ταμπλό του παιχνιδιού. Στην εικόνα εμφανίζονται τα σχετικά στιγμιότυπα, τόσο για την απλή εκδοχή του παιχνιδιού (στιγμιότυπο στο αριστερό μέρος της εικόνας) όσο και για την πιο σύνθετη εκδοχή (στιγμιότυπο στο δεξί μέρος της εικόνας).

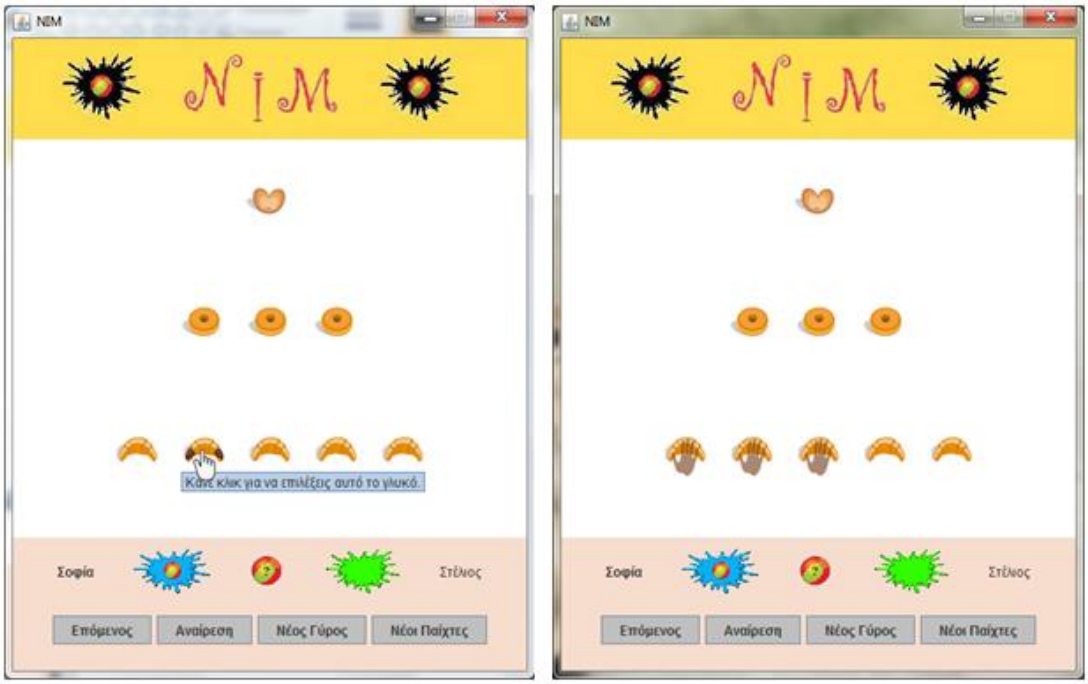


Εικόνα 25 : Η κυρίως οθόνη – κεντρικό ταμπλό του παιχνιδιού για την απλή (NIM_{135}) και τη σύνθετη (NIM_{1357}) εκδοχή του παιχνιδιού

Σε περίπτωση που οι παίχτες δε γνωρίζουν ήδη και θέλουν να ενημερωθούν για το πώς παίζεται το παιχνίδι, υπάρχει στο κάτω μέρος της οθόνης το κουμπί της βοήθειας (απεικονίζεται ως μια πολύχρωμη μπάλα με ερωτηματικό). Με το πάτημα του κουμπιού της βοήθειας εμφανίζεται η οθόνη που φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί.

Εικόνα 26 : Στιγμιότυπο με το μήνυμα κειμένου που ενημερώνει τους παίκτες για το σκοπό του παιχνιδιού και τον τρόπο παιξίματος

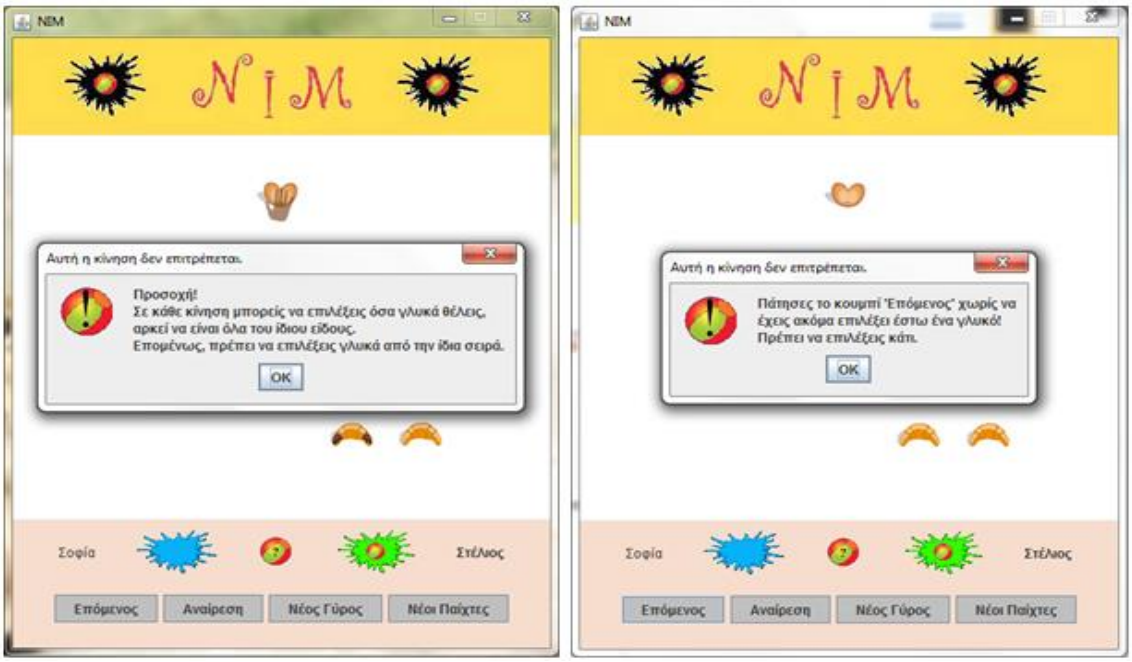
Πέρα από το κουμπί της βοήθειας, υπάρχουν κάποιες οπτικές πληροφορίες που διευκολύνουν τους παίχτες στο να παίξουν σωστά. Για παράδειγμα, όποτε ο παίχτης κυλήσει τον κέρσορα πάνω από κάποιο γλυκό, εμφανίζεται μήνυμα που εξηγεί ότι ο τρόπος για να γίνει επιλογή αντικειμένου είναι το πάτημα του δεξιού κουμπιού του ποντικιού (στιγμιότυπο στο δεξί μέρος της εικόνας που ακολουθεί).



Εικόνα 27: Στιγμιότυπα από το ταμπλό του παιχνιδιού, στα οποία είναι εμφανείς οπτικές πληροφορίες που εξηγούν στους παίκτες τις ενέργειες που πρέπει να κάνουν για να ολοκληρώσουν την κίνησή τους

Αντίστοιχα, ο παίχτης έχει διαρκώς πληροφόρηση για τις κινήσεις που έχουν ήδη γίνει (ποια γλυκά έχουν ήδη επιλεγεί σε προηγούμενους γύρους του παιχνιδιού), με τη βοήθεια των παλαμών που εμφανίζονται στο ταμπλό πάνω στα συγκεκριμένα γλυκά που βρίσκονται πλέον εκτός παιχνιδιού (τα γλυκά που έχουν πάνω τους παλάμη είναι ανενεργά και δεν μπορούν να επιλεγούν ξανά). Το παραπάνω φαίνεται στο στιγμιότυπο στο αριστερό μέρος της παραπάνω εικόνας.

Μολονότι δε σημειώθηκαν σφάλματα από τους μαθητές που πιλοτικά δοκίμασαν το παιχνίδι NIM, στο λογισμικό έχουν προβλεφθεί δύο πιθανές περιπτώσεις σφαλμάτων στα οποία μπορεί ένας παίχτης να υποπέσει και έχουν ετοιμαστεί δύο σχετικά μηνύματα, τα οποία φαίνονται διαδοχικά στην εικόνα που ακολουθεί. Η πρώτη περίπτωση σφάλματος είναι εκείνη κατά την οποία ο παίχτης επιχειρεί να επιλέξει αντικείμενα από διαφορετικές σειρές (δηλαδή διαφορετικά είδη γλυκών στον ίδιο γύρο). Η δεύτερη περίπτωση σφάλματος είναι εκείνη όπου ο παίχτης αποφεύγει να πάρει γλυκό και πατάει το κουμπί “Επόμενος” χωρίς να έχει κάνει επιλογή αντικειμένου.



Εικόνα 28: Στιγμιότυπα από το ταμπλό του παιχνιδιού, στα οποία εμφανίζονται μηνύματα κειμένου που εξηγούν στους παίκτες το λόγο που η κίνησή τους δεν έγινε επιτρεπτή

Στο κάτω μέρος της οθόνης υπάρχουν τέσσερα κουμπιά, χρήσιμα για την ολοκλήρωση των παιχνιδιών. Το κουμπί "Επόμενος" χρησιμοποιείται όταν ο παίχτης έχει ολοκληρώσει την κίνησή του για το συγκεκριμένο γύρο του παιχνιδιού (δηλαδή όταν έχει επιλέξει το/τα αντικείμενο/α που θέλει να «αφαιρέσει» από το ταμπλό) και θέλει να δώσει τη σειρά του στον επόμενο παίχτη. Με το πάτημα του κουμπιού εμφανίζεται ένα μήνυμα κειμένου, που πληροφορεί τον επόμενο παίχτη ότι ήρθε η σειρά του να κάνει κίνηση.

Εικόνα 29: Μήνυμα κειμένου που προετοιμάζει τον επόμενο παίκτη για τη συμμετοχή του στο παιχνίδι

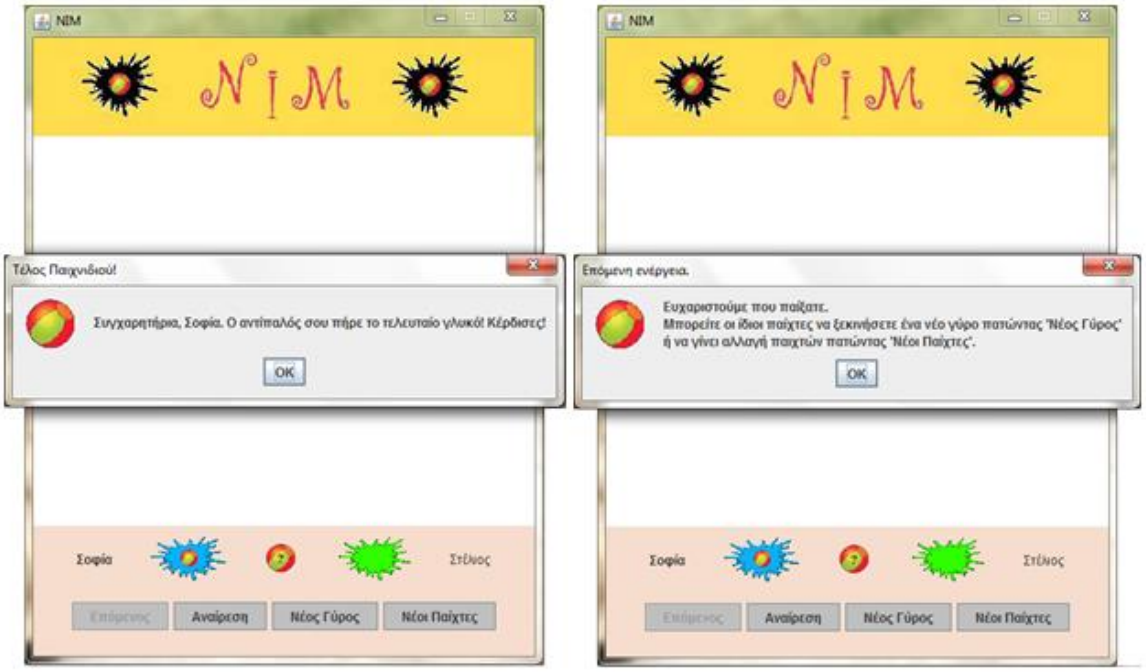
Σε περίπτωση που ο παίχτης έχει επιλέξει αντικείμενα, αλλά αλλάξει γνώμη, υπάρχει το κουμπί “Αναίρεση”, με το πάτημα του οποίου οι επιλογές που έγιναν από τον παίχτη (στο συγκεκριμένο γύρο) αναιρούνται (εξαφανίζονται οι παλάμες από τα γλυκά που επέλεξε και ο παίχτης ξεκινάει και πάλι την κίνησή του).

Το κουμπί “Νέος Γύρος” επαναφέρει το ταμπλό του παιχνιδιού στην αρχική κατάσταση, δηλαδή χρησιμεύει στο να ξεκινήσει από την αρχή ένα παιχνίδι που για κάποιο λόγο δεν ολοκληρώθηκε και κρίθηκε σημαντικό να ακυρωθούν όλες οι κινήσεις που έγιναν μέχρι τη στιγμή εκείνη.

Τέλος, το κουμπί “Νέοι Παίχτες” χρησιμοποιείται ανά πάσα στιγμή για να ξεκινήσει ένα νέο παιχνίδι με διαφορετικούς παίχτες. Στην περίπτωση αυτή, το τρέχον παιχνίδι διακόπτεται και η εφαρμογή επιστρέφει στην εισαγωγική οθόνη, όπου οι παίχτες καλούνται να εισάγουν τα ονόματά τους.

- Ολοκλήρωση παιχνιδιού

Όταν ολοκληρωθεί το παιχνίδι και κάποιος παίχτης υποχρεωθεί να μαζέψει το τελευταίο αντικείμενο, εμφανίζονται διαδοχικά τα παρακάτω μηνύματα κειμένου που φαίνονται στην εικόνα που ακολουθεί. Το πρώτο μήνυμα πληροφορεί τους παίχτες για το αποτέλεσμα του παιχνιδιού (ποιος είναι ο νικητής του παιχνιδιού), ενώ το δεύτερο ευχαριστεί τους παίχτες για τη συμμετοχή τους και πληροφορεί για τις διαθέσιμες επιλογές που μπορεί να ακολουθήσουν.



Εικόνα 30 : Στιγμιότυπα με τα μηνύματα κειμένου που εμφανίζονται κατά την ολοκλήρωση των παιχνιδιών

2.1.3.4 Ψηφιακές εκδοχές του παιχνιδιού NIM και η λογική της δημιουργίας νέας

Η απόφαση να αξιοποιηθεί το παιχνίδι NIM στο πλαίσιο της παρούσας προτεινόμενης διδακτικής παρέμβασης στηρίχτηκε σε ορισμένες διδακτικές παραμέτρους, οι οποίες αναφέρονται στο κεφάλαιο με τη μεθοδολογία της διατριβής. Στο παρόν εδάφιο, δίνονται κάποιες παραπάνω επεξηγήσεις σχετικά με την απόφαση που πάρθηκε να δημιουργηθεί μια νέα ψηφιακή εκδοχή του παραπάνω παιχνιδιού και όχι να αξιοποιηθεί κάποια ήδη υπάρχουσα (ή να προτιμηθεί μια μη ψηφιακή εκδοχή του παιχνιδιού χωρίς τη μεσολάβηση υπολογιστή).

Καταρχήν, ένας βασικός λόγος που προτιμήθηκε το συγκεκριμένο παιχνίδι, είναι το γεγονός ότι το παιχνίδι αυτό έχει ιστορική αξία. Το 1940, ο Dr. Edward Uhler Condon παρουσίασε στο New York World's Fair ουσιαστικά την πρώτη παιχνιδομηχανή (game machine), η οποία είχε προγραμματιστεί ώστε να παίζει (ως αντίπαλος) το παιχνίδι NIM. Έτσι, σε αφιερώματα που γίνονται σχετικά με την ιστορία του video gaming, το παιχνίδι NIM εμφανίζεται συνήθως στην αρχή ως το πρώτο χρονολογικά σημείο αναφοράς[9]. Επομένως, μολονότι υπάρχει μια μεγάλη δεξαμενή παιχνιδιών στρατηγικής που μπορεί να αξιοποιηθούν, η ιστορική σημασία του παιχνιδιού NIM αποτέλεσε αποφασιστικό παράγοντα που καθόρισε την επιλογή, δεδομένου ότι το παιχνίδι NIM ανταποκρινόταν επαρκώς και στα συγκεκριμένα διδακτικά κριτήρια που είχαν τεθεί για την επιλογή του παιχνιδιού για την παρούσα διδακτική πρόταση.

Ταυτόχρονα, υπήρξε η επιθυμία το προς επιλογή παιχνίδι να είναι ένα παιχνίδι για το οποίο να υπάρχει ακόμα και σήμερα επιβεβαιωμένο ενδιαφέρον και όχι ένα παιχνίδι με το οποίο πλέον δεν ασχολείται κανείς. Ύστερα από συστηματική διαδικτυακή κυρίως έρευνα, διαπιστώθηκε ότι μολονότι το NIM δεν είναι ένα πρόσφατο παιχνίδι, φαίνεται ότι υπάρχει ακόμα ζωηρό ενδιαφέρον γύρω από αυτό.

Μία από τις ενδείξεις που υποδεικνύουν τον παραπάνω ισχυρισμό είναι το γεγονός ότι μια απλή αναζήτηση στο διαδίκτυο αποκαλύπτει πολλές online εφαρμογές – εκδοχές του παραπάνω παιχνιδιού. Ενδεικτικά, στη συνέχεια γίνεται αναφορά σε κάποιες από αυτές τις εφαρμογές, χωρίς φυσικά η παρουσίαση αυτή να είναι εξαντλητική και χωρίς να αποκλείεται στο διάστημα που μεσολάβησε, κάποιες νέες εφαρμογές να έχουν αναρτηθεί στο διαδίκτυο (ή κάποιες άλλες να έχουν «κατεβεί» από αυτό)[10].

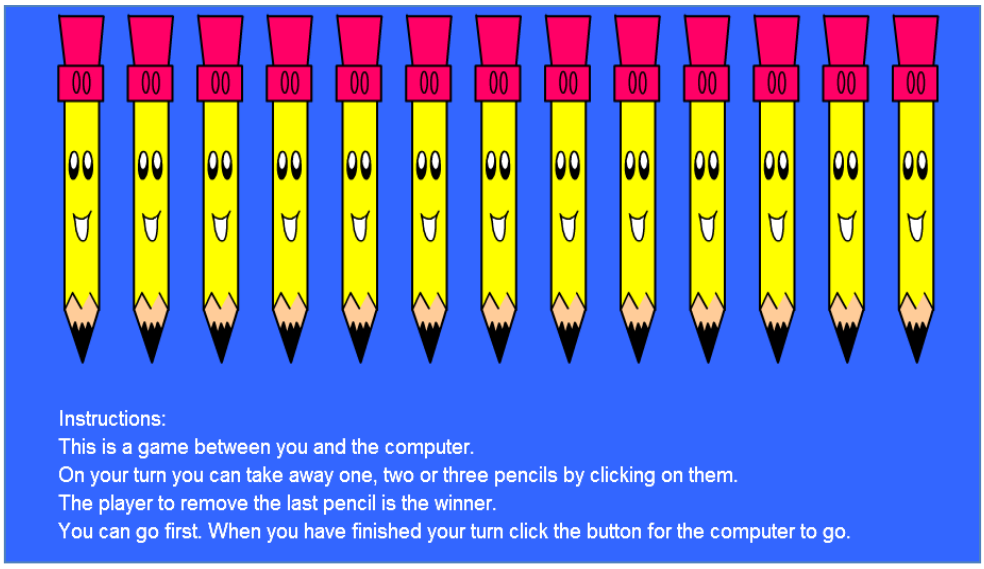
Μία εφαρμογή στην οποία χρησιμοποιείται η πιο απλή εκδοχή του παιχνιδιού NIM, στην οποία και υπάρχει μονάχα μια στοίβα αντικειμένων, είναι αυτή που παρουσιάζεται στην εικόνα που ακολουθεί στην επόμενη σελίδα[11].

---

[9] Κάτι τέτοιο συμβαίνει στη γνωστή σχετική αναφορά του Steve O'Hear με τίτλο "The History of Gaming: an evolvning community" https://techcrunch.com/2015/10/31/the-history-of-gaming-an-evolving-community/ (προσπελάστηκε 19 Σεπτεμβρίου, 2020)

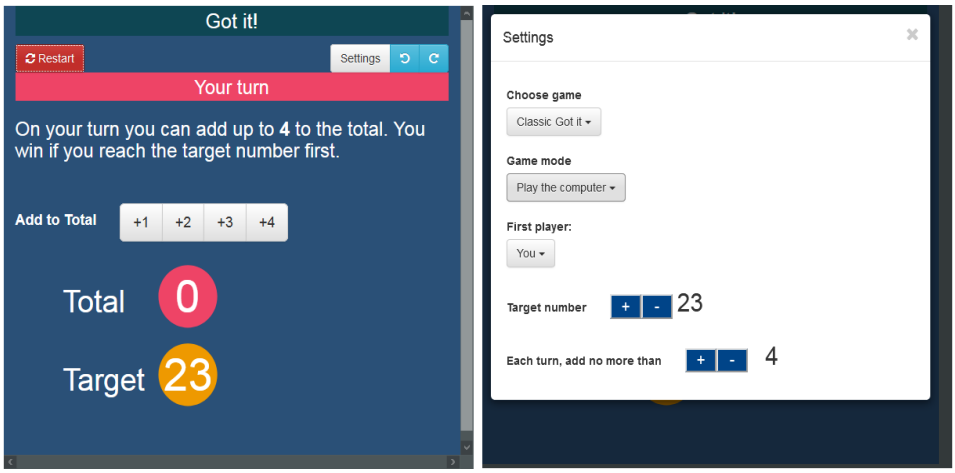
[10] Σημειώνεται στο σημείο αυτό, ότι η αναζήτηση για online εφαρμογές – εκδοχές του παιχνιδιού NIM έγινε τον Οκτώβριου του 2020, με την 10η Οκτωβρίου να αποτελεί την τελευταία ημερομηνία προσπέλασης των site που παρατίθενται στη συνέχεια στο παρόν εδάφιο.

[11] https://www.transum.org/Software/SW/Starter_of_the_day/Flash/Nim4.swf?NumPencils=13



Εικόνα 31: Ψηφιακή εκδοχή του παιχνιδιού NIM και συγκεκριμένα της παραλλαγής με μία στοίβα αντικειμένων

Μια διαφορετική υλοποίηση της παραπάνω απλής εκδοχής του NIM (με μία μονάχα στοίβα αντικειμένων) υπάρχει και στο site του NRich Math Project του πανεπιστημίου Cambridge[12].



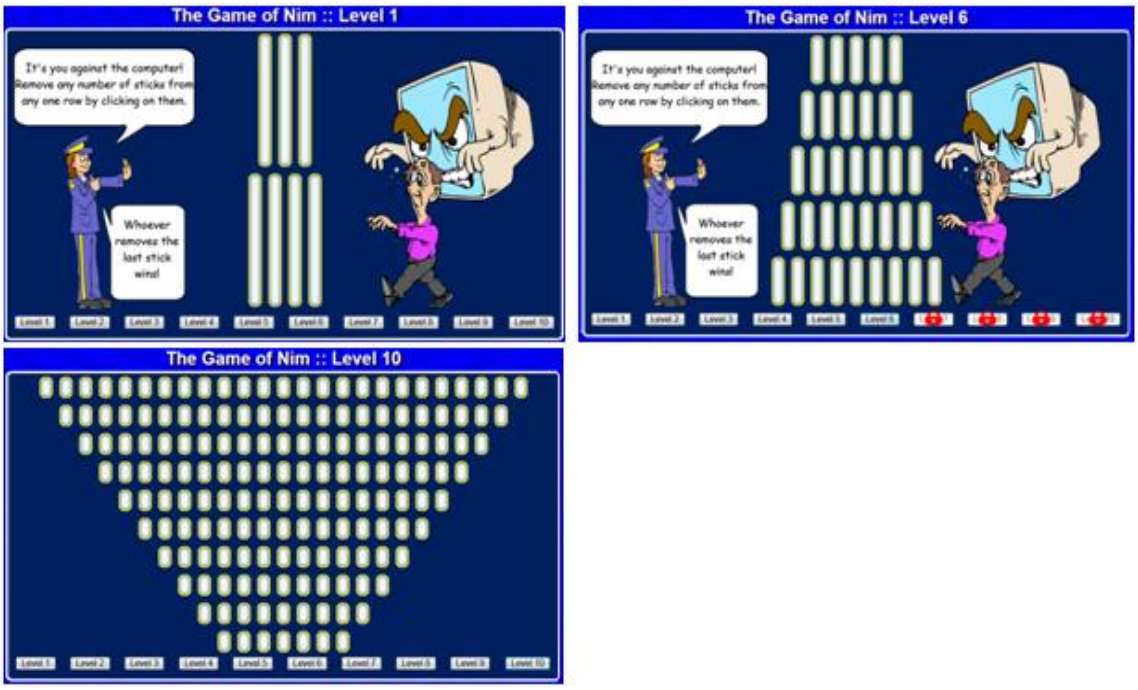
Εικόνα 32 : Η ψηφιακή εκδοχή του NRich Project της παραλλαγής NIM με μία στοίβα αντικειμένων

Αντίστοιχα, στο διαδίκτυο εντοπίζονται και πιο σύνθετες εκδοχές του παιχνιδιού, δηλαδή περιπτώσεις όπου υπάρχουν περισσότερες από μία στοίβες αντικειμένων, όπως φαίνεται στα παραδείγματα που ακολουθούν. Στην παρακάτω σειρά εικόνων, η πρώτη περίπτωση που παρουσιάζεται (αριστερό μέρος) είναι μια υλοποίηση της εκδοχής του παιχνιδιού με τρεις στοίβες αντικειμένων[13], ενώ στη δεύτερη περίπτωση (δεξί μέρος) υπάρχουν τέσσερις στοίβες αντικειμένων με συγκεκριμένο αριθμό αντικειμένων σε κάθε στοίβα[14].

[12] https://nrich.maths.org/1272/index
[13] http://www.cut-the-knot.org/nim_st.shtml
[14] https://www.archimedes-lab.org/game_nim/play_nim_game.html

Εικόνα 33 : Ψηφιακές εκδοχές του παιχνιδιού NIM, με παραλλαγές του παιχνιδιού : τρεις στοίβες αντικειμένων (αριστερά) και τέσσερις στοίβες αντικειμένων (δεξιά)

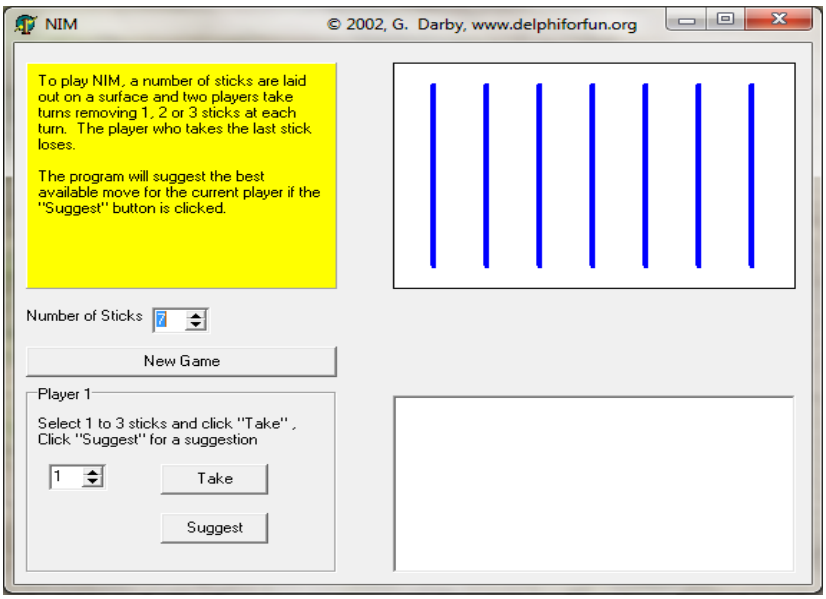
Στην επόμενη σειρά εικόνων, υπάρχει μεγαλύτερη ευελιξία ως προς τον αριθμό των στοιβών, με το χρήστη να μπορεί να επιλέξει πόσες στοίβες επιθυμεί να εμφανιστούν (με ανώτατο όριο στοιβών τον αριθμό 10)[15].



Εικόνα 34 : Ψηφιακή εκδοχή του παιχνιδιού όπου ο χρήστης μπορεί να επιλέξει τον αριθμό των στοιβών (μεταξύ 2 και 10 στοιβών)

[15] https://www.transum.org/Software/Nim/

Υπάρχουν και σπανιότερες περιπτώσεις που ο επισκέπτης της ιστοσελίδας μπορεί να κατεβάσει ένα εκτελέσιμο αρχείο μιας εκδοχής του παιχνιδιού NIM, όπως η περίπτωση που παρουσιάζεται στην εικόνα που ακολουθεί[16].

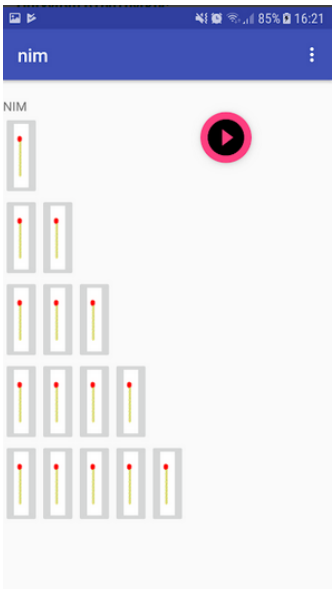


Εικόνα 35: Ψηφιακή εκδοχή του παιχνιδιού NIM, η οποία κατεβαίνει ως εκτελέσιμο αρχείο που αποθηκεύει ο χρήστης

Πέρα από τις online εφαρμογές που εντοπίζονται στο διαδίκτυο, μια ακόμα ένδειξη του ενδιαφέροντος που εξακολουθεί να υπάρχει για το παιχνίδι, είναι το γεγονός ότι υπάρχουν εκδοχές για i-phone[17] και εκδοχές για smartphones[18], όπως φαίνεται στις εικόνες που ακολουθούν.

Εικόνα 36 : Ψηφιακή εκδοχή του παιχνιδιού NIM για i-phone.

[16] http://delphiforfun.org/programs/NIM_Minimax.htm
[17] https://apps.apple.com/app/apple-store/id501414326
[18] https://play.google.com/store/apps/details?id=uk.co.spotterjotter.nim



Εικόνα 37 : Ψηφιακή εκδοχή του παιχνιδιού για smartphones

Επιπρόσθετα, πέρα από τις online εφαρμογές στις οποίες έγινε παραπάνω αναφορά, υπάρχει στο διαδίκτυο πληθώρα ιστοσελίδων που έχουν ως κεντρικό θέμα τους την ανάπτυξη της μαθηματικής θεωρίας που υπάρχει γύρω από το παιχνίδι NIM και στις οποίες γίνεται παρουσίαση συγκεκριμένων στρατηγικών (winning strategies) που μπορούν να χρησιμοποιήσουν οι ενδιαφερόμενοι[19].

Όσον αφορά την αναγκαιότητα δημιουργίας μιας επιπλέον εφαρμογής java για το παιχνίδι NIM υπάρχουν ορισμένες παρατηρήσεις που μπορεί να γίνουν και που φαίνεται να εξηγούν τη λογική πίσω από τη λήψη της συγκεκριμένης απόφασης. Μια προσεκτική παρατήρηση των ήδη υπαρχόντων εκδοχών που παρουσιάστηκαν προηγουμένως, φανερώνει την έλλειψη περιπτώσεων που η εφαρμογή να επιτρέπει σε δύο παίχτες να παίξουν ως αντίπαλοι το παιχνίδι αυτό. Με εξαίρεση την περίπτωση της εφαρμογής για i-phone[20], όπου υπάρχει μια τέτοια επιλογή, στις υπόλοιπες περιπτώσεις ο παίχτης αντιμετωπίζει ως αντίπαλο αποκλειστικά τον υπολογιστή.

Πέρα από τη διδακτική επιλογή να χρησιμοποιηθεί το παιχνίδι αυτό με τρόπο που να εμπλέκει ταυτόχρονα δύο μαθητές (ως αντίπαλοι μεταξύ τους), στις παραπάνω εφαρμογές δεν υπήρχε δυνατότητα μετά την ολοκλήρωση των παιχνιδιών, να γίνει με κάποιο τρόπο ανάκληση των κινήσεων που πραγματοποιήθηκαν από τους παίχτες. Έτσι, δεδομένου ότι ο σχεδιασμός της διδακτικής παρέμβασης προβλέπει τη διεξαγωγή συζητήσεων με αφορμή τα παιχνίδια που έπαιξαν οι μαθητές, κρίθηκε πολύ ουσιαστική η δημιουργία μιας εφαρμογής, όπου θα υπάρχει η δυνατότητα αυτόματης καταγραφής (αποθήκευσης) των επιμέρους κινήσεων που έλαβαν χώρα κατά τη διάρκεια των παιχνιδιών.

---

[19] Ενδεικτικά γίνεται αναφορά στο site https://blog.scientix.eu/2015/05/1237/

[20] Θα πρέπει να σημειωθεί ότι την περίοδο που λήφθηκε η απόφαση ενασχόλησης με το παιχνίδι NIM και δημιουργίας μιας ψηφιακής εκδοχής του (2014), η συγκεκριμένη εφαρμογή για i-phone δεν υπήρχε και επομένως η δημιουργία μιας εφαρμογής όπου δυο μαθητές θα παίζουν ως αντίπαλοι το παιχνίδι αυτό κρίθηκε ως μια πολύ ενδιαφέρουσα προοπτική.

2.1.4 Ο εκπαιδευτικός ως δημιουργός ψηφιακού διδακτικού υλικού

Έντονος προβληματισμός υπάρχει ως προς το κατά πόσον ο εκπαιδευτικός έχει την ικανότητα αλλά και τη χρονική ευχέρεια να διαχειριστεί το αναμφισβήτητα τεράστιο πλήθος των διαθέσιμων επιλογών και να αξιολογεί την αξιοπιστία και την ποιότητα των εφαρμογών αυτών. Το παραπάνω είναι ιδιαίτερα σημαντικό καθώς πέρα από την παραπάνω διαδικασία επιλογής εφαρμογών, υπάρχει και το εξίσου απαιτητικό στάδιο της δημιουργίας κατάλληλων διδακτικών παρεμβάσεων (με ενσωμάτωση των παραπάνω εφαρμογών), οι οποίες παρεμβάσεις είναι σημαντικό να είναι αποτελεσματικές και να ανταποκρίνονται στους διδακτικούς στόχους που έχουν τεθεί από τον εκπαιδευτικό. Αναγνωρίζοντας τη δυσκολία όλου του παραπάνω εγχειρήματος, έχει τονιστεί (Nakash-Stern & Cohen, 2019) η αναγκαιότητα δημιουργίας ενός εργαλείου αναζήτησης, στο οποίο θα είναι καταχωρημένες με ενιαίο και συστηματικό τρόπο οι διαθέσιμες εκπαιδευτικές εφαρμογές και με τη βοήθεια φίλτρων ο εκπαιδευτικός θα μπορεί σε σύντομο χρόνο να εντοπίζει το επιθυμητό προϊόν, χωρίς ωστόσο μέχρι στιγμής να φαίνεται να έχει υλοποιηθεί το εν λόγω σχέδιο.

Γενικότερα, η ανάπτυξη εργαλείων συγγραφής (authoring tools) καθιστά μεν πιο προσιτή στους χρήστες την παραγωγή πολυμεσικών εφαρμογών, οδηγώντας σε μια ολοένα επιταχυνόμενη αύξηση της σχετική παραγωγής, ωστόσο, θέτει το ζήτημα του κατά πόσον τα παραγόμενα προϊόντα είναι ποιοτικά. Επισημαίνεται ότι το διαθέσιμο υλικό που υπάρχει στο internet για αξιοποίηση στη διδασκαλία των μαθηματικών, σε πολλές περιπτώσεις δεν έχει υποστεί κάποια διαδικασία αξιολόγησης (reviewed) και ως εκ τούτου είναι σημαντικό να αντιμετωπίζεται με επιφύλαξη. Η Robová (2013) αναφέρει ότι υπάρχουν περιπτώσεις όπου σε αυτό το υλικό (συνήθως στην προσπάθεια μιας πιο «απλοποιημένης» παρουσίασης μαθηματικών εννοιών και διαδικασιών) εντοπίζονται λάθη όσον αφορά το μαθηματικό περιεχόμενο αλλά και τη διδακτική προσέγγιση.

Για την εξασφάλιση του ποιοτικού κριτηρίου έχουν κατά καιρούς γίνει προσπάθειες προσδιορισμού και καθιέρωσης συγκεκριμένων αρχών σχεδιασμού (design principles) που θα πρέπει να τηρούνται κατά τη φάση σχεδιασμού και ανάπτυξης πολυμεσικών εφαρμογών. Ωστόσο, μολονότι έχουν γίνει σχετικές προσπάθειες (Underwood et al, 2005), δε φαίνεται να είναι εύκολη υπόθεση η πρόκριση συγκεκριμένων, καθολικά αποδεκτών αρχών σχεδιασμού, στοιχείο που δείχνει ότι η αναζήτηση εφαρμογών για αξιοποίηση στη διδασκαλία θα συνεχίσει να είναι μια χρονοβόρος και μάλλον επίπονη διαδικασία.

Η παρούσα διατριβή ουσιαστικά εντάσσεται στο πλαίσιο πρωτοβουλιών όπου ο εκπαιδευτικός αναλαμβάνει το ρόλο του σχεδιαστή διδακτικού υλικού μέσα από την αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών. Στη βιβλιογραφία εντοπίζεται σχετικό ενδιαφέρον και έχει αναπτυχθεί μια συζήτηση γύρω από το κατά πόσον είναι χρήσιμο και επιθυμητό ο εκπαιδευτικός να συμμετέχει στο κομμάτι της ανάπτυξης και δημιουργίας ψηφιακού υλικού. Η κατασκευή και ανάπτυξη μικροεφαρμογών (applets) από τους διδάσκοντες

είναι μια ενδιαφέρουσα προοπτική καθώς σε αρκετές περιπτώσεις τα διαθέσιμα applet δεν είναι απολύτως προσαρμοσμένα στο προς διδασκαλία μαθηματικό αντικείμενο. Η δεξιότητα ανάπτυξης applets από την πλευρά των διδασκόντων, επομένως, θα μπορούσε να ικανοποιήσει την ανάγκη για εξατομίκευση της παρεχόμενης διδασκαλίας. Ωστόσο, το παραπάνω αναγνωρίζεται ότι συνιστά ένα δύσκολο εγχείρημα, ιδίως για διδάσκοντες που δε διαθέτουν προηγούμενη προγραμματιστική εμπειρία (Κασούτσας, 2012).

Μία από τις πρώτες σχετικές έρευνες που είχαν ως αντικείμενο το κατά πόσον είναι εφικτό ένας εκπαιδευτικός που κατέχει στοιχειώδεις γνώσεις προγραμματισμού να μπορεί να δημιουργεί ψηφιακό διδακτικό υλικό, αξιοποιώντας διαθέσιμα ελεύθερα εργαλεία των νέων τεχνολογιών, είναι η έρευνα των Kadijevich & Haapasalo (2004). Στην έρευνα αυτή, φοιτητές του πανεπιστημίου του Βελιγραδίου κλήθηκαν στο πλαίσιο μαθήματος να σχεδιάσουν και να δημιουργήσουν ψηφιακό υλικό που να απευθύνεται σε μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Το παραπάνω εγχείρημα, μολονότι το κομμάτι της ψηφιακής δημιουργίας ήταν κάπως περιορισμένο[21], έδειξε ότι ανεξάρτητα από το επίπεδο των προγενέστερων γνώσεων των φοιτητών, σημειώθηκε μια αξιόλογη παραγωγή υλικού σε σχέση πάντοτε με τα κριτήρια ποιότητας που χρησιμοποιήθηκαν στη συγκεκριμένη εργασία.

Πιο πρόσφατη είναι η θεωρητική εργασία του Kirschner (2015), ο οποίος αναπτύσσει την προβληματική του γύρω από το θέμα, τονίζοντας ότι ο εκπαιδευτικός είναι σημαντικό να προετοιμάζεται (κατά τη διάρκεια των σπουδών του) με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι σε θέση να αξιοποιεί κατάλληλα όλα τα διαθέσιμα εργαλεία - τεχνικές, προκειμένου να μπορεί με αυτά να σχεδιάζει ενδιαφέρουσες και αποτελεσματικές μαθησιακές εμπειρίες. Βάσει αυτής της προοπτικής, οι νέες τεχνολογίες συνιστούν ένα τέτοιο εργαλείο και επομένως η ικανότητα του εκπαιδευτικού να το ενσωματώσει στη διδασκαλία θεωρείται ιδιαίτερα επιθυμητή. Ο Kirschner συμπεραίνει ότι ο εκπαιδευτικός είναι επιθυμητό να μπορεί να είναι συν-ερευνητής (co-researcher) και συν-δημιουργός (co-designer), τονίζοντας με τον τρόπο αυτό τη σημασία που αποδίδει στη συμμετοχή των εκπαιδευτικών σε ομάδες σχεδιασμού προγραμμάτων που έχουν ως αφετηρία τις νέες τεχνολογίες. Σε αντίστοιχα συμπεράσματα και προτροπές καταλήγουν οι Cober και συνεργάτες (Cober et al, 2015), οι οποίοι μέσα από μελέτες περίπτωσης διαπίστωσαν ότι οι εκπαιδευτικοί που είχαν την ευκαιρία να εμπλακούν στις εργασίες ομάδων σχεδιασμού ψηφιακού διδακτικού υλικού ήταν χρήσιμοι και μπορούσαν να συνεισφέρουν τόσο μέσα από θεωρητικές συζητήσεις υποδεικνύοντας στοιχεία σχετικά με την παιδαγωγική διάσταση και την πρακτική αξιοποίηση των υλικών αυτών, όσο και σε πιο πρακτικό επίπεδο αναλαμβάνοντας πιο ενεργό (αν και κυρίως συμβουλευτικό) ρόλο στη διαδικασία σχεδιασμού σε συνεργασία πάντα με την ομάδα των προγραμματιστών λογισμικού.

[21] Σύμφωνα με την παρουσίαση που γίνεται, οι φοιτητές περισσότερο ενσωμάτωσαν στον html κώδικα που ανέπτυξαν κυρίως διαθέσιμες java εφαρμογές, παρά δημιούργησαν σε κάποια γλώσσα προγραμματισμού δικό τους, πρωτότυπο διδακτικό υλικό.

ΕΝΟΤΗΤΑ 3^{Η}
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στην παρούσα ενότητα γίνεται αναλυτική παρουσίαση της μεθοδολογίας της έρευνας. Αρχικά, επισημαίνεται η σημασία διεξαγωγής της συγκεκριμένης έρευνας και προσδιορίζεται η μεθοδολογική προσέγγιση που υιοθετείται. Ακολουθεί η παράθεση των ερευνητικών ερωτημάτων, ενώ στη συνέχεια παρουσιάζεται το περιβάλλον (context) και οι συμμετέχοντες και δίνονται διευκρινίσεις σχετικά με το σκεπτικό αξιοποίησης του παιχνιδιού NIM που επιλέχτηκε να χρησιμοποιηθεί. Εν συνεχεία γίνεται αναλυτική παρουσίαση της διδακτικής παρέμβασης και των επιμέρους δραστηριοτήτων που εμπεριέχει. Ακολουθεί εκτενής αναφορά στις μεθόδους συλλογής δεδομένων που χρησιμοποιούνται στο πλαίσιο της έρευνας, καθώς και στις μεθόδους ανάλυσης των δεδομένων αυτών. Η ενότητα ολοκληρώνεται με επισημάνσεις σχετικά με ζητήματα ηθικής δεοντολογίας που άπτονται της παρούσας έρευνας και με μία αναφορά στο ζήτημα της προσωπικής οπτικής του ερευνητή.

ΕΝΟΤΗΤΑ 3Η - ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1Ο
Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Η υλοποίηση της ψηφιακής εκδοχής του παιχνιδιού NIM και ο σχεδιασμός μιας διδακτικής παρέμβασης βασισμένης στο παιχνίδι αυτό, με στόχο την ανάδειξη της μαθηματικής σκέψης των μαθητών, αποτελούν τον πυρήνα της παρούσας μελέτης. Το εγχείρημα αυτό μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι σημαντικό, για τους παρακάτω λόγους:

- γιατί εναρμονίζεται με απαιτήσεις επίσημων κειμένων εκπαιδευτικής πολιτικής

Η διερεύνηση της μαθηματικής σκέψης και της συλλογιστικής που αναπτύσσουν οι μαθητές κατά την ενασχόλησή τους με μια προβληματική κατάσταση (όπως είναι για παράδειγμα η επίτευξη νίκης στο παιχνίδι στρατηγικής NIM) κρίνεται ότι εναρμονίζεται με τις κατευθυντήριες οδηγίες για τη διδασκαλία των μαθηματικών που δίνονται από τα ισχύοντα επίσημα κείμενα εκπαιδευτικής πολιτικής στην Ελλάδα. Στην ενότητα «Σκοπός της διδασκαλίας του μαθήματος» του Διαθεματικού Ενιαίου Πλαισίου Προγράμματος Σπουδών (ΔΕΠΠΣ) αναφέρεται με σαφήνεια ότι δίνεται σκόπιμα έμφαση στη διδασκαλία των μαθηματικών, καθώς τα μαθηματικά «*…ασκούν τον μαθητή στην μεθοδική σκέψη, στην ανάλυση, στην αφαίρεση, στη γενίκευση, στην εφαρμογή, στην κριτική και στις λογικές διεργασίες και τον διδάσκουν να διατυπώνει τα διανοήματά του με τάξη, σαφήνεια, λιτότητα και ακρίβεια*» (ΥΠΕΠΘ & ΠΙ, 2003, σ.3983). Επιπλέον, στους ειδικούς σκοπούς που επιδιώκονται μέσα από τη διδασκαλία του μαθήματος, ανάμεσα σε άλλα, γίνεται λόγος για «*εξοικείωση των μαθητών με τη διαδικασία παραγωγής συλλογισμών*» και για «*ανάπτυξη της ικανότητας επίλυσης προβλημάτων*» (ΥΠΕΠΘ & ΠΙ, 2003, σ.3985), στοιχεία που συνιστούν τον πυρήνα της προτεινόμενης διδακτικής παρέμβασης.

Αντίστοιχες προδιαγραφές και απαιτήσεις, εντοπίζονται και σε διεθνές επίπεδο, στα εκπαιδευτικά στάνταρτ που κατά καιρούς διατυπώνονται. Για παράδειγμα, σύμφωνα με τον αμερικανικό οργανισμό P21 (Partnership for 21st Century Skills) η επίλυση προβλημάτων, καθώς και η ικανότητα επικοινωνίας και συνεργασίας, αποτελούν βασικές δεξιότητες που χρειάζεται να κατέχουν οι μαθητές προκειμένου να μπορούν να ανταποκριθούν στις σύγχρονες απαιτήσεις της κοινωνίας και της οικονομίας του 21ου αιώνα (Zhao, 2019). Ταυτόχρονα, ολοένα και πιο συχνή είναι η εμφάνιση της απαίτησης να εξοικειώνονται οι μαθητές με online συνεργατικά περιβάλλοντα μάθησης. Έτσι, ο διεθνής οργανισμός ISTE (International Society for Technology in Education), ήδη από το 2007, προτείνει «*οι μαθητές να χρησιμοποιούν ψηφιακά μέσα και περιβάλλοντα για να επικοινωνούν και να συνεργάζονται, συμπεριλαμβανομένων και εξ αποστάσεως, προκειμένου να στηρίξουν την ατομική μάθηση και να συνεισφέρουν στη μάθηση των άλλων*» (2007, αναφορά στο Hodges & Hunter, 2011, p.39).

- γιατί προτείνει μια διδακτική παρέμβαση που αξιοποιεί προς εκπαιδευτικό όφελος εξωσχολικές συνήθειες των μαθητών

Όπως αναφέρει η Greenhow (2009), είναι σημαντικό να αξιοποιούνται για εκπαιδευτικό όφελος ορισμένες καθημερινές εξωσχολικές συνήθειες των μαθητών, όπως είναι η ενασχόληση με τα παιχνίδια και η χρήση νέων τεχνολογικών εφαρμογών. Πλήθος αναφορών, με πιο «διάσημη» εκείνη του Pew Internet & American Life Project, δείχνει ότι η ενασχόληση των μαθητών με τα ψηφιακά παιχνίδια είναι σχεδόν καθολική και υπολογίσιμη σε μέγεθος (Shang et al, 2019). Επομένως, εκφράζεται αισιοδοξία ότι υπάρχει πιθανότητα η χρήση του ψηφιακού παιχνιδιού για παιδαγωγικούς σκοπούς να βρει απήχηση στους εφήβους λόγω της προγενέστερης εξοικείωσής τους με το συγκεκριμένο μέσο και επομένως να λειτουργήσει ως κίνητρο (Houssart & Sams, 2008).

- γιατί προσεγγίζει ερευνητικές περιοχές που δεν έχουν εξεταστεί εκτεταμένα

Μολονότι, υπάρχει ερευνητικό ενδιαφέρον γύρω από τα επιτραπέζια παιχνίδια (board games) και την επίδραση που επιφέρει η αξιοποίησή τους σε διάφορους τομείς μάθησης (π.χ. στα μαθηματικά), στις περισσότερες σχετικές μελέτες χρησιμοποιούνται παιχνίδια που δημιουργήθηκαν ειδικά για τους συγκεκριμένους επιμέρους διδακτικούς σκοπούς που εξετάζονται κάθε φορά (Bayeck, 2020). Αντίθετα, είναι πολύ λιγότερες οι περιπτώσεις όπου αξιοποιούνται (αυτούσια – χωρίς ουσιώδεις παραλλαγές που να αποσκοπούν στην ικανοποίηση συγκεκριμένων διδακτικών σκοπών) υπάρχοντα παιχνίδια. Το στοιχείο αυτό, σε συνδυασμό με την επιλογή δημιουργίας ψηφιακής εκδοχής του παιχνιδιού (που ωστόσο δεν εισάγει προσθήκες και νέα στοιχεία που να καθιστούν «διαφορετική» τη ψηφιακή εκδοχή από την αρχική ως προς τον τρόπο παιξίματος), καθιστά την προσπάθεια που γίνεται στην παρούσα μελέτη, ξεχωριστή.

Ταυτόχρονα, στη βιβλιογραφία (Kosko & Zimmerman, 2019) εντοπίζεται ένα περιορισμένο ερευνητικό ενδιαφέρον για την παραγωγή (κυρίως γραπτού) λόγου στα μαθηματικά. Στις περισσότερες περιπτώσεις μάλιστα αναφέρεται ότι η έρευνα περισσότερο εστιάζει στην παραγωγή κειμένων εκθετικού λόγου (expository texts) και όχι τόσο στην παραγωγή κειμένων που δίνουν προτεραιότητα στη διατύπωση επιχειρημάτων. Παρόμοια, ακόμα πιο πρόσφατη μετα-ανάλυση (Kartika, Budiarto & Fuad, 2021) που εστίασε στη μελέτη δημοσιεύσεων που έγιναν τη χρονική περίοδο 2010-2019, έδειξε ότι ελάχιστα ήταν τα ερευνητικά άρθρα που είχαν ως αντικείμενο τη μελέτη της επιχειρηματολογίας των μαθητών στα μαθηματικά. Έτσι, θεωρήθηκε ότι η δημιουργία μιας διδακτικής παρέμβασης που με αφορμή την παιγνιώδη εμπειρία των μαθητών παροτρύνει τους συμμετέχοντες μέσα από διαλογικές δραστηριότητες να παράγουν επιχειρηματολογικό λόγο (κυρίως προφορικό αλλά σε ορισμένες περιπτώσεις και γραπτό), συνιστά ένα ενδιαφέρον και πρωτότυπο ερευνητικό εγχείρημα.

- γιατί γίνεται αξιοποίηση υπαρχόντων εργαλείων σε νέα πλαίσια

Στην παρούσα εργασία υιοθετείται η αντίληψη της Joubert, κατά την οποία έχει μεγάλη σημασία το να χρησιμοποιούνται οι ψηφιακές τεχνολογίες στη μαθηματική διδασκαλία προκειμένου να προσφέρουν στους μαθητές νέες μαθησιακές εμπειρίες, περισσότερες και διαφορετικές από εκείνες που τους ήταν ήδη διαθέσιμες. Το καινοτόμο, στις περιπτώσεις αυτές, δεν ταυτίζεται απαραίτητα με τη δημιουργία μιας νέας τεχνολογίας που δεν υπήρχε προηγουμένως, αλλά με την αξιοποίηση της υπάρχουσας τεχνολογίας με ένα νέο τρόπο και τη δημιουργία νέων πλαισίων για τη διδασκαλία των μαθηματικών που είναι διαφορετικά από εκείνα που είχαν συνηθίσει μέχρι πρότινος οι μαθητές (Joubert, 2013).

Σε κείμενό του (Qian, 2009) που παρουσιάζει τις τρέχουσες εξελίξεις στο πεδίο των online εκπαιδευτικών παιχνιδιών, ο Qian επισημαίνει ότι η πληθώρα επιλογών που υπάρχει αποτελεί έναν ανασταλτικό παράγοντα στην προσπάθεια των εκπαιδευτικών να ενσωματώσουν τα παιχνίδια αυτά στη διδασκαλία τους. Θεωρεί ότι οι εκπαιδευτικοί είναι ουσιαστικά αδύνατον να βρουν το χρόνο ώστε να ελέγξουν την καταλληλότητα των παιχνιδιών και να εξετάσουν το κατά πόσο τα τελευταία μπορούν να εξυπηρετήσουν τις διδακτικές τους ανάγκες. Η παρούσα εργασία, μέσα από την προσεκτική επιλογή του παιχνιδιού, την παροχή ενός διδακτικού σεναρίου αξιοποίησής του και την εξέταση και πυκνή περιγραφή του όλου εγχειρήματος, επιχειρεί να βοηθήσει τον εκπαιδευτικό να έχει επίγνωση της διαδικασίας που χρειάζεται να ακολουθήσει προκειμένου ο ίδιος να μπορεί να κάνει μια συνειδητή και ασφαλή επιλογή. Ως εκ τούτου θεωρείται ότι με τον τρόπο αυτό, συμβάλλει στον εμπλουτισμό του πεδίου της διδακτικής αξιοποίησης των ηλεκτρονικών εκπαιδευτικών παιχνιδιών.

- γιατί βάζει στο επίκεντρο τον εκπαιδευτικό και του δίνει το περιθώριο της πρωτοβουλίας και της αυτενέργειας.

Ένα στοιχείο που θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι δικαιολογεί την εκπόνηση της παρούσας μελέτης είναι το γεγονός ότι η μελέτη αυτή αποτελεί ένα παράδειγμα του πώς ένας εκπαιδευτικός με στοιχειώδεις γνώσεις προγραμματισμού, μπορεί να δημιουργήσει τα δικά του εκπαιδευτικά εργαλεία (εφαρμογές πολυμέσων), τα οποία στη συνέχεια θα μπορεί να τα αξιοποιήσει κατάλληλα δημιουργώντας μια ολοκληρωμένη διδακτική πρόταση. Ταυτόχρονα, λαμβάνοντας υπόψη δεδομένα ερευνών (Petrovici & Havârneanu, 2018) που δείχνουν ότι οι εκπαιδευτικοί είναι σχετικά απρόθυμοι ή δυσκολεύονται να δημιουργήσουν διδακτικές παρεμβάσεις με βάση την αξιοποίηση κάποιου συγκεκριμένου παιχνιδιού, η παρούσα εργασία κινείται προς την κατεύθυνση αυτή και μπορεί να φανεί ωφέλιμη.

ΕΝΟΤΗΤΑ 3Η - ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2Ο
ΕΠΙΛΟΓΗ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ

Η μελέτη της μαθηματικής σκέψης που επιδεικνύουν οι μαθητές στο πλαίσιο συζητήσεων που διεξάγονται με αφορμή την εμπειρία που αποκόμισαν από τη συμμετοχή τους στο παιχνίδι NIM, βρίσκεται στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος της παρούσας διατριβής. Η μεθοδολογία που επιλέχτηκε για την προσέγγιση του παραπάνω ζητήματος είναι η **μελέτη περίπτωσης**, η οποία αποτέλεσε τη γενικότερη οπτική που χρησιμοποίησε ο γράφων για να πάρει αποφάσεις για το σχεδιασμό και τη διεξαγωγή της έρευνας. Στην τρέχουσα εργασία, η προς μελέτη περίπτωση είναι μία σχολική τάξη Ε΄ Δημοτικού, όπου και εφαρμόστηκε η προτεινόμενη διδακτική παρέμβαση.

Η μελέτη περίπτωσης είναι συνηθισμένη μεθοδολογική επιλογή στην εκπαιδευτική έρευνα. Παρόλα αυτά, η αναδίφηση στη σχετική βιβλιογραφία δείχνει ότι δεν υπάρχει ομοφωνία ως προς βασικά ζητήματα (ορισμός μεθόδου, προσδιορισμός της περίπτωσης που θα μελετηθεί κ.λπ.), ούτε και φαίνεται να υπάρχει κάποιο κοινά αποδεκτό «πρωτόκολλο» που να καθορίζει με σαφή και συστηματικό τρόπο το πώς σχεδιάζεται και υλοποιείται μια μελέτη περίπτωσης (Starman, 2013 ` Cohen, Manion & Morrison, 2018). Για το λόγο αυτό, κρίνεται σημαντικό να προσδιοριστεί με σαφήνεια, η προσέγγιση που υιοθετεί ο γράφων. Μετά τη μελέτη βασικών συγγραμμάτων (έμφαση δόθηκε στο έργο του Robert Stake, του Robert Yin και της Sharan Merriam) έγινε αντιληπτό ότι:

- Η μελέτη περίπτωσης είναι μια μεθοδολογία που εστιάζει σε ένα καλά οριοθετημένο (bounded) φαινόμενο (π.χ. ένα πρόγραμμα, μια διαδικασία, μια ομάδα, ένα άτομο) και επιχειρεί να δώσει μια εντατική, πυκνή, ολιστική περιγραφή και ανάλυσή του.
- Μπορεί μεν να υπάρχει σχεδιασμός που να προβλέπει συγκεκριμένα στάδια (όπως ανασκόπηση βιβλιογραφίας, δημιουργία θεωρητικού πλαισίου, προσδιορισμός ερευνητικών προβλημάτων, διατύπωση ερωτημάτων κ.λπ.), ωστόσο είναι αρκετά πιθανόν ο σχεδιασμός να μην είναι δυνατόν να γίνει προκαταβολικά, αλλά να προκύπτει προοδευτικά (progressive focusing) καθώς ο ερευνητής εμβαθύνει στο πεδίο που ερευνά (Yazan, 2015).
- Στη μελέτη περίπτωσης αξιοποιούνται όλων των ειδών τα δεδομένα (συνεντεύξεις, παρατηρήσεις, τεχνουργήματα, αρχειακό υλικό κ.λπ.), ποσοτικά και ποιοτικά, που με κάποιον τρόπο μπορούν να διαφωτίσουν πτυχές του υπό εξέταση ζητήματος. Μέσα από την ύπαρξη διαφορετικών πηγών δεδομένων εξασφαλίζεται, κατά το δυνατόν, η εγκυρότητα της έρευνας, καθώς υπάρχει η δυνατότητα τριγωνοποίησης (triangulation), δηλαδή η αναζήτηση περιοχών επικάλυψης και σημείων σύγκλισης των ευρημάτων της έρευνας (Miles, 2015).

Στη συνέχεια γίνεται αναφορά σε βασικούς λόγους που προέκριναν την επιλογή της συγκεκριμένης μεθοδολογίας:

- Θεωρείται μια καλή επιλογή όταν η κατανόηση του ζητήματος που απασχολεί την έρευνα, γίνεται μέσα από την παρατήρηση ανθρώπινων συμπεριφορών και κοινωνικών αλληλεπιδράσεων (Harrison et al, 2017), καθώς και όταν ο ερευνητής θέλει να αποτυπώσει τις δυναμικές που αναπτύσσονται στο πλαίσιο κάποιας διαδικασίας που λαμβάνει χώρα σε ένα περιβάλλον (Lechman, 2014). Το γεγονός ότι η «μελέτη περίπτωσης» εστιάζει στο μεμονωμένο και δίνει έμφαση στη μελέτη εμπειριών και παραδειγμάτων, την καθιστούν ιδανική για την κατανόηση της πρακτικής που αναπτύσσεται σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο (Miles, 2015).
- Η «μελέτη περίπτωσης» ως μεθοδολογία δεν τάσσεται εκ προοιμίου σε κάποιο συγκεκριμένο μεθοδολογικό παράδειγμα και αντιμετωπίζεται ως μια μάλλον "ουδέτερη" (agnostic) μεθοδολογική επιλογή, όπου τελικά είναι οι επιστημολογικές και μεθοδολογικές παραδοχές του ερευνητή που καθορίζουν τη μορφή που θα πάρει ο σχεδιασμός έρευνας. Με άλλα λόγια, δεν απαιτείται από τον ερευνητή να ακολουθήσει ένα δεδομένο μεθοδολογικό παράδειγμα, αλλά αντίθετα το ίδιο το προς διερεύνηση ζήτημα μπορεί να υποδείξει τον τρόπο προσέγγισης που θα υιοθετηθεί (Harrison et al, 2017).
- Εξαρχής, επιδίωξη του ερευνητή ήταν να δοθεί μια εις βάθος ανάλυση ενός ζητήματος (thick description), με αναφορές στο πλαίσιο μέσα στο οποίο εκτυλίσσεται και με έμφαση στην εμπειρία και στα νοήματα που δίνουν οι ίδιοι οι συμμετέχοντες. Σκοπός δεν υπήρξε η εξαγωγή γενικεύσιμων συμπερασμάτων, αλλά η επίτευξη μιας κατανόησης του υπό εξέταση ζητήματος και ο περαιτέρω εμπλουτισμός της εμπειρίας που ήδη είναι γνωστή. Άλλωστε, τα δυνατά σημεία της μελέτης περίπτωσης είναι ανάδειξη της ιδιαιτερότητας (particular), η έμφαση στο τοπικό (local) και ο πρακτικός προσανατολισμός (practical) (Miles, 2015).

Ωστόσο, επισημαίνεται ότι υπάρχει επίγνωση, από την πλευρά του ερευνητή, ότι τα αποτελέσματα που προκύπτουν από μια μελέτη περίπτωσης υπόκεινται σε περιορισμούς. Η μελέτη περίπτωσης ουσιαστικά είναι ένα στιγμιότυπο (snapshot) της καταγεγραμμένης (με βάση τα διαθέσιμα μέσα συλλογής δεδομένων) δραστηριότητας που λαμβάνει χώρα μέσα σε ένα συγκεκριμένο χωροχρονικό πλαίσιο αναφοράς, το οποίο στιγμιότυπο επιπρόσθετα, υπόκειται σε φιλτράρισμα από τον ερευνητή ο οποίος με βάση τη δική του προσέγγιση καταλήγει σε συγκεκριμένες ερμηνείες (Miles, 2015).

ΕΝΟΤΗΤΑ 3Η - ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3Ο
ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ

Η παρούσα διατριβή, συνιστά μια μελέτη περίπτωσης, που εντάσσεται στο πλαίσιο μιας προσέγγισης (Haya et al, 2015), που ενθαρρύνει προσπάθειες των εκπαιδευτικών να εξετάσουν με συστηματικό τρόπο, τις επιπτώσεις που έχει ο διδακτικός σχεδιασμός που οι ίδιοι προτείνουν στη μάθηση των παιδιών (teacher-led inquiry into student learning).

Απώτερος στόχος της διδακτικής παρέμβασης είναι να συμβάλει στη δημιουργία μιας κοινότητας πρακτικής (community of practice) που να αποτελείται από μαθητές που χαρακτηρίζονται από ένα ζωηρό ενδιαφέρον για τα (ηλεκτρονικά) μαθηματικά παιχνίδια στρατηγικής και που τείνουν να χρησιμοποιούν συγκεκριμένα «εργαλεία» (όπως π.χ. η «συζήτηση» για ζητήματα στρατηγικής - τρόπων παιξίματος) κατά τη δραστηριοποίησή τους στο πλαίσιο της κοινότητας αυτής. Επιπρόσθετα, μια γενικότερη επιδίωξη είναι η σταδιακή εξοικείωση και εγκαθίδρυση συγκεκριμένων κοινωνικομαθηματικών νορμών, διαδικασία η οποία θεωρείται ότι σταδιακά θα επιτρέψει στους μαθητές να διατυπώνουν συλλογισμούς και συλλογικά να οικοδομούν μαθηματικές γνώσεις.

Πέρα από τις παραπάνω γενικότερες επιδιώξεις, ο βαθμός ικανοποίησης των οποίων είναι δύσκολο να εκτιμηθεί, υπάρχει ένα σύνολο ειδικότερων ζητημάτων που βρίσκεται στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος του ερευνητή. Πρόκειται για τα ερευνητικά ερωτήματα που απασχολούν την παρούσα διατριβή, τα οποία είναι τα ακόλουθα:

1. Πώς δραστηριοποιούνται οι μαθητές στο πλαίσιο της προτεινόμενης διδακτικής παρέμβασης;

2. Με ποιους τρόπους συμβάλλει η προτεινόμενη διδακτική παρέμβαση στην ανάδειξη της μαθηματικής σκέψης των συμμετεχόντων μαθητών;

Όπως φαίνεται από τα ερευνητικά ερωτήματα, στην παρούσα διατριβή κεντρική θέση κατέχει η εξέταση των τρόπων συμμετοχής των μαθητών στις προτεινόμενες δραστηριότητες. Μέσα από την προσεκτική παρατήρηση της δραστηριότητας που αναπτύσσουν οι μαθητές (1ο ερευνητικό ερώτημα), εικάζεται ότι μπορεί να προκύψουν χρήσιμες πληροφορίες και για το κομμάτι της μαθηματικής σκέψης που αναδεικνύεται στο πλαίσιο αυτό (2ο ερευνητικό ερώτημα).

Ουσιαστικά, υιοθετείται η άποψη ότι η μάθηση μπορεί να γίνει κατανοητή μέσα από τη μελέτη του τρόπου συμμετοχής των μαθητών στις εκάστοτε μαθησιακές δραστηριότητες. Εικάζεται ότι η μάθηση που έχει προκύψει μπορεί και γίνεται έκδηλη από τις αλλαγές που σημειώνονται ως προς τον τρόπο συμμετοχής των μαθητών στο μάθημα (Sedlacek & Sedova, 2017). Σε περίπτωση που οι μαθητές συμμετέχουν στο μάθημα χρησιμοποιώντας πληροφορίες που δεν χρησιμοποιούσαν παλιότερα και εμφανίζουν γνωστικές και άλλες δεξιότητες που δεν παρουσίαζαν κατά το παρελθόν, αυτό μπορεί να θεωρηθεί ένδειξη ότι έχει επέλθει μάθηση.

ΕΝΟΤΗΤΑ 3Η - ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4Ο
ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΠΛΑΙΣΙΟΥ - ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ

Δεν υπάρχουν σαφείς κανόνες ως προς το μέγεθος που πρέπει να έχει ένα δείγμα σε μια ερευνητική προσέγγιση που ακολουθεί κατά βάση το ποιοτικό παράδειγμα. Μολονότι έχουν κατά καιρούς γίνει ορισμένες προτάσεις, το μέγεθος του δείγματος μοιάζει να καθορίζεται περισσότερο από το σκοπό της έρευνας. Προτείνεται το δείγμα να μην είναι υπερβολικά μικρό, καθώς κάτι τέτοιο δε θα μπορούσε εύκολα να οδηγήσει στην εμφάνιση κορεσμού, της κατάστασης δηλαδή όπου τα επιπλέον στοιχεία που εξετάζονται δεν προσφέρουν νέες πληροφορίες για το υπό εξέταση θέμα. Ταυτόχρονα, προτείνεται να αποφεύγεται ένα μεγάλο δείγμα καθώς σε αυτές τις περιπτώσεις δυσχεραίνεται μια εις βάθος ανάλυση. Ανεξάρτητα, λοιπόν, από το πόσο μικρό ή μεγάλο είναι το δείγμα, αυτό που θεωρείται απαραίτητο είναι να παρατίθενται όσο το δυνατόν πιο αναλυτικά τα χαρακτηριστικά του (Yong, Gates & Harrison , 2015).

Στην παρούσα περίπτωση, μία πρόσθετη παράμετρος που έπρεπε να ληφθεί υπόψη κατά τον καθορισμό του μεγέθους του δείγματος, ήταν ότι η διδακτική παρέμβαση προβλέπει τη διεξαγωγή συζητήσεων (είτε online είτε πρόσωπο με πρόσωπο). Μολονότι σε αυτές τις περιπτώσεις το τι θα συμβεί εξαρτάται από πολλούς παράγοντες (παρεμβάσεις συντονιστή, προσωπικότητα μαθητών, φύση του υπό συζήτηση θέματος κ.λπ.), υπολογίζεται ότι ένας αριθμός περίπου 10 μαθητών είναι ένας λογικός αριθμός που μπορεί να οδηγήσει σε μια παραγωγική συζήτηση. Αντίθετα, όταν ο αριθμός των μαθητών υπερβαίνει τους 20, θεωρείται ότι δημιουργείται μια μη ευνοϊκή κατάσταση για την ανάπτυξη γόνιμου διαλόγου (Li, 2006 ` Rovai, 2007). Στην περίπτωση που μελετάται στην παρούσα εργασία, δείγμα αποτελούν όλοι (και οι 20) οι μαθητές ενός σχολικού τμήματος Ε΄ τάξης Δημοτικού. Αναγνωρίζεται ότι ο αριθμός είναι σχετικά μεγάλος, ωστόσο, θεωρήθηκε άκομψο να αποκλειστούν μαθητές από τη διαδικασία προκειμένου να μειωθεί ο αριθμός των συμμετεχόντων.

Στη συνέχεια γίνεται μια λεπτομερής περιγραφή του τμήματος που μελετήθηκε, προκειμένου να αποτυπωθούν εύληπτα τα χαρακτηριστικά του. Αρχικά περιγράφεται η σχολική μονάδα που φιλοξενεί το συγκεκριμένο τμήμα και ακολούθως παρουσιάζονται στοιχεία σχετικά με τους μαθητές που φοιτούν στο τμήμα αυτό.

3.4.1 Περιγραφή σχολικής μονάδας

Το σχολείο βρίσκεται στα προάστια ενός σχετικά μικρού αστικού κέντρου. Ωστόσο, στην πραγματικότητα αποτελεί πλέον κομμάτι της πόλης, λόγω της ραγδαίας ανάπτυξης που σημειώθηκε στη συγκεκριμένη οικιστική περιοχή. Αυτή η ταχεία συγκέντρωση πληθυσμού, οδήγησε στην εμφάνιση προβλήματος σχολικής στέγης, καθώς το αρχικό σχολείο που υπήρχε δε μπορούσε να εξυπηρετήσει τις ανάγκες των κατοίκων. Ως εκ τούτου, το σχολείο στο οποίο έλαβε χώρα η παρούσα έρευνα, είναι ένα

πολυθέσιο σχολείο που συστάθηκε πρόσφατα (στα τέλη της προηγούμενης δεκαετίας) για να αποσυμφορηθεί η κατάσταση στην περιοχή.

Το κτίριο όπου στεγάζεται η σχολική μονάδα έχει πολλές ελλείψεις, καθώς πρόκειται για ένα κτίριο που ενοικιάζεται από ιδιώτη και που δε σχεδιάστηκε για τη συγκεκριμένη χρήση. Βασικό πρόβλημα του κτιρίου είναι η έλλειψη χώρου, με αποτέλεσμα να μην υπάρχουν βοηθητικές αίθουσες (π.χ. για εργαστήριο πληροφορικής, αίθουσα εικαστικών, μουσικής κ.λπ.). Με δεδομένο ότι η προτεινόμενη διδακτική παρέμβαση προβλέπει συστηματικά την εργασία των μαθητών σε εργαστήριο πληροφορικής, η έλλειψη αυτή συνιστά ένα σημαντικό ζήτημα. Ωστόσο, το πρόβλημα αυτό αντιμετωπίστηκε εύκολα, καθώς πλησίον της σχολικής μονάδας (σε απόσταση λίγων χιλιομέτρων), βρίσκεται πανεπιστημιακή σχολή, με αίθουσα πληροφορικής, στην οποία υπήρχε δυνατότητα πρόσβασης κατόπιν συνεννοήσεως.

Στη συγκεκριμένη σχολική μονάδα φοιτούν κυρίως μαθητές, οι οικογένειες των οποίων πρόσφατα μετακόμισαν στην περιοχή, σε αντίθεση με την άλλη σχολική μονάδα της περιοχής όπου φοιτούν κυρίως μαθητές οικογενειών που μεγάλωσαν στον οικισμό. Χαρακτηριστικό ως προς αυτό είναι το γεγονός ότι η μετάβαση των περισσότερων μαθητών από και προς τη σχολική μονάδα γίνεται με μισθωμένο λεωφορείο, καθώς γύρω από το σχολείο βρίσκονται κυρίως εμπορικά καταστήματα, συνεργεία και αποθήκες και λιγότερο κατοικίες.

Χωρίς να ισχύει απόλυτα, οι οικογένειες των μαθητών του σχολείου στο οποίο διεξήχθη η έρευνα, θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν, στην πλειοψηφία τους, ως οικονομικά εύρωστες. Αυτό μαρτυρούν οι επαγγελματικές δραστηριότητες των γονέων των μαθητών (εμπορικοί αντιπρόσωποι, στελέχη επιχειρήσεων, ιδιωτικοί υπάλληλοι, εισοδηματίες), καθώς και στοιχεία που μπορεί κάποιος να παρατηρήσει στους μαθητές (στυλ ντυσίματος, τσάντες και σχολικά είδη, εξωσχολικές δραστηριότητες, παιχνίδια κ.λπ.). Άλλωστε, οι περισσότερες οικογένειες βρέθηκαν εκεί, καθώς λόγω οικοδομικού «κορεσμού» της αστικής περιοχής, το συγκεκριμένο προάστιο αποτελούσε μια ελκυστική επιλογή για ανεύρεση οικοπέδου και οικοδόμηση κατοικίας.

3.4.2 Περιγραφή τμήματος

Στην παρούσα έρευνα, η περίπτωση που μελετήθηκε ήταν ένα σχολικό τμήμα Ε΄ τάξης δημοτικού. Η επιλογή του τμήματος έγινε με βασικό κριτήριο τη δυνατότητα του ερευνητή να έχει απρόσκοπτη πρόσβαση στο συγκεκριμένο τμήμα για μεγάλο χρονικό διάστημα (άνω του τριμήνου), όσο διάστημα δηλαδή απαιτούσε η υλοποίηση της προτεινόμενης διδακτικής παρέμβασης. Εξετάστηκαν επιλογές τμημάτων όπου εκείνη τη χρονιά δίδασκαν συνάδελφοι, οι οποίοι εκδήλωσαν προθυμία να δοκιμάσουν στην τάξη τους μια παρέμβαση με χρήση νέων τεχνολογιών στα μαθηματικά. Ωστόσο, υπήρξε έντονη ανησυχία εκ μέρους του ερευνητή, ότι λόγω της μεγάλης χρονικής διάρκειας της παρέμβασης και του αυστηρού χρονοδιαγράμματος που έπρεπε να ακολουθηθεί, πιθανόν

η υλοποίηση της παρέμβασης να μη γινόταν με τον ενδεδειγμένο τρόπο (π.χ. βιαστικά) ή ακόμα και να διακοπτόταν ύστερα από ένα σύντομο διάστημα. Έτσι, προκρίθηκε η επιλογή του τμήματος στο οποίο ο ερευνητής κατά το συγκεκριμένο σχολικό έτος δίδασκε ως μόνιμος εκπαιδευτικός, μολονότι ο συνδυασμός των παραπάνω ρόλων (ερευνητή – εκπαιδευτικού) δε θεωρείται ιδανικός και αντιμετωπίζεται συχνά με επιφύλαξη (McLoughlin & Mynard, 2009).

Ο λόγος που προτιμήθηκε η διεξαγωγή της έρευνας με μαθητές που φοιτούν σε ανώτερη τάξη (και όχι με μικρότερους μαθητές) είναι η υπόθεση που έχει γίνει και σε άλλες έρευνες (Flegas & Lemonidis, 2013), ότι οι μεγαλύτεροι σε ηλικία μαθητές πιθανόν να μπορούν να αποδώσουν καλύτερα σε μια ανοικεία μαθησιακή κατάσταση, όπως θεωρήθηκε ότι ήταν για τους μαθητές αυτούς η συνθήκη του να προσπαθήσουν να επιχειρηματολογήσουν στο πλαίσιο ομαδικών συζητήσεων που προέκρινε η παρέμβαση.

Στο τμήμα που επιλέχθηκε φοιτούν 20 μαθητές (13 αγόρια – 7 κορίτσια). Για τη διαφύλαξη της ανωνυμίας των μαθητών, πριν από την έναρξη της διδακτικής παρέμβασης, οι μαθητές κλήθηκαν να επιλέξουν ψευδώνυμο (nickname) και να προτείνουν φωτογραφία προφίλ (για χρήση στο site κοινωνικής δικτύωσης που αξιοποιήθηκε), έχοντας ως κατευθυντήρια οδηγία ότι τα παραπάνω πρέπει να παραπέμπουν σε κάποια μαθηματική έννοια. Στην εικόνα που ακολουθεί φαίνονται οι επιλογές των μαθητών:

Εικόνα 38 : Τα ψευδώνυμα και οι εικόνες προφίλ που διάλεξαν οι μαθητές που συμμετείχαν στην έρευνα

- δεξιότητες χειρισμού και στάσεις απέναντι στους ηλεκτρονικούς υπολογιστές

Πριν την έναρξη της έρευνας, μοιράστηκε ερωτηματολόγιο στους μαθητές με σκοπό τη συγκέντρωση πληροφοριών σχετικά με τον τρόπο που χρησιμοποιούν τον ηλεκτρονικό υπολογιστή στο σπίτι. Από το ερωτηματολόγιο έγινε σαφές ότι σχεδόν όλες οι οικογένειες (19/20), διέθεταν στο σπίτι υπολογιστή (Η/Υ) με πρόσβαση στο internet. Οι μαθητές δήλωσαν ότι αισθάνονται εξοικειωμένοι με τους Η/Υ και ότι θεωρούν εύκολη υπόθεση το χειρισμό τους. Οι μισοί από αυτούς που διέθεταν Η/Υ στο σπίτι (9/19) απάντησαν ότι τον χρησιμοποιούν καθημερινά (μία ή και περισσότερες φορές), ενώ οι υπόλοιποι (10/19) ότι ασχολούνται μέρα παρά μέρα ή σε εβδομαδιαία βάση. Τα παιχνίδια και η πρόσβαση στο διαδίκτυο για λόγους ψυχαγωγικούς υπήρξαν οι δημοφιλέστερες απαντήσεις των μαθητών (16/19) στο ερώτημα «για ποιο σκοπό χρησιμοποιείτε τον Η/Υ». Λιγότεροι μαθητές (10/19) απάντησαν ότι χρησιμοποιούν το διαδίκτυο για αναζήτηση πληροφοριών, ενώ ακόμα πιο περιορισμένος ήταν ο αριθμός εκείνων που δήλωσαν (4/19) ότι ασχολούνται με προγράμματα επεξεργασίας κειμένων και με προγράμματα ζωγραφικής. Για τους μισούς μαθητές (10/19) η εκμάθηση των βασικών δεξιοτήτων χειρισμού Η/Υ αποτέλεσε προσωπικό επίτευγμα (μόνοι τους), ενώ για τους υπόλοιπους η εκμάθηση έγινε με τη διαμεσολάβηση ή απλώς την παρατήρηση κάποιου οικείου προσώπου (συνήθως γονείς, μεγαλύτερα αδέρφια ή ξαδέρφια).

Οι μαθητές φάνηκε να συμφωνούν με δηλώσεις που υπήρχαν στο ερωτηματολόγιο σχετικά με την ικανότητα των Η/Υ να προσφέρουν στιγμές ευχαρίστησης και αναψυχής στους χρήστες, να παρέχουν γνώσεις και να δημιουργούν ευκαιρίες μάθησης. Αντίθετα, υπήρξαν μάλλον ουδέτεροι, όσον αφορά στο κατά πόσο συμφωνούν στο ότι η κατοχή γνώσεων χειρισμού Η/Υ εξασφαλίζει επαγγελματική αποκατάσταση και στο κατά πόσον η αξιοποίηση των Η/Υ τους βοηθάει στο να είναι συγκεντρωμένοι και στο να δουλεύουν εντατικά για την επίτευξη μαθησιακών σκοπών.

- Παιγνιώδεις συνήθειες

Ερωτηματολόγιο που μοιράστηκε πριν την έναρξη της διδακτικής παρέμβασης αποσκοπούσε στο να συγκεντρωθούν πληροφορίες σχετικά με την παιγνιώδη δραστηριότητα που αναπτύσσουν οι μαθητές μέσω των Η/Υ. Καταρχήν, από τις απαντήσεις έγινε σαφές ότι σχεδόν όλοι οι μαθητές (19/20) παίζουν ηλεκτρονικά παιχνίδια, συνήθως στον Η/Υ ή σε κάποια άλλη συσκευή (π.χ. φορητή κονσόλα, τάμπλετ, κινητό τηλέφωνο). Αρκετοί από τους μαθητές (12/19) δήλωσαν ότι η εμπειρία τους με τα ηλεκτρονικά παιχνίδια ξεκίνησε πριν από την ηλικία των 8 ετών (εμπειρία μεγαλύτερη των 2 ετών), με τους υπόλοιπους να δηλώνουν πιο άπειροι (εμπειρία μικρότερη των 2 ετών). Η πλειοψηφία των μαθητών απολαμβάνει να παίζει ηλεκτρονικά με φίλους που βρίσκονται στον ίδιο χώρο (12/19), ενώ 6 μαθητές προτιμούν να παίζουν

μόνοι τους έχοντας ως αντίπαλο τον Η/Υ. Μόνο μία μαθήτρια δήλωσε ότι συνηθίζει να παίζει παιχνίδια με φίλους της που βρίσκονται σε διαφορετικό χώρο (μέσω διαδικτύου).

Η ενασχόληση ορισμένων μαθητών με τα ηλεκτρονικά παιχνίδια γίνεται σε καθημερινή βάση (6/19 μαθητές), ενώ πιο συνηθισμένη είναι η περίπτωση οι μαθητές να παίζουν λίγες φορές τη βδομάδα αλλά όχι κάθε μέρα (12/19). Η διάρκεια που κρατάει κάθε φορά η ενασχόλησή τους με το παιχνίδι συνήθως δεν υπερβαίνει τη μία ώρα (12/19), με κάποιους μαθητές να αφιερώνουν παραπάνω χρόνο: 3 μαθητές απάντησαν ότι αφιερώνουν 1-2 ώρες τη φορά και 4 ότι παίζουν για περίπου 3 ώρες.

Όσον αφορά το είδος ηλεκτρονικών παιχνιδιών που προτιμούν, οι μαθητές έδειξαν σαφή προτίμηση για τα παιχνίδια δράσης (15/19), καθώς και για παιχνίδια περιπέτειας (11/19) και αθλητικά παιχνίδια ή παιχνίδια με όπλα (10/19). Αξίζει να σημειωθεί ότι μόλις 5 μαθητές δήλωσαν ότι έχουν εμπειρία με παιχνίδια στρατηγικής και ακόμα λιγότεροι (3 από τους παραπάνω) ότι ασχολούνται με παιχνίδια γρίφων.

Οι μαθητές προσδιόρισαν το αγαπημένο τους παιχνίδι και έτσι προέκυψε ένα σύνολο από τίτλους όπως: Stardoll, GTA San Andreas, Nitrco Racing, Plants vs Zombies, Shakes and Fidgets, Pro Evolution Soccer, Hero Zero, Smackdown, My Boo, Dragon City. Οι τίτλοι αυτοί, επιβεβαιώνουν την προτίμηση των μαθητών για παιχνίδια δράσης, περιπέτειας και αθλητικά, όπως ήδη αναφέρθηκε. Από τους τίτλους φαίνεται ότι οι μαθητές ασχολούνται με ηλεκτρονικά παιχνίδια που παίζονται μέσω διαδικτύου (παιχνίδια πολλαπλών χρηστών), κάτι που δεν είχε γίνει αντιληπτό βάσει των προηγούμενων απαντήσεων των μαθητών. Ένα άλλο στοιχείο που προκύπτει, είναι ότι δεν υπάρχει ομοιογένεια μεταξύ των μαθητών της τάξης (δεν ασχολούνται όλοι με κάποιο συγκεκριμένο παιχνίδι), με αποτέλεσμα κανένας τίτλος παιχνιδιού να μην αναφέρεται από περισσότερους από 2 μαθητές του τμήματος.

ΕΝΟΤΗΤΑ 3Η - ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5Ο
Η ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΟΥ ΠΑΙΧΝΙΔΙΟΥ NIM

Η προτεινόμενη διδακτική παρέμβαση έχει ως αφετηρία τη συστηματική ενασχόληση των μαθητών με ένα παιχνίδι. Η αναζήτηση του υποψήφιου παιχνιδιού υπήρξε μια επίπονη και χρονοβόρος διαδικασία, καθώς το παιχνίδι αυτό έπρεπε να ικανοποιεί ένα σύνολο από κριτήρια. Το παιχνίδι που τελικά επιλέχθηκε, είναι το παιχνίδι NIM, λεπτομερής παρουσίαση του οποίου έχει ήδη γίνει στο θεωρητικό μέρος. Στο παρόν εδάφιο γίνεται αναφορά στα κριτήρια που καθόρισαν την επιλογή του παιχνιδιού και δίνονται εξηγήσεις ως προς το γιατί το παιχνίδι NIM κρίθηκε κατάλληλο σε κάθε περίσταση. Υπενθυμίζεται ότι μια πρώτη σχετική αναφορά έχει γίνει στο κεφάλαιο με την παρουσίαση του παιχνιδιού NIM (συγκεκριμένα στο εδάφιο 2.1.3.4.), όπου ωστόσο η προσοχή επικεντρώθηκε στην ιστορική «σημασία» του εν λόγω παιχνιδιού (ως βασικού παράγοντα που προέκρινε την επιλογή του μεταξύ άλλων υποψηφιοτήτων) και λιγότερο σε κριτήρια διδακτικού ενδιαφέροντος (που αποτελούν και το σημείο αναφοράς του τρέχοντος κεφαλαίου).

Πρωταρχικό μέλημα κατά την επιλογή του παιχνιδιού, ήταν πέρα από το στοιχείο της διασκέδασης, το προκρινόμενο παιχνίδι να είναι ένα παιχνίδι υψηλών γνωστικών απαιτήσεων (high cognitive demand). Σύμφωνα με τον Stein και τους συνεργάτες του (αναφορά στους Conner et al, 2014) που εισήγαν τον όρο, ως γνωστικά απαιτητικό χαρακτηρίζεται ένα παιχνίδι που είναι σε θέση να εμπλέξει τους μαθητές σε σύνθετες διαδικασίες σκέψης και που επιδέχεται πολλαπλές λύσεις. Σύμφωνα με τους Piggott & Sholten (αναφορά στους Freiman & Applebaum, 2016) το παιχνίδι NIM προσφέρει στους μαθητές τη δυνατότητα να βελτιωθούν στο σχεδιασμό στρατηγικών πλάνων, στη διατύπωση συλλογισμών και στην εξαγωγή συμπερασμάτων και γενικεύσεων.

Το NIM προσφέρεται για την κατανόηση των αιτιωδών σχέσεων (causal relations) μεταξύ ενεργειών και γεγονότων, παρέχοντας στους μαθητές τη δυνατότητα να δοκιμάσουν – ελέγξουν καταστάσεις και συνθήκες τύπου «αν… τότε…» (if – then statements). Παρά την απλή δομή του παιχνιδιού, μπορεί να θεωρηθεί ότι εισάγει τους μαθητές σε διαδικασίες επίλυσης προβλημάτων πολλαπλών βημάτων (multi-step problem solving) και πρόβλεψης (looking ahead), στοιχεία που ενισχύονται από το γεγονός ότι κάθε μαθητής χρειάζεται να είναι προετοιμασμένος για κάθε πιθανή ροή - έκβαση του παιχνιδιού η οποία μπορεί να προκύψει από τις ενέργειες του αντιπάλου.

Παράλληλα, σε περιπτώσεις σχετικών διδακτικών σεναρίων[22], αναφέρεται ότι η αξιοποίηση του παιχνιδιού μπορεί να συμβάλει στον εμπλουτισμό του ρεπερτορίου στρατηγικών επίλυσης προβλημάτων των μαθητών (οι οποίες στη συνέχεια θα μπορούν να μεταφερθούν και να χρησιμοποιηθούν σε παρεμφερή ή και κάπως διαφορετικά

[22] Ένα ενδεικτικό σχέδιο μαθήματος, στους διδακτικούς στόχους του οποίου γίνεται αναφορά στο παρόν κείμενο, είναι αυτό που έχει αναπτυχθεί από το Riverbend Community Math Center (https://riverbendmath.org/modules/Nim_Games/Lesson_Plan/Nim_Games.pdf - τελευταία πρόσβαση 10 Δεκεμβρίου 2017)

περιβάλλοντα), ενώ ταυτόχρονα το παιχνίδι NIM μπορεί να αποτελέσει το «παρεμφερές» πλαίσιο στο οποίο δύναται να γίνει προσαρμογή και χρήση ήδη υπαρχόντων στρατηγικών. Τέλος, ως στόχος που μπορεί να επιτευχθεί με τη βοήθεια του παιχνιδιού NIM αναφέρεται η βελτίωση της ικανότητας των μαθητών να εκφράζουν σωστά μαθηματικές ιδέες, κάτι που μπορεί να συμβεί μέσα από την προσπάθεια που γίνεται για την καταγραφή των στρατηγικών τους στο παιχνίδι αυτό.

Επομένως, η αξιοποίηση του παιχνιδιού NIM υπήρξε μια συνειδητή επιλογή, που βασίστηκε και σε μια σειρά ακόμα σειρά πιο πρακτικών κριτηρίων, που παρουσιάζονται παρακάτω:

- σύντομη χρονική διάρκεια

Αναζητήθηκε ένα παιχνίδι που να μπορεί εύκολα να χρησιμοποιηθεί μέσα στην τάξη, χωρίς να επιβαρύνει τον εκπαιδευτικό από άποψη χρόνου. Η Bottino και συνεργάτες της (2010), επισημαίνουν ότι πέρα από το πρακτικό ζήτημα του χρόνου, σε αυτού του είδους τα (σύντομα) παιχνίδια, αρκούν λίγες συνεδρίες, προκειμένου οι μαθητές να αποκτήσουν εξοικείωση και να νιώσουν την απαραίτητη αυτοπεποίθηση ώστε να αρχίσουν να πειραματίζονται και να δοκιμάζουν διαφορετικές στρατηγικές.

- απλοί κανόνες – εύκολη εκμάθηση

Αναζητήθηκε ένα παιχνίδι με απλή δομή και ξεκάθαρους κανόνες (ποιες κινήσεις είναι αποδεκτές – πότε και πώς ολοκληρώνεται το παιχνίδι), που εύκολα μπορεί κάποιος να εξηγήσει στους μαθητές (Lee, 1996). Το NIM συνιστά ένα τέτοιο παιχνίδι, κάτι που επιβεβαιώθηκε κατά την πιλοτική φάση της έρευνας. Εκεί έγινε σαφές ότι οι μαθητές κατανόησαν άμεσα το στόχο του παιχνιδιού και τους κανόνες, αφού δεν εμφανίστηκαν μη επιτρεπτές κινήσεις.

- δεν είναι προαπαιτούμενο η κατοχή μαθηματικών γνώσεων

Επιδιώχθηκε το παιχνίδι να έχει τέτοια δομή και κανόνες, που να επιτρέπει σε όλους τους μαθητές να συμμετέχουν με επιτυχία, ανεξάρτητα από τις προγενέστερες μαθηματικές τους ικανότητες. Μια τέτοιου είδους «έλλειψη» απαιτήσεων θεωρείται ότι μπορεί να εξάψει την περιέργεια και να δημιουργήσει στους μαθητές κίνητρο ώστε να συμμετέχουν σε κάτι που ενδεχομένως έχουν περισσότερες πιθανότητες να σημειώσουν επιτυχίες (Farnell, 2017). Με άλλα λόγια, έγινε προσπάθεια επιλογής ενός παιχνιδιού που η επιτυχής συμμετοχή των παιχτών να μη βασίζεται στην απλή ανάκληση γνώσεων, αλλά αντίθετα να έχει το χαρακτήρα ενός ανοιχτού προβλήματος που θα απαιτεί από τους μαθητές να αναπτύξουν δεξιότητες επίλυσης και επομένως, θα παρέχει ευκαιρίες για διερευνητική μάθηση και εφαρμογή στρατηγικών (Carr, 2012 ` Orrill & Polly, 2015).

- δυνατότητα προσαρμογής του βαθμού δυσκολίας του παιχνιδιού

Βασικό κριτήριο που οδήγησε στην επιλογή αυτή, αποτέλεσε το γεγονός ότι υπάρχει μια σειρά παραλλαγών (εκδοχών) διαφορετικού βαθμού δυσκολίας. Από τις πολλές διαθέσιμες παραλλαγές, στην παρούσα έρευνα χρησιμοποιήθηκε μια «απλή» (NIM_{135} - 9 αντικείμενα τοποθετημένα σε τρεις σειρές) και μια πιο «σύνθετη» (NIM_{1357} – 16 αντικείμενα τοποθετημένα σε τέσσερις σειρές) εκδοχή του παιχνιδιού. Σύμφωνα με τη Bratt (αναφορά στο Swan & Marshall, 2007), με αυτό τον τρόπο είναι πιθανότερο να διατηρηθεί αμείωτο το ενδιαφέρον των παιδιών για μεγαλύτερο διάστημα. Επιπλέον, συχνά οι διαφορετικές εκδοχές του ίδιου παιχνιδιού επιβάλλουν αναπροσαρμογή και μια διαφορετική στρατηγική προσέγγιση από τους μαθητές, κάτι που κρίθηκε ιδιαίτερα επιθυμητό στην παρούσα έρευνα.

Επιπρόσθετα, θεωρήθηκε ότι το παιχνίδι NIM δίνει τη δυνατότητα στον εκπαιδευτικό να δημιουργήσει διαφορετικά σενάρια αξιοποίησης ανάλογα με την ομάδα-στόχο και τις εκτιμώμενες μαθηματικές ικανότητες, κάτι που συμβαίνει και με άλλα παρεμφερή τύπου παιχνίδια (de Voogt, Rougetet & Epstein, 2018). Έτσι, το ενδιαφέρον δεν εστιάζεται για παράδειγμα στην εύρεση της μαθηματικής απόδειξης για την ύπαρξη στρατηγικής νίκης (κάτι που θα μπορούσε να απασχολήσει τους φοιτητές σε κάποιο «προχωρημένο» μάθημα μαθηματικών), αλλά αντίθετα δίνεται έμφαση στο κομμάτι της συζήτησης και στην ανάδειξη της μαθηματικής σκέψης των μαθητών.

- έμμεση ανατροφοδότηση

Όπως έχει συμβεί σε αντίστοιχες περιπτώσεις όπου το ερευνητικό ενδιαφέρον είναι στραμμένο στη βελτίωση της ικανότητας επίλυσης προβλημάτων (van den Heuvel-Panhuizen, Kolovou & Robitzsch, 2013), προτιμήθηκε η επιλογή ενός παιχνιδιού που δεν παρέχει άμεσα ανατροφοδότηση στους μαθητές (μέσα από το περιβάλλον του παιχνιδιού), αλλά αντίθετα δημιουργεί ευκαιρίες στους μαθητές να αντλούν μόνοι τους τη σχετική πληροφόρηση, μελετώντας κάθε φορά τη νέα κατάσταση που δημιουργείται στο παιχνίδι από τις ενέργειές τους (situation-based support). Έτσι, το λογισμικό NIM δεν παρέχει άμεσα υποδείξεις ως προς την ορθότητα ή μη των κινήσεων που κάνουν οι παίχτες, αλλά αντίθετα, μέσα από την εξέλιξη κάθε παρτίδας, επιτρέπει στους μαθητές να διαπιστώσουν ποιοι τρόποι παιξίματος οδηγούν σε νίκη και ποιοι όχι.

- δυνατότητα δημιουργίας ψηφιακής εκδοχής του παιχνιδιού

Τέλος, ένα πρακτικό κριτήριο υπήρξε ο έλεγχος του κατά πόσον θα μπορούσε να δημιουργηθεί μια λειτουργική, ψηφιακή εκδοχή του παιχνιδιού, λαμβάνοντας υπόψη το επίπεδο τεχνογνωσίας του σχεδιαστή (βασικές γνώσεις προγραμματισμού) και το γεγονός ότι δεν υπήρχε κάποια πρόβλεψη για ανάθεση της εργασίας αυτής σε εξωτερική,

επαγγελματική ομάδα ανάπτυξης λογισμικού. Το NIM, λόγω της απλής δομής του, κρίθηκε ότι αποτελεί μια περίπτωση που θα μπορούσε να υλοποιηθεί με επιτυχία και σε σύντομο σχετικά χρονικό διάστημα.

Το NIM, όπως έχει ήδη αναφερθεί, είναι ένα παιχνίδι όπου μπορούν σε κάθε παρτίδα να συμμετέχουν δύο και μόνο παίχτες - αντίπαλοι. Αυτή η συνθήκη είναι ιδιαίτερα σημαντική, καθώς φαίνεται να επιτρέπει στους συμμετέχοντες να αποκομίσουν οφέλη ευκολότερα σε σχέση με καταστάσεις όπου σε μια μαθησιακή διαδικασία εμπλέκεται μεγάλος αριθμός μαθητών. Όπως έχει σημειωθεί και σε άλλες περιπτώσεις όπου ένας μικρός αριθμός μαθητών χρησιμοποίησε συγκεκριμένα επιτραπέζια παιχνίδια (Ramani, Siegler & Hitti, 2012), οι μαθητές μπορούν εύκολα να βελτιώσουν τις ικανότητές τους τόσο μέσα από τις δικές τους προσπάθειες - ενέργειες (όταν είναι η σειρά τους να παίξουν), όσο και μέσα από την παρατήρηση των ενεργειών των υπόλοιπων μαθητών.

Αν και θα μπορούσε η ψηφιακή εκδοχή του παιχνιδιού να διαφοροποιεί αυτήν την κατάσταση (για παράδειγμα θα μπορούσε να δημιουργηθεί εκδοχή όπου σε κάθε παρτίδα παίζει ατομικά ένας μαθητής με αντίπαλο τον «υπολογιστή»), προτιμήθηκε το παιχνίδι να παιχτεί με δύο αντιπάλους (Ku et al, 2014). Βασικός λόγος υπήρξε η εικασία που έγινε ότι οι μαθητές θα ήταν πιο πρόθυμοι να ασχοληθούν με τη στρατηγική του αντιπάλου τους όταν αυτός είναι ένας συμμαθητής τους. Επιπλέον, ο συγκεκριμένος ανταγωνιστικός (competitive) τρόπος παιξίματος έχει διαπιστωθεί (Plass et al, 2013) ότι υπερτερεί συγκριτικά με τη συνθήκη όπου ο μαθητής παίζει ατομικά, τόσο ως προς το ενδιαφέρον που δημιουργείται στους μαθητές για ενασχόληση με το παιχνίδι και το περιεχόμενό του (situational interest) όσο και ως προς την απόλαυση που αντλούν παίζοντας.

Σημειώνεται, τέλος, ότι στο πλαίσιο της προτεινόμενης διδακτικής παρέμβασης χρησιμοποιείται το παιχνίδι NIM αυτούσιο, χωρίς να έχει υποστεί το ίδιο κάποια παραλλαγή ώστε να εξυπηρετήσει κάποιο διδακτικό σκοπό (η διδακτική παρέμβαση βασίζεται μεν στο παιχνίδι, ωστόσο, λαμβάνει χώρα εκτός του περιβάλλοντος του παιχνιδιού). Πρόκειται για μια προσέγγιση, κατά την οποία αξιοποιούνται παιχνίδια που δεν είχαν αρχικά σχεδιαστεί με στόχο τη διδασκαλία ενός συγκεκριμένου γνωστικού αντικειμένου, αλλά είχαν περιεχόμενο ανεξάρτητο. Ο McGonigal αποδίδει την προσέγγιση αυτή με τον όρο “gaming to learn”, καθώς στο επίκεντρο βρίσκεται το παιχνίδι και η μάθηση προκύπτει κατά κάποιον τρόπο «αβίαστα» καθώς ο μαθητής ασχολείται με το παιχνίδι (αναφορά στους Maraffi, Sacerdoti & Paris, 2017).

ΕΝΟΤΗΤΑ 3Η - ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6Ο
ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ – ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

Στη συνέχεια γίνεται αρχικά αναφορά στις προπαρασκευαστικές δράσεις που έγιναν για την κατάλληλη προετοιμασία του τμήματος, έπειτα στο πιλοτικό στάδιο εφαρμογής της παρέμβασης, για να ακολουθήσει η λεπτομερής παρουσίαση της προτεινόμενης διδακτικής παρέμβασης.

3.6.1 Προετοιμασία Μαθητών

- Α΄ στάδιο: εγκαθίδρυση κοινωνικών – μαθηματικών νορμών αλληλεπίδρασης

Όπως ήδη αναφέρθηκε, οι μαθητές που συμμετείχαν στην έρευνα δεν είχαν συνηθίσει στο πλαίσιο της μαθηματικής διδασκαλίας να χρησιμοποιούν τη συζήτηση, ούτε να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους στο πλαίσιο μιας κοινής προσπάθειας επίλυσης προβλημάτων. Δεδομένου ότι η αλληλεπίδραση και η συμμετοχή σε συζητήσεις κατέχουν κεντρική θέση στο σχεδιασμό της προτεινόμενης διδακτικής παρέμβασης, κρίθηκε απαραίτητο να υπάρξει ένα στάδιο εξοικείωσης των μαθητών με τις σχετικές πρακτικές, έχοντας επίγνωση της δυσκολίας που συνεπάγεται η προσπάθεια δημιουργίας τάξεων που ευδοκιμεί ο διάλογος (Inner, 2007 ` Goos, 2004).

Η προσπάθεια για εγκαθίδρυση συγκεκριμένων πρακτικών (νορμών) κοινωνικής και μαθηματικής αλληλεπίδρασης στη σχολική τάξη, βασίστηκε σε μεγάλο βαθμό στο Πρότυπο Επικοινωνίας και Συμμετοχής (communication and participation framework) της Hunter (Hunter & Hunter, 2018). Σε αυτό παρουσιάζεται ένα σύνολο ενεργειών που χρειάζεται να κάνει ο εκπαιδευτικός για να εμπλέξει τους μαθητές του στις παραπάνω πρακτικές. Ενδεικτικές ενέργειες που προτείνονται και που χρησιμοποιήθηκαν στο στάδιο της προετοιμασίας των μαθητών, όσον αφορά το κομμάτι των κοινωνικο-μαθηματικών νορμών (socio-mathematical norms) είναι οι ακόλουθες:

- Οι μαθητές να έχουν συνείδηση του ότι απαιτείται να δηλώνουν τη συμφωνία ή τη διαφωνία τους με κάποιο επιχείρημα ή μαθηματικό συλλογισμό (ή μέρος του) που διατυπώνεται σε μια συζήτηση, αιτιολογώντας την επιλογή τους με μαθηματικούς λόγους και επιχειρήματα.
- Οι μαθητές να θεωρούν αναμενόμενο το ότι θα δεχτούν ερωτήσεις από τους συμμαθητές τους όταν παρουσιάζουν μια στρατηγική – μαθηματική λύση και το ότι θα χρειαστεί να δώσουν απαντήσεις στις ερωτήσεις αυτές.
- Οι μαθητές να θεωρούν φυσιολογικό ότι μπορούν να παρέχουν υποστήριξη ο ένας στον άλλο στο πλαίσιο μιας μαθηματικής συζήτησης με έντονες αντιπαραθέσεις και αντικρουόμενες θέσεις.

- Οι μαθητές να επιδιώκουν να χρησιμοποιούν ένα μεγάλο εύρος αναπαραστάσεων (π.χ. σχεδιαγράμματα, οπτικοποίηση, σύμβολα, μοντέλα, λέξεις, υλικά) ώστε να πετύχουν καλύτερα το στόχο της επικοινωνίας με τους συμμαθητές τους.
- Οι μαθητές να προτιμούν να χρησιμοποιούν την επίσημη μαθηματική ορολογία όταν εμπλέκονται σε μαθηματικές συζητήσεις.

Επιπρόσθετα, δόθηκε έμφαση στην ανάπτυξη ενός αισθήματος ευθύνης (responsibility) και υπευθυνότητας (accountability) εκ μέρους των μαθητών, όσον αφορά τις συνεισφορές που κάνουν σε συζητήσεις που διεξάγονται online, σε σύγχρονα και ασύγχρονα περιβάλλοντα (Murdock & Williams, 2011).

Εικόνα 39 : Στιγμιότυπο από το blog με θέμα «μαθηματικοί γρίφοι» που χρησιμοποιήθηκε για την προετοιμασία των μαθητών

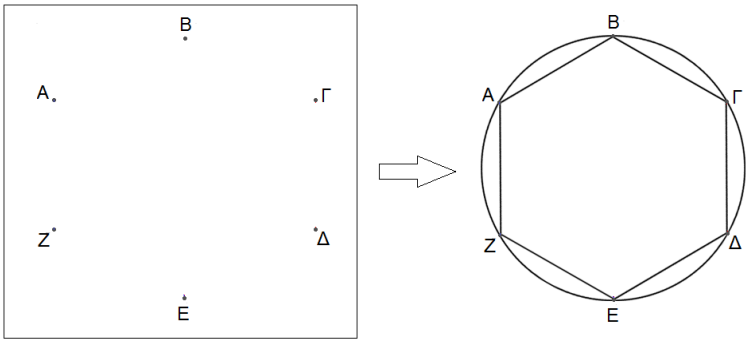
Οι παραπάνω ενέργειες για εγκαθίδρυση επιθυμητών νορμών αλληλεπίδρασης, δοκιμάστηκαν τόσο στο πλαίσιο της καθημερινής διδασκαλίας του μαθήματος, όσο και σε ένα πιο «εξειδικευμένο» περιβάλλον που χρησιμοποιήθηκε ακριβώς για το λόγο αυτό. Συγκεκριμένα, για διάστημα 2 μηνών (Οκτώβριος – Νοέμβριος) ο εκπαιδευτικός της τάξης λειτούργησε ένα blog με θέμα «ο μαθηματικός γρίφος της εβδομάδας» (http://math-riddles.blogspot.com/). Η ιδέα της εισαγωγής ενός νέου λογικού μαθηματικού γρίφου σε εβδομαδιαία βάση ως κομμάτι της διδασκαλίας των μαθηματικών είναι σχετικά δημοφιλής και απαντάται σε σχολικές τάξεις (Farnel, 2017). Η ιδέα αυτή υιοθετήθηκε στην παρούσα εργασία και αποτέλεσε αφορμή για να γίνουν μαθηματικές συζητήσεις τόσο στην τάξη (προσπάθεια συλλογικής επίλυσης γρίφων) όσο και εκτός τάξης (σχολιασμός γρίφων στο περιβάλλον του blog).

- Β΄ στάδιο: Πιλοτική Φάση

Η πιλοτική φάση είχε ως στόχο την εξοικείωση των μαθητών με την προτεινόμενη διδακτική παρέμβαση και τις επιμέρους δραστηριότητές της, όχι όμως και με το παιχνίδι NIM. Όπως φαίνεται και στο χρονοδιάγραμμα (βλ. εδάφιο 3.6.2), οι δραστηριότητες της πιλοτικής φάσης είναι ίδιες με εκείνες της Α και Β φάσης της έρευνας που ακολούθησε, με μοναδική διαφορά ότι στην πιλοτική φάση δεν έγινε επίδοση ερωτηματολογίων και δοκιμασιών (τεστ). Ωστόσο, το παιχνίδι που χρησιμοποιήθηκε στην πιλοτική φάση ήταν διαφορετικό. Πρόκειται για το παιχνίδι SIM που είναι και αυτό παιχνίδι στρατηγικής που εμπεριέχει μαθηματικές έννοιες και για το οποίο επίσης δημιουργήθηκε ψηφιακή εκδοχή με τη χρήση της γλώσσας προγραμματισμού java.

- Βασικές πληροφορίες για το παιχνίδι SIM

Το παιχνίδι SIM φαίνεται ότι επινοήθηκε από τον μαθηματικό Gustavus Simmons, από το επώνυμο του οποίου και πήρε το σημερινό του όνομα (Bold, 1989). Το SIM παίζεται σε ένα ταμπλό, το οποίο περιλαμβάνει 6 σημεία – κουκίδες, η διάταξη των οποίων παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα. Τα σημεία, ουσιαστικά, αποτελούν τις κορυφές κανονικού εξαγώνου και βρίσκονται στην περιφέρεια κύκλου στον οποίο και μπορεί να εγγραφεί το παραπάνω κανονικό εξάγωνο.

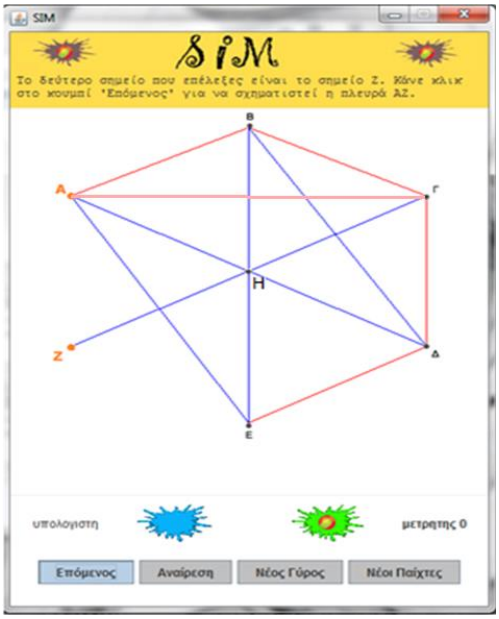


Εικόνα 40: Το ταμπλό (διάταξη κανονικού εξαγώνου) του παιχνιδιού SIM.

Παίζεται με 2 παίχτες, οι οποίοι χρησιμοποιούν από ένα μολύβι διαφορετικού χρώματος ο καθένας. Σε κάθε γύρο, ο παίχτης που παίζει ενώνει 2 από τα σημεία του ταμπλό, χρωματίζοντας έτσι μια ακμή. Προϋπόθεση για να συμβεί αυτό είναι η ακμή που επιλέγει ο παίχτης να είναι «ελεύθερη» / «κενή», δηλαδή να μην έχει ήδη σχηματιστεί σε κάποιο προηγούμενο γύρο του παιχνιδιού.

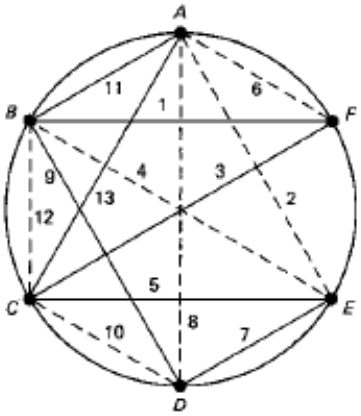
Στόχος κάθε παίχτη είναι να αποφύγει να δημιουργήσει πρώτος (επομένως να εξαναγκάσει τον αντίπαλο να δημιουργήσει πρώτος εκείνος) ένα μονοχρωματικό τρίγωνο, δηλαδή ένα τρίγωνο όπου και οι τρεις ακμές φέρουν το χρώμα του μολυβιού που χρησιμοποιεί ο συγκεκριμένος παίχτης (Mead, Rosa et Huang, 1974). Στο SIM ως τρίγωνο εκλαμβάνεται κάθε τρίγωνο που έχει ως κορυφές του αποκλειστικά τρεις από τις έξι κουκίδες του ταμπλό. Αντίθετα, δε θεωρούνται τρίγωνα εκείνα που σχηματίζονται

με τη βοήθεια σημείων που βρίσκονται στο εσωτερικό του κανονικού εξαγώνου και που προκύπτουν εξαιτίας των τομών που δημιουργούνται από τις ακμές που σχηματίζουν οι παίχτες στην πορεία του παιχνιδιού.



Εικόνα 41: Η ψηφιακή απόδοση του παιχνιδιού στρατηγικής SIM

Για παράδειγμα, στο παραπάνω σχήμα (απεικονίζεται στιγμιότυπο - screenshot της ψηφιακής εκδοχής του παιχνιδιού SIM που δημιουργήθηκε[23]) το τρίγωνο ΑΒΖ είναι ένα (κόκκινο) μονοχρωματικό τρίγωνο που οδηγεί σε ήττα τον παίχτη που έπαιξε με κόκκινο χρώμα, ενώ τα τρίγωνα ΑΕΗ και ΒΔΗ είναι (μπλε) μονοχρωματικά αλλά δεν οδηγούν σε ήττα τον παίχτη που έπαιξε με το μπλε χρώμα, αφού το σημείο Η δεν υπάρχει ως αρχικό σημείο στο ταμπλό αλλά αντίθετα σχηματίζεται στην πορεία του παιχνιδιού ως σημείο τομής των ευθυγράμμων τμημάτων ΑΔ και ΒΕ.



Εικόνα 42 : Ένα παράδειγμα παιχνιδιού SIM όπου φαίνονται οι διαδοχικές κινήσεις

Ένα παράδειγμα του πώς παίζεται το παιχνίδι SIM δίνεται με τη βοήθεια της παραπάνω εικόνας (Bold, 1989). Οι αριθμοί δίπλα από τις ακμές δείχνουν τη σειρά με

[23] Στην παραπάνω εικόνα έχει προστεθεί το σημείο Η, το οποίο κανονικά δεν εμφανίζεται στην εφαρμογή. Η προσθήκη του σημείου έγινε προκειμένου να μπορεί να γίνει περισσότερο κατανοητό το κείμενο που αναφέρεται στην εικόνα αυτή.

τις οποίες χαράχτηκαν, ενώ τα δύο είδη γραμμών που χρησιμοποιούνται διαφοροποιούν τις κινήσεις του ενός παίχτη από εκείνες του άλλου. Απομένει η τελευταία κίνηση (για τον 2^{ο} παίχτη που χρησιμοποιεί τη διακεκομμένη γραμμή) η οποία και θα οδηγήσει στην εμφάνιση τριγώνου, αφού οι μόνες επιλογές είναι η χάραξη της ακμής EF (οπότε και σχηματίζεται το τρίγωνο AEF) ή η χάραξη της ακμής DF (οπότε και σχηματίζεται το τρίγωνο ADF).

- Βασικές παρατηρήσεις

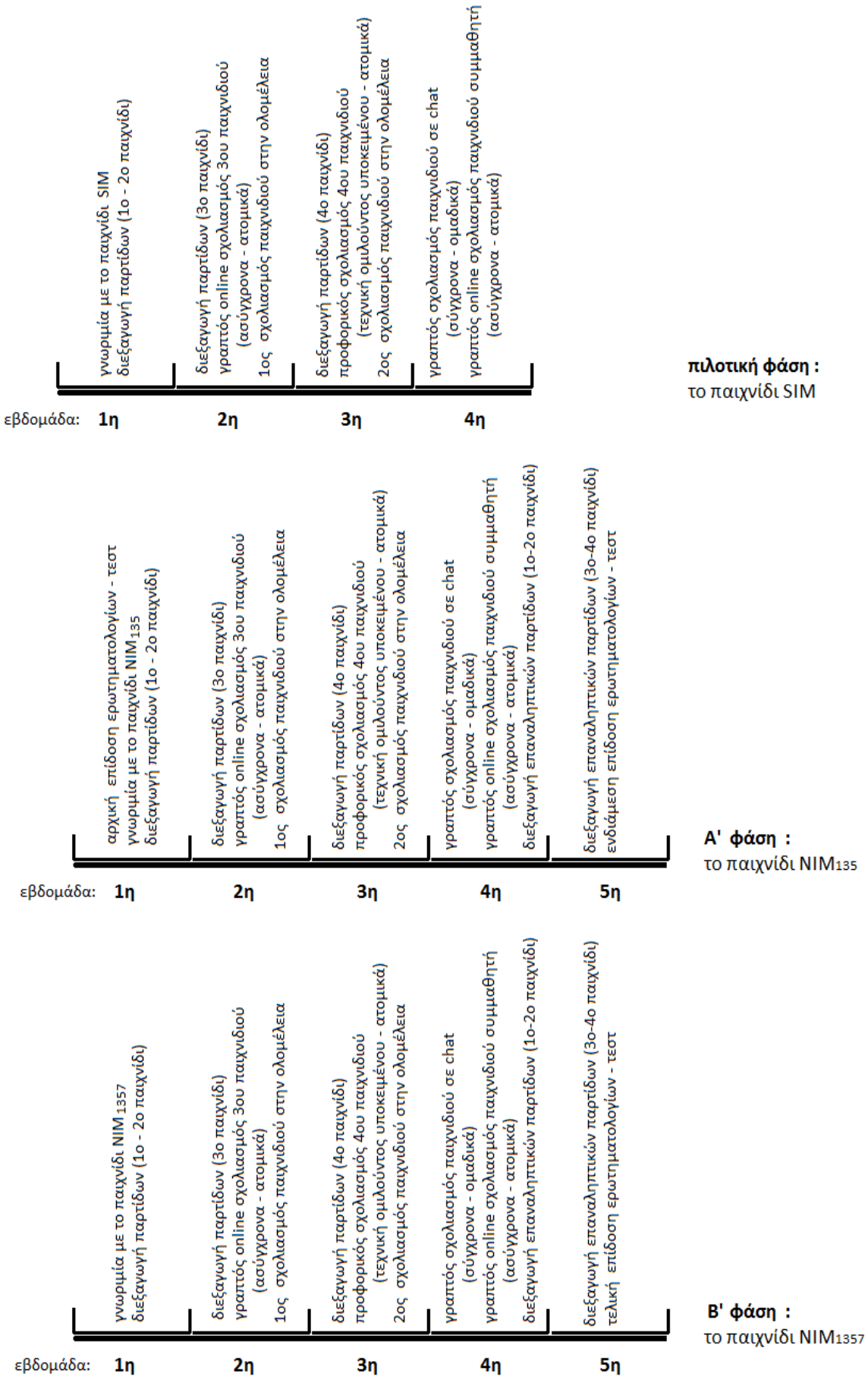
Πέρα από την εξοικείωση των συμμετεχόντων με τις επιμέρους δραστηριότητες της διδακτικής παρέμβασης, η πιλοτική φάση έδωσε την ευκαιρία στον ερευνητή να κάνει αρκετές αναπροσαρμογές. Καταρχήν, εντοπίστηκαν ορισμένες τεχνικές δυσκολίες που δεν είχαν υπολογιστεί εκ των προτέρων (π.χ. αδυναμία μαθητών να απομνημονεύσουν τους κωδικούς πρόσβασης που χρειάζονταν για την είσοδο στο Edmodo, αργή ταχύτητα πληκτρολόγησης, κακής ποιότητας ηχογραφήσεις από τη χρήση του μικροφώνου του υπολογιστή κ.λπ.). Κυρίως, όμως, έγινε έλεγχος του πώς ανταποκρίνονται οι μαθητές στις δραστηριότητες της παρέμβασης. Έτσι, για παράδειγμα διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές δεν επιθυμούσαν να προβούν σε σχολιασμό παιχνιδιών εκτός σχολικού περιβάλλοντος (π.χ. από το σπίτι τους ως ελεύθερη εργασία), κάτι που οδήγησε σε αφαίρεση της συγκεκριμένης δραστηριότητας από τη συνέχεια της έρευνας.

Τέλος, η πιλοτική φάση βοήθησε τον ερευνητή στο να αντιληφθεί τις συναισθηματικές αντιδράσεις (π.χ. ενδιαφέρον) των συμμετεχόντων απέναντι στο όλο ερευνητικό εγχείρημα. Ως προς το τελευταίο, υπήρξε ιδιαίτερα ενθαρρυντικό το γεγονός ότι με το που ολοκληρώθηκε η πιλοτική φάση (μία εβδομάδα πριν τις διακοπές του Πάσχα), οι μαθητές ήταν ανυπόμονοι και ζητούσαν επίμονα να ξεκινήσει η πρώτη φάση της έρευνας με το «νέο» παιχνίδι (το NIM). Αυτό συνέβη παρόλο που ο ερευνητής είχε ενημερώσει τους μαθητές για το χρονοδιάγραμμα της παρέμβασης και είχε καταστήσει σαφές ότι η πρώτη φάση θα ξεκινούσε μετά τις διακοπές.

Δε θα γίνει περαιτέρω αναφορά στα συμπεράσματα που προέκυψαν από την πιλοτική φάση. Η λεπτομερής παράθεση των παρατηρήσεων που καταγράφηκαν κατά τη διάρκεια της πιλοτικής φάσης ξεφεύγει από το ενδιαφέρον του παρόντος κειμένου.

3.6.2 Χρονοδιάγραμμα της διδακτικής παρέμβασης

Στη συνέχεια παρουσιάζεται σχηματικά το χρονοδιάγραμμα της διδακτικής παρέμβασης. Όπως φαίνεται στη σχετική εικόνα, μετά την ολοκλήρωση της πιλοτικής φάσης όπου χρησιμοποιήθηκε το παιχνίδι SIM, ακολούθησε η πρώτη φάση της παρέμβασης (διάρκειας 5 εβδομάδων) με αξιοποίηση της απλής εκδοχής του παιχνιδιού NIM (NIM_{135}). Η παρέμβαση ολοκληρώθηκε με τη δεύτερη φάση (διάρκειας 5 εβδομάδων) όπου χρησιμοποιήθηκε η πιο σύνθετη εκδοχή του παιχνιδιού NIM (NIM_{1357}).



Εικόνα 43 : Το χρονοδιάγραμμα της διδακτικής παρέμβασης

3.6.3 Περιγραφή των επιμέρους δραστηριοτήτων της διδακτικής παρέμβασης

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι επιμέρους δραστηριότητες της προτεινόμενης διδακτικής παρέμβασης, με τη σειρά που εμφανίζονται στο παραπάνω χρονοδιάγραμμα.

- Συζήτηση ολομέλειας στην τάξη

Πραγματοποιήθηκαν δύο συζητήσεις στην ολομέλεια της τάξης σε καθεμία από τις δύο φάσεις της διδακτικής παρέμβασης. Επομένως, έγιναν τέσσερις συζητήσεις ολομέλειας συνολικά, δύο που αφορούσαν στο παιχνίδι NIM_{135} και άλλες δύο για το παιχνίδι NIM_{1357}. Κάθε συζήτηση ολομέλειας είχε ως αντικείμενο σχολιασμού ένα από τα παιχνίδια NIM που είχαν παίξει προηγουμένως οι μαθητές του τμήματος.

Η επιλογή των παιχνιδιών που αποτέλεσαν αντικείμενο συζήτησης έγινε από τον ερευνητή. Βασικό κριτήριο για την επιλογή υπήρξε το κατά πόσον το εκάστοτε παιχνίδι είχε ενδιαφέρον από άποψη στρατηγικής. Προτιμήθηκαν εκείνα τα παιχνίδια όπου οι παίχτες φαινόταν να ακολουθούν συνειδητά κάποιο πλάνο. Σε αρκετές περιπτώσεις, αντικείμενο σχολιασμού έγιναν παιχνίδια στα οποία σημειώθηκαν λάθος (μη ιδανικές) κινήσεις από τους παίχτες. Το παραπάνω αποτέλεσε συνειδητή επιλογή, επιλογή που έχουν κάνει και άλλοι ερευνητές σε παρόμοιες καταστάσεις (Stockero et al, 2020). Θεωρήθηκε ότι τόσο η διαδικασία για να προσδιοριστεί η ακολουθούμενη από τους παίχτες στρατηγική, όσο η διαδικασία εντοπισμού των λάθος κινήσεων και η αναζήτηση εναλλακτικών προσεγγίσεων μπορεί να αποτελέσουν ευκαιρίες για την ανάπτυξη παραγωγικών συζητήσεων.

Κατά τη διάρκεια των συζητήσεων χρησιμοποιήθηκε projector, ο οποίος προέβαλλε στον τοίχο της τάξης τα στιγμιότυπα – κινήσεις του υπό σχολιασμό παιχνιδιού. Ταυτόχρονα, υπήρχε δυνατότητα παράλληλης προβολής της java εφαρμογής NIM, σε περίπτωση που οι μαθητές ήθελαν να δοκιμάσουν ιδέες και κινήσεις σε ένα νέο παιχνίδι.

Η δραστηριότητα ξεκινούσε με το συντονιστή να προβάλλει διαδοχικά στην οθόνη όλες τις κινήσεις του εκάστοτε παιχνιδιού, προκειμένου οι μαθητές να έχουν μια γενική εικόνα της εξέλιξής του. Στη συνέχεια, στην οθόνη εμφανιζόταν η πρώτη κίνηση του παιχνιδιού και οι μαθητές καλούνταν να συζητήσουν - σχολιάσουν, κρίνοντας το αν η κίνηση ήταν καλή ή όχι, προσπαθώντας να εντοπίσουν τη στρατηγική του κάθε παίχτη και προτείνοντας εναλλακτικές λύσεις και προσεγγίσεις. Ακολούθως, η ίδια διαδικασία γινόταν για καθεμία από τις υπόλοιπες κινήσεις του παιχνιδιού, μέχρι εκείνο το σημείο όπου οι κινήσεις άρχιζαν να έχουν χαρακτήρα διαδικαστικό (δεν υπήρχαν εναλλακτικές επιλογές για τον παίχτη). Στο τέλος της διαδικασίας, αφιερωνόταν χρόνος για να μπορούν οι μαθητές να εκφράζουν κάποιες γενικές σκέψεις και σχόλια για το παιχνίδι συνολικά και γινόταν ένα είδος ανακεφαλαίωσης.

Σύμφωνα με τον προγραμματισμό της έρευνας, ο προβλεπόμενος χρόνος για την ολοκλήρωση της συζήτησης ολομέλειας στην τάξη ήταν μία διδακτική ώρα (περίπου 45

λεπτά). Ο παραπάνω χρόνος αποδείχθηκε επαρκής, αφού σε όλες τις περιπτώσεις η όλη δραστηριότητα (οργάνωση χώρου – προετοιμασία μαθητών – συζητήσεις) ολοκληρώθηκε σε πιο σύντομο χρονικό διάστημα (30-40 λεπτά). Οι συζητήσεις ηχογραφήθηκαν με την αξιοποίηση δύο πηγών ηχητικής καταγραφής. Χρησιμοποιήθηκαν ταυτόχρονα τόσο το ενσωματωμένο μικρόφωνο του ηλεκτρονικού υπολογιστή, όσο και το μικρόφωνο συσκευής κινητού τηλεφώνου.

- Τεχνική ομιλούντος υποκειμένου (think aloud protocol)

Η τεχνική ομιλούντος υποκειμένου χρησιμοποιήθηκε μια φορά για κάθε φάση της διδακτικής παρέμβασης. Η τεχνική αυτή προκρίθηκε ως επιμέρους δραστηριότητα της προτεινόμενης διδακτικής παρέμβασης γιατί θεωρήθηκε ότι δίνει την ευκαιρία σε όλους τους μαθητές να μιλήσουν για το παιχνίδι και να αποκαλύψουν τα σχέδια και τις σκέψεις που κάνουν καθώς παίζουν. Η ενσωμάτωση της τεχνικής αποσκοπούσε στην κινητοποίηση κυρίως εκείνων των μαθητών που λόγω ιδιοσυγκρασίας (ή και για άλλους λόγους) δεν είχαν συμμετοχή στις ομαδικές συζητήσεις που έλαβαν χώρα στο πλαίσιο της παρέμβασης και αποσκοπούσε στο να τους δώσει βήμα ώστε να ακουστεί η φωνή τους.

Η διαδικασία που ακολουθήθηκε προέκυψε ύστερα από την πιλοτική φάση της έρευνας, οπότε και διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές επιθυμούσαν να έχουν οπτική επαφή με τον αντίπαλό τους. Έτσι, αν και η αρχική σκέψη ήταν οι αντίπαλοι μαθητές να βρίσκονται σε χωριστές αίθουσες και να παίζουν το ίδιο παιχνίδι από διαφορετικούς υπολογιστές (είτε ανεβάζοντας μια online εκδοχή του NIM, είτε αξιοποιώντας κάποιο πρόγραμμα απομακρυσμένου ελέγχου Η/Υ όπως το TeamViewer), ακολουθήθηκε άλλη διαδικασία. Οι μαθητές έπαιζαν στον ίδιο υπολογιστή και μπαινόβγαιναν στην αίθουσα, προκειμένου να μπορούν ελεύθερα να διατυπώνουν φωναχτά τις σκέψεις τους χωρίς να προδίδουν στον αντίπαλο τα σχέδιά τους.

Πριν την ολοκλήρωση κάθε επιμέρους κίνησης, οι μαθητές παροτρύνονταν να μιλήσουν και να εξηγήσουν τις σκέψεις τους και να αποκαλύψουν το πλάνο και τη στρατηγική τους. Επιπλέον, ζητήθηκε από τους μαθητές να κρίνουν τις κινήσεις που προηγήθηκαν και το κατά πόσον εξυπηρετούν το σκοπό τους ή οδηγούν σε αναπροσαρμογή της στρατηγικής τους. Τα λόγια των μαθητών καταγράφονταν από το μικρόφωνο του ηλεκτρονικού υπολογιστή που χρησιμοποιήθηκε.

- Γραπτός σχολιασμός σε περιβάλλον online παρουσίασης

Για το ασύγχρονο, online γραπτό σχολιασμό παιχνιδιών χρησιμοποιήθηκε μία ελεύθερη εφαρμογή δημιουργίας παρουσιάσεων, η Google Presentation (Παρουσιάσεις Google). Η προετοιμασία των αρχείων έγινε από τον ερευνητή με τον ακόλουθο τρόπο. Για κάθε παιχνίδι NIM δημιουργήθηκε ένα αρχείο παρουσίασης. Κάθε αρχείο παρουσίασης περιλάμβανε ένα πλήθος διαφανειών ανάλογα με τον αριθμό των κινήσεων

που χρειάστηκαν για να ολοκληρωθεί το εκάστοτε παιχνίδι. Όπως φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί, κάθε κίνηση αποτελεί και μια ξεχωριστή διαφάνεια, όπου στο αριστερό μέρος της οθόνης φαίνεται η εικόνα – στιγμιότυπο από το ταμπλό του παιχνιδιού και στο δεξί μέρος της οθόνης υπάρχουν τα πλαίσια κειμένου στα οποία οι μαθητές καλούνται να πληκτρολογήσουν τα σχόλιά τους.

Εικόνα 44: Διαφάνεια από το αρχείο παρουσίασης που δημιουργήθηκε για τον ασύγχρονο online σχολιασμό ενός παιχνιδιού

Οι μαθητές είχαν πρόσβαση στο αρχείο παρουσίασης που τους ενδιέφερε και δυνατότητα επεξεργασίας του, κάθε φορά μέσω του κοινής χρήσης συνδέσμου που τους αποστελλόταν στο λογαριασμό τους στο εκπαιδευτικό site κοινωνικής δικτύωσης Edmodo. Οι μαθητές είχαν τη δυνατότητα να σχολιάσουν με την παραπάνω διαδικασία δυο παιχνίδια σε κάθε φάση της διδακτικής παρέμβασης, ένα παιχνίδι στο οποίο συμμετείχαν οι ίδιοι και ένα στο οποίο δεν συμμετείχαν (παιχνίδι συμμαθητών), ενώ ο προβλεπόμενος χρόνος για την ολοκλήρωση της δραστηριότητας ήταν 20-30 λεπτά.

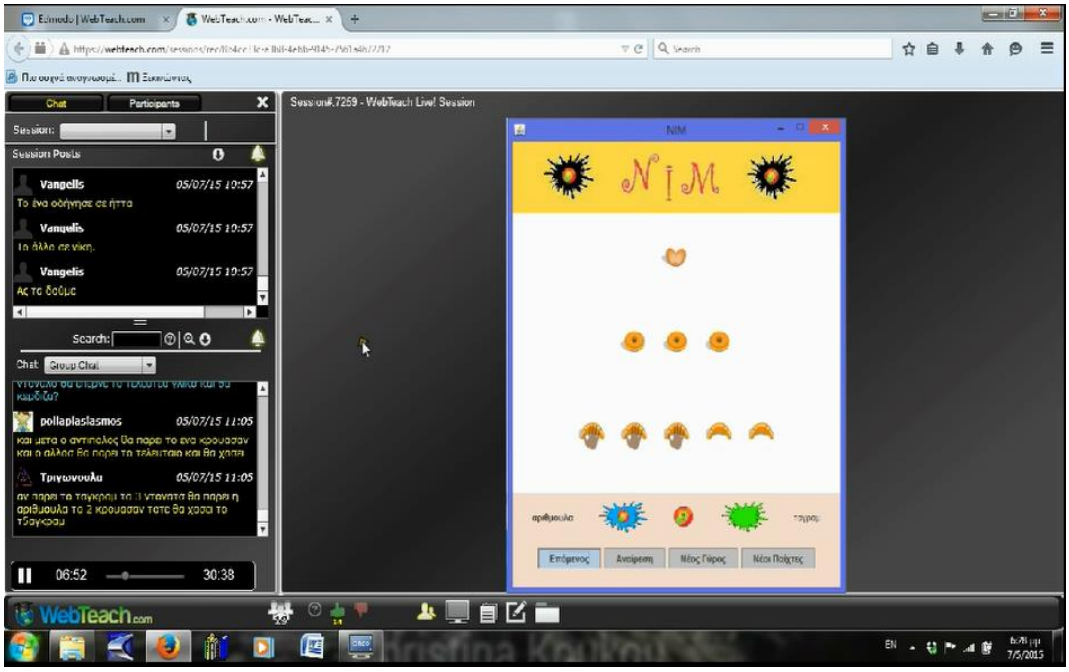
Εικόνα 45: Ειδική διαρρύθμιση της αίθουσας (σταθμοί εργασίας) για τη διεξαγωγή ασύγχρονου γραπτού online σχολιασμού των παιχνιδιών

Η ειδική διαρρύθμιση της τάξης, όπως διαμορφωνόταν τις μέρες που λάμβανε χώρα η εν λόγω δραστηριότητα, φαίνεται στην παραπάνω εικόνα. Ουσιαστικά, δημιουργήθηκαν τέσσερις σταθμοί εργασίας. Σε κάθε σταθμό εργασίας υπήρχαν δύο μαθητές μπροστά στον Η/Υ (laptop), οι οποίοι εναλλάξ πληκτρολογούσαν για κάθε κίνηση – διαφάνεια της παρουσίασης, τα σχόλιά τους.

- Γραπτός σχολιασμός (συζητήσεις) σε περιβάλλον chat

Στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας, πραγματοποιήθηκαν δύο επισκέψεις (μία για κάθε φάση της διδακτικής παρέμβασης) στο εργαστήριο πληροφορικής της αίθουσας οπτικοακουστικών μέσων του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης στο Πανεπιστημίου Γάλλου, προκειμένου οι μαθητές να προβούν σε σύγχρονο γραπτό online σχολιασμό παιχνιδιών. Ακολουθήθηκαν αντίστοιχες υποδείξεις με εκείνες στην έρευνα των Powell & Lai (2009), με τους συμμετέχοντες (παρόλο που βρίσκονταν στον ίδιο χώρο) να παρακινούνται να εργαστούν στο περιβάλλον του chat υποθέτοντας ότι βρίσκονται σε απομακρυσμένα μέρη.

Για τον παραπάνω σκοπό χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο chat της εφαρμογής WebClass[24], μέσω του οποίου υλοποιήθηκαν δύο online συνεδρίες. Αν και χρησιμοποιήθηκε η δοκιμαστική έκδοση του λογισμικού, τα εργαλεία που ενδιέφεραν τον ερευνητή (chat, whiteboard και δυνατότητα καταγραφής - chat logs) ήταν διαθέσιμα και πλήρως λειτουργικά.



Εικόνα 46: Το περιβάλλον της εφαρμογής WebClass κατά τη διεξαγωγή chat συνεδριών

[24] Το WebClass είναι ένα λογισμικό τύπου εικονικής τάξης (virtual classroom software) μέσω του οποίου ο εκπαιδευτής έχει τη δυνατότητα να προγραμματίζει online συνεδρίες για τους εκπαιδευόμενους που παρακολουθούν το μάθημά του στο Edmodo. Την περίοδο που πραγματοποιήθηκαν οι επισκέψεις στο εργαστήριο πληροφορικής και έλαβε χώρα η παρούσα δραστηριότητα σχολιασμού παιχνιδιών, το WebClass διατίθετο ελεύθερο για δοκιμαστική χρήση διάρκειας ενός μήνα.

Όπως φάνηκε στην παραπάνω εικόνα, το κεντρικό περιβάλλον του WebClass αποτελείται από δύο βασικά μέρη. Στο αριστερό τμήμα της οθόνης, παρουσιάζεται κυρίως η ροή της συζήτησης (chat logs) και στο δεξί τμήμα της οθόνης υπάρχει ένας ασπροπίνακας (whiteboard), ο οποίος χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά από το συντονιστή της συζήτησης για το «ανέβασμα» εικόνων με τις κινήσεις - στιγμιότυπα του παιχνιδιού.

Όπως και στη συζήτηση ολομέλειας στην τάξη, έτσι και στην παρούσα δραστηριότητα έγινε επιλογή ενός παιχνιδιού NIM κάθε φορά, που θεωρήθηκε ότι παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον και επομένως αυξημένη πιθανότητα για ανάπτυξη παραγωγικής συζήτησης.

Εικόνα 47: Στιγμιότυπο από την επίσκεψη των μαθητών στο εργαστήριο πληροφορικής και την υλοποίηση της πρώτης chat συνεδρίας στο περιβάλλον του WebClass

Ο ερευνητής συμμετείχε στη διαδικασία του σχολιασμού στο chat έχοντας το ρόλο του συντονιστή της συζήτησης. Όλες οι chat συνεδρίες που έλαβαν χώρα στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας ολοκληρώθηκαν σε μία διδακτική ώρα (περίπου 40 λεπτά). Πέρα από την καταγραφή και αποθήκευση των διαλόγων (chat logs) προτιμήθηκε να χρησιμοποιηθεί λογισμικό καταγραφής της οθόνης (capture screen software)[25] προκειμένου ο ερευνητής να μπορεί να «ξανατρέξει» στον υπολογιστή του τις chat συνεδρίες.

Ολοκληρώνοντας την παρουσίαση των επιμέρους δραστηριοτήτων που υλοποιήθηκαν στο πλαίσιο της προτεινόμενης διδακτικής παρέμβασης, είναι χρήσιμο να γίνει μια σύντομη αναφορά σε μία πρακτική που ακολουθήθηκε από το συντονιστή των συζητήσεων. Κατά τη διάρκεια των συζητήσεων μετά την ολοκλήρωση των παιχνιδιών,

[25] Χρησιμοποιήθηκε η δοκιμαστική εκδοχή (trial version) του λογισμικό AVS Video Editor 6.0 της Online Media Technologies Ltd

αλλά και σε εκείνες που έλαβαν χώρα κατά τη διάρκεια διεξαγωγής των παιχνιδιών, χρησιμοποιήθηκαν από τον εκπαιδευτικό ένα σύνολο προτρεπτικών ερωτήσεων (prompts). Οι ερωτήσεις αυτές έχουν ως σκοπό να συμβάλλουν στη διατήρηση της μαθηματικής συζήτησης και στη βελτίωση της ποιότητάς της, προτείνοντας ορισμένες υποδείξεις στους μαθητές και βοηθώντας στο να διατυπώσουν με μεγαλύτερη σαφήνεια τις ιδέες και σκέψεις τους. Σε αρκετές περιπτώσεις οι συντονιστές συζητήσεων έχουν στη διάθεσή τους ορισμένες έτοιμες λίστες με προτρεπτικές ερωτήσεις (McFeetors & Palfy, 2017), ωστόσο, στις περισσότερες περιπτώσεις, οι ερωτήσεις που χρειάζονται προκύπτουν από την εξέλιξη που παίρνουν οι συζητήσεις.

ΕΝΟΤΗΤΑ 3Η - ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7Ο
ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Ένα κοινά αποδεκτό χαρακτηριστικό γνώρισμα της μελέτης περίπτωσης, είναι η σημασία του να συλλέγονται πολλαπλές πηγές αποδεικτικών στοιχείων - μαρτυριών (multiple sources of evidence). Αυτό σημαίνει ότι είναι αναγκαίο κατά το σχεδιασμό μιας μελέτης περίπτωσης να λαμβάνεται σχετική μέριμνα και να προσδιορίζονται με ακρίβεια οι μέθοδοι που θα χρησιμοποιηθούν για τη συλλογή των απαραίτητων δεδομένων (Yin, 2009). Οι ποικίλες πηγές αποδεικτικών στοιχείων είναι απαραίτητες στη μελέτη περίπτωσης, καθώς μία βασική στρατηγική που εφαρμόζεται για την εξασφάλιση της εγκυρότητας και της αξιοπιστίας της, είναι η στρατηγική της τριγωνοποίησης. Σύμφωνα με αυτήν, η επιστημονική αξία των ευρημάτων μιας έρευνας διασφαλίζεται όταν υπάρχουν πολλές διαφορετικές πηγές δεδομένων που να τα επιβεβαιώνουν (Πυργιωτάκης & Συμεού, 2016). Άλλωστε, η χρησιμοποίηση ενός μεγάλου εύρους εργαλείων συλλογής δεδομένων και δοκιμασιών αξιολόγησης, παρέχει περισσότερες ευκαιρίες στους μαθητές ώστε να επιδείξουν τη μάθηση που προέκυψε από μια διδακτική παρέμβαση (Suurtamm, 2016).

Στην παρούσα μελέτη περίπτωσης κρίθηκε ουσιαστικό να συγκεντρωθούν δεδομένα τόσο για την περιγραφή της περίπτωσης (χαρακτηριστικά της τάξης και των μαθητών που την απαρτίζουν) όσο και για την περιγραφή της δράσης που αναπτύχθηκε με την προτεινόμενη διδακτική παρέμβαση και τη χρήση της εφαρμογής πολυμέσων (συζητήσεις μαθητών, μελέτη παρτίδων κ.λπ.). Για το λόγο αυτό αξιοποιήθηκε ποικιλία μεθόδων συλλογής δεδομένων, που παραπέμπουν τόσο στο ποιοτικό όσο και στο ποσοτικό παράδειγμα έρευνας, κάτι που είναι μάλλον συνηθισμένο για μια μελέτη περίπτωσης (Miles, 2015). Άλλωστε, όπως τονίζει ο Starman (2013) δεν έχει τόσο σημασία αν η μελέτη περίπτωσης έχει προσανατολισμό προς τα ποσοτικά ή προς τα ποιοτικά δεδομένα, αλλά έχει σημασία να δοθεί μια όσο το δυνατόν πληρέστερη περιγραφή (και ανάλυση) της περίπτωσης.

Στη συνέχεια του κεφαλαίου γίνεται αναφορά στις μεθόδους συλλογής δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν.

3.7.1 Ερωτηματολόγια

Για τη συλλογή δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν ερωτηματολόγια τα οποία επιδόθηκαν κατά την έναρξη της διδακτικής παρέμβασης. Δεδομένου, ότι σκοπός της παρούσας διατριβής δεν ήταν η δημιουργία και στάθμιση ερωτηματολογίων, έγινε προσπάθεια αξιοποίησης ήδη υπαρχόντων ερωτηματολογίων, η εγκυρότητα και αξιοπιστία των οποίων να έχει δοκιμαστεί σε ελληνικό πληθυσμό. Ωστόσο, στις περισσότερες περιπτώσεις δεν εντοπίστηκαν ερωτηματολόγια που να πληρούν το παραπάνω κριτήριο. Ως εκ τούτου, η πρακτική που ακολουθήθηκε ήταν η δημιουργία

ερωτηματολογίων που αποτελούνταν από ερωτήσεις που επιλέγονταν από ήδη υπάρχοντα (σταθμισμένα σε πληθυσμούς στο εξωτερικό) ερωτηματολόγια. Από την αναδίφηση στη βιβλιογραφία (Αποστολοπούλου, 2011, Πανουτσόπουλος, 2010) προέκυψε ότι, παρά τους εύλογους περιορισμούς που τίθενται από τη χρήση μη σταθμισμένων δοκιμασιών, η συγκεκριμένη πρακτική έχει ακολουθηθεί και από άλλους ερευνητές στον ελληνικό χώρο.

Τα ερωτηματολόγια που χρησιμοποιήθηκαν για τη συλλογή δεδομένων στην παρούσα διατριβή παρατίθενται στο παράρτημα και παρουσιάζονται στη συνέχεια:

- Ερωτηματολόγιο για τη διερεύνηση των απόψεων των μαθητών σχετικά τη χρήση και τη χρησιμότητα του υπολογιστή (παράρτημα Β1)

Το πρώτο μέρος του ερωτηματολογίου αποτελείται από ερωτήσεις κλειστού τύπου που αποσκοπούν να αντλήσουν βασικές πληροφορίες για το πώς χρησιμοποιούν οι μαθητές τους Η/Υ. Δίνεται έμφαση στον προσδιορισμό εφαρμογών με τις οποίες ασχολούνται οι μαθητές, ενώ υπάρχει ενδιαφέρον και για το ζήτημα του χρόνου που οι μαθητές αφιερώνουν μπροστά στην οθόνη του υπολογιστή.

Το δεύτερο μέρος του ερωτηματολογίου αποτελείται από 11 ερωτήσεις τύπου Likert-type, οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν για τη διερεύνηση των στάσεων των μαθητών απέναντι στους υπολογιστές. Οι ερωτήσεις (statements) αντλήθηκαν από ερωτηματολόγιο (Computer Attitude Questionnaire) που αναπτύχθηκε στο Κάνσας από το Κέντρο Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας (Texas Center for Educational Technology). Πρόκειται για ερωτηματολόγιο, η εγκυρότητα (validating) του οποίου έχει ελεγχθεί (Knezek & Christensen, 1996), ωστόσο, σημειώνεται ότι δεν υπάρχει κάποια πληροφόρηση ότι έχει υπάρξει αντίστοιχη διαδικασία για κάποια ελληνική εκδοχή. Επειδή το ερωτηματολόγιο απευθύνεται σε μαθητές λίγο μεγαλύτερης ηλικίας (14-18 ετών) σε σχέση με τους μαθητές που συμμετέχουν στην παρούσα έρευνα, λήφθηκε μέριμνα κατά την απόδοση των ερωτήσεων στα ελληνικά, να χρησιμοποιηθεί όσο το δυνατόν πιο απλή γλώσσα και, επιπρόσθετα, δοκιμάστηκε το ερωτηματολόγιο με ομάδα μαθητών ηλικίας 11 ετών, προκειμένου να διαπιστωθεί αν οι μαθητές αυτοί αντιμετωπίζουν δυσκολίες κατανόησης των ερωτήσεων. Βασικός λόγος που οδήγησε στην επιλογή του συγκεκριμένου ερωτηματολογίου ήταν το γεγονός ότι υπάρχουν και άλλοι μελετητές στον ελληνικό χώρο που το χρησιμοποίησαν σε έρευνά τους (Πανουτσόπουλος, 2010 ` Καψιμάλη, 2010).

- Ερωτηματολόγιο για τη διερεύνηση της παιγνιώδους ηλεκτρονικής δραστηριότητας των μαθητών (παράρτημα Β2)

Με το ερωτηματολόγιο αυτό επιχειρήθηκε να συγκεντρωθούν πληροφορίες σχετικά με τις συνήθειες και τις προτιμήσεις των συμμετεχόντων μαθητών όσον αφορά

την ηλεκτρονική παιγνιώδη δραστηριότητα, καθώς η προηγούμενη εμπειρία των μαθητών με τα παιχνίδια θεωρείται ότι συνιστά καθοριστικό παράγοντα όταν χρησιμοποιούνται παιχνιδοκεντρικές προσεγγίσεις (Perrotta et al, 2013). Πέρα από βασικές πληροφορίες (π.χ. τρόπος πρόσβασης, χρονική διάρκεια ενασχόλησης κ.λπ.), δόθηκε έμφαση στον προσδιορισμό του είδους ηλεκτρονικών παιχνιδιών που οι μαθητές προτιμούν και στη διερεύνηση του τρόπου (ατομικά, ομαδικά, online) με τον οποίο συνηθίζουν να παίζουν ηλεκτρονικά παιχνίδια.

Δεξαμενή από την οποία αντλήθηκαν οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου αποτέλεσε ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε στο πλαίσιο έρευνας που πραγματοποιήθηκε για λογαριασμό του οργανισμού Pew Internet & American Life Project (Lenhart et al, 2008). Αντίστοιχη πρακτική ακολουθήθηκε και από τον Πανουτσόπουλο (2010), ο οποίος στην έρευνά του χρησιμοποιεί μια προσαρμοσμένη εκδοχή του παραπάνω ερωτηματολογίου για τη διερεύνηση της παιγνιώδους ηλεκτρονικής δραστηριότητας εφήβων.

- Ερωτηματολόγιο για τη διερεύνηση των αντιλήψεων των μαθητών αναφορικά με την ικανότητά τους στο μάθημα των μαθηματικών (παράρτημα Β3)

Για τη διερεύνηση της αυτοπεποίθησης των μαθητών αναφορικά με τη μαθηματική τους ικανότητα, χρησιμοποιήθηκε ένα ερωτηματολόγιο με 12 ερωτήσεις τύπου Likert. Οι ερωτήσεις προέρχονται από ερωτηματολόγιο των Fennema & Sherman (Modified Fennema-Sherman Scales) και αποτελούν τις ερωτήσεις που στο συγκεκριμένο ερωτηματολόγιο συγκροτούν την υποκλίμακα (subscale) «προσωπική αυτοπεποίθηση για το αντικείμενο διδασκαλίας» (Fennema & Sherman, 1976). Μία διαφορετική υποκλίμακα του ερωτηματολογίου έχει χρησιμοποιηθεί σε πρόσφατη διδακτορική διατριβή (Αποστολοπούλου, 2011), ενώ αυτούσιο έχει χρησιμοποιηθεί σε διεθνείς έρευνες (Ku et al, 2014). Στο ερωτηματολόγιο προστέθηκε ένα δεύτερο μέρος, με αντίστοιχης δομής και ύφους ερωτήσεις, το οποίο αφορά το παιχνίδι NIM και εξετάζει την αυτοπεποίθηση των μαθητών αναφορικά με το εν λόγω παιχνίδι, πρακτική που έχει χρησιμοποιηθεί σε αντίστοιχες περιπτώσεις (Yeh, Cheng, Chen, Liao & Chan, 2019).

- Ερωτηματολόγιο για τη διερεύνηση του ενδιαφέροντος των μαθητών για τα μαθηματικά και των αντιλήψεών τους για τη χρησιμότητά τους (παράρτημα Β4)

Στο πρώτο μέρος του ερωτηματολογίου υπάρχουν 15 ερωτήσεις τύπου Likert, οι οποίες διερευνούν δύο παράγοντες: τις αντιλήψεις των μαθητών ως προς τη χρησιμότητα των μαθηματικών (8 αντικείμενα) και το ενδιαφέρον των μαθητών για τα μαθηματικά (7 αντικείμενα). Τα 15 αντικείμενα που συγκροτούν το ερωτηματολόγιο προέρχονται από ένα ερωτηματολόγιο, με τίτλο “Thoughts about mathematics”, που χρησιμοποιήθηκε σε νορβηγικό πρότζεκτ (KIM study), το οποίο είχε ως αντικείμενο τη διερεύνηση των

στάσεων και των πεποιθήσεων των μαθητών ηλικίας 11-14 ετών απέναντι στα μαθηματικά (Kislenko, 2011). Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκαν δύο από τις υποκλίμακες (subscales) του αρχικού ερωτηματολογίου: ο παράγοντας «ενδιαφέρον» (interest) και ο παράγοντας «χρησιμότητα» (usefulness).

Στο ερωτηματολόγιο προστέθηκε ένα δεύτερο μέρος, με αντίστοιχης δομής και ύφους ερωτήσεις, το οποίο αφορά το παιχνίδι NIM και εξετάζει τις αντιλήψεις των μαθητών σε σχέση με τη χρησιμότητα του παιχνιδιού NIM για τη μαθηματική πρόοδό τους, καθώς και το ενδιαφέρον τους για το συγκεκριμένο παιχνίδι.

3.7.2 Τεστ – Γραπτές Δοκιμασίες

Μία ακόμα μέθοδος συλλογής δεδομένων που χρησιμοποιήθηκε στη διατριβή ήταν η επίδοση γραπτών δοκιμασιών (τεστ). Οι ίδιες δοκιμασίες επιδόθηκαν πριν από την έναρξη της διδακτικής παρέμβασης και μετά την ολοκλήρωσή της, καθώς και (μία από αυτές) σε ενδιάμεση φάση (μετάβαση από την απλή στην πιο σύνθετη εκδοχή του παιχνιδιού NIM). Τα 2 τεστ που χρησιμοποιήθηκαν είναι τα ακόλουθα:

- Τεστ αξιολόγησης της ειδικότερης ικανότητας των μαθητών στο παιχνίδι NIM (παράρτημα Β6)

Κάνοντας αναζήτηση στη διεθνή βιβλιογραφία δεν κατέστη δυνατόν να εντοπιστεί κάποιο τεστ για την αξιολόγηση της ικανότητας των μαθητών στο παιχνίδι NIM. Οπότε, ο ερευνητής δημιούργησε ένα «εξειδικευμένο» τεστ, που αποτελείται από 10 δοκιμασίες αυξανόμενης δυσκολίας. Σε αυτές, παρουσιάζεται στο μαθητή μια μισοτελειωμένη παρτίδα NIM και του ζητείται να υποδείξει την (μοναδική) κίνηση που μπορεί να οδηγήσει σε σίγουρη νίκη. Η ιδέα του συγκεκριμένου format αξιολόγησης με ξεκινημένα παιχνίδια που πρέπει οι μαθητές να συνεχίσουν (στοχεύοντας στη νίκη) προήλθε από έρευνα των Crowley & Siegler (1999), στην οποία ασχολήθηκαν με το παιχνίδι Tic Tac Toe (τρίλιζα).

- Τεστ εκτίμησης της γενικότερης ικανότητας επίλυσης προβλημάτων των μαθητών (παράρτημα Β5)

Λόγω του ότι η έννοια «ικανότητα επίλυσης προβλημάτων» έχει πολλές παραμέτρους και είναι μάλλον αρκετά πολύπλοκη για να προσδιοριστεί μέσω κάποιας γραπτής δοκιμασίας, δεν έγινε προσπάθεια να χρησιμοποιηθεί κάποιο ήδη υπάρχον τεστ, όπως για παράδειγμα κάποιες δοκιμασίες από την έρευνα TIMMS που χρησιμοποιείται διεθνώς για την αξιολόγηση της επίδοσης των μαθητών στα μαθηματικά (Foy, Arora & Stanco, 2013). Αντίθετα, προτιμήθηκε να δημιουργηθεί ένα τεστ, έχοντας υπόψη το γενικότερο προσανατολισμό της έρευνας και τα συγκεκριμένα ερευνητικά ερωτήματα

που επιχειρεί να απαντήσει, πρακτική που απαντάται σε ορισμένες περιπτώσεις στην έρευνα. Ενδεικτικά, μετανάλυση των Li & Ma (2010) σχετικά με την επίδραση που έχει η διδακτική αξιοποίηση των ΤΠΕ στη μαθηματική επίδοση των μαθητών, έδειξε ότι σχεδόν στις μισές έρευνες η μέτρηση της μαθηματικής επίδοσης των μαθητών έγινε επίσης με τη χρήση εργαλείων αξιολόγησης που κατασκευάζουν οι ίδιοι οι εκπαιδευτικοί και όχι με τυποποιημένες δοκιμασίες.

Έχοντας, λοιπόν, ως δεδομένο ότι με το παιχνίδι NIM δε γίνεται με εμφανή τρόπο διδασκαλία κάποιας πολύ συγκεκριμένης μαθηματικής έννοιας, θεωρήθηκε ότι η γραπτή μαθηματική δοκιμασία θα έπρεπε να εστιάσει σε μια «περιοχή» των μαθηματικών, που να είναι ανεξάρτητη από οποιοδήποτε ειδικό θέμα. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η συμμετοχή στο παιχνίδι NIM είναι ουσιαστικά μια συνθήκη που θέτει τους μαθητές σε μια προβληματική κατάσταση, κατά την οποία οι μαθητές χρειάζεται κάθε φορά να κατανοούν τα υπάρχοντα δεδομένα και εν συνεχεία με βάση τα δεδομένα αυτά να καταστρώνουν ένα σχέδιο επίλυσης, πάρθηκε η απόφαση η γραπτή μαθηματική δοκιμασία να είναι προσανατολισμένη στην εκτίμηση της ικανότητας επίλυσης προβλήματος (problem-solving) των μαθητών.

Για τη δόμηση της γραπτής δοκιμασίας αξιοποιήθηκε κυρίως το έργο του Polya (1990), στο οποίο γίνεται αναφορά σε ένα σύνολο συγκεκριμένων στρατηγικών – τεχνικών επίλυσης (ευρετικές - heuristics) που μπορεί να αξιοποιηθεί από τους μαθητές κατά το στάδιο επινόησης σχεδίου επίλυσης (devise a plan) του προβλήματος. Έχοντας ως αφετηρία τα παραπάνω, έγινε προσπάθεια η γραπτή μαθηματική δοκιμασία να περιλαμβάνει επιμέρους αντικείμενα (items) που να παραπέμπουν σε κάποιες από αυτές τις τεχνικές επίλυσης προβλήματος. Στον πίνακα της επόμενης σελίδας παρέχονται σχετικές επεξηγήσεις και δίνεται έμφαση στον προσδιορισμό της τεχνικής επίλυσης που «απαιτεί» το κάθε επιμέρους αντικείμενο της δοκιμασίας.

Όσον αφορά την πηγή άντλησης των παραπάνω 10 αντικειμένων της γραπτής μαθηματικής δοκιμασίας, υπήρξε η εξής λογική. Προτιμήθηκε να επιλεγούν αντικείμενα που έχουν ήδη χρησιμοποιηθεί σε μαθηματικές δοκιμασίες και διαγωνισμούς και επομένως έχουν τύχει της έγκρισης μαθηματικών επιτροπών. Έτσι, για τη δημιουργία των επιμέρους αντικειμένων του τεστ, χρησιμοποιήθηκαν θέματα που εμφανίστηκαν από το 2007 έως και το 2014 στο μαθηματικό διαγωνισμό «Παιχνίδι και Μαθηματικά» που απευθύνεται σε μαθητές Ε΄ και ΣΤ΄ τάξης δημοτικού σχολείου, τον οποίο διοργανώνει επιτροπή του περιοδικού «Ο Μικρός Ευκλείδης» της Ελληνικής Μαθηματικής Εταιρείας. Όπως αναφέρθηκε ήδη, η επιλογή των 10 αντικειμένων που αποτέλεσαν τη μαθηματική δοκιμασία, έγινε με το εξής βασικό κριτήριο: η επίλυσή τους να μη βασίζεται στη στείρα απομνημόνευση γνώσεων και κανόνων, αλλά να προκύπτει κυρίως μέσα από την αξιοποίηση συγκεκριμένων στρατηγικών επίλυσης προβλήματος.

Αντικείμενο Δοκιμασίας	Τεχνική Επίλυσης Προβλήματος[26]
1	χρήση συμμετρίας (use of symmetry) - γενικού κανόνα (use a formula)
2	αναζήτηση μοτίβου (look for a pattern)
3	εργασία προς τα πίσω (working backwards)
4	δημιουργία λίστας (make an orderly list) – ανάλυση & ανασύνθεση (decomposing)
5	επίλυση εξίσωσης (solve an equation) – προσδιορισμός σχέσεων μεταξύ επιμέρους τμημάτων ενός συνόλου
6	χρήση εικονικής αναπαράστασης (draw a picture) – δημιουργία λίστας (make an orderly list)
7	Λογικός συλλογισμός (logical reasoning) – εύρεση μικρότερων τμημάτων ενός μεγαλύτερου προβλήματος (find smaller parts of a larger problem)
8	δημιουργία ενός μοντέλου (use a model)
9	επίλυση απλούστερου προβλήματος (solve a simpler problem) – χρήση ενός κανόνα (use a rule)
10	ανάλυση, ανασύνθεση & ανασυνδυασμός (decomposing & recombining)

Πίνακας 1 : Ενδεικτικές τεχνικές επίλυσης προβλήματος που μπορούν να αξιοποιηθούν κατά την προσέγγιση των επιμέρους αντικειμένων της γραπτής μαθηματικής δοκιμασίας

3.7.3 Συνέντευξη

Μία πρόσθετη μέθοδο συλλογής δεδομένων αποτέλεσε η συνέντευξη, η οποία χρησιμοποιήθηκε για τη διερεύνηση των απόψεων, των αντιλήψεων και των συναισθημάτων των μαθητών αναφορικά με τη συμμετοχή τους στη προτεινόμενη διδακτική παρέμβαση (Γαλάνης, 2013). Οι συνεντεύξεις διεξήχθησαν από τον ερευνητή και πραγματοποιήθηκαν ατομικά με κάθε μαθητή. Βασικό μέλημα υπήρξε να υιοθετηθεί μια προσέγγιση (παιδαγωγική της ακρόασης - pedagogy of listening) κατά την οποία ο εκπαιδευτικός που παίρνει συνέντευξη είναι ανοιχτός στη σκέψη και τις θεωρίες των μαθητών. Μία συνέντευξη με τέτοιο προσανατολισμό συνήθως επιδιώκει την ανάπτυξη διαλόγου χρησιμοποιώντας ως έναυσμα πρωτίστως αυτές τις ιδέες των μαθητών και σε καμία περίπτωση δεν καθορίζεται η πορεία της βάσει της αυστηρής προσκόλλησης σε κάποιο πρωτόκολλο που εμπεριέχει προκαθορισμένες σειρές ερωτήσεων (Dunphy, 2010).

[26] Στον πίνακα, για λόγους οικονομίας χώρου, δε γίνεται αναφορά στην τεχνική δοκιμής και ελέγχου (guess and check) που μπορεί να αξιοποιηθεί στο σύνολο των αντικειμένων της δοκιμασίας. Επίσης, είναι σημαντικό να επισημανθεί ότι επειδή σε αρκετές περιπτώσεις υπάρχει ένα πλήθος τεχνικών που μπορούν να αξιοποιηθούν για την επίλυση ενός προβλήματος, είναι πιθανόν να εμφανιστεί αναντιστοιχία ανάμεσα στην τεχνική επίλυσης που ο ερευνητής ενδεικτικά προτείνει (εικάζει ότι θα χρησιμοποιηθεί) και στην τεχνική που εν τέλει αξιοποιούν οι μαθητές κατά την ενασχόλησή τους με το συγκεκριμένο αντικείμενο – πρόβλημα.

Με βάση τα παραπάνω, προτιμήθηκε ο τύπος της ημι-δομημένης συνέντευξης, όπου οι ερωτήσεις δεν είναι αυστηρά προκαθορισμένες στο σύνολό τους (αν και υπάρχει ένας βασικός πυρήνας κατευθυντήριων ερωτήσεων) και η συνέντευξη γενικά μοιάζει περισσότερο με μια κουβέντα (Ίσαρη & Πουρκός, 2015). Στην παρούσα περίπτωση οι ερωτήσεις καλούσαν τους συμμετέχοντες πρωτίστως να δώσουν διευκρινίσεις για ορισμένες στρατηγικές επιλογές που έκαναν κατά τη διάρκεια των παιχνιδιών, οι οποίες και κίνησαν το ενδιαφέρον του ερευνητή. Δευτερευόντως, οι μαθητές κλήθηκαν να κατονομάσουν συμμαθητές τους που θεώρησαν κατά τη γνώμη τους ότι ήταν ιδιαίτερα ικανοί στο παιχνίδι NIM και να προσδιορίσουν τα στοιχεία εκείνα που τους οδήγησαν στο να κάνουν αυτές τις επιλογές.

Τέλος, σημειώνεται ότι ο ερευνητής (όντας ταυτόχρονα ο εκπαιδευτικός της τάξης που συμμετείχε στην έρευνα) είχε διαρκή πρόσβαση στους μαθητές και επομένως ανά πάσα στιγμή μπορούσε να διεξαγάγει συμπληρωματικές συνεντεύξεις και να ξεκαθαρίσει παρανοήσεις που πιθανόν υπήρχαν γύρω από τις αρχικές απαντήσεις των μαθητών (Kumar, 2011), κάτι που πράγματι έπραξε.

3.7.4 Συζητήσεις στην ολομέλεια της τάξης

Μία βασική μέθοδος συλλογής δεδομένων είναι οι συζητήσεις που έλαβαν χώρα στην ολομέλεια της τάξης, κατά τη διάρκεια των οποίων ο ερευνητής και το σύνολο των μαθητών της τάξης καταπιάστηκαν με το θέμα των στρατηγικών επίλυσης προβλήματος που φαίνεται να χρησιμοποιήθηκαν στο παιχνίδι NIM, σχολιάζοντας σχετικές παρτίδες. Όπως έγινε σαφές στο σημείο όπου έγινε παρουσίαση των επιμέρους δραστηριοτήτων της διδακτικής παρέμβασης (εδάφιο 3.6.3), συζητήσεις στην ολομέλεια της τάξης έγιναν τόσο σε συνθήκη πρόσωπο με πρόσωπο επικοινωνίας (στο χώρο της τάξης), όσο και σε συνθήκη με διαμεσολάβηση εργαλείου online σύγχρονης επικοινωνίας (στο chat).

Η διεξαγωγή συζητήσεων στην ολομέλεια της τάξης είναι μια επιλογή που προβλέπεται συχνά στο σχεδιασμό, σε περιπτώσεις διδακτικών παρεμβάσεων όπου χρησιμοποιούνται ηλεκτρονικά παιχνίδια για τη διδασκαλία μαθηματικών εννοιών. Σε αυτές οι μαθητές καλούνται συνήθως να συζητήσουν στην ολομέλεια της τάξης σχετικά με τις στρατηγικές που χρησιμοποίησαν στο παιχνίδι για να πετύχουν υψηλό σκορ (Huang & Ke, 2009). Πολλοί είναι οι ερευνητές που θεωρούν ότι οι είναι ωφέλιμο να δίνεται στους μαθητές η ευκαιρία να σχολιάζουν τις ιδέες των συμμαθητών τους μέσα από τέτοιου είδους συζητήσεις, καθώς οι συνεισφορές που διατυπώνονται κατά τη διάρκεια των συζητήσεων αυτών συχνά κρίνονται ως ιδιαίτερα χρήσιμες και παραγωγικές (Stockero et al, 2020). Όπως συνηθίζεται σε ανάλογες περιπτώσεις (Yin, 2009), κατά τη διάρκεια διεξαγωγής των παραπάνω συζητήσεων, υπήρξε άτομο (εθελόντρια φοιτήτρια που παρείχε ενισχυτική διδασκαλία στο σχολείο) που ανέλαβε το ρόλο του παρατηρητή και κατέγραψε στοιχεία σχετικά με τον τρόπο αλληλεπίδρασης των μαθητών.

3.7.5 Τεχνουργήματα – Αντικείμενα (artifacts)

Ως τεχνουργήματα (artifacts) ορίζονται όλα τα αντικείμενα που δημιουργούνται από άτομα εξαιτίας της ύπαρξης πρόθεσης των ατόμων να τα δημιουργήσουν. Τεχνούργημα μπορεί να είναι μια ιδέα, ο προφορικός λόγος, επιγραφές, σύμβολα, εργαλεία, αντικείμενα, μια δραστηριότητα. Τα τεχνουργήματα είναι ιδιαίτερα σημαντικά για τα άτομα που τα δημιουργούν και στο συγκεκριμένο πλαίσιο που δημιουργούνται. Η παρατήρηση των τεχνουργημάτων και του τρόπου με τον οποίο εξελίσσονται παρέχει πληροφόρηση για τον τρόπο με τον οποίο οικοδομείται και εξελίσσεται η μάθηση των ατόμων που συμμετέχουν στη συγκεκριμένη κοινότητα (Stahl, 2009).

Όσον αφορά την παρούσα μελέτη περίπτωσης τεχνουργήματα προέκυψαν από την ενασχόληση των μαθητών με το παιχνίδι NIM τα οποία και αποτέλεσαν πηγή συλλογής δεδομένων. Πιο συγκεκριμένα, η εφαρμογή πολυμέσων μέσω της οποίας οι μαθητές έπαιξαν το παιχνίδι NIM, παρείχε στον ερευνητή τη δυνατότητα αποθήκευσης (ως αρχείο εικόνας - screenshot) κάθε επιμέρους κίνησης που γινόταν από τους παίχτες. Επομένως, κάθε φορά που οι μαθητές συμμετείχαν σε ένα παιχνίδι, ουσιαστικά «παρήγαγαν» ένα «τεχνούργημα», στην περίπτωση της παρούσας έρευνας, ένα σύνολο από διαδοχικά αρχεία εικόνας που συνοψίζουν την εξέλιξη της κάθε παρτίδας. Αυτά τα αντικείμενα αποτέλεσαν χρήσιμα εργαλεία για τον ερευνητή καθώς από τη μελέτη τους μπορούσε να προκύψει μια πρώτη εικόνα και ορισμένες εικασίες για τη στρατηγική που χρησιμοποιούν οι μαθητές, προτού αξιοποιηθούν και άλλες πηγές δεδομένων για την επαλήθευση των παραπάνω εικασιών. Πρόκειται για μια ιδιαίτερη πηγή δεδομένων (interactive media output), κατά την οποία το προς ανάλυση περιεχόμενο δημιουργείται από τους ίδιους μαθητές καθώς αλληλεπιδρούν με την τεχνολογία, δηλαδή το αλληλεπιδραστικό παιχνίδι (Skalski, Neuendorf & Cajigas, 2017).

3.7.6 Παρατήρηση

Η μέθοδος της παρατήρησης χρησιμοποιήθηκε για τη συλλογή δεδομένων, με τον ερευνητή να καταγράφει σε ημερολόγιο όλες τις συμπεριφορές, τις αλληλεπιδράσεις και τα γεγονότα που έλαβαν χώρα κατά τη διάρκεια υλοποίησης της διδακτικής παρέμβασης, τα οποία κατά τη γνώμη του, θα μπορούσαν να ρίξουν φως στο υπό διερεύνηση ζήτημα. Λόγω του ότι ο ερευνητής ήταν και δάσκαλος της τάξης που συμμετείχε στην έρευνα, χρησιμοποιήθηκε η συμμετοχική παρατήρηση (participant observation) όπου ο ερευνητής ταυτόχρονα παρατηρεί τους μαθητές και αλληλεπιδρά μαζί τους (Γαλάνης, 2013). Αν και έγινε σχετική έρευνα για οδηγούς που θα μπορούσαν να διευκολύνουν τη διαδικασία της παρατήρησης (π.χ. Weaver, Dick & Rigelman, 2005), τελικά δε χρησιμοποιήθηκε κάποιος οδηγός παρατήρησης. Αντίθετα, ο ερευνητής κατέγραψε οτιδήποτε θεωρούσε ότι θα μπορούσε να τον βοηθήσει στο να κατανοήσει τη

συμπεριφορά των συμμετεχόντων και φυσικά οτιδήποτε με τον ένα ή τον άλλο τρόπο φαινόταν ότι σχετίζεται και μπορεί να διαφωτίσει το ερευνητικό ερώτημα.

3.7.7 Τεχνική του ομιλούντος υποκειμένου (think aloud protocol)

Πρόκειται για μια μέθοδο συλλογής δεδομένων κατά την οποία το άτομο που εκτελεί μια εργασία μιλάει δυνατά, αποκαλύπτοντας οποιαδήποτε σκέψη έχει στο μυαλό εκείνη τη στιγμή (van Someren, Barnard & Sandberg, 1994). Στην παρούσα μελέτη, οι μαθητές ενθαρρύνθηκαν να αναφέρουν «ακατέργαστες», χωρίς ερμηνεία και με τρόπο αυθόρμητο, τις σκέψεις που έκαναν κατά τη διάρκεια συγκεκριμένων παρτίδων του παιχνιδιού NIM στις οποίες συμμετείχαν (Özcan, İmamoğlu & Katmer Bayraklı, 2017). Επιλέχθηκε να μην γίνονται παρεμβάσεις από τον ερευνητή στην όλη διαδικασία, πέρα από μία υπενθύμιση στα άτομα να συνεχίσουν να μιλάνε, σε περιπτώσεις παρατεταμένων παύσεων. Οι μαθητές εφάρμοζαν άμεσα την τεχνική, χωρίς καθυστέρηση, την ώρα διεξαγωγής των παιχνιδιών, ταυτόχρονα σχεδόν με την ολοκλήρωση κάθε κίνησης. Αυτή η επιλογή έγινε καθώς συνίσταται η τεχνική του ομιλούντος υποκειμένου να λαμβάνει χώρα άμεσα, την ίδια στιγμή που το άτομο εκτελεί τη γνωστική εργασία, διαφορετικά υπάρχει κίνδυνος οι λεκτικές αναφορές του ατόμου ως προς τις διαδικασίες σκέψης που ακολούθησε να μην είναι ακριβείς (Chartes, 2003). Θα πρέπει να σημειωθεί, πάντως, ότι για την αποφυγή του αιφνιδιασμού των μαθητών (cold-start effect), υπήρξε μια μικρή περίοδος εξοικείωσής τους με τη συγκεκριμένη τεχνική πριν την επίσημη έναρξη της διδακτικής παρέμβασης (van Someren, Barnard & Sandberg, 1994).

3.7.8 Κοινωνιομετρική τεχνική

Για τη διερεύνηση των διαπροσωπικών σχέσεων και της κοινωνικής θέσης των ατόμων μέσα στην ομάδα, χρησιμοποιήθηκε η κοινωνιομετρική μέθοδος, μια μέθοδος που έγινε γνωστή από τον Jacob Levy Moreno, ο οποίος και πρώτος τη χρησιμοποίησε το 1934 (Hollander, 1978). Ειδικότερα, έγινε χρήση της μεθόδου αξιολόγησης από ομότιμους (peer ratings) γιατί οι αξιολογήσεις των ομότιμων θεωρούνται ότι είναι πιο αξιόπιστες και έγκυρες. Αυτό συμβαίνει καθώς οι μαθητές έχουν μια πιο ολοκληρωμένη αντίληψη για τους συμμαθητές τους, αφού έχουν εικόνα για τη συμπεριφορά τους σε πολλά διαφορετικά περιβάλλοντα (π.χ. σχολική τάξη, αυλή, γειτονιά, ίντερνετ κ.λπ.) σε αντίθεση με άλλους πιθανούς αξιολογητές, όπως είναι για παράδειγμα οι γονείς και οι δάσκαλοι (Bukowsky, Cillessen & Velasquez, 2012).

Στην παρούσα μελέτη, πέρα από την αποτύπωση της κοινωνικής δομής της τάξης και της θέσης του ατόμου μέσα στην ομάδα αυτή, υπήρχαν ορισμένα πρόσθετα στοιχεία που διερευνήθηκαν με την κοινωνιομετρική τεχνική. Συγκεκριμένα επιχειρήθηκε να ελεγχθεί η ύπαρξη δικτύου σχέσεων που μπορεί να αναπτύσσονται στην τάξη, όχι με

κριτήριο την ύπαρξη συμπαθειών ή αντιπαθειών μεταξύ των μαθητών, αλλά με βάση τις δικές τους εκτιμήσεις ως προς τη γενικότερη ή και ειδικότερη (π.χ. για το παιχνίδι NIM) μαθηματική ικανότητα των συμμαθητών τους. Σύμφωνα με μοντέλο της Cribbs και συνεργατών της (Cribbs et al, 2015), η εξωτερική αναγνώριση (recognition), δηλαδή η αίσθηση που έχουν οι μαθητές για το πώς τους αντιμετωπίζουν σημαντικά πρόσωπα του περιβάλλοντός τους ως προς την ικανότητά τους στα μαθηματικά, έχει καθοριστική σημασία στην ανάπτυξη της μαθηματικής τους ταυτότητας.

Όπως έχει συμβεί και σε άλλες έρευνες (Daugherty & Turner, 2003), διατυπώθηκαν κοινωνιομετρικές ερωτήσεις προσαρμοσμένες στο εξειδικευμένο ενδιαφέρον του ερευνητή. Οι τρεις ερωτήσεις που χρησιμοποιήθηκαν για τη συλλογή δεδομένων ήταν:

1. Ποιους συμμαθητές θα διάλεγες για να παίξεις;
2. Ποιους συμμαθητές θα διάλεγες για βοηθούς αν έπαιζες ένα οποιοδήποτε μαθηματικό παιχνίδι;
3. Ποιους συμμαθητές θα διάλεγες για βοηθούς αν έπαιζες το παιχνίδι NIM;

Για τον προσδιορισμό των ατόμων που επέλεξαν οι μαθητές χρησιμοποιήθηκε η τεχνική των υποδείξεων (peer nominations), όπου οι μαθητές καταγράφουν τα ονόματα των μαθητών που επιλέγουν. Επίσης, καθορίστηκε ρητά το ανώτατο όριο επιλογών, με κάθε μαθητή να μπορεί να επιλέξει το ανώτατο τρεις συμμαθητές για κάθε ερώτηση (Frederickson & Furnham, 1998 ` Τσούτσια, 2013). Στις παραπάνω ερωτήσεις ζητήθηκε από τους μαθητές να κάνουν μόνο θετικές υποδείξεις, με μόνη εξαίρεση την πρώτη ερώτηση, όπου επετράπη στους μαθητές να κάνουν και αρνητικές υποδείξεις εφόσον επιθυμούσαν. Αν και δεν υπάρχουν εμπειρικά δεδομένα που να το επιβεβαιώνουν (Leung & Silberling, 2006), υπήρξε η ανησυχία μήπως οι αρνητικές υποδείξεις οδηγήσουν σε αύξηση της διαπροσωπικής σύγκρουσης μέσα στην τάξη και γι' αυτό δεν αποφεύχθηκε η πρακτική αυτή. Ο λόγος που στην πρώτη ερώτηση επετράπη να γίνουν αρνητικές υποδείξεις είναι μεθοδολογικός, καθώς οι αρνητικές υποδείξεις επιτρέπουν την ανάδειξη των επιμέρους κοινωνιομετρικών κατηγοριών (δημοφιλείς, απορριπτέοι, παραμελημένοι, αμφιλεγόμενοι, ουδέτεροι μαθητές) που μπορεί να προκύψουν από την εφαρμογή της κοινωνιομετρικής μεθόδου (Steenbeek & van Geert, 2007), κατηγορίες που θεωρήθηκε ότι θα είναι χρήσιμες για την καλύτερη περιγραφή των συμμετεχόντων. Σε κάθε περίπτωση, πριν από την επίδοση των κοινωνιομετρικών δοκιμασιών ο ερευνητής ξεκαθάρισε στους μαθητές ότι τα δεδομένα που θα προκύψουν είναι εμπιστευτικά και δεν πρόκειται να ανακοινωθούν σε κανέναν (Soponaru et al, 2014).

3.7.9 Κρίσεις εκπαιδευτικών

Πέρα από την αξιοποίηση γραπτής δοκιμασίας για την εκτίμηση της μαθηματικής ικανότητας επίλυσης προβλήματος, στο πλαίσιο της διατριβής χρησιμοποιήθηκε και ένας πρόσθετος τρόπος εκτίμησης της συγκεκριμένης ικανότητας. Πρόκειται για την

αξιοποίηση των κρίσεων των ίδιων των εκπαιδευτικών που δίδαξαν τους μαθητές, οι οποίοι και κλήθηκαν να εκτιμήσουν αυτή την ικανότητα των μαθητών τους.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί ότι υπάρχει πλήθος βιβλιογραφικών αναφορών σε σχέση με το κατά πόσον οι εκτιμήσεις που κάνουν οι εκπαιδευτικοί για την ακαδημαϊκή ικανότητα των μαθητών τους θα πρέπει να θεωρούνται ως έγκυρες και αξιόπιστες. Υπάρχουν μελετητές που αποδέχονται τις κρίσεις των εκπαιδευτικών ως έγκυρες και που βασίζουν την αποδοχή τους στο επιχείρημα ότι οι εκπαιδευτικοί λόγω της συνεχούς ενασχόλησης και συνύπαρξής τους με τους μαθητές, έχουν αποκτήσει μια ολιστική και πολυδιάστατη εικόνα για κάθε μαθητή τους και για την επίδοσή του στα επιμέρους μαθήματα. Η εικόνα αυτή θεωρείται πιο ποιοτική και αξιόπιστη σε σχέση με εκείνη που προκύπτει από τις απαντήσεις που δίνουν οι μαθητές στις εκάστοτε γραπτές δοκιμασίες (standardized test) που υποβάλλονται (Martínez, Stecher & Borko, 2009).

Ωστόσο, υπάρχει και η αντίθετη άποψη, η οποία και αμφισβητεί την αξιοπιστία των εκτιμήσεων που κάνουν οι εκπαιδευτικοί για τους μαθητές. Καταρχήν, τονίζεται το γεγονός ότι κάθε εκπαιδευτικός αντιλαμβάνεται με διαφορετικό τρόπο την έννοια της αξιολόγησης και ως εκ τούτου είναι αναμενόμενο να υπάρχουν διαφοροποιήσεις ως προς τις πρακτικές αξιολόγησης που επιλέγονται. Το τελευταίο καθιστά προβληματική τη σύγκριση των εκτιμήσεων διαφορετικών εκπαιδευτικών (Brookhart, 2013). Υποστηρίζεται ότι είναι δύσκολο για τους εκπαιδευτικούς όταν διατυπώνουν τις κρίσεις τους, να διαχωρίσουν το κομμάτι «σχολική επίδοση» από άλλες μεταβλητές όπως η προσωπικότητα του μαθητή και η συμπεριφορά του μέσα στην τάξη. Επιπλέον, είναι πιθανόν η εκτίμηση των εκπαιδευτικών να μην είναι ορθή λόγω περιορισμένης γνώσης τους για το πεδίο που αξιολογούν (Perry & Meisels, 1996).

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, θεωρήθηκε χρήσιμο να γίνει αξιοποίηση των κρίσεων των εκπαιδευτικών, οι οποίες θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως μία συμπληρωματική μέθοδο συλλογής δεδομένων. Επιπρόσθετα, κρίθηκε ενδιαφέρον να εξεταστεί ο βαθμός συσχέτισης ανάμεσα σε αυτές τις εκτιμήσεις και στα αντίστοιχα αποτελέσματα της γραπτής δοκιμασίας για την εκτίμηση της γενικότερης ικανότητας επίλυσης προβλημάτων των μαθητών, στοιχείο που έχει απασχολήσει τη διεθνή βιβλιογραφία και στο παρελθόν (Hoge & Coladarzi, 1989).

Ακολουθώντας τις υποδείξεις των Perry & Meisels (1996), χρησιμοποιήθηκε η άμεση διαδικασία μέτρησης των κρίσεων των εκπαιδευτικών, η οποία έχει ως εξής. Αρχικά παρουσιάστηκε στους εκπαιδευτικούς η γραπτή μαθηματική δοκιμασία που κατασκευάστηκε στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας και στη συνέχεια ζητήθηκε από αυτούς να εκτιμήσουν (χρησιμοποιώντας 10βάθμια κλίμακα: 0-10) την επίδοση που θεωρούν ότι θα σημειώσει κάθε μαθητής στη δοκιμασία αυτή.

ΕΝΟΤΗΤΑ 3Η - ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8Ο
ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Μετά την παρουσίαση των μεθόδων συλλογής δεδομένων, στο παρόν κεφάλαιο γίνεται αναφορά στους τρόπους ανάλυσης των δεδομένων αυτών.

3.8.1 Μελέτη της συμμετοχής των μαθητών στις διαλογικές δραστηριότητες

α) ποσοτική προσέγγιση

Για τη μελέτη της συμμετοχής των μαθητών στις διαλογικές δραστηριότητες (συζήτηση στην ολομέλεια και συζήτηση σε online περιβάλλον σύγχρονης επικοινωνίας) αξιοποιήθηκαν τόσο ποσοτικές όσο και πιο ποιοτικές προσεγγίσεις.

Ένα στοιχείο που αξιοποιήθηκε ήταν η καταμέτρηση των συνεισφορών των μαθητών. Στην περίπτωση των συζητήσεων ολομέλειας, μονάδα ανάλυσης αποτέλεσε η σειρά (turn). Ως σειρά, σύμφωνα με τους Kneser, Pilkington & Treasure-Jones (2001, 67) ορίζεται, "*η συνεισφορά που κάνει κάποιος σε μια συζήτηση, η οποία οριοθετείται ως εξής: αρχίζει από τη στιγμή που το άτομο αυτό ξεκινάει να μιλάει και ολοκληρώνεται όταν το άτομο αυτό σταματήσει να μιλάει*". Αντίστοιχα, στην περίπτωση των συζητήσεων σε περιβάλλον chat, μονάδα ανάλυσης αποτέλεσε η συνεισφορά που οριοθετείται από την έναρξη πληκτρολόγησης ενός μηνύματος μέχρι και την υποβολή του με πάτημα του πλήκτρου Enter (McLoughlin & Mynard, 2009).

Επειδή οι συνεισφορές των μαθητών, ποσοτικά τουλάχιστον, δεν είναι ομοιόμορφες (υπάρχουν μαθητές που συνεισφέρουν μονολεκτικά και άλλοι που διατυπώνουν ολόκληρα κείμενα), προστέθηκε μια ακόμα καταμέτρηση. Συγκεκριμένα μετρήθηκε το σύνολο των λέξεων που συνθέτουν την κάθε συνεισφορά (πλήθος λέξεων ανά μήνυμα), κάτι που κατέστησε δυνατόν το μετέπειτα υπολογισμό του πλήθους των λέξεων (raw words per student) που συνολικά χρησιμοποίησε στα μηνύματά του ο κάθε μαθητής (O'Connor et al, 2017).

Ωστόσο, οι παραπάνω μετρήσεις, αδυνατούν από μόνες τους να δώσουν μια ολοκληρωμένη εικόνα του τρόπου με τον οποίο οι μαθητές συμμετείχαν στις συζητήσεις, καθώς δεν υπάρχει πληροφόρηση για την ποιότητα του περιεχομένου των συνεισφορών των μαθητών (Shaul, 2007). Για το λόγο αυτό κρίθηκε απαραίτητο η συμμετοχή των μαθητών να αξιολογηθεί και με πιο ποιοτικού χαρακτήρα κριτήρια.

β) ποιοτική προσέγγιση

- ανάλυση των διαλόγων στις συζητήσεις που έγιναν στην ολομέλεια της τάξης

Η αρχική σκέψη κατά το στάδιο ανάλυσης των συγκεκριμένων διαλόγων, ήταν η ανάλυση περιεχομένου να βασιστεί σε κάποιο σχήμα κατηγοριοποίησης που ήδη

υπάρχει στη σχετική με το θέμα της έρευνας βιβλιογραφία (Stahl, 2009). Προκρίθηκε η αξιοποίηση του σχήματος κατηγοριοποίησης που ανέπτυξαν οι Back, Mannila & Wallin (2010) σε έρευνά τους όπου έκαναν ανάλυση περιεχομένου σε γραπτά μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, σύμφωνα με το οποίο το υπό μελέτη υλικό συνοψίστηκε στις ακόλουθες πέντε κατηγορίες μαθηματικών επεξηγήσεων:

- διατύπωση υποθέσεων
- μη τεκμηριωμένες δηλώσεις
- αναφορά κανόνων
- περιγραφή διαδικασίας
- διατύπωση προσωπικών ερμηνειών

Στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας, σημειώνεται ότι η παραπάνω ανάλυση δεν έγινε στο σύνολο των εκφορών, αλλά πραγματοποιήθηκε για το μέρος των εκφορών που κρίθηκαν ως ικανές να αποκαλύψουν τη σκέψη και τους συλλογισμούς των μαθητών[27]. Αυτή η επιλογή, που εμπεριέχει το στοιχείο της υποκειμενικότητας του ερευνητή, είναι μια πρακτική που προτείνεται από τον Powell και τους συνεργάτες του στο αναλυτικό μοντέλο της ανάπτυξης μαθηματικής σκέψης που έχουν διαμορφώσει (Powell et al, 2003) και γίνεται για λόγους πρακτικούς, ώστε η ανάλυση να εστιαστεί στα λεγόμενα «σημαντικά γεγονότα» (critical events).

- ανάλυση των διαλόγων στις συζητήσεις που έγιναν στο περιβάλλον chat

1ο επίπεδο ανάλυσης :
σχήμα κατηγοριοποίησης με βάση τη λεκτική πράξη που επιτελούν τα μηνύματα

Κατά αντιστοιχία με όσα αναφέρθηκαν προηγουμένως, από το πλήθος των μηνυμάτων που παρήγαν οι μαθητές στο πλαίσιο της συμμετοχής τους στις συζητήσεις στο online περιβάλλον σύγχρονης επικοινωνίας (chat), ήταν σημαντικό με κάποια διαδικασία «φιλτραρίσματος» να εντοπιστούν τα μηνύματα εκείνα που εμπεριέχουν ενδείξεις μαθηματικής σκέψης και να αφαιρεθεί ο υπόλοιπος όγκος των μηνυμάτων, πρακτική που απαντάται στη βιβλιογραφία (Pratt & Back, 2009).

Για το σκοπό αυτό, σε πρώτη φάση, ύστερα από αναδίφηση στη σχετική βιβλιογραφία και τον εντοπισμό σχετικών σχημάτων κατηγοριοποίησης (Hennessy et al,

[27] Συγκεκριμένα, αφού ο γράφων εντόπισε τις εκφορές που θεώρησε ότι δεν παρουσιάζουν ενδιαφέρον για περαιτέρω ανάλυση (π.χ. ανολοκλήρωτες προτάσεις που διακόπηκαν και έτσι στερούνται νοήματος – ακατάληπτες φράσεις λόγω κακής ηχοληψίας κ.λπ.), το ίδιο έπραξε και ο συνεργάτης που είχε το ρόλο του δεύτερου βαθμολογητή (rater). Στη συνέχεια τα δεδομένα διασταυρώθηκαν (ποσοστό συμφωνίας 94.7%) και αφαιρέθηκαν (από τη συνέχεια της ανάλυσης) όλες οι εκφορές που και οι δύο βαθμολογητές θεώρησαν ότι δεν έχουν ενδιαφέρον. Στις λίγες περιπτώσεις (συνολικά 17) που υπήρχε ασυμφωνία μεταξύ των δύο βαθμολογητών για το αν η εκφορά παρουσιάζει ενδιαφέρον, οι εν λόγω εκφορές δε λήφθηκαν υπόψη περαιτέρω και δεν αποτέλεσαν αντικείμενο ανάλυσης στη συνέχεια (βλ. παράρτημα Γ9-1 για τον υπολογισμό του συντελεστή Kappa που δείχνει τη συμφωνία μεταξυ των βαθμολογητών).

2016 ΄ Murphy, 2013), πάρθηκε η απόφαση να χρησιμοποιηθεί το σχήμα που παρουσιάζεται στη συνέχεια, με τη βοήθεια του οποίου τα μηνύματα των μαθητών κατηγοριοποιούνται σε ομάδες, ανάλογα με τη λεκτική πράξη (speech act) την οποία φαίνεται να επιτελούν (Gautam et al, 2018). Πρόκειται για ένα σχήμα κατηγοριοποίησης που έχει αναπτυχθεί από το Institute for Intelligent Systems του Πανεπιστημίου στο Memphis. Το σχήμα περιλαμβάνει συνολικά 39 κατηγορίες, οι οποίες ομαδοποιημένες σε ομοειδή σύνολα (clusters) συγκροτούν τις παρακάτω κατηγορίες λεκτικών πράξεων (D'Mello et al, 2015):

- δηλώσεις (statements): μηνύματα που περιλαμβάνουν πληροφορίες σχετικά με το θέμα συζήτησης (στην περίπτωση της παρούσας εργασίας μηνύματα με εν δυνάμει μαθηματικό περιεχόμενο)
- ερωτήσεις (questions): περιπτώσεις που οι μαθητές αναζητούν πληροφορίες από τους υπόλοιπους συμμετέχοντες διατυπώνοντας ερωτήματα
- παρακλήσεις (requests): μηνύματα που διατυπώνουν οι μαθητές μέσα από τ οποία επιδιώκουν την ενεργοποίηση - εμπλοκή άλλων συμμετεχόντων στη συζήτηση
- αντιδράσεις (reactions): σύντομης έκτασης αποκρίσεις σε ερωτήσεις ή παρακλήσεις που έχουν προηγουμένως διατυπωθεί από άλλους
- εκφράσεις αξιολογικού χαρακτήρα (expressive evaluations): μηνύματα όπου ο μαθητής εκφράζει μια υποκειμενική γνώμη ή μια στάση απέναντι σε κάτι
- μετα-δηλώσεις (meta-statements): δηλώσεις των μαθητών που αφορούν τη διαδικασία της επικοινωνίας που λαμβάνει χώρα – μεταγνωστικές δηλώσεις
- χαιρετισμοί (greetings)
- άλλες: μηνύματα που δεν εντάσσονται σε κάποια από τις παραπάνω κατηγορίες

Από τις παρακάτω κατηγορίες, αποκλείστηκαν από τη συνέχεια της ανάλυσης τα μηνύματα που είχαν σχέση με χαιρετισμούς, παρακλήσεις και με έκφραση αξιολογικής κρίσης, καθώς διαπιστώθηκε (από τη μελέτη του συνόλου των μηνυμάτων αυτών) ότι δεν υπήρχε κάποια ένδειξη μαθηματικής σκέψης στα μηνύματα αυτά. Όσον αφορά τα υπόλοιπα μηνύματα, ακολούθησε μια δεύτερη φάση ανάλυσης.

2ο επίπεδο ανάλυσης :
σχήμα κατηγοριοποίησης με βάση την ύπαρξη ή μη μαθηματικού περιεχομένου

Για τη μελέτη της ποιότητας της συμμετοχής αναζητήθηκε ένα σχήμα κατηγοριοποίησης με τη βοήθεια του οποίου θα ήταν εφικτό να διαφοροποιηθούν εκείνες οι εκφορές που εμπεριέχουν στοιχεία και ενδείξεις αποκαλυπτικά της συλλογιστικής που ακολουθήθηκε από τους μαθητές, από τις υπόλοιπες (λιγότερο επεξεργασμένες) εκφορές. Μέσα από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας εντοπίστηκαν δύο σχήματα κατηγοριοποίησης που θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν. Αρχικά υπήρξε η σκέψη χρησιμοποίησης αποκλειστικά του σχήματος κωδικοποίησης που αξιοποιήθηκε

στην έρευνα των Pimentel & McNeill (2013), το οποίο κωδικοποιεί τις εκφορές των μαθητών με τον ακόλουθο τρόπο:

- Κωδικός 3 : εκφορές όπου γίνεται σαφής ο συλλογισμός (reasoning) και η σκέψη των μαθητών και επομένως υπάρχει μια βαθύτερη επεξεργασία και μια προσπάθεια παροχής επεξηγήσεων γύρω από τις δηλώσεις που διατυπώνονται
- Κωδικός 2 : εκφορές όπου οι μαθητές κάνουν δηλώσεις και ολοκληρωμένες σκέψεις, χωρίς ωστόσο να τις τεκμηριώνουν δίνοντας επεξηγήσεις και αποκαλύπτοντας τους συλλογισμούς που οδήγησαν στις δηλώσεις αυτές
- Κωδικός 1 : μονολεκτικές απαντήσεις – σύντομες (μη ολοκληρωμένες) φράσεις
- Κωδικός 0 : μη αποδεκτές απαντήσεις , δηλαδή εκτός θέματος εκφορές ή προτάσεις που δεν προσφέρουν τίποτα στη συζήτηση

Ωστόσο, ήδη από το προηγούμενο στάδιο ανάλυσης, έχουν αποκλειστεί τα μηνύματα που είναι μονολεκτικές απαντήσεις, επομένως ο κωδικός 1 του παραπάνω σχήματος θεωρήθηκε περιττός. Αντίθετα, στο παραπάνω σχήμα δεν υπάρχει πρόβλεψη για την κατηγοριοποίηση των μηνυμάτων εκείνων που περιλαμβάνουν λανθασμένους συλλογισμούς ή που δεν περιλαμβάνουν κανενός είδους επεξηγήσεις (μηνύματα που είναι αυθαίρετες δηλώσεις). Έτσι, εξετάστηκε ένα άλλο σχήμα κατηγοριοποίησης που χρησιμοποίησε πρόσφατα η Song (2015). Η συγκεκριμένη ερευνήτρια, βασίστηκε στο έργο των Brophy & Good, και διαχώρισε τις συνεισφορές των συμμετεχόντων, με βάση την ορθότητα του περιεχομένου τους, στις ακόλουθες κατηγορίες:

- σωστές - ολοκληρωμένες αποκρίσεις (correct responses)
- μερικώς σωστές – μη ολοκληρωμένες αποκρίσεις (incomplete – partially correct)
- λανθασμένες αποκρίσεις (incorrect)

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω και μελετώντας άλλες εργασίες που χρειάστηκε να γίνει μια παρόμοια διαδικασία (Lin, 2018) και ύστερα από προκαταρκτικές προσπάθειες κωδικοποίησης των δεδομένων, κρίθηκε πιο ουσιαστικό να χρησιμοποιηθεί ένα σχήμα κωδικοποίησης που συνδυάζει χρήσιμες κατηγορίες των παραπάνω δύο σχημάτων. Το συγκεκριμένο σχήμα κωδικοποίησης περιλαμβάνει τις ακόλουθες τέσσερις κατηγορίες:

- [κωδικός 3]: σωστές – ολοκληρωμένες αποκρίσεις (αντιστοιχεί στην κατηγορία «Κωδικός 3» του σχήματος των Pimentel & McNeill)
- [κωδικός 2]: μερικώς σωστές – μη ολοκληρωμένες αποκρίσεις (αντιστοιχεί στην κατηγορία «Κωδικός 2»)
- [κωδικός 1]: λανθασμένες αποκρίσεις και αποκρίσεις που δεν περιλαμβάνουν κανενός είδους προσπάθεια επεξήγησης - τεκμηρίωσης
- [κωδικός 0]: μη αποδεκτές απαντήσεις, δηλαδή εκτός θέματος εκφορές ή προτάσεις που δεν προσφέρουν τίποτα στη συζήτηση.

Σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις όπου έγινε ανάλυση περιεχομένου και διαχωρισμός των επιμέρους μηνυμάτων σε κατηγορίες, λήφθηκε μέριμνα για την εξασφάλιση της αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων (Γεωργούσης, 1999). Έτσι, όπως έγινε αντιληπτό και προηγουμένως (βλ. ανάλυση των διαλόγων στις συζητήσεις που έγιναν στην ολομέλεια), ο διαχωρισμός των μηνυμάτων σε κατηγορίες έγινε τόσο από το γράφοντα, όσο και από έναν ακόμα βαθμολογητή - συνεργάτη[28], στον οποίο δόθηκαν οι απαραίτητες επεξηγήσεις σχετικά με το σχήμα κατηγοριοποίησης που χρησιμοποιήθηκε (Γαλάνης, 2013). Στη συνέχεια έγινε εκτίμηση του ποσοστού συμφωνίας (αξιοπιστία μεταξύ βαθμολογητών – inter-raters reliability), με χρήση του συντελεστή κάππα (kappa coefficient) και στις περιπτώσεις που δεν υπήρχε αρχικά συμφωνία μέσα από συζήτηση προέκυψε η τελική επιλογή.

3.8.2 Μελέτη και ανάλυση της επιχειρηματολογίας των μαθητών

α) αξιοποίηση του σχήματος του Toulmin

Χρησιμοποιήθηκε το σχήμα του Toulmin για την ανάλυση και αξιολόγηση των επιχειρημάτων των μαθητών, σε συνδυασμό με τα επιχειρηματολογικά σχήματα που προτείνουν οι Walton, Reed και Macagno. Η περιγραφή τους έχει ήδη γίνει στο θεωρητικό μέρος της διατριβής και έτσι δε γίνεται άλλη αναφορά στο παρόν εδάφιο.

β) θεματική ανάλυση

Χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση των δεδομένων που προέκυψαν από την εφαρμογή του πρωτοκόλλου του ομιλούντος υποκειμένου (think aloud protocol) και των δεδομένων που προέκυψαν από τις συνεντεύξεις. Με τη μέθοδο αυτή γίνεται λεπτομερής ανάλυση των ερευνητικών δεδομένων, σε μια προσπάθεια να εντοπιστούν και να περιγραφούν επαναλαμβανόμενα νοηματικά μοτίβα ή αλλιώς «θέματα» (Ίσαρη & Πουρκός, 2015 ` Clarke & Braun, 2013). Σύμφωνα με τους Braun & Clarke (2006, 82) *τα «θέματα» συλλαμβάνουν κάτι σημαντικό για τα δεδομένα σε σχέση πάντοτε με το υπό εξέταση ερευνητικό ερώτημα»* και είναι αυτή ακριβώς η αίσθηση του σημαντικού (και όχι κάποιο ποσοτικό κριτήριο) που οδηγεί τον ερευνητή στον εντοπισμό τους.

Τα «θέματα» μπορεί να προκύψουν με επαγωγική διαδικασία (ανάλυση από κάτω προς τα πάνω), περίπτωση κατά την οποία η μελέτη των δεδομένων οδηγεί στη

[28] Κατά τη διαδικασία επιλογής του ατόμου αυτού θεωρήθηκε σημαντικό να κατέχει ένα μαθηματικό υπόβαθρο και επίσης να διαθέτει διδακτική εμπειρία, καθώς κάτι τέτοιο εικάστηκε ότι θα το βοηθούσε στο να εντοπίσει ευκολότερα στις εκφορές των μαθητών (οι οποίες συχνά συνίστανται σε προτάσεις ελλειπτικές – ιδιοσυγκρασιακές) στοιχεία σχετικά με το υπό διερεύνηση ζήτημα, δηλαδή το είδος συμπεριφορών επίλυσης μαθηματικού προβλήματος που παρουσιάζουν (Yee, 1993). Με βάση τα παραπάνω, ως βαθμολογητής επιλέχτηκε ο Γιώργος Αναγνωστάκης, εκπαιδευτικός ΠΕ70 και κάτοχος μεταπτυχιακού διπλώματος του Π.τ.Δ.Ε. του Πανεπιστημίου Κρήτης, τον οποίο ευχαριστώ θερμά για την τεράστια βοήθεια που προσέφερε.

δημιουργία των συγκεκριμένων κατηγοριών (data driven). Μία εναλλακτική είναι η παραγωγική διαδικασία (ανάλυση από πάνω προς τα κάτω), οπότε και τα «θέματα» βασίζονται σε κάποιο ήδη υπάρχον θεωρητικό πλαίσιο (analyst - theory driven) που υπαγορεύει τις κατηγορίες που μπορεί να προκύψουν (Braun & Clarke, 2006). Δεν αποκλείεται, επίσης, τα «θέματα» να προκύπτουν από το συνδυασμό των παραπάνω προσεγγίσεων (επαγωγική και παραγωγική ανάλυση), προσέγγιση που επιχειρήθηκε να υιοθετηθεί στην παρούσα εργασία.

3.8.3 Συμπληρωματικές αναλύσεις

α) ανάλυση των παρτίδων ΝΙΜ

Μέσα από την καταγραφή (σε μορφή αρχείων εικόνας – screenshots) των παιχνιδιών των μαθητών έγινε δυνατή η ανάλυση των λαθών που έγιναν κατά τη διάρκεια των παιχνιδιών. Έγινε περιγραφική στατιστική ανάλυση, στην οποία αναφέρεται ο μέσος όρος λαθών στις επιμέρους εκδοχές του παιχνιδιού, αλλά και επαγωγική στατιστική ανάλυση (χρήση στατιστικού κριτηρίου t για εξαρτημένα δείγματα) για τη μελέτη των διαφορών που προέκυψαν στις διαφορετικές φάσεις της διδακτικής παρέμβασης. Η στατιστική ανάλυση έγινε με τη βοήθεια του στατιστικού προγράμματος SPSS (Statistical Package for the Social Sciences - version 21).

Επιπρόσθετα, η μελέτη των στιγμιότυπων κατέστη εφικτή την ανάλυση των διαφορετικών στρατηγικών που φάνηκε να χρησιμοποιούν οι μαθητές κατά την έναρξη των παιχνιδιών ή και κατά το στάδιο ολοκλήρωσής τους. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε ουσιαστικά είναι ένα είδος θεματικής ανάλυσης, κατά την οποία επιχειρήθηκε να γίνει λεπτομερής ανάλυση των δεδομένων και να εντοπιστούν και να περιγραφούν επαναλαμβανόμενα μοτίβα – στρατηγικές παιξίματος.

β) ανάλυση των γραπτών δοκιμασιών

Τέλος, επαγωγική στατιστική ανάλυση έγινε και στις γραπτές δοκιμασίες στις οποίες υποβλήθηκαν οι συμμετέχοντες (δοκιμασία μαθηματικής ικανότητας, δοκιμασία ΝΙΜ) προκειμένου να διαπιστωθεί αν υπήρξαν διαφοροποιήσεις στις επιδόσεις των μαθητών κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης. Επιπρόσθετα σε αρκετές περιπτώσεις έγινε ανάλυση συσχέτισης (regression analysis) προκειμένου να διαπιστωθεί ο βαθμός συσχέτισης ανάμεσα στις επιδόσεις των μαθητών στις γραπτές δοκιμασίες και σε άλλους παράγοντες όπως η αυτοπεποίθηση, το ενδιαφέρον τους για παιχνίδια στρατηγικής κ.ά. Για τη στατιστική ανάλυση, χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) Student version 21.0.

ΕΝΟΤΗΤΑ 3Η - ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9Ο
ΔΕΟΝΤΟΛΟΓΙΚΑ ΖΗΤΗΜΑΤΑ (ETHICAL CONSIDERATIONS)

Όπως ήδη αναφέρθηκε, η προτεινόμενη διδακτική παρέμβαση πραγματοποιήθηκε στο σχολικό τμήμα στο οποίο εκείνη τη χρονική περίοδο δίδασκε ο γράφων. Το σχολικό έτος 2014-15, που έλαβε χώρα η έρευνα, σύμφωνα με το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών που ήταν σε ισχύ, προβλεπόταν το διδακτικό αντικείμενο της «ευέλικτης ζώνης», το οποίο κάλυπτε 2 διδακτικές ώρες του εβδομαδιαίου ωρολογίου προγράμματος της Ε΄ τάξης. Στο πλαίσιο της «ευέλικτης ζώνης», ο εκπαιδευτικός είχε τη δυνατότητα (και υποχρέωση) να «τρέξει» ένα καινοτόμο πρόγραμμα δικής του επιλογής. Το παραπάνω διευκόλυνε το γράφοντα, αφού μπόρεσε να υλοποιήσει την προτεινόμενη διδακτική παρέμβαση στο πλαίσιο του μαθήματος ευέλικτης ζώνης. Για να συμβεί αυτό, πραγματοποιήθηκε προηγουμένως συνάντηση με τους γονείς των μαθητών του τμήματος, στην οποία οι τελευταίοι ενημερώθηκαν με λεπτομέρεια για τη διδακτική παρέμβαση και για το γεγονός ότι κατά τη διάρκειά της θα γινόταν καταγραφή και συλλογή δεδομένων που θα αξιοποιούνταν στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής.

Με δεδομένη την πρόθεση να ενσωματωθούν στη διδακτική παρέμβαση online περιβάλλοντα μάθησης, εμφανίστηκε το ζήτημα της προστασίας των προσωπικών δεδομένων των μαθητών, αφού συνήθως τα δεδομένα που παρέχουν οι μαθητές online έχουν δημόσιο χαρακτήρα και υπάρχει δυνατότητα πρόσβασης σε αυτά από άτομα εκτός εκείνων που μετέχουν στη μαθησιακή διαδικασία. Επειδή το παραπάνω έρχεται σε σύγκρουση με το νομικό πλαίσιο για την προστασία προσωπικών δεδομένων (μ.2472/1997) καθώς και με τον Ομοσπονδιακό Νόμο για τα Οικογενειακά Εκπαιδευτικά Δικαιώματα και το Απόρρητο (FERPA - Family Educational Rights and Privacy Act – 1974) που αποτελεί σημείο αναφοράς[29], κρίθηκε απαραίτητο να γίνει σχετική ενημέρωση στους γονείς των μαθητών και να μοιραστεί ένα κείμενο για συναίνεση συμμετοχής στην έρευνα (informed consent letter), το οποίο ζητήθηκε να επιστραφεί υπογεγραμμένο. Το σχετικό έντυπο που μοιράστηκε στους γονείς παρατίθεται στο παράρτημα της διατριβής (παράρτημα Β7) και επηρεάστηκε από αντίστοιχα κείμενα που χρησιμοποιήθηκαν σε άλλες έρευνες που μελετήθηκαν (Hodges & Hunger, 2011 ΄ Weaver et al, 2005)[30].

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι οι συμμετέχοντες μαθητές ήταν ενήμεροι πως όλες οι συζητήσεις καταγράφονται. Ο ερευνητής φρόντισε να καταστήσει σαφές ότι πέρα από πρακτικούς λόγους (ανάγκη καταγραφής για λόγους μετέπειτα ανάλυσης), η καταγραφή

---

[29] Οι πληροφορίες αυτές αντλήθηκαν από τον Ενημερωτικό Κόμβο Πανελληνίου Σχολικού Δικτύου «Ασφάλεια στο Διαδίκτυο» (http://internet-safety.sch.gr/index.php/articles/teach/item/295-32 - τελευταία προσπέλαση 25 Ιανουαρίου, 2016).

[30] Σημειώνεται ότι οι γονείς στο σύνολό τους δέχτηκαν πρόθυμα να συμμετέχουν οι μαθητές σε όλες τις δραστηριότητες της διδακτικής παρέμβασης, με μοναδική εξαίρεση τους γονείς της μαθήτριας με το ψευδώνυμο “Διαγώνιος”, οι οποίοι δεν ήθελαν η κόρη τους να συμμετέχει στις συζητήσεις chat (κάτι που έγινε σεβαστό από τον ερευνητή) μολονότι δεν είχαν αντίρρηση στο να παρευρίσκεται στο χώρο και να παρακολουθεί την όλη δράση.

γίνεται γιατί ο ίδιος θεωρεί σημαντικές τις συζητήσεις αυτές και τους συλλογισμούς που διατυπώνονται. Πρόκειται για μια πρακτική, που σύμφωνα με τις McFeetors και Palfy, μπορεί να λειτουργήσει θετικά και να οδηγήσει τους μαθητές στο να δώσουν μεγαλύτερη σημασία στις συνεισφορές τους στις συζητήσεις για τα παιχνίδια αυτά, βελτιώνοντας έτσι την ποιότητα των μαθηματικών συλλογισμών τους (McFeetors & Palfy, 2017).

ΕΝΟΤΗΤΑ 3Η - ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10Ο
ΟΠΤΙΚΗ (POSITIONING) ΤΟΥ ΕΡΕΥΝΗΤΗ

Στις έρευνες που ακολουθούν την ποιοτική προσέγγιση, θεωρείται ιδιαίτερα σημαντικό, πριν την παρουσίαση των αποτελεσμάτων της έρευνας, να γίνεται σαφής αναφορά στην ιδιαίτερη οπτική του ερευνητή (researcher position), ιδίως όταν ο ερευνητής συμμετέχει και με άλλες ιδιότητες (π.χ. εκπαιδευτικός) στην ερευνητική διαδικασία (Ke, 2008). Μία εκτενής αναφορά στη θεωρητική προοπτική του ερευνητή και συγκεκριμένα στο θέμα του πώς αντιλαμβάνεται τη διαδικασία της μάθησης γενικότερα και τη μαθηματική διδασκαλία ειδικότερα έγινε στο εισαγωγικό κεφάλαιο του θεωρητικού μέρους. Στο παρόν εδάφιο προστίθενται πληροφορίες περισσότερο πρακτικού χαρακτήρα σχετικά με τη σχέση του ερευνητή με τις νέες τεχνολογίες και τη διαδικασία σχεδιασμού και ανάπτυξης λογισμικού, καθώς επίσης και πληροφορίες για την εκπαιδευτική του εμπειρία και τις πρακτικές που χρησιμοποιεί στη διδασκαλία των μαθηματικών.

Ο ερευνητής διαθέτει εμπειρία στην κατασκευή εφαρμογών πολυμέσων, την οποία απέκτησε κατά τη διάρκεια των προπτυχιακών του σπουδών. Οι περισσότερες από αυτές τις εφαρμογές υλοποιήθηκαν με την αξιοποίηση του συγγραφικού εργαλείου Authorware της Macromedia. Αντίθετα, η εξοικείωσή του με τη χρήση γλωσσών προγραμματισμού είναι αρκετά μικρότερη, με μοναδική σχετική εμπειρία την παρακολούθηση ενός σεμιναρίου Visual Basic που προσφέρθηκε στο πανεπιστήμιο για ένα εξάμηνο. Ο ερευνητής δεν είχε καμία γνώση σχετικά με τη γλώσσα προγραμματισμού java που τελικά χρησιμοποιήθηκε για το σχεδιασμό και ανάπτυξη της ψηφιακής εκδοχής του παιχνιδιού NIM. Συνολικά, μπορεί να θεωρηθεί ότι υπάρχει μια θετική προδιάθεση και μια σχετική ευχέρεια στη χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών, η οποία δικαιολογείται σε μεγάλο βαθμό από το γεγονός ότι ο ερευνητής από μικρή ηλικία είχε διαρκή επαφή με τους υπολογιστές λόγω της επαγγελματικής ενασχόλησης του πατέρα του (αναλυτής προγραμματιστής).

Ανάλογα θετική είναι και η στάση του γράφοντος απέναντι στα μαθηματικά, κάτι που μάλλον καθορίστηκε από τις ευχάριστες εμπειρίες που αποκόμισε κατά τη σχολική του φοίτηση. Μέρος αυτών των ευχάριστων εμπειριών υπήρξε η ενασχόληση με λογικούς και μαθηματικούς γρίφους, η οποία ξεκίνησε από τις μικρές τάξεις του δημοτικού σχολείου και συνεχίστηκε και εκτός σχολικού περιβάλλοντος. Ως εκ τούτου, δεν προκαλεί έκπληξη η προθυμία του γράφοντος να ασχοληθεί στο πλαίσιο της διατριβής με ένα παιχνίδι στρατηγικής και να αναπτύξει μια διδακτική παρέμβαση γύρω από αυτό στο πλαίσιο της διδασκαλίας των μαθηματικών, ούτε και η απόφασή του να δημιουργήσει μια ψηφιακή εκδοχή του παιχνιδιού αυτού.

Τέλος, είναι χρήσιμο να αναφερθεί ότι ο ερευνητής (ως εκπαιδευτικός) την περίοδο εφαρμογής της διδακτικής παρέμβασης στη σχολική τάξη (σχολικό έτος 2014-15), συμπλήρωνε διδακτική εμπειρία 6 ετών (4 χρόνια σε Ε’ και 2 χρόνια σε ΣΤ’ τάξη).

Στο διάστημα αυτό, όσον αφορά το κομμάτι της διδασκαλίας των μαθηματικών, ο εν λόγω εκπαιδευτικός, κατά καιρούς χρησιμοποίησε μαθηματικούς γρίφους και παιχνίδια στρατηγικής, χωρίς ωστόσο αυτό να γίνεται συστηματικά και συνήθως για περιορισμένα χρονικά διαστήματα. Η ενασχόληση με τα στοιχεία αυτά, περισσότερο ήταν ένα είδος επιβράβευσης των μαθητών για τη γενικότερη προσπάθειά τους στα μαθηματικά και ένας τρόπος για να εξάψει το ενδιαφέρον τους για το μάθημα αυτό. Αντίθετα, συστηματικότερη υπήρξε η χρήση του εργαλείου της συζήτησης στη διδασκαλία, με τους μαθητές να παρακινούνται διαρκώς (κυρίως σε περιπτώσεις επίλυσης λεκτικών προβλημάτων) να ανταλλάσσουν ιδέες και να σχολιάζουν προτάσεις και λύσεις. Τέλος, οι τεχνολογίες της πληροφορίας και της επικοινωνίας δεν αποτελούσαν ουδέποτε προτεραιότητα κατά το σχεδιασμό της διδασκαλίας των μαθηματικών για το συγκεκριμένο εκπαιδευτικό και όποτε χρησιμοποιούνταν είχαν συμπληρωματικό – επικουρικό χαρακτήρα.

ΕΝΟΤΗΤΑ 4^{Η}
ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Στην παρούσα ενότητα της διατριβής γίνεται παρουσίαση των αποτελεσμάτων της έρευνας. Το γεγονός ότι χρησιμοποιήθηκαν πολλές μέθοδοι συλλογής δεδομένων οδήγησε στη συγκέντρωση ενός μεγάλου όγκου δεδομένων, καθιστώντας δύσκολο εγχείρημα τη συνολική παράθεσή τους. Τα ερευνητικά ερωτήματα που διατυπώθηκαν στο σχετικό κεφάλαιο με την παρουσίαση της μεθοδολογίας, ουσιαστικά αποτέλεσαν τον οδηγό για την οργάνωση των δεδομένων αυτών και καθόρισαν τη δομή της παρουσίασης των αποτελεσμάτων που ακολουθεί.

Λαμβάνοντας υπόψη το πρώτο ερευνητικό ερώτημα, στην ενότητα αυτή επιχειρείται να δοθεί μια όσο το δυνατόν πιο λεπτομερής περιγραφή της δραστηριότητας που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της προτεινόμενης διδακτικής παρέμβασης. Προς αυτήν την κατεύθυνση, αρχικά, στο ***πρώτο κεφάλαιο***, γίνεται μια συνοπτική αναφορά σε στοιχεία που παρέχουν ενδείξεις για το κατά πόσον το παιχνίδι NIM κέντρισε το ενδιαφέρον των μαθητών. Στη συνέχεια, στο ***δεύτερο κεφάλαιο***, αξιοποιούνται δεδομένα που καταγράφηκαν από το λογισμικό και παρέχονται πληροφορίες - στατιστικά στοιχεία για τα παιχνίδια που διεξήχθησαν, με εκτενείς αναφορές σε τρόπους παιξίματος και στρατηγικές που φαίνεται να χρησιμοποίησαν οι μαθητές. Έπειτα, στο ***τρίτο κεφάλαιο***, μέσα από την παρουσίαση ποσοτικών και ποιοτικών δεδομένων, αναδεικνύονται οι διαφορετικοί τρόποι συμμετοχής των μαθητών στις διαλογικές δραστηριότητες της παρέμβασης. Έμφαση δίνεται στην παρουσίαση εκείνων των συνεισφορών των μαθητών που έχουν μαθηματικό ενδιαφέρον και φανερώνουν ύπαρξη μαθηματικής σκέψης, στοιχείο που παραπέμπει στο δεύτερο ερευνητικό ερώτημα της παρούσας διατριβής.

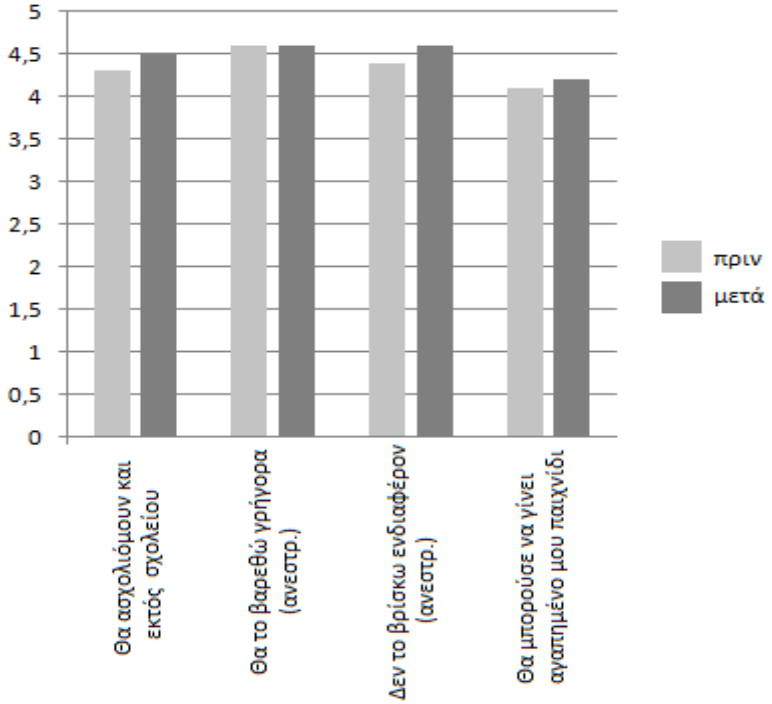
Στη συνέχεια, εστιάζοντας περαιτέρω σε αυτό το ερευνητικό ερώτημα, δίνεται έμφαση στην παρουσίαση στοιχείων που σχετίζονται με την ανάδειξη της μαθηματικής σκέψης των μαθητών. Έτσι, στο ***τέταρτο κεφάλαιο***, εξετάζεται το κατά πόσον η διδακτική παρέμβαση οδήγησε στην εμφάνιση μαθηματικής μάθησης, μέσα από τον έλεγχο της επίδοσης των μαθητών στις γραπτές δοκιμασίες που χρησιμοποιήθηκαν, σε σχέση επιπρόσθετα και με ορισμένους παράγοντες που θεωρήθηκε ότι μπορεί να επηρεάζουν την επίδοση των μαθητών σε αυτές. Έπειτα, στο ***πέμπτο κεφάλαιο***, παρουσιάζονται παραδείγματα μαθηματικών συλλογισμών που διατυπώθηκαν από τους μαθητές και επιχειρείται ο προσδιορισμός των βασικών επιχειρηματολογικών σχημάτων στα οποία οι μαθητές καταφεύγουν προκειμένου να στηρίξουν τα συμπεράσματά τους. Επιπλέον, γίνεται αναφορά σε ορισμένα ζητήματα μαθηματικού ενδιαφέροντος σε σχέση με το συγκεκριμένο παιχνίδι (NIM) που τέθηκαν από τους μαθητές στις συζητήσεις.

Τέλος, η ενότητα των αποτελεσμάτων ολοκληρώνεται με την παρουσίαση ορισμένων πορτρέτων (vignettes) μαθητών, οι οποίοι έχουν ενδιαφέρον σε σχέση με το πώς δραστηριοποιούνται στο πλαίσιο της προτεινόμενης διδακτικής παρέμβασης και σε σχέση με τα οφέλη που φαίνεται να αποκομίζουν από την όλη διαδικασία.

ΕΝΟΤΗΤΑ 4^{Η} - ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^{Ο}
ΤΟ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΠΑΙΧΝΙΔΙ NIM

Το κατά πόσον οι μαθητές βρήκαν ενδιαφέρον το παιχνίδι NIM ελέγχθηκε τόσο κατά την έναρξη της διδακτικής παρέμβασης, όσο και μετά την ολοκλήρωσή της, με επίδοση σχετικού ερωτηματολογίου (παράρτημα Β4). Οι μαθητές, σύμφωνα με τις απαντήσεις τους κατά την πρώτη επίδοση του ερωτηματολογίου (χρησιμοποιήθηκαν ερωτήσεις likert-type πεντάβαθμης κλίμακας), βρήκαν άμεσα το παιχνίδι ενδιαφέρον, δηλώνοντας ανάμεσα σε άλλα ότι θα ασχολιόντουσαν με το παιχνίδι και εκτός σχολείου (μέσος όρος 4,3 με ανώτερο σκορ το 5) και συμφωνώντας ότι το παιχνίδι αυτό θα μπορούσε να γίνει ένα από τα αγαπημένα τους παιχνίδια (μέσος όρος 4,1), θεωρώντας μάλλον απίθανο να το βαρεθούν γρήγορα (μέσος όρος 4,6 μετά την αναστροφή της κλίμακας).

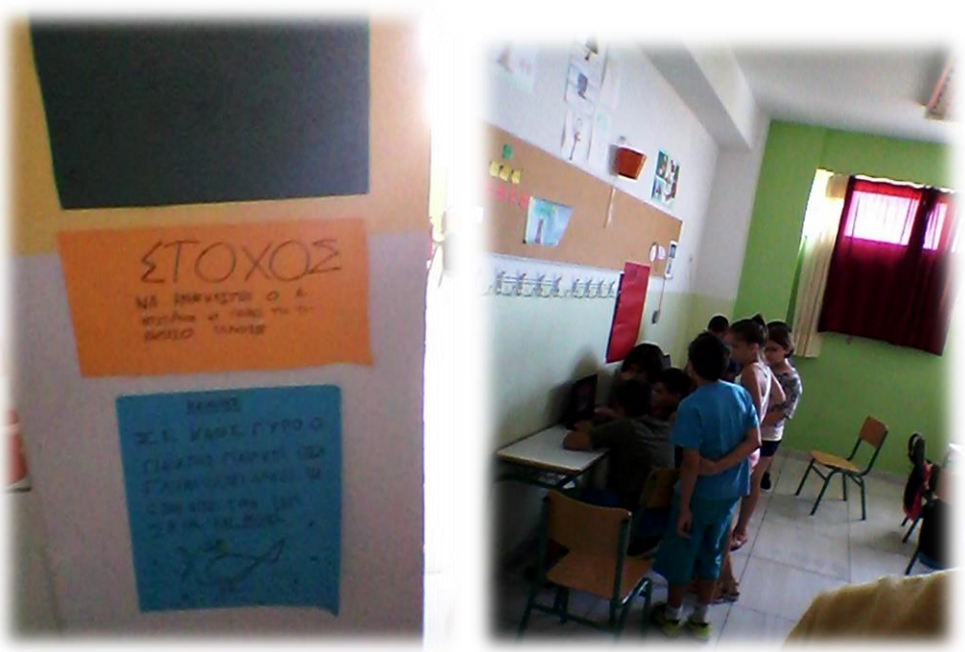
Το ενδιαφέρον του παιχνιδιού διατηρήθηκε σε αντίστοιχα (και λίγο πιο) υψηλά επίπεδα και μετά την ολοκλήρωση της διδακτικής παρέμβασης και την παρέλευση, επομένως, ενός διαστήματος περίπου 3 μηνών. Όπως φαίνεται στο γράφημα που ακολουθεί, οι απαντήσεις των μαθητών στα τέσσερα σχετικά με το ζήτημα του ενδιαφέροντος αντικείμενα του ερωτηματολογίου στην επαναληπτική επίδοσή του, είναι παρόμοιες.



Γράφημα 1 : Αντικείμενα ερωτηματολογίου για τη διερεύνηση του ενδιαφέροντος των μαθητών για το παιχνίδι NIM: μέσοι όροι κατά την αρχική (πριν) και κατά την επαναληπτική (μετά) επίδοση του ερωτηματολογίου.

Οι ελαφρώς υψηλότερες τιμές που σημειώνονται στην επαναληπτική δοκιμασία δεν κρίνονται ως μια στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση με βάση το στατιστικό κριτήριο που χρησιμοποιήθηκε (κριτήριο t για εξαρτημένα δείγματα). Λόγω των αρχικών υψηλών τιμών που σημειώθηκαν, ήταν πολύ δύσκολο να συμβεί κάτι τέτοιο (Ρούσσος & Τσαούσης, 2002). Ωστόσο, θα πρέπει να θεωρηθεί ιδιαίτερα σημαντικό το γεγονός ότι το ενδιαφέρον διατηρήθηκε σε υψηλά επίπεδα, καθώς θα μπορούσε η επαναλαμβανόμενη και ιδιαίτερα εντατική ενασχόληση των μαθητών με το παιχνίδι για χρονικό διάστημα τριών μηνών, να επέφερε κούραση.

Ένα άλλο στοιχείο που δείχνει ότι οι μαθητές φάνηκε να αναπτύσσουν ένα κοινό ενδιαφέρον γύρω από το παιχνίδι NIM είναι το ακόλουθο. Στο συγκεκριμένο σχολείο, στο τέλος του σχολικού έτους, υπήρχε η συνήθεια οι μαθητές των μεγαλύτερων τάξεων να διοργανώνουν εκδήλωση για τους μαθητές των μικρότερων τάξεων. Οι μαθητές επέλεξαν να χρησιμοποιήσουν το παιχνίδι NIM και διοργάνωσαν μια «ημέρα NIM» κατά την οποία τα υπόλοιπα παιδιά του σχολείου επισκέπτονταν την ειδικά διαμορφωμένη αίθουσα της τάξης και έπαιζαν παρτίδες NIM (σταθμός παιχνιδιού). Αυτό συνέβη καθώς, με βάση τα λεγόμενά τους, θεώρησαν ότι το παιχνίδι είναι διασκεδαστικό και ταυτόχρονα η εκμάθηση των βασικών του κανόνων είναι μια μάλλον εύκολη υπόθεση. Οι ίδιοι οι μαθητές ανέλαβαν να «διδάξουν» τους μικρότερους μαθητές, τόσο προφορικά (πρόσωπο με πρόσωπο) όσο και δημιουργώντας σχετικές αφίσες που τοιχοκόλλησαν στην είσοδο της αίθουσας, όπως φαίνεται στις εικόνες που ακολουθούν.



Εικόνα 48 : Φωτογραφίες από την εκδήλωση «ημέρα NIM» που οργάνωσαν οι μαθητές που συμμετείχαν στην έρευνα στο πλαίσιο των εορτασμών για την ολοκλήρωση του σχολικού έτους.

Πέρα από τα παραπάνω, υπάρχει και ένα ακόμα σύνολο πληροφοριών που παρέχει ενδείξεις ότι το παιχνίδι NIM αντιμετωπίστηκε θετικά από τους μαθητές. Οι πληροφορίες αυτές προέκυψαν κατά κύριο λόγο μέσα από την παρατήρηση των συμμετεχόντων και καταγράφηκαν στο ημερολόγιο (reflective journal) που ο ερευνητής κρατούσε καθόλο το διάστημα διεξαγωγής της έρευνας.

Χωρίς να επιδιώκεται να υπάρξει εξαντλητική παράθεση τέτοιων πληροφοριών, στη συνέχεια γίνεται μια επιλεκτική αναφορά σε ορισμένα σχετικά επεισόδια. Το πρώτο αφορά στην περίπτωση της μαθήτριας με το ψευδώνυμο "Πολλαπλασιασμός", η οποία σε ανύποπτη φάση (σε μια άτυπη, καθημερινή συνομιλία που είχε με τον εκπαιδευτικό) αποκάλυψε ότι το παιχνίδι της ήταν τόσο ενδιαφέρον, που συνέχιζε να παίζει και εκτός σχολείου με μέλη της οικογένειάς της. Μάλιστα, δεδομένου ότι για λόγους μεθοδολογικούς ο ερευνητής δεν είχε δώσει τη ψηφιακή εκδοχή του παιχνιδιού στους μαθητές για να τη χρησιμοποιήσουν από το σπίτι τους, η μαθήτρια λειτούργησε πρακτικά και δημιούργησε μια εκδοχή του παιχνιδιού χρησιμοποιώντας όσπρια ως αντικείμενα, ώστε να μπορεί να παίζει με τους δικούς της.

Ένα άλλο στοιχείο που δείχνει τον ενθουσιασμό των μαθητών είναι η περίπτωση μεταφερόμενων μαθητών, που στο διάστημα που παρέμεναν στο σχολείο περιμένοντας το λεωφορείο που θα τους μετέφερε στο σπίτι, ζητούσαν από τον ερευνητή να παίξουν μεταξύ τους παρτίδες του παιχνιδιού.

Ως επιπρόσθετο στοιχείο που συνηγορεί στο ότι οι μαθητές φάνηκε να συμπάθησαν ιδιαίτερα το παιχνίδι είναι και η παρατήρηση ότι οι μαθητές ουδέποτε έδειξαν να δυσανασχετούν με τις διαλογικές δραστηριότητες της διδακτικής παρέμβασης, ακόμα και κατά τη β΄ φάση, οπότε και κάποιες δραστηριότητες είχαν πλέον επαναλαμβανόμενο χαρακτήρα και θα μπορούσαν να θεωρηθούν ως βαρετές. Οι μαθητές, επομένως, δείχνουν ότι έχουν όρεξη να μιλήσουν για το παιχνίδι NIM και να σχολιάσουν τρόπους παιξίματος και στρατηγικές. Φυσικά, το ενδιαφέρον ήταν πάντοτε εντονότερο και ο ενθουσιασμός μεγαλύτερος για τους μαθητές εκείνους, που έβλεπαν τα παιχνίδια που συμμετέχουν να αποτελούν αντικείμενο σχολιασμού σε αυτές τις διαλογικές δραστηριότητες.

.

ΕΝΟΤΗΤΑ 4^{Η} - ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^{Ο}
ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΠΑΡΤΙΔΕΣ – ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΠΑΙΞΙΜΑΤΟΣ

Η ενασχόληση των μαθητών με το παιχνίδι NIM αποτελεί το βασικό πυρήνα γύρω από τον οποίο στήθηκε η προτεινόμενη διδακτική παρέμβαση. Στο πρώτο μέρος του κεφαλαίου παρατίθενται στατιστικά στοιχεία αναφορικά με τις παρτίδες NIM που έλαβαν χώρα στο πλαίσιο αυτό, ενώ στη συνέχεια εξετάζονται οι τρόποι παιξίματος και οι στρατηγικές που χρησιμοποιούνται από τους συμμετέχοντες.

4.2.1 Στατιστικά Στοιχεία των παιχνιδιών

Με βάση το σχεδιασμό της προτεινόμενης διδακτικής παρέμβασης, οι μαθητές έπαιξαν συνολικά 160 παρτίδες NIM. Από αυτές οι 80 αφορούσαν την απλή εκδοχή του παιχνιδιού (στο εξής NIM_{135}) και οι υπόλοιπες 80 την πιο σύνθετη εκδοχή (στο εξής NIM_{1357}). Για κάθε εκδοχή του παιχνιδιού, οι 40 πρώτες παρτίδες πραγματοποιήθηκαν πριν οι μαθητές εμπλακούν με τις δραστηριότητες που προβλέπει η διδακτική παρέμβαση, ενώ οι υπόλοιπες 40 παρτίδες έγιναν μετά την ολοκλήρωσή της. Τα παραπάνω φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

	Χρονική Περίοδος Διεξαγωγής Παρτίδων		
Εκδοχή Παιχνιδιού	**Πριν** τη διδακτική παρέμβαση (πλήθος παιχνιδιών)	**Μετά** τη διδακτική παρέμβαση (πλήθος παιχνιδιών)	***Σύνολο***
Απλή - NIM_{135}	40	40	80
Σύνθετη – NIM_{1357}	40	40	80
Σύνολο	80	80	160

Πίνακας 2 : Πληροφορίες για το πλήθος των παρτίδων - παιχνιδιών NIM που έλαβαν χώρα στο πλαίσιο της παρούσας διδακτικής παρέμβασης.

4.2.1.1 Στατιστικά στοιχεία για την απλή εκδοχή του παιχνιδιού (NIM_{135})

Με δεδομένο ότι στην παρούσα έρευνα συμμετείχαν 20 μαθητές και διεξήχθησαν 80 παρτίδες NIM_{135}, προκύπτει ότι κάθε μαθητής έπαιξε ακριβώς 8 παρτίδες NIM_{135}, 4 εκ των οποίων έγιναν πριν την υλοποίηση των προτεινόμενων δραστηριοτήτων και 4 μετά. Με τη βοήθεια του πίνακα που ακολουθεί επιχειρείται να γίνει σύγκριση των στατιστικών στοιχείων μεταξύ των παραπάνω ομάδων παιχνιδιών, προκειμένου να διαπιστωθεί αν η διδακτική παρέμβαση οδήγησε σε βελτίωση της ποιότητάς τους.

Παιχνίδια πριν τη διδακτική παρέμβαση							Παιχνίδια μετά τη διδακτική παρέμβαση					
Δεσμίδα Παιχνιδιών	**Νικητής**	**Σύνολο Κινήσεων**	**Λάθος Κινήσεις (παίχτης W)**	**Λάθος Κινήσεις (παίχτης L)**	**Λάθος Κινήσεις (σύνολο)**		**Δεσμίδα Παιχνιδιών**	**Νικητής**	**Σύνολο Κινήσεων**	**Λάθος Κινήσεις (παίχτης W)**	**Λάθος Κινήσεις (παίχτης L)**	**Λάθος Κινήσεις (σύνολο)**
1η	3/10	4,5	1,2	0,5	1,7		5η	6/10	6	0,7	0,3	1
2η	8/10	5,4	1,1	0,9	2		6η	6/10	5,8	0,4	0	0,4
3η	7/10	5,3	1	0,7	1,7		7η	4/10	6,2	0,9	0,3	1,2
4η	5/10	5,9	1,1	0,6	1,7		8η	8/10	5,8	0,6	0,4	1
	23/40	**5,3**	**1,1**	**0,7**	**1,8**			**24/40**	**6**	**0,65**	**0,25**	**0,9**

Πίνακας 3 : NIM_{135} - πληροφορίες για το νικητή, το σύνολο των κινήσεων που χρειάστηκαν για την ολοκλήρωση των παιχνιδιών και το πλήθος λαθών που σημειώθηκαν.

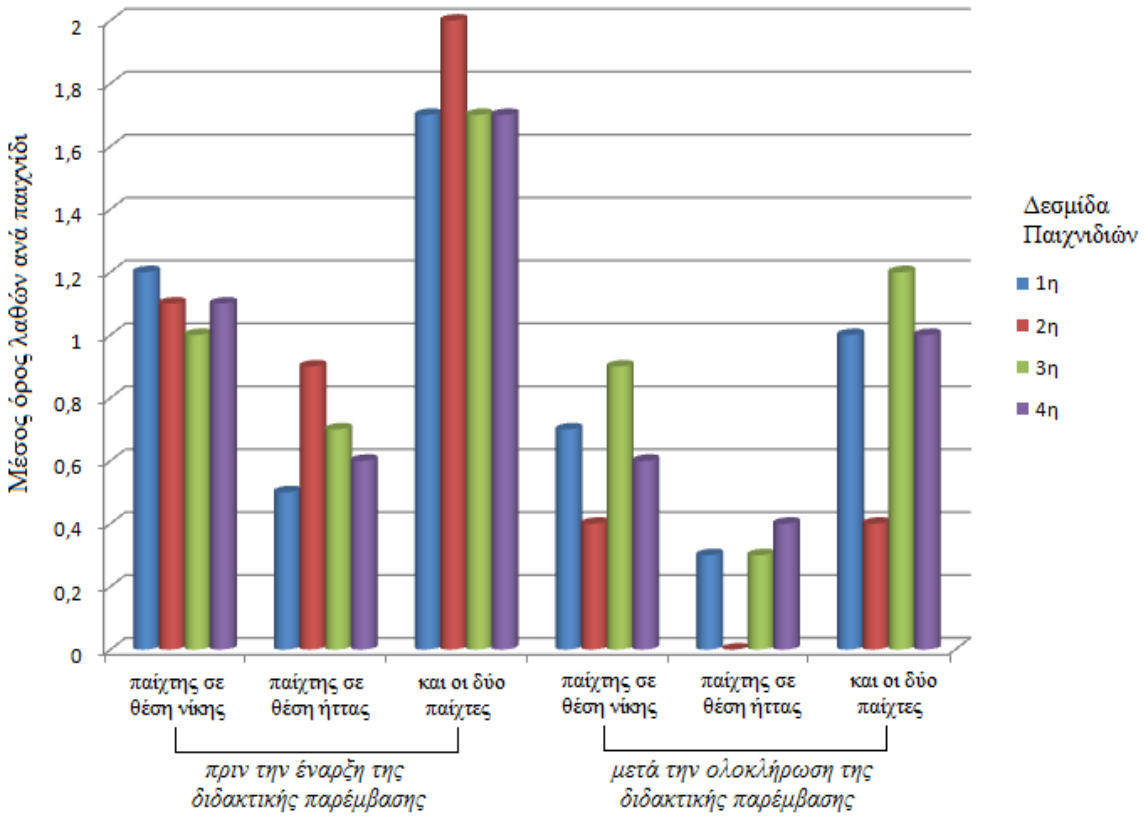
Όπως αναφέρθηκε ήδη, ο πίνακας χωρίζεται σε δύο περιοχές: στα «παιχνίδια πριν τη διδακτική παρέμβαση» και στα «παιχνίδια μετά τη διδακτική παρέμβαση». Σε καθεμία από τις περιοχές, στην πρώτη στήλη του πίνακα δίνονται πληροφορίες για τον αύξοντα αριθμό των παιχνιδιών (1η έως 8η δεσμίδα - δεκάδα παιχνιδιών). Στη δεύτερη στήλη φαίνεται σε μορφή δεκαδικού κλάσματος, σε τι μέρος των παιχνιδιών κέρδισε ο παίχτης που βάσει σχεδιασμού των παιχνιδιών έπρεπε να φτάσει στη νίκη[31]. Στην τρίτη στήλη γίνεται αναφορά στο σύνολο των κινήσεων (μέσος όρος) που χρειάστηκαν για την ολοκλήρωση των παιχνιδιών της δεσμίδας. Στις επόμενες τρεις στήλες υπάρχουν πληροφορίες για τον αριθμό των λαθών που κατά μέσο όρο έγιναν στο παιχνίδι από τον παίχτη που έπαιξε πρώτος (4η στήλη), από τον παίχτη που έπαιξε δεύτερος (5η στήλη) και από τους δύο παίχτες μαζί (6η στήλη). Τέλος, στην τελευταία γραμμή του πίνακα δίνονται οι μέσοι όροι (για τις στήλες 3 έως 6) και το άθροισμα για τη 2η στήλη.

Από τον πίνακα είναι εμφανές ότι τόσο πριν τη διδακτική παρέμβαση όσο και μετά, το ποσοστό των παιχτών που παίζουν πρώτοι και κατακτούν τη νίκη παραμένει ίδιο και σχετικά χαμηλό. Για τα πρώτα τέσσερα παιχνίδια είναι 57,5% (23/40), ενώ για τα επαναληπτικά είναι 60% (24/40), μολονότι στη συγκεκριμένη εκδοχή του NIM έχει πλεονέκτημα νίκης ο παίχτης που ξεκινάει πρώτος.

Το παραπάνω εύρημα υποδεικνύει ότι κατά τη διάρκεια των παιχνιδιών έγιναν λάθος κινήσεις, κατά κύριο λόγο από τον παίχτη που έπαιζε πρώτος. Ως «λάθος κίνηση» στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας, χαρακτηρίζεται η κίνηση εκείνη, που κάνει τον

[31] Όπως έχει επισημανθεί παραπάνω, το παιχνίδι NIM_{135} (η συγκεκριμένη εκδοχή που χρησιμοποιήθηκε) είναι σχεδιασμένο έτσι που ο παίχτης που παίζει πρώτος έχει πλεονέκτημα νίκης.

παίχτη που είχε πλεονέκτημα νίκης να βρίσκεται σε συνθήκη διαφαινόμενης ήττας. Από τον πίνακα φαίνεται ότι τόσο ο πρώτος όσο και ο δεύτερος παίχτης κατά τη διάρκεια των παιχνιδιών μείωσαν τον αριθμό των λαθών τους. Έτσι, ο πρώτος παίχτης από 1,1 λάθη ανά παιχνίδι κάνει στη συνέχεια 0,7 λάθη, ενώ ο δεύτερος από 0,7 λάθη ανά παιχνίδι πέφτει στα 0,3. Συνολικά, υπάρχει υποδιπλασιασμός των λαθών, από σχεδόν 1,8 λάθη ανά παιχνίδι αρχικά, σε 0,9 λάθη στα παιχνίδια που έγιναν μετά την ολοκλήρωση της διδακτικής παρέμβασης.



Γράφημα 2 : Ραβδογράμματα με το μέσο όρο των λαθών που σημείωσαν οι παίχτες (ανάλογα με τη σειρά παιξίματος αλλά και συνολικά) στο παιχνίδι NIM_{135}, πριν την έναρξη και μετά την ολοκλήρωση της διδακτικής παρέμβασης.

Όσον αφορά τον αριθμό των κινήσεων που χρειάζεται να γίνουν για την ολοκλήρωση των παιχνιδιών παρατηρείται μια μικρή αύξηση στα τελευταία παιχνίδια. Έτσι, ενώ πριν τη διδακτική παρέμβαση τα παιχνίδια ολοκληρώνονταν κατά μέσο όρο σε 5,3 κινήσεις, μετά τη διδακτική παρέμβαση τα παιχνίδια κατά μέσο όρο έχουν διάρκεια 6 κινήσεων. Το στοιχείο αυτό, σε συνδυασμό με τις πληροφορίες για τα λάθη, μπορεί να θεωρηθεί ως μία ένδειξη ότι τα επαναληπτικά παιχνίδια (μετά την υλοποίηση της παρέμβασης) ήταν κατά πάσα πιθανότητα πιο «ποιοτικά», αφού εμπεριείχαν λιγότερες λάθος κινήσεις και απαιτούσαν μεγαλύτερο αριθμό κινήσεων για την ολοκλήρωσή τους.

Από τα στατιστικά στοιχεία του πίνακα, για την παρούσα έρευνα ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχουν οι στήλες με τον αριθμό των λαθών ανά παιχνίδι και το κατά πόσον η διδακτική παρέμβαση οδήγησε στη μείωση τους στα επαναληπτικά παιχνίδια των μαθητών. Διατυπώθηκε η ακόλουθη υπόθεση:

H_0: Ο αριθμός των συνολικών λαθών που σημειώνονται στα παιχνίδια πριν την έναρξη της διδακτικής παρέμβασης δεν θα είναι διαφορετικός από εκείνον που σημειώνονται στα παιχνίδια μετά την ολοκλήρωσή της.

H_1: Ο αριθμός των συνολικών λαθών που σημειώνονται στα παιχνίδια πριν την έναρξη της διδακτικής παρέμβασης θα είναι διαφορετικός από εκείνον που σημειώνονται στα παιχνίδια μετά την ολοκλήρωσή της.

Ο έλεγχος της παραπάνω υπόθεσης έγινε με τη βοήθεια του στατιστικού κριτηρίου t για εξαρτημένα δείγματα. Πέρα από τον έλεγχο της παραπάνω υπόθεσης για τα συνολικά λάθη που σημειώνονται στα παιχνίδια πριν και μετά την παρέμβαση, ελέγχθηκαν αντίστοιχες υποθέσεις για τα λάθη του καθενός παίχτη ξεχωριστά (εκείνου που παίζει πρώτος και εκείνου που παίζει δεύτερος).

Από τον σχετικό πίνακα (παράρτημα Γ1) προκύπτει ότι επιβεβαιώνεται η εναλλακτική υπόθεση, ότι δηλαδή ο αριθμός των λαθών που σημειώνονται στα παιχνίδια μετά την ολοκλήρωση της διδακτικής παρέμβασης είναι διαφορετικός (μικρότερος) από τον αριθμό των λαθών που σημειώνονται πριν την έναρξη της διδακτικής παρέμβασης. Αυτό ισχύει τόσο για το σύνολο των λαθών και για τους δύο παίχτες [$t(39) = 4.307$, $p.=.000< 0.001$], όσο και για το σύνολο των λαθών κάθε παίχτη ξεχωριστά [$t(39) = 3.984$, $p = 0.000 < 0.001$ και $t(39)=3.597$, $p=0.001<0.05$ αντίστοιχα για τον πρώτο και τον δεύτερο παίχτη].

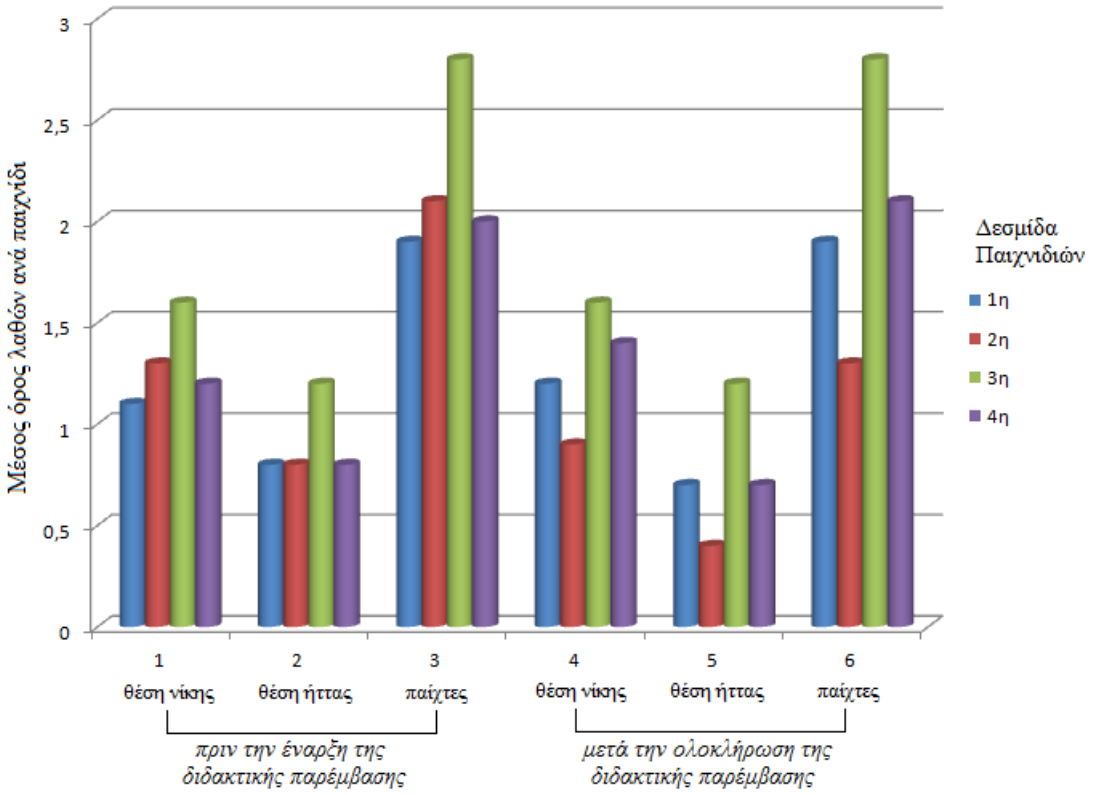
4.2.1.2 Στατιστικά στοιχεία για τη σύνθετη εκδοχή του παιχνιδιού (NIM_{1357})

Ο πίνακας που ακολουθεί είναι πανομοιότυπος με τον αντίστοιχο πίνακα που παρουσιάστηκε προηγουμένως για το παιχνίδι NIM_{135}[32]. Από τον πίνακα αυτό προκύπτει ότι στο NIM_{1357} η κατάσταση είναι διαφορετική. Τα παιχνίδια που γίνονται πριν την έναρξη της διδακτικής παρέμβασης έχουν παρόμοια στατιστικά στοιχεία με εκείνα που γίνονται μετά την ολοκλήρωση της παρέμβασης. Ο αριθμός των συνολικών λαθών και για τους δύο παίχτες είναι όμοιος (μέσος όρος σχεδόν δύο λαθών ανά παιχνίδι), ενώ το σύνολο των κινήσεων που χρειάζεται για να ολοκληρωθούν τα παιχνίδια είναι κοντά στον αριθμό 9 και για τις δύο περιπτώσεις.

[32] Η βασική διαφορά είναι ότι στον πίνακα για το παιχνίδι NIM_{1357}, ο παίχτης W (που βρίσκεται σε θέση με πλεονέκτημα νίκης) είναι ο παίκτης που παίζει δεύτερος, σε αντίθεση με τον πίνακα για το παιχνίδι NIM_{135} όπου ο παίχτης W ήταν ο παίκτης που έκανε την πρώτη κίνηση.

Παιχνίδια πριν τη διδακτική παρέμβαση							Παιχνίδια μετά τη διδακτική παρέμβαση					
Δεσμίδα Παιχνιδιών	**Νικητής**	**Σύνολο Κινήσεων**	**Λάθος Κινήσεις (παίχτης W)**	**Λάθος Κινήσεις (παίχτης L)**	**Λάθος Κινήσεις (σύνολο)**		**Δεσμίδα Παιχνιδιών**	**Νικητής**	**Σύνολο Κινήσεων**	**Λάθος Κινήσεις (παίχτης W)**	**Λάθος Κινήσεις (παίχτης L)**	**Λάθος Κινήσεις (σύνολο)**
1η	7/10	8,9	1,1	0,8	1,9		5η	5/10	9,1	1,2	0,7	1,9
2η	5/10	8,5	1,3	0,8	2,1		6η	5/10	8,9	0,9	0,4	1,3
3η	6/10	8,6	1,6	1,2	2,8		7η	6/10	8,8	1,6	1,2	2,8
4η	6/10	8,4	1,2	0,8	2		8η	3/10	8,7	1,4	0,7	2,1
	24/40	**8,6**	**1,3**	**0,9**	**2,2**			**19/40**	**8,9**	**1,3**	**0,8**	**2,1**

Πίνακας 4 : NIM_{1357} - πληροφορίες για το νικητή, το σύνολο των κινήσεων που χρειάστηκαν για την ολοκλήρωση των παιχνιδιών και το πλήθος λαθών που σημειώθηκαν.



Γράφημα 3 : Ραβδογράμματα με το μέσο όρο των λαθών που σημείωσαν οι παίχτες (ανάλογα με τη σειρά παιξίματος αλλά και συνολικά) στο παιχνίδι NIM_{1357}, πριν την έναρξη και μετά την ολοκλήρωση της διδακτικής παρέμβασης.

Η χρήση του στατιστικού κριτηρίου t (παράρτημα Γ2) έδειξε ότι οι μικρές διαφοροποιήσεις που παρατηρούνται δεν κρίνονται στατιστικά σημαντικές και

πιθανότατα δεν οφείλονται στην επίδραση της μεταβλητής (διδακτική παρέμβαση) αλλά είναι περισσότερο αποτέλεσμα τυχαίο. Η ομοιότητα που υπάρχει σε σχέση με το παιχνίδι NIM_{135} είναι ότι και πάλι δε φαίνεται να κερδίζει όσο συχνά θα ήταν αναμενόμενο, ο παίχτης που βάσει σχεδιασμού του παιχνιδιού έχει πλεονέκτημα για να κατακτήσει τη νίκη. Συγκεκριμένα, ο δεύτερος παίχτης (που υπό την προϋπόθεση ότι κάνει ιδανικές κινήσεις θα οδηγηθεί αναγκαστικά στη νίκη) κερδίζει σε 43 από τα 80 παιχνίδια, που αντιστοιχεί σε ποσοστό κοντά στο 55%.

4.2.1.3 Γενική Αποτίμηση

Από τα παραπάνω γίνεται σαφές ότι συνολικά στα παιχνίδια που έλαβαν χώρα, ο παίχτης που έχει πλεονέκτημα νίκης (ο πρώτος παίχτης στο NIM_{135} και ο δεύτερος στο NIM_{1357}) δεν εκμεταλλεύεται το πλεονέκτημα αυτό στις μισές σχεδόν περιπτώσεις. Επομένως, στις παρτίδες σημειώνονται λάθη, το οποίο είναι μάλλον φυσιολογικό, ιδιαίτερα όσον αφορά στις παρτίδες που διεξήχθησαν πριν την ενασχόληση των μαθητών με τις δραστηριότητες που προβλέπει η διδακτική παρέμβαση. Άλλωστε, οι μαθητές δεν είχαν καμία προηγούμενη εξοικείωση με το παιχνίδι NIM και επομένως είναι αναμενόμενο να κάνουν δοκιμές τρόπων παιξίματος κατά τη διάρκεια των παιχνιδιών τους και να οδηγούνται σε λάθη.

Ωστόσο, θα μπορούσε κανείς να υποθέσει ότι στις παρτίδες που έλαβαν χώρα μετά την ολοκλήρωση της διδακτικής παρέμβασης, η εικόνα θα ήταν διαφορετική. Ως προς αυτό, η κατάσταση διαφοροποιείται ανάλογα με την εκδοχή του παιχνιδιού (απλή – σύνθετη) που εξετάζεται κάθε φορά. Όσον αφορά την απλή εκδοχή, αν και πάλι δε νικάει συστηματικά ο παίχτης που παίζει πρώτος (απόρροια των πολλών λαθών που έγιναν στα πρώτα παιχνίδια), υπάρχουν ενδείξεις ότι η ποιότητα των παιχνιδιών βελτιώθηκε. Τέτοιες ενδείξεις είναι η μείωση των συνολικών λαθών που κάνει κάθε παίχτης σε κάθε παιχνίδι και η μικρή αύξηση των κινήσεων που απαιτούνται κατά μέσο όρο για την ολοκλήρωση κάθε παιχνιδιού.

Αντίθετα, αυτές οι ενδείξεις βελτίωσης δεν παρατηρούνται στην πιο σύνθετη εκδοχή του παιχνιδιού. Το στοιχείο αυτό υποδεικνύει ότι μάλλον ο βαθμός δυσκολίας του NIM_{1357} ήταν υψηλός για τους μαθητές και υπήρξε από πολλούς αδυναμία συνειδητοποίησης των ενδεδειγμένων τρόπων παιξίματος προς αποφυγήν των λαθών. Μάλιστα, τα περισσότερα από τα λάθη αυτά σημειώνονται στην αρχή των παρτίδων, προτού στο ταμπλό εμφανιστούν διατάξεις που να θυμίζουν την απλή εκδοχή του παιχνιδιού. Από αυτό μπορεί να εικαστεί ότι οι μαθητές ίσως δεν κατάφεραν, στο περιορισμένο χρονικό πλαίσιο που είχαν στη διάθεσή τους, να βγάλουν κάποιο συμπέρασμα σχετικά με ενδεδειγμένους τρόπους ξεκινήματος, σε αντίθεση με την απλή εκδοχή όπου φαίνεται να τα καταφέρνουν.

4.2.2 Τρόποι Παιξίματος - Στρατηγικές που χρησιμοποιήθηκαν στο ΝΙΜ

Στο παρόν εδάφιο το ενδιαφέρον επικεντρώνεται στη μελέτη των παιχνιδιών ΝΙΜ που συμμετείχαν οι μαθητές. Στόχος είναι η ανάδειξη των διαφόρων στρατηγικών που χρησιμοποίησαν οι μαθητές παίζοντας. Πέρα από την προσεκτική μελέτη και ανάλυση των κινήσεων των παιχνιδιών που έγινε από τον ερευνητή, υπήρξαν και άλλες συμπληρωματικές πηγές πληροφόρησης που βοήθησαν στο να υπάρξει μια πιο ξεκάθαρη εικόνα του τρόπου με τον οποίο οι μαθητές έπαιξαν. Πρόκειται για τις συνεντεύξεις των μαθητών, για τους διαλόγους τους στις συζητήσεις που έγιναν (είτε στην ολομέλεια της τάξης, είτε στο περιβάλλον chat) και για τις εκφορές (γραπτές ή προφορικές) που κατά καιρούς διατύπωσαν σχολιάζοντας παιχνίδια δικά τους ή των συμμαθητών τους. Η παρουσίαση γίνεται ξεχωριστά για την κάθε εκδοχή του παιχνιδιού.

4.2.2.1 Τρόποι παιξίματος στην απλή εκδοχή του παιχνιδιού - ΝΙΜ$_{135}$

4.2.2.1.1 Ξεκίνημα παιχνιδιού: η επιλογή της πρώτης κίνησης

Οι μαθητές φάνηκε να προβληματίζονται ιδιαίτερα με το ζήτημα της πρώτης κίνησης του παιχνιδιού. Πρόκειται για ένα θέμα που σκόπιμα τέθηκε προς συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης, για το οποίο θέμα γίνεται διεξοδικότερη αναφορά σε επόμενο κεφάλαιο της παρούσας ενότητας (βλ. εδάφιο 4.5.2.2).

Ο πίνακας που ακολουθεί δείχνει τις επιλογές που έκαναν οι μαθητές όσον αφορά την πρώτη κίνηση του παιχνιδιού, τόσο πριν όσο και μετά την ολοκλήρωση των δραστηριοτήτων της διδακτικής παρέμβασης.

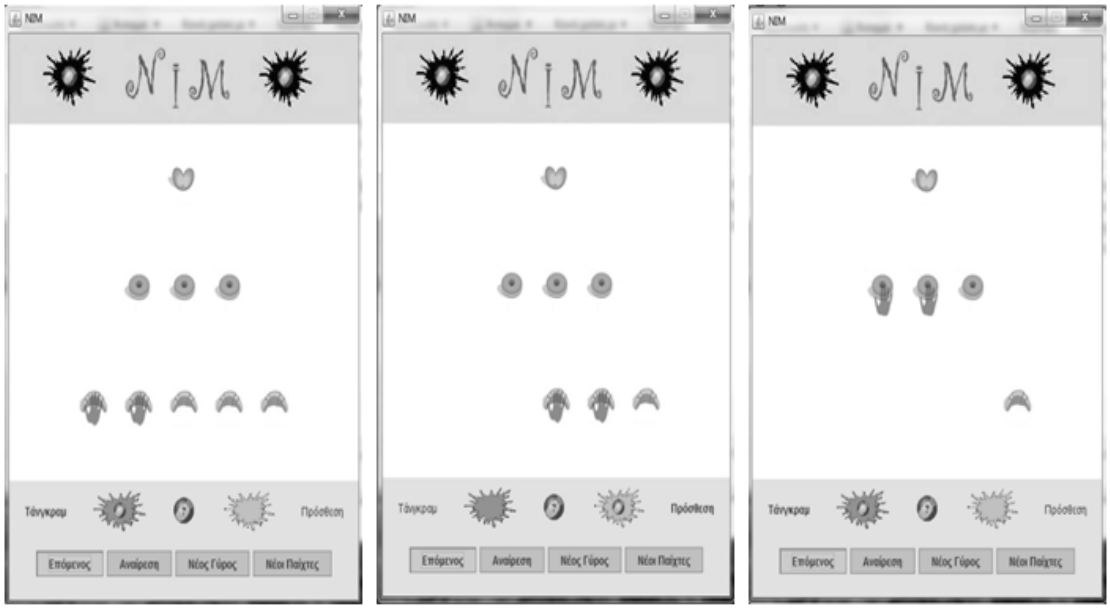
Περιγραφή 1^{ης} κίνησης (γλυκά που αφαιρέθηκαν)	*Πριν την ολοκλήρωση της διδακτικής παρέμβασης*			*Μετά την ολοκλήρωση της διδακτικής παρέμβασης*		
	F	Νίκες		F	Νίκες	
		F	%		f	%
Σειρά Βάσης (1 γλυκό)	1	1	100	1	0	0
Σειρά Βάσης (2 γλυκά)	15	10	66,7	10	4	40
Σειρά Βάσης (3 γλυκά)	5	3	60	21	16	76,2
Σειρά Βάσης (4 γλυκά)	5	2	40	3	1	33,3
Σειρά Βάσης (5 γλυκά)	2	0	0	0	0	-
Μεσαία Σειρά (1 γλυκό)	0	0	-	3	1	33,3
Μεσαία Σειρά (2 γλυκά)	1	1	100	2	2	100
Μεσαία Σειρά (3 γλυκά)	0	0	-	0	0	-
Σειρά Κορυφής (1 γλυκό)	11	7	63,6	0	0	-

Πίνακας 5 : Πληροφορίες ως προς την επιλογή της πρώτης κίνησης που έγινε στα παιχνίδια, πριν την έναρξη και μετά την ολοκλήρωση της διδακτικής παρέμβασης

- Ξεκίνημα με επιλογή δύο γλυκών της βάσης ως πρώτη κίνηση

Αν και πρόκειται για μια μη ιδανική κίνηση που παραχωρεί το πλεονέκτημα νίκης στον αντίπαλο, η εν λόγω κίνηση αποτέλεσε την πιο δημοφιλή επιλογή των μαθητών κατά το αρχικό στάδιο της διδακτικής παρέμβασης, καθώς 15 από τα 40 παιχνίδια ξεκίνησαν με την κίνηση αυτή. Ακόμα και μετά την ολοκλήρωση της παρέμβασης, ένας σημαντικός αριθμός μαθητών εξακολουθεί να ξεκινάει τα επαναληπτικά παιχνίδια του με την κίνηση αυτή (10/40 παιχνίδια).

Στα αρχικά παιχνίδια, σε πολλές περιπτώσεις (10/15 περιπτώσεις, ποσοστό επιτυχίας 66,7%) η επιλογή της κίνησης αυτής οδήγησε σε νίκη τον παίχτη που την έκανε. Αυτό συνέβη γιατί ο αντίπαλος υπέπεσε στην πορεία του παιχνιδιού σε λάθη που επέστρεψαν το πλεονέκτημα νίκης στον πρώτο παίχτη. Η πιο συνηθισμένη περίπτωση εξέλιξης παιχνιδιού με τη συγκεκριμένη πρώτη κίνηση, είναι αυτή που φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί. Αντίθετα, στα επαναληπτικά παιχνίδια, η επιλογή της κίνησης αυτής δεν είναι το ίδιο επιτυχημένη, αφού μόλις σε 4 από τις 10 περιπτώσεις οδήγησε σε νίκη τον παίχτη που προτίμησε να ξεκινήσει με αυτή.

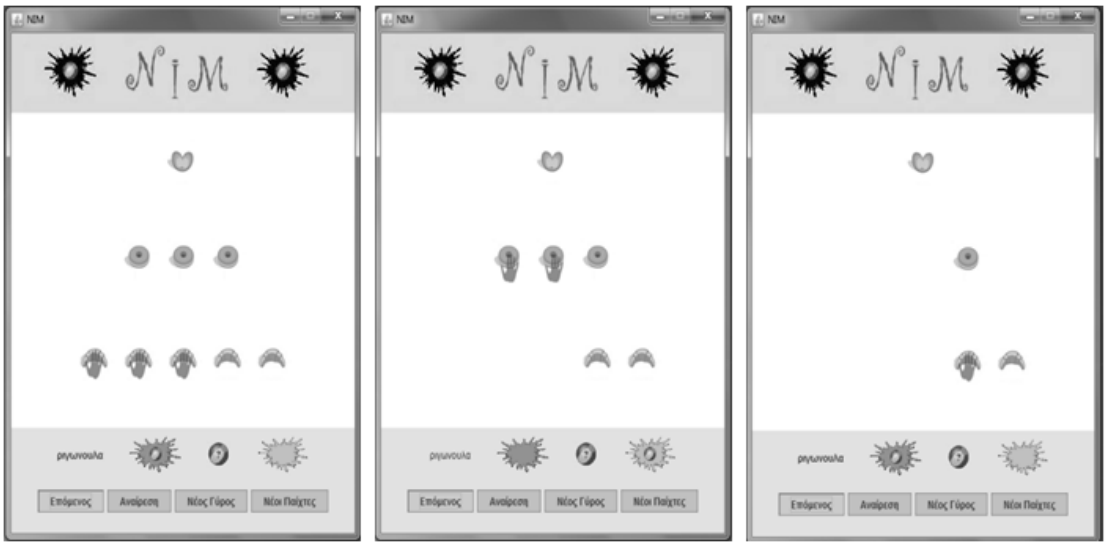


Εικόνα 49 : Στιγμιότυπα -screenshots- όπου φαίνονται οι τρεις πρώτες κινήσεις του παιχνιδιού μεταξύ των μαθητών "Τάνγκραμ" και "Πρόσθεση"

- Ξεκίνημα με επιλογή τριών γλυκών της βάσης ως πρώτη κίνηση

Πρόκειται για την ιδανική πρώτη κίνηση, η οποία διατηρεί για τον πρώτο παίχτη το πλεονέκτημα νίκης που εξ αρχής έχει. Οι μαθητές δε χρησιμοποίησαν σε πολλές περιπτώσεις την κίνηση αυτή, στα αρχικά τους παιχνίδια. Μάλιστα, στις 5 περιπτώσεις που ξεκίνησαν έτσι το παιχνίδι τους, μόλις στις 3 κατέληξαν σε νίκη, αφού στις υπόλοιπες υπέπεσαν σε λάθη σε μεταγενέστερη κίνησή τους. Αντίθετα, στα επαναληπτικά παιχνίδια, το ξεκίνημα αυτό γίνεται η δημοφιλέστερη επιλογή μεταξύ των

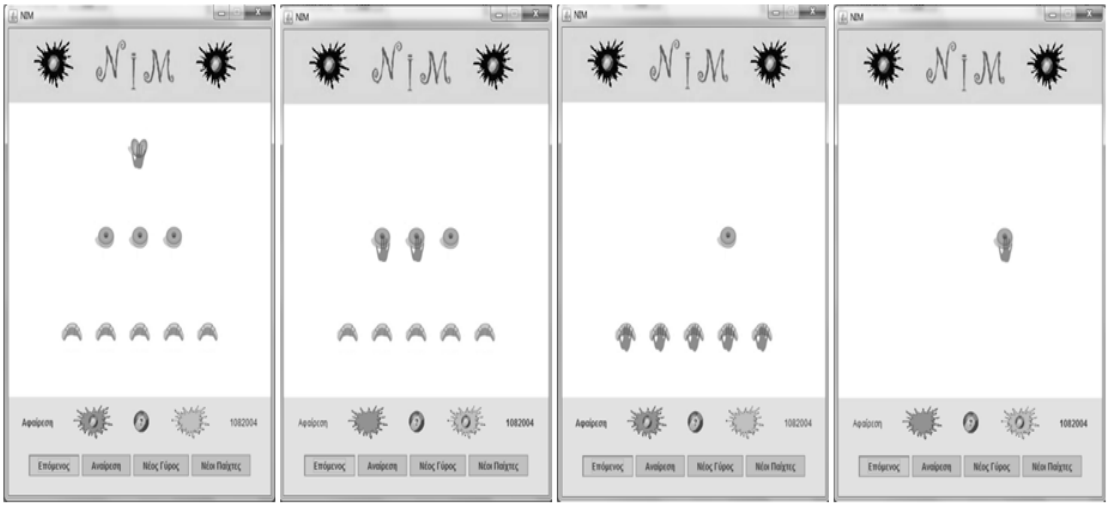
μαθητών. Περισσότερα από τα μισά παιχνίδια (21/40) ξεκινούν με την κίνηση αυτή, 16 εκ των οποίων έχουν επιτυχή κατάληξη για τον παίχτη που έπαιξε πρώτος. Η εικόνα που ακολουθεί δείχνει ένα χαρακτηριστικό παιχνίδι, στο οποίο (φυσιολογικά) κερδίζει ο πρώτος παίχτης.



Εικόνα 50: Στιγμιότυπα -screenshots- όπου φαίνονται οι τρεις πρώτες κινήσεις του παιχνιδιού μεταξύ των μαθητών "Πρόσθεση" και "Τριγωνούλα"

- Ξεκίνημα με επιλογή του γλυκού της κορυφής ως πρώτη κίνηση

Είναι η δεύτερη πιο δημοφιλής πρώτη κίνηση που καταγράφεται στα αρχικά παιχνίδια των μαθητών. Χρησιμοποιείται σε 11 από τα 40 παιχνίδια και, μολονότι μη ιδανική, σε 7 περιπτώσεις συνδυάζεται με νίκη του παίχτη που την προτίμησε (ποσοστό επιτυχίας 63,4%). Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται ένα παράδειγμα όπου ο αντίπαλος υποπίπτει σε σφάλμα ($2^{η}$ κίνηση του παιχνιδιού) και έτσι κερδίζει ο παίχτης που ξεκίνησε παίρνοντας το γλυκό της κορυφής.



Εικόνα 51: Στιγμιότυπα -screenshots- όπου φαίνονται οι τέσσερις πρώτες κινήσεις του παιχνιδιού μεταξύ των μαθητών "Αφαίρεση" και "ι1082004"

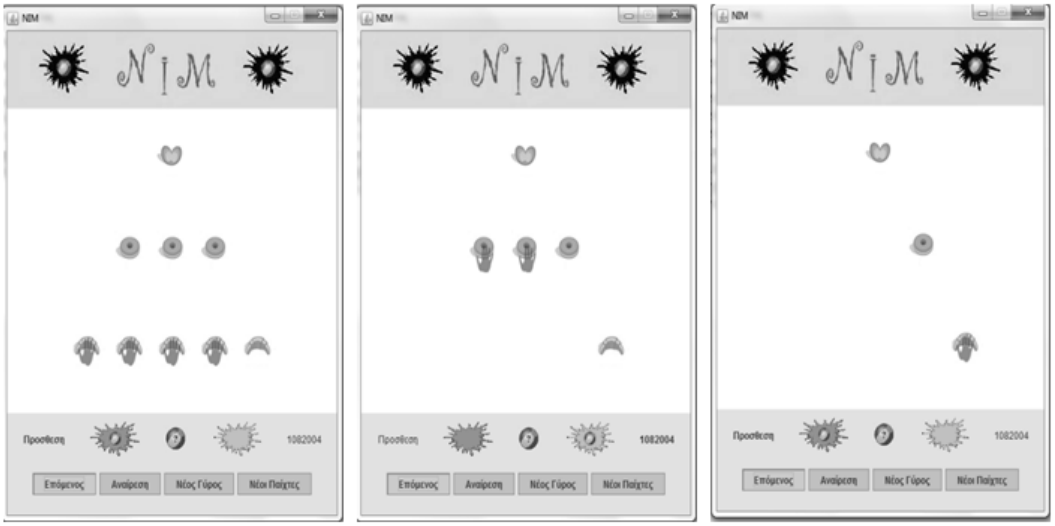
Με βάση τις συζητήσεις που έγιναν στην ολομέλεια της τάξης, την κίνηση αυτή προτιμούν είτε μαθητές οι οποίοι επιθυμούν να αφαιρούν μικρό αριθμό γλυκών σε κάθε κίνησή τους προκειμένου να έχουν καλύτερο έλεγχο του παιχνιδιού, είτε μαθητές που θέλουν να αφήνουν πολλά γλυκά στο ταμπλό του παιχνιδιού ώστε να υπάρχουν μεγάλες πιθανότητες να μπερδευτεί ο αντίπαλός τους.

> «*Ε, άμα παίρνεις το πρώτο μπισκοτάκι που είναι πάνω πάνω, πιστεύω πως ο αντίπαλος έχει πολλές επιλογές και μπορεί να μπερδευτεί και αυτή τη στρατηγική πολλά παιδιά νομίζω την ακολουθούν.*»
>
> ("Αριθμούλα" – από τη 2η συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης)

Σε αντίθεση με τα αρχικά παιχνίδια, η επιλογή του γλυκού της κορυφής ως πρώτη κίνηση, δε γίνεται σε κανένα από τα επαναληπτικά παιχνίδια. Πρόκειται για μια εντυπωσιακή μεταβολή, η οποία πιθανόν οφείλεται στο ότι κατά τη 2η συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης έγινε σχολιασμός σχετικών παιχνιδιών. Επομένως, είναι πιθανόν οι μαθητές, εξετάζοντας οι ίδιοι (ή παρατηρώντας άλλους να ελέγχουν) όλες τις εναλλακτικές κινήσεις, να διαπίστωσαν ότι η κίνηση αυτή δίνει ευκαιρία στον αντίπαλο να κερδίσει το παιχνίδι.

- Ξεκίνημα με επιλογή τεσσάρων γλυκών της βάσης ως πρώτη κίνηση

Η εξέλιξη των παιχνιδιών αυτών θυμίζει σε μεγάλο βαθμό εκείνη των παιχνιδιών που ξεκινάνε με τον πρώτο παίχτη να μαζεύει δύο γλυκά της βάσης και τον αντίπαλο να συνεχίζει παίρνοντας επίσης δύο γλυκά από τη βάση ή τη μεσαία σειρά.



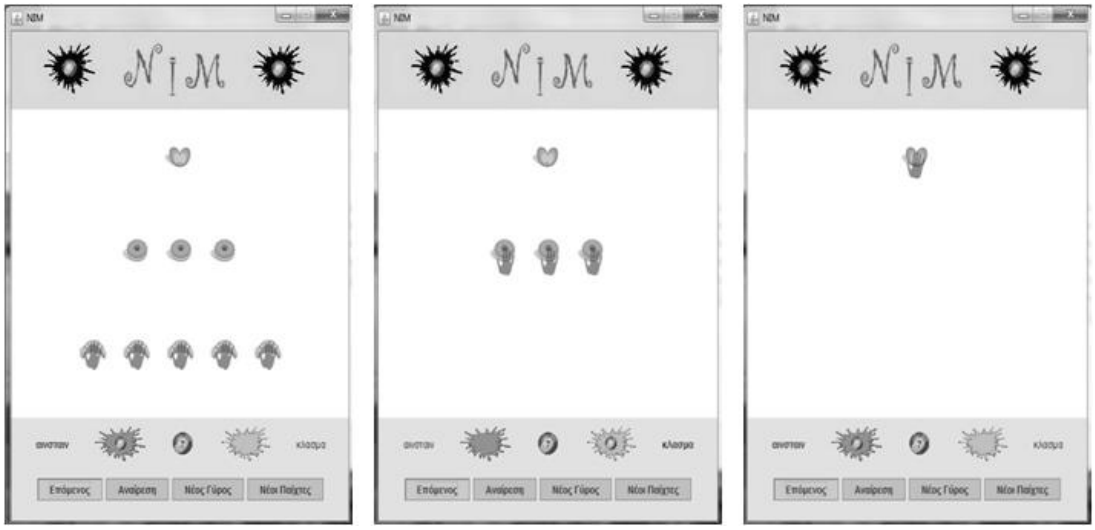
Εικόνα 52: Στιγμιότυπα -screenshots- όπου φαίνονται οι τρεις πρώτες κινήσεις του παιχνιδιού μεταξύ των μαθητών "Πρόσθεση" και "ι1082004"

Πρόκειται για μια κίνηση που δίνει πλεονέκτημα νίκης στον αντίπαλο, ο οποίος καλείται να μαζέψει τα δύο από τα τρία γλυκά της μεσαίας σειράς, ώστε να μείνουν στο ταμπλό 3 γλυκά σε 3 διαφορετικές σειρές, όπως φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί. Η

παραπάνω πρώτη κίνηση γίνεται 5 φορές στα αρχικά παιχνίδια και πάντοτε από μαθητές οι οποίοι χαρακτηρίζονται από τους εκπαιδευτικούς τους ως αδύναμοι στα μαθηματικά. Ένα αντιπροσωπευτικό παιχνίδι είναι αυτό που παρουσιάστηκε στην προηγούμενη εικόνα.

- Ξεκίνημα με επιλογή ολόκληρης σειράς γλυκών (βάση – μεσαία) ως πρώτη κίνηση

Πρόκειται για μια σπάνια επιλογή, η οποία έγινε μονάχα δύο φορές στα αρχικά παιχνίδια και οδήγησε σε ισάριθμες ήττες τους παίχτες που την έκαναν. Η κίνηση αυτή οδήγησε στα πιο σύντομα παιχνίδια NIM, τα οποία και ολοκληρώθηκαν σε μόλις τρεις κινήσεις, όπως φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί.



Εικόνα 53: Στιγμιότυπα -screenshots- όπου φαίνονται οι τρεις πρώτες κινήσεις του παιχνιδιού μεταξύ των μαθητών "Αϊνστάιν" και "Κλάσμα"

Τέλος, θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι παίχτες δε δοκίμασαν ιδιαίτερα να ξεκινήσουν παίρνοντας γλυκά από τη μεσαία σειρά. Συγκεκριμένα, μόλις σε 6 περιπτώσεις προτίμησαν να ξεκινήσουν παίρνοντας ένα ή δύο γλυκά από τη μεσαία σειρά, οι περισσότερες εκ των οποίων (5) σημειώθηκαν στα επαναληπτικά παιχνίδια.

4.2.2.1.2 Μοτίβα που εμφανίζονται στο τελείωμα των παιχνιδιών

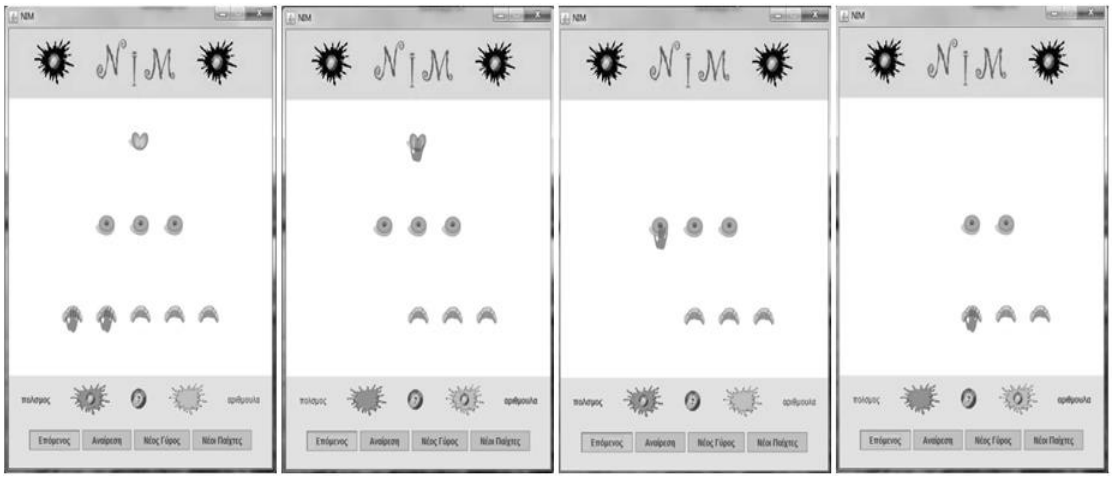
- Στο ταμπλό μένει 1 γλυκό σε κάθε σειρά (σχηματισμός 1-1-1)

Είναι η πιο συνηθισμένη περίπτωση, καθώς 32 από τα 80 παιχνίδια ολοκληρώνονται με τον τρόπο αυτό. Στο ταμπλό του παιχνιδιού έχουν απομείνει 3 αντικείμενα, καθένα από τα οποία βρίσκεται σε διαφορετική σειρά. Το παιχνίδι ανάμεσα στους μαθητές "Πρόσθεση" και "ι1082004" που αναφέρεται στο προηγούμενο εδάφιο (εικόνα 52) είναι ένα τέτοιο παράδειγμα παιχνιδιού. Ο παίχτης που κατορθώνει να οδηγήσει το παιχνίδι σε αυτήν τη θέση, έχει εξασφαλίσει τη νίκη. Ο αντίπαλός του αναγκαστικά θα μαζέψει ένα γλυκό στην επόμενη κίνησή του (το 3ο από το τέλος),

ακολούθως εκείνος θα πάρει το προτελευταίο γλυκό και ο αντίπαλος θα χάσει το παιχνίδι παίρνοντας αναγκαστικά το τελευταίο γλυκό.

- Στο ταμπλό απομένει ίδιος αριθμός γλυκών σε δύο σειρές (σχηματισμός k-k, όπου kϵN, 2≤κ≤3)

Πρόκειται για την περίπτωση όπου στο ταμπλό του παιχνιδιού έχει μαζευτεί το γλυκό της κορυφής και έχει απομείνει ίδιος αριθμός γλυκών (συγκεκριμένα 2 ή 3) στις δύο σειρές (βάση – μεσαία). Ο παίχτης που οδηγεί το παιχνίδι σε αυτήν τη θέση, έχει πλεονέκτημα νίκης, αφού ουσιαστικά βλέπει τις κινήσεις του αντιπάλου από το σημείο αυτό και έπειτα και δρα ανάλογα, φροντίζοντας να διατηρεί τον ίδιο αριθμό γλυκών στις δύο σειρές μέχρι να μείνουν 2 γλυκά σε κάθε σειρά. Έχει χρησιμοποιηθεί ο όρος στρατηγική συμμετρίας (symmetry strategy) για την περιγραφή της παραπάνω κατάστασης (Benjamin, 2013). Στην εικόνα που ακολουθεί, εμφανίζεται αρχικά ο σχηματισμός «3-3» μετά τη 2η κίνηση του παιχνιδιού και στη συνέχεια ο σχηματισμός «2-2» μετά την 4η κίνηση.



Εικόνα 54: Στιγμιότυπα -screenshots- όπου φαίνονται οι τέσσερις πρώτες κινήσεις του παιχνιδιού μεταξύ των μαθητών “Πολ/σμός” και “Αριθμούλα”

.

- Στο ταμπλό απομένει 1 ολόκληρη σειρά γλυκών και ένα ακόμα γλυκό σε άλλη σειρά

Είναι ένα μοτίβο που συνήθως εμφανίζεται σε παιχνίδια που λήγουν σύντομα και στα οποία οι παίχτες μάλλον δεν ακολουθούν κάποια συγκεκριμένη στρατηγική. Σε αυτήν την περίπτωση ο παίχτης που οδηγεί το παιχνίδι σε αυτή τη συνθήκη χάνει το παιχνίδι, αφού ο αντίπαλος παίρνει όλα τα γλυκά της «φορτωμένης» σειράς και ο ίδιος αναγκάζεται να πάρει το μοναδικό γλυκό της σειράς που απομένει στη συνέχεια. Αυτήν την κατάληξη είχε το παιχνίδι ανάμεσα στους μαθητές “Αφαίρεση” και “ι1082004” που παρατίθεται στο προηγούμενο εδάφιο (εικόνα 51, στιγμιότυπο 3). Παρατηρήθηκε ότι το

πλήθος των παιχνιδιών που τελειώνουν με αυτόν τον τρόπο μειώνεται όσο προχωράει η διδακτική παρέμβαση και όσο οι μαθητές εξοικειώνονται με το παιχνίδι.

- Στο ταμπλό απομένει διαφορετικός αριθμός γλυκών σε κάθε σειρά (σχηματισμός 3-2-1)

Είναι ένα μοτίβο που δεν εμφανίστηκε σε πολλές περιπτώσεις και ο οποίος υπάρχει στο παιχνίδι μεταξύ των μαθητών "Πρόσθεση" και "Τριγωνούλα" που παρουσιάζεται στο προηγούμενο εδάφιο (εικόνα 50). Γίνεται η αναφορά αυτή, καθώς στη σύνθετη εκδοχή του παιχνιδιού, οι μαθητές κάποιες φορές καταφεύγουν σε αυτό, αναγνωρίζοντάς το και θεωρώντας ως δεδομένο ότι εφόσον το παιχνίδι οδηγήθηκε σε αυτό το σημείο, η νίκη (για αυτόν που το οδήγησε εκεί) είναι εξασφαλισμένη.

4.2.2.2 Τρόποι παιξίματος στη σύνθετη εκδοχή του παιχνιδιού - NIM_{1357}

Μία πρώτη παρατήρηση, η οποία σημειώθηκε και προηγουμένως, όσον αφορά την εκδοχή του παιχνιδιού που χρησιμοποιήθηκε στη β΄ φάση της διδακτικής παρέμβασης (NIM_{1357}), είναι ότι δυσκόλεψε αρκετά τους μαθητές. Η προσθήκη μίας επιπλέον σειράς 7 γλυκών, πολλαπλασίασε τις διαθέσιμες επιλογές και έτσι οι μαθητές φάνηκε να μην μπορούν να ελέγξουν όλες τις παραμέτρους του παιχνιδιού και να μην είναι σε θέση να διαμορφώσουν με ευκολία συγκεκριμένο πλάνο και στρατηγική. Έτσι, υπήρξαν μαθητές που δήλωσαν με ευθύτητα ότι έκαναν μία κίνηση χωρίς να έχουν κάποιο στόχο στο μυαλό τους, περιμένοντας απλά την αντίδραση του αντιπάλου για να δουν τι θα παίξουν στη συνέχεια.

«*Ε, δεν με βοηθάει, αλλά να δούμε ποια κίνηση θα κάνει ο Ν.*»
("Πολλαπλασιασμός" – απόσπασμα από την τεχνική ομιλούντος υποκειμένου)

Επίσης, κατά τις ομαδικές συζητήσεις, υπήρξαν μαθητές που συστηματικά αμφισβήτησαν το κατά πόσον στα υπό σχολιασμό παιχνίδια NIM_{1357} ακολουθείται συνειδητά κάποια συγκεκριμένη στρατηγική.

«*αρχισαν στα τυφλα και μετα βρηκαν στρατηγικη*»
("Κλάσμα" – από τη 2η συζήτηση σε περιβάλλον chat)

«*ΔΕΝ ΥΠΗΡΧΕ ΣΤΡΑΤΙΓΙΚΗ ΠΡΟΣ ΤΟ ΠΑΡΟΝ ΟΛΑ ΕΚΤΟΣ ΑΠΟ ΑΥΤΗΝ ΤΗΝ ΚΙΝΗΣΗ ΕΓΗΝΑΝ ΣΤΗΝ ΤΥΧΗ*»
("ι1082004" – από τη 2η συζήτηση σε περιβάλλον chat)

Ένα άλλο στοιχείο που κάνει αίσθηση στη β΄ φάση της διδακτικής παρέμβασης, είναι ότι πλέον οι μαθητές δεν φαίνεται να ικανοποιούνται με εξηγήσεις στις οποίες ένας παίχτης δικαιολογεί το παίξιμό του, κάνοντας αυθαίρετα προβλέψεις των κινήσεων που θα ακολουθήσουν. Είναι πλέον λίγοι οι μαθητές που επιμένουν να καταφεύγουν σε

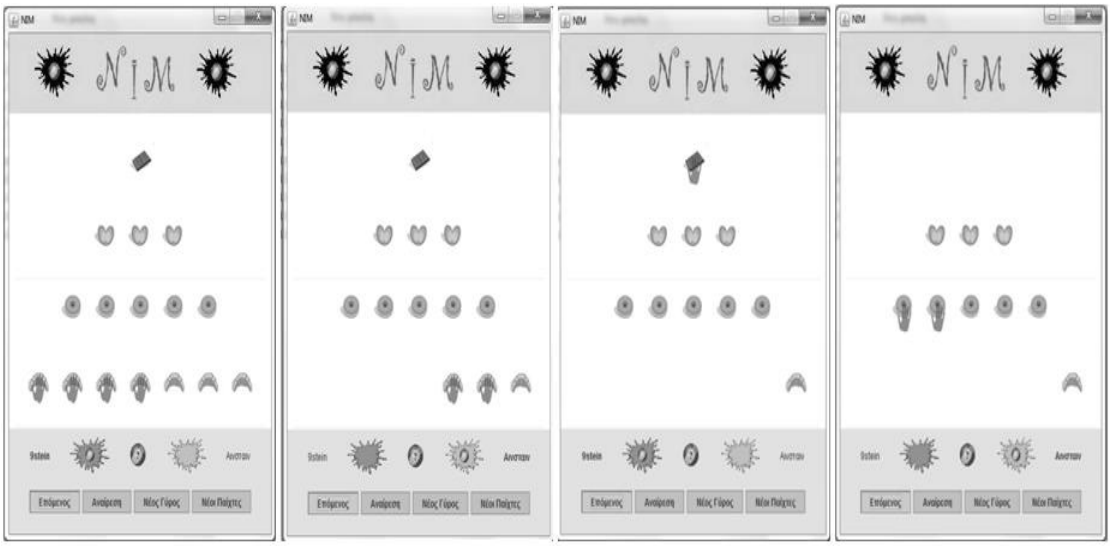
τέτοιου είδους συλλογισμούς (κατά κύριο λόγο οι "Ευκλείδης" και "Τάνγκραμ") και σε κάποιες περιπτώσεις η τακτική τους αυτή προκαλεί τη δυσφορία των συμμαθητών τους.

> *«Δεν ξέρεις ποτέ τι κίνηση θα κάνει… Ο αντίπαλος μπορεί, θα το καταλάβει και θα προσπαθήσει να κάνει μια άλλη κίνηση. Αλλά δεν μπορείς να σχεδιάζεις τι θα πάρει ο άλλος. Μπορεί να πάρει, να πάρεις εσύ αυτά και να χάσεις. Δηλαδή, έχει πολλές κινήσεις και δεν μπορείς να μαντέψεις από τώρα το τι μπορεί να πάρει ο άλλος για να χάσει.»*
>
> ("Διαβήτης" – από τη 2η συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης)

4.2.2.2.1 Σχηματισμός του παλιού παιχνιδιού NIM135

Αρκετοί μαθητές συνειδητοποίησαν ότι υπάρχει αυξημένη πιθανότητα το παιχνίδι να εξελιχθεί με τέτοιο τρόπο, ώστε στο ταμπλό να εμφανιστεί αυτούσια η προηγούμενη εκδοχή του NIM, όπως φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί (3η κίνηση). Πράγματι, κάτι τέτοιο συμβαίνει σε 13 από τα 40 αρχικά παιχνίδια της β΄ φάσης. Λόγω της προηγούμενής τους εμπειρίας, οι μαθητές επιδιώκουν να εμφανίζεται το παλιό παιχνίδι (NIM_{135}) στο ταμπλό, γιατί μάλλον αισθάνονται ότι είναι σε θέση να χρησιμοποιήσουν σωστά τις γνώσεις που αποκόμισαν κατά την α΄ φάση της διδακτικής παρέμβασης, αν και κάτι τέτοιο δεν επιβεβαιώνουν τα δεδομένα της έρευνας.

> «*Εγώ χαίρομαι που πήρε τέσσερα κρουασάν γιατί όντως θυμίζει το παλιό παιχνίδι, που όποιος παίζει πρώτος κερδίζει, παίρνοντας τρία κρουασάν…*»
>
> ("Διαγώνιος" – απόσπασμα από την τεχνική του ομιλούντος υποκειμένου)



Εικόνα 55: Στιγμιότυπα -screenshots- όπου φαίνονται οι τέσσερις πρώτες κινήσεις του παιχνιδιού μεταξύ των μαθητών "9stein" και "Αϊνστάιν"

Θα πρέπει πάντως να σημειωθεί ότι ορισμένοι μαθητές αντιλαμβάνονται με μεγάλη δυσκολία την εμφάνιση του παλιού παιχνιδιού στο ταμπλό, όταν οι σειρές των γλυκών εμφανίζονται με διαφορετική σειρά από εκείνη που συνήθισαν στο αρχικό

παιχνίδι (5 γλυκά στη βάση, 3 στη μεσαία σειρά και 1 γλυκό στην κορυφή), κάτι που φαίνεται στο παράδειγμα της παρακάτω εικόνας. Έτσι, στο απόσπασμα που ακολουθεί, αν και ήδη με την επιλογή (και αφαίρεση) της σοκολάτας έχει ήδη σχηματιστεί στο ταμπλό το παλιό παιχνίδι, ο μαθητής που πληκτρολογεί το μήνυμα δεν το αντιλαμβάνεται και προτείνει να αφαιρεθεί το ένα γλυκό της πρώτης σειράς, ώστε τελικά να μείνει ως βάση η σειρά με τα 5 γλυκά (όπως έχει συνηθίσει).

«*ναι κυριε αμα βγαλεις 1 κρουασανακι τοτε θα ειναι ολο ιδιο με το παλιο*»
("Αριθμητής" – από τη 2η συζήτηση σε περιβάλλον chat)

4.2.2.2.2 Μοτίβα που εμφανίζονται στο τελείωμα των παιχνιδιών

Στη συνέχεια γίνεται αναφορά μονάχα σε νέα μοτίβα – σχηματισμούς που μπορεί μεν να έχουν ομοιότητες με μοτίβα που αφορούν το παλιό παιχνίδι, ωστόσο, δεν είναι αυτούσια. Αυτό δε σημαίνει ότι τα μοτίβα που ισχύουν για το NIM_{135} δεν έκαναν την εμφάνισή τους και στη νέα εκδοχή του παιχνιδιού. Το αντίθετο μάλιστα. Τα μοτίβα που παρουσιάστηκαν στην ενότητα για το παιχνίδι NIM_{135} (π.χ. σχηματισμοί «*1-1-1*», «3-2-1» ή «*k-k*») αξιοποιήθηκαν και μάλιστα με μεγάλη συχνότητα και στο παιχνίδι NIM_{1357}.

- Στο ταμπλό μένει 1 γλυκό σε κάθε σειρά (σχηματισμός 1-1-1-1)

Πρόκειται για ένα μοτίβο που δεν εμφανίστηκε σε κανένα παιχνίδι, ωστόσο, αποτέλεσε αντικείμενο συζήτησης και φανέρωσε τον τρόπο σκέψης ορισμένων μαθητών. Στο NIM_{135} ένας από τους σχηματισμούς που εξασφάλιζαν νίκη στον παίχτη που οδηγούσε το παιχνίδι εκεί, ήταν ο «σχηματισμός 1-1-1» όπως ονομάστηκε από τους ίδιους τους παίχτες. Στις πρώτες τουλάχιστον αναμετρήσεις, κατά τη β΄ φάση της διδακτικής παρέμβασης, υπήρξαν μαθητές που επεδίωξαν να οδηγήσουν το παιχνίδι στην κατάσταση όπου υπάρχουν στο ταμπλό 4 συνολικά γλυκά, ένα σε κάθε σειρά («σχηματισμός 1-1-1-1»), χωρίς να αντιλαμβάνονται ότι η προσθήκη μίας σειράς (ενός γλυκού) αλλάζει την ισορροπία και πλέον οδηγεί σε ήττα.

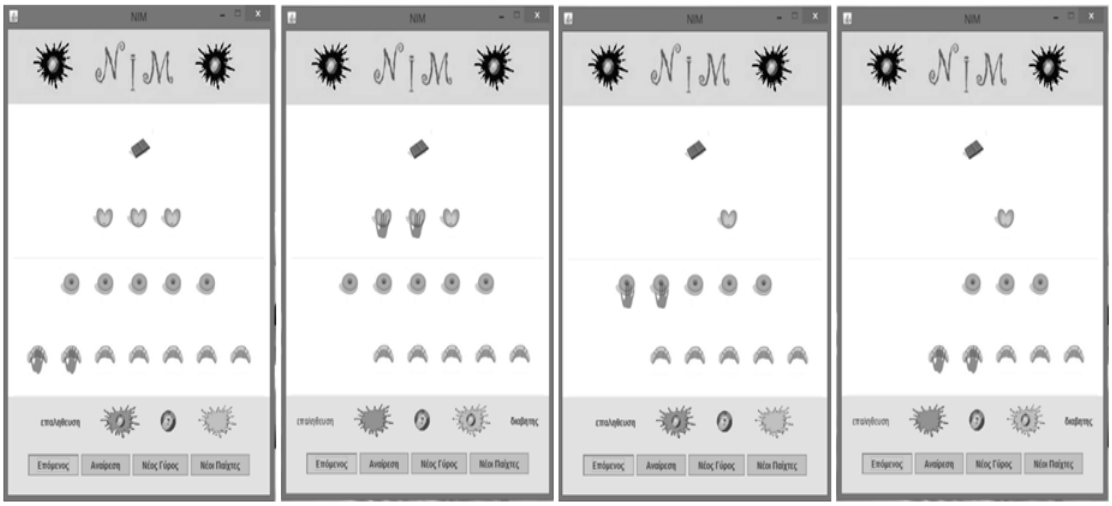
«*Ε ναι. Θα μείνουνε τέσσερα, ένα σε κάθε σειρά, οπότε έτσι είναι καθαρή νίκη του πρώτου παίχτη.*»
("Διαίρεση" – από τη 2η συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης)

- Στο ταμπλό απομένει ίδιος αριθμός γλυκών σε δύο ζευγάρια σειρών (σχηματισμός k-k-1-1, όπου $k \in N$ και $2 \leq \kappa \leq 5$)

Στα πρώτα παιχνίδια κατά τη β΄ φάση της διδακτικής παρέμβασης, οι μαθητές επεδίωξαν να περιορίσουν το παιχνίδι σε δύο σειρές γλυκών, προσπαθώντας να αναγκάσουν τον αντίπαλο να παίξει αφού πρώτα οι ίδιοι έχουν εξασφαλίσει ότι οι δύο

σειρές έχουν μείνει με ίσο αριθμό γλυκών (πρόκειται για κατάσταση νίκης στο παιχνίδι NIM135). Το παραπάνω, ωστόσο, ήταν ιδιαίτερα δύσκολο να συμβεί, οπότε κάποιοι μαθητές άρχισαν να προβληματίζονται για το πώς θα μπορούσαν να αξιοποιήσουν τη γνώση τους αυτή στα νέα δεδομένα του παιχνιδιού. Ο σχολιασμός, στην ολομέλεια της τάξης, του παιχνιδιού που φαίνεται στην παρακάτω εικόνα, οδήγησε κάποιους μαθητές στο να αντιληφθούν ότι το μοτίβο «ίδιος αριθμός γλυκών σε δύο σειρές» ισχύει και για τη νέα εκδοχή του NIM, με τη διαφορά ότι πρέπει να συμβεί δύο φορές (για δύο διαφορετικά ζευγάρια σειρών, όπως συμβαίνει στο 2ο και 4ο στιγμιότυπο). Πάντως, πρέπει να σημειωθεί ότι οι μαθητές που έδειξαν να αντιλαμβάνονται το παραπάνω, αποτέλεσαν μάλλον ένα μικρό μέρος του συνόλου των μαθητών της τάξης.

> «*Πιστεύω πως έχουνε μείνει πέντε και πέντε, ίσος αριθμός στις δύο τελευταίες, στις δύο τελευταίες σειρές και ίσος αριθμός και στις δύο άλλες σειρές.*»
> (“9stein” – απόσπασμα από την τεχνική ομιλούντος υποκειμένου)



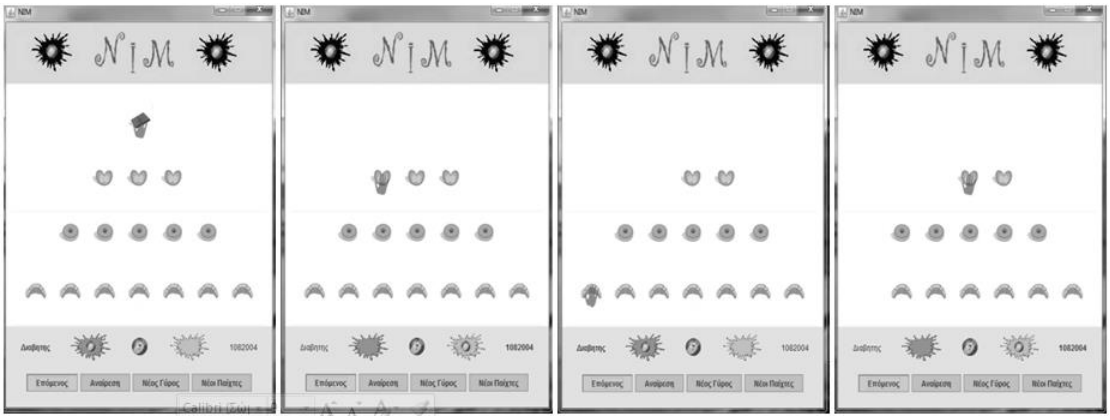
Εικόνα 56: Στιγμιότυπα -screenshots- όπου φαίνονται οι τέσσερις πρώτες κινήσεις του παιχνιδιού μεταξύ των μαθητών “Επαλήθευση” και “Διαβήτης”

- Στο ταμπλό μένει ίσος αριθμός γλυκών μεταξύ μιας σειράς (γ) και δύο άλλων σειρών (σχηματισμός α+β=γ+0)

Πρόκειται για μια στρατηγική που χρησιμοποιούν συστηματικά μόλις τρεις μαθητές στα παιχνίδια τους (οι “ι1082004”, “Διαγώνιος” και “Αϊνστάιν”), η οποία αν και δε συνιστά το λεγόμενο «ιδανικό» παίξιμο, συνήθως οδηγεί σε νίκη τον παίχτη που τη χρησιμοποιεί. Στην εικόνα που ακολουθεί, το παραπάνω συμβαίνει στο 2ο στιγμιότυπο (5+2=7+0) και στο 4ο στιγμιότυπο (5+1=6+0). Η πλειοψηφία των μαθητών δεν ασχολήθηκε με τη συγκεκριμένη στρατηγική, μολονότι αποτέλεσε αντικείμενο σχολιασμού κατά τη 4η συζήτηση ολομέλειας στην τάξη. Ελάχιστοι είναι οι μαθητές που φαίνεται να είναι σε θέση να κατανοήσουν έστω και μηχανικά τον τρόπο εφαρμογής της.

«Έτσι όπως παίρνει δύο κρουασάν η Διαίρεση, είναι σαν να είναι το ίδιο πράγμα και να μένουν πέντε πέντε, γιατί τα δύο μπισκότα είναι σαν δύο κρουασάν. Και μένουν το ίδιο»

(“Αϊνστάιν” – από την 1η συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης)



Εικόνα 57: Στιγμιότυπα -screenshots- όπου φαίνονται οι τέσσερις πρώτες κινήσεις του παιχνιδιού μεταξύ των μαθητών “Διαβήτης” και “ι1082004”

4.2.2.3 Τρόποι παιξίματος και στρατηγικές που εμφανίζονται στα παιχνίδια

4.2.2.3.1 Περιορισμός του παιχνιδιού σε λιγότερες σειρές

Είναι η διαδικασία όπου ένας παίχτης προτιμάει να μαζέψει τα γλυκά μίας σειράς (συνήθως της κορυφής) ώστε στο ταμπλό του παιχνιδιού να μείνουν 2 σειρές γλυκών. Σύμφωνα με εξηγήσεις που έδωσαν οι μαθητές, αυτό γίνεται γιατί αισθάνονται πιο άνετα να διαχειριστούν ένα παιχνίδι που παίζεται σε δύο σειρές παρά σε τρεις. Άλλοι μαθητές, πάλι, θεωρούν ότι με τον τρόπο αυτό δυσκολεύουν τον αντίπαλο, αφού οι επιλογές του πλέον είναι περιορισμένες.

«Εγώ αυτό, κάνουμε αυτή την κίνηση για να στενέψουμε τις επιλογές του αντιπάλου.. Δηλαδή, από τρεις σειρές που ήτανε, με ένα μπισκότο, τρία ντόνατ και πέντε κρουασάν, θα πάμε με τρία ντόνατ και πέντε κρουασάν. Να έχει βγει αυτό απ’ το παιχνίδι και είναι σαν ν’ αρχίζει πάλι το παιχνίδι αλλά χωρίς το μπισκότο.»

(9stein – από τη 2η συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης)

4.2.2.3.2 Η στρατηγική των … μικρών κινήσεων

Αυτή η στρατηγική εμφανίζεται λίγες φορές στο NIM_{135}. Οι μαθητές τείνουν να μαζεύουν ένα μόνο γλυκό κάθε φορά που είναι η σειρά τους να παίζουν, κάνοντας τα παιχνίδια αυτά να διαρκούν περισσότερο (μεγαλύτερο πλήθος κινήσεων). Συνήθως, η στρατηγική αυτή χρησιμοποιείται από μαθητές που δεν έχουν ξεκάθαρα στο μυαλό τους μια ιδέα για το πώς θα παίξουν κι έτσι τηρούν τη λεγόμενη «στάση αναμονής»

περιμένοντας τον αντίπαλο να πάρει πρωτοβουλία, ώστε στη συνέχεια να προσαρμόσουν κατάλληλα τις δικές τους κινήσεις.

Σε αντίθεση με το παιχνίδι NIM_{135}, η παραπάνω πρακτική χρησιμοποιείται εκτενέστερα στην πιο σύνθετη εκδοχή του παιχνιδιού και μάλιστα αυτή τη φορά οι παίχτες φαίνεται να είναι περισσότερο συνειδητοποιημένοι ως προς το τι προσδοκούν ακολουθώντας την. Έτσι, σε συζήτηση σχετικά με το γιατί οι παίχτες κάνουν «μικρές» κινήσεις, έγιναν οι παρακάτω υποθέσεις:

> «*μπορεί βέβαια να αποφεύγανε τις μεγάλες κινήσεις γιατί μπορεί, δεν είχαν ακόμη μπει στο κλίμα του παιχνιδιού, να ακολουθούν καμία στρατηγική. Μπορεί να αποφεύγανε τις μεγάλες κινήσεις για να μη χάσουνε. Για να δούνε πιο καλά το παιχνίδι*»
>
> ("Μετρητής011" – από την 1η συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης)

Πάντως και στο NIM_{1357} η παραπάνω τακτική δεν είναι ιδιαίτερα επιτυχημένη. Αυτό οφείλεται στο ότι οι παίχτες που τη χρησιμοποιούν φαίνεται να κάνουν μία εσφαλμένη παραδοχή: ότι και ο αντίπαλος θα υιοθετήσει την ίδια τακτική και θα παίρνει ένα γλυκό τη φορά. Αυτό φυσικά δε συμβαίνει και ως εκ τούτου η στρατηγική δε λειτουργεί. Έτσι, όταν γίνεται συζήτηση ως προς το ποιος έχει πλεονέκτημα σε τέτοιες περιπτώσεις, γίνονται τα ακόλουθα σχόλια:

> «*…Έχει ο δεύτερος παίχτης. Αν παίρνει μία ο ένας μία ο άλλος, θα καταλήξουνε να πάρει ο δεύτερος παίχτης το τελευταίο.*»
>
> ("ι1082004" – από τη 2η συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης)

> «*Εγώ θα έλεγα πως πήρε αναγκαστικά το ένα γιατί σκέφτηκα το, μπορεί να πήγαινε με τη σειρά να έπαιρνε αυτός το, τη μία σοκολάτα και να 'παιρνε το ένα μπισκότο. Μετά να παίρνουνε ανά ένα και μέχρι να έρθει, να φτάσει η ευκαιρία που να μην πάρεις ένα.*»
>
> ("9stein" – από την 1η συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης)

4.2.2.3.3 Επαναλαμβάνοντας τις κινήσεις του αντιπάλου

Από την παρατήρηση των παιχνιδιών τους, προέκυψε ότι ορισμένοι παίχτες που έπαιζαν δεύτεροι, έτειναν να επαναλαμβάνουν τις κινήσεις του αντιπάλου τους, παίρνοντας συνήθως τον ίδιο αριθμό γλυκών. Χαρακτηριστικό είναι το απόσπασμα από τη συνέντευξη της μαθήτριας με το ψευδώνυμο "Πολλαπλασιασμός", όπου παραδέχεται ότι μιμήθηκε στα παιχνίδια της τις κινήσεις παιχτών που θεωρούσε ότι είναι ικανοί στο παιχνίδι, χωρίς να τις επεξεργάζεται και να αντιλαμβάνεται το λόγο που είναι σωστές.

> «*Εγώ επειδή έβλεπα τους άλλους και παίζανε, γι' αυτό έκανα την ίδια κίνηση*»
>
> ("Πολλαπλασιασμός" – απόσπασμα από τη συνέντευξη)

Η τακτική αυτή έφερε αποτέλεσμα σε ελάχιστες περιπτώσεις. Συνήθως, ο δεύτερος παίχτης αντί να αιφνιδιάσει τον αντίπαλο αλλάζοντας το μοτίβο των κινήσεων και οδηγώντας το παιχνίδι σε κάποιον από τους σχηματισμούς νίκης που αναφέρθηκαν παραπάνω, καταλήγει να αιφνιδιάζεται από αυτόν.

4.2.2.3.4 Μελετώντας τον αντίπαλο

Μία άλλη περίπτωση είναι αυτό που παραδέχεται ότι εφαρμόζουν κυρίως οι μαθητές με τα ψευδώνυμα "Διαβήτης" και "Διαίρεση". Η μαθήτρια "Διαβήτης" κατά τη διάρκεια του πρώτου παιχνιδιού παρατηρούσε προσεκτικά τις κινήσεις του αντιπάλου και μελετούσε τη στρατηγική του, ώστε στο επαναληπτικό παιχνίδι, γνωρίζοντας τον τρόπο παιχνιδιού του, να μπορεί να κερδίσει. Ο "Διαβήτης" είχε πραγματικά καλύτερα ποσοστά επιτυχίας στις επαναληπτικές παρτίδες, κάτι που την οδήγησε στο να σκεφτεί ότι η προσέγγισή της («*στο επόμενο παιχνίδι θα το ξανακάνει*») είναι αποτελεσματική. Η ίδια αναφέρει στη συνέντευξή της:

> «*Καταλάβαινα τη στρατηγική που ακολουθεί ο άλλος. Δηλαδή, από την πρώτη στιγμή, δεν μπορώ να σκεφτώ, να σκεφτώ που προσπαθεί να οδηγηθεί το παιχνίδι και μετά λέω ότι αυτό και στο επόμενο παιχνίδι θα το ξανακάνει*»
>
> ("Διαβήτης" – απόσπασμα από τη συνέντευξη)

> «*Έβλεπα κινήσεις δικές τους και προσπαθούσα να καταλάβω τη στρατηγική τους. Και αυτό με βοηθούσε. Να έχω μία επιπλέον, ουσιαστικά, βοήθεια.*»
>
> ("Διαίρεση" – απόσπασμα από τη συνέντευξη)

4.2.2.3.5 Η στρατηγική της εργασίας… προς τα πίσω (backwards driven)

Μολονότι θεωρείται ότι το παιχνίδι NIM ενδείκνυται για κάτι τέτοιο (Reeves & Gleichowski, 2007), η παραπάνω στρατηγική δεν εμφανίζεται πολύ συχνά στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας. Σε ελάχιστες περιπτώσεις οι παίχτες διατυπώνουν την πρόθεσή τους να βασίσουν τις πρώτες τους κινήσεις προς την επίτευξη ενός τελικού στόχου που έχουν εξ αρχής προσδιορίσει στο μυαλό τους. Τα αποσπάσματα που ακολουθούν είναι και τα μοναδικά σχετικά αποσπάσματα που υπάρχουν για το παιχνίδι NIM_{135}, με το τελευταίο απόσπασμα να δείχνει και την περίπτωση όπου η συγκεκριμένη στρατηγική χρησιμοποιείται από μαθήτρια με αμυντικούς προσανατολισμούς (η μαθήτρια σχεδιάζει μια σειρά κινήσεων ώστε να μην επιτρέψει στον αντίπαλο να οδηγήσει το παιχνίδι σε συγκεκριμένη, μη ευνοϊκή για την ίδια, διάταξη).

> «*Οτι εκτός από όλα αυτά που είχαμε σχεδιάσει, το τι θα κάνει ο αντίπαλος και όλα αυτά, ό,τι στρατηγική και να ακολουθήσουμε πρέπει να σκεφτούμε πώς θα πάει τρία ντόνατ και τρία κρουασάν.*»
>
> ("Μετρητής011" – από τη 2η συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης)

«*Ας πούμε, άμα παίξει από την αρχή και έχει στόχο να αφήσει 3 γλυκά που να είναι ένα από διαφορετική σειρά το κάθε ένα, ας πούμε ένα κρουασανάκι, ένα ντόνατ και το μπισκοτάκι που είναι πάνω πάνω*»

("Αριθμούλα" – από την 1η συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης)

«*Πάτησα τα δύο κρουασάν και… Βασικά όχι. Ναι. Θα πατήσω τα δύο κρουασάν και θα προσπαθήσω να μείνουν τρία τρία.*»

("Τριγωνούλα" – απόσπασμα από την τεχνική ομιλούντος υποκειμένου)

«*Θα προσπαθή… η κίνη… η κίνηση που θα κάνω θα είναι… Θα προσπαθήσω να μην… να μην μου αφήσει τα… να μην μου αφήσει ίσα… κόλλησα τώρα. Γλυκά σε δύο, σε μία, σε δύο σειρές.*»

("Διαβήτης" – απόσπασμα από την τεχνική ομιλούντος υποκειμένου)

4.2.2.3.6 Η στρατηγική των δοκιμών – εναλλακτικών σεναρίων

Κρίνοντας από την ταχύτητα ολοκλήρωσης των παιχνιδιών, θεωρείται δύσκολο οι μαθητές να χρησιμοποίησαν διεξοδικά την παραπάνω στρατηγική και να πρόλαβαν να «τρέξουν» στο μυαλό τους, όλες τις πιθανές κινήσεις του αντιπάλου (και τα επακόλουθα σενάρια εξέλιξης του παιχνιδιού) που θα μπορούσε να προκύψουν μετά από την εκάστοτε δική τους κίνηση. Ωστόσο, στις συζητήσεις που έγιναν στην τάξη, υπήρξαν μαθητές που σχολίασαν τα παιχνίδια, κινούμενοι προς αυτή την κατεύθυνση, επιχειρώντας να εξαντλήσουν όλα τα πιθανά σενάρια.

«*Πάμε να δούμε άλλη δοκιμή. Άμα πάρει τα δύο κρουασάν μπορεί να πάρει τα δύο ντόνατ ώστε τώρα δε θα κάνει λάθος πιστεύω και δε, θα πάρει τα… γιατί άμα πάρει τα τρία, θα τον νικήσει, οπότε πιστεύω δεν θα κάνει τέτοιο λάθος. Θα το σκεφτεί και θα πάρει δύο κι αυτός. Μετά παίρνω ένα, παίρνει ένα και χάνω πάλι. Άρα, άμα πάρει δύο, άλλη μια σκέψη είναι πως άμα δεν πετύχει κι αυτή η σκέψη, πιστεύω πως…*»

("Μετρητής011" – από την 1η συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης)

4.2.2.4 Ικανότητα εφαρμογής οικείων τρόπων παιξίματος από τους μαθητές στη σύνθετη εκδοχή του παιχνιδιού

Ύστερα από την ολοκλήρωση της πρώτης φάσης της διδακτικής παρέμβασης, μέσα από τις εμπειρίες που αποκόμισαν από τη συμμετοχή τους στις παρτίδες αλλά και μέσα από τις διαλογικές δραστηριότητες, οι μαθητές εκτέθηκαν σε ένα σύνολο γνώσεων σχετικά με το πώς μπορεί να επιτευχθεί η νίκη στο παιχνίδι αυτό. Οι μαθητές εξέτασαν παρτίδες και συζήτησαν σχετικά με κινήσεις που όταν γίνονται και διατάξεις που όταν εμφανίζονται στο ταμπλό του παιχνιδιού εξασφαλίζουν τη νίκη. Πιο συγκεκριμένα, έγιναν σαφείς αναφορές ότι α) στην απλή εκδοχή του παιχνιδιού η κατάλληλη πρώτη

κίνηση είναι η αφαίρεση τριών αντικειμένων από τη βάση, β) ότι ο σχηματισμός “3-2-1”[33] οδηγεί σε νίκη τον παίκτη που θα καταφέρει να προκαλέσει την εμφάνισή του στο ταμπλό, καθώς και ότι γ) ο σχηματισμός “k-k” επίσης οδηγεί σε νίκη.

Σε αυτό το εδάφιο, το ενδιαφέρον στρέφεται αποκλειστικά στην ανάλυση των παρτίδων της σύνθετης εκδοχής του παιχνιδιού, προκειμένου να διαπιστωθεί κατά πόσον οι μαθητές ήταν σε θέση να εφαρμόσουν τις παραπάνω γνώσεις σε περιπτώσεις που κάτι τέτοιο θα μπορούσε να συμβεί βάσει της εξέλιξης του παιχνιδιού. Επιπρόσθετα, γίνεται αναφορά σε άλλες δυο διατάξεις που βρίσκουν εφαρμογή μόνο στη σύνθετη εκδοχή του παιχνιδιού. Πρόκειται για το σχηματισμό “k-k-1-1” που οδηγεί σε νίκη (κατά αντιστοιχία με το σχηματισμό “k-k” στο NIM_{135}) και για το σχηματισμό “α+β=γ+0” (κατά αντιστοιχία του σχηματισμού “3-2-1” στο NIM_{135}).

Στους πίνακες που ακολουθούν δίνονται τα σχετικά στατιστικά τόσο για το σύνολο των 8 παρτίδων που διεξήχθησαν, όσο και τμηματικά (χωριστά για τις πρώτες 4 και χωριστά για τις υπόλοιπες 4 παρτίδες).

Σχηματτισμός	**Παρτίδες 1-4**		**Παρτίδες 5-8**		**Παρτίδες (σύνολο)**	
		%		%		%
“3-2-1” [34]	6/9	66,7	6/9	66,7	12/18	66,7
“k-k”	6/11	54,5	10/13	76,9	16/24	66,7
“NIM_{135}”	2/13	15,4	¼	25	3/17	17,6
“k-k-1-1”	7/11	63,6	10/15	66,7	17/26	65,4
“α+β=γ+0”	0/0	-	6/7	85,7	6/7	85,7

Πίνακας 6 : Συχνότητα εμφάνισης γνωστών σχηματισμών τελειώματος στα παιχνίδια NIM_{1357} και ποσοστό επιτυχούς ολοκλήρωσης των παιχνιδιών αυτών από τους από τους μαθητές

Παρατηρούμε ότι για κάθε 2 από τις 3 περιπτώσεις που εμφανίζεται κάποιος από τους δυο βασικούς σχηματισμούς που οδηγούν σε νίκη στην απλή εκδοχή του παιχνιδιού (σχηματισμοί “3-2-1” και “k-k”) οι μαθητές εφαρμόζουν σωστά τη σχετική γνώση και κατορθώνουν να εκτελέσουν με επιτυχία την ακολουθία κινήσεων μέχρι τέλους. Σε αντίθεση με το σχηματισμό “3-2-1” όπου το ποσοστό είναι ίδιο ανάμεσα στην πρώτη και τη δεύτερη τετράδα παρτίδων, στην περίπτωση του σχηματισμού “k-k” σημειώνεται βελτίωση στις επαναληπτικές παρτίδες.

Η εικόνα δεν είναι το ίδιο ενθαρρυντική για την τρίτη περίπτωση, εκείνη κατά την οποία η εξέλιξη του παιχνιδιού είναι τέτοια που στο ταμπλό εμφανίζεται ο σχηματισμός “NIM_{135}”, δηλαδή η απλή εκδοχή του παιχνιδιού. Μολονότι οι περισσότεροι μαθητές (όπως προκύπτει κυρίως από τις συνεντεύξεις) ήταν σε θέση να προσδιορίσουν ποια είναι η ιδεατή πρώτη κίνηση στο NIM_{135}, ο πίνακας δείχνει ότι μόλις σε 3 από τις 17 περιπτώσεις που προέκυψαν, οι μαθητές μπόρεσαν να χειριστούν την κατάσταση αυτή

[33] Η διάταξη 3-2-1 είναι η περίπτωση που υπάρχουν 3 σειρές με 1, 2 και 3 αντικείμενα αντίστοιχα

[34] Για λόγους ευκολίας στους πίνακες που ακολουθούν η παραπάνω περίπτωση αναφέρεται ως NIM_{135}, παραπέμποντας με αυτόν τον τρόπο στην εμφάνιση της παλιάς εκδοχής του παιχνιδιού. Για τις υπόλοιπες διατάξεις, υπάρχει αναλυτική περιγραφή σε προηγούμενο εδάφιο του παρόντος κεφαλαίου (εδάφια 4.2.1.2.2 και 4.2.2.2.2)

με επιτυχία. Θα πρέπει να σημειωθεί, ωστόσο, ότι αυτή η χαμηλή επίδοση, πιθανόν δεν οφείλεται στη μη ικανότητα εφαρμογής του σχετικού «κανόνα», αλλά περισσότερο στο γεγονός ότι οι μαθητές δεν ήταν υποψιασμένοι ότι μπορεί η σύνθετη εκδοχή να καταλήξει στην εμφάνιση της απλής εκδοχής του παιχνιδιού και έτσι δεν το παρατήρησαν όταν συνέβη.

Όσον αφορά τους σχηματισμούς νίκης που βρίσκουν αποκλειστική εφαρμογή στη σύνθετη εκδοχή του παιχνιδιού, έκπληξη προκαλεί η ευκολία με την οποία οι μαθητές εφαρμόζουν κυρίως το σχηματισμό "α+β=γ+0", δεδομένου ότι ουσιαστικά σχετική αναφορά σε αυτόν γίνεται μόλις στην τελευταία συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης και μόνο εκεί. Ωστόσο, μια πιο εις βάθος ανάλυση των δεδομένων, αποκαλύπτει ότι 5 από τις 6 περιπτώσεις επιτυχημένης εφαρμογής της διάταξης αυτής, ανήκουν σε δύο μαθητές ("ι1082004" και "Διαγώνιος"), οι οποίοι είναι και οι βασικοί υπεύθυνοι για τις σχετικές αναφορές στις συζητήσεις που ακολούθησαν. Έπειτα, σταθερά σε 10 από τις 15 περιπτώσεις που εμφανίζεται ο σχηματισμός "k-k-1-1" οι μαθητές καταφέρνουν να πετύχουν την «αναμενόμενη» βάσει εξέλιξης του παιχνιδιού νίκη, συνήθως οδηγώντας από το συγκεκριμένο σχηματισμό το παιχνίδι στον πιο οικείο για τους ίδιους σχηματισμό «k-k» (αυτό συμβαίνει στις μισές σχεδόν περιπτώσεις).

Στον πίνακα της επόμενης σελίδας δίνεται μια πιο αναλυτική εικόνα για κάθε μαθητή χωριστά. Συγκεκριμένα, στον πίνακα με τα γράμματα A, B, C, D, E αποδίδονται οι σχηματισμοί που εμφανίστηκαν στα παιχνίδια του κάθε μαθητή (βλ. υπόμνημα του πίνακα) και ανάλογα με τη στήλη που βρίσκεται το γράμμα δίνεται η πληροφορία για το κατά πόσον ο μαθητής αντιλήφθηκε σωστά το σχηματισμό και με σωστή διαχείριση της κατάστασης κατέκτησε τη νίκη, ή όχι. Από τον πίνακα αυτό προκύπτει ότι συνολικά υπήρξε μια βελτίωση ανάμεσα στην πρώτη και τη δεύτερη τετράδα παρτίδων, με το ποσοστό επιτυχίας από 52% (24/46) να ανεβαίνει στο 66,7% (30/45). Μια πιο προσεκτική ανάγνωση του πίνακα αποκαλύπτει περιπτώσεις μαθητών που σημείωσαν μεγαλύτερη πρόοδο στο παραπάνω χρονικό διάστημα (ξεχωρίζουν οι περιπτώσεις των μαθητών "Διαίρεση" και "Αϊνστάιν"). Επιπλέον, ο παραπάνω πίνακας συνδυαζόμενος με τον πίνακα που δείχνει τη συμμετοχή των μαθητών σε συζητήσεις, (βλ. επόμενο κεφάλαιο, εδάφιο 4.3.1.1.) δείχνει ότι μαθητές όπως ο "9stein", ο "Μετρητής" και ο "ι1082004" που είχαν μεγάλη και ουσιαστική (δηλαδή με μαθηματικά ενδιαφέρουσες συνεισφορές) συμμετοχή στις συζητήσεις, σημείωσαν καλές επιδόσεις και ήταν σε θέση ευκολότερα (συγκριτικά με τους υπόλοιπους συμμετέχοντες) να εφαρμόσουν τις ακολουθίες κινήσεων από τις διατάξεις που προέκυψαν και μέχρι την ολοκλήρωση του παιχνιδιού.

	Επιτυχημένη Εφαρμογή		Αποτυχημένη Εφαρμογή		Σκορ Επιτυχίας		
	Παρτίδες 1-4	Παρτίδες 5-8	Παρτίδες 1-4	Παρτίδες 5-8	Παρτίδες 1-4	Παρτίδες 5-8	Σύνολο
Αϊνστάιν		D,D,A	B,A,C	C	0/3	¾	3/7
Πρόσθεση	C,A[35]		A	D,D	2/3	0/2	2/5
Διαίρεση	B,B,B	D,E,A,B,E,B	B,C		3/5	6/6	9/11
Κλάσμα			D		0/1	0/0	0/1
Πολ/σμός	D,B,B	B	D		3/4	1/1	4/5
Αφαίρεση	A	D	C,C	C,D	1/3	1/3	2/6
Αριθμητής			C,D	A	0/2	0/1	0/3
Κυκλικός	B	D	C		1/2	1/1	2/3
Τριγωνούλα		D	C	B,A	0/1	1/3	¼
Αριθμούλα			C	D	0/1	0/1	0/2
Επαλήθευση	B	B	C		1/2	1/1	2/3
Κομπιουτεράκ	A	A,A	B,A	A	1/3	2/3	3/6
9stein	B,D,D	D,D			3/3	2/2	5/5
Ευκλείδης		A		D,C	0/0	1/3	1/3
Τσέπης	D,A		B	B	2/3	0/1	2/4
Διαβήτης		D,B	D		0/1	2/2	2/3
Μετρητής011	D,A		C		2/3	0/0	2/3
Διαγώνιος	A,D,C	D,E,B,E,A		E	3/3	5/6	8/9
ι1082004	D,A	E,E,B,B		B	2/2	4/5	6/7
Τάνγκραμ			C		0/1	0/0	0/1
					24/46	30/45	54/91

Πίνακας 7 : Συχνότητα με την οποία οι μαθητές κάνουν επιτυχή ή ανεπιτυχή εφαρμογή οικείων τρόπων παιξίματος κατά την ενασχόλησή τους με το παιχνίδι NIM_{1357}

[35] Υπόμνημα πίνακα:
A = διάταξη 3-2-1, B = διάταξη k-k, C = εμφάνιση NIM_{135}, D = διάταξη k-k-1-1, E = διάταξη α+β=γ+0

ΕΝΟΤΗΤΑ 4^{Η} - ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^{Ο}
Η ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΤΙΣ ΔΙΑΛΟΓΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ

Όπως έχει γίνει σαφές από το εδάφιο όπου γίνεται παρουσίαση της διδακτικής παρέμβασης, οι πιο σημαντικές διαλογικές δραστηριότητες που προβλέπονται στο πλαίσιό της είναι η διεξαγωγή συζητήσεων πρόσωπο με πρόσωπο στην ολομέλεια της τάξης και η διεξαγωγή online σύγχρονων συζητήσεων σε περιβάλλον chat. Το κεφάλαιο που ακολουθεί εξετάζει διαδοχικά τις παραπάνω περιπτώσεις.

4.3.1 Συζητήσεις στην ολομέλεια της τάξης (whole-class discussions)

Στο παρόν εδάφιο, το ενδιαφέρον εστιάζεται στην ανάλυση των συζητήσεων που έλαβαν χώρα στην ολομέλεια της τάξης. Όπως έχει αναφερθεί στο εδάφιο με την περιγραφή της διδακτικής παρέμβασης (3.6.3), πραγματοποιήθηκαν τέσσερις συζητήσεις στην ολομέλεια της τάξης. Στις πρώτες δύο συζητήσεις (διάρκειας 21 και 17 λεπτών αντίστοιχα) έγινε σχολιασμός παρτίδων NIM_{135}, ενώ στις επόμενες συζητήσεις (διάρκειας 17 και 20 λεπτών αντίστοιχα) σχολιάστηκαν παρτίδες NIM_{1357}.

Αρχικά δίνονται πληροφορίες για ποσοτικά στοιχεία των συζητήσεων, με αναφορά στην ποσότητα της συνεισφοράς των συμμετεχόντων, όπως αυτή προσδιορίζεται μέσα από την καταμέτρηση των εκφορών κάθε συμμετέχοντα και τον υπολογισμό του μέσου όρου των λέξεων που συνθέτουν τις εκφορές αυτές. Στη συνέχεια, μέσα από μια διαδικασία ανάλυσης περιεχομένου, γίνεται μια πρώτη προσπάθεια να γίνει παρουσίαση ποιοτικών χαρακτηριστικών των συζητήσεων, με τις εκφορές να κατηγοριοποιούνται με βάση τη λειτουργία που φαίνεται να επιτελούν στο πλαίσιο της συζήτησης. Έπειτα, ακολουθεί εκτενής αναφορά σε εκφορές των μαθητών, στις οποίες κρίθηκε ότι υπάρχει μαθηματικό ενδιαφέρον. Στο τέλος, το ενδιαφέρον εστιάζεται γύρω από το ζήτημα της αλληλεπίδρασης που αναπτύχθηκε μεταξύ των μαθητών στο πλαίσιο των παραπάνω συζητήσεων.

4.3.1.1 Ποσοτικά στοιχεία συμμετοχής

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται πληροφορίες σχετικά με τη συμμετοχή των μαθητών στις συζητήσεις που έλαβαν χώρα στην ολομέλεια της τάξης. Για κάθε επιμέρους συζήτηση αναφέρεται το πλήθος των εκφορών που έκανε κάθε μαθητής, δηλαδή ο αριθμός των φορών που ο μαθητής πήρε το λόγο και διατύπωσε προφορικά κάποιο μήνυμα. Επιπλέον, αναφέρεται το πλήθος των λέξεων που χρησιμοποίησε κάθε μαθητής για να διατυπώσει τα μηνύματα αυτά, καθώς και ο μέσος όρος λέξεων ανά μήνυμα. Στις επόμενες γραμμές του πίνακα δίνονται οι αντίστοιχες πληροφορίες αθροιστικά για τις συζητήσεις της α΄ φάσης (NIM_{135}) και για εκείνες της β΄

φάσης (NIM1357), ενώ στις τελευταίες γραμμές γίνεται το ίδιο συνολικά και για τις τέσσερις συζητήσεις που διεξήχθησαν.

	Αϊνστάιν	Πρόσθεση	Διαίρεση	Κλάσμα	Πολ/σμός	Αφαίρεση	Αριθμητής	Κυκλικός	Τριγωνοΰλα	Αριθμοΰλα	Επαλήθευση	Κομπιουτεράκι	9stein	Ευκλείδης	Υπολ.Τσέπης	Διαβήτης	Μετρητής011	Διαγώνιος	108 2004	Τάνγκραμ		Μαθητές	Δάσκαλος
1η συζήτηση (NIM 135)																							
εκφορές	5	2	7	6	0	4	0	4	1	2	1	2	8	4	1	5	24	0	5	0		81	72
λέξεις	90	57	251	166	0	18	0	42	6	109	13	21	190	167	20	119	296	0	123	0		1688	1025
λέξ/εκφ	18	29	36	28	-	4,5	-	11	6	55	13	11	24	42	20	24	12,3	-	25	-		20,8	14,2
2η συζήτηση (NIM 135)																							
εκφορές	11	6	18	0	3	3	0	1	4	4	2	6	12	6	3	3	11	0	5	8		106	81
λέξεις	89	78	80	0	27	31	0	4	28	94	31	37	296	156	67	39	210	0	56	51		1374	1193
λέξ/εκφ	8,1	13	4,4	-	9	10	-	4	7	24	16	6,2	25	26	22	13	19,1	-	11	6,4		13	14,7
3η συζήτηση (NIM 1357)																							
εκφορές	1	0	7	4	0	0	0	4	1	3	0	3	6	1	3	2	7	0	3	1		46	43
λέξεις	31	0	123	102	0	0	0	68	20	58	0	32	193	54	57	62	338	0	51	34		1223	1051
λέξ/εκφ	31	-	18	26	-	-	-	17	20	19	-	11	32	54	19	31	48,3	-	17	34		26,6	24,4
4η συζήτηση (NIM 1357)																							
εκφορές	0	7	12	0	0	0	1	6	2	5	2	1	13	1	4	6	11	2	2	5		80	75
λέξεις	0	77	262	0	0	0	39	47	18	47	29	19	186	80	78	111	372	12	52	75		1504	1035
λέξ/εκφ		11	22	-	-	-	39	7,8	9	9,4	15	19	14	80	20	19	33,8	6	26	15		18,8	13,8
Συζητήσεις α φάσης (1η - 2η)																							
εκφορές	16	8	25	6	3	7	0	5	5	6	3	8	20	10	4	8	35	0	10	8		187	153
λέξεις	179	135	331	166	27	49	0	46	34	203	44	58	486	323	87	158	506	0	179	51		3062	2218
λέξ/εκφ	11	17	13	28	9	7	-	9,2	6,8	34	15	7,3	24	32	22	20	14,5	-	18	6,4		16,4	14,5
Συζητήσεις β φάσης (3η - 4η)																							
εκφορές	1	7	19	4	0	0	1	10	3	8	2	4	19	2	7	8	18	2	5	6		126	118
λέξεις	31	77	385	102	0	0	39	115	38	105	29	51	379	134	135	173	710	12	103	109		2727	2086
λέξ/εκφ	31	11	20	26	-	-	39	12	13	13	15	13	20	67	19	22	39,4	6	21	18		21,6	17,7
Σύνολο																							
εκφορές	17	15	44	10	3	7	1	15	8	14	5	12	39	12	11	16	53	2	15	14		313	271
λέξεις	210	212	716	268	27	49	39	161	72	308	73	109	865	457	222	331	1216	12	282	160		5789	4304
λέξ/εκφ	12	14	16	27	9	7	39	11	9	22	15	9,1	22	38	20	21	22,9	6	19	11		18,5	15,9

Πίνακας 8: Ποσοτικά στοιχεία σχετικά με τη συμμετοχή των μαθητών στις συζητήσεις που έλαβαν χώρα στην ολομέλεια της τάξης.

Με τη βοήθεια του παραπάνω πίνακα μπορούν να γίνουν ορισμένες βασικές επισημάνσεις. Καταρχήν, φαίνεται ότι υπάρχει διαφορά ανάμεσα στις συζητήσεις που έγιναν στην α΄ φάση της διδακτικής παρέμβασης και σε εκείνες που έγιναν κατά τη β΄ φάση, όσον αφορά το πλήθος των εκφορών που διατυπώθηκαν. Έτσι, ενώ στις συζητήσεις της α΄ φάσης έγιναν συνολικά 187 εκφορές από τους μαθητές, στη β΄ φάση οι εκφορές αυτές μειώθηκαν στις 126. Παρόλα αυτά, η αντίστοιχη μείωση που παρατηρήθηκε στο πλήθος των λέξεων που συνολικά χρησιμοποιήθηκαν από τους μαθητές για τις εκφορές αυτές είναι αισθητά μικρότερη. Στις συζητήσεις της α΄ φάσης οι συνολικές λέξεις για τις 187 εκφορές ήταν 3062 (μέσος όρος λέξεων ανά εκφορά: 16,4), ενώ στις συζητήσεις της β΄ φάσης οι συνολικές λέξεις για τις 126 εκφορές που διατυπώθηκαν ήταν 2727 (μέσος όρος λέξεων ανά εκφορά 21,6).

Πέρα από την παρατήρηση ότι οι συζητήσεις της β φάσης ήταν πιο σύντομες σε σχέση με εκείνες της α φάσης, το πιο ουσιαστικό που προκύπτει από τα παραπάνω είναι ότι αυξήθηκε σημαντικά ο μέσος όρος λέξεων ανά εκφορά (περίπου 5 λέξεις ανά εκφορά). Το στοιχείο αυτό δείχνει ότι οι εκφορές των μαθητών όσο προχωράνε οι συζητήσεις έχουν μεγαλύτερη έκταση. Σε μεγάλο βαθμό, αυτή η διαφοροποίηση οφείλεται στο γεγονός ότι στις πρώτες συζητήσεις που έγιναν οι μαθητές συχνά βιάζονταν να δώσουν αξιολογικές απαντήσεις (π.χ. «*Ναι.*», «*Σωστή κίνηση*», «*Λάθος*», «*Συμφωνώ*», κ.λπ.) σε ερωτήματα που συνήθως διατύπωνε ο συντονιστής. Φαίνεται ότι οι μαθητές συνειδητοποίησαν στην πορεία των συζητήσεων, ότι σκοπός των συζητήσεων αυτών δεν ήταν κάτι τέτοιο, αλλά αντίθετα ότι η επιδίωξη ήταν να γίνει μαθηματική συζήτηση με διατύπωση θέσεων και επιχειρημάτων.

Μία άλλη παρατήρηση είναι ότι όσο προχωράνε οι συζητήσεις περιορίζεται το φαινόμενο κάποιος μαθητής να μονοπωλεί τις συζητήσεις αυτές. Έτσι, στην 1η συζήτηση, φαίνεται ότι ο μαθητής "Μετρητής011" μονοπωλεί τη συζήτηση, αφού είναι υπεύθυνος για τις 24 από τις 81 συνολικά εκφορές των μαθητών σε αυτήν (ποσοστό 29,6%). Η κατάσταση αρχίζει να διαφοροποιείται στη 2η συζήτηση, με το μαθητή "Διαίρεση" να διατυπώνει τις περισσότερες (18 από τις 106) εκφορές (ποσοστό 16,7%), χωρίς ωστόσο να είναι το ίδιο κομβική η παρουσία του όσο ήταν εκείνη του μαθητή "Μετρητή011" στην προηγούμενη συζήτηση, αφού τα περισσότερα μηνύματά του είναι σύντομα. Στις υπόλοιπες συζητήσεις (3η – 4η) που έγιναν στη β φάση της διδακτικής παρέμβασης, οι συγκεκριμένοι μαθητές ναι μεν διατυπώνουν και πάλι τα περισσότερα μηνύματα, ωστόσο δε μπορεί να θεωρηθεί ότι μονοπωλούν τη συζήτηση, αφού τα μηνύματα που εκφέρουν αντιστοιχούν περίπου στο 15% του συνόλου των μηνυμάτων που εμφανίζονται στις συζητήσεις αυτές (αν οι μαθητές συμμετείχαν ισόποσα στις συζητήσεις το ποσοστό που θα αντιστοιχούσε στον καθένα θα ήταν 5%). Ωστόσο, ακόμα και έτσι, από τον πίνακα είναι εμφανές ότι ως προς την ποσότητα της συμμετοχής τους στις συζητήσεις, υπάρχει μια τριάδα μαθητών που ξεχωρίζει για την πιο ενεργό συμμετοχή που επιδεικνύει. Πρόκειται για την τριάδα που αποτελείται από τους μαθητές "Μετρητής011" (53 εκφορές – 1216 λέξεις), "Διαίρεση" (44 εκφορές – 716 λέξεις) και "9stein" (39 εκφορές – 865 λέξεις).

Από την άλλη πλευρά, υπάρχει μια ομάδα μαθητών με χαμηλή (έως καθόλου) συμμετοχή στις συζητήσεις. Στην ομάδα αυτή μαθητών, παρατηρείται μεγάλη ανομοιογένεια ως προς τα χαρακτηριστικά των μαθητών που τη συνθέτουν. Έτσι, η μία τριάδα μαθητών ("Πολλαπλασιασμός", "Αφαίρεση", "Αριθμητής") που δε συμμετέχει ενεργά στη συζήτηση, είναι μαθητές που χαρακτηρίστηκαν ως οι πιο αδύναμοι της τάξης από τους δάσκαλούς τους στα μαθηματικά. Οι μαθητές αυτοί επίσης δεν επιλέγονται από τους συμμαθητές τους ως «μαθηματικοί» βοηθοί για το παιχνίδι NIM και σε κάποιες περιπτώσεις δεν αντιμετωπίζονται από αυτούς ως αξιόλογοι αντίπαλοι (έγιναν σχετικά υποτιμητικά σχόλια σε συνεντεύξεις). Ωστόσο, η δεύτερη τριάδα μαθητών που εντάσσεται στην κατηγορία των μη ενεργών στη συζήτηση μαθητών ("Επαλήθευση",

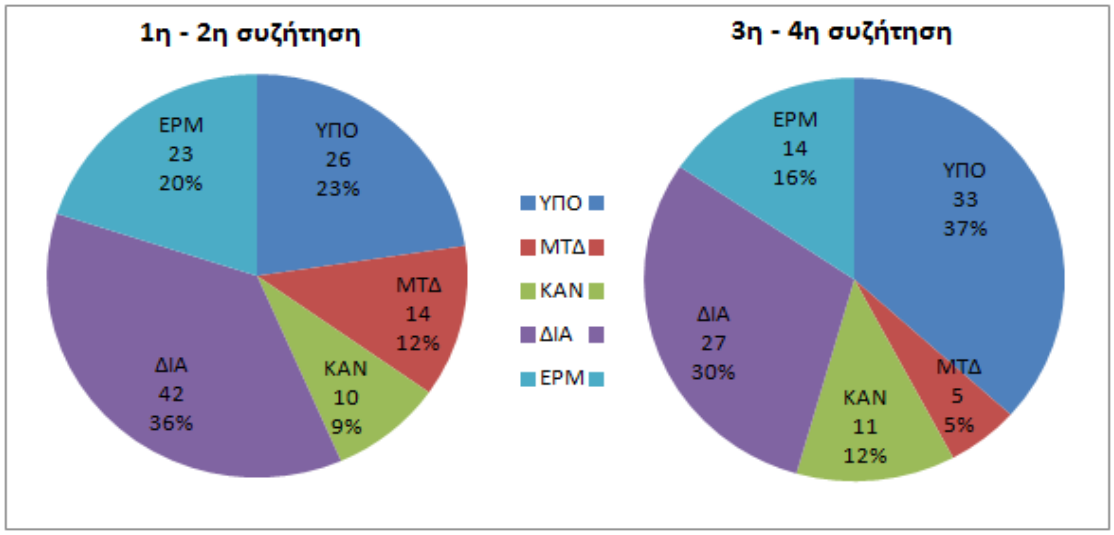
“Διαγώνιος”, “Τριγωνούλα”) έχει χαρακτηριστικά διαφορετικά. Πρόκειται για μαθητές ικανούς στα μαθηματικά, τόσο με βάση τα λεγόμενα των δασκάλων τους όσο και με βάση τις κρίσεις των συμμαθητών τους. Έτσι, ενώ στην περίπτωση της πρώτης ομάδας μαθητών θα μπορούσε κάποιος να ισχυριστεί ότι η μη συμμετοχή τους οφείλεται ως ένα βαθμό στην αδυναμία τους να μιλήσουν για κάτι που δεν έχουν κατανοήσει επαρκώς, στην περίπτωση της δεύτερης ομάδας η μη συμμετοχή μάλλον οφείλεται σε διαφορετικούς παράγοντες και μάλλον είναι μια συνειδητή επιλογή.

Μία άλλη ενδιαφέρουσα περίπτωση μαθητών είναι οι μαθητές εκείνοι που εμφανίζουν σημαντικές αλλαγές όσον αφορά τη συμμετοχή τους στις συζητήσεις κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης. Υπάρχουν 2 μαθητές (“Αϊνστάιν”, “Ευκλείδης”) οι οποίοι μολονότι είχαν συμμετοχή στις συζητήσεις που έγιναν κατά τη α φάση της διδακτικής παρέμβασης (16 και 10 εκφορές αντίστοιχα), στη β φάση έμειναν σχεδόν αμέτοχοι (1 και 0 εκφορές, αντίστοιχα). Στην περίπτωση του μαθητή “Ευκλείδη” η μείωση της συμμετοχής του είναι πιθανόν να οφείλεται στο ότι ο μαθητής αυτός δεν πήρε κανενός είδους ενθάρρυνση για τα μηνύματα που διατύπωσε, αφού τα περισσότερα ήταν αντιπαραγωγικά για την εξέλιξη της συζήτησης (κυρίως αυθαίρετες υποθέσεις για πιθανές κινήσεις των αντιπάλων) και φάνηκε να προκαλούν μέχρι και τη δυσαρέσκεια των συμμαθητών του.

Τέλος, ολοκληρώνοντας το κομμάτι της συμμετοχής (ποσοτική διάσταση) θα πρέπει να σημειωθεί ότι η συμμετοχή του συντονιστή στις συζητήσεις είναι σταθερά υψηλή. Συνολικά ο συντονιστής παίρνει το λόγο 271 φορές, ενώ οι μαθητές 313 φορές, στοιχείο που υποδεικνύει ότι ο συντονιστής έχει μεγάλη ευθύνη για το πώς εξελίσσεται η συζήτηση και είναι αυτός που την κατευθύνει σε μεγάλο βαθμό. Τα περισσότερα θέματα που προκύπτουν στις συζητήσεις οφείλονται σε πρωτοβουλίες του εκπαιδευτικού, ο οποίος με κατάλληλα ερεθίσματα (επιλογή κατάλληλων παιχνιδιών, σχολιασμό συγκεκριμένων τακτικών και κινήσεων, διατύπωση σχετικών ερωτήσεων) επιδιώκει να βοηθήσει τους μαθητές να ασχοληθούν με συγκεκριμένα θέματα που θα μπορούσαν να έχουν μαθηματικό ενδιαφέρον.

4.3.1.2 Ανάλυση περιεχομένου

Όσο προχωράει η διδακτική παρέμβαση, οι συζητήσεις αποκτούν κάποια διαφορετικά χαρακτηριστικά. Ένα πρώτο στοιχείο που αναφέρθηκε προηγουμένως είναι ότι μολονότι δεν αλλάζει αισθητά η χρονική διάρκεια των συζητήσεων, παρατηρείται μια μείωση του συνόλου των εκφορών που διατυπώνονται, αλλά και μια ταυτόχρονη αύξηση του μεγέθους (σε πλήθος λέξεων) της κάθε εκφοράς. Από εκεί και πέρα, η διαφοροποίηση που υπάρχει στον τρόπο συμμετοχής στις συζητήσεις φαίνεται περισσότερο μέσα από την ανάλυση περιεχομένου που έγινε για τα μηνύματα - εκφορές των μαθητών, με βάση το σχήμα κατηγοριοποίησης που παρουσιάστηκε στο κεφάλαιο της μεθοδολογίας (εδάφιο 3.8.1.).



Γράφημα 4 : Συχνότητα εμφάνισης των επιμέρους κατηγοριών εκφορών στις συζητήσεις στην ολομέλεια της τάξης πριν και μετά την υλοποίηση της διδακτικής παρέμβασης[36]

Από το παραπάνω γράφημα φαίνεται ότι, τόσο στις αρχικές (1η – 2η) όσο και στις μεταγενέστερες (3η – 4η) συζητήσεις, κυριαρχούν οι προτάσεις που εντάσσονται στις κατηγορίες «περιγραφή διαδικασίας» και «διατύπωση υποθέσεων», με τα ποσοστά εμφάνισής τους στο σύνολο των ερωτήσεων να είναι περίπου 34% και 29% αντίστοιχα Ωστόσο, είναι εμφανές ότι οι μαθητές στις τελευταίες συζητήσεις έχουν μειώσει αισθητά τα μηνύματα στα οποία απλώς περιγράφουν διαδικασίες (μείωση από 36% σε 30%), αυξάνοντας την ίδια ώρα τα μηνύματα στα οποία διατυπώνουν υποθέσεις (αύξηση από 23% σε 37%), στοιχείο που μπορεί να ερμηνευτεί ως ένα είδος βελτίωσης, καθώς οι μαθητές φαίνεται να δοκιμάζουν ιδέες και όχι απλώς να περιγράφουν αυτό που συμβαίνει στο παιχνίδι.

Ένα άλλο στοιχείο που προκύπτει από το γράφημα και που μπορεί να θεωρηθεί ως ένδειξη βελτίωσης της ποιότητας των συζητήσεων είναι ότι ενώ στις πρώτες συζητήσεις εμφανίζεται ένας αριθμός μηνυμάτων στα οποία οι μαθητές διατυπώνουν μη τεκμηριωμένες θέσεις (14 μηνύματα – ποσοστό 12% επί του συνόλου των μηνυμάτων), τέτοιου είδους μηνύματα είναι λιγότερο συνηθισμένα στις συζητήσεις που ακολούθησαν (5 μηνύματα – ποσοστό 5%). Την ίδια ώρα τα μηνύματα στα οποία οι μαθητές κάνουν αναφορά σε κανόνες που σχετίζονται με το παιχνίδι και τα μηνύματα στα οποία οι μαθητές διατυπώνουν προσωπικές ερμηνείες παραμένουν σχεδόν σταθερά.

Στη συνέχεια γίνεται πιο εκτενής αναφορά στις κατηγορίες «διατύπωση υποθέσεων» και «διατύπωση προσωπικών ερμηνειών» και μια περαιτέρω ανάλυση των μηνυμάτων που εντάσσονται σε αυτές τις κατηγορίες, με βάση το κριτήριο της ποιότητας του περιεχομένου τους, καθώς θεωρήθηκε από τον ερευνητή ότι συνιστούν τις πιο

[36] Όπως αναφέρεται στο κεφάλαιο της μεθοδολογίας, τα μηνύματα των μαθητών αναλύθηκαν από δύο βαθμολογητές στις ακόλουθες κατηγορίες : διατύπωση υποθέσεων (ΥΠΟ), μη τεκμηριωμένες δηλώσεις (ΜΤΔ), αναφορά κανόνων (ΚΑΝ), περιγραφή διαδικασίας (ΔΙΑ) και διατύπωση προσωπικών ερμηνειών (ΕΡΜ). Για κάθε συζήτηση υπολογίστηκε ο συντελεστής Kappa για τον έλεγχο της συμφωνίας μεταξύ των βαθμολογητών. Όπως φαίνεται στο παράρτημα Γ9-2, ο συντελεστής κυμάνθηκε από κ=0.802 (1η συζήτηση) μέχρι κ=0.846 (4η συζήτηση) και κρίνεται αρκετά ικανοποιητικός.

ενδιαφέρουσες περιπτώσεις εκφορών. Ο λόγος για αυτό είναι η εικασία που έγινε ότι κατά τη διαδικασία διατύπωσης υποθέσεων και ερμηνειών είναι πιο πιθανή η ανάδυση της μαθηματικής σκέψης των μαθητών και η διατύπωση συλλογισμών.

4.3.1.2.1 Διατύπωση υποθέσεων

Όσον αφορά τις υποθέσεις, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι οι περισσότερες από αυτές (33/59, ποσοστό 56%) είναι προτάσεις στις οποίες οι μαθητές δε δίνουν κάποια τεκμηρίωση που να δικαιολογεί τα λεγόμενά τους. Η συνηθισμένη περίπτωση είναι εκφορές όπου οι μαθητές αυθαίρετα προβλέπουν τις κινήσεις του παιχνιδιού που θα ακολουθήσουν, όπως για παράδειγμα:

«*Αφού η Τσέπη πήρε τα 2 ντόνατ, το λάθος είναι πως πήρε κι αυτός τα 2 ντόνατ, εεε, γι' αυτό όμως πήρε τα 2, η Τσέπη πήρε τα 2 κρουασανάκια, εεε, γι' αυτό η Επαλήθευση πήρε το ένα, εεε όχι, η Τσέπη πήρε το 1 κρουασανάκι, η Επαλήθευση πήρε το 1 κρουασανάκι και η Τσέπη το 1, άρα η Επαλήθευση έχασε.*»

("Ευκλείδης", από την 1η συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης)

Οι περισσότερες από τις παραπάνω εκφορές, προέρχονται από μια ομάδα μαθητών, οι οποίοι συμμετέχουν στις συζητήσεις σχεδόν αποκλειστικά με αυτόν τον μη παραγωγικό τρόπο. Χαρακτηριστικά, στους μαθητές "Ευκλείδης", "Τάνγκραμ", "Τσέπης", "Κυκλικός" και "Κομπιουτεράκι" ανήκουν τα 20 από τα 33 μηνύματα συνολικά τέτοιου είδους μηνύματα που εμφανίστηκαν στις συζητήσεις.

Αντίθετα, οι λιγότερες εκφορές στις οποίες διατυπώνονται υποθέσεις και παρέχονται επεξηγήσεις που κατά κάποιον τρόπο τις τεκμηριώνουν (κωδικός 3), ανήκουν σε συγκεκριμένους μαθητές ("Μετρητής011", "9stein", "ι1082004"). Ένα παράδειγμα, όπου έχουμε μαθητή να διατυπώνει υπόθεση και να προσπαθεί να δώσει επεξηγήσεις είναι το ακόλουθο:

«*Θα σου πάρει τα δύο ντόνατ άμα πάρεις τα πέντε κρουασανάκια και σου αφήνει το ένα. Άμα πάρεις τρία ντόνατ, παίρνει τέσσερα κρουασανάκια. Σου αφήνει το ένα. Και τώρα είναι με τα, με τα τέσσερα κρουασανάκια, πάλι παίρνει τα τρία και το ίδιο θα γίνει και με τα ντόνατ.*»

("Μετρητής011", από την 2η συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης)

Όπως φαίνεται και στο σχετικό πίνακα που ακολουθεί, δεν παρατηρείται κάποια σημαντική διαφοροποίηση ως προς την ποιότητα των υποθέσεων που διατυπώνουν οι μαθητές καθώς εξελίσσεται η διδακτική παρέμβαση. Έτσι, οι μαθητές που στις αρχικές συζητήσεις διατύπωναν χαμηλής ποιότητας υποθέσεις, συνεχίζουν (σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό) να διατυπώνουν αντίστοιχου επιπέδου υποθέσεις στις συζητήσεις που ακολούθησαν. Αντίστοιχα, οι μαθητές που αρχικά διατύπωσαν πιο εμπεριστατωμένες υποθέσεις (κωδικοί 2 -3) συνέχισαν με αντίστοιχο τρόπο και στις υπόλοιπες συζητήσεις.

	Αϊνστάιν	Πρόσθεση	Διαίρεση	Κλάσμα	Πολ/σμός	Αφαίρεση	Αριθμητής	Κυκλικός	Τριγωνούλα	Αριθμούλα	Επαλήθευση	Κομπιουτεράκι	9stein	Ευκλείδης	Υπολ.Τσέπης	Διαβήτης	Μετρητής011	Διαγώνιος	1082004	Τάνγκραμ	Σύνολο
1η συζήτηση																					
κωδ.1	0	1	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	9
κωδ.2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3
κωδ.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
σύνολο	1	1	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0	1	4	0	0	0	**14**
2η συζήτηση																					
κωδ.1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	1	0	0	0	0	0	7
κωδ.2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3
κωδ.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2
σύνολο	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	1	0	1	0	0	0	**12**
3η συζήτηση																					
κωδ.1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	1	0	1	2	1	0	0	0	1	9
κωδ.2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	4
κωδ.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2
σύνολο	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	1	1	1	2	1	4	0	0	1	**15**
4η συζήτηση																					
κωδ.1	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	3	8
κωδ.2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	3	0	0	0	7
κωδ.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	3
σύνολο	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2	1	0	1	5	0	1	3	**18**
συζητήσεις (σύνολο)																					
κωδ.1	1	1	4	1	0	0	1	2	0	2	0	2	1	9	3	2	0	0	0	4	33
κωδ.2	2	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0	1	8	0	0	0	17
κωδ.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	6	0	1	0	9
σύνολο	3	2	5	1	0	0	1	2	1	2	0	2	6	9	3	3	14	0	1	4	**59**

Πίνακας 9 : Κατηγοριοποίηση των εκφορών των μαθητών που ανήκουν στην κατηγορία «υποθέσεις» με βάση τον προσδιορισμό της ποιότητάς τους[37].

4.3.1.2.2 Διατύπωση προσωπικών ερμηνειών

Όσον αφορά τα μηνύματα στα οποία οι μαθητές επιχειρούν να διατυπώσουν ερμηνείες, η κατάσταση είναι λίγο διαφορετική. Συγκεκριμένα, οι περισσότερες από τις σχετικές εκφορές (23/37) διατυπώνονται από μια δυάδα μαθητών ("Μετρητής011", "9stein"), οι οποίοι αισθάνονται άνετα με τη διαδικασία αυτή. Σημειώνεται ότι μόλις λίγες (3/23) από τις προσωπικές τους ερμηνείες διατυπώνονται με τρόπο πλήρη (κωδικός 3), ενώ οι περισσότερες παρέχουν μερική (12/23) ή ανεπαρκή τεκμηρίωση (8/23).

[37] Όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις, η κατηγοριοποίηση των εκφορών με βάση το κριτήριο της ποιότητας έγινε από δύο βαθμολογητές. Για να ελεγχθεί η συμφωνία μεταξύ των βαθμολογητών υπολογίστηκε ο συντελεστής Kappa ξεχωριστά για κάθε συζήτηση (βλ. παράρτημα Γ9-3). Ο συντελεστής κυμάνθηκε από κ=0.559 ($3^{η}$ συζήτηση) μέχρι και κ=0.630 ($4^{η}$ συζήτηση), με τις παραπάνω τιμές να κρίνονται μέτριες προς ικανοποιητικές.

	Αϊνστάιν	Πρόσθεση	Διαίρεση	Κλάσμα	Πολ/σμός	Αφαίρεση	Αριθμητής	Κυκλικός	Τριγωνούλα	Αριθμούλα	Επαλήθευση	Κομπιουτεράκι	9stein	Ευκλείδης	Υπολ.Τσέπης	Διαβήτης	Μετρητής011	Διαγώνιος	1082004	Τάνγκραμ	Σύνολο
1η συζήτηση																					
κωδ.1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	5
κωδ.2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	4	0	1	0	10
κωδ.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
σύνολο	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	1	4	0	1	0	**15**
2η συζήτηση																					
κωδ.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	6
κωδ.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
κωδ.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2
σύνολο	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	4	0	0	0	2	0	0	0	**8**
3η συζήτηση																					
κωδ.1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	4
κωδ.2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
κωδ.3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
σύνολο	1	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	**8**
4η συζήτηση																					
κωδ.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
κωδ.2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	3	0	0	0	6
κωδ.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
σύνολο	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	3	0	0	0	**6**
συζητήσεις (σύνολο)																					
κωδ.1	0	0	1	2	0	0	0	1	0	2	0	0	6	0	0	1	2	0	0	0	15
κωδ.2	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	1	7	0	1	0	18
κωδ.3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	4
σύνολο	2	0	3	3	0	0	0	1	0	2	0	0	12	0	0	2	11	0	1	0	**37**

Πίνακας 10: Κατηγοριοποίηση των εκφορών των μαθητών που ανήκουν στην κατηγορία «προσωπικές ερμηνείες» με βάση τον έλεγχο της ποιότητάς τους.

Ένα παράδειγμα εκφοράς όπου παρέχεται μερική τεκμηρίωση είναι το ακόλουθο:

«*... Θέλω να πω πως έχω βγάλει ένα συμπέρασμα από αυτό το παιχνίδι, πως καταλαβαίνουμε πως η κάθε κίνηση, η αρχική κίνηση μπορεί να κρίνει το παιχνίδι αλλά και η τελική, όταν έχουνε μείνει λίγα γλυκά, εε, η τελευταία κίνηση μπορεί να καθορίσει τον νικητή ή η πρώτη.*»

("9stein", από την 1η συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης)

Ένα παράδειγμα περισσότερο τεκμηριωμένης προσωπικής ερμηνείας (κωδικός 3) είναι αυτό που ακολουθεί:

«*Ότι εκτός από όλα αυτά που είχαμε σχεδιάσει, το τι θα κάνει ο αντίπαλος και όλα αυτά, ό,τι στρατηγική και να ακολουθήσουμε πρέπει να σκεφτούμε πώς θα πάει τρία ντόνατ και τρία κρουασάν.* »

("Μετρητής011", από την 2η συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης)

Μία πιο γενική παρατήρηση που μπορεί να γίνει με βάση τα παραπάνω στοιχεία που παρουσιάστηκαν στους πίνακες και τα γραφήματα, είναι ότι φαίνεται να υπάρχουν διακριτές ομάδες μαθητών που τείνουν να έχουν συγκεκριμένες προτιμήσεις ως προς τον τρόπο που επιλέγουν να συμμετέχουν στις συζητήσεις που γίνονται στην ολομέλεια της τάξης. Έτσι, πέρα από τη μικρή ομάδα μαθητών (κυρίως οι "Μετρητής011", "9stein" και σε μικρότερο βαθμό η "Διαίρεση") που δοκιμάζει να διατυπώνει υποθέσεις και προσωπικές ερμηνείες, υπάρχει μια άλλη ομάδα μαθητών που προτιμάει πιο «ασφαλείς» τρόπους συμμετοχής, με διατύπωση εκφορών που δεν εμπλέκουν σε τέτοιο βαθμό το υποκειμενικό στοιχείο. Έτσι, συμμετέχοντες όπως οι μαθητές "ι1082004" και "Αριθμούλα" αρέσκονται στο να διατυπώνουν κανόνες σχετικά με το παιχνίδι, ενώ άλλοι συμμετέχοντες (π.χ. οι "Αϊνστάιν", "Κομπιουτεράκι") προτιμούν να συμμετέχουν στις συζητήσεις κάνοντας περιγραφή κινήσεων και διαδικασιών.

Παραδείγματα εκφορών που εντάσσονται στις κατηγορία «διατύπωση κανόνων» και «περιγραφή διαδικασιών», αντίστοιχα είναι τα δύο αποσπάσματα που ακολουθούν:

«*Όταν κάποιος παίζει και έχουνε μείνει δύο από μια σειρά και δύο από άλλη μία είναι σίγουρο ότι θα χάσει. Οτιδήποτε κι αν συμβεί.*»

("ι1082004" – από την 2η συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης)

«*Έχει μείνει επάνω ένα και ένα, ένα σοκολατάκι και ένα μπισκότο.*»

("Τριγωνούλα" – από την 3η συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης)

4.3.1.3 Παρουσίαση εκφορών με μαθηματικό ενδιαφέρον

Συνεχίζοντας την αναφορά στις συζητήσεις που έλαβαν χώρα στην ολομέλεια της τάξης και προκειμένου ο αναγνώστης να αποκτήσει μια πιο ξεκάθαρη εικόνα σε σχέση με αυτές, στον πίνακα που παρατίθεται στο παράρτημα Δ1, παρουσιάζονται μηνύματα – εκφορές των μαθητών που διατυπώθηκαν στις συζητήσεις και που ο γράφων θεώρησε ότι παρουσιάζουν μαθηματικό ενδιαφέρον. Η πληροφορία αυτή (ο λόγος που κρίθηκαν ενδιαφέρουσες οι εν λόγω εκφορές) δίνεται στην τελευταία στήλη του πίνακα, δίπλα από τη στήλη στην οποία αναγράφεται το κείμενο της εκφοράς. Τονίζεται ότι η παραπάνω επιλογή μηνυμάτων είναι ενδεικτική (και ως ένα βαθμό υποκειμενική) και δεν εξαντλεί το πλήθος μηνυμάτων με μαθηματικό περιεχόμενο που εμφανίστηκε στις συζητήσεις.

4.3.1.4 Αλληλεπιδράσεις μεταξύ μαθητών

Παρόλο που σε μεγάλο βαθμό οι συζητήσεις στην ολομέλεια της τάξης καθοδηγήθηκαν από το συντονιστή και οι μαθητές έτειναν να δίνουν απαντήσεις κυρίως στα ερωτήματα που τέθηκαν από αυτόν, υπήρξαν περιπτώσεις άμεσης αλληλεπίδρασης των μαθητών. Δηλαδή περιπτώσεις όπου η εκφορά ενός μαθητή έρχεται ως απάντηση σε συγκεκριμένη εκφορά συμμαθητή που προηγήθηκε χρονικά της δικής του. Στον πίνακα

που ακολουθεί φαίνονται όλες οι περιπτώσεις που εντοπίστηκαν στις 4 συζητήσεις που έγιναν στην ολομέλεια της τάξης. Η στήλη «κωδικός» δίνει την πληροφορία σε ποια συζήτηση εμφανίζεται η εκάστοτε εκφορά (ανάλογα με το αν ξεκινάει ο κωδικός με 01, 02, 03 ή 04). Η στήλη «συντάκτης» φανερώνει το άτομο στο οποίο ανήκει η εκφορά, ενώ στη στήλη «αποδέκτης» υπάρχει το όνομα (ή τα ονόματα) του ατόμου στο οποίο ο συντάκτης ουσιαστικά απαντά με το μήνυμά του. Δίπλα στο όνομα, σε παρένθεση, υπάρχει το σύμβολο «+» σε περίπτωση που ο συντάκτης δηλώνει συμφωνία με το προηγούμενο μήνυμα του αποδέκτη στο οποίο αναφέρεται, ή το σύμβολο «-» σε περίπτωση που υπάρχει διαφωνία μεταξύ τους. Στη στήλη «μηνύματα» παρατίθεται αυτούσια η εκφορά, ενώ σε κάποιες περιπτώσεις σε παρενθέσεις γίνονται διευκρινιστικά σχόλια ώστε ο αναγνώστης να μπορέσει ευκολότερα να καταλάβει το πλαίσιο (context) της αλληλεπίδρασης, όταν αυτό δεν είναι ευκρινές από το περιεχόμενο του μηνύματος.

α/α	**Κωδικός**	**Συντάκτης**	**Αποδέκτης**	**Μηνύματα**
01	01_010	Μετρητής011	Κλάσμα (-) 01_005	*Εγώ λέω ότι δε θα συμφωνήσω με τον (Κλάσμα[38]) που λέει ότι η πρώτη κίνηση… Είναι η πιο σημαντική του παιχνιδιού. Γιατί με ένα λάθος ο αντίπαλος μπορεί να χάσει, με ένα σωστό μπορεί να νικήσει, αν βγάλει μια σχέση αυτό που έχει κάνει.*
02	01_070	Τσέπης	Κλάσμα (+) 01_005	*Εγώ συμφωνώ με τον (Κλάσμα) που λέει ότι η πρώτη κίνηση δεν έχει σημασία. Δεν φέρνει ούτε νίκη, ούτε ήττα.*
03	01_076	Αϊνστάιν	Διαίρεση ( ) 01_072	*Ε, το άλλαξε ο (Διαίρεση) και δεν θα πω περισσότερο*
04	01_120	Μετρητής011	Μετρητής011(+) 9stein (+) Αϊνστάιν (+)	*θα μπορούσε να το είχε αναλύσει καλά στο μυαλό της, γιατί όπως είπα και πριν, είπε και ο (9stein) και ο (Αϊνστάιν), δυο σκέψεις που θα μπορούσε να είχε σκεφτεί ο Υπολογιστής Τσέπης, σκέφτηκε μόνο το ότι θα μπερδευτεί ο αντίπαλος. Δε σκέφτηκε ότι θα μπορεί να μπερδευτεί και ο ίδιος.*
05	01_139	Μετρητής011	Κλάσμα (+ -) 01_005	*Εεε, θα διαφωνήσω με τον (Κλάσμα) γιατί πρέπει, μπορώ και να συμφωνήσω, ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ, είναι αναλόγως τι θα παίξει μετά ο αντίπαλος. Άμα παίξει…*

[38] Για τη διαφύλαξη της ανωνυμίας των συμμετεχόντων, τα σημεία των εκφορών όπου αναφέρθηκαν τα πραγματικά τους ονόματα έχουν αντικατασταθεί με τα αντίστοιχα ψευδώνυμα (εντός παρένθεσης).

α/α	Κωδικός	Συντάκτης	Αποδέκτης	Μηνύματα
06	01_151	Αϊνστάιν	ι1082004 (-) 01_145	*Εγώ διαφωνώ με τον (ι1082004) γιατί ακόμα και ένα μικρό λάθος να κάνεις στην αρχή, μπορεί να σου βγει σε μεγάλο και να χάσεις. Δεν υπάρχει πιθανότητα να κερδίσεις άμα κάνεις λάθος*
07	01_153	Κλάσμα	Διαίρεση ( ) ?	*Πιστεύω ότι αυτό που είπε και ο (Διαίρεση), ότι το να πάρει ένας τα πρώτα 5 (κρουασάν), είναι ένα λάθος που κάνει κάποιος πολύ σπάνια, ένας που δεν τον νοιάζει πολύ.*
08	02_040	Μετρητής011	Αριθμούλα (+) 02_036	*Είναι λάθος. Θα συμφωνήσω με την (Αριθμούλα) ότι είναι λάθος είτε να αφήσεις ένα από όποια σειρά να 'ναι και να αφήσεις όλη την υπόλοιπη, είτε να τα πάρεις όλα. Γιατί…*
09	02_124	Διαίρεση	Κομπιουτεράκι (-) 02_123	*Και μετά θα σε νίκαγε. Γιατί θα έπαιρνε τα πέντε (τα κρουασάν)*
10	02_129	Διαίρεση	Τάνγκραμ (-) 02_128	*Αχ (αναστενάζει με απελπισία)*
11	03_016	Διαβήτης	Κυκλικός (-) 03_014	*Ναι. Αυτό ήθελα να πω. Ακριβώς. Αν πάρει, αν πάρει, έτσι όπως έπαιξε ο (Κυκλικός) και θέλει να πάρει τη σοκολάτα και αυτός πάρει όλα τα τέσσερα τα κρουασάν. Άμα τα πάρει, μετά θα σκεφτεί το παλιό παιχνίδι, θα πάρει τα δύο ντόνατ και θα 'χουνε μείνει τρία τρία.*
12	03_037	Μετρητής011	Κλάσμα (+)	*Θα συμφωνήσω με τον (Κλάσμα) ότι μπορεί, μπορεί βέβαια να αποφεύγανε τις μεγάλες κινήσεις γιατί μπορεί, δεν είχαν ακόμη μπει στο κλίμα του παιχνιδιού, να ακολουθούν καμία στρατηγική. Μπορεί να αποφεύγανε τις μεγάλες κινήσεις για να μη χάσουνε. Για να δούνε πιο καλά το παιχνίδι. Ε… δε βλέπω καμία στρατηγική.*
13	03_071	Κλάσμα	Αϊνστάιν (+) 03_069	*Ο (Αϊνστάιν) καλά το σκέφτηκε αυτό (αναφέρεται στη διάταξη a+b=c)*

α/α	Κωδικός	Συντάκτης	Αποδέκτης	Μηνύματα
14	03_076	9stein	Μετρητής011 (-) 03_075	*Εγώ δεν συμφωνώ. Γιατί αν έπαιρνε τα τρία κρουασάν ο Διαγώνιος, ο διαβήτης δεν θα έκανε πάλι λάθος. Θα έπαιρνε τα τρία ντόνατς. Και θα μενε δύο δυο (διαφωνεί με μια προτεινόμενη από το συμμαθητή του κίνηση)*
15	04_014	Διαίρεση	9stein (-) 04_012	*Ε, θα διαφωνήσω με τον (9stein), γιατί άμα ο … ο δεύτερος παίχτης… εμ… ο πρώτος παίχτης πάρει τώρα τέσσερα ντόνατ ή τέσσερα κρουασάν και μετά άμα ο δεύτερο… ο δεύτερος παίχτης μπερδευτεί και πάρει το αντίθετο… (διαφωνεί με μια προτεινόμενη από το συμμαθητή του κίνηση)*
16	04_018	Μετρητής011	Διαίρεση (-) 04_014	*Αυτό είναι, όμως, σε περίπτωση που μπερδευτεί. Το είπες και ο ίδιος. Ας πούμε αν μπερδευτεί. Δηλαδή, αν πάρω εγώ τα τέσσερα ντόνατ, δεν θα πάρει τα πέ… Άμα πάρω τα τέσσερα κρουασάν, δεν θα πάρει τα τέσσερα ντόνατ. Θα πάρει πέντε και νικάει.*
17	04_028	Τσέπης	Διαίρεση (+) 04_014	*Ε, άμα πάρει, συμφωνώ με τον (Διαίρεση), γιατί άμα πάρει τα… όλα τα κρουασάν, θα βρε… θα βρεθεί σε κρίσιμη κατάσταση, γιατί αν πάρει … μετά ο αντίπαλος τα … τα τρία ντόνατ …*
18	04_032	Πρόσθεση	Κυκλικός ( ) 04_022	*Γι' αυτό που είπε ο (Κυκλικός). Μπορούσε να πάρει … όλα τα κρουασάν. Μετά θα γινόταν το ίδιο παιχνίδι. Και μετά ο αντίπαλος θα έπαιρνε τα τρία τέτοια, ε… τα τρία ντόνατ. Μετά θα έπαιρνα… εγώ το ένα ντ… το ένα ντόνατ*
19	04_118	Επαλήθευση	Τάνγκραμ (-) 04_117	*Αυτό είναι σενάριο… (ενοχλημένη)*

Πίνακας 11 : Μηνύματα μαθητών που έρχονται ως απαντήσεις σε προηγούμενα μηνύματα συμμαθητών, στο πλαίσιο των συζητήσεων που έλαβαν χώρα στην ολομέλεια της τάξης.

Όπως φαίνεται και από τον πίνακα, σε 6 από τις περιπτώσεις όπου οι μαθητές κάνουν άμεση αναφορά σε προηγούμενο μήνυμα συμμαθητή, η αναφορά έχει θετική χροιά και φανερώνει τη συμφωνία του ομιλούντος με το περιεχόμενο του μηνύματος, ενώ σε 9 περιπτώσεις η αναφορά γίνεται για να τονιστεί η διαφωνία του ομιλούντος με το περιεχόμενο του μηνύματος. Σε 4 περιπτώσεις, είτε δεν είναι ξεκάθαρη η τοποθέτηση (συμφωνία ή διαφωνία) του μαθητή που κάνει αναφορά σε προηγούμενο σχόλιο συμμαθητή ή δεν υπάρχει εξ αρχής πρόθεση αξιολογική.

Μία πιο προσεκτική εξέταση των συγκεκριμένων 19 εκφορών αποκαλύπτει ότι υπάρχουν μαθητές που με μεγαλύτερη ευκολία σχολιάζουν είτε θετικά είτε αρνητικά τα λεγόμενα των συμμαθητών τους, όπως για παράδειγμα ο μαθητής "Μετρητής011", ο οποίος ευθύνεται για 6 από τις 19 σχετικές εκφορές. Ακολουθούν άλλοι μαθητές, όπως ο "Τσέπης" ο οποίος εκφράζει μόνο συμφωνία με τα λεγόμενα συμμαθητών του και ο "Διαίρεση" που εκφράζει μόνο τη διαφωνία του.

Αντίστοιχα, υπάρχουν μαθητές, οι εκφορές των οποίων γίνονται με μεγαλύτερη ευκολία αντικείμενο σχολιασμού από τους συμμαθητές τους. Τα λεγόμενα του μαθητή "Κλάσμα" φαίνεται να απασχολούν συχνά τους υπόλοιπους μαθητές, όπως επίσης και οι εκφορές δραστήριων (στη συζήτηση) μαθητών όπως ο μαθητής "Διαίρεση", ο "9stein" και ο "Αϊνστάιν" ή αδύναμων στα μαθηματικά μαθητών όπως ο μαθητής "Τάνγκραμ" και ο "Κυκλικός".

Τέλος, σε αντίθεση με τις περιπτώσεις ύπαρξης συμφωνίας, όσον αφορά τις περιπτώσεις διαφωνίας (9 εκφορές) όλες διατυπώνονται από μαθητές που έχουν χαρακτηριστεί από τους δασκάλους τους ως ικανοί στα μαθηματικά. Αποδέκτες είναι συνήθως (5 στις 9 περιπτώσεις) μαθητές που έχουν χαρακτηριστεί από τους δασκάλους τους ως αδύναμοι στα μαθηματικά. Στις υπόλοιπες 4 περιπτώσεις, εκφράζεται διαφωνία με τα λεγόμενα ικανών μαθητών, αποκλειστικά από μαθητές που εντάσσονται και οι ίδιοι στην ίδια κατηγορία (των ικανών στα μαθηματικά μαθητών). Ενδεικτικό είναι το παρακάτω παράδειγμα, όπου αλληλεπιδρούν δύο από τους πιο ικανούς, βάσει της αξιολογήσεως των εκπαιδευτικών, μαθητές της τάξης. Στη συνδιαλλαγή αυτή, ο μαθητής "Μετρητής011" εκφράζει τη διαφωνία (μαζί και τη δυσαρέσκειά του) για την προηγούμενη εκφορά του μαθητή "Διαίρεση", στην οποία ο τελευταίος παραθέτει ένα (αυθαίρετο) σενάριο για το πώς θα μπορούσε να εξελιχθεί το παιχνίδι.

> «*Αυτό είναι, όμως, σε περίπτωση που μπερδευτεί. Το είπες και ο ίδιος. Ας πούμε αν μπερδευτεί.*»
>
> ("Μετρητής011", από την 4η συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης)

4.3.2 Συζητήσεις σε περιβάλλον σύγχρονης online επικοινωνίας (chat)

Πέρα από τις συζητήσεις στην ολομέλεια της τάξης, μία σημαντική δράση της διδακτικής παρέμβασης αποτέλεσαν οι συζητήσεις που έλαβαν χώρα σε περιβάλλον σύγχρονης επικοινωνίας (chat). Όπως έχει αναφερθεί στο εδάφιο με την περιγραφή της διδακτικής παρέμβασης, πραγματοποιήθηκαν δύο συνεδρίες σε περιβάλλον chat. Στην πρώτη συνεδρία - συζήτηση (α΄ φάση παρέμβασης) έγινε σχολιασμός παρτίδας NIM_{135}, ενώ στην επόμενη (β΄ φάση παρέμβασης) σχολιάστηκε παρτίδα NIM_{1357}.

Στο παρόν εδάφιο γίνεται προσπάθεια περιγραφής της δραστηριότητας που αναπτύχθηκε στις συνεδρίες αυτές. Αρχικά παρατίθενται ποσοτικά στοιχεία για τις συζητήσεις (όπως το πλήθος μηνυμάτων - συνεισφορών ανά μαθητή και ο μέσος όρος έκτασης των μηνυμάτων), ενώ στη συνέχεια, μέσα από μια διαδικασία ανάλυσης περιεχομένου, δίνονται πιο λεπτομερείς πληροφορίες και παρουσιάζονται ποιοτικά χαρακτηριστικά των συζητήσεων. Τέλος, γίνεται αναφορά σε στοιχεία που δίνουν πληροφόρηση για την αλληλεπίδραση που αναπτύχθηκε μεταξύ των μαθητών.

4.3.2.1 Ποσοτικά στοιχεία συμμετοχής

Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται ποσοτικά στοιχεία σχετικά με τη συμμετοχή των μαθητών (και του συντονιστή της συζήτησης) τόσο ξεχωριστά για κάθε συζήτηση όσο και συνολικά.

	Αϊνστάιν	Πρόσθεση	Διαίρεση	Κλάσμα	Πολ/σμός	Αφαίρεση	Αριθμητής	Κυκλικός	Τριγωνούλα	Αριθμούλα	Επαλήθευση	Κομπιουτεράκι	9stein	Ευκλείδης	Τσέπης	Διαβήτης	Μετρητής011	i1082004	Τάνγκραμ	Ορθή Γωνία	Σύνολο
1η συζήτηση																					
πλήθος μηνυμάτων	16	2	36	12	9	9	19	7	34	31	16	9	12	10	32	10	13	-	14	35	291
σύνολο λέξεων	55	7	63	70	139	27	100	48	105	135	111	74	92	115	85	126	87	-	54	326	1493
μ.ο. λέξεων / μήνυμα	3,4	3,5	1,8	5,8	15,4	3,0	5,3	6,9	3,1	4,4	6,9	8,2	7,7	11,5	2,7	12,6	6,7	-	3,9	9,3	5,1
2η συζήτηση																					
πλήθος μηνυμάτων	6	0	11	5	4	2	3	1	15	17	14	-	6	-	12	9	8	7	7	22	127
σύνολο λέξεων	18	0	33	52	61	18	138	24	77	108	69	-	45	-	105	118	94	69	121	239	1150
μ.ο. λέξεων / μήνυμα	3	0	3	10	15	9	46	24	5,1	6,4	4,9	-	7,5	-	8,8	13	12	9,9	17	10,8	9,1
σύνολο (1η-2η συζ)																					
πλήθος μηνυμάτων	22	2	47	17	13	11	22	8	49	48	30	9	18	10	44	19	21	7	21	57	418
σύνολο λέξεων	73	7	96	122	200	45	238	72	182	243	180	74	137	115	190	244	181	69	175	565	2643
μ.ο. λέξεων / μήνυμα	3,3	3,5	2,0	7,2	15,4	4,1	10,8	9,0	3,7	5,1	6,0	8,2	7,6	11,5	4,3	12,8	8,6	9,9	8,3	9,9	6,3

Πίνακας 12: Η συνεισφορά των μαθητών στις συζητήσεις σε περιβάλλον chat: το πλήθος των μηνυμάτων, το σύνολο των λέξεων και ο μέσος όρος λέξεων ανά μήνυμα.

Για κάθε περίπτωση, στην πρώτη γραμμή δίνεται το πλήθος των μηνυμάτων (post) που δημοσίευσε κάθε συμμετέχων, στη δεύτερη ο συνολικός αριθμός λέξεων που συνθέτουν τα παραπάνω μηνύματα, ενώ στην τελευταία γραμμή έχει υπολογιστεί ο αριθμός των λέξεων (μέσος όρος) ανά μήνυμα για κάθε συμμετέχοντα. Υπενθυμίζεται ότι ο συντονιστής των συζητήσεων χρησιμοποιεί το ψευδώνυμο "Ορθή Γωνία". Τονίζεται ότι στις τιμές που εμφανίζονται στην τελευταία στήλη (Σύνολο) του πίνακα δε λαμβάνονται υπόψη οι συνεισφορές του συντονιστή, επομένως όλοι οι υπολογισμοί έχουν σχέση με τη δραστηριότητα που ανέπτυξαν οι μαθητές και μόνο. Τέλος, υπογραμμίζεται ότι η εμφάνιση παύλας (-) σε κελιά του πίνακα υποδηλώνει (φυσική) απουσία μαθητή από τη συγκεκριμένη συζήτηση.

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι, σε αντίθεση με τις συζητήσεις στην ολομέλεια της τάξης, στις συζητήσεις στο περιβάλλον chat η συμμετοχή του συντονιστή είναι αισθητά μικρότερη. Ο συντονιστής ("Ορθή Γωνία") συμμετέχει με 57 μηνύματα στις συζητήσεις, τα οποία αντιστοιχούν σε ποσοστό 12% επί του συνόλου των μηνυμάτων που δημοσιεύτηκαν. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με αυτό που συνέβη στις συζητήσεις που έγιναν στην ολομέλεια της τάξης, όπου ο συντονιστής είχε πολύ πιο έντονη παρουσία και ήταν υπεύθυνος για τις μισές σχεδόν από τις εκφορές που καταγράφηκαν (ποσοστό 46,4%).

Όσον αφορά τους μαθητές, στην 1η συζήτηση συμμετέχουν όλοι παράγοντας έναν ικανοποιητικό αριθμό μηνυμάτων (όλοι έχουν 7 μηνύματα και άνω, με εξαίρεση το μαθητή "Πρόσθεση"). Το ίδιο συμβαίνει ουσιαστικά και στην επόμενη συζήτηση, με τη διαφορά ότι πλέον ο αριθμός μηνυμάτων που διατυπώνει κάθε μαθητής είναι μικρότερος.

- Συνολικό πλήθος μηνυμάτων

Μολονότι η χρονική διάρκεια των chat συνεδριών είναι παρόμοια (περίπου 30 λεπτά η κάθε συνεδρία), υπάρχει μια σημαντική διαφορά ως προς την ποσότητα των μηνυμάτων που δημοσιεύουν συνολικά οι μαθητές. Έτσι, στην 1η συνεδρία – συζήτηση, οι μαθητές παράγουν 291 μηνύματα συνολικά, ενώ στην επόμενη συζήτηση τα μηνύματα των μαθητών μειώνονται στα 127, δηλαδή είναι λιγότερο από τα μισά.

Ο λόγος που συμβαίνει η παραπάνω διαφοροποίηση γίνεται κατανοητός μέσα από την προσεκτική εξέταση του συνόλου των μηνυμάτων. Από την εξέταση αυτή, γίνεται σαφές ότι κατά τη διάρκεια της 1ης συζήτησης οι μαθητές συστηματικά βιάζονται να δώσουν σύντομες απαντήσεις (συνήθως αξιολογικού χαρακτήρα) στα κατευθυντήρια ερωτήματα που θέτει ο συντονιστής. Επιπλέον, οι μαθητές επιθυμούν να απαντήσουν καθένας ξεχωριστά, ανεξάρτητα αν ήδη έχουν δοθεί παρόμοιες απαντήσεις από συμμαθητές. Για παράδειγμα ύστερα από την πρώτη ερώτηση που διατυπώνει ο συντονιστής («*Βλέπετε την πρώτη εικόνα. Πώς ξεκινάει ο Μετρητής011; τι νομίζετε ότι θέλει να πετύχει?*») δίνονται 22 σύντομες, διαδοχικές εκφορές - απαντήσεις που επιδιώκουν να «κρίνουν» την ορθότητα ή μη της υπό σχολιασμό κίνησης, χωρίς να

παρέχουν κάποια εμπεριστατωμένη (μαθηματικά χρήσιμη) επεξήγηση. Η παραπάνω συμπεριφορά κυριαρχεί στην πρώτη συνεδρία και οδηγεί στην ύπαρξη μεγάλου πλήθους μηνυμάτων. Ωστόσο, στη δεύτερη συνεδρία οι μαθητές επιδεικνύουν πιο ώριμη συμπεριφορά και περιορίζουν αυτού του είδους τις άσκοπες εκφορές, με αποτέλεσμα η συζήτηση να έχει καλύτερη ροή και το πλήθος των μηνυμάτων να είναι μικρότερο.

Αυτή ακριβώς η μείωση του συνολικού πλήθους των μηνυμάτων που διατυπώνονται κατά τη διάρκεια της 2ης συζήτησης, έχει ως αποτέλεσμα στην εν λόγω συνεδρία να εμφανίζεται μια ομάδα «σιωπηρών» μαθητών, οι οποίοι δημοσίευσαν καθόλου (ή σχεδόν καθόλου) μηνύματα στη συζήτηση (π.χ. οι μαθητές "Πρόσθεση", "Αφαίρεση" και "Κυκλικός").

- Πλήθος λέξεων ανά μήνυμα

Ένα άλλο στοιχείο που προκύπτει από το συγκεντρωτικό πίνακα, είναι ότι μεταξύ των δύο συζητήσεων, υπάρχει διαφορά στην έκταση των μηνυμάτων που διατυπώνουν οι μαθητές. Έτσι, στην 1η συζήτηση τα μηνύματα είναι σύντομα (μέσος όρος 5,1 λέξεις ανά μήνυμα), ενώ στη 2η συζήτηση τα μηνύματα έχουν μεγαλύτερη έκταση (μέσος όρος 9,1 λέξεις ανά μήνυμα).

Πιο αναλυτικά, στην 1η συνεδρία υπάρχει μια ομάδα τεσσάρων μαθητών ("Διαίρεση", "Τριγωνούλα", "Αριθμούλα", "Τσέπης") που ποστάρει μεγάλο πλήθος μηνυμάτων (άνω των 30 ο καθένας). Ωστόσο, από την καταμέτρηση των λέξεων των μηνυμάτων τους, γίνεται σαφές ότι οι συγκεκριμένοι μαθητές δημοσιεύουν σύντομα μηνύματα (ο μέσος όρος κυμαίνεται μεταξύ 1,8 έως 4,4 λέξεων ανά μήνυμα), η μικρή έκταση των οποίων δημιουργεί υπόνοιες ότι στα μηνύματα αυτά δεν υπάρχει μεγάλη πιθανότητα εμφάνισης μαθηματικής σκέψης. Μικρότερη είναι η ομάδα μαθητών ("Διαβήτης", "Πολ/σμός", "Ευκλείδης") που παράγουν συστηματικά μηνύματα με μέσο όρο λέξεων ανά μήνυμα ανώτερο των 10 στη συζήτηση αυτή. Ωστόσο, ούτε αυτό το στοιχείο φαίνεται να εξασφαλίζει ότι τα μηνύματα αυτά είναι ποιοτικά και προάγουν τη μαθηματική συζήτηση. Η εξέταση των μηνυμάτων των παραπάνω μαθητών δείχνει ότι (με εξαίρεση το "Διαβήτη") πρόκειται για «φλύαρα» μηνύματα, στα οποία γίνονται αυθαίρετες υποθέσεις σχετικά με κινήσεις που (κατά τη γνώμη των συντακτών τους) θα έπρεπε να ακολουθήσουν στην εξέλιξη του παιχνιδιού. Χαρακτηριστικό ως προς τα παραπάνω είναι το μήνυμα που ακολουθεί:

> «*νομιζω οτι αυτη η κινηση ειναι καλη γιατι ο αντιπαλος θα παρει τα τρια κρουασαν ο αλος θα παρει τα 2 ντονατ μετα ο αλλος θα παρει το αλο ντονατκαι θα χασει*»
>
> ("Πολλαπλασιασμός" – από τη 1η συζήτηση σε περιβάλλον chat)

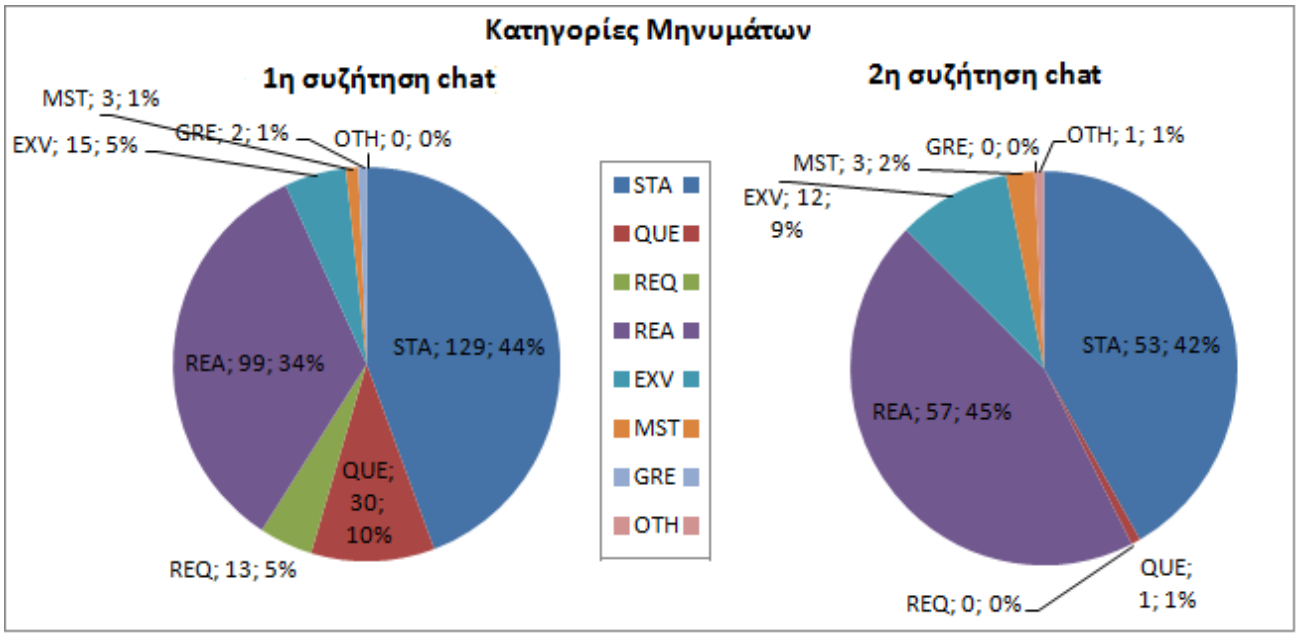
Αντίθετα, στη 2η συζήτηση, με εξαίρεση τους μαθητές "Αϊνστάιν", "Διαίρεση", "Τριγωνούλα" και "Επαλήθευση" που συνεχίζουν να δημοσιεύουν σύντομα μηνύματα

(μέχρι 5 λέξεις), οι υπόλοιποι μαθητές παρέχουν πιο μακροσκελείς απαντήσεις, για την προετοιμασία – διατύπωση των οποίων προφανώς (αφού η συνολική διάρκεια της συνεδρίας ήταν ίδια με εκείνη της προηγούμενης) χρησιμοποιούν περισσότερο χρόνο. Ωστόσο, για να μπορεί να υπάρξει μια πιο ασφαλής εκτίμηση για το αν οι παραπάνω διαφοροποιήσεις οδήγησαν σε μια βελτίωση της ποιότητας της συζήτησης, χρειάζεται να γίνει εκτενέστερη μελέτη των συζητήσεων αυτών και ανάλυση του περιεχομένου τους, κάτι που επιχειρείται στη συνέχεια.

4.3.2.2 Ανάλυση περιεχομένου

4.3.2.2.1 Ανάλυση με βάση τη λεκτική πράξη που επιτελούν τα μηνύματα

Όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο όπου παρουσιάστηκε η μεθοδολογία της έρευνας, τα μηνύματα που δημοσίευσαν οι μαθητές στο περιβάλλον του chat αναλύθηκαν με βάση το περιεχόμενό τους, στις ακόλουθες κατηγορίες: δηλώσεις (STA), ερωτήσεις (QUE), παρακλήσεις (REQ), σύντομες αποκρίσεις – αντιδράσεις (REA), αξιολογικές κρίσεις (EXV), μετα-δηλώσεις (μεταγνωστικού τύπου δηλώσεις - MST), χαιρετισμοί (GRE) και άλλα (OTH). Στο γράφημα που ακολουθεί φαίνεται τόσο η απόλυτη συχνότητα εμφάνισης, όσο και η σχετική συχνότητα εμφάνισης (ποσοστό επί του συνόλου των μηνυμάτων) κάθε κατηγορίας[39].



Γράφημα 5: Συχνότητα εμφάνισης των επιμέρους κατηγοριών μηνυμάτων, βάσει λεκτικής πράξης που αυτά επιτελούν, στις συζητήσεις σε περιβάλλον chat.

[39] Όπως και στην περίπτωση των συζητήσεων στην ολομέλεια της τάξης, έτσι και στις συζητήσεις chat η κατηγοριοποίηση των μηνυμάτων έγινε από δύο βαθμολογητές. Όπως φαίνεται στο παράρτημα Γ9-4, ο βαθμός συμφωνίας μεταξύ τους ήταν πολύ υψηλός, με το συντελεστή Kappa να είναι κ=0.944 για την 1η συζήτηση chat και k= 0.929 για τη 2η συζήτηση chat.

Είναι φανερό ότι και στις δύο συζητήσεις οι κατηγορίες μηνυμάτων που κυριαρχούν είναι οι δηλώσεις και οι σύντομες αποκρίσεις – αντιδράσεις, οι οποίες συνιστούν περίπου το 78% των μηνυμάτων της 1ης συζήτησης και το 85% των μηνυμάτων της 2ης συζήτησης. Η μεγάλη διαφορά μεταξύ των δύο συζητήσεων αφορά στην απόλυτη συχνότητα εμφάνισης των παραπάνω κατηγοριών μηνυμάτων. Έτσι, στην 1η συζήτηση οι μαθητές έκαναν 129 δηλώσεις, ενώ στη 2η συζήτηση τα μηνύματα – δηλώσεις των μαθητών μειώνονται σε 53. Αντίστοιχα, οι σύντομες αποκρίσεις στην 1η συζήτηση είναι 99, ενώ στη 2η συζήτηση είναι 57. Σε αυτές τις αλλαγές οφείλεται σε μεγάλο βαθμό η συνολική μείωση του αριθμού των μηνυμάτων που παρατηρήθηκε να συμβαίνει μεταξύ 1ης (291 μηνύματα) και 2ης (127 μηνύματα) συζήτησης στο chat.

Παρά την ομοιότητα που φαίνεται να υπάρχει μεταξύ των δύο συζητήσεων ως προς το πώς κατηγοριοποιούνται τα μηνύματα των μαθητών, υπάρχουν και κάποιες φανερές διαφοροποιήσεις. Συγκεκριμένα, στην 1η συζήτηση εμφανίζεται ένας αριθμός μηνυμάτων (30 μηνύματα – ποσοστό 10,3% επί του συνόλου των μηνυμάτων της συζήτησης) που εντάσσεται στην κατηγορία «ερωτήσεις» και ένας μικρότερος αριθμός μηνυμάτων (13 μηνύματα – ποσοστό 4,5%) που εντάσσεται στην κατηγορία «παρακλήσεις». Αντίθετα, στη 2η συζήτηση οι μαθητές διατυπώνουν μόνο 1 «ερώτηση» (ποσοστό 1,9%) και καμία «παράκληση». Αυτή η σημαντική διαφοροποίηση θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι φανερώνει μια μάλλον αρνητική αλλαγή στον τρόπο συμμετοχής των μαθητών στη συζήτηση, αφού το να διατυπώνουν οι μαθητές ερωτήσεις και να κάνουν παρακλήσεις είναι ένα επιθυμητό στοιχείο. Ωστόσο, μια προσεκτική μελέτη των σχετικών μηνυμάτων της 1ης συζήτησης, δείχνει ότι οι «ερωτήσεις» που διατυπώθηκαν, σε καμία περίπτωση δεν οδήγησαν σε μια βελτίωση της ποιότητας της συζήτησης, αφού σχεδόν στο σύνολό τους δεν είχαν περιεχόμενο σχετικό με το θέμα της συζήτησης. Δεν είναι τυχαίο άλλωστε ότι τα περισσότερα από τα μηνύματα αυτά (15/30) διατυπώθηκαν από έναν και μόνο μαθητή, ο οποίος προφανώς στην 1η συζήτηση δοκίμαζε τα «όρια» του μέσου που χρησιμοποιήθηκε (chat), κάτι που δεν επανέλαβε στη 2η συζήτηση, όπου είχε πλέον συνειδητοποιήσει ότι ο συγκεκριμένος τρόπος συμμετοχής ενοχλεί μέχρι και τους συμμαθητές του.

Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται περισσότερες πληροφορίες για τον τρόπο συμμετοχής των μαθητών στις συζητήσεις chat (πλήθος μηνυμάτων – σύνολο λέξεων – μέσος όρος λέξεων ανά μήνυμα) και παρουσιάζεται αναλυτικά ο τρόπος με τον οποίο διαχωρίστηκαν τα μηνύματά τους με βάση το παραπάνω σχήμα κατηγοριοποίησης.

	Αϊνστάιν	Πρόσθεση	Διαίρεση	Κλάσμα	Πολ/σμός	Αφαίρεση	Αριθμητής	Κυκλικός	Τριγωνούλα	Αριθμούλα	Επαλήθευση	Κομπιουτεράκι	9stein	Ευκλείδης	Τσέπης	Διαβήτης	MετρητήςΦ11	i1082004	Τάνγκραμ	Σύνολο
1η συζήτηση																				
πλήθος μηνυμάτων	16	2	36	12	9	9	19	7	34	31	16	9	12	10	32	10	13	-	14	291
σύνολο λέξεων	55	7	63	70	139	27	100	48	105	135	111	74	92	115	85	126	87	-	54	1493
μ.ο. λέξεων / μήνυμα	3,4	3,5	1,8	5,8	15,4	3,0	5,3	6,9	3,1	4,4	6,9	8,2	7,7	11,5	2,7	12,6	6,7	-	3,9	5,1
δηλώσεις (STA)	8	1	4	7	9	5	7	6	9	14	10	7	11	8	6	8	9	-	4	129
ερωτήσεις (QUE)	1	0	1	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	2	15	0	0	-	5	30
παρακλήσεις (REQ)	2	0	1	0	0	0	2	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	-	0	13
αντιδράσεις (REA)	4	0	28	2	0	4	7	0	15	14	5	0	1	0	10	2	4	-	4	99
αξιολ.κρίσεις (EXV)	0	0	2	3	0	0	0	1	3	0	1	2	0	0	1	0	0	-	1	15
μεταδηλώσεις (MST)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	-	0	3
χαιρετισμοί (GRE)	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	2
άλλα (OTH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0
2η συζήτηση																				
πλήθος μηνυμάτων	6	0	11	5	4	2	3	1	15	17	14	-	6	-	12	9	8	7	7	127
σύνολο λέξεων	18	0	33	52	61	18	138	24	77	108	69	-	45	-	105	118	94	69	121	1150
μ.ο. λέξεων / μήνυμα	3	0	3	10	15	9	46	24	5,1	6,4	4,9	-	7,5	-	8,8	13	12	9,9	17	9,1
δηλώσεις (STA)	2	0	2	3	3	2	2	1	3	5	5	-	2	-	4	7	5	2	5	53
ερωτήσεις (QUE)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	-	1	0	0	0	0	1
παρακλήσεις (REQ)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	-	0	0	0	0	0	0
αντιδράσεις (REA)	4	0	7	1	1	0	1	0	10	9	7	-	3	-	5	1	2	4	2	57
αξιολ.κρίσεις (EXV)	0	0	1	1	0	0	0	0	2	1	1	-	1	-	2	1	1	1	0	12
μεταδηλώσεις (MST)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	-	0	-	0	0	0	0	0	3
χαιρετισμοί (GRE)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	-	0	0	0	0	0	0
άλλα (OTH)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	-	0	0	0	0	0	1

Πίνακας 13 : Ποσοτικά στοιχεία σχετικά με τη συμμετοχή των μαθητών στις συζητήσεις που έλαβαν χώρα στο chat (συνολική συμμετοχή – επιμέρους κατηγορίες).

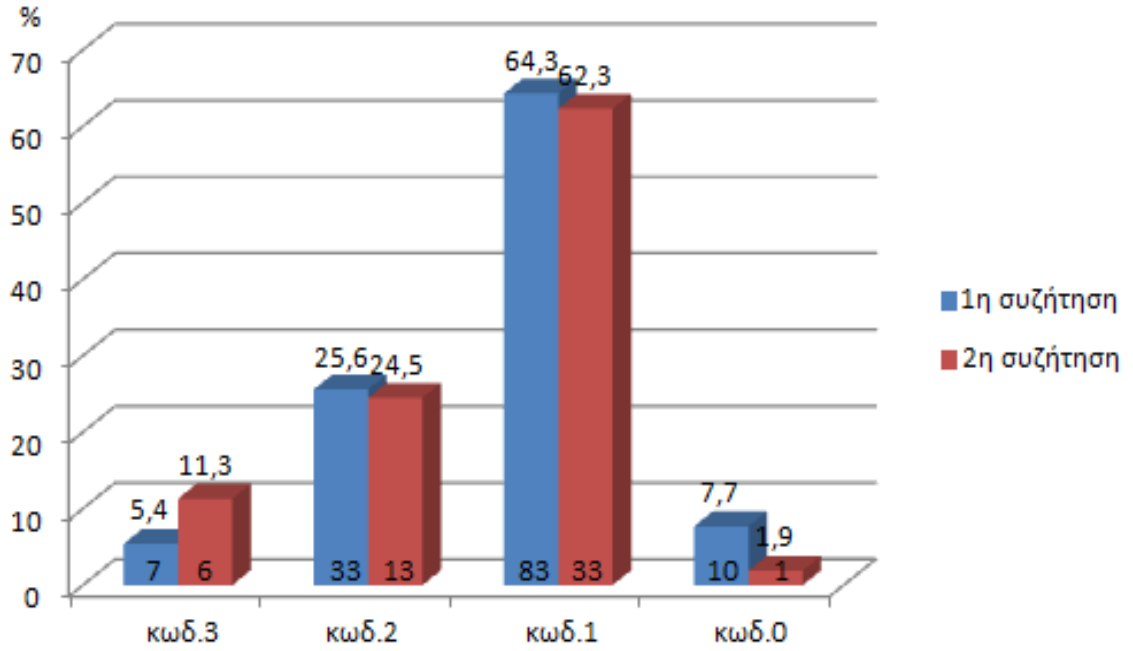
Από τον πίνακα είναι εμφανής ο διαφορετικός τρόπος με τον οποίο συγκεκριμένοι μαθητές συμμετέχουν στη συζήτηση:

- Μία ομάδα μαθητών τείνει να δίνει άμεσα σύντομες αποκρίσεις στα ερωτήματα που συνήθως τίθενται από το συντονιστή της συζήτησης. Έτσι, για παράδειγμα, οι μαθητές "Διαίρεση", "Αριθμούλα" και "Τριγωνούλα" στην 1η συζήτηση δίνουν 57 από τις 99 συνολικά σύντομες αποκρίσεις που εμφανίστηκαν στη συζήτηση αυτή, πρακτική που ακολουθούν, σε μικρότερη έστω κλίμακα, και στη 2η συζήτηση (δίνουν 26 από τις 57 σύντομες αποκρίσεις που υπάρχουν στη συζήτηση).
- Μία άλλη ομάδα μαθητών, μετά από μία μάλλον ήδη χαμηλή συμμετοχή στην 1η συζήτηση, δείχνει μία τάση για ελάχιστη ή καθόλου συμμετοχή στην επόμενη 2η συζήτηση. Πρόκειται για τους μαθητές "Πρόσθεση", "Αφαίρεση", "Αριθμητής" και "Κυκλικός", οι οποίοι στη 2η συζήτηση συνεισφέρουν μόλις 6 μηνύματα.

- Επιπρόσθετα, στον πίνακα μπορεί να εντοπιστούν μαθητές οι οποίοι δείχνουν μια προτίμηση συμμετοχής στη συζήτηση με μηνύματα που εντάσσονται στην κατηγορία «δηλώσεις», όπως είναι οι μαθητές "Μετρητής011", "9stein", "Κλάσμα", "Αϊνστάιν", "Επαλήθευση". Πρόκειται για μια ενδιαφέρουσα κατηγορία μαθητών, αφού στα μηνύματά τους είναι πιθανόν να υπάρχουν συλλογισμοί και επιχειρήματα με πιθανότητα τεκμηρίωσης, κάτι που θα εξεταστεί στη συνέχεια.

4.3.2.2.2 Ανάλυση με βάση την ποιότητα του περιεχομένου των μηνυμάτων - δηλώσεων

Στη συνέχεια παρουσιάζονται περισσότερες πληροφορίες για τα μηνύματα που εντάσσονται στην κατηγορία «δηλώσεις», αφού θεωρήθηκε ότι σε αυτά τα μηνύματα υπάρχει μεγαλύτερη πιθανότητα εμφάνισης μαθηματικής σκέψης. Όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο της μεθοδολογίας της έρευνας, έγινε περαιτέρω ανάλυση των μηνυμάτων αυτών, η οποία παρουσιάζεται στο γράφημα που ακολουθεί (ο αριθμός στο εσωτερικό της ράβδου δείχνει την απόλυτη συχνότητα - πλήθος μηνυμάτων της κάθε κατηγορίας, ενώ ο αριθμός πάνω από την κάθε ράβδο δίνει τη σχετική συχνότητα, δηλαδή το ποσοστό των μηνυμάτων της κατηγορίας επί του συνόλου των μηνυμάτων)[40].



Γράφημα 6: Κατηγοριοποίηση των συνεισφορών των μαθητών που ανήκουν στην κατηγορία «δηλώσεις» με βάση την ποιότητά τους

Όπως φαίνεται από το γράφημα, στην 1η συζήτηση στα 83 από τα 129 σχετικά μηνύματα (ποσοστό 64,3%), οι αποκρίσεις των μαθητών είτε έχουν εσφαλμένο

[40] Πληροφορίες σχετικά με το βαθμό συμφωνίας που υπήρξε ανάμεσα στους βαθμολογητές που έκαναν την παραπάνω ανάλυση δίνονται στο παράρτημα Γ9-5. Υπολογίστηκε ο συντελεστής Kappa, ο οποίος ήταν υψηλός και για τις 2 συζητήσεις (k=0.932 και k=0.881 , αντίστοιχα).

περιεχόμενο, είτε συνιστούν δηλώσεις στις οποίες δεν περιλαμβάνεται κανενός είδους προσπάθεια παροχής κάποιας στοιχειώδους έστω επεξήγησης – τεκμηρίωσης. Λιγότερα (33 μηνύματα – ποσοστό 25,6%) είναι τα μηνύματα όπου οι μαθητές διατυπώνουν μερικώς σωστές (αλλά ανεπαρκώς τεκμηριωμένες) απαντήσεις, ενώ υπάρχουν και 10 μηνύματα που δεν έχουν καμία σχέση με το περιεχόμενο της συζήτησης (εκτός θέματος μηνύματα). Μόλις 7 (ποσοστό 5,4%) είναι τα μηνύματα που χαρακτηρίζονται ως σωστές – τεκμηριωμένες απαντήσεις. Στο πλαίσιο που ακολουθεί δίνεται ένα παράδειγμα για κάθε περίπτωση από αυτές που μόλις αναφέρθηκαν.

Κωδικός 3 (σωστές – ολοκληρωμένες αποκρίσεις)	«*πολυ καλη κηνιση γιατι περνει το μπισκοτο και αυινει στον αντιπαλο τρια κρουασαν και τρια ντονατσ αρα εχει χασει ο αντιπαλος*» ("Διαβήτης" – από την 1η συζήτηση σε περιβάλλον chat)
Κωδικός 2 (μερικώς σωστές – μη ολοκληρωμένες αποκρίσεις)	«*εκανε κακη κινηση γιατι ο αλλος θα παρει τα 2 κρουασαν και ο αντιπαλοσ θα χασει*» ("Πολ/σμός" – από την 1η συζήτηση σε περιβάλλον chat)
Κωδικός 1 (λανθασμένες αποκρίσεις – αποκρίσεις χωρίς τεκμηρίωσης)	«*ειναι σχεδον σιγουρο οτι αυτος που εκανε αυτη την κινηση θα χασει*» ("Αϊνστάιν", από την 1η συζήτηση σε περιβάλλον chat)
Κωδικός 0 (μη αποδεκτές αποκρίσεις – εκτός θέματος)	«*αντωνη πατασ και με το κεφαλαιο και το ερωτιματικο*» ("Αριθμητής" – από την 1η συζήτηση σε περιβάλλον chat)

Όσον αφορά τη 2η συζήτηση, είναι σαφές ότι και πάλι κυριαρχούν τα μηνύματα που εντάσσονται στην κατηγορία «κωδικός 1» (αποκρίσεις χωρίς τεκμηρίωση) με ποσοστό 62,3% επί του συνόλου των μηνυμάτων – δηλώσεων και ακολουθούν τα «ποιοτικότερα» μηνύματα που εντάσσονται στην κατηγορία «κωδικός 2» (μερικώς σωστές αποκρίσεις) με ποσοστό 24,5%. Οι διαφορές, σε σχέση με την 1η συζήτηση, εντοπίζονται σε δύο στοιχεία: στο ότι στη 2η συζήτηση σχεδόν απουσιάζουν οι μη αποδεκτές – εκτός θέματος αποκρίσεις (εμφανίζεται μόλις 1 τέτοιο μήνυμα) και στο ότι αυξάνεται η σχετική συχνότητα (όχι όμως και η απόλυτη) των αποκρίσεων που χαρακτηρίζονται ως σωστές και ολοκληρωμένες. Τα τελευταία στοιχεία δείχνουν μια ελαφριά βελτίωση της ποιότητας της συζήτησης, χωρίς ωστόσο να παραγνωρίζεται το γεγονός ότι η πλειοψηφία των μηνυμάτων που διατυπώθηκαν από τους μαθητές ήταν δηλώσεις ημιτελείς και ελλιπώς τεκμηριωμένες.

Στον πίνακα που ακολουθεί (κατά αντιστοιχία με το προηγούμενο εδάφιο) δίνονται περισσότερες πληροφορίες για τους συμμετέχοντες και για το πώς κατηγοριοποιήθηκαν τα μηνύματά τους με βάση το παραπάνω σχήμα κατηγοριοποίησης.

	Αϊνστάιν	Πρόσθεση	Διαίρεση	Κλάσμα	Πολ/σμός	Αφαίρεση	Αριθμητής	Κυκλικός	Τριγωνούλα	Αριθμούλα	Επαλήθευση	Κομπιουτεράκι	9stein	Ευκλείδης	Τσέπης	Διαβήτης	Μετρητής011	i1082004	Τάνγκραμ	Σύνολο
1η συζήτηση																				
δηλώσεις (STA)	8	1	4	7	9	5	7	6	9	14	10	7	11	8	6	8	9		4	129
κωδικός 3											1		3			2	1			7
κωδικός 2	1		1		5		1	3	4	4	1	3	2			3	5			33
κωδικός 1	7	1	3	7	3	5	4	2	5	10	8	4	6	5	4	3	3		3	83
κωδικός 0					1		2	1						3	2				1	10
2η συζήτηση																				
δηλώσεις (STA)	2	0	2	3	3	2	2	1	3	5	5		2		4	7	5	2	5	53
κωδικός 3									1		1					3	1			6
κωδικός 2				1				1	1	2						3	3	2		13
κωδικός 1	2		2	2	3	2	2		1	3	4		2		3	1	1		5	33
κωδικός 0															1					1

Πίνακας 14: Συχνότητα εμφάνισης συνεισφορών που εντάσσονται στην κατηγορία «δηλώσεις» κάθε συμμετέχοντα και πληροφόρηση για την ποιότητα των δηλώσεων

- Από τον πίνακα, προκύπτει ότι υπάρχουν συγκεκριμένοι μαθητές οι οποίοι συνήθως διατυπώνουν στις συζητήσεις μηνύματα – δηλώσεις στις συζητήσεις, που είτε είναι μη αποδεκτές – εκτός θέματος (κωδικός 0) είτε κρίνονται ανεπαρκείς αφού δεν συνοδεύονται από την απαραίτητη τεκμηρίωση (κωδικός 1). Έτσι, οι μαθητές "Αριθμητής", "Κυκλικός", "Ευκλείδης" και "Τσέπης" διατυπώνουν 9 από τα συνολικά 11 εκτός θέματος μηνύματα και 20 από τα 116 μηνύματα που δεν παρέχουν τεκμηρίωση.
- Αντίθετα, υπάρχει μία ομάδα μαθητών η οποία συνήθως διατυπώνει πιο ολοκληρωμένες αποκρίσεις, δηλαδή δηλώσεις που είτε είναι μερικώς τεκμηριωμένες (κωδικός 2) είτε κρίνονται απόλυτα επαρκείς (κωδικός 3). Για παράδειγμα, στους μαθητές "Διαβήτης", "Μετρητής011" και "9stein" ανήκουν 10 από τα 13 μηνύματα που εμπεριέχουν σωστά τεκμηριωμένη απάντηση. Οι ίδιοι μαθητές έχουν υψηλό βαθμό συμμετοχής στην αμέσως επόμενη κατηγορία (μερικώς σωστές αποκρίσεις), όπου και συνεισφέρουν με 16 μηνύματα από τα 46 που συνολικά διατυπώνονται στις συζητήσεις αυτές.

4.3.2.3 Παρουσίαση μηνυμάτων με μαθηματικό ενδιαφέρον

Αν και μελετήθηκαν όλα τα μηνύματα που δημοσίευσαν οι μαθητές ανεξάρτητα από την έκτασή τους, το ενδιαφέρον της ανάλυσης που ακολουθεί επικεντρώθηκε στα μηνύματα (κατηγορία «δηλώσεις») που είχαν μεγαλύτερη έκταση και συγκεκριμένα σε εκείνα που εμπεριείχαν αιτιολογική πρόταση. Αυτό συνέβη καθώς εικάζεται ότι σε αυτά τα μηνύματα είναι αρκετά πιθανόν να δίνονται επεξηγήσεις και να παρέχεται κάποιο είδος επιχειρηματολογίας. Όσον αφορά την 1η συζήτηση, καταμετρήθηκαν συνολικά 37 τέτοια μηνύματα με αιτιολογικούς συνδέσμους, 22 εκ των οποίων θεωρήθηκε ότι

εμπεριέχουν επεξηγήσεις που στηρίζονται σε συγκεκριμένα κριτήρια και φαίνεται να έχουν μια στοιχειώδη μαθηματική λογική. Αντίστοιχα, στη 2η συζήτηση, εντοπίστηκαν 18 μηνύματα με αιτιολογικούς συνδέσμους, 12 εκ των οποίων θεωρήθηκε ότι εμπεριέχουν μαθηματικά ενδιαφέρουσες αναφορές.

Στον πίνακα που παρατίθεται στο παράρτημα Δ2 παρουσιάζονται ενδεικτικά μερικά από τα παραπάνω τύπου μηνύματα των μαθητών, στα οποία ο γράφων θεώρησε ότι εντοπίζεται μαθηματικό ενδιαφέρον[41]. Η πληροφορία αυτή δίνεται στην τελευταία στήλη του πίνακα, δίπλα από τη στήλη στην οποία αναγράφεται το κείμενο του μηνύματος.

4.3.2.4 Αλληλεπιδράσεις μεταξύ μαθητών

Όπως ήδη αναφέρθηκε, σε αντίθεση με τις συζητήσεις στην ολομέλεια της τάξης όπου η συμμετοχή του συντονιστή ήταν καθοριστική, στις συζητήσεις στο chat δε συνέβη κάτι ανάλογο. Στις συζητήσεις στο chat ο συντονιστής διατυπώνει αισθητά λιγότερα μηνύματα, κάτι που οδήγησε στην εικασία ότι πιθανότατα να υπήρχαν περισσότερες ευκαιρίες οι μαθητές να εμφανίσουν αλληλεπίδραση μεταξύ τους. Σε πρώτη φάση, με τη βοήθεια του εργαλείου των γειτνιαστικών ζευγών (adjacency pairs) εκφορών (Zaferanieh, 2012) επιχειρήθηκε να εντοπιστούν τρόποι αλληλεπίδρασης μεταξύ των μαθητών. Ωστόσο, η προκαταρκτική εξέταση των δεδομένων έδειξε ότι και στην περίπτωση των συζητήσεων στο περιβάλλον chat, το είδος αλληλεπίδρασης που σχεδόν αποκλειστικά εμφανίζεται είναι αυτό όπου ο συντονιστής θέτει ένα ερώτημα και οι μαθητές απαντούν στο ερώτημα αυτό.

Ως εκ τούτου, ενδείξεις για το είδος της αλληλεπίδρασης που αναπτύχθηκε μεταξύ των μαθητών αναζητήθηκαν μέσω μιας διαφορετικής προσέγγισης. Αυτό που τελικά εξετάστηκε ήταν το πλήθος των αποδοχών και των απορρίψεων που εμφανίστηκαν στο πλαίσιο της συζήτησης. Δηλαδή, ποιοι μαθητές διατυπώνουν κρίσεις (θετικές – αρνητικές) για τα σχόλια που εμφανίζονται στα μηνύματα συμμαθητών τους και αντίστοιχα ποιοι μαθητές γίνονται αποδέκτες κρίσεων (θετικών ή αρνητικών) από τους συμμαθητές τους για τα σχόλια που διατυπώνουν. Τα παραπάνω αποτυπώνονται στον πίνακα που ακολουθεί.

[41] Όπως και στην περίπτωση παρουσίασης μηνυμάτων με μαθηματικό ενδιαφέρον που προέκυψαν στις συζητήσεις στην ολομέλεια της τάξης (εδάφιο 4.3.1.3.), έτσι και εδώ, στην περίπτωση των συζητήσεων στο chat, η παρουσίαση σχετικών μηνυμάτων είναι ενδεικτική, προκειμένου ο αναγνώστης να έχει μια καλύτερη εικόνα του είδους της συζήτησης που αναπτύχθηκε. Επομένως, από τη διαδικασία αυτή (η οποία μπορεί να θεωρηθεί ότι εμπεριέχει το στοιχείο της υποκειμενικότητας), δεν υπάρχει κάποια πρόθεση για εξαγωγή δεδομένων που χρήζουν περαιτέρω ανάλυσης. Για το λόγο αυτό δε θεωρήθηκε ουσιώδες να χρησιμοποιηθεί δεύτερο άτομο ώστε να ελεγχθεί ο βαθμός συμφωνίας μεταξύ τους (για τις επιλογές που έκαναν), σε αντίθεση με αυτό που συνέβη στις περιπτώσεις ανάλυσης περιεχομένου που παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο αυτό.

	Αϊνστάιν	Πρόσθεση	Διαίρεση	Κλάσμα	Πολ/σμός	Αφαίρεση	Αριθμητής	Κυκλικός	Τριγωνούλα	Αριθμούλα	Επαλήθευση	Κομπιουτεράκι	9stein	Ευκλείδης	Τσέπης	Διαβήτης	Μετρητής011	Διαγώνιος	1082004	Τάνγκραμ	Σύνολο
1η συζήτηση chat																					
θετικές κρίσεις - αποστολέας	1	0	11	1	0	2	3	0	10	7	2	2	0	0	1	0	1	-	-	0	41
αρνητικές κρίσεις - αποστολέας	0	0	3	0	0	0	0	0	2	2	0	0	1	0	1	0	2	-	-	1	12
θετικές κρίσεις - παραλήπτης	1	1	1	0	1	0	0	0	7	4	2	0	3	0	0	3	10	-	-	0	33
(ονομαστικά)	0	1	1	0	0	0	0	0	1	2	0	0	2	0	0	2	3	-	-	0	12
αρνητικές κρίσεις - παραλήπτης	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0	-	-	0	5
(ονομαστικά)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-	-	0	1
2η συζήτηση chat																					
θετικές κρίσεις - αποστολέας	1	0	6	0	0	0	0	0	6	4	2	-	0	-	1	0	0	-	2	0	22
αρνητικές κρίσεις - αποστολέας	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	-	0	0	0	-	0	0	0
θετικές κρίσεις - παραλήπτης	0	0	0	1	0	1	0	0	0	5	0	-	2	-	0	1	5	-	4	0	19
(ονομαστικά)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-	0	-	0	1	1	-	0	0	3
αρνητικές κρίσεις - παραλήπτης	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	-	0	0	0	-	0	0	0
(ονομαστικά)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	-	0	0	0	-	0	0	0

Πίνακας 15: Συχνότητα εμφάνισης κρίσεων (θετικών – αρνητικών) κατά τις συζητήσεις στο περιβάλλον chat

Όπως φαίνεται από τον πίνακα, στην 1η συνεδρία εμφανίζονται 41 μηνύματα όπου οι συντάκτες τους εκφράζουν τη συμφωνία τους (αποδοχή) και 12 μηνύματα που εκφράζουν την ασυμφωνία τους (απόρριψη) με κάποια προηγηθείσα δήλωση συμμαθητών τους. Λόγω της ροής της συζήτησης σε ένα περιβάλλον chat δεν είναι πάντα εύκολο να προσδιοριστεί το μήνυμα στο οποίο αναφέρεται κάποιος όταν εκφράζει σε μήνυμα τη συμφωνία ή τη διαφωνία του. Από το σύνολο των θετικών και των αρνητικών κρίσεων, μόλις σε 13 γίνεται σαφής αναφορά στο όνομα του συντάκτη του αρχικού μηνύματος (βλ. γραμμή ονομαστικά του παραπάνω πίνακα). Από μια λεπτομερέστερη εξέταση του πίνακα είναι φανερό ότι ο μεγάλος όγκος των θετικών κρίσεων παρέχεται από 3 μαθητές (“Διαίρεση”, “Τριγωνούλα”, “Αριθμούλα”). Αντίστοιχα, υπάρχουν μαθητές που γίνονται συχνότερα από άλλους οι παραλήπτες των θετικών κρίσεων (“Μετρητής011”, “Τριγωνούλα”, “Αριθμούλα”) ή των αρνητικών (“Διαβήτης”).

Όσον αφορά τη 2η συζήτηση, όπως φαίνεται από τον πίνακα, μια βασική διαφορά σε σχέση με την πρώτη συνεδρία είναι ότι πλέον δεν υπάρχουν αρνητικές κρίσεις. Αντίθετα, εμφανίζονται 22 θετικές κρίσεις, την πλειοψηφία των οποίων και πάλι διατυπώνει η ίδια τριάδα μαθητών (“Διαίρεση”, “Τριγωνούλα”, “Αριθμούλα”). Αντίστοιχα, αποδέκτες των θετικών κρίσεων είναι και πάλι συγκεκριμένοι μαθητές (“Μετρητής011”, “Αριθμούλα” και ο μαθητής “1082004” που απουσίαζε κατά την πρώτη συνεδρία).

ΕΝΟΤΗΤΑ 4^{Η} - ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^{Ο}
ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΓΕΝΙΚΟΤΕΡΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΕΙΔΙΚΟΤΕΡΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟ NIM

Στο κεφάλαιο αυτό αξιοποιούνται δεδομένα από τις γραπτές δοκιμασίες στις οποίες υποβλήθηκαν οι συμμετέχοντες, προκειμένου να εξεταστεί η επίδραση της προτεινόμενης διδακτικής παρέμβασης στη διαμόρφωση μαθητικών ικανοτήτων που απασχόλησαν την παρούσα έρευνα. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιούνται δεδομένα από τη μαθηματική δοκιμασία που επιδόθηκε για την εκτίμηση της γενικότερης ικανότητας επίλυσης προβλημάτων και από τη δοκιμασία NIM που είχε στόχο την αξιολόγηση της ειδικότερης ικανότητας των μαθητών στο εν λόγω παιχνίδι.

4.4.1 Η επίδοση των μαθητών στις γραπτές δοκιμασίες

Όπως έχει ήδη αναφερθεί στο κεφάλαιο με την παρουσίαση της μεθοδολογίας, στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής χρησιμοποιήθηκαν δύο γραπτές δοκιμασίες. Η πρώτη (γραπτή μαθηματική δοκιμασία) αποσκοπούσε στην εκτίμηση της γενικής ικανότητας επίλυσης προβλημάτων των μαθητών, ενώ η δεύτερη στην εκτίμηση της ειδικής ικανότητας των μαθητών στο παιχνίδι NIM.

4.4.1.1 Δοκιμασία εκτίμησης της γενικότερης ικανότητας επίλυσης προβλημάτων

Ένας τρόπος για να ελεγχθεί αν η διδακτική παρέμβαση είχε αποτέλεσμα και βοήθησε στη βελτίωση της γενικότερης μαθηματικής ικανότητας των μαθητών και κυρίως της ικανότητας επίλυσης προβλημάτων, είναι ο έλεγχος της επίδοσής τους στη μαθηματική δοκιμασία που χρησιμοποιήθηκε. Υπενθυμίζεται ότι η μαθηματική δοκιμασία περιείχε 10 ισοδύναμα αντικείμενα - items (κάτι που σημαίνει ότι το ανώτερο σκορ που μπορεί να σημειώσει κάποιος μαθητής είναι το 10) και ότι οι μαθητές συμπλήρωσαν την ίδια μαθηματική δοκιμασία δύο φορές, μία πριν από την έναρξη της διδακτικής παρέμβασης και μία μετά την ολοκλήρωσή της. Στη συνέχεια, στους πίνακες που ακολουθούν, παρουσιάζονται βασικά περιγραφικά στοιχεία (μέσος όρος, τυπική απόκλιση, ελάχιστη – μέγιστη τιμή), ενώ υπάρχει πληροφόρηση μεμονωμένα για την επίδοση κάθε μαθητή.

Σύμφωνα με τα στοιχεία των πινάκων της επόμενης σελίδας, οι μαθητές σημείωσαν μέσο όρο 4,55 στην πρώτη επίδοση της δοκιμασίας (τα σκορ τους κυμάνθηκαν από 2 έως 8,5 μονάδες) και μέσο όρο 5,93 στην επαναληπτική επίδοσή της (εύρος τιμών μεταξύ 2,5 και 9,5 μονάδων). Με εξαίρεση έναν μαθητή που σημείωσε κάμψη και μία μαθήτρια που είχε αμετάβλητη επίδοση, οι υπόλοιποι 18 μαθητές βελτίωσαν την επίδοσή τους από 0,5 μέχρι και 3 μονάδες.

	N	Ελάχιστη τιμή (minimum)	Μέγιστη τιμή (maximum)	Μέσος Όρος (mean)	Τυπική Απόκλιση
αρχική δοκιμασία	20	2	8,5	4,55	1,898
τελική δοκιμασία	20	2,5	9,5	5,93	2,413

Πίνακας 16 : Περιγραφικά στοιχεία (μέσος όρος – τυπική απόκλιση – ελάχιστο – μέγιστο) για την επίδοση των μαθητών στη μαθηματική δοκιμασία πριν (αρχική) και μετά (τελική) την ολοκλήρωση της διδακτικής παρέμβασης.

	Αϊνστάιν	Πρόσθεση	Διαίρεση	Κλάσμα	Πολ/σμός	Αφαίρεση	Αριθμητής	Κυκλικός	Τριγωνούλα	Αριθμούλα	Επαλήθευση	Κομπιουτεράκι	9 stein	Ευκλείδης	Τσέπης	Διαβήτης	Μετρητής011	Διαγώνιος	i1082004	Τάνγκραμ	Μέσος Όρος
αρχική	5	3,5	8,5	4,5	3	2,5	2,5	3	3	5,5	6,5	4	5	2	3,5	7	7	7	5,5	2,5	4,55
τελική	7	5,5	9	7,5	4	2,5	3	3,5	6	7	9,5	5	8	3	2,5	8	8,5	8	8	3	5,93
μέσος όρος	6,0	4,5	8,8	6,0	3,5	2,5	2,8	3,3	4,5	6,3	8,0	4,5	6,5	2,5	3,0	7,5	7,8	7,5	6,8	2,8	5,24

Πίνακας 17: Η επίδοση των μαθητών στη μαθηματική δοκιμασία πριν (αρχική) και μετά (τελική) την ολοκλήρωση της διδακτικής παρέμβασης

Για να γίνει στατιστικός έλεγχος της σημαντικότητας της διαφοράς που παρατηρήθηκε στο μέσο όρο επίδοσης των μαθητών συνολικά στη μαθηματική δοκιμασία ανάμεσα στις δύο διαφορετικές χρονικές στιγμές (πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση) χρησιμοποιήθηκε το μη παραμετρικό κριτήριο Wilcoxon (T) και προέκυψε η ακόλουθη τιμή (παράρτημα Γ3):

$$T(20) = -3{,}542 \text{ , } p<.05$$

Η παραπάνω τιμή του κριτηρίου κρίνεται ως στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05 και δείχνει ότι η επίδοση των μαθητών στην επαναληπτική δοκιμασία ήταν στατιστικά σημαντικά διαφορετική (βελτιωμένη) σε σχέση με την αρχική τους επίδοση.

Πέρα από το συνολικό σκορ που συγκέντρωσαν οι μαθητές στη μαθηματική δοκιμασία, ενδιαφέρον υπήρξε και για την επίδοση των μαθητών στα επιμέρους αντικείμενα της δοκιμασίας. Η απόφαση αυτή πάρθηκε καθώς εικάστηκε ότι η παρατηρούμενη συνολική βελτίωση των μαθητών στη μαθηματική δοκιμασία μπορεί να οφείλεται σε μια σημαντική βελτίωσή τους σε συγκεκριμένα (και μόνο) επιμέρους αντικείμενα της δοκιμασίας και όχι σε μια γενική βελτίωση στο σύνολο των επιμέρους αντικειμένων.

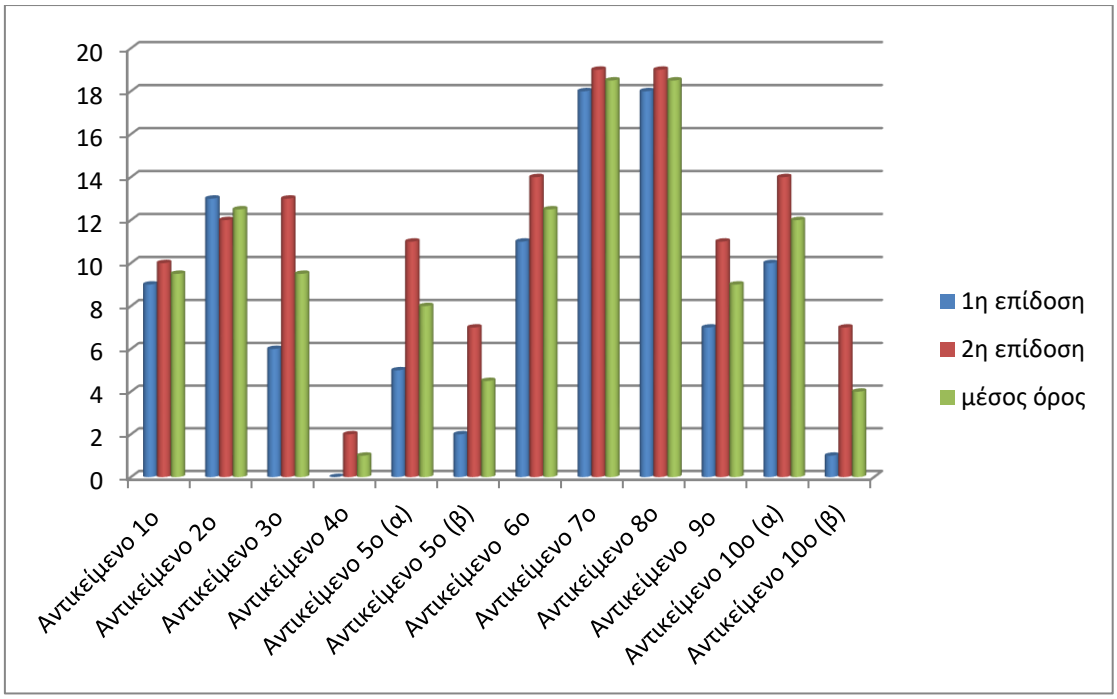
Στον πίνακα που ακολουθεί, παρουσιάζεται η επίδοση των συμμετεχόντων μαθητών στα επιμέρους αντικείμενα της γραπτής μαθηματικής δοκιμασίας, που επιδόθηκε πριν την έναρξη (1η επίδοση) και μετά την ολοκλήρωση (2η επίδοση) της διδακτικής παρέμβασης. Για κάθε επίδοση της γραπτής δοκιμασίας αντιστοιχούν δύο γραμμές στον πίνακα, με την πρώτη γραμμή να πληροφορεί για το πλήθος των μαθητών που έλυσαν επιτυχώς κάθε επιμέρους αντικείμενο και τη δεύτερη γραμμή να εκφράζει την παραπάνω πληροφορία ως ποσοστό επί του συνόλου των μαθητών[42].

		Αντικείμενο 1°	Αντικείμενο 2°	Αντικείμενο 3°	Αντικείμενο 4°	Αντικείμενο 5° (α)	Αντικείμενο 5° (β)	Αντικείμενο 6°	Αντικείμενο 7°	Αντικείμενο 8°	Αντικείμενο 9°	Αντικείμενο 10° (α)	Αντικείμενο 10° (β)
1η επίδοση	N	9	13	6	0	5	2	11	18	18	7	10	1
	%	45	65	39	0	25	10	55	90	90	35	50	5
2η επίδοση	N	10	12	13	2	11	7	14	19	19	11	14	7
	%	50	60	65	10	55	35	70	95	95	55	70	35
Μέσος Όρος	N	9,5	12,5	9,5	1	8	4,5	12,5	18,5	18,5	9	12	4
	%	47,5	62,5	47,5	5	40	22,5	62,5	92,5	92,5	45	60	20

Πίνακας 18 : Η επίδοση των μαθητών στα επιμέρους αντικείμενα της γραπτής μαθηματικής δοκιμασίας – απόλυτες και σχετικές συχνότητες επιτυχούς απάντησης.

Από μια προσεκτική εξέταση του πίνακα καθώς και κυρίως μέσα από την παρατήρηση του γραφήματος της επόμενης σελίδας, προκύπτει ότι υπήρξαν αντικείμενα της δοκιμασίας που δυσκόλεψαν ιδιαίτερα τους μαθητές, τόσο κατά την αρχική όσο και κατά την επαναληπτική επίδοση. Τέτοια αντικείμενα είναι το 4ο αντικείμενο καθώς και το β σκέλος του 5ου και 10ου αντικειμένου, δηλαδή κατά κύριο λόγο αντικείμενα στα οποία οι μαθητές έπρεπε να οργανώσουν με μεγάλη λεπτομέρεια το πλάνο για την επίλυση του εκάστοτε προβλήματος και να προβούν σε διαδικασίες ανάλυσης, ανασύνθεσης και ανασυνδυασμού. Αντίστοιχα, υπήρξαν αντικείμενα (7ο και 8ο), τα οποία έλυσε με επιτυχία το σύνολο σχεδόν των μαθητών ήδη από την πρώτη επίδοση της δοκιμασίας. Στις υπόλοιπες περιπτώσεις τα ποσοστά επιτυχών απαντήσεων κυμαίνονται συνήθως λίγο κάτω από το 50% στην περίπτωση της αρχικής επίδοσης της δοκιμασίας και αντίστοιχα λίγο πάνω από το 50% στην περίπτωση της επαναληπτικής επίδοσης.

[42] Στο σημείο αυτό είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι στο 5ο και 10ο αντικείμενο της γραπτής μαθηματικής δοκιμασίας, υπήρχαν 2 επιμέρους ερωτήματα που οι μαθητές κλήθηκαν να απαντήσουν. Για το λόγο αυτό, στον πίνακα αφιερώνονται 2 στήλες για τα αντικείμενα αυτά που αντιστοιχούν στα επιμέρους ερωτήματα.



Γράφημα 7 : Συχνότητα επιτυχούς απάντησης στα επιμέρους στα επιμέρους αντικείμενα της γραπτής μαθηματικής δοκιμασίας (αρχική – τελική επίδοση και μέσος όρος).

Επίσης, προκύπτει ότι με εξαίρεση το 2ο αντικείμενο, σε όλες τις υπόλοιπες περιπτώσεις, οι μαθητές βελτίωσαν την επίδοσή τους στην επαναληπτική δοκιμασία, με τις πιο θεαματικές βελτιώσεις να σημειώνονται στα αντικείμενα 3, 5 και 10, κάτι που θα φανεί και μέσα από την εφαρμογή κατάλληλων στατιστικών κριτηρίων που λαμβάνει χώρα στη συνέχεια.

Επειδή στα επιμέρους αντικείμενα της μαθηματικής δοκιμασίας υπάρχουν μόνο δύο πιθανές καταστάσεις[43] (λάθος απάντηση, σωστή απάντηση), τα αντικείμενα αυτά αντιμετωπίζονται ως κατηγορικά δεδομένα. Έτσι, για τον έλεγχο της διαφοράς της επίδοσης των μαθητών ανάμεσα στις δύο επαναλαμβανόμενες μετρήσεις χρησιμοποιήθηκε το κριτήριο McNemar Chi Square.

Από την εφαρμογή του κριτηρίου για κάθε επιμέρους αντικείμενο της μαθηματικής δοκιμασίας, διαπιστώθηκε ότι υπάρχουν συγκεκριμένα αντικείμενα (βλ. παράρτημα Γ4-1) στα οποία η επίδοση των μαθητών στην επαναληπτική δοκιμασία διαφοροποιείται σημαντικά σε σχέση με την αναμενόμενη βάσει της αρχικής τους επίδοσης. Συγκεκριμένα, στατιστικά σημαντική είναι η τιμή του κριτηρίου για το 3ο αντικείμενο της μαθηματικής δοκιμασίας (τιμή p-value 0.039 < 0.05) και για το 10ο αντικείμενο (τιμή p-value 0.031 < 0.05 για το β υποερώτημα), ενώ οριακά μη σημαντική βρέθηκε η αντίστοιχη τιμή για το 5ο αντικείμενο της δοκιμασίας (τιμή p-value 0.070 >

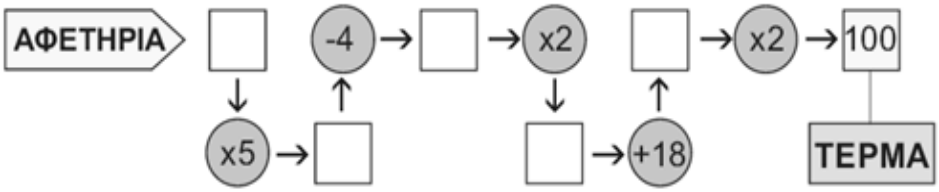
[43] Στη δοκιμασία εκτίμησης της γενικής μαθηματικής ικανότητας υπάρχουν αντικείμενα (5η και 10η δοκιμασία) με 2 υποερωτήματα. Για τις ανάγκες ικανοποίησης των συνθηκών για την εφαρμογή του κριτηρίου McNemar (συγκεκριμένα το ότι οι μεταβλητές χρειάζεται να παίρνουν μονάχα δυο τιμες) έγινε ένα είδος ανακωδικοποίησης, όπου κάθε υποερώτημα εξετάστηκε χωριστά (αποτέλεσε μια νέα μεταβλητή). Έτσι, για παράδειγμα για την 5η δοκιμασία δημιουργήθηκαν 2 μεταβλητές (μία για το α υποερώτημα και μία για το β υποερώτημα) και για κάθε μία από αυτές εφαρμόστηκε το στατιστικό κριτήριο McNemar

0.05 για το α υποερώτημα και τιμή p-value 0.063 < 0.05 για το β υποερώτημα). Τα παραπάνω αντικείμενα (items), που παρατίθενται στη συνέχεια, είναι εκείνα που ουσιαστικά συνέβαλαν στο να βελτιωθεί συνολικά η επίδοση των μαθητών στη μαθηματική δοκιμασία κατά την επαναληπτική επίδοση.

3η δοκιμασία

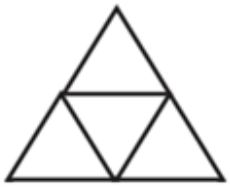
Ποιος από τους παρακάτω αριθμούς πρέπει να μπει στην αφετηρία για να φτάσουμε στο τέρμα;

α) 2 β) 3 γ) 4 δ) 5 ε) 6

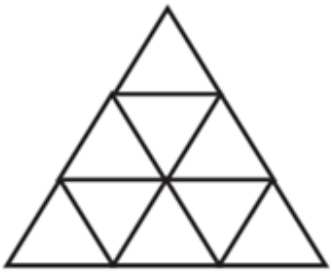


10η δοκιμασία

Βρίσκω πόσα (μικρά και μεγαλύτερα) τρίγωνα υπάρχουν στα παρακάτω σχήματα.



σχήμα Α



σχήμα Β

Στο σχήμα Α υπάρχουν _____ τρίγωνα.

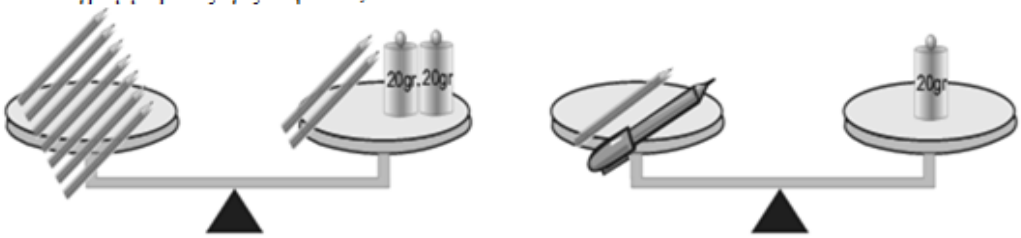
Στο σχήμα Β υπάρχουν _____ τρίγωνα.

5η δοκιμασία

Στην εικόνα που ακολουθεί υπάρχουν δύο ζυγαριές. Και οι δύο ζυγαριές ισορροπούν.
Στις ζυγαριές υπάρχουν μολύβια, μια πένα και σταθμά των 20 γραμμαρίων.

α) Πόσα γραμμάρια ζυγίζει το κάθε μολύβι;

β) Πόσα γραμμάρια ζυγίζει η πένα;



Εικόνα 58: Τα αντικείμενα της μαθηματικής δοκιμασίας όπου παρατηρήθηκε η πιο ουσιαστική διαφοροποίηση (βελτίωση) της επίδοσης των μαθητών.

Η εν λόγω διαπίστωση έχει ιδιαίτερη σημασία, καθώς δείχνει ότι η διδακτική παρέμβαση πιθανόν βελτίωσε τους μαθητές σε συγκεκριμένες πτυχές μαθηματικής ικανότητας. Για παράδειγμα, η επίλυση του 3ου αντικειμένου της μαθηματικής δοκιμασίας βασίζεται στην ικανότητα των μαθητών να εργάζονται από το τέλος προς

την αρχή (backward thinking), ενώ η επίλυση του 5^{ου} και κυρίως του 10^{ου} αντικειμένου απαιτούν δεξιότητες ανάλυσης, ανασύνθεσης και ικανότητα προσδιορισμού των σχέσεων επιμέρους μερών ενός συνόλου.

4.4.1.2 Δοκιμασία εκτίμησης της ικανότητας στο παιχνίδι NIM

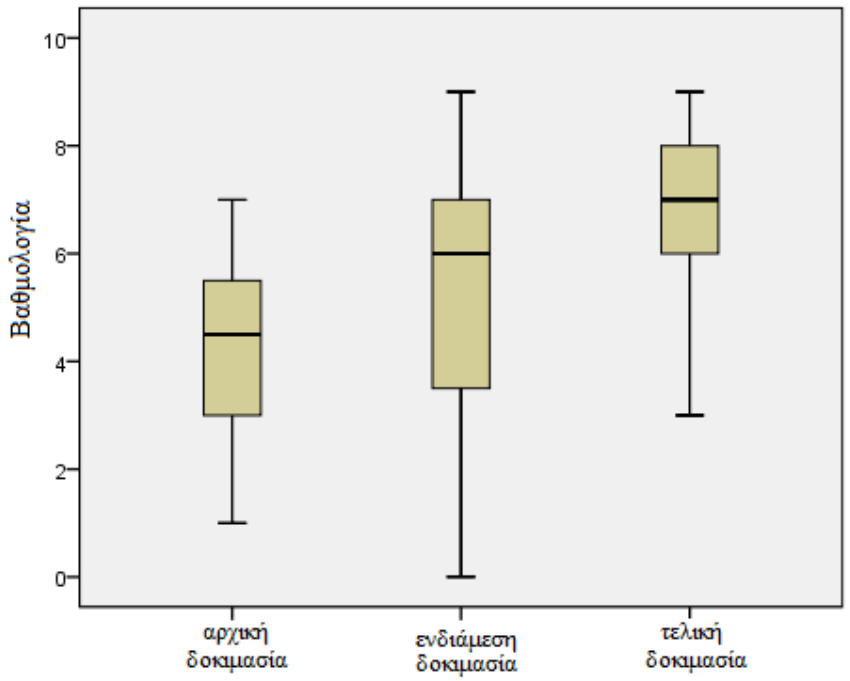
Όπως και η μαθηματική δοκιμασία, έτσι και η δοκιμασία NIM περιέχει 10 αντικείμενα – items και επομένως το ανώτατο σκορ που μπορεί να σημειωθεί σε αυτήν είναι το 10. Σε αντίθεση με τη μαθηματική δοκιμασία που επιδόθηκε 2 φορές, η δοκιμασία NIM επιδόθηκε 3 φορές: κατά την έναρξη, κατά την ολοκλήρωση, καθώς επίσης και μια ενδιάμεση φορά όταν και έγινε η μετάβαση από την απλή εκδοχή του παιχνιδιού στην πιο σύνθετη. Η προσθήκη μίας παραπάνω επίδοσης της δοκιμασίας αυτής κρίθηκε σημαντική, καθώς θεωρήθηκε ότι το διάστημα ενασχόλησης των μαθητών με την απλή εκδοχή του παιχνιδιού είναι επαρκές και θα μπορούσε να επιφέρει σημαντικές διαφοροποιήσεις στην ικανότητά τους να παίζουν σωστά το παιχνίδι αυτό. Δε συνέβη το ίδιο με τη μαθηματική δοκιμασία, καθώς η ικανότητα επίλυσης προβλημάτων θεωρήθηκε ότι είναι κάτι αρκετά πιο σύνθετο και επομένως δύσκολο να επηρεαστεί τόσο σύντομα από μια διδακτική παρέμβαση.

	N	**Ελάχιστη τιμή (minimum)**	**Μέγιστη τιμή (maximum)**	**Μέσος Όρος (mean)**	**Τυπική Απόκλιση**
αρχική	20	1	7	4,2	1,908
ενδιάμεση	20	0	9	5,3	2,637
τελική	20	3	9	6,9	1,619

Πίνακας 19 : Περιγραφικά στοιχεία (μέσος όρος – τυπική απόκλιση – ελάχιστο – μέγιστο) για την επίδοση των μαθητών στη δοκιμασία NIM (αρχική – ενδιάμεση – τελική).

	Αϊνστάιν	Πρόσθεση	Διαίρεση	Κλάσμα	Πολ/σμός	Αφαίρεση	Αριθμητής	Κυκλικός	Τριγωνούλα	Αριθμούλα	Επαλήθευση	Κομπιουτεράκι	9 stein	Ευκλείδης	Τσέπης	Διαβήτης	Μετρητής011	Διαγώνιος	i1082004	Τάνγκραμ	Μέσος Όρος
αρχική	7	3	5	2	1	2	5	4	4	6	5	3	6	3	1	5	7	5	7	3	4,2
ενδιάμεση	7	3	8	4	7	0	6	1	8	6	9	5	7	5	1	6	6	7	8	2	5,3
τελική	7	6	9	5	8	5	7	8	7	8	9	4	8	8	3	8	7	8	7	6	6,9
μέσος όρος	7,0	4,0	7,3	3,7	5,3	2,3	6,0	4,3	6,3	6,7	7,7	4,0	7,0	5,3	1,7	6,3	6,7	6,7	7,3	3,7	5,47

Πίνακας 20: Η επίδοση των μαθητών στη δοκιμασία NIM πριν (αρχική), κατά τη διάρκεια (ενδιάμεση) και μετά (τελική) την ολοκλήρωση της διδακτικής παρέμβασης.



Γράφημα 8: Θηκόγραμμα (boxplot)με την επίδοση των μαθητών στη δοκιμασία ΝΙΜ (αρχική – ενδιάμεση – τελική).

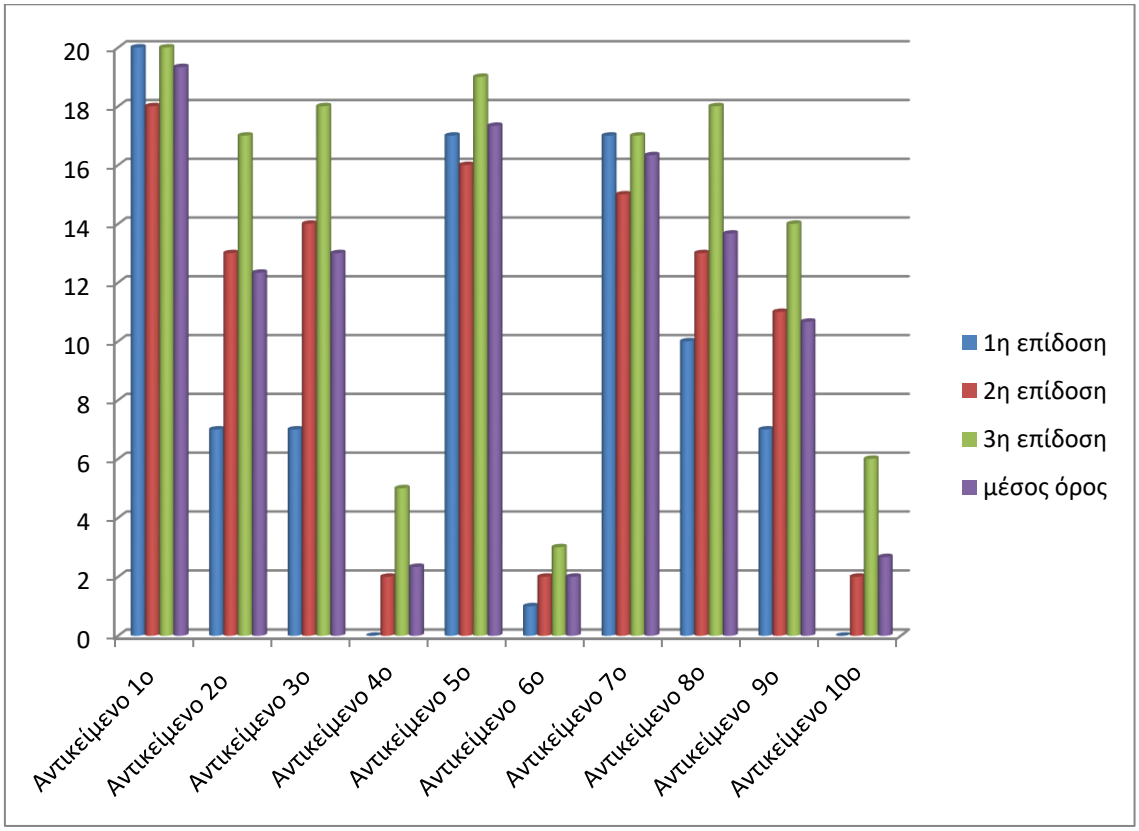
Από τους παραπάνω πίνακες, καθώς και από το συνοδευτικό γράφημα (boxplot), είναι εμφανές ότι η επίδοση των μαθητών στη δοκιμασία ΝΙΜ είναι ανοδική για κάθε επιπρόσθετη επίδοση της δοκιμασίας. Οι μαθητές, αμέσως μετά από την πρώτη τους γνωριμία με το παιχνίδι ΝΙΜ, σημειώνουν χαμηλή επίδοση στη δοκιμασία (μέσος όρος 4,2). Στη δεύτερη επίδοση της δοκιμασίας, που πραγματοποιήθηκε μετά την ολοκλήρωση της α φάσης της διδακτικής παρέμβασης (κατά τη μετάβαση από την απλή στη σύνθετη εκδοχή του παιχνιδιού) η επίδοση των μαθητών βελτιώνεται (μέσος όρος 5,3). Τέλος, στην τελική επίδοση της δοκιμασίας οι μαθητές σημειώνουν τα υψηλότερα σκορ (μέσος όρος 6,9).

Για τον έλεγχο της στατιστικής σημαντικότητας των παραπάνω διαφορών στους μέσους όρους που σημείωσαν οι μαθητές στη δοκιμασία ΝΙΜ, χρησιμοποιήθηκε το μη παραμετρικό κριτήριο Friedman (παράρτημα Γ5). Σύμφωνα με το κριτήριο αυτό, οι διαφορές των μέσων όρων των μαθητών, τόσο ανάμεσα στην $1^{η}$ και τη $2^{η}$ επίδοση, όσο και ανάμεσα στην $2^{η}$ και την $3^{η}$, κρίνονται στατιστικά σημαντικές, σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας $p.=0.039<.05$. και $p.=0.002<.05$ αντίστοιχα. Το παραπάνω υποδεικνύει ότι οι μαθητές βελτιώθηκαν σημαντικά ως προς την ικανότητά τους στο παιχνίδι ΝΙΜ μετά την ολοκλήρωση της α φάσης της διδακτικής παρέμβασης, για να ακολουθήσει στη συνέχεια μια δεύτερη σημαντική βελτίωση της επίδοσής τους μετά την ολοκλήρωση και της δεύτερης φάσης της διδακτικής παρέμβασης.

Όπως και στην περίπτωση της γραπτής μαθηματικής δοκιμασίας, έτσι και για την περίπτωση της δοκιμασίας ΝΙΜ υπάρχει ενδιαφέρον για την επίδοση των μαθητών στα επιμέρους αντικείμενά της. Η πληροφορία αυτή παρουσιάζεται στον πίνακα που και στο συνοδευτικό γράφημα που παρατίθενται στη συνέχεια.

		Αντικείμενο1°	Αντικείμενο2°	Αντικείμενο3°	Αντικείμενο4°	Αντικείμενο5°	Αντικείμενο6°	Αντικείμενο 7°	Αντικείμενο8°	Αντικείμενο9°	Αντικείμενο 10°
1η επίδοση	N	20	7	7	0	17	1	17	10	7	0
	%	100	35	35	0	85	5	85	50	35	0
2η επίδοση	N	18	13	14	2	16	2	15	13	11	2
	%	90	65	70	10	80	10	75	65	55	10
3η επίδοση	N	20	17	18	5	19	3	17	18	14	6
	%	100	85	90	25	95	15	85	90	70	30
Μέσος Όρος	N	19,3	12,3	13	2,3	17,3	2	16,3	13,7	10,7	2,7
	%	96,5	61,5	65	11,5	86,5	10	81,5	68,5	53,5	13,5

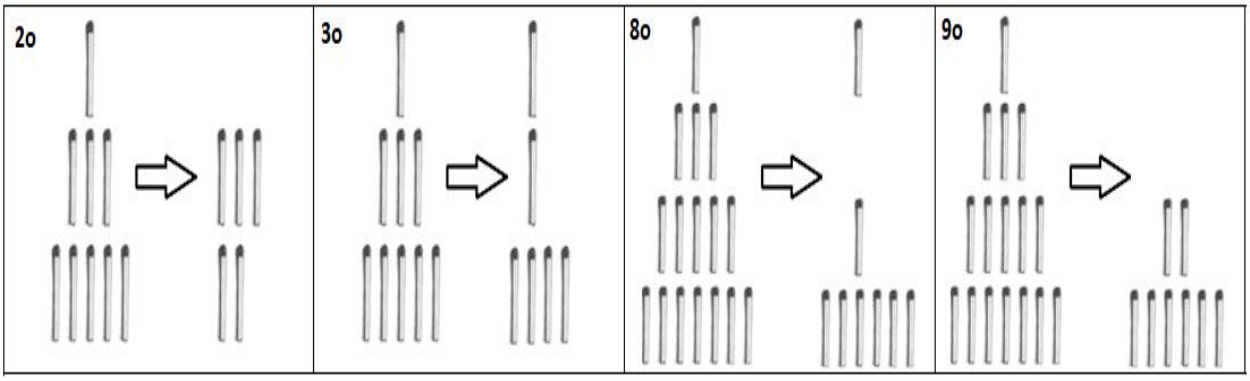
Πίνακας 21 : Η επίδοση των μαθητών στα επιμέρους αντικείμενα της δοκιμασίας ΝΙΜ – απόλυτες και σχετικές συχνότητες επιτυχούς απάντησης



Γράφημα 9 : Συχνότητα επιτυχούς απάντησης στα επιμέρους στα επιμέρους αντικείμενα της δοκιμασίας ΝΙΜ (αρχική - ενδιάμεση - τελική επίδοση και μέσος όρος)

Είναι προφανές ότι υπάρχουν κάποια αντικείμενα που δυσκόλεψαν πολύ τους μαθητές (αντικείμενα 4, 6 και 10) και κάποια που τους φάνηκαν εύκολα (αντικείμενα 1, 5 και 7). Τα αντικείμενα 1 και 5 ουσιαστικά ελέγχουν το κατά πόσον οι μαθητές έχουν κατανοήσει το βασικό κανόνα του παιχνιδιού (ότι πρέπει να αφήσουν το τελευταίο γλυκό στον αντίπαλο) και ο βαθμός δυσκολίας είναι πολύ χαμηλός αφού με μια κίνηση άμεσα μένει στο ταμπλό το τελευταίο γλυκό. Στα υπόλοιπα αντικείμενα, και ιδιαίτερα σε εκείνα που δυσκόλεψαν τους μαθητές περισσότερο, δεν είναι εφικτό με μια κίνηση να μείνει στο ταμπλό ένα (το τελευταίο) γλυκό και έτσι ο βαθμός δυσκολίας είναι πιο υψηλός αφού οι μαθητές καλούνται να κάνουν την κίνησή τους υπολογίζοντας πώς θα μπορέσει να εξελιχθεί στη συνέχεια το παιχνίδι.

Κατά αντιστοιχία με την περίπτωση της μαθηματικής δοκιμασίας και στη δοκιμασία NIM χρησιμοποιήθηκε το κριτήριο McNemar Chi Square για να ελεγχθεί η διαφορά της επίδοσης των μαθητών στις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις που έγιναν. Η διαφορά είναι ότι σε αυτήν την περίπτωση χρειάστηκε να εξεταστούν 3 ζεύγη επαναληπτικών μετρήσεων αφού έγιναν τρεις επιδόσεις της δοκιμασίας (πρόκειται για τα ακόλουθα ζεύγη: α) αρχική – ενδιάμεση επίδοση, β) αρχική – τελική επίδοση και γ) ενδιάμεση – τελική επίδοση δοκιμασίας). Από την εφαρμογή του κριτηρίου McNemar Chi Square για κάθε επιμέρους αντικείμενο της δοκιμασίας NIM (βλ. παράρτημα Γ4-2), διαπιστώθηκε ότι υπάρχουν συγκεκριμένα αντικείμενα στα οποία η επίδοση των μαθητών στην (εκάστοτε) επαναληπτική δοκιμασία διαφοροποιείται σημαντικά σε σχέση με την αναμενόμενη βάσει της αρχικής τους επίδοσης. Κάτι τέτοιο παρατηρείται σε δύο από τα τρία ζεύγη επαναληπτικών μετρήσεων (στα παρακάτω ζεύγη: α) αρχική – ενδιάμεση επίδοση δοκιμασίας και β) αρχική – τελική επίδοση). Συγκεκριμένα, για το πρώτο μέρος της δοκιμασίας NIM (που αφορά την εκδοχή NIM_{135}) στατιστικά σημαντική είναι η τιμή του κριτηρίου για το $2^{ο}$ αντικείμενο στην περίπτωση ελέγχου διαφοράς μεταξύ αρχικής και τελικής επίδοσης (τιμή p-value $0.002 < 0.01$) και για το $3^{ο}$ αντικείμενο τόσο στην περίπτωση διαφοράς μεταξύ αρχικής και τελικής επίδοσης (τιμή p-value $0.001 < 0.01$) όσο και στην περίπτωση διαφοράς μεταξύ αρχικής και ενδιάμεσης επίδοσης (τιμή p-value $0.016 < 0.05$). Για το δεύτερο μέρος της δοκιμασίας NIM (που αφορά την εκδοχή NIM_{1357}) στατιστικά σημαντικές διαφορές εμφανίζονται μόνο όταν συγκρίνονται η αρχική και η τελική επίδοση της δοκιμασίας, στο $8^{ο}$ αντικείμενο (τιμή p-value $0.008 < 0.05$) και στο $9^{ο}$ αντικείμενο (τιμή p-value $0.016 < 0.05$). Τα παραπάνω αντικείμενα παρουσιάζονται στην εικόνα που ακολουθεί.



Εικόνα 59 : Τα αντικείμενα της δοκιμασίας NIM όπου παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές στα σκορ που σημειώνουν οι μαθητές μεταξύ επαναληπτικών επιδόσεων της δοκιμασίας

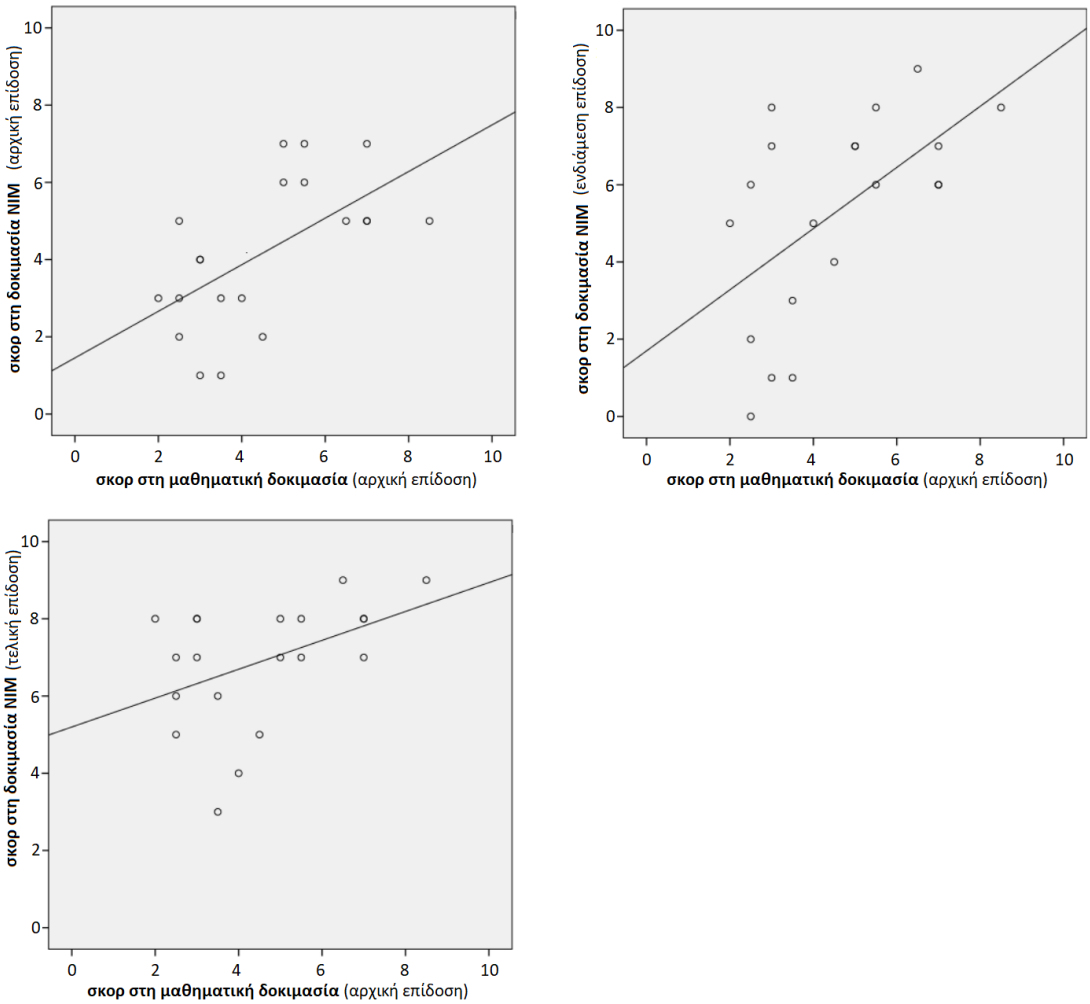
Όπως φαίνεται από την παραπάνω εικόνα, τα συγκεκριμένα αντικείμενα της δοκιμασίας όπου παρατηρούνται οι πιο ουσιαστικές διαφορές παραπέμπουν σε συγκεκριμένους σχηματισμούς του παιχνιδιού, οι οποίοι και πρέπει να έχουν γίνει κατανοητοί από τους μαθητές προκειμένου οι τελευταίοι να έχουν καλές πιθανότητες επιτυχούς επίλυσης των αντικειμένων αυτών. Έτσι, η επίλυση του 3^{ου} αντικειμένου της δοκιμασίας NIM_{135} και του 8^{ου} αντικειμένου της δοκιμασίας NIM_{1357} «απαιτεί» την εξοικείωση των μαθητών με τη «διάταξη 1-1-1», ενώ αντίστοιχα η επιτυχής επίλυση του 2^{ου} αντικειμένου στη δοκιμασία NIM_{135} και του 9^{ου} στη δοκιμασία NIM_{1357} οδηγεί σε έναν άλλο σχηματισμό και συγκεκριμένα στη "διάταξη k-k" (και μάλιστα σε μια απλή μορφή της διάταξης αυτής όπου k=2). Επομένως, φαίνεται ότι η παρατηρούμενη βελτίωση συνολικά της επίδοσης των μαθητών στη δοκιμασία NIM οφείλεται κυρίως στη σταδιακή εξοικείωσή τους με τις συγκεκριμένες διατάξεις που τείνουν να εμφανίζονται προς το τέλος των παιχνιδιών. Αντίθετα, αντικείμενα που για την επίλυσή τους χρειάζεται η αξιοποίηση διαφορετικών διατάξεων (π.χ. η "διάταξη 3-2-1" ή η "διάταξη k-k-1-1") δε φαίνεται να συμβάλουν και τόσο σε αυτήν τη διαφοροποιημένη εικόνα που παρουσιάζεται στις επαναληπτικές δοκιμασίες. Δεν είναι τυχαίο, άλλωστε, ότι στα συγκεκριμένα αντικείμενα (4^{ο} και 6^{ο} αντικείμενο της δοκιμασίας αντίστοιχα) οι μαθητές σημειώνουν τις χειρότερες επιδόσεις.

4.4.2 Ανάλυση συσχέτισης μεταξύ των γραπτών δοκιμασιών

Ύστερα από την παρουσίαση αποτελεσμάτων ξεχωριστά για τις δύο επιμέρους γραπτές δοκιμασίες που χρησιμοποιήθηκαν (μαθηματική δοκιμασία – δοκιμασία NIM) στη συνέχεια γίνεται έλεγχος του κατά πόσον υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των επιδόσεων που σημειώνουν οι μαθητές στις δοκιμασίες αυτές, με την εφαρμογή ανάλυσης συσχέτισης (correlation analysis)[44].

[44] Οι πίνακες που προέκυψαν από την ανάλυσης συσχέτισης παρατίθενται στο παράρτημα (Γ6-1).

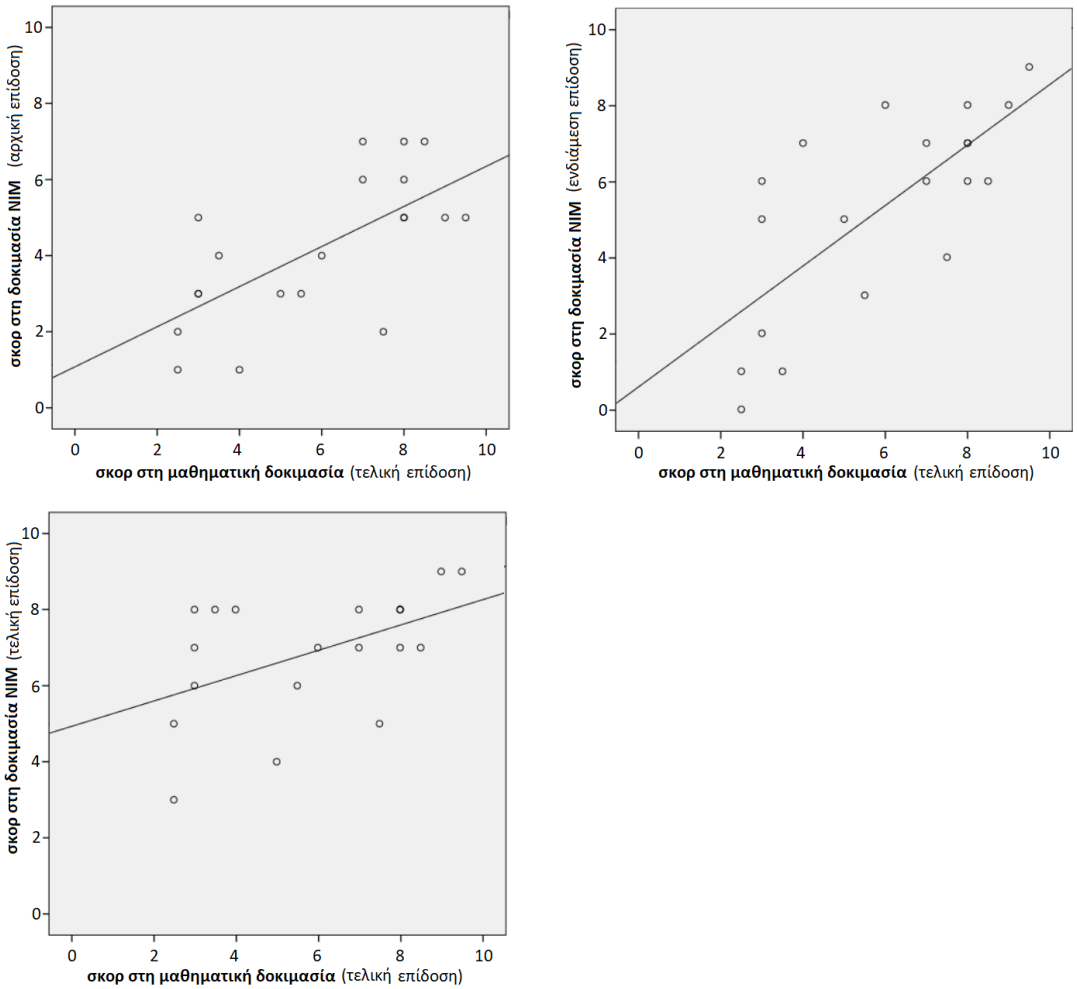
Όπως φαίνεται στα διαγράμματα διασποράς που ακολουθούν, υπάρχει μια προοδευτικά φθίνουσα συσχέτιση ανάμεσα στην επίδοση των μαθητών στη γραπτή μαθηματική δοκιμασία και στην επίδοσή τους στις δοκιμασίες NIM. Έτσι, για την περίπτωση της 1ης επίδοσης της δοκιμασίας NIM υπάρχει ισχυρή γραμμική συσχέτιση με την αρχική επίδοση στη γραπτή μαθηματική δοκιμασία (r=0.600, p=.005<.01) , για την περίπτωση της 2ης επίδοσης υπάρχει αντίστοιχα στατιστικά σημαντική μέτριας έντασης γραμμική συσχέτιση (r=0.570, p=.009<.01), ενώ για την 3η επίδοση η γραμμική συσχέτιση είναι και πάλι μέτρια αλλά αυτή τη φορά οριακά μη στατιστικά σημαντική (r=0.438, p=.053, n.s.).



Γράφημα 10 : Διαγράμματα διασποράς (scatter plots) – συσχέτιση μεταξύ σκορ μαθητών στην αρχική επίδοση της μαθηματικής δοκιμασίας και σκορ στις δοκιμασίες NIM

Παρόμοια είναι και η εικόνα αναφορικά με τη συσχέτιση που υπάρχει ανάμεσα στην επίδοση των μαθητών στην επαναληπτική γραπτή μαθηματική δοκιμασία και στην επίδοσή τους στις δοκιμασίες NIM, όπως φαίνεται από τα αντίστοιχα διαγράμματα διασποράς της επόμενης σελίδας. Σε αυτήν την περίπτωση, μάλιστα οι συσχετίσεις είναι πιο ισχυρές για τις πρώτες δύο επιδόσεις της δοκιμασίας NIM(r=0.666, p=.001<.01 και r=0.727, p=.000<.01, αντίστοιχα), ενώ η συσχέτιση με την 3η γραπτή δοκιμασία είναι

μικρότερης έντασης (μέση γραμμική) αλλά κρίνεται στατιστικά σημαντική (r=0.496, p=.025<.05).



Γράφημα 11 : Διαγράμματα διασποράς (scatter plots) – συσχέτιση μεταξύ σκορ μαθητών στην τελική επίδοση της μαθηματικής δοκιμασίας και σκορ στις δοκιμασίες NIM

Από τα παραπάνω είναι εμφανές ότι η συσχέτιση ανάμεσα στις μαθηματικές γραπτές δοκιμασίες και στις δοκιμασίες NIM είναι γενικά ισχυρή, αλλά παρουσιάζει μια πτωτική τάση στην περίπτωση της τελευταίας ($3^{ης}$) επίδοσης της NIM. Το τελευταίο υποδεικνύει ότι στην τελική επίδοση της δοκιμασίας NIM υπήρχαν μαθητές που σημείωσαν υψηλά σκορ χωρίς απαραίτητα να έχουν σημειώσει αντίστοιχα υψηλά σκορ στις γραπτές μαθηματικές δοκιμασίες.

Κάνοντας συμπληρωματικά τον παραπάνω έλεγχο συσχετίσεων λαμβάνοντας υπόψη ότι η δοκιμασία NIM περιλαμβάνει δύο επιμέρους δοκιμασίες (η πρώτη: αντικείμενα 1 έως 5 που αφορά το παιχνίδι NIM_{135} και η δεύτερη: αντικείμενα 6 έως 10 που αφορά το παιχνίδι NIM_{1357}) προκύπτει μια ενδιαφέρουσα παρατήρηση. Η συσχέτιση της επιμέρους δοκιμασίας για το παιχνίδι NIM_{135} με τη γραπτή μαθηματική δοκιμασία είναι σταθερά πιο ισχυρή σε σχέση με την αντίστοιχη συσχέτιση που εμφανίζεται ανάμεσα στην επιμέρους δοκιμασία για το παιχνίδι NIM_{1357} και τη γραπτή μαθηματική δοκιμασία, όπως φαίνεται και στον πίνακα που ακολουθεί.

	Μαθηματική Δοκιμασία (αρχική επίδοση)	Μαθηματική Δοκιμασία (τελική επίδοση)
Δοκιμασία ΝΙΜ (αρχική)	**r=0.600, p=.005<.01**	**r=0.666, p=.001<.01**
Δοκιμασία $ΝΙΜ_{135}$	r=0.624, p=.003<.01	r=0.684, p=.001<.01
Δοκιμασία $ΝΙΜ_{1357}$	r=0.537, p=.015<.05	r=0.644, p=.002<.01
Δοκιμασία ΝΙΜ (ενδιάμ.)	**r=0.570, p=.009<.01**	**r=0.727, p=.000<.01**
Δοκιμασία $ΝΙΜ_{135}$	r=0.613, p=.004<.01	r=0.794, p=.000<.01
Δοκιμασία $ΝΙΜ_{1357}$	r=0.431, p=.058, n.s.	r=0.537, p=.015<.05
Δοκιμασία ΝΙΜ (τελική)	**r=0.438, p=.053, n.s.**	**r=0.496, p=.025<.05**
Δοκιμασία $ΝΙΜ_{135}$	r=0.371, p=.107, n.s.	r=0.355, p=.125, n.s.
Δοκιμασία $ΝΙΜ_{1357}$	r=0.352, p=.128, n.s.	r=0.446, p=.049<.05

Πίνακας 22 : Δείκτες συσχέτισης μεταξύ της επίδοσης των μαθητών στη μαθηματική δοκιμασία (αρχική – τελική επίδοση) και τις επιμέρους δοκιμασίες ΝΙΜ ($ΝΙΜ_{135}$ – $ΝΙΜ_{1357}$) (αρχική- ενδιάμεση – τελική επίδοση).

Κάτι τέτοιο συμβαίνει και κατά την αρχική ($1^η$) αλλά και κατά την ενδιάμεση ($2^η$) επίδοση της δοκιμασίας ΝΙΜ, κάτι που υποδεικνύει ότι στο πρώτο μέρος της δοκιμασίας αυτής (για το $ΝΙΜ_{135}$) οι μαθητές που σημειώνουν καλές επιδόσεις πράττουν αντίστοιχα και στη γραπτή μαθηματική δοκιμασία. Αντίθετα, στην τελική ($3^η$) επίδοση της δοκιμασίας ΝΙΜ οι συσχετίσεις είναι μέτριας έντασης (και στα όρια του στατιστικά σημαντικού) τόσο για την επιμέρους δοκιμασία $ΝΙΜ_{135}$ όσο και για την επιμέρους δοκιμασία $ΝΙΜ_{1357}$. Η επισήμανση αυτή, σε συνδυασμό με όσα προηγήθηκαν, είναι μια ένδειξη ότι στη σύνθετη εκδοχή του παιχνιδιού εμφανίζεται μεγαλύτερη ποικιλία - διαφοροποίηση στις επιδόσεις που σημειώνουν τα παιδιά, με την έννοια ότι μαθητές που έχουν χαμηλές ή μέτριες επιδόσεις στις μαθηματικές δοκιμασίες σημειώνουν καλύτερα σκορ στη δοκιμασία ΝΙΜ και ιδίως στο δεύτερο σκέλος της (αυτό που αφορά στο παιχνίδι $ΝΙΜ_{1357}$).

Ολοκληρώνοντας την αναφορά στο ζήτημα της ύπαρξης συσχετίσεων μεταξύ των γραπτών δοκιμασιών, σημειώνεται ότι διεξήχθη ένας ακόμα συμπληρωματικός έλεγχος, ο οποίος παρουσιάζεται στη συνέχεια. Υπολογίστηκε η διαφορά σκορ που σημειώθηκε μεταξύ των δύο επιδόσεων (τελική – αρχική) της γραπτής μαθηματικής δοκιμασίας και αποτέλεσε μια νέα μεταβλητή («διαφορά στα μαθηματικά σκορ»). Αντίστοιχα, υπολογίστηκε η διαφορά σκορ μεταξύ δύο επιδόσεων της δοκιμασίας ΝΙΜ και δημιουργήθηκαν τρεις μεταβλητές («διαφορά στα σκορ ΝΙΜ μεταξύ τελικής – αρχικής επίδοσης», «ενδιάμεσης – αρχικής», «τελικής – ενδιάμεσης»). Ακολούθως εφαρμόστηκε ανάλυση συσχέτισης (βλ. παράρτημα Γ5-6). Διαπιστώθηκε ότι μεταξύ των μεταβλητών (διαφορά στα μαθηματικά σκορ – διαφορά στα σκορ ΝΙΜ) υπήρχαν ασθενείς (μη στατιστικά σημαντικές) συσχετίσεις. Εξαίρεση αποτέλεσε η περίπτωση της μεταβλητής «διαφορά στα σκορ ΝΙΜ μεταξύ τελικής και ενδιάμεσης επίδοσης», η οποία βρέθηκε να

συσχετίζεται αρνητικά[45] τόσο με τη μεταβλητή «διαφορά στα μαθηματικά σκορ» (r=-0.579, p=.008<.01) όσο και με τη μεταβλητή «διαφορά στα σκορ ΝΙΜ μεταξύ ενδιάμεσης και αρχικής επίδοσης» (r=-0.616, p=.0004<.01).

Το στοιχείο αυτό έχει ενδιαφέρον, καθώς φαίνεται ότι η βελτίωση που σημειώθηκε μεταξύ της ενδιάμεσης και της τελικής επίδοσης της δοκιμασίας ΝΙΜ (δηλαδή στο διάστημα από την έναρξη της β' φάσης μέχρι την ολοκλήρωση της διδακτικής παρέμβασης), είναι διαφορετική από τη βελτίωση που είχε σημειωθεί στο διάστημα μεταξύ της αρχικής και της ενδιάμεσης επίδοσης (δηλαδή στο διάστημα από την έναρξη της διδακτικής παρέμβασης μέχρι και την ολοκλήρωση της α' φάσης). Πιο συγκεκριμένα, φαίνεται ότι οι μαθητές που βελτιώνουν την επίδοσή τους στη δοκιμασία ΝΙΜ στο δεύτερο μισό της διδακτικής παρέμβασης είναι άλλοι από εκείνους που είχαν σημειώσει σημαντική βελτίωση στο πρώτο μισό της παρέμβασης. Πραγματικά, εξετάζοντας τα σκορ στις δοκιμασίες προκύπτει ότι στην πρώτη φάση της διδακτικής παρέμβασης σημαντικές βελτιώσεις παρουσίασαν κυρίως οι μαθητές, που οι εκπαιδευτικοί που τους δίδαξαν την τελευταία διετία, στις σχετικές κρίσεις που διατύπωσαν (βλ. επόμενο εδάφιο) είχαν εκτιμήσει ότι θα σημειώσουν σχετικά υψηλά σκορ[46]. Αντίθετα, στη δεύτερη φάση οι σημαντικές βελτιώσεις σημειώνονται από τους (βάσει των κρίσεων των εκπαιδευτικών) αδύναμους μαθητές.

4.4.3 Οι κρίσεις - εκτιμήσεις των εκπαιδευτικών για την επίδοση των μαθητών στις γραπτές δοκιμασίες

Όπως αναφέρθηκε σχετικά στο κεφάλαιο με την παρουσίαση της μεθοδολογίας, ουσιαστικά στην παρούσα έρευνα αξιοποιήθηκαν δύο μέθοδοι συλλογής δεδομένων για την εκτίμηση της γενικότερης μαθηματικής ικανότητας επίλυσης προβλημάτων των μαθητών. Πέρα από τη γραπτή μαθηματική δοκιμασία, για την οποία και έχει γίνει ήδη εκτενής αναφορά, ζητήθηκε από τους εκπαιδευτικούς των μαθητών (των τελευταίων δύο σχολικών ετών) να κάνουν μια εκτίμηση της σχετικής ικανότητας των μαθητών, «προβλέποντας» το σκορ που οι τελευταίοι θα σημειώσουν στη συγκεκριμένη μαθηματική δοκιμασία που χρησιμοποιήθηκε. Δεδομένου ότι ερωτήθηκαν δύο εκπαιδευτικοί (η δασκάλα που είχε αναλάβει τους μαθητές όταν φοιτούσαν στη Δ΄τάξη και ο δάσκαλος που τους συνέχισε στην Ε΄ τάξη), υπολογίστηκε ο μέσος όρος του σκορ – εκτίμησης που έδωσαν για κάθε μαθητή. Αυτό θεωρήθηκε ως ασφαλής διαδικασία, καθώς ο βαθμός συσχέτισης ανάμεσα στα σκορ που έδωσαν οι παραπάνω εκπαιδευτικοί

[45] Η συσχέτιση υπάρχει και για το σύνολο της δοκιμασίας ΝΙΜ, αλλά είναι πιο ισχυρή για το επιμέρους σύνολο της δοκιμασίας ΝΙΜ που αφορά στην απλή εκδοχή NIM_{135}

[46] Η λέξη «σχετικά» χρησιμοποιείται για να διαφοροποιήσει αυτήν την «ομάδα» μαθητών από την άλλη ομάδα μαθητών που βάσει των κρίσεων των εκπαιδευτικών αναμενόταν να έχουν τα υψηλότερα σκορ από όλους. Στην τελευταία ομάδα δεν σημειώθηκαν τόσο θεαματικές βελτιώσεις (τόσο στο τέλος της α φάσης, όσο και στο τέλος της β φάσης), καθώς τα ήδη υψηλά σκορ που οι μαθητές της ομάδας αυτής πέτυχαν στην αρχική επίδοση της δοκιμασίας, δεν επέτρεψαν να φανεί μια σημαντική βελτίωση στα σκορ τους στις επαναληπτικές επιδόσεις των δοκιμασιών.

υπολογίστηκε και ήταν ιδιαίτερα υψηλός (r=0,878, p=.000<.01 , βλ. παράρτημα Γ8-1), δείχνοντας ότι υπήρξε μεγάλος βαθμός συμφωνίας ως προς τις εκτιμήσεις τους.

Στη συνέχεια γίνεται ένας πρώτος έλεγχος του κατά πόσον τα παραπάνω δύο σκορ (σκορ στη μαθηματική δοκιμασία – σκορ κρίσεις των εκπαιδευτικών) που χρησιμοποιούνται ως μέσα συλλογής δεδομένων για την εκτίμηση της ικανότητας επίλυσης προβλημάτων, παρουσιάζουν συσχέτιση μεταξύ τους. Αρχικά, στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται περιγραφικά στοιχεία για τα παραπάνω. Με μια πρώτη ματιά, φαίνεται ότι οι μέσοι όροι και το εύρος τιμών που δίνουν οι εκπαιδευτικοί, παρουσιάζει πολλές ομοιότητες με αυτό που συμβαίνει κυρίως κατά την επαναληπτική επίδοση της μαθηματικής δοκιμασίας.

	N	**Ελάχιστη τιμή (minimum)**	**Μέγιστη τιμή (maximum)**	**Μέσος Όρος (mean)**	**Τυπική Απόκλιση**
Σκορ βάσει κρίσης των εκπαιδευτικών	20	3	8,5	5,63	2,241
Σκορ μαθηματικής δοκιμασίας (αρχ.)	20	2	8,5	4,55	1,898
Σκορ μαθηματικής δοκιμασίας (τελ.)	20	2,5	9,5	5,93	2,413

Πίνακας 23 : Περιγραφικά στοιχεία (μέσος όρος – τυπική απόκλιση – ελάχιστο – μέγιστο) για την επίδοση των μαθητών στη μαθηματική δοκιμασία (αρχική - τελική) και για την κρίση των εκπαιδευτικών ως προς την επίδοση των μαθητών στη δοκιμασία αυτή

Εφαρμόζοντας ανάλυση συσχέτισης, προκύπτει ότι η συσχέτιση του σκορ βάσει της κρίσης των εκπαιδευτικών με τα σκορ που σημειώνουν οι μαθητές στη μαθηματική δοκιμασία, τόσο κατά την αρχική όσο και κατά την τελική επίδοση είναι πολύ υψηλή (r=0,844, p=.000<.01 και r=0,833, p=.000<.01, αντίστοιχα), όπως φαίνεται και στο σχετικό πίνακα που παρατίθεται στο παράρτημα Γ8-2. Το στοιχείο αυτό υποδεικνύει ότι οι εκπαιδευτικοί έκαναν σωστές προβλέψεις ως προς το πόσο καλά θα τα καταφέρουν οι μαθητές στη δοκιμασία και μάλιστα οι τιμές τους ήταν πολύ κοντά (σε απόλυτη τιμή) με τις πραγματικές τιμές που σημειώθηκαν.

Η παραπάνω διαπίστωση δημιούργησε το ενδιαφέρον να εξεταστεί αν υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα στις παραπάνω κρίσεις των εκπαιδευτικών και στην επίδοση των μαθητών τόσο στις γραπτές δοκιμασίες ΝΙΜ όσο και στα ίδια τα παιχνίδια (πλήθος νικών). Ως προς το πρώτο, έγινε ανάλυση συσχέτισης και υπολογίστηκε ο δείκτης Pearson r. Σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις ανάμεσα στις κρίσεις των εκπαιδευτικών και στα σκορ που σημείωσαν οι μαθητές στις δοκιμασίες ΝΙΜ για όλες τις επιδόσεις (αρχική: r=0,757, p=.000<.01, ενδιάμεση: r=0,701, p=.001<.01, τελική: r=0,511, p=.021<.05), όπως φαίνεται στο σχετικό πίνακα (βλ. παράρτημα Γ8-2). Η εικόνα μάλιστα είναι παρόμοια με εκείνη που παρουσιάστηκε σε προηγούμενη ενότητα όταν η συσχέτιση έγινε ανάμεσα στα σκορ στη μαθηματική δοκιμασία (αρχική ή τελική επίδοση) και στα σκορ στη δοκιμασία ΝΙΜ (βλ. εδάφιο 4.4.2), οπότε και πάλι η

συσχέτιση είναι πολύ ισχυρή στην περίπτωση της αρχικής και της ενδιάμεσης επίδοσης της δοκιμασίας ΝΙΜ, ενώ είναι μέτριας έντασης στην περίπτωση της τελικής επίδοσης της δοκιμασίας ΝΙΜ.

Ως προς το δεύτερο, διαπιστώθηκε από τη σχετική ανάλυση συσχέτισης, ότι υπάρχει μια στατιστικά σημαντική μέτριας έντασης συσχέτιση ανάμεσα στο σκορ – κρίση των εκπαιδευτικών και στο πλήθος νικών που σημειώνουν οι μαθητές (για το ΝΙΜ135: r=0,478, p=0.033<.05, για το ΝΙΜ1357: r=0,465, p=.039<.05, για ΝΙΜ συνολικά r=0,547, p=.013<.05). Πρόκειται για ένα στοιχείο που διαφοροποιεί τις εκτιμήσεις ικανότητας που προκύπτουν από τις κρίσεις των εκπαιδευτικών σε σχέση με τις εκτιμήσεις που προκύπτουν από την επίδοση των μαθητών στη γραπτή δοκιμασία, όπου η συγκεκριμένη συσχέτιση κρίνεται οριακά μη στατιστικά σημαντική (για ΝΙΜ συνολικά: r=0.438, p=.054, n.s για την αρχική επίδοση και r=0,430, p=.0430, p=.058, n.s. για την τελική επίδοση της δοκιμασίας) (βλ. σχετικά στο εδάφιο 4.4.4.2.).

Τα παραπάνω στοιχεία αποτελούν ενδείξεις ότι στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας, τόσο οι κρίσεις των εκπαιδευτικών όσο και η γραπτή μαθηματική δοκιμασία που χρησιμοποιήθηκαν για την εκτίμηση της ικανότητας επίλυσης προβλημάτων των μαθητών, είναι δύο διαφορετικά μέσα συλλογής που ωστόσο, παρά τις κάποιες επιμέρους διαφοροποιήσεις που επισημάνθηκαν, φαίνεται να δίνουν παρεμφερή πληροφόρηση.

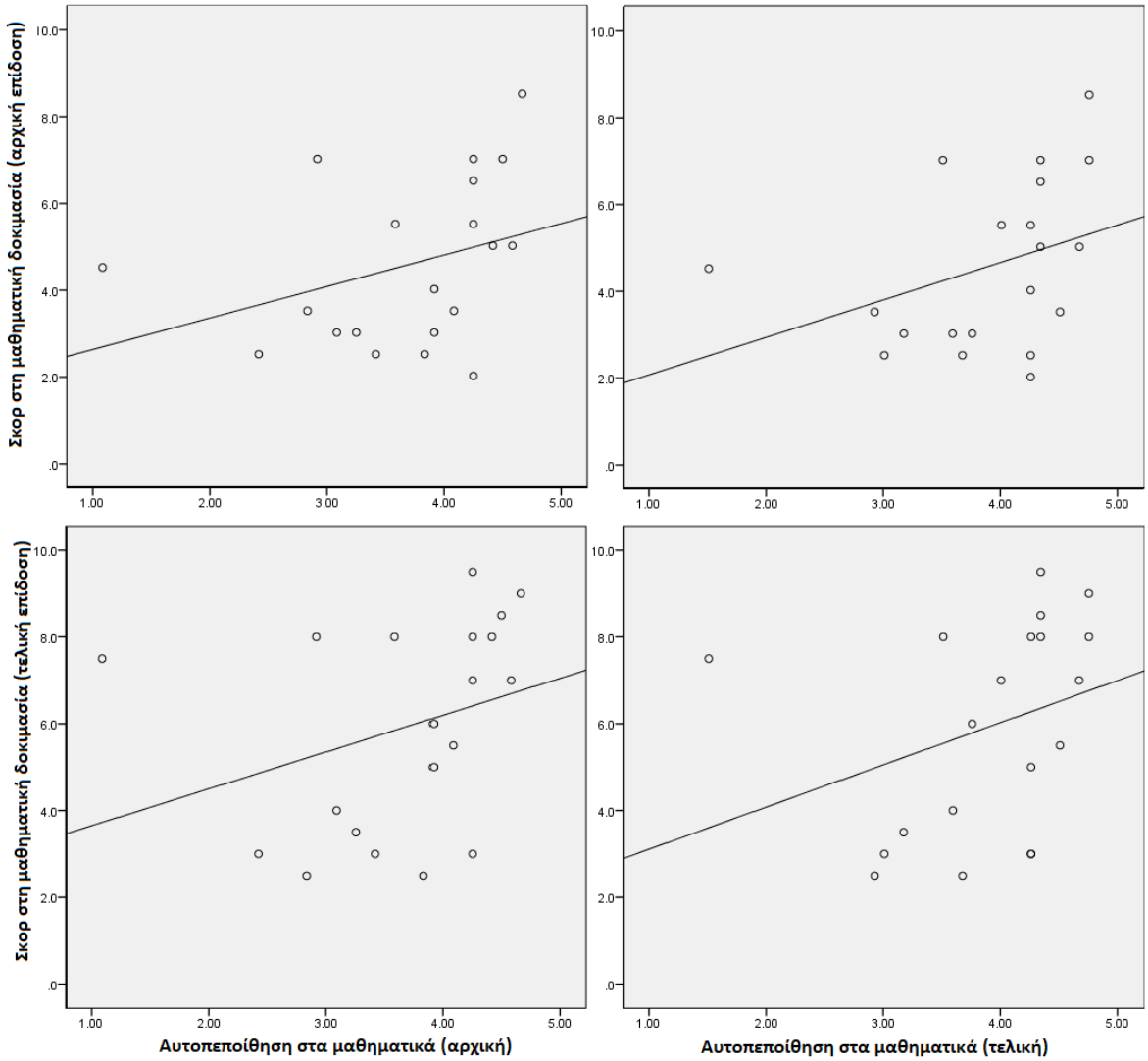
4.4.4 Προσδιοριστικοί παράγοντες της επίδοσης των μαθητών στις γραπτές δοκιμασίες: έλεγχος συσχετίσεων

Θεωρήθηκε ουσιαστικό να εξεταστεί η συσχέτιση που υπάρχει ανάμεσα στην επίδοση των μαθητών στις γραπτές δοκιμασίες (τόσο τη μαθηματική όσο και τη δοκιμασία ΝΙΜ) και σε ορισμένες μεταβλητές που κρίθηκαν σημαντικές βάσει της υπάρχουσας βιβλιογραφίας αλλά και βάσει των ερευνητικών ενδιαφερόντων του γράφοντος. Ορισμένες από τις μεταβλητές που εξετάζονται στη συνέχεια είναι πιο γενικές όπως για παράδειγμα η αυτοπεποίθηση, ενώ κάποιες άλλες είναι πιο ειδικές και σχετίζονται αυστηρά με το πλαίσιο του παιχνιδιού όπως για παράδειγμα το πλήθος των λάθος κινήσεων και το σύνολο των νικών – επιτυχιών των μαθητών στα παιχνίδια που συμμετέχουν. Επιπλέον, γίνεται έλεγχος για την ύπαρξη διαφορών στους μέσους όρους που σημειώνουν διαφορετικές υποομάδες μαθητών, όπως αυτές προέκυψαν - σχηματίστηκαν βάσει των απαντήσεων των μαθητών στο ερωτηματολόγιο διερεύνησης της ηλεκτρονικής παιγνιώδους δραστηριότητες που επιδόθηκε κατά την έναρξη της διδακτικής παρέμβασης.

4.4.4.1 Αυτοπεποίθηση

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, με τη χρήση σχετικού ερωτηματολογίου μετρήθηκαν δύο διαφορετικά μεγέθη αυτοπεποίθησης: η αυτοπεποίθηση των μαθητών για τη γενικότερη μαθηματική τους ικανότητα και η αυτοπεποίθηση των μαθητών για την ικανότητά τους στο παιχνίδι NIM. Έγιναν δύο μετρήσεις για κάθε περίπτωση, μία κατά την έναρξη της διδακτικής παρέμβασης και άλλη μία μετά την ολοκλήρωσή της.

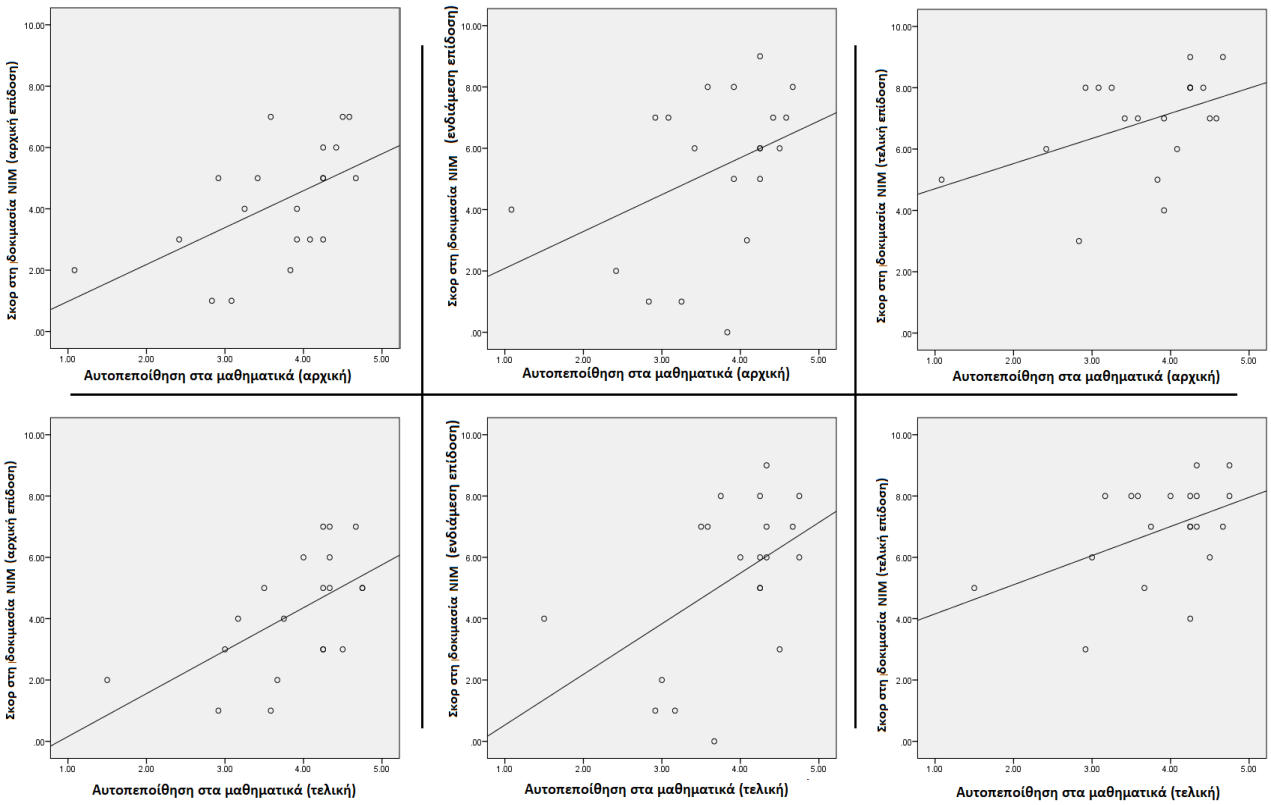
Σε πρώτο στάδιο δημιουργήθηκαν τα διαγράμματα διασποράς που φαίνονται στο γράφημα που ακολουθεί, ώστε να επιβεβαιωθεί καταρχήν η πιθανότητα ύπαρξης μονοτονικής (και όχι κάποιου άλλου είδους) σχέσης μεταξύ των εκάστοτε ζευγών μεταβλητών. Ύστερα από την επιβεβαίωση του παραπάνω, εφαρμόστηκε ανάλυση συσχέτισης και υπολογίστηκε ο δείκτης συσχέτισης Spearman rho (r_s)[47].



Γράφημα 12 : Διαγράμματα διασποράς (scatter plots) – συσχέτιση μεταξύ αυτοπεποίθησης στα μαθηματικά (αρχική ή τελική) και επίδοσης στη γραπτή μαθηματική δοκιμασία (αρχική ή τελική)

[47] Οι πίνακες που προέκυψαν από την εφαρμογή της ανάλυσης συσχέτισης (correlation analysis) παρατίθενται στο παράρτημα Γ6-2.

Μία πρώτη διαπίστωση είναι ότι υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα στην αυτοπεποίθηση των μαθητών ως προς την ικανότητά τους στα μαθηματικά και στην επίδοσή τους τόσο στις γραπτές μαθηματικές δοκιμασίες όσο και στις γραπτές δοκιμασίες NIM. Συγκεκριμένα, υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της αρχικής αυτοπεποίθησης και της αρχικής επίδοσης στη γραπτή μαθηματική δοκιμασία (r_s=0.457, p=.043<.05), μεταξύ αρχικής αυτοπεποίθησης και τελικής επίδοσης στη δοκιμασία αυτή (r_s=0.519, p=.019<.05). Παρόμοιες σε μέγεθος είναι και οι αντίστοιχες συσχετίσεις μεταξύ τελικής αυτοπεποίθησης και επίδοσης (είτε αρχικής είτε τελικής) στη γραπτή μαθηματική δοκιμασία. Αντίστοιχα, στατιστικά σημαντικά συσχέτιση σημειώθηκε ανάμεσα στη μαθηματική αυτοπεποίθηση (είτε αρχική είτε τελική) και σε όλες τις γραπτές δοκιμασίες NIM (αρχικές – ενδιάμεσες – τελικές) με την πιο ισχυρή συσχέτιση να σημειώνεται μεταξύ αρχικής αυτοπεποίθησης και αρχικής επίδοσης στο NIM (r_s=0.624, p=.003<.01) κάτι που φαίνεται και στο διάγραμμα διασποράς που ακολουθεί. Το τελευταίο στοιχείο δείχνει ότι σε γενικές γραμμές, μαθητές με υψηλή αυτοπεποίθηση ως προς την ικανότητά τους στα μαθηματικά, σημείωσαν υψηλότερα σκορ κατά την 1η επίδοση της δοκιμασίας NIM, με τη συσχέτιση αυτή να συνεχίζει να υφίσταται (αλλά με μια φθίνουσα τάση) και για τις επαναληπτικές επιδόσεις της δοκιμασίας NIM (ενδιάμεση και τελική).



Γράφημα 13 : Διαγράμματα διασποράς (scatter plots) – συσχέτιση μεταξύ αυτοπεποίθησης στα μαθηματικά (αρχική ή τελική) και επίδοσης στη δοκιμασία NIM (αρχική ή ενδιάμεση ή τελική)

Σε αντίθεση με την αυτοπεποίθηση στα μαθηματικά, η αυτοπεποίθηση των μαθητών ως προς την (εκτιμώμενη) ικανότητά τους στο παιχνίδι NIM, δεν έδωσε στατιστικά σημαντικές τιμές σε όλες τις αναλύσεις συσχέτισης που εφαρμόστηκαν. Έτσι, η επίδοση των μαθητών τόσο στις μαθηματικές δοκιμασίες (αρχική – τελική) όσο και στις δοκιμασίες NIM (αρχική – ενδιάμεση – τελική) δε φαίνεται να σχετίζεται με την «NIM» αυτοπεποίθησή τους, στοιχείο που μάλλον υποδεικνύει ότι η πρόσφατα διαμορφωμένη συγκεκριμένη «αυτοπεποίθηση» δεν είναι το ίδιο ισχυρή με τη γενική μαθηματική αυτοπεποίθηση.

Η συσχέτιση ανάμεσα στη μαθηματική αυτοπεποίθηση και την επίδοση στις γραπτές δοκιμασίες (μαθηματική – NIM) δημιούργησε την πρόσθετη απορία κατά πόσον η αυτοπεποίθηση μπορεί να σχετίζεται με την ικανότητα των μαθητών στο παιχνίδι NIM, όπως αυτή μπορεί να προσδιοριστεί μέσα από τον αριθμό των νικών που σημειώνουν οι μαθητές. Έτσι, έγινε έλεγχος του κατά πόσον υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα στη γενική μαθηματική αυτοπεποίθηση και στο πλήθος των νικών που οι μαθητές πέτυχαν σε αυτό. Η εφαρμογή ανάλυσης συσχέτισης δεν έδειξε να υπάρχει κάποια στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα σε αυτές τις μεταβλητές. Επομένως, η αυτοπεποίθηση των μαθητών δεν φάνηκε να επηρεάζει τον αριθμό των νικών που σημειώνουν στα παιχνίδια που συμμετέχουν, παρόλο που βρέθηκε να σχετίζεται με την επίδοσή τους στις γραπτές δοκιμασίες NIM. Με άλλα λόγια, μαθητές με υψηλότερο επίπεδο αυτοπεποίθησης στα μαθηματικά, μπορεί να τείνουν να σημειώνουν καλύτερες επιδόσεις στις γραπτές δοκιμασίες, ωστόσο δεν είναι απαραίτητα εκείνοι που σημειώνουν το μεγαλύτερο πλήθος επιτυχιών (νικών) στο παιχνίδι.

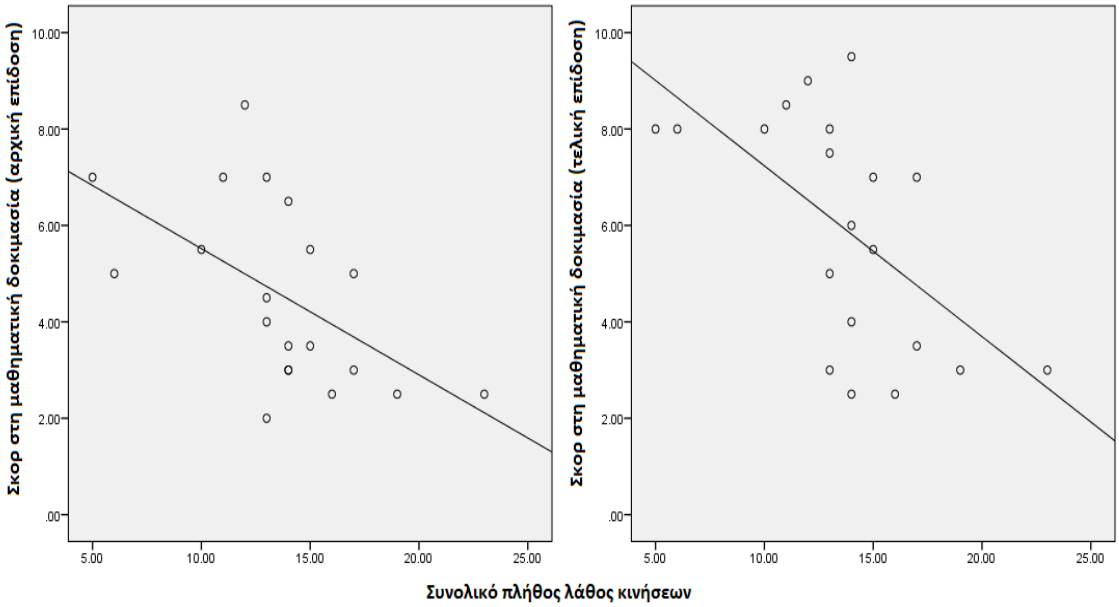
4.4.4.2 Πλήθος λάθος κινήσεων – Αριθμός νικών στα παιχνίδια

Πέρα από τη μεταβλητή «αυτοπεποίθηση» ενδιαφέρον υπήρξε και για την εξέταση πιθανών συσχετίσεων μεταξύ της επίδοσης των μαθητών στις γραπτές δοκιμασίες (μαθηματική – NIM) και σε άλλες παρεμέτρους που μπορεί να θεωρηθεί ότι συνιστούν ενδείξεις ικανότητας στο παιχνίδι NIM. Ως τέτοιες παράμετροι θεωρήθηκαν το πλήθος των λάθος κινήσεων στις οποίες υποπίπτουν οι μαθητές στα παιχνίδια τους, καθώς και το σύνολο των νικών που πετυχαίνουν.

Πλήθος λάθος κινήσεων

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, στο πλαίσιο της παρούσας ανάλυσης, ως λάθος θεωρείται μονάχα η κίνηση όπου ένας παίχτης που έχει τη δυνατότητα παίζοντας τη σειρά του να βρεθεί σε θέση νίκης (win position) κάνει κίνηση που τον οδηγεί σε κατάσταση ήττας. Εξετάστηκε αν εμφανίζεται συσχέτιση ανάμεσα στο συνολικό πλήθος των λάθος κινήσεων που κάνουν οι παίκτες στα παιχνίδια τους και στην επίδοσή τους στη γραπτή μαθηματική δοκιμασία. Εφαρμόστηκε συσχέτιση ανάλυσης (correlation

analysis) και υπολογίστηκε ο δείκτης συσχέτισης Pearson για όλες τις πιθανές περιπτώσεις (βλ. παράρτημα Γ6-3). Η συσχέτιση που βρέθηκε είναι αρνητική μέτριας έντασης (r=-0.554, p=0.011<.05 για την αρχική επίδοση της μαθηματικής δοκιμασίας και r=-0.589, p=0.006<.01 για την επαναληπτική επίδοση) και κρίνεται στατιστικά σημαντική. Δείχνει ότι οι μαθητές που έκαναν τα περισσότερα λάθη στα παιχνίδια τους είναι εκείνοι που σημείωσαν κατά κύριο λόγο χαμηλά σκορ στη μαθηματική δοκιμασία.



Γράφημα 14 : Διαγράμματα διασποράς (scatter plots) – συσχέτιση μεταξύ του συνολικού πλήθος των λάθος κινήσεων που υποπίπτουν οι μαθητές και επίδοσης στη γραπτή μαθηματική δοκιμασία (αρχική ή τελική)

Αντίθετα, από τα δεδομένα δεν προκύπτει αντίστοιχη συσχέτιση ανάμεσα στο συνολικό πλήθος των λάθος κινήσεων και στην επίδοση των μαθητών στις διαδοχικές επιδόσεις της δοκιμασίας NIM. Εξαίρεση αποτέλεσε η μεσαία επίδοση της δοκιμασίας NIM οπότε και έκανε την εμφάνισή της μια μέτριας έντασης αρνητική γραμμική συσχέτιση (r=-0.458, p=0.042<.05). Σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις, οι συσχετίσεις είναι ακόμα πιο έντονες και στατιστικά σημαντικές αν εξεταστούν μεμονωμένα τα λάθη που έκαναν οι μαθητές στη σύνθετη εκδοχή του παιχνιδιού NIM_{1357} παρά συνολικά και στις δύο εκδοχές που χρησιμοποιήθηκαν. Το στοιχείο αυτό σε συνδυασμό με την έλλειψη συσχέτισης που εμφανίζεται ανάμεσα στο πλήθος των λαθών που κάνουν οι μαθητές στις δύο διαφορετικές εκδοχές του παιχνιδιού, δείχνει ότι η εικόνα που προκύπτει από την καταμέτρηση των λαθών στη σύνθετη εκδοχή συμβαδίζει περισσότερο με την ικανότητα των μαθητών στην επίλυση προβλημάτων όπως αποτυπώθηκε από τη γραπτή μαθηματική δοκιμασία που χρησιμοποιήθηκε. Είναι πιθανόν στην απλή εκδοχή του παιχνιδιού λόγω της σύντομης διάρκειας και του μικρού πλήθους των διαθέσιμων επιλογών, κάποιοι αδύναμοι μαθητές να κάνουν μικρό αριθμό λαθών και έτσι να μη διαφοροποιούνται σε σχέση με μαθητές που σημειώνουν καλύτερες επιδόσεις στη γραπτή μαθηματική δοκιμασία που χρησιμοποιήθηκε, κάτι που

δε συμβαίνει στη σύνθετη εκδοχή του παιχνιδιού οπότε και υποπίπτουν σε πολλά (περισσότερα) λάθη.

Όσον αφορά τη μη ύπαρξη συσχέτισης ανάμεσα στον αριθμό λαθών και στην επίδοση στη δοκιμασία NIM, είναι πιθανόν ότι η βελτίωση της επίδοσης στη δοκιμασία NIM είναι μια σαφώς πιο εύκολη υπόθεση, σε σχέση με μια βελτίωση της γενικής ικανότητας επίλυσης προβλημάτων που επιχειρήθηκε να μετρηθεί με τη γραπτή μαθηματική δοκιμασία. Έτσι, είναι πιθανόν ότι η εξάσκηση που έγινε όλο αυτό το διάστημα, οδήγησε το σύνολο σχεδόν των μαθητών, ανεξαρτήτως του πλήθους των λαθών που σημείωσαν στα παιχνίδια τους, να βελτιώσουν την ικανότητά τους στο παιχνίδι και να εμφανίσουν κατ' αντιστοιχία αυτή τη βελτίωση και στις επιδόσεις τους στις επαναληπτικές δοκιμασίες NIM. Πάντως, φαίνεται ότι η συνολικά παρατηρούμενη γενική βελτίωση αφορά κυρίως στην απλή εκδοχή του παιχνιδιού (NIM_{135}) και ίσως αυτός είναι ο λόγος που εμφανίστηκε μια μεμονωμένη στατιστικά σημαντική αρνητική συσχέτιση ανάμεσα στο πλήθος των λαθών στα παιχνίδια NIM_{1357} και στην επίδοση των μαθητών στη μεσαία δοκιμασία NIM.

Αριθμός νικών στα παιχνίδια

Το πλήθος των νικών είναι άλλος ένας παράγοντας που θεωρήθηκε ότι παρέχει ενδείξεις για την ικανότητα των μαθητών στα παιχνίδια και εξετάστηκε η συσχέτισή του με την επίδοση των μαθητών στις γραπτές δοκιμασίες. Από τον έλεγχο συσχέτισης[48] προκύπτει ότι υπάρχει μια μέτριας έντασης συσχέτιση (η οποία κρίνεται οριακά στατιστικά μη σημαντική) ανάμεσα στην επίδοση των μαθητών στη γραπτή μαθηματική δοκιμασία και στον αριθμό των νικών που σημειώνουν οι μαθητές στα παιχνίδια NIM. Η συσχέτιση είναι $r=0.438$, $p=.054>.05$ για την 1η γραπτή μαθηματική δοκιμασία και $r=0.430$, $p=0.058>.05$ για τη 2η γραπτή μαθηματική δοκιμασία. Σε σχέση με την επίδοση των μαθητών στη δοκιμασία NIM, στατιστικά σημαντική συσχέτιση υπάρχει μόνο στην περίπτωση της αρχικής επίδοσης, με τη συσχέτιση του σκορ των μαθητών στη δοκιμασία αυτή και του πλήθους των νικών να είναι μέτριας έντασης ($r=0.553$, $p=.011<.05$), ενώ στις υπόλοιπες περιπτώσεις (ενδιάμεση – τελική επίδοση της δοκιμασίας) δεν παρατηρήθηκε κάποια στατιστικά σημαντική συσχέτιση. Το τελευταίο στοιχείο, δείχνει ότι ως ένα βαθμό οι μαθητές που σημείωσαν καλές επιδόσεις στην αρχική επίδοση της δοκιμασίας NIM ήταν εκείνοι που σημείωσαν και τις περισσότερες νίκες στην απλή εκδοχή του παιχνιδιού, με το μοτίβο όμως αυτό να μην βρίσκει εφαρμογή στη συνέχεια (μετά το πέρασμα στη σύνθετη εκδοχή του παιχνιδιού).

Πάντως, ένα άλλο στοιχείο που προκύπτει από τη μελέτη του πίνακα με την ανάλυση συσχετίσεων (correlation analysis) είναι ότι υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα στον αριθμό των νικών που σημειώνουν οι μαθητές στο παιχνίδι NIM_{135} και τον αριθμό των νικών που σημειώνουν στο παιχνίδι NIM_{1357}. Η συσχέτιση είναι μέτριας έντασης

[48] Ο σχετικός πίνακας παρατίθεται στο παράρτημα Γ6-4.

(r=0.489, p=0.029<.05) και κρίνεται στατιστικά σημαντική και υποδεικνύει ότι σε γενικές γραμμές οι μαθητές που είχαν πολλές επιτυχίες (νίκες) στην απλή εκδοχή του παιχνιδιού έτειναν μάλλον να έχουν επίσης πολλές επιτυχίες και αργότερα στη σύνθετη εκδοχή του παιχνιδιού που χρησιμοποιήθηκε.

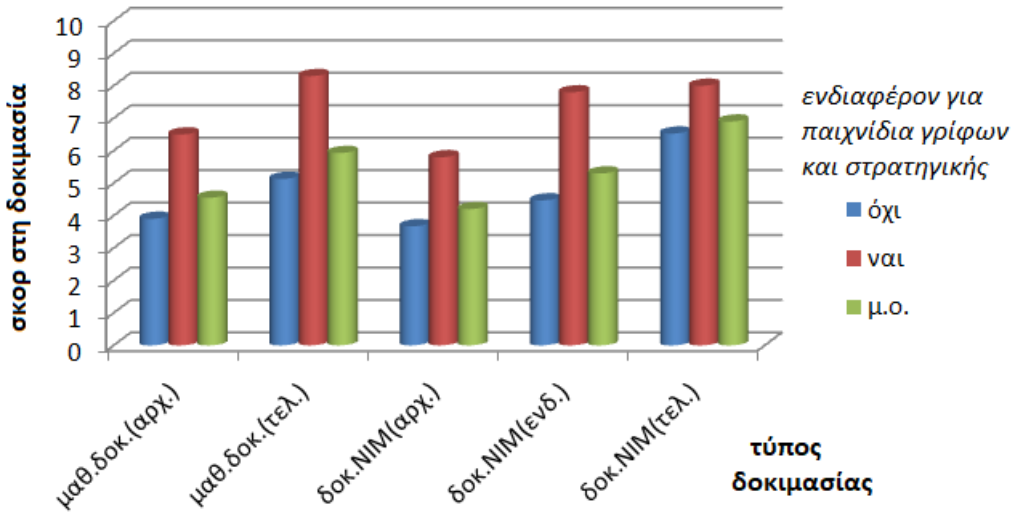
4.4.4.3 Ηλεκτρονική Παιγνιώδης Δραστηριότητα

Πριν από την έναρξη της διδακτικής παρέμβασης οι μαθητές συμπλήρωσαν ερωτηματολόγιο όπου έδωσαν πληροφορίες για την ηλεκτρονική παιγνιώδη δραστηριότητά τους. Ανάμεσα στα ερωτήματα, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η απάντησή τους στο ερώτημα «τι είδους ηλεκτρονικά παιχνίδια σου αρέσει να παίζεις», όπου οι μαθητές έπρεπε από μία λίστα επιλογών (με κατηγορίες παιχνιδιών) να επιλέξουν εκείνα που τους ευχαριστούν περισσότερο. Ανάμεσα στις κατηγορίες παιχνιδιών εντοπίζονται και οι επιλογές «παιχνίδια στρατηγικής» και «γρίφοι», οι οποίες θεωρήθηκε ότι αντιστοιχούν στο είδος παιχνιδιού που αξιοποιήθηκε στην παρούσα διδακτική παρέμβαση. Έτσι, οι μαθητές που δήλωσαν ενδιαφέρον για κάποια από αυτές τις δύο κατηγορίες παιχνιδιών αποτέλεσαν μια ξεχωριστή υποομάδα. Ακολούθησε στατιστικός έλεγχος (χρησιμοποιήθηκε το μη παραμετρικό στατιστικό κριτήριο Mann Whitney U) προκειμένου να διαπιστωθεί αν υπάρχουν διαφορές στους μέσους όρους επίδοσης που σημειώνουν οι μαθητές αυτής της υποομάδας (N=5 μαθητές) στις γραπτές δοκιμασίες σε σύγκριση με τους υπόλοιπους μαθητές (N=15 μαθητές) που συμμετείχαν στην έρευνα, έχοντας πάντα υπόψη τους περιορισμούς που τίθενται από το μικρό μέγεθος των παραπάνω υποομάδων.

Όπως φαίνεται στο παράρτημα Γ7-1, η υποομάδα με τους μαθητές που δήλωσαν ότι ενδιαφέρονται για παιχνίδια γρίφων και στρατηγικής, σημειώνει στατιστικά σημαντικά υψηλότερους μέσους όρους στη γραπτή μαθηματική δοκιμασία. Αυτό συμβαίνει τόσο στην αρχική επίδοση της δοκιμασίας οπότε και ο μέσος όρος που σημειώνουν οι συγκεκριμένοι μαθητές είναι 6,5 την ώρα που ο μέσος όρος των υπόλοιπων είναι 3,9 (U=9.000, p=0.012<.05) όσο και στην επαναληπτική δοκιμασία όπου ο μέσος όρος της υποομάδας ανεβαίνει στο 8,3 την ώρα που οι υπόλοιποι μαθητές έχουν μέσο όρο 5,133 (U=8.500, p=0.011<.05).

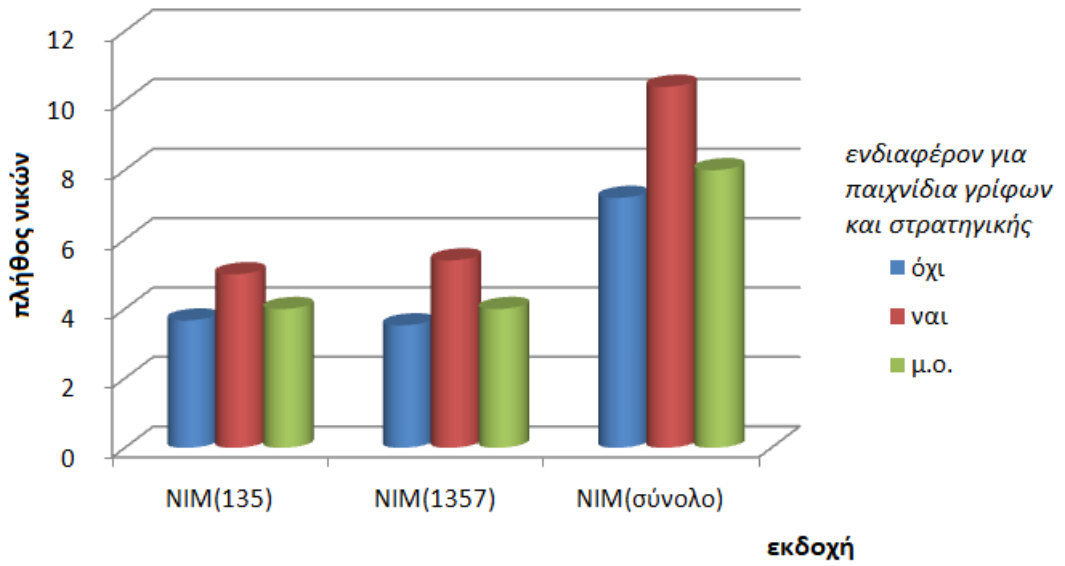
Όσον αφορά στη δοκιμασία NIM (παράρτημα Γ7-2), στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους υπέρ της συγκεκριμένης υποομάδας σημειώνονται κατά τις πρώτες δύο επιδόσεις της δοκιμασίας (U=13.000, p=0.030<.05 και U=5.000, p=0.004<.01), όχι όμως και κατά την τελευταία (τρίτη) επίδοση (U=18.000, p=0.079>.05. Συγκεκριμένα, η διαφορά στο μέσο όρο κατά την πρώτη επίδοση (5,8 οι μαθητές της υποομάδας έναντι 3,667 των υπόλοιπων μαθητών) διευρύνεται κατά την δεύτερη επίδοση (7,8 έναντι 4,467) για να περιοριστεί κατά την τελευταία επίδοση της δοκιμασίας NIM (8 έναντι 6,533). Εξετάζοντας ξεχωριστά τα επιμέρους μέρη της δοκιμασίας NIM (το μέρος που αφορά στην απλή εκδοχή NIM_{135} και το μέρος που

αφορά στη σύνθετη εκδοχή NIM_{1357}), διαπιστώνεται ότι στο μέρος της δοκιμασίας για την απλή εκδοχή υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στους μέσους όρους και στις τρεις επιδόσεις της δοκιμασίας ($1^{η}$ επίδοση: U=15, p=.037<.05, $2^{η}$ επίδοση: U=10,5, p=.012<.05 και $3^{η}$ επίδοση: U=15, p=.034<.05), και μάλιστα συνήθως πιο ισχυρή από την αντίστοιχη διαφορά στους μέσους όρους που εμφανίζεται στο κομμάτι της δοκιμασίας που αφορά το NIM_{1357} ($1^{η}$ επίδοση: U=14,5, p=.035<.05, $2^{η}$ επίδοση: U=8,5, p=.009<.01 και $3^{η}$ επίδοση: U=26,5, p=.312, n.s.). Τα παραπάνω, όπως φαίνεται και στο συγκεντρωτικό γράφημα που ακολουθεί, δείχνουν ότι συνολικά οι μαθητές που δήλωσαν ότι έχουν ενδιαφέρον για τα παιχνίδια γρίφων και στρατηγικής σημειώνουν καλύτερες επιδόσεις σε όλες σχεδόν τις γραπτές δοκιμασίες που χρησιμοποιήθηκαν.



Γράφημα 15 : Μέσοι όροι επίδοσης των μαθητών στις γραπτές δοκιμασίες λαμβάνοντας υπόψη τη μεταβλητή ομαδοποίησης (ενδιαφέρον για παιχνίδια γρίφων και στρατηγικής)

Επιπλέον, έγινε έλεγχος κατά πόσον η υπεροχή της παραπάνω υποομάδας μαθητών διατηρείται και σε άλλους δείκτες που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία, όπως ο αριθμός νικών – επιτυχιών των μαθητών στα παιχνίδια που συμμετείχαν και ο συνολικός αριθμός λαθών (παράρτημα Γ7-3 και Γ7-4). Σε ότι αφορά το πλήθος των νικών, η εικόνα φαίνεται να επαναλαμβάνεται. Οι συγκεκριμένοι μαθητές σε σύνολο 16 παρτίδων που συμμετείχαν έχουν μέσο όρο 10,4 νικών, σε αντίθεση με το μέσο όρο 7,2 νικών που πετυχαίνουν οι υπόλοιποι μαθητές που συμμετείχαν στην έρευνα. Η διαφορά αυτή κρίνεται στατιστικά σημαντική (U=10.500, p=0.018<.05) και διατηρείται στο ίδιο επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ακόμα και όταν εξετάζεται η περίπτωση κάθε εκδοχής (NIM_{135} ή NIM_{1357}) μεμονωμένα. Αντίθετα, δεν παρατηρήθηκε ουσιαστική διαφοροποίηση στους μέσους όρους των λαθών που σημειώνουν οι μαθητές των παραπάνω υποομάδων σε καμία από τις περιπτώσεις που εξετάστηκαν (λάθη συνολικά και λάθη στις επιμέρους εκδοχές του παιχνιδιού, λάθη στον πρώτο γύρο παιχνιδιών και λάθη στα επαναληπτικά παιχνίδια).



Γράφημα 16 : Μέσοι όροι νικών που σημείωσαν οι μαθητές στις επιμέρους εκδοχές του παιχνιδιού και συνολικά, λαμβάνοντας υπόψη τη μεταβλητή ομαδοποίησης (ενδιαφέρον για παιχνίδια γρίφων και στρατηγικής)

Επομένως, όπως φαίνεται και από το παραπάνω γράφημα, προκύπτει ότι στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας, οι μαθητές που έχουν εντονότερο ενδιαφέρον για τα παιχνίδια γρίφων και στρατηγικής, σημειώνουν μεν περισσότερες επιτυχίες στα παιχνίδια τους σε σχέση με τους υπόλοιπους μαθητές, χωρίς ωστόσο να σημειώνουν αντίστοιχα μειωμένο αριθμό λαθών στα παιχνίδια που συμμετέχουν. Δεδομένου ότι οι νίκες που σημειώνουν είναι περισσότερες από το αναμενόμενο (μέσο όρο) είναι πιθανόν τα λάθη που σημειώνουν οι συγκεκριμένοι μαθητές να εμφανίζονται κυρίως στο ξεκίνημα των παιχνιδιών και στην πορεία να «αντισταθμίζονται» από λάθη των αντιπάλων και έτσι να προκύπτει το καλό σερί νικών που παρατηρήθηκε.

ΕΝΟΤΗΤΑ 4Η - ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5Ο
ΔΙΑΤΥΠΩΣΗ ΣΥΛΛΟΓΙΣΜΩΝ - ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΟΛΟΓΙΑ

4.5.1 Ανάλυση του τρόπου επιχειρηματολογίας των μαθητών κατά τη διατύπωση συμπερασμάτων

Στο παρόν κεφάλαιο η προσοχή εστιάζεται στην εξέταση μηνυμάτων και εκφορών, στα οποία οι μαθητές φαίνεται να κάνουν συλλογισμούς και να καταλήγουν σε συμπεράσματα. Το ενδιαφέρον βρίσκεται στη μελέτη του τρόπου με τον οποίο οι μαθητές διατυπώνουν επιχειρήματα για να δικαιολογήσουν τα συμπεράσματα αυτά.

Στην προσπάθεια αυτή αξιοποιείται το σχήμα του Toulmin για την ανάλυση και αξιολόγηση των επιχειρημάτων, καθώς όπως αναφέρθηκε στο θεωρητικό μέρος, το σχήμα αυτό φαίνεται ότι λειτουργεί ανεξάρτητα από το σε ποιο επιστημονικό πεδίο ανήκουν τα επιχειρήματα που εξετάζονται, ενώ επίσης έχει χρησιμοποιηθεί επιτυχώς στην εκπαιδευτική έρευνα κατά το παρελθόν (Γιαννοπούλου, 2013 ΄ Conner et al, 2014 ΄ Friesen & Schutte, 2018).

Σημειώνεται ότι σκοπός της ανάλυσης που ακολουθεί δεν είναι να γίνει μια εξαντλητική αναφορά όλων των επιχειρημάτων που διατυπώθηκαν στις διαφορετικές δραστηριότητες που έγιναν στο πλαίσιο της διδακτικής παρέμβασης[49]. Αντίθετα, σκοπός είναι να αναδειχθεί ο τρόπος με τον οποίο οι μαθητές επιχειρηματολογούν, το πώς δηλαδή έχοντας ως αφετηρία συγκεκριμένα δεδομένα, καταλήγουν σε ισχυρισμούς και συμπεράσματα.

4.5.1.1 Το εκτεταμένο σχήμα ανάλυσης **Toulmin***: εξαγωγή ορθού συμπεράσματος*

Ένα πρώτο παράδειγμα είναι ο συλλογισμός της μαθήτριας “Διαβήτης” που παρουσιάζεται στη συνέχεια:

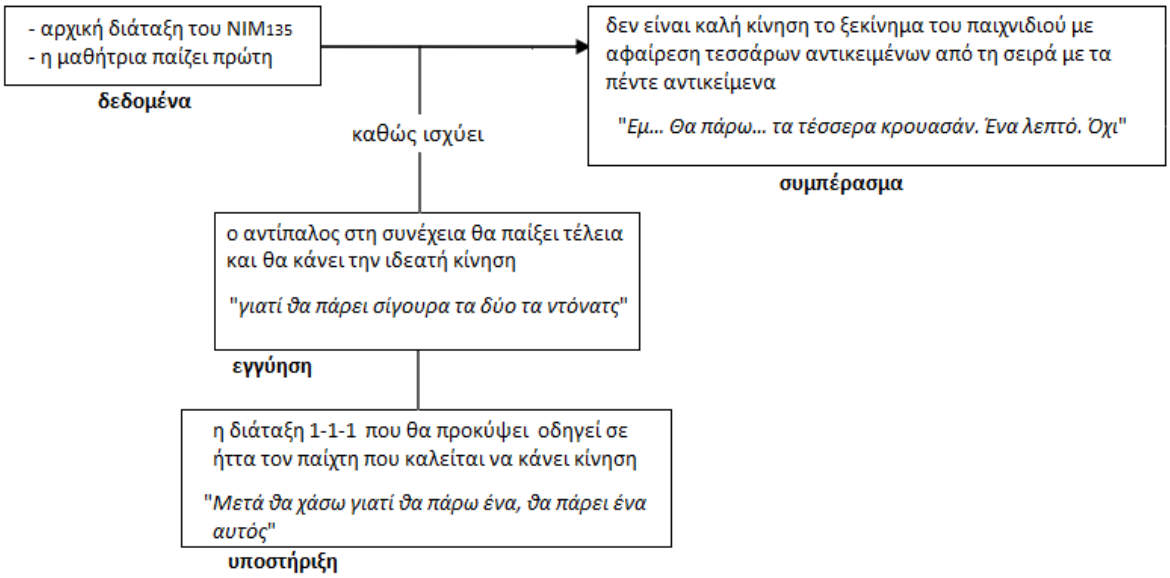
> «*Εμ… Θα πάρω… τα τέσσερα κρουασάν. Ένα λεπτό. Όχι γιατί θα πάρει σίγουρα τα δύο τα ντόνατς. Μετά θα χάσω γιατί θα πάρω ένα, θα πάρει ένα αυτός*»
> (“Διαβήτης” , από την εφαρμογή της τεχνικής του ομιλούντος υποκειμένου)

Με βάση το εκτεταμένο σχήμα του Toulmin (που παρουσιάστηκε στο θεωρητικό μέρος της διατριβής), στο παράδειγμα αυτό ***δεδομένα*** είναι η συγκεκριμένη (αρχική) διάταξη του παιχνιδιού (απλή εκδοχή – NIM_{135}) και το ότι η μαθήτρια παίζει πρώτη σε

[49] Όλα τα παραδείγματα που παρουσιάζονται στη συνέχεια αντλήθηκαν από τα δεδομένα που προέκυψαν από την εφαρμογή της τεχνικής του ομιλούντος υποκειμένου, κατά την οποία οι μαθητές παίζοντας, ταυτόχρονα σχολίαζαν τις κινήσεις τους. Η επιλογή αυτή έγινε καθώς σε προηγούμενα κεφάλαια της ενότητας των αποτελεσμάτων, έχει ήδη γίνει αρκετή αναφορά στα δεδομένα από τις συζητήσεις στην ολομέλεια της τάξης και από τις συζητήσεις στο chat και έτσι θεωρήθηκε πιο ενδιαφέρον ο αναγνώστης της διατριβής να «εκτεθεί» σε καινούριες εκφορές των μαθητών.

αυτήν την παρτίδα. Το ***συμπέρασμα*** της μαθήτριας είναι ότι με βάση τα δεδομένα αυτά δεν είναι καλή κίνηση το ξεκίνημα του παιχνιδιού με αφαίρεση τεσσάρων αντικειμένων από τη σειρά με τα πέντε αντικείμενα. Ως ***εγγύηση*** χρησιμοποιείται η πρόβλεψη της μαθήτριας ότι ο αντίπαλος στη συνέχεια θα παίξει τέλεια και θα κάνει την ιδεατή κίνηση (αφαίρεση δύο αντικειμένων από τη σειρά με τα τρία αντικείμενα), ενώ ως περαιτέρω ***υποστήριξη*** χρησιμοποιείται η γνώση της μαθήτριας ότι η διάταξη 1-1-1 (ύπαρξη ενός αντικειμένου σε κάθε σειρά) που θα προκύψει στο παιχνίδι με βάση τις παραπάνω κινήσεις, οδηγεί σε ήττα τον παίχτη που καλείται να κάνει κίνηση από το σημείο εκείνο του παιχνιδιού.

Το παραπάνω αποδίδεται σχηματικά ως εξής:



Εικόνα 60 : Το εκτεταμένο σχήμα ανάλυσης Toulmin – παράδειγμα ορθού συμπεράσματος

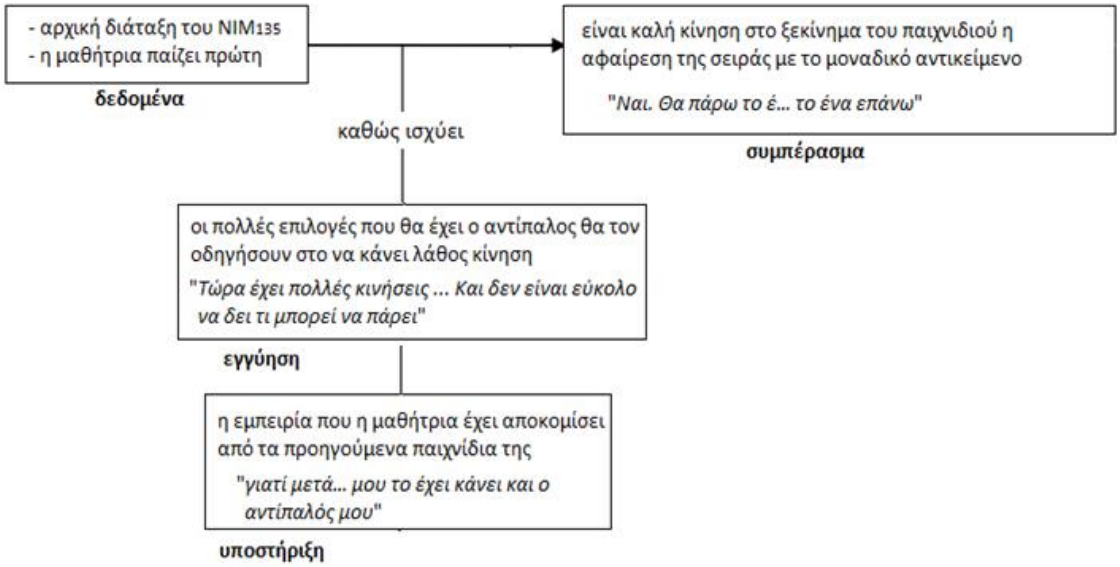
4.5.1.2 Το εκτεταμένο σχήμα ανάλυσης Toulmin: εξαγωγή εσφαλμένου συμπεράσματος

Σε αντίθεση με το παραπάνω παράδειγμα, όπου το συμπέρασμα που προκύπτει είναι σωστό αφού τόσο η εγγύηση όσο και η υποστήριξη που χρησιμοποιεί η μαθήτρια έχουν βάση, έρχεται το παράδειγμα που ακολουθεί, στο οποίο η ίδια μαθήτρια επιχειρηματολογεί καταλήγοντας σε μη ασφαλές συμπέρασμα.

> «*Ναι. Θα πάρω το έ... το ένα επάνω, γιατί μετά... μου το έχει κάνει και ο αντίπαλός μου. Τώρα έχει πολλές κινήσεις και αρχίζει το παιχνίδι πάλι από την αρχή. Και δεν είναι εύκολο να δει τι μπορεί να πάρει*»
>
> (“Διαβήτης”, από την εφαρμογή της τεχνικής του ομιλούντος υποκειμένου)

Σε αυτό, με βάση τα ίδια ***δεδομένα*** με το προηγούμενο παράδειγμα, η μαθήτρια καταλήγει σε ένα ***συμπέρασμα*** (είναι καλή πρώτη κίνηση η αφαίρεση της σειράς με το

μοναδικό αντικείμενο), που βασίζεται σε μια ***εγγύηση*** που δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ασφαλής (οι πολλές επιλογές που θα έχει ο αντίπαλος θα τον οδηγήσουν στο να κάνει λάθος κίνηση) και σε μία ακόμα περισσότερο αβάσιμη ***υποστήριξη*** (η εμπειρία που η μαθήτρια έχει αποκομίσει από τα προηγούμενα παιχνίδια που έπαιξε). Σχηματικά:



Εικόνα 61 : Το εκτεταμένο σχήμα ανάλυσης Toulmin – παράδειγμα εσφαλμένου συμπεράσματος

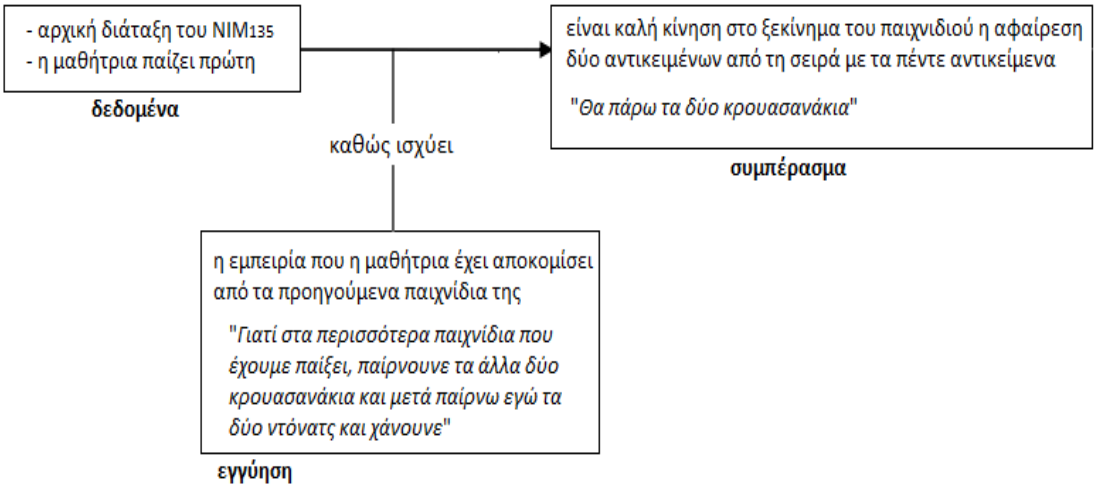
4.5.1.3 Το απλό σχήμα ανάλυσης Toulmin: εξαγωγή εσφαλμένου συμπεράσματος

Πιο συνηθισμένη είναι η περίπτωση που οι μαθητές καταλήγουν σε κάποιο συμπέρασμα χρησιμοποιώντας μία και μόνο εγγύηση, χωρίς κάποια περαιτέρω υποστήριξη. Σε αυτές τις περιπτώσεις η ανάλυση του επιχειρήματος γίνεται με την αξιοποίηση του απλού σχήματος του Toulmin. Όπως και προηγουμένως, το γεγονός ότι οι μαθητές επιχειρηματολογούν δεν εξασφαλίζει ότι το συμπέρασμα στο οποίο καταλήγουν θα είναι έγκυρο, ούτε ότι οι εγγυήσεις που χρησιμοποιούνται ότι θα είναι οι πλέον ενδεδειγμένες. Το σημαντικό σε όλες αυτές τις περιπτώσεις, είναι η συμβολή της δραστηριότητας στην εγκαθίδρυση και την καλλιέργεια στους μαθητές της συνήθειας να δοκιμάζουν να επιχειρηματολογούν.

Στο παράδειγμα που ακολουθεί, η μαθήτρια "Επαλήθευση" σχολιάζει, εφαρμόζοντας την τεχνική του ομιλούντος υποκειμένου, τις κινήσεις που κάνει στο παιχνίδι της με το μαθητή "Πρόσθεση". Διατυπώνει το εξής:

> «*Θα πάρω τα δύο κρουασανάκια γιατί έχω κάτι συγκεκριμένο στο μυαλό μου… Γιατί στα περισσότερα παιχνίδια που έχουμε παίξει, παίρνουνε τα άλλα δύο κρουασανάκια και μετά παίρνω εγώ τα δύο ντόνατς και χάνουνε.*»
> ("Επαλήθευση" , από την εφαρμογή της τεχνικής του ομιλούντος υποκειμένου)

Όπως και στα προηγούμενα παραδείγματα, ως ***δεδομένα*** η μαθήτρια χρησιμοποιεί την αρχική διάταξη του παιχνιδιού NIM135 και το γεγονός ότι καλείται να ξεκινήσει η ίδια το παιχνίδι. Ο ***ισχυρισμός*** στον οποίο καταλήγει είναι ότι το ξεκίνημα με αφαίρεση δύο αντικειμένων από τη σειρά με τα πέντε αντικείμενα είναι μια κίνηση που μπορεί να την οδηγήσει σε νίκη στο παιχνίδι. Ως ***εγγύηση*** για το παραπάνω χρησιμοποιεί την εμπειρία της από τα προηγούμενα παιχνίδια, όπως φαίνεται και στο σχήμα που ακολουθεί:



Εικόνα 62 : Το απλό σχήμα ανάλυσης Toulmin – παράδειγμα εσφαλμένου συμπεράσματος

4.5.1.4 Το απλό σχήμα ανάλυσης Toulmin: εξαγωγή ορθού συμπεράσματος

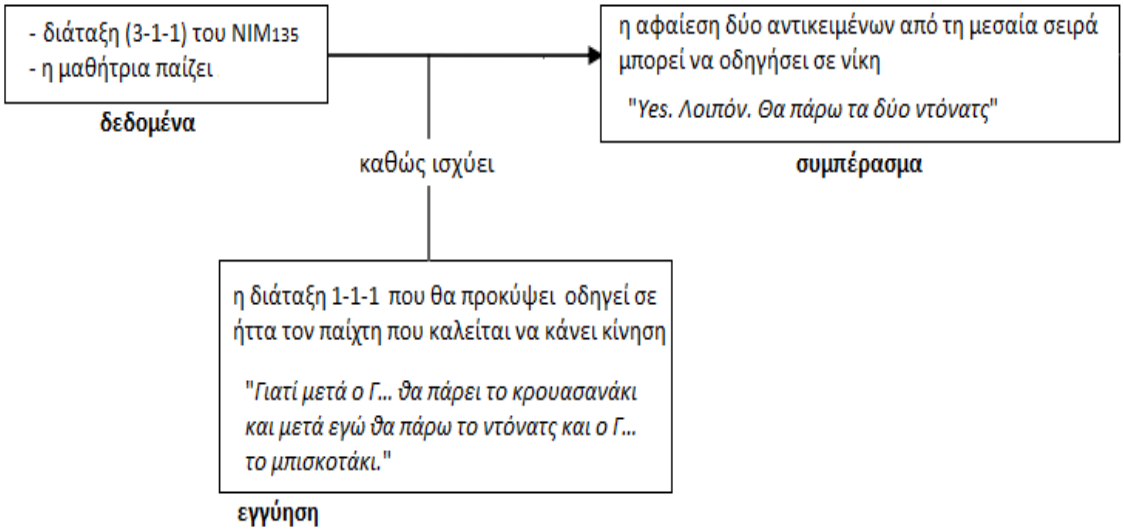
Λίγο αργότερα, η ίδια μαθήτρια διατυπώνει με ανάλογο τρόπο ένα ακόμα συμπέρασμα, έχοντας πλέον ως ***δεδομένο*** τη διάταξη που προέκυψε στο παιχνίδι μετά την πρώτη κίνηση του αντιπάλου της (έχουν αφαιρεθεί τα τέσσερα από τα πέντε αντικείμενα της βάσης).

> «Yes. Λοιπόν. Θα πάρω τα δύο ντόνατς. Γιατί μετά ο Γ… θα πάρει το κρουασανάκι και μετά εγώ θα πάρω το ντόνατς και ο Γ… το μπισκοτάκι.»
> (“Επαλήθευση” , από την εφαρμογή της τεχνικής του ομιλούντος υποκειμένου)

Το συμπέρασμα ότι η αφαίρεση των δύο εκ των τριών αντικειμένων της μεσαίας σειράς θα την οδηγήσει σε νίκη, βασίζεται σε μια ***εγγύηση*** (γνώση ότι η εμφάνιση της διάταξης 1-1-1 στο ταμπλό του παιχνιδιού οδηγεί σε νίκη αυτόν που καταφέρνει να την προκαλέσει) που είναι έγκυρη, σε αντίθεση με τον προηγούμενο ισχυρισμό που βασίστηκε σε μια λιγότερο ασφαλή εγγύηση (προσωπική εμπειρία από τα προηγούμενα παιχνίδια).

Στο τελευταίο παράδειγμα μπορεί να γίνει η υπόθεση ότι η μαθήτρια χρησιμοποιεί αναδρομική σκέψη (backwards thinking) καθώς από την αρχή του παιχνιδιού κάνει σαφή την πρόθεσή της να οδηγήσει το παιχνίδι στη συγκεκριμένη διάταξη (1-1-1).

Βέβαια, στη συγκεκριμένη περίπτωση, η στρατηγική είχε επιτυχία σε μεγάλο βαθμό εξαιτίας της απροσεξίας του αντιπάλου, ο οποίος εν τέλει ανάμεσα σε ένα πλήθος επιλογών που είχε για την πρώτη του κίνηση, έκανε τη μοναδική εκείνη κίνηση που ευχόταν η αντίπαλός του να κάνει, ώστε να πραγματοποιηθεί το σχέδιό της.



Εικόνα 63 : Το απλό σχήμα ανάλυσης Toulmin – παράδειγμα ορθού συμπεράσματος

4.5.1.5 Επιχειρηματολογικά σχήματα που εμφανίζονται στις εγγυήσεις που χρησιμοποιούν οι μαθητές στην επιχειρηματολογία τους

- Ανάλυση εκφορών που προέκυψαν από την εφαρμογή της τεχνικής του ομιλούντος υποκειμένου

Όπως έχει διαφανεί ήδη από τα παραπάνω παραδείγματα, οι μαθητές καταφεύγουν σε συγκεκριμένα είδη επιχειρηματολογικών σχημάτων, τα οποία και χρησιμοποιούν ως εγγυήσεις όταν επιχειρηματολογούν. Σε συνέχεια του προηγούμενου εδαφίου, συνεχίζεται η ανάλυση με τις εκφορές των μαθητών που προέκυψαν από την εφαρμογή της τεχνικής του ομιλούντος υποκειμένου. Σε αυτό το σώμα δεδομένων, το πιο συνηθισμένο είδος επιχειρηματολογικού σχήματος που χρησιμοποιείται είναι το «επιχείρημα μέσω επίκλησης σε εγκαθιδρυμένο κανόνα» (10 εμφανίσεις). Πρόκειται για περιπτώσεις που οι μαθητές στις εγγυήσεις που χρησιμοποιούν, ρητά διατυπώνουν κάποιον κανόνα (που προφανώς εμπέδωσαν από την προηγούμενη εμπειρία τους μέσα από τα παιχνίδια στα οποία συμμετείχαν και μέσα από τις συζητήσεις στις οποίες έλαβαν μέρος). Συνήθως, πρόκειται για συγκεκριμένες διατάξεις - σχηματισμούς που μπορεί να εμφανιστούν στο ταμπλό του παιχνιδιού κατά την εξέλιξή του και οι οποίες εξασφαλίζουν συνήθως τη νίκη για τον παίχτη που τις προκαλεί. Ενδεικτικά ως προς αυτό είναι το παράδειγμα που ακολουθεί:

«*Πήρα δύο μπισκότα, γιατί πιστεύω πως πρέπει να πάμε. Πιστεύω πως έχουνε μείνει πέντε και πέντε, ίσος αριθμός στις δύο τελευταίες, στις δύο τελευταίες σειρές και ίσος αριθμός και στις δύο άλλες σειρές.*»

(“9stein” , από την εφαρμογή της τεχνικής του ομιλούντος υποκειμένου)

Ακολουθεί σε συχνότητα εμφάνισης (4 φορές) η κατάσταση όπου στην εγγύηση των μαθητών γίνεται αναφορά ότι ο ισχυρισμός που διατυπώνουν προκύπτει με βάση τη γνώση που έχουν αποκομίσει από τη μέχρι στιγμής εμπειρία τους με το παιχνίδι (είτε ως παίχτες είτε ως συμμετέχοντες σε συζητήσεις γύρω από τα παιχνίδια). Αυτού του είδους η εγγύηση θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι παραπέμπει στο επιχειρηματολογικό σχήμα «επιχείρημα μέσω επίκλησης σε δημοφιλή πρακτική». Στο πρώτο παράδειγμα που ακολουθεί, ο μαθητής “Διαίρεση”, με βάση την παραπάνω λογική, εξηγεί ότι εφάρμοσε στο παιχνίδι του τη δημοφιλή πρακτική να σχηματίζεται στο ταμπλό ο σχηματισμός «k-k», ενώ στο δεύτερο παράδειγμα ο μαθητής υιοθετεί τη συνηθισμένη πρακτική να ξεκινάνε τα παιχνίδια με αφαίρεση γλυκών από τη βάση.

«*Τώρα αρχίζει να μου θυμίζει το παλιό παιχνίδι. Θα το αφήσω στα τρία προς τρία, που όπως μάθαμε και στο προηγούμενο παιχνίδι, το πιο εύκολο, είναι μια καλή στρατηγική ώστε να νικήσεις.*»

(“Διαίρεση” , από την εφαρμογή της τεχνικής του ομιλούντος υποκειμένου)

«*Ε, δεν θα παίξω το μπισκότο το τέρμα πάνω γιατί όπως είδαμε χθες αναγκάζεσαι να χάσεις. Και όπως έχουμε βγάλει συμπέρασμα από τις ομιλίες μας, θα προτιμήσω να παίξω από την κάτω στήλη. Δε θα πάρω σίγουρα πέντε, είτε… Αλλά επειδή έχουμε, πρέπει να έχουμε ίδιο αριθμό, θα ξεκινήσω με δύο.*»

(“Μετρητής011” , από την εφαρμογή της τεχνικής του ομιλούντος υποκειμένου)

Τέλος, υπάρχουν και λίγες περιπτώσεις (2) όπου οι μαθητές κάνουν χρήση του επιχειρηματολογικού σχήματος «επιχείρημα μέσω αναλογίας», χωρίς απαραίτητα να σημαίνει ότι η αναλογία που εντοπίζουν τους οδηγεί στη λήψη σωστής απόφασης, όπως δείχνει το παράδειγμα στη συνέχεια:

«*Θα πάρω τα δύο ντόνατ, γιατί σε όσα παιχνίδια αρχίζαμε έτσι … ε, πιστεύω ότι ο πρώτος που κερδίζει έτσι με τα… με δύο γλυκά όσα είναι, κερδίζει.*»

(“Τσέπης” , από την εφαρμογή της τεχνικής του ομιλούντος υποκειμένου)

- Ανάλυση εκφορών που προέκυψαν από τις συζητήσεις που έλαβαν χώρα στην ολομέλεια της τάξης

Διαφορετική παρουσιάζεται η κατάσταση στις συζητήσεις που έλαβαν χώρα στην ολομέλεια της τάξης, όπου οι μαθητές παρουσιάζουν μεγαλύτερη ποικιλία ως προς την επιλογή των επιχειρηματολογικών σχημάτων που χρησιμοποιούν στις εγγυήσεις τους,

στις 17 σχετικές περιπτώσεις που εντοπίστηκαν, όπως φαίνεται στον πίνακα που ακολουθεί[50].

Συζήτηση Ολομέλειας	**Επιχειρηματολογικά Σχήματα**	**Συχνότητα**
1η	Μέσω των συνεπειών (4) - Μέσω αναλογίας (1) – Μέσω επίκλησης σε δημοφιλή πρακτική (1)	6
2η	Μέσω επίκλησης σε εγκαθιδρυμένο κανόνα (3) Μέσω επίκλησης σε δημοφιλή πρακτική (2) Μέσω των συνεπειών (1)	6
3η	Μέσω αναλογίας (2)	2
4η	Μέσω αναλογίας (1) Μέσω των συνεπειών (1) Μέσω επίκλησης σε εγκαθιδρυμένο κανόνα (1)	3

Πίνακας 24 : Τα επιχειρηματολογικά σχήματα που χρησιμοποίησαν οι μαθητές στις συζητήσεις που έλαβαν χώρα στην ολομέλεια της τάξης (είδος και συχνότητα εμφάνισης)

Από τον πίνακα γίνεται σαφές ότι στις συζητήσεις που έγιναν στην ολομέλεια της τάξης, η δημοφιλέστερη επιλογή των μαθητών (κυρίως στην α φάση της διδακτικής παρέμβασης) ήταν να χρησιμοποιούν το επιχειρηματολογικό σχήμα «επιχείρημα μέσω των συνεπειών» (argument from consequences) στις εγγυήσεις τους (6 περιπτώσεις). Στο παρακάτω απόσπασμα, δίνεται ένα σχετικό παράδειγμα, όπου μαθητής εξηγεί ότι αν πραγματοποιηθεί μια απρόσεκτη πρώτη κίνηση, εύλογα θα προκύψουν αρνητικές συνέπειες.

Ορθή Γωνία	*Μπορείτε να μου πείτε ένα παράδειγμα μίας καταδικαστικής πρώτης κίνησης; Μία πρώτη κίνηση ας πούμε που σε καταστρέφει αν την κάνεις.*
ι1082004	*Αν ο αντίπαλος πάρει π.χ. όλα τα κρουασάν ή όλα τα ντόνατ.*
Ορθή Γωνία	*Ωραία. Δείχνω το παράδειγμα*
ι1082004	*Ο άλλος αντίπαλος θα πάρει την… αν… θα πάρει τα 3 ντόνατς και μετά ο άλλος είναι καταδικασμένος να πάρει το μπισκοτάκι.*
Ορθή Γωνία	*Οπότε, συμπέρασμα από αυτό. Πες το…*
ι1082004	*Ότι η πρώτη κίνηση είναι πάρα πολύ σημαντική.*

(απόσπασμα από την 1η συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης)

Παρόμοια είναι η συχνότητα εμφάνισης του επιχειρηματολογικού σχήματος «επιχείρημα μέσω επίκλησης σε εγκαθιδρυμένο κανόνα» (4 φορές), με μοναδική διαφορά ότι το παραπάνω σχήμα κάνει την εμφάνισή του από τη 2η συζήτηση ολομέλειας και μετά. Ως τέτοια, θα μπορούσε να χαρακτηριστεί η περίπτωση του

[50] Ως δεύτερος βαθμολογητής αναζητήθηκε ένα άτομο που να έχει διδακτική εμπειρία με μικρά παιδιά και να κατέχει στέρεα γνώση περί επιχειρηματολογικού λόγου. Η Νικολιδάκη Σοφία, διδάκτωρ του Newport University στο πεδίο «φιλοσοφία για παιδιά», επιλέχθηκε για τους παραπάνω λόγους.

μαθητή που δικαιολογεί την επιλογή που έκανε κάνοντας αναφορά σε κανόνα (γνωστή διάταξη του παιχνιδιού που οδηγεί σε νίκη):

> «*Τώρα άμα ο αντίπαλος έπαιρνε ένα… μία σοκολάτα ή ένα μπισκότο, εγώ θα έκανα το αντίθετο (αν έπαιρνε σοκολάτα εγώ μπισκότο και το αντίθετο) και θα έκανα το παιχνίδι πέντε προς πέντε, που έχουμε δει ότι δουλεύει.*».
>
> ("Διαίρεση", από την 4η συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης)

Άλλο επιχειρηματολογικό σχήμα, που επίσης κάνει την εμφάνισή του σε μεταγενέστερες χρονικά συζητήσεις (στη β φάση της διδακτικής παρέμβασης) είναι το «επιχείρημα μέσω αναλογίας», ενώ δεν λείπουν και οι περιπτώσεις που χρησιμοποιείται το σχήμα «επίκληση σε δημοφιλή πρακτική» όπως φαίνεται στα παραδείγματα που ακολουθούν.

> «*Το παλιό παιχνίδι που είχε τρεις σειρές και ξεκινούσανε πιο συχνά από το πρώτο γλυκό, το πάνω πάνω. Μάλλον ήθελε να κάνει αυτή την στρατηγική επειδή νόμιζε ότι τώρα που έχει προστεθεί… προστεθεί μία σειρά, θα, δε…, θα ήτανε καλή. Μπορεί.*».
>
> ("Αριθμούλα", από την 3η συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης)

> «*Ε, άμα παίρνεις το πρώτο μπισκοτάκι που είναι πάνω πάνω, πιστεύω πως ο αντίπαλος έχει πολλές επιλογές και μπορεί να μπερδευτεί και αυτή τη στρατηγική πολλά παιδιά νομίζω την ακολουθούν.*».
>
> ("Αριθμούλα", από την 2η συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης)

Είναι χρήσιμο να σημειωθεί ότι στο παραπάνω εδάφιο έγινε αναφορά στις περιπτώσεις (και μόνο σε αυτές) που υπήρχε ομοφωνία ανάμεσα στους κριτές που ανέλυσαν τα σώματα δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν ως προς το κατά πόσον η εκφορά συνιστά περίπτωση διατύπωσης επιχειρήματος. Μια τέτοια επιλογή, όπως είναι αναμενόμενο, οδήγησε στην ανάδειξη του μικρότερου δυνατού αριθμού σχετικών εκφορών. Ανεξάρτητα από αυτό, ωστόσο, από τα δεδομένα προκύπτει ότι γενικότερα οι μαθητές δε δίνουν σε όλες τις περιπτώσεις εγγυήσεις. Αντίθετα, η πιο συνηθισμένη περίπτωση είναι να διατυπώνονται συμπεράσματα με βάση τα εκάστοτε δεδομένα του παιχνιδιού χωρίς να δίνεται καμία απολύτως πληροφορία για το τι ήταν αυτό που οδήγησε τους μαθητές στα συμπεράσματα αυτά.

- Ανάλυση εκφορών που προέκυψαν από τις συνεντεύξεις με τους μαθητές

Οι συνεντεύξεις, τέλος, αποτέλεσαν μια επιπλέον χρήσιμη πηγή πληροφόρησης προκειμένου ο ερευνητής να αποκτήσει πρόσβαση στη σκέψη των μαθητών και στο τι είδους επιχειρηματολογικά σχήματα χρησιμοποιούν στην προσπάθειά τους να υποστηρίξουν τους ισχυρισμούς τους. Ωστόσο, λόγω του ότι δε χρησιμοποιήθηκε

αυστηρά δομημένη συνέντευξη, σε πολλές περιπτώσεις υπήρξε ποικιλία ως προς τα ερωτήματα που τέθηκαν στους μαθητές και επομένως διαφοροποίηση ως προς την πιθανότητα οι μαθητές να έχουν την ευκαιρία να διατυπώσουν επιχειρηματολογικό λόγο. Έτσι, η παράθεση ποσοτικών δεδομένων (πλήθος αναφορών) δεν είναι τόσο ουσιαστική στην περίπτωση των συνεντεύξεων, ωστόσο μπορούν να γίνουν ορισμένες παρατηρήσεις.

Στις συνεντεύξεις εμφανίζονται παρόμοια επιχειρηματολογικά σχήματα με αυτά που παρουσιάστηκαν στα προηγούμενα εδάφια (συζητήσεις στην ολομέλεια – τεχνική του ομιλούντος υποκειμένου). Πιο συνηθισμένες περίπτωσεις, στις συνεντεύξεις, είναι οι μαθητές να καταφεύγουν στα επιχειρηματολογικά σχήματα «επιχείρημα μέσω των συνεπειών» και «επιχείρημα μέσω επίκλησης σε δημοφιλή πρακτική», όπως φαίνεται από τα παρακάτω ενδεικτικά αποσπάσματα:

> «*Έκανα την πρώτη καλή κίνηση και είδα πάλι αυτό που έκανα…. Και έτσι κέρδισα και είπα θα την κάνω και τώρα και πάλι το ίδιο θα γίνει*».
>
> (“Κομπιουτεράκι”, απόσπασμα από συνέντευξη)

> «*Έπαιζα ας πούμε, έπαιζε συχνά δεύτερη και μου έπαιρναν πάντα τα τρία κρουασάν. Ε μετά κι εγώ ξεκίνησα κι έπαιρνα τα τρία κρουασάν* ».
>
> (“Αφαίρεση”, απόσπασμα από συνέντευξη)

Ένα επιχειρηματολογικό σχήμα που προστίθεται στις συνεντεύξεις, και το οποίο δεν είχε παρατηρηθεί να χρησιμοποιείται στις προηγούμενες περιστάσεις, είναι το «επιχείρημα μέσω επίκλησης στην αυθεντία», όπου «αυθεντία» σε αυτές τις περιπτώσεις αποτέλεσαν κυρίως συγκεκριμένοι (συνήθως ικανοί στα μαθηματικά) μαθητές, όπως φαίνεται στο παράδειγμα που ακολουθεί.

> «*Ναι. Αυτό το είχε κάνει και ο 9stein την προηγούμενη φορά και με κέρδισε, οπότε σκέφτηκα να το κάνω κι εγώ*».
>
> (“Αϊνστάιν”, απόσπασμα από συνέντευξη)

4.5.2 Κομμάτια κατανόησης (bits of realization) σχετικά με το παιχνίδι NIM

Στο τελευταίο μέρος του κεφαλαίου, γίνεται αναφορά σε ορισμένες παρατηρήσεις που έκαναν οι μαθητές για το παιχνίδι NIM, οι οποίες θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν ως ιδιαίτερα ενδιαφέρουσες από μαθηματικής σκοπιάς, καθώς προέκυψαν συλλογικά (και σε βάθος χρόνου), μέσα από την αλληλεπίδραση που ανέπτυξαν οι μαθητές στο πλαίσιο των συζητήσεων. Ο όρος “bits of realization” που χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά σε πρόσφατη ερευνητική εργασία (Dion, Jank & Rutt, 2011) για να αναφερθεί σε ορισμένα είδη κατανόησης που φαίνεται να αναπτύσσουν για ένα παιχνίδι οι

συμμετέχοντες που ασχολούνται καιρό μαζί του, αποτυπώνει την προσέγγιση που χρησιμοποιείται στο παρόν εδάφιο.

4.5.2.1 Συνειδητοποίηση της ύπαρξης «ιδεατών» κινήσεων και «τέλειων» αντιπάλων

Φαίνεται ότι ορισμένοι μαθητές συνειδητοποιούν ότι για να έχει νόημα η συζήτηση και να είναι αποδοτική, πρέπει οι ίδιοι να αποδεχτούν ότι πάντοτε οι αντίπαλοι παίζουν με τον καλύτερο δυνατό (βέλτιστο) τρόπο. Έτσι, στην τελευταία συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης για το παιχνίδι NIM_{1357}, έπειτα από σχόλιο του "Διαίρεση" στο οποίο ο μαθητής αυτός προδικάζει την κίνηση που θα κάνει ο αντίπαλος, εμφανίζεται έντονη αντίδραση από μια μαθήτρια:

> «*Δεν ξέρεις ποτέ τι κίνηση θα κάνει… Ο αντίπαλος, μπορεί, θα το καταλάβει και θα προσπαθήσει να κάνει μια άλλη κίνηση*».
>
> ("Διαβήτης", από την 4η συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης)

Μάλιστα, στην ίδια συζήτηση, ο μαθητής "ι1082004" κάνει σε σχόλιό του, σαφή αναφορά στην έννοια του «τέλειου» αντιπάλου. Συγκεκριμένα, σχολιάζοντας την προοπτική να εμφανιστεί στο ταμπλό του παιχνιδιού η παλιά εκδοχή (NIM_{135}), τονίζει ότι μια τέτοια εξέλιξη δεν είναι θετική για τον παίχτη που θα την προκαλέσει, λέγοντας:

> «*θα γίνει όπως ήτανε το παλιό παιχνίδι και ο αντίπαλος θα πάρει, μπορεί να, άμα έχουμε τον τέλειο αντίπαλο, θα πάρει τα τρία ντόνατ και τελείωσε η κουβέντα…*».
>
> ("ι1082004", από την 4η συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης)

Επιπλέον, η σταδιακή εγκαθίδρυση της επίγνωσης του ότι υπάρχουν «ιδεατές» κινήσεις και «τέλειοι» αντίπαλοι που κάνουν τις κινήσεις αυτές, φαίνεται και από το γεγονός ότι κάποιοι μαθητές πλέον ευθέως δυσανασχετούν όταν συμμαθητές τους στα σχόλια που κάνουν στη συζήτηση, αναφέρουν ακολουθίες από κινήσεις που (αυθαίρετα) θεωρούν ότι θα γίνουν στη συνέχεια των υπό εξέταση παιχνιδιών. Για παράδειγμα, ύστερα από σχόλιο του μαθητή «Τάνγκραμ» στο οποίο (ατυχώς) προβλέπει τις κινήσεις που θα κάνουν στη συνέχεια οι παίχτες, η μαθήτρια «Επαλήθευση» εμφανώς ενοχλημένη (βάσει του τόνου της φωνής της) σχολιάζει: «*Αυτό είναι σενάριο*».

Αντίστοιχα, για τους περισσότερους μαθητές δε φαίνεται πλέον ικανοποιητική η περίπτωση που κάποιος βασίζει τη στρατηγική του στην πιθανότητα μπερδέματος του αντιπάλου. Έτσι, κριτικάροντας το σχόλιο του μαθητή «Διαίρεση» που περιείχε τη φράση «*άμα μπερδευτεί ο δεύτερος παίχτης και πάρει…*», ο μαθητής «Μετρητής011» αρνείται να πάρει στα σοβαρά το συγκεκριμένο σχόλιο, λέγοντας «*Αυτό είναι όμως σε περίπτωση που μπερδευτεί. Το είπε και ο ίδιος. Ας πούμε "αν μπερδευτεί"*».

4.5.2.2 Συνειδητοποίηση της σημασίας της σειράς παιξίματος

Στο θεωρητικό μέρος, στο εδάφιο όπου παρουσιάζεται το παιχνίδι NIM, έγινε αναφορά στο γεγονός ότι στο συγκεκριμένο παιχνίδι έχει σημασία η σειρά παιξίματος. Ανάλογα με την εκδοχή του παιχνιδιού που χρησιμοποιείται, ο παίκτης που ξεκινάει την παρτίδα, βρίσκεται σε θέση νίκης ή σε σε θέση ήττας. Στην περίπτωση των εκδοχών που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα παρέμβαση, στο NIM_{135} σε θέση νίκης βρίσκεται ο παίχτης που ξεκινάει την παρτίδα, ενώ στο NIM_{1357} ο παίχτης που παίζει πρώτος βρίσκεται σε θέση ήττας.

Στην απλή εκδοχή του παιχνιδιού (NIM_{135}) οι μαθητές προβληματίστηκαν έντονα γύρω από το κατά πόσον ο παίχτης που κάνει την πρώτη κίνηση έχει πλεονέκτημα νίκης σε σχέση με τον αντίπαλό του, όπως φαίνεται στο απόσπασμα (vignette) που παρατίθεται στην επόμενη σελίδα. Το απόσπασμα αυτό, αποτελεί ένα παράδειγμα που δείχνει πώς οι συμμετέχοντες ξεκινούν έχοντας διαφορετικές γνώμες γύρω από ένα ζήτημα (σημασία της πρώτης κίνησης στην απλή εκδοχή του παιχνιδιού NIM) και καταλήγουν σε συναίνεση και σε μία κοινώς αποδεκτή (όχι απαραίτητα και κατανοητή από όλους) γνώση – παραδοχή.

Αντίθετα, στο NIM_{1357}, αν και η πλειοψηφία των μαθητών συνεχίζει να συμπεριφέρεται μάλλον με την ίδια λογική, υπάρχουν κάποια μηνύματα που δείχνουν ότι ορισμένοι συμμετέχοντες, για λόγους που δεν εξηγούν περαιτέρω, έχουν οδηγηθεί στην υπόθεση ότι στη σύνθετη εκδοχή του παιχνιδιού η κατάσταση είναι μάλλον διαφορετική και πιθανόν κερδίζει ο παίχτης που ξεκινάει δεύτερος. Έτσι, στο πρώτο απόσπασμα, ένας μαθητής «τολμάει» να δοκιμάσει στη σύνθετη εκδοχή του παιχνιδιού έναν τρόπο παιξίματος που γνώριζε ότι οδηγεί σε ήττα όταν χρησιμοποιείται στην απλή εκδοχή, ενώ στο δεύτερο απόσπασμα μια μαθήτρια ουσιαστικά δηλώνει ότι με κάποιον τρόπο έχει καταλάβει τι συμβαίνει στη σύνθετη εκδοχή του παιχνιδιού με τη σειρά παιξίματος.

> «*Δεν ήταν καλή στρατηγική. Επειδή ως τώρα, σ' αυτό το… σ' αυτό… σ' αυτήν την άλλη εκδοχή του παιχνιδιού. Επειδή είναι διαφορετική, τελείως διαφορετική στρατηγική. πιστεύω ότι είναι καλή κίνηση αυτή για την αρχή.*»
>
> ("Κλάσμα", από την 3η συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης)

> «*Λοιπόν. Εγώ παίρνω τρία κρουασάν, γιατί ούτως ή άλλως στην πρώτη κίνηση, αυτός που ξεκινάει δεν έχει πιθανότητες και ποντάρω να γίνει κάποιο λάθος απ' τον αντίπαλό μου.*»
>
> ("Διαγώνιος", απόσπασμα από την τεχνική ομιλούντος υποκειμένου)

Το ερώτημα «έχει σημασία η πρώτη κίνηση του παιχνιδιού;» απασχόλησε εξ αρχής τους μαθητές και βρέθηκε στο επίκεντρο στην πρώτη συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης, όταν και έγινε σχολιασμός ενός παιχνιδιού όπου ο παίχτης που έπαιξε πρώτος, έκανε μια μη ενδεδειγμένη κίνηση (αφαίρεση 2 αντικειμένων από τη σειρά με τα 5) και έδωσε το πλεονέκτημα νίκης στον αντίπαλό του. Ο πρώτος μαθητής που ξεκάθαρα παίρνει θέση, δηλώνει με σαφήνεια ότι δε θεωρεί σημαντική την πρώτη κίνηση του παιχνιδιού.

«*Πιστεύω ότι αυτή η κίνηση δεν μπορεί να προσφέρει ούτε νίκη ούτε ήττα. Είναι σαν το αρχικό, ότι όποιος πάρει τα 5 κρουασάν, ο άλλος θα πάρει τα 3 ντόνατ και ο άλλος θα πάρει το τελευταίο. Απλώς τώρα συνεχίζεται με 3, 3, 1. Όχι 5, 3, 1. Δεν νομίζω ότι μπορεί να επηρεάσει σε κάτι*».

("Κλάσμα", από την 1η συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης)

Αμέσως μετά την παραπάνω δήλωση, ορισμένοι μαθητές σπεύδουν να πάρουν θέση, χωρίς ωστόσο να διατυπώνουν κάποιο επιχείρημα που να δικαιολογεί τη θέση αυτή.

«*Εγώ πιστεύω ότι έχει σημασία, ανάλογα τι θα γίνει στο μετά*»

("Κυκλικός", από την 1η συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης)

«*Εγώ λέω ότι δε θα συμφωνήσω με το Κλάσμα που λέει ότι η πρώτη κίνηση… Είναι η πιο σημαντική του παιχνιδιού. Γιατί με ένα λάθος ο αντίπαλος μπορεί να χάσει, με ένα σωστό μπορεί να νικήσει*».

("Μετρητής011", από την 1η συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης)

Στη συνέχεια, μετά από παρέμβαση του συντονιστή, οι μαθητές αρχίζουν να εξετάζουν το συγκεκριμένο παιχνίδι και να κάνουν δοκιμές προκειμένου να διαπιστώσουν ποιες ήταν οι επιλογές του αντιπάλου ύστερα από την ατυχή πρώτη. Προς το τέλος της συζήτησης, έχει γίνει σαφές ότι ο δεύτερος παίχτης μπορεί αφαιρώντας το μοναδικό γλυκό της κορυφής να κερδίσει το παιχνίδι.

Στο τέλος της συζήτησης οι μαθητές παίρνουν εκ νέου θέση για το αρχικό ζήτημα, το κατά πόσον θεωρούν ότι η πρώτη κίνηση του παιχνιδιού είναι μια κίνηση καθοριστική για την εξέλιξή του. Από τους διαλόγους είναι σαφές ότι υπάρχουν μαθητές που εμμένουν στην αρχική τους τοποθέτηση.

«*Εγώ κύριε πιστεύω ότι αυτό που έμαθα από αυτό το παιχνίδι είναι ότι υπάρχει πιθανότητα να κερδίσεις πάλι αν το σκεφτείς καλά*»

("Κλάσμα", από την 1η συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης)

Άλλοι μαθητές βρίσκονται σε κατάσταση σύγχυσης, ίσως περισσότερο μπερδεμένοι μετά την ολοκλήρωση της συζήτησης σε σχέση με την αρχή της :

«*Εεε, θα διαφωνήσω με τον Κλάσμα γιατί πρέπει, μπορώ και να συμφωνήσω, ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ, είναι αναλόγως τι θα παίξει μετά ο αντίπαλος*».
("Μετρητής011", από την 1η συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης)

Κάποιοι μαθητές είναι σχεδόν σίγουροι για τη σημασία της πρώτης κίνησης, αφήνοντας όμως ένα περιθώριο σφάλματος, κάνοντας διαχωρισμό ανάμεσα σε σημαντικά και σε ασήμαντα λάθη.

«*Θέλω να πω ότι άμα κάνεις λάθος στην πρώτη κίνηση, και είναι μεγάλο το λάθος, μετά δεν μπορεί να το διορθώσεις. Ό,τι και να κάνεις*»
("ι1082004", από την 1η συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης)

Τέλος, από την πρώτη συζήτηση υπάρχουν και εκείνοι που είναι απολύτως σίγουροι για το συμπέρασμα στο οποίο έχουν καταλήξει.

«*Εγώ διαφωνώ με τον Κ γιατί ακόμα και ένα μικρό λάθος να κάνεις στην αρχή, μπορεί να σου βγει σε μεγάλο και να χάσεις. Δεν υπάρχει πιθανότητα να κερδίσεις άμα κάνεις λάθος*»
("Αϊνστάιν", από την 1η συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης)

Το ενδιαφέρον στη συγκεκριμένη περίπτωση, είναι ότι στις επόμενες συζητήσεις (αλλά και στις συνεντεύξεις που ακολούθησαν) οι μαθητές θεωρούν ως κάτι το δεδομένο ότι η πρώτη κίνηση είναι η πιο καθοριστική κίνηση του παιχνιδιού. Έτσι, η μαθήτρια που κλήθηκε σε συνέντευξη να συζητήσει για ένα χαμένο παιχνίδι της (NIM_{135}), βλέποντας ότι ο αντίπαλός της ξεκίνησε αφαιρώντας τρία από τα πέντε αντικείμενα της βάσης, σχολιάζει με σιγουριά:

«*Ναι καλά. ... Καλή κίνηση. Οπότε ό,τι και να έκανα, πάλι θα έχανα*»
("Τριγωνούλα", απόσπασμα από συνέντευξη)

Ενδεχομένως, αυτό να συνέβη καθώς οι μαθητές στο ενδιάμεσο διάστημα έπαιξαν και άλλες παρτίδες NIM και πιθανόν συνειδητοποίησαν μέσα από αυτές ότι οι λάθος πρώτες κινήσεις στοιχίζουν. Μια άλλη εξήγηση είναι ότι ο χρόνος που πέρασε μέχρι τις επόμενες συζητήσεις στην ολομέλεια της τάξης, βοήθησε τους μαθητές στο να αναλογιστούν το τι συζητήθηκε στην πρώτη συνεδρία και να βγάλουν τα σωστά συμπεράσματα.

4.5.2.3 Συνειδητοποίηση της δυνατότητας μεταφοράς στρατηγικών από την απλή στη σύνθετη εκδοχή του παιχνιδιού

Μια τελευταία ενδιαφέρουσα περίπτωση είδους κατανόησης που φαίνεται να αναπτύχθηκε για το παιχνίδι NIM είναι η ακόλουθη, όπου φαίνεται πώς οι μαθητές προοδευτικά αποκτούν επίγνωση ότι μια στρατηγική που χρησιμοποιήθηκε στην απλή

εκδοχή του παιχνιδιού (ο σχηματισμός «k-k» που οδηγεί σε νίκη αυτόν που με την κίνησή του τη σχηματίζει στο ταμπλό) μπορεί να είναι χρήσιμη και στη σύνθετη εκδοχή του παιχνιδιού (σχηματισμός «k-k-1-1»).

Στην 3η συζήτηση της ολομέλειας γίνεται φανερό ότι οι μαθητές προσπαθούν να αξιοποιήσουν και στο νέο παιχνίδι την αποκτηθείσα γνώση ότι η διάταξη «k-k» οδηγεί σε νίκη αυτόν που θα μπορέσει να την σχηματίσει στο ταμπλό του παιχνιδιού. Έτσι, σε πολλές περιπτώσεις υπάρχει η τάση στη νεοεισαχθείσα σύνθετη εκδοχή του NIM, το παιχνίδι να ξεκινάει από τις δύο πάνω σειρές γλυκών (με τα λίγα γλυκά: 1 και 3 αντίστοιχα) προκειμένου να αφαιρεθούν από το παιχνίδι τα συγκεκριμένα γλυκά και να δημιουργηθούν οι προϋποθέσεις ώστε στις δυο εναπομείνασες σειρές να εμφανιστεί η επιθυμητή διάταξη «k-k». Χαρακτηριστικά, ο μαθητής "Διαίρεση" αναφέρει στη συζήτηση αυτή:

> «*Εγώ θέλω να πω ότι έτσι όπως έκανα την κίνηση και πήρα ένα κρουασάν, έτσι ώστε όταν, άμα ο αντίπαλος έπαιρνε δύο μπισκότα ή ένα κρουασάν. Θα μπορούσα εγώ να πάρω. Άμα έπαιρνε το ένα κρουασάν, να έπαιρνα τα δύο μπισκότα και άμα έπαιρνε τα δύο μπισκότα, το ένα κρουασάν και μετά θα 'μενε πέντε πέντε*»
>
> ("Διαίρεση", από την 3η συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης)

Στην επόμενη συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης, ο ίδιος μαθητής, σε σχολιασμό παιχνιδιού προτείνει μια κίνηση που οδηγεί την παρτίδα στην εμφάνιση του σχηματισμού «5-5-1-1», χωρίς ακόμα να έχει συνειδητοποιήσει ότι έχει ανακαλύψει μοτίβο νίκης. Αντίθετα, επιμένει στο να ευελπιστεί ότι με ένα πιθανό «μπέρδεμα» του αντιπάλου θα σχηματιστεί κάποια στιγμή η επιθυμητή και «δοκιμασμένη» διάταξη νίκης «k-k» (στη συγκεκριμένη περίπτωση «5-5»). Έτσι, αναφέρει:

> «*Εμ. Μετά θα έπαιρνα δύο μπισκότα, κι έτσι μπορεί ο αντίπαλος να μπερδευόταν και με μία λάθος κίνηση να του άφηνα πέντε προς πέντε.*»
>
> ("Διαίρεση", από την 4η συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης)

Στη συνέχεια της συζήτησης, η συγκεκριμένη διάταξη («k-k-1-1») φαίνεται να προκαλεί το ενδιαφέρον του μαθητή "Μετρητής011", ο οποίος όμως παρόλο που αναγνωρίζει την ύπαρξη διάταξης και την πιθανότητα νίκης, δεν κάνει τη γενίκευση, αλλά αντίθετα δείχνει προβληματισμένος για την ύπαρξη των μονών γλυκών στις δύο από τις τέσσερις σειρές.

> «*Ναι. Συμβαίνει αυτό γιατί έχουμε πέντε κρουασάν και πέντε ντόνατς. Όμως έχουμε πάρει ένα μπισκότο ακόμα και μία σοκολάτα.*»
>
> ("Μετρητής011", από την 4η συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης)

Μία πρώτη σκέψη ότι μπορεί το παιχνίδι να υποδιαιρεθεί σε δύο υποπαιχνίδια (ένα υποπαιχνίδι οι πάνω σειρές όπου υπάρχει η διάταξη «1-1» και ένα δεύτερο υποπαιχνίδι οι κάτω σειρές όπου υπάρχει η διάταξη «5-5») γίνεται λίγο αργότερα, χωρίς ακόμα να υπάρξει συνειδητοποίηση ότι μόλις έχει ανακαλυφθεί ένα νέο μοτίβο. 'Ετσι, ο μαθητής "9stein" αναφέρει:

«*Εγώ πιστεύω πως είσαι σε ένα πάρα πολύ καλό σημείο για να νικήσεις, διότι μπορεί να έχει καταλάβει πού το πας και πως θες να νικήσεις και… δε θα πάρει τη μία σοκολάτα ή το ένα μπισκότο! Θα πάρει ένα ντόνατ, δύο ντόνατ ή τρία ντόνατ, κι εσύ μπορεί να ακολουθήσει του αλλουνού, δηλαδή όσα παίρνει αυτός να παίρνεις κι εσύ από την κάτω μεριά.*»

("9stein", από την 4η συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης)

Για να πάρει την ακόλουθη τροπή η συζήτηση και να αναδειχθεί το μοτίβο (μάλλον διαισθητικά αφού τη χρονική στιγμή διεξαγωγής της συζήτησης το υπό συζήτηση μοτίβο ακόμα δεν είχε δοκιμαστεί σε πολλά παιχνίδια για να διαπιστωθεί αν όντως οδηγεί και τώρα σε νίκη):

Δάσκαλος	Ωραία. Το 'χει πετύχει αυτό; Φίλιππε.
Διαβήτης	Όχι ακόμα!
9stein	Ναι. Το 'χει πετύχει.
Δάσκαλος	Ναι. Τι έχει πετύχει τώρα;
9stein	Έχει πετύχει στην κάτω κάτω σειρά να έχει πέντε… πέντε κρουασάν.
Δάσκαλος	Ωραία. Στις δύο κάτω σειρές να έχει πέντε και πέντε
9stein	… Και στις δύο πάνω να έχει ένα κι ένα.

(απόσπασμα από τη 4η συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης)

Και τελικά να συνειδητοποιήσει ο μαθητής "Μετρητής011" την ύπαρξη αυτού του μοτίβου νίκης και να διατυπώσει με σαφήνεια τη συνειδητοποίηση αυτή:

«*Καταφέραμε αυτό που είχαμε πει. Πέντε πέντε και ένα ένα. Ναι. Τον οδηγεί σε νίκη*»

("Μετρητής011", από την 4η συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης)

Το ενδιαφέρον είναι ότι από τη συζήτηση φαίνεται να ωφελούνται και μαθητές που δεν είχαν συνεισφορά (αλλά που ωστόσο προφανώς παρακολουθούσαν με ενδιαφέρον). Έτσι εξηγείται το γεγονός ότι ο μαθητής που μπόρεσε να διατυπώσει καλύτερα από τους υπόλοιπους το παραπάνω σε μορφή κανόνα ήταν ο "ι1082004" που δε συμμετείχε μέχρι εκείνη τη στιγμή στη συζήτηση. Ο κανόνας του είναι ο εξής :

«*Η στρατηγική είναι να αφήσεις δύο σειρές που να έχουν ίσο αριθμό με γλυκά*»

("ι1082004", από την 4η συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης)

ΕΝΟΤΗΤΑ 4^{Η} - ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^{Ο}
ΠΟΡΤΡΕΤΑ ΜΑΘΗΤΩΝ

Στο παρόν εδάφιο γίνεται λεπτομερής αναφορά σε ορισμένες περιπτώσεις μαθητών που θεωρήθηκε ότι παρουσιάζουν ενδιαφέρον, σε σχέση με το πώς συμμετείχαν στη διδακτική παρέμβαση και σε σχέση με το τι αποκόμισαν οι από αυτήν. Ουσιαστικά γίνεται προσπάθεια δημιουργίας ενός πορτρέτου (vignette) για κάθε μαθητή. Από το σύνολο των 20 μαθητών που συμμετείχαν στην έρευνα, επιλέχθηκαν για το σκοπό αυτό 3 περιπτώσεις μαθητών. Η επιλογή αυτή δεν έγινε με τυχαίο τρόπο. Αντίθετα, υπήρξαν κάποια στοιχεία που τράβηξαν το ενδιαφέρον του ερευνητή, τα οποία και παρατίθενται στη συνέχεια.

Ο μαθητής "Μετρητής011" θεωρήθηκε μια ενδιαφέρουσα περίπτωση δεδομένου ότι υπήρξε ο μαθητής που είχε τη μεγαλύτερη (σε ποσότητα) συμμετοχή στις διαλογικές δραστηριότητες της δοκιμασίας, ενώ ταυτόχρονα βάσει των κοινωνιομετρικών δοκιμασιών αποτέλεσε έναν από τους πιο δημοφιλείς μαθητές της τάξης. Έτσι, εικάστηκε ότι ο μαθητής αυτός αποτελεί έναν μαθητή με έντονη επιρροή στους συμμαθητές του, παρά τις παρατηρούμενες αδυναμίες του (στις γραπτές δοκιμασίες και κυρίως στο ποσοστό επίτευξης νικών στα παιχνίδια). Η μαθήτρια με το ψευδώνυμο "Πολλαπλασιασμός" επιλέχθηκε ως μια ξεχωριστή περίπτωση μαθήτριας με ιδιαίτερα χαμηλή αυτοπεποίθηση στα μαθηματικά και αντίστοιχα χαμηλή επίδοση στις μαθηματικές δοκιμασίες, η οποία ωστόσο, φάνηκε να αντιμετωπίζει θετικά το παιχνίδι NIM και να σημειώνει επιτυχίες. Στοιχεία που οδήγησαν στην επιλογή του μαθητή "i1082004" ήταν το γεγονός ότι παρόλο που είχε το καλύτερο σκορ στη σύνθετη εκδοχή του παιχνιδιού (NIM_{1357}) και ταυτόχρονα πολύ υψηλές αρχικές επιδόσεις στις δοκιμασίες γενικής μαθηματικής ικανότητας και ικανότητας στο παιχνίδι NIM, σημειώνει μια αξιοπρόσεκτη πτώση της δημοφιλίας του στις κοινωνικομετρικές δοκιμασίες και ιδίως σε εκείνη που αφορά την επιλογή του ως βοηθό για το παιχνίδι NIM, στοιχείο το οποίο εκ πρώτης όψεως φαντάζει κάπως παράδοξο.

Τονίζεται ότι οι επιλογές μαθητών για τους οποίους δημιουργήθηκαν πορτρέτα θα μπορούσαν να είναι διαφορετικές, καθώς σχεδόν για κάθε μαθητή μπορούν να εντοπιστούν σημεία που χρήζουν περαιτέρω διερεύνησης. Ωστόσο, για λόγους οικονομίας χώρου ο γράφων δεν προχώρησε σε αναλυτική παρουσίαση μεγαλύτερου πλήθους περιπτώσεων μαθητών.

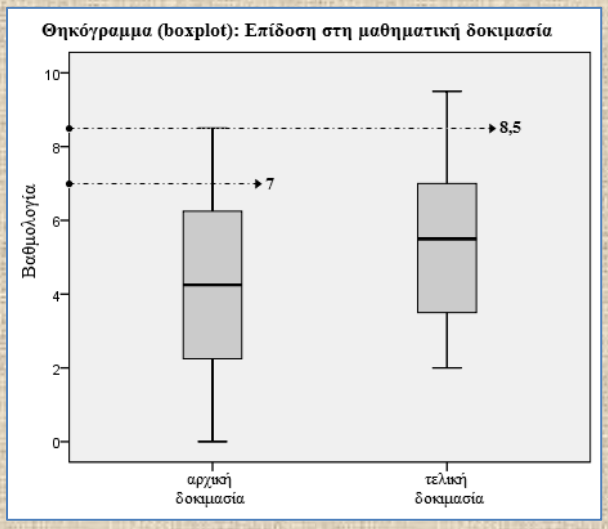
Η δομή της παρουσίασης των περιπτώσεων είναι παρόμοια. Το πορτρέτο ξεκινάει με μια «καρτέλα» στην οποία δίνονται με τη βοήθεια γραφημάτων πληροφορίες για την επίδοση των μαθητών στις δοκιμασίες (μαθηματικής ικανότητας και NIM), για τις επιλογές τους στα ερωτηματολόγια ελέγχου της αυτοπεποίθησης, καθώς και στοιχεία από τις κοινωνιομετρικές δοκιμασίες που χρησιμοποιήθηκαν. Στη συνέχεια, το κείμενο επιδιώκει να παρέχει μια όσο το δυνατόν πιο εκτεταμένη περιγραφή της δραστηριότητας

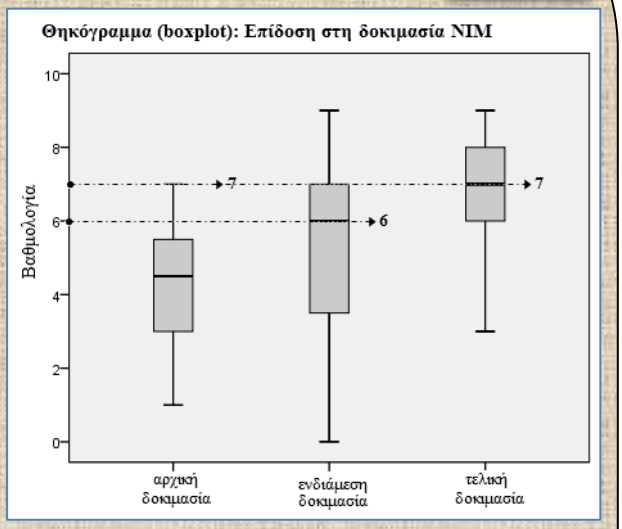
που ανέπτυξε ο μαθητής στο πλαίσιο της διδακτικής παρέμβασης. Μετά τη συνοπτική παρουσίαση βασικών χαρακτηριστικών των μαθητών, γίνεται αναφορά σε στατιστικά στοιχεία σχετικά με το πώς εξελίχθηκαν τα παιχνίδια που συμμετείχαν. Στη συνέχεια περιγράφεται με λεπτομέρεια ο τρόπος που συμμετείχαν στις επιμέρους δραστηριότητες σχολιασμού παιχνιδιών της διδακτικής παρέμβασης, ενώ στο τέλος γίνεται μια γενική αποτίμηση.

4.6.1 Η περίπτωση του μαθητή με το ψευδώνυμο “Μετρητής011”

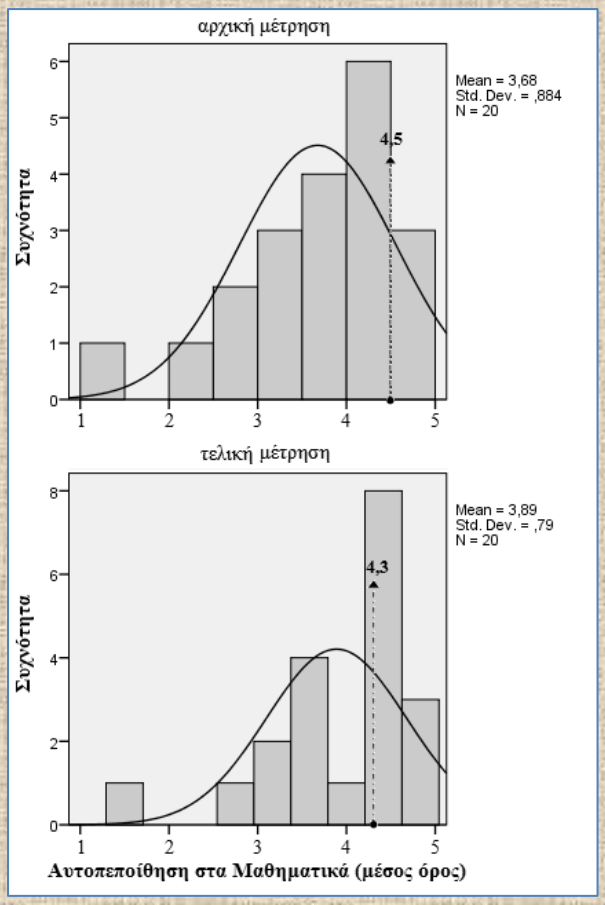
Μετρητής011

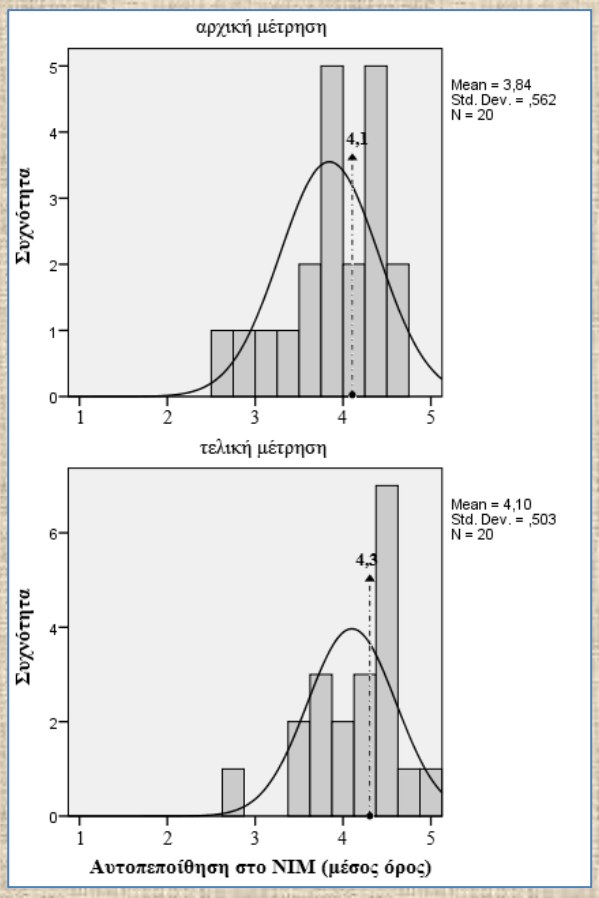
Δοκιμασίες Ικανότητας





Αυτοπεποίθηση

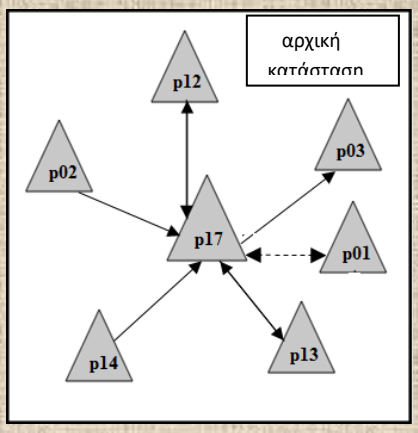


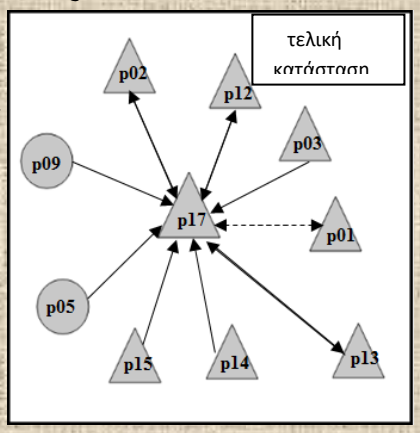


Μετρητής011

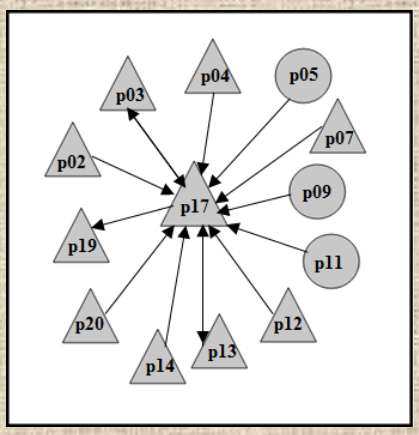
Ατομικά Κοινωνιογραφήματα

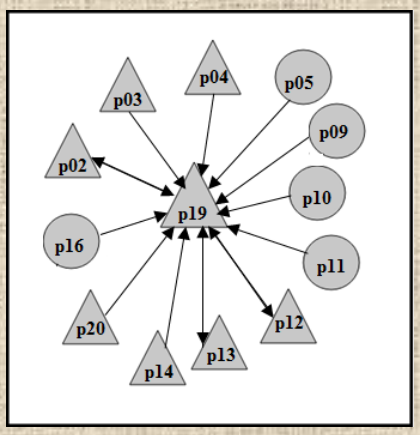
Κοινωνικό Στάτους



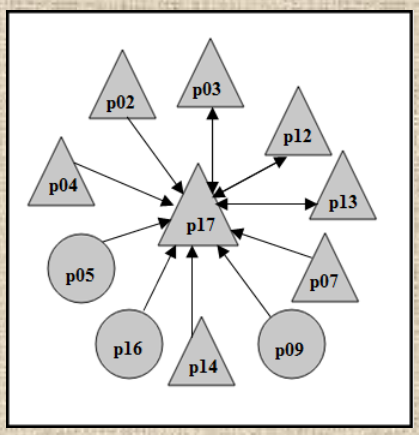


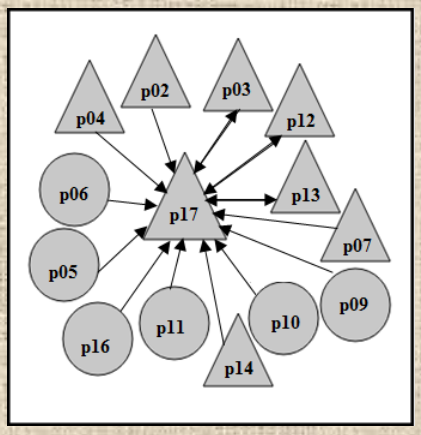
Μαθηματικό Στάτους





NIM Στάτους





Ο “Μετρητής011” είναι αγόρι. Διάλεξε το ψευδώνυμο αυτό εξαιτίας της αδυναμίας που έχει στις μετρήσεις, ιδίως όταν αυτές γίνονται στο πλαίσιο αθλητικών δραστηριοτήτων. Πρόκειται για ένα μαθητή ιδιαίτερα ενθουσιώδη και παρορμητικό, ο οποίος δε διστάζει να πάρει το λόγο και να εκτεθεί σε κοινό, ακόμα και όταν δεν είναι σίγουρος για τις γνώσεις του επί του θέματος. Συχνά, μονοπωλεί τις συζητήσεις και δεν αφήνει χρόνο στα υπόλοιπα παιδιά για να μπορέσουν και αυτά να συνεισφέρουν σε αυτές.

Πρόκειται για έναν ικανότατο μαθητή τόσο στα μαθηματικά όσο και στα υπόλοιπα μαθήματα, ο οποίος συγκαταλέγεται στους κορυφαίους της τάξης, σύμφωνα με τις εκτιμήσεις των εκπαιδευτικών. Ταυτόχρονα, η ικανότητά του στα μαθηματικά αναγνωρίζεται και από τους συμμαθητές του, οι οποίοι στις συνεντεύξεις που έδωσαν, συχνά αναφέρονται με κολακευτικά λόγια για αυτόν και δείχνουν να τον εμπιστεύονται για τις μαθηματικές του γνώσεις. Για τον ίδιο τα μαθηματικά αποτελούν ένα μάλλον ενδιαφέρον μάθημα, όπως τουλάχιστον αποκαλύπτουν οι απαντήσεις του στο σχετικό ερωτηματολόγιο (σημειώνει σκορ 4,1 με άριστα το 5, όταν ο μέσος όρος της τάξης είναι 3,5).

Όσον αφορά την εξοικείωσή του με τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές, ο “Μετρητής011” θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως «έμπειρος» χρήστης. Η οικογένειά του διαθέτει ηλεκτρονικό υπολογιστή με πρόσβαση στο internet, τον οποίο χρησιμοποιεί και ο ίδιος συνήθως μία με δύο φορές την εβδομάδα, ενώ πρόσφατα απέκτησε το δικό του i-pad. Ο “Μετρητής011” ισχυρίζεται ότι κατέκτησε τις βασικές δεξιότητες χειρισμού αρχικά παρατηρώντας του γονείς του και στη συνέχεια δοκιμάζοντας πράγματα μόνος του. Πλέον, δηλώνει ότι αισθάνεται άνετα όταν χρησιμοποιεί τον υπολογιστή και θεωρεί τον χειρισμό του ως κάτι το εύκολο. Από τις απαντήσεις που δίνει στο σχετικό ερωτηματολόγιο, φαίνεται ότι η στάση του απέναντι στον ηλεκτρονικό υπολογιστή είναι μεν θετική, αλλά μοιάζει αρκετά συγκρατημένος και δε θεωρεί ότι ο υπολογιστής αποτελεί την ιδανική λύση για τα πάντα. Έτσι, παραδέχεται ότι ο ηλεκτρονικός υπολογιστής δεν θα τον έκανε να εργαστεί σκληρότερα για το σχολείο, ενώ ομολογεί ότι δυσκολεύεται να συγκεντρωθεί όταν τον χρησιμοποιεί.

Ο “Μετρητής011” ασχολείται με τα ηλεκτρονικά παιχνίδια τα τελευταία 2 χρόνια. Συνήθως παίζει ηλεκτρονικά δύο φορές τη βδομάδα και για χρονικό διάστημα άνω της μίας ώρας (όχι όμως πολύ περισσότερο). Προτιμάει να παίζει, παρέα με φίλους του, σε φορητές κονσόλες ηλεκτρονικών παιχνιδιών (playstation) αν και τον τελευταίο καιρό δίνει προτεραιότητα στο i-pad που του δώρισαν οι γονείς του. Δηλώνει ξεκάθαρη προτίμηση για ηλεκτρονικά παιχνίδια που εμπεριέχουν δράση, όπλα και γενικά περιπέτεια, καθώς και για αθλητικές προσομοιώσεις.

Παρόλο που το ΝΙΜ δεν εμπίπτει στις κατηγορίες παιχνιδιών με τα οποία είναι εξοικειωμένος, ο “Μετρητής011” άμεσα αντιλαμβάνεται τα χαρακτηριστικά του και κατατάσσει το ΝΙΜ στα παιχνίδια στρατηγικής. Σε σύγκριση με τους συμμαθητές του, βρίσκεται ακριβώς στο μέσο όρο όσον αφορά το κατά πόσον ελκυστικό του φαίνεται το

νέο παιχνίδι και λίγο πάνω από το μέσο όρο όσον αφορά το κατά πόσο το θεωρεί χρήσιμο για τη μαθηματική του μάθηση.

4.6.1.1 Αρχική Κατάσταση

Στη δοκιμασία μαθηματικής ικανότητας ο "Μετρητής011" πετυχαίνει την τρίτη υψηλότερη επίδοση στην τάξη (7 στα 10). Το ίδιο σκορ παίρνει και στην πρώτη δοκιμασία NIM, το οποίο ήταν και το καλύτερο σκορ που σημειώθηκε. Οι βαθμολογίες αυτές είναι αρκετά πιο χαμηλά από εκείνες που ο ίδιος υπολόγιζε ότι πέτυχε στις παραπάνω δοκιμασίες, γεγονός που δείχνει από τη μία μεριά τη μεγάλη του αυτοπεποίθηση και από την άλλη το άγχος του για υψηλές επιδόσεις και ίσως την αδυναμία του να εκτιμήσει σωστά τις ικανότητες του.

Η αυτοπεποίθησή του στα μαθηματικά είναι ιδιαίτερα υψηλή (4,5 με άριστα το 5), αρκετά πάνω από το μέσο όρο της τάξης (3,7). Αντίθετα, ο "Μετρητής011" φαίνεται επιφυλακτικός και όχι το ίδιο σίγουρος για τον εαυτό του, σε σχέση με το νέο παιχνίδι NIM. Η αυτοπεποίθησή του στο παιχνίδι NIM, δε διαφοροποιείται καθόλου σε σχέση με το μέσο όρο της τάξης (4,1). Πρόκειται για ένα εύρημα μη αναμενόμενο, καθώς κανείς θα περίμενε ότι ο "Μετρητής011" έχοντας εξ αρχής κατανοήσει ικανοποιητικά το παιχνίδι, θα ήταν πιο σίγουρος για τον εαυτό του. Το παραπάνω, καθώς και κάποια πρόσθετα στοιχεία στη συμπεριφορά του (π.χ. αγχώδεις αντιδράσεις κατά τη διάρκεια επαναληπτικών τεστ) αφήνουν κάποια ερωτηματικά για το κατά πόσο η υψηλή μαθηματική αυτοπεποίθηση που μετρήθηκε για το συγκεκριμένο μαθητή είναι πραγματική ή εμπεριέχει μια δόση υπερβολής.

Σε ότι αφορά τις κοινωνιομετρικές δοκιμασίες, ο "Μετρητής011" είναι αυτό που αποκαλείται «αστέρας» και στις τρεις σχεδόν περιπτώσεις που εξετάστηκαν. Έτσι, στην ερώτηση «*Ποιους συμμαθητές θα διάλεγες για να παίξεις;*», αν και οι απαντήσεις είναι ισορροπημένες και δεν ξεχωρίζει σημαντικά κάποιος μαθητής, βρίσκεται (μαζί με άλλα τέσσερα αγόρια) στην κορυφή (πρώτος σε επιλογές), συγκεντρώνοντας 4 προτιμήσεις. Εντυπωσιακά είναι τα αποτελέσματα στις άλλες δύο ερωτήσεις. Περισσότεροι από τους μισούς (11) συμμαθητές του, δηλώνουν ότι θα τον ήθελαν για βοηθό αν έπαιζαν ένα μαθηματικό παιχνίδι, ενώ αντίστοιχος αριθμός συμμαθητών (10) τον επιλέγουν ως βοηθό συγκεκριμένα για το μαθηματικό παιχνίδι NIM. Από τα παραπάνω προκύπτει ότι ο "Μετρητής011" στο ξεκίνημα της διδακτικής παρέμβασης, είναι ένας δημοφιλής μαθητής, που χαίρει της εκτίμησης των συμμαθητών του για τις μαθηματικές του ικανότητες.

4.6.1.2 Τα στατιστικά

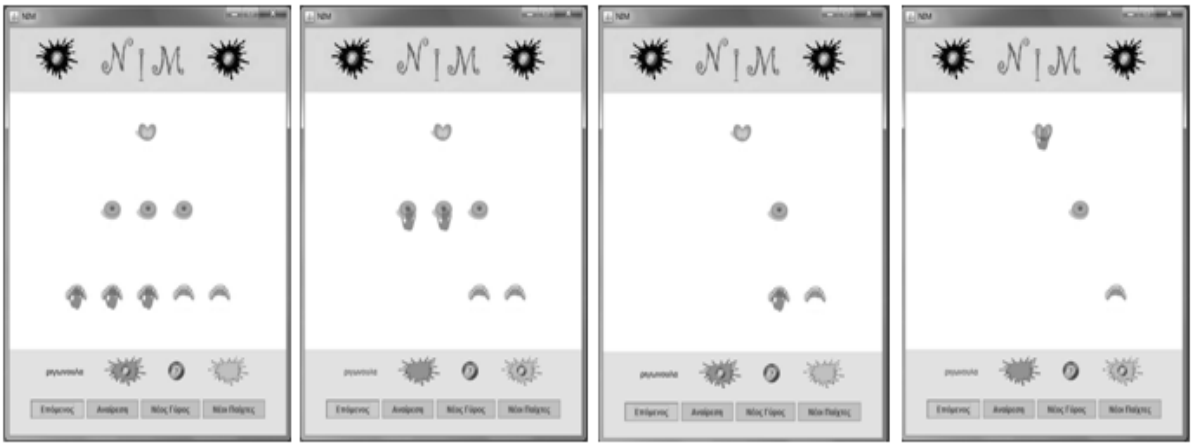
Ο “Μετρητής011” στα 16 παιχνίδια NIM που έπαιξε σημείωσε ίσο αριθμό νικών και ηττών, επίδοση που τον κατατάσσει στην 9η θέση από τους 20 μαθητές της τάξης. Τόσο στην απλή εκδοχή (NIM_{135}) όσο και στη πιο σύνθετη (NIM_{1357}) το σκορ του είναι 4 νίκες – 4 ήττες. Αν και κάνει αρκετές ήττες, ο αριθμός των λαθών στα οποία υποπίπτει είναι μικρός. Στο απλό παιχνίδι κάνει μόλις 4 λάθη, ενώ στο πιο σύνθετο 7, τιμές αρκετά χαμηλότερες από το μέσο όρο της τάξης (5,35 και 8,45 αντίστοιχα). Ο μικρός αριθμός λαθών αποτελεί μια ένδειξη ότι τα παιχνίδια που έπαιξε ο “Μετρητής011” ήταν μάλλον ποιοτικά, δηλαδή παιχνίδια στα οποία οι κινήσεις που έγιναν δεν ήταν τυχαίες αλλά αποτέλεσαν προϊόν στρατηγικής σκέψης και σχεδιασμού. Η προσεκτική παρατήρηση των παιχνιδιών του “Μετρητή011” δείχνει ότι οι περισσότερες ήττες του (ιδίως στη σύνθετη εκδοχή του NIM) οφείλονται στην ιδιαιτερότητα του παιχνιδιού να δίνει πλεονέκτημα νίκης στον ένα παίχτη (στον δεύτερο παίχτη εν προκειμένω) στοιχείο που εκμεταλλεύτηκαν οι αντίπαλοι του. Κάτι τέτοιο συνέβη καθώς οι αντίπαλοι, με τους οποίους κληρώθηκε να παίξει (“Διαίρεση”, “Διαγώνιος”, “9stein” και “Αϊνστάιν”), αποδείχτηκε ότι ήταν από τους πλέον ικανούς παίχτες στο παιχνίδι NIM.

4.6.1.3 Παρατηρήσεις σχετικά με τον τρόπο παιχνιδιού

- Παιχνίδι NIM_{135}

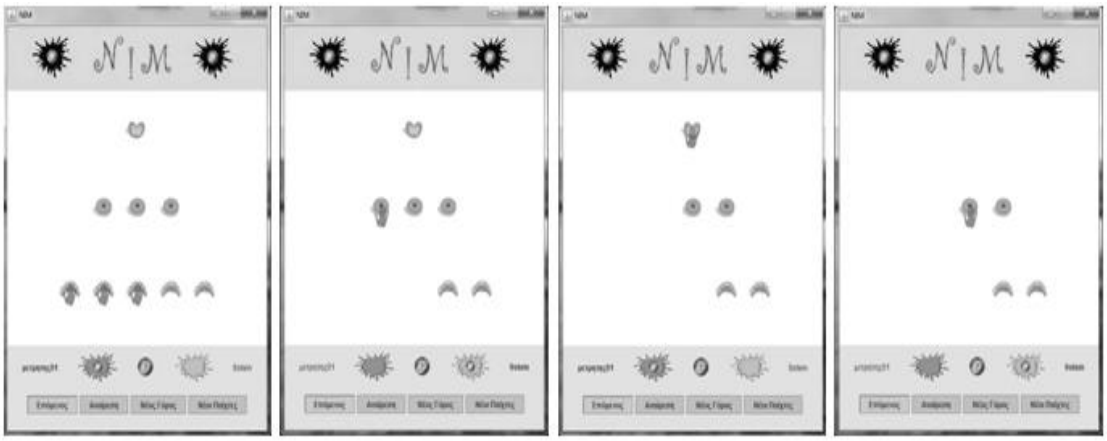
Ο “Μετρητής011”, σύμφωνα με τα όσα δήλωνε στις συζητήσεις, θεωρεί την πρώτη κίνηση ως τη σημαντικότερη του παιχνιδιού. Αυτό φαίνεται και στα παιχνίδια του, όπου έκανε αρκετές δοκιμές ώσπου να καταλήξει στην ιδανική πρώτη κίνηση. Στα πρώτα δύο παιχνίδια που έπαιξε πρώτος ξεκίνησε παίρνοντας δύο από τα πέντε γλυκά της βάσης. Στην αρχή και εξαιτίας λάθους του αντιπάλου του, θεώρησε ότι η τακτική αποδίδει. Ωστόσο, στο επόμενο παιχνίδι όταν και αντιμετώπισε έναν ισχυρό (κατά τη γνώμη του) αντίπαλο (τον “9stein”), συνειδητοποίησε ότι κάτι τέτοιο δεν ισχύει αφού ηττήθηκε.

Έτσι, στη συνέχεια δοκιμάζει σε δύο διαδοχικά παιχνίδια του ξεκίνημα με επιλογή τριών γλυκών από τη βάση. Ένα δικό του λάθος απροσεξίας τον έκανε να αμφισβητήσει προς στιγμήν την ορθότητα της επιλογής του αυτής. Χρειάστηκε ενδιάμεσα ένα παιχνίδι που έπαιξε ως δεύτερος παίχτης, για να σιγουρευτεί. Στο παιχνίδι αυτό, η “Τριγωνούλα” επικράτησε, ξεκινώντας και αυτή με τα τρία γλυκά της βάσης, όπως φαίνεται στην εικόνα. Αυτή η ήττα, από έναν αντίπαλο που ο ίδιος θεωρούσε μάλλον υποδεέστερο, τον έκανε να θεωρήσει ότι το συγκεκριμένο ξεκίνημα συνιστά την ιδανική πρώτη κίνηση.



Εικόνα 64: Παιχνίδι NIM_{135}: "Τριγωνούλα" vs "Μετρητής011". Οι τέσσερις πρώτες κινήσεις

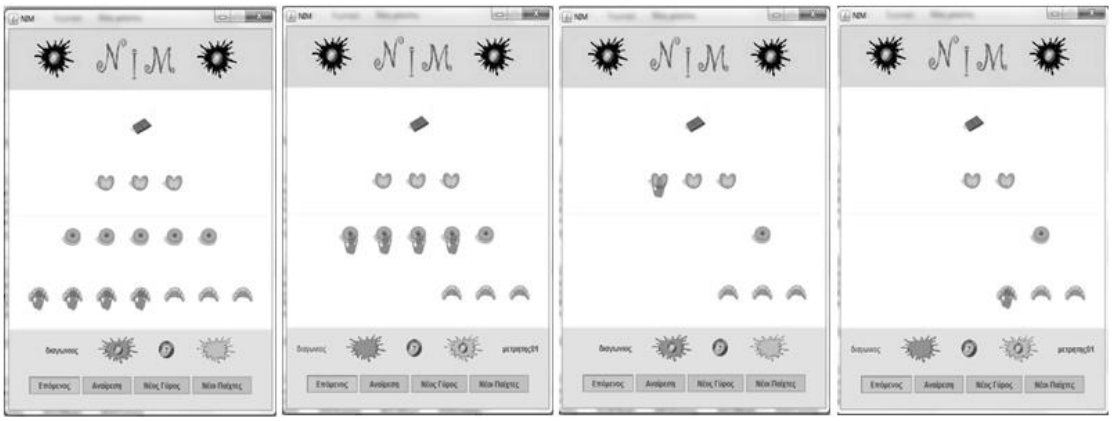
Τα παιχνίδια του “Μετρητή011” παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία ως προς τον τρόπο που τελειώνουν. Τα περισσότερα, όπως αυτό που φαίνεται στην παραπάνω εικόνα, οδηγούνται στην εμφάνιση στο ταμπλό του σχηματισμού 1-1-1. Λιγότερα είναι τα παιχνίδια του που καταλήγουν στο σχηματισμό 2-2, οπότε και στο ταμπλό απομένουν δύο σειρές γλυκών με ίσο αριθμό γλυκών (2) η καθεμία, όπως φαίνεται στο παιχνίδι της εικόνας που ακολουθεί:



Εικόνα 65: Παιχνίδι NIM_{135}: “Μετρητής011” vs “9stein”. Οι τέσσερις πρώτες κινήσεις.

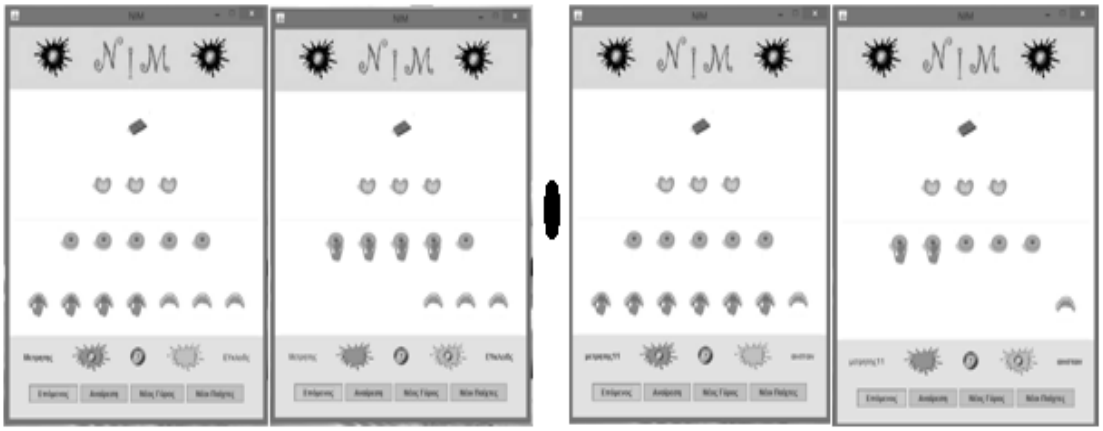
- Παιχνίδι NIM_{1357}

Ο “Μετρητής011” ευτύχησε στο πρώτο του παιχνίδι στη σύνθετη εκδοχή του NIM, να ανακαλύψει έναν πολύπλοκο σχηματισμό νίκης. Συγκεκριμένα, παρατηρεί ότι ο παίχτης που καταφέρνει με την κίνησή του να εμφανίσει στο ταμπλό δύο ζεύγη σειρών, όπου κάθε ζεύγος έχει ίσο αριθμό γλυκών, αποκτά προβάδισμα νίκης. Όπως φαίνεται στην εικόνα, ο “Μετρητής011” με την κίνησή του, αφήνει την πρώτη και την τρίτη σειρά με ίσο αριθμό γλυκών (3 γλυκά σε κάθε σειρά) καθώς και την δεύτερη και τέταρτη σειρά (1 γλυκό σε κάθε σειρά). Το κανόνα αυτό, ο “Μετρητής011” τον αναφέρει συχνά στις συζητήσεις, κάτι που δείχνει ότι έχει αποκτήσει επίγνωσή του.



Εικόνα 66: Παιχνιδί NIM_{1357}: "Διαγώνιος vs Μετρητής011". Οι πρώτες τέσσερις κινήσεις

Ωστόσο, ο “Μετρητής011” δυσκολεύεται να φέρει το παιχνίδι στο σημείο αυτό και συχνά πέφτει στην παγίδα επιτρέποντας στον αντίπαλό του να πράξει κάτι τέτοιο, όπως φαίνεται στα δύο παιχνίδια που παρουσιάζονται στην παρακάτω εικόνα. Έτσι, στο πρώτο παιχνίδι αφήνει τη βάση με 3 γλυκά όσα είναι και τα γλυκά της τρίτης σειράς, δημιουργώντας το πρώτο ζεύγος σειρών με ίσο αριθμό γλυκών και επιτρέποντας στον αντίπαλο να δημιουργήσει το δεύτερο ζεύγος αφήνοντας την δεύτερη σειρά με ένα γλυκό (όσα έχει και η τέταρτη). Αντίστοιχα, στο δεύτερο παιχνίδι, ο “Μετρητής011” αφήνει την πρώτη σειρά με ένα γλυκό (όσα και η τέταρτη) δημιουργώντας πάλι το πρώτο ζεύγος και επιτρέπει στον αντίπαλο να δημιουργήσει το δεύτερο ζεύγος σειρών αφήνοντας τη δεύτερη σειρά με 3 γλυκά (όσα δηλαδή έχει και η τρίτη).



Εικόνα 67: Παιχνίδι NIM_{1357}**:** Οι πρώτες κινήσεις των παιχνιδιών: "Μετρητής011"-"Ευκλείδης" και "Μετρητής011"- "Αϊνστάιν"

Με άλλα λόγια, μολονότι ο “Μετρητής011” ανακάλυψε τον παραπάνω κανόνα και τον κοινοποίησε στους συμμαθητές του, στην πορεία προκύπτει ότι αρκετοί συμμαθητές του αξιοποιούν τον κανόνα αυτό καλύτερα και παίρνουν έτσι τη νίκη όταν παίζουν εναντίον του.

4.6.1.4 Συμμετοχή στις δράσεις της διδακτικής παρέμβασης

- Συζητήσεις ολομέλειας στην τάξη

Η συμμετοχή του "Μετρητή011" στις συζητήσεις ολομέλειας που έγιναν στην τάξη είναι πολύ μεγάλη. Για την ακρίβεια, ο συγκεκριμένος μαθητής έχει τις περισσότερες εκφορές λόγου, με μεγάλη διαφορά από τον επόμενο μαθητή. Είναι από τους λίγους μαθητές που διατυπώνουν τις ιδέες τους κάνοντας μεγάλες περιόδους, χωρίς να δείχνει να τον απασχολεί ο (συνήθως πολύς) χρόνος που χρειάζεται για να ολοκληρωθεί η κάθε του εκφορά.

Αξίζει να σημειωθεί ότι ο "Μετρητής011" στις συζητήσεις συχνά χρησιμοποιεί προηγούμενα μηνύματα συμμαθητών του ως έναυσμα για να ξεκινήσει τα δικά του. Επιπλέον, δε διστάζει να αναφέρει στη συζήτηση συμμαθητές με το όνομα τους και να διαφωνήσει ανοιχτά μαζί τους, όπως φαίνεται στο παρακάτω απόσπασμα:

> *«Εγώ λέω ότι δε θα συμφωνήσω με τον Άγγελο που λέει ότι η πρώτη κίνηση… Είναι η πιο σημαντική του παιχνιδιού. Γιατί με ένα λάθος ο αντίπαλος μπορεί να χάσει, με ένα σωστό μπορεί να νικήσει»*

Από την άλλη πλευρά, είναι πρόθυμος και να συμφωνήσει μαζί τους. Μάλιστα, από την ανάλυση των διαλόγων, δε φάνηκε να έχει κάποιες εμμονές με συγκεκριμένα άτομα. Το αν συμφωνεί ή όχι έχει μάλλον να κάνει με το περιεχόμενο του μηνύματος και όχι τόσο με το πρόσωπο που το εξέφρασε.

> *«Θα συμφωνήσω με τον Άγγελο ότι μπορεί, μπορεί βέβαια να αποφεύγανε τις μεγάλες κινήσεις γιατί μπορεί, δεν είχαν ακόμη μπει στο κλίμα του παιχνιδιού, να ακολουθούν καμία στρατηγική. Μπορεί να αποφεύγανε τις μεγάλες κινήσεις για να μη χάσουνε.»*

Ο "Μετρητής011" δείχνει ξεκάθαρα την ενόχλησή του, όταν οι συμμαθητές του χρησιμοποιούν ως «επιχείρημα» για να στηρίξουν μία κίνηση που προτείνουν, το ενδεχόμενο να μπερδευτεί ο αντίπαλος (εξαιτίας της κίνησης) και να κάνει λάθος και να χάσει.

> *«Αυτό είναι, όμως, σε περίπτωση που μπερδευτεί. Το είπε και ο ίδιος. Ας πούμε αν μπερδευτεί. Δηλαδή, αν πάρω εγώ τα τέσσερα ντόνατ, δεν θα πάρει τα πέ… Άμα πάρω τα τέσσερα κρουασάν, δεν θα πάρει τα τέσσερα ντόνατ. Θα πάρει πέντε και νικάει.»*

Πρόκειται για μια καλή συνήθεια, που υποδηλώνει ότι ο συγκεκριμένος μαθητής μάλλον έχει τη διάθεση να προσπαθήσει να πείσει το συνομιλητή του με επιχειρήματα, παρά να βασιστεί στον παράγοντα τύχη. Αυτό, με τη σειρά του αποτελεί μια βασική προϋπόθεση για την ανάπτυξη μαθηματικής συζήτησης.

Όσον αφορά το περιεχόμενο των μηνυμάτων, ο "Μετρητής011" χρησιμοποιεί συγκεκριμένα είδη μαθηματικών συλλογισμών στην προσπάθειά του να εξηγήσει τη σκέψη του. Περισσότερο από καθετί άλλο, όταν σχολιάζει τις κινήσεις που έχουν γίνει ή όταν προτείνει την επόμενη κίνηση σε ένα παιχνίδι NIM, προσπαθεί να πείσει τους συμμαθητές του, αναλύοντας μέσα από πλήθος δοκιμών τι πρόκειται να συμβεί σε κάθε περίπτωση. Είναι συνηθισμένη πρακτική του να κάνει υποθετικά σενάρια σχετικά με το πώς θα εξελιχθεί το παιχνίδι, κάτι που κάνουν και άλλοι συμμαθητές του. Η διαφορά είναι ότι ο συγκεκριμένος μαθητής δεν περιορίζεται στην απλή παράθεση εναλλακτικών κινήσεων, αλλά προχωράει ένα βήμα παραπέρα, αναλαμβάνοντας να εξετάσει όλες (στο πλαίσιο του εφικτού) τις υποπεριπτώσεις που προκύπτουν. Αυτό του είναι σχετικά απλό στην περίπτωση της απλής εκδοχής του NIM:

«Πάμε να δούμε άλλη δοκιμή…»

«Άρα, ή θα πάρει 2 ντόνατ ή 2 κρουασάν, ή θα πάρει 1 ντόνατ και 2 κρουασάν. Πάμε να δούμε τις επιλογές;»

Ωστόσο γίνεται πολύπλοκο, και σε κάποιες περιπτώσεις μη διαχειρίσιμο, όταν σχολιάζει παιχνίδια της σύνθετης εκδοχής του NIM. Το αποτέλεσμα συχνά είναι είτε να παραλείπει κάποιες σημαντικές δοκιμές - υποπεριπτώσεις και να οδηγείται σε λάθος, είτε να χάνει τον ειρμό της σκέψης του και να επέρχεται σύγχυση. Φυσικό επακόλουθο των παραπάνω είναι ότι η πλειοψηφία των συμμαθητών αδυνατεί να παρακολουθήσει τη ροή της σκέψης του και παραιτείται από κάθε προσπάθεια να την εξελίξει περαιτέρω.

«Εγώ λέω ότι είναι σχετικά καλή κίνηση. Άμα πάρει πέντε κρουασάν παίρνει τα τέσσερα ντόνατ και μένει ένα από κάθε στήλη. Άμα πάρει τα τέσσερα κρουασάν παίρνει τα … όλα τα ντόνατ. Ε, δεν βλέπω άλλο σενάριο. Και πιστεύω ότι…»

Εκτός από τις δοκιμές και τα υποθετικά σενάρια για το πώς θα εξελιχθεί το παιχνίδι, ο "Μετρητής011" προσπαθεί να πείσει για την ορθότητα των λεγομένων του, χρησιμοποιώντας κανόνες. Συνήθως, κάνει χρήση των κανόνων που προέκυψαν μέσα από τις δράσεις της διδακτικής αυτής παρέμβασης. Μια κατηγορία τέτοιου είδους κανόνων είναι οι λεγόμενοι σχηματισμοί νίκης, τους οποίους και αναφέρει σε κάθε ευκαιρία, χωρίς να μπαίνει στη διαδικασία να αποδεικνύει την ισχύ τους κάθε φορά.

«Πιστεύω ότι άμα παίξει το πάνω μπισκοτάκι, δεν θα είναι τόσο κίνηση… χρήσιμη… πιστεύω τώρα, κάνω μια υπόθεση. Γιατί όπως είχαμε πει στο προηγούμενο, άμα μείνουν τρία και τρία νικάς.»

Πιο σπάνια, αξιοποιεί τους πρωταρχικούς κανόνες του παιχνιδιού, τους οποίους και υπενθυμίζει στους συμμαθητές του ώστε να στηρίξει τη θέση που διατυπώνει, τακτική που δεν ακολουθεί κανένας άλλος στην τάξη.

«Εκτός του ότι πρέπει να αφήσει ένα από κάθε σειρά, γλυκό, πρέπει όμως να έχει, να δώσει και τη σειρά στον αντίπαλο γιατί άμα έπαιζε ο ίδιος, είναι ποιος θα το καταφέρει, πρέπει να δώσει τη σειρά στον άλλο, ώστε να πάρει αναγκαστικά επειδή ο κανόνας πρέπει λέει ότι πρέπει να πάρεις όσα θέλεις αλλά από την ίδια σειρά, θα ...»

Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι ο "Μετρητής011" δείχνει ότι αισθάνεται ως ένα βαθμό ένα είδος συλλογικότητας όταν συμμετέχει στις πρόσωπο με πρόσωπο συζητήσεις και συμπεριφέρεται σαν να αποτελεί μέλος μίας μεγάλης ομάδας που έχει αναλάβει την ευθύνη να βρει μία λύση. Η χρήση α προσώπου (πληθυντικού) στην παρακάτω δήλωσή του, ίσως είναι τυχαία. Θα μπορούσε, όμως, κάλλιστα να θεωρηθεί ως μια μικρή ένδειξη ότι ο "Μετρητής011" λειτουργεί κατά αυτόν τον τρόπο, σαν μέλος μιας κοινότητας που χρησιμοποιεί τη συζήτηση ως μέσο για την επίτευξη του συλλογικού της σκοπού.

«Κατάφερε αυτό που <u>είχαμε</u> πει. Πέντε πέντε και ένα κι ένα. Ναι. Τον οδηγεί σε νίκη.»

- Σχολιασμός κινήσεων παιχνιδιών σε powerpoint

Ο "Μετρητής011" είναι από τους μαθητές που έγραψαν αρκετό κείμενο στις διαφάνειες που χρησιμοποιήθηκαν για το σχολιασμό των επιμέρους κινήσεων των παιχνιδιών, δείγμα της επιθυμίας του να εξηγήσει όσο πιο διεξοδικά γίνεται τις κινήσεις. Ένα παράδειγμα σχολιασμού κίνησης είναι το παρακάτω:

καλη κινηση,αμα παρει τα τρια ντονατ παιρνω το 1 κρουασαν και μενουν 1 1 1 που θυμιζει το παλιο

Όπως φαίνεται στο απόσπασμα, ο "Μετρητής011" χρησιμοποιεί συστηματικά κωδικοποιημένες «ορολογίες» - συντομεύσεις, που προέκυψαν στην πορεία των συζητήσεων και που φαίνονται να είναι κοινά αποδεκτές και κατανοητές από το σύνολο σχεδόν των μαθητών της τάξης. Έτσι, λέγοντας «*μένουν 1 1 1*», εννοεί ότι μετά την αφαίρεση ενός γλυκού από τη βάση (κρουασάν) στο ταμπλό απομένουν τρία διαφορετικά γλυκά, ένα σε καθεμία από τις τρεις σειρές του παιχνιδιού και υπονοεί ότι αυτή είναι μια συνθήκη που οδηγεί σε νίκη τον παίχτη που την προκαλεί. Αυτή η εκφραστική επιλογή μόνο τυχαία δεν είναι, αφού ο συγκεκριμένος μαθητής πρωτοστάτησε στη δημιουργία των παραπάνω συντομεύσεων, σε μία προσπάθειά του να μιλήσει σύντομα και με ακρίβεια για κάποια επαναλαμβανόμενα μοτίβα που παρατήρησε στα πρώτα παιχνίδια.

Ο "Μετρητής011" σχολιάζει τα παιχνίδια των άλλων με την ίδια σοβαρότητα που σχολιάζει και τα δικά του παιχνίδια. Χρησιμοποιεί μία ευρεία γκάμα συλλογισμών στην προσπάθειά του να εξηγήσει αν μία κίνηση είναι ενδεδειγμένη, καθώς και στην προσπάθειά του να εξηγήσει ποια κίνηση έπρεπε να είχε προτιμηθεί. Όπως φαίνεται στο

προηγούμενο απόσπασμα, αξιοποιεί γνώσεις από προηγούμενες δραστηριότητες της διδακτικής παρέμβασης («*μένουν 1 1 1 που θυμίζει το παλιό*»), ενώ δεν παραλείπει (και εδώ) να κάνει υποθέσεις για τις επόμενες κινήσεις του αντιπάλου και να δοκιμάζει όλα τα εναλλακτικά σενάρια:

> *....ΑΠΟ ΛΑΘΟΣ ΣΕ ΛαθοΣ Ο ΑΝΤΙΠΑΛΟΣ ΘΑ ΠΑΡΕΙ ΤΑ ΤΡΙΑ ΚΡΟΥΑΣΑΝ ΚΑΙ ΜΕΝΟΥΝ ΤΡΙΑ ΤΡΙΑ ΟΠΟΤΕ…….ΕΓΩ ΘΑ ΕΠΑΙΡΝΑ ΤΡΙΑ ΚΡΟΥΑΣΑΝ ΚΑΙ ΕΜΕΝΑΝ ΤΡΙΑ ΤΡΙΑ ΕΝΑ ΑΜΑ ΠΑΡΕΙ ΤΗΝ ΣΟΚΟΛΑΤΑ ΠΑΙΡΝΩ ΕΝΑ ΜΠΙΣΚΟΤΟ ΑΜΑ ΠΑΡΕΙ ΤΑΔΥΟ ΝΤΟΝΑΤ ΠΑΙΡΝΩ ΤΑ ΔΥΟ ΚΡΟΥΑΣΑΝ ΚΑΙ ΜΕΝΟΥΝ 1 1 1*

- Τεχνική του ομιλούντος υποκειμένου

Ο "Μετρητής011" στην πιλοτική φάση της έρευνας αρνήθηκε να αποκαλύψει φωναχτά τη σκέψη του, επικαλούμενος ότι δεν επιθυμούσε ο αντίπαλος να είναι παρών και να έχει πρόσβαση στη στρατηγική του. Στο κυρίως μέρος της έρευνας, οπότε και αναθεωρήθηκε ο σχεδιασμός της συγκεκριμένης δράσης (think aloud protocol) και είχε πλέον εξασφαλιστεί η μη ταυτόχρονη παρουσία των παιχτών στον ίδιο χώρο, ο "Μετρητής011" συμμετέχει κανονικά και αποκαλύπτει τη λογική που κρύβεται πίσω από βασικές κινήσεις του παιχνιδιού. Μάλιστα, και στις δυο περιπτώσεις που χρησιμοποιήθηκε η τεχνική του ομιλούντος υποκειμένου, ο "Μετρητής011" δίνει τις περισσότερες εξηγήσεις για την πρώτη του κίνηση στο παιχνίδι, την οποία, όπως ο ίδιος δηλώνει σε διάφορες συζητήσεις, προφανώς και θεωρεί ως την πιο σημαντική κίνηση του παιχνιδιού

> *«Ε, δεν θα παίξω το μπισκότο το τέρμα πάνω γιατί όπως είδαμε χθες αναγκάζεσαι, σε… αναγκάζεσαι να χάσεις. Και όπως έχουμε βγάλει συμπέρασμα από τις ομιλίες μας, θα προτιμήσω να παίξω από την κάτω στήλη. Δε θα πάρω σίγουρα πέντε, είτε… Αλλά επειδή έχουμε, πρέπει να έχουμε ίδιο αριθμό, θα ξεκινήσω με δύο.»*

Το παραπάνω απόσπασμα, που αφορά την απλή εκδοχή του παιχνιδιού (NIM_{135}), είναι αποκαλυπτικό του τρόπου σκέψης του μαθητή, μολονότι εμπεριέχει αρκετά λάθη, λόγω του ότι η τεχνική χρησιμοποιήθηκε χρονικά σχετικά νωρίς, πριν ακόμα οι μαθητές αποκτήσουν μία ολοκληρωμένη εμπειρία για το παιχνίδι. Έτσι, ο μαθητής βασίζει την επιλογή του κυρίως στην εμπειρία που αποκτήθηκε τόσο από τα παιχνίδια συμμαθητών που έτυχε να παρακολουθήσει («*δεν θα παίξω το μπισκότο το τέρμα πάνω γιατί όπως είδαμε χθες ... αναγκάζεσαι να χάσεις*»), όσο και από τις συζητήσεις που έγιναν στην τάξη («*και όπως έχουμε βγάλει συμπέρασμα από τις ομιλίες μας, θα προτιμήσω να παίξω από την κάτω στήλη*»), εμπλουτίζοντας τα παραπάνω με σκέψεις που κάνει εκείνη τη στιγμή (*«δε θα πάρω σίγουρα πέντε»*).

Ένα άλλο στοιχείο που διαφοροποιεί τον "Μετρητή011" από τους συμμαθητές του, είναι ότι φαίνεται να αντιμετωπίζει τη διαφαινόμενη ήττα με χιούμορ. Αυτό ήταν

ένα μη αναμενόμενο εύρημα, λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι ο μαθητής αυτός είναι ιδιαίτερα ανταγωνιστικός στην καθημερινότητά του. Έτσι, στο δεύτερο παιχνίδι (NIM_{1357}) που χρησιμοποιήθηκε η τεχνική του ομιλούντος υποκειμένου, όταν συνειδητοποίησε ότι πρόκειται να ηττηθεί, κάνει «πλάκα», αποδίδοντας την ευθύνη της ήττας στην αρνητική επήρεια ενός φίλου του,

> *«Αυτός ο Ευκλείδης με γρουσούζεψε. Δεν κάνει τίποτα στο μάθημα και κάθεται και με γρουσουζεύει…»*

- Συζητήσεις σε περιβάλλον chat

Συγκρινόμενη με τις πρόσωπο με πρόσωπο συζητήσεις που έγιναν με την ολομέλεια της τάξης, η συμμετοχή τους στις συζητήσεις στο chat περιβάλλον είναι φανερά περιορισμένη (αλλά πάντοτε σταθερά άνω του μέσου όρου). Έτσι, στην πρώτη συνεδρία chat για σχολιασμό ενός παιχνιδιού NIM_{135} η συνεισφορά του είναι 8 αναρτήσεις (σε σύνολο 179 αναρτήσεων), ενώ στη δεύτερη συνεδρία chat που αφορούσε το παιχνίδι NIM_{1357}, δικές του είναι και πάλι 8 από τις 149 αυτή τη φορά αναρτήσεις που δημοσιεύτηκαν.

Επίσης, σε αντίθεση με τις πρόσωπο με πρόσωπο συζητήσεις όπου ο "Μετρητής011" διατύπωνε μακροσκελείς εκφορές, οι αναρτήσεις που κάνει στο chat είναι πολύ σύντομες και δεν υπερβαίνουν τη μία (chat) γραμμή. Ως εκ τούτου, όπως και στην άλλη περίπτωση που χρειάστηκε να παράγει γραπτό λόγο σε ηλεκτρονικό υπολογιστή (βλ. παρουσιάσεις), ο μαθητής χρησιμοποιεί συστηματικά τις από κοινού «συμφωνημένες» κωδικοποιημένες μαθηματικές εκφράσεις, στις οποίες έγινε αναφορά προηγουμένως:

ΠΑΙΡΝΕΙ ΤΟ ΝΤΟΝΑΤ ΚΑΙ ΕΙΝΑΙ 2/2

ΠΑΙΡΝΕΙ ΤΑ 2 ΝΤΟΝΑΤ ΚΑΙ ΕΙΝΑΙ 1 1 1

Ο "Μετρητής011" δεν επιδιώκει να παρουσιάσει στο chat περιβάλλον τη σκέψη του αναλυτικά. Αυτό πιθανόν οφείλεται στο ότι ο ίδιος μάλλον θεωρεί ότι κάτι τέτοιο έχει ήδη συμβεί στις πρόσωπο με πρόσωπο συζητήσεις, οι οποίες και προηγήθηκαν χρονικά των συζητήσεων στο chat, βάσει του προγραμματισμού της διδακτικής παρέμβασης. Έτσι, περιορίζεται σε λακωνικές αναρτήσεις που ουσιαστικά υπενθυμίζουν στην τάξη τους κανόνες που ταιριάζουν στη περίσταση (σε σχέση με την κίνηση που εξετάζεται κάθε φορά), κανόνες όμως που προέκυψαν από προηγούμενες δράσεις και δεν αναπτύχθηκαν στο chat περιβάλλον.

[ΠΑΝΤΑ ΝΙΚΑΜΕ ΜΕ ΤΑ ΤΡΙΑ ΚΡΟΥΑΣΑΝ

Αίσθηση προκαλεί η επιλογή του "Μετρητή011" να χρησιμοποιεί στο chat μόνιμα κεφαλαίους χαρακτήρες. Μολονότι οι μαθητές είχαν παρακολουθήσει σχετικό online σεμινάριο με θέμα τους κανόνες σωστής συμπεριφοράς (netiquette) στο internet και

παρά το γεγονός ότι στην πιλοτική φάση της έρευνας έγιναν σχετικές υποδείξεις στους μαθητές που έγραφαν με κεφαλαία, ο μαθητής επιμένει στην απόφασή του. Αν και ο ίδιος δεν παραδέχεται την ύπαρξη κάποιας σκοπιμότητας, είναι σίγουρο ότι με τον τρόπο αυτό πετυχαίνει οι αναρτήσεις του να τραβούν άμεσα την προσοχή των συμμαθητών του και έτσι αυξάνεται η πιθανότητα να διαβαστούν από αυτούς.

Ως συνέχεια των παραπάνω, πρέπει να σημειωθεί ότι οι αναρτήσεις που κάνει ο "Μετρητής011" συνήθως απασχολούν τους συμμαθητές του, κάποιοι εκ των οποίων σπεύδουν να συμφωνήσουν με το περιεχόμενό τους. Αντίθετα, ο ίδιος δεν συνεχίζει κάποια από τις αναρτήσεις των συμμαθητών του, αλλά διαλέγει να απαντάει σε ερωτήσεις που τίθενται από το συντονιστή της συζήτησης και μόνο. Πάντως, σε ορισμένες περιπτώσεις τίθεται υπό αμφισβήτηση το κατά πόσον οι συμμαθητές που δηλώνουν ότι συμφωνούν με τα λεγόμενά του, έχουν πράγματι ασχοληθεί με την ανάρτηση και έχουν κατανοήσει το νόημά της. Φαίνεται πιο πιθανόν ότι εξαιτίας της καλής φήμης που τον συνοδεύει, κάποιοι συμμαθητές (προκειμένου να φανούν στη συζήτηση και αυτοί) χωρίς δεύτερη σκέψη δηλώνουν ότι συμφωνούν μαζί του. Χαρακτηριστική είναι η διαδοχή αναρτήσεων που ακολουθεί, η οποία και ξεκινάει από το μοναδικό μακροσκελές σχόλιο που κάνει στο chat ο "Μετρητής011":

05/26/15 11:12 [metritis011] *ΠΙΣΤΕΥΩ ΠΩΣ ΔΕΝ ΙΝΑΙ ΤΟΣΠΟ ΚΑΛΗ ΚΙΝΗΣΗ ΔΙΟΤΙ ΑΜΑ Ο ΑΝΤΙΠΑΛΟΣ ΠΑΡΕΙ ΤΑ 4 ΝΤΟΝΑΤ ΚΑΙ ΜΕΤΑ Ο΄ΤΙ ΚΑΙ ΝΑ ΠΑΡΕΙ ΧΑΝΕΙ ΕΙΤΕ ΠΑΡΕΙ 2 ΜΠΙΣΚΟΤ ΜΕΝΟΥΝ 1 1 1 1 ΚΑΙΝΙΚΑΕ4Ι Ο 9 ΣΤΕΙΝ ΑΜΑ ΠΑΡΕΙ ΤΗΝ ΣΟΚΟΛΑΤΑ ΠΑΙΡΝΕΙ ΤΑ 2 ΜΠΙΣΚΟΤΑ ΚΑΙ ΜΕΝΟΥΝ 1 1 1*
05/26/15 11:12 [τριγωνουλα] *ΣΗΜΦΩΝΩ*

Παρατηρώντας τη χρονοσήμανση (timestamp) όπως προκύπτει από το αρχείο καταγραφής (chat log), αλλά και παρακολουθώντας το video με την καταγραφή της οθόνης κατά τη διάρκεια της chat συνεδρίας, είναι προφανές ότι η "Τριγωνούλα" είναι απίθανο μέσα σε 25 δευτερόλεπτα να πρόλαβε να διαβάσει το μήνυμα του "Μετρητή011" και να ελέγξει τις κινήσεις που προτείνει, ώστε να είναι σε θέση να συμφωνεί συνειδητά με τα λεγόμενα του συμμαθητή της. Το στοιχείο αυτό, αν και δείχνει έλλειμμα ποιοτικής αλληλεπίδρασης μεταξύ των μαθητών, φανερώνει πολλά για το κοινωνικό και κυρίως για το μαθηματικό status του "Μετρητή011".

4.6.1.5 Τελική Κατάσταση

Αν και το αρχικό του σκορ στο τεστ μαθηματικής ικανότητας ήταν ήδη υψηλό (7), ο "Μετρητής011" βελτιώνει σημαντικά το σκορ αυτό (κατά 1,5 μονάδα) κατά την επαναληπτική επίδοση της δοκιμασίας, παίρνοντας 8,5 μονάδες με άριστα το 10. Παραδόξως, και σε αντίθεση με το τι συμβαίνει με τους υπόλοιπους συμμαθητές του, δε συμβαίνει το ίδιο με τη δοκιμασία ΝΙΜ, στην οποία η αρχική του επίδοση (7 στα 10) ήταν και η υψηλότερη επίδοση που σημείωσε. Μετά την α' φάση της παρέμβασης η

βαθμολογία του στη δοκιμασία πέφτει κατά μία μονάδα, για να επανέλθει στα αρχικά επίπεδα μετά την ολοκλήρωση της β' φάσης στης διδακτικής παρέμβασης.

Η αυτοπεποίθηση του "Μετρητή011", η οποία ήταν ιδιαίτερα υψηλή όταν μετρήθηκε στην αρχή της διδακτικής παρέμβασης, διατηρήθηκε στα ίδια περίπου επίπεδα (μειώθηκε από 4,5 σε 4,3 με άριστα το 5). Το ίδιο συνέβη και στην ειδικότερη περίπτωση του παιχνιδιού NIM, οπότε και η αυτοπεποίθηση που μετρήθηκε με την ολοκλήρωση της παρέμβασης ήταν ελαφρώς αυξημένη σε σχέση με την αρχική (4,3 από 4,1 που ήταν).

Το στοιχείο που κάνει ενδιαφέρουσα τη μελέτη του "Μετρητή011" είναι οι κοινωνιομετρικές δοκιμασίες. Έτσι, μετά την ολοκλήρωση της διδακτικής παρέμβασης, διπλασιάζεται ο αριθμός των συμμαθητών του (8 συμμαθητές) που θα τον επέλεγαν για να παίξουν μαζί, ενώ αυξάνονται εκείνοι που θα τον επέλεγαν για βοηθό αν έπαιζαν ένα οποιοδήποτε μαθηματικό παιχνίδι (από 11 γίνονται 12) ή ειδικότερα το μαθηματικό παιχνίδι NIM (από 10 γίνονται 14). Μάλιστα, στην τελευταία περίπτωση ο "Μετρητής011" συνιστά σχεδόν αποκλειστικά την πρώτη επιλογή των συμμαθητών του, κάτι που δεν ίσχυε στην αρχική κοινωνιομετρική δοκιμασία.

4.6.1.6 Απολογισμός – Γενικές παρατηρήσεις

Στην τελική συνέντευξη ο "Μετρητής011" αποκαλύπτει τα κριτήρια που ο ίδιος θα χρησιμοποιούσε προκειμένου να επιλέξει κάποιον συμμαθητή του για βοηθό σε ένα οποιοδήποτε μαθηματικό παιχνίδι:

> *«και στην τάξη μέσα, αλλά και στο παιχνίδι NIM, εκτός από τα στατιστικά, και αυτό που έχω βρει για μένα και ο σχολιασμός τους με πείθουνε να τους διαλέξω»*

Φαίνεται ότι οι συμμαθητές του ενήργησαν κατά τον τρόπο που περιγράφει και έδειξαν την προτίμησή τους προς το πρόσωπό του, λαμβάνοντας υπόψη περισσότερο τη γενική αίσθηση που κάποιος αφήνει και λιγότερο τα στατιστικά του. Ο "Μετρητής011" δεν είναι ο μαθητής με τον καλύτερο απολογισμό νικών στο παιχνίδι NIM, ούτε καν εκείνος που βελτίωσε αισθητά τις ικανότητές του στο συγκεκριμένο παιχνίδι και στα μαθηματικά γενικότερα. Αυτό δε φαίνεται να εμποδίζει τους συμμαθητές του να τον ξεχωρίσουν και να τον προτιμήσουν για βοηθό, προφανώς λαμβάνοντας υπόψη τη συνολική παρουσία και τον τρόπο συμμετοχής του σε όλη τη διάρκεια των δράσεων της διδακτικής παρέμβασης. Άλλωστε, οι περισσότεροι συμμαθητές του, στις συνεντεύξεις τους, παραδέχονται ότι τον επέλεξαν γιατί τους δημιούργησε την αίσθηση ότι σκέφτεται προσεκτικά καθώς παίζει.

Η δημιουργία της παραπάνω θετικής αίσθησης για το συγκεκριμένο μαθητή από το σύνολο σχεδόν των μαθητών της τάξης δεν προέκυψε τυχαία. Ο "Μετρητής011", καταρχήν, είναι από τους μαθητές που δε βιαζόταν ποτέ να ολοκληρώσει γρήγορα το παιχνίδι του. Αντίθετα, ιδιαίτερα στα πρώτα παιχνίδια που δεν ήταν και τόσο

εξοικειωμένος, καθυστερούσε αρκετά πριν κάνει την οποιαδήποτε κίνηση, καθώς έκανε νοερά δοκιμές και υποθέσεις σχετικά με το πώς θα εξελιχθεί το παιχνίδι.

Μία άλλη λεπτομέρεια που δείχνει τη σοβαρότητα με την οποία ο "Μετρητής011" περιβάλλει την όλη διαδικασία, είναι και η παρακάτω. Στις τελικές συνεντεύξεις όπου γινόταν κουβέντα συνήθως πάνω σε χαμένα παιχνίδια NIM και γινόταν σχολιασμός των κινήσεων που οδήγησαν στην ήττα, ο "Μετρητής011" είναι ο μόνος μαθητής που ζητάει επίμονα, εκτός από τις εικόνες με τις κινήσεις του υπό εξέταση παιχνιδιού, να έχει στη διάθεσή του ανοιχτή την java εφαρμογή του παιχνιδιού NIM, την οποία και χρησιμοποιεί πριν δώσει κάποιες απαντήσεις.

Εκτός από τα παραπάνω, πιθανότατα αυτό που μέτρησε περισσότερο για τους υπόλοιπους μαθητές, ήταν η προφορική του συμμετοχή στις συζητήσεις που έγιναν στην ολομέλεια της τάξης, η οποία θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως καταιγιστική. Στις συζητήσεις, όπως ήδη έχει αναφερθεί, ο "Μετρητής011" παρουσιάζει μεγάλο πλουραλισμό και φαίνεται ότι διαθέτει ένα ευρύ ρεπερτόριο τρόπων συμμετοχής: χρησιμοποιεί αρκετά παραδείγματα, περιγράφει καταστάσεις, αναφέρει κανόνες, δημιουργεί μαθηματικές συμβάσεις (π.χ. επινοεί μαθηματικές συντομεύσεις), κάνει δοκιμές και υποθέσεις τις οποίες και προσπαθεί να ελέγξει, ενώ όποτε χρειαστεί να κρίνει απόψεις συμμαθητών του είναι διακριτικός και ευγενικός. Όντας ο μαθητής με τη μεγαλύτερη συνεισφορά στις συζητήσεις, αναπόφευκτα αρκετές εκφορές του περιέχουν ατελείς μαθηματικούς συλλογισμούς και λάθη. Ωστόσο, η άνεση με την οποία εμπλέκεται στη συζήτηση και ο ενθουσιασμός που βγάζει, μοιάζει να υπερτερούν και να «κρύβουν» τις αδυναμίες αυτές.

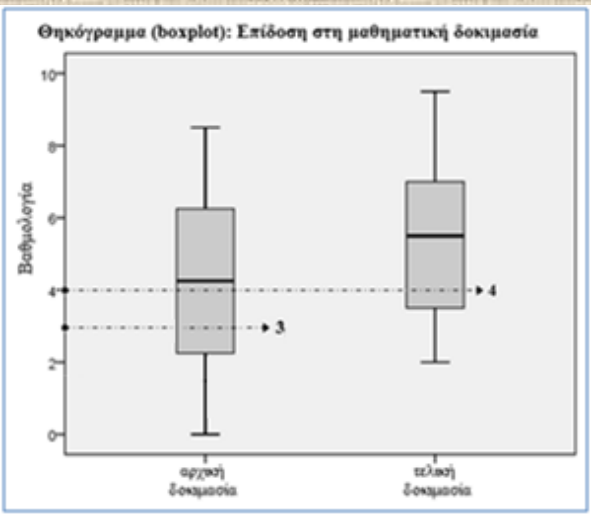
Είναι χαρακτηριστικό ότι ακόμα και οι (λίγοι στον αριθμό) «αντίζηλοί» του, του αναγνωρίζουν ορισμένες αρετές. Έτσι, ο "Αϊνστάιν" όταν ρωτήθηκε γιατί δεν επιλέγει ποτέ το συγκεκριμένο μαθητή για βοηθό, απαντάει με ειλικρίνια το παρακάτω:

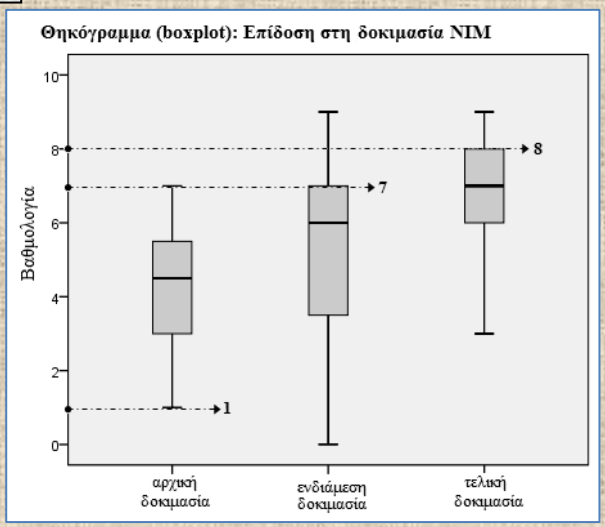
> *«Όχι, είναι καλός. Απλά κοκορεύεται όλη την ώρα ότι είναι ο καλύτερος και τέτοια.»*

4.6.2 Η περίπτωση της μαθήτριας με το ψευδώνυμο “Πολλαπλασιασμός”

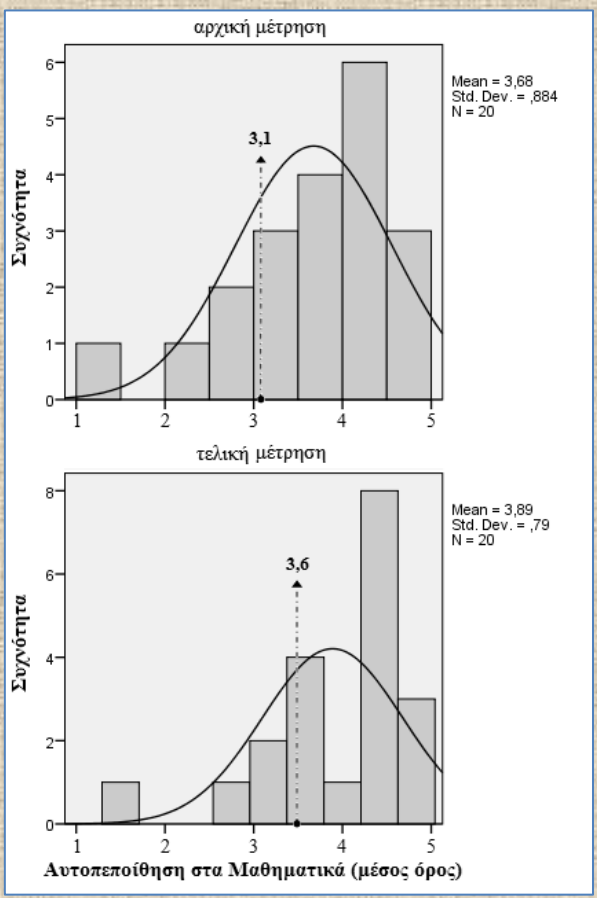
Πολλαπλασιασμός

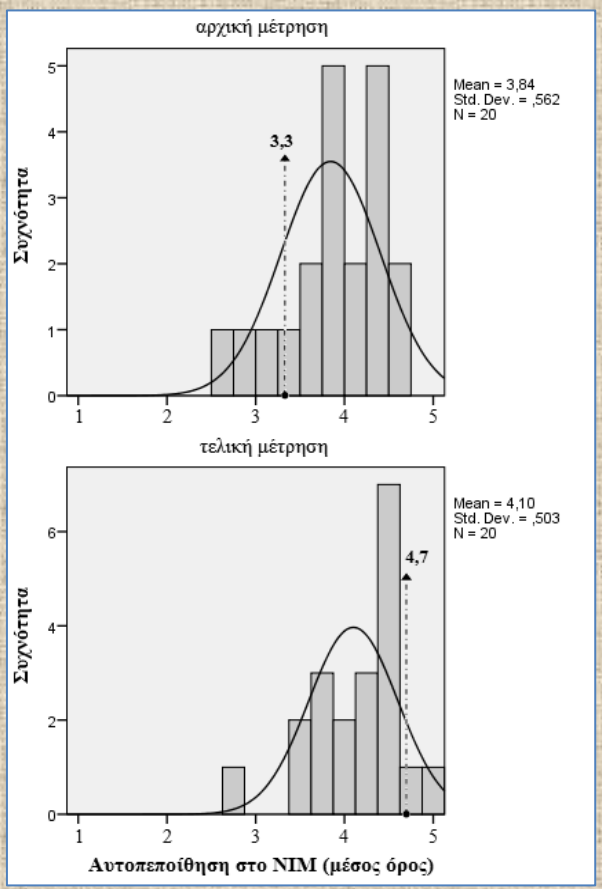
Δοκιμασίες Ικανότητας





Αυτοπεποίθηση

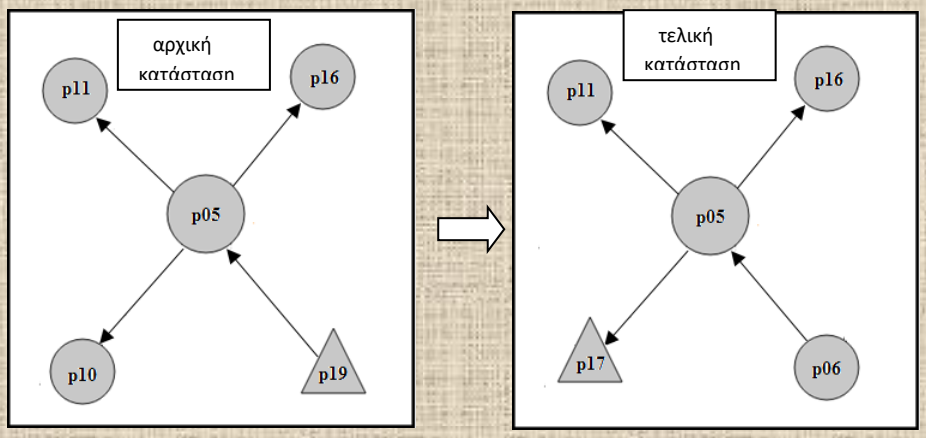




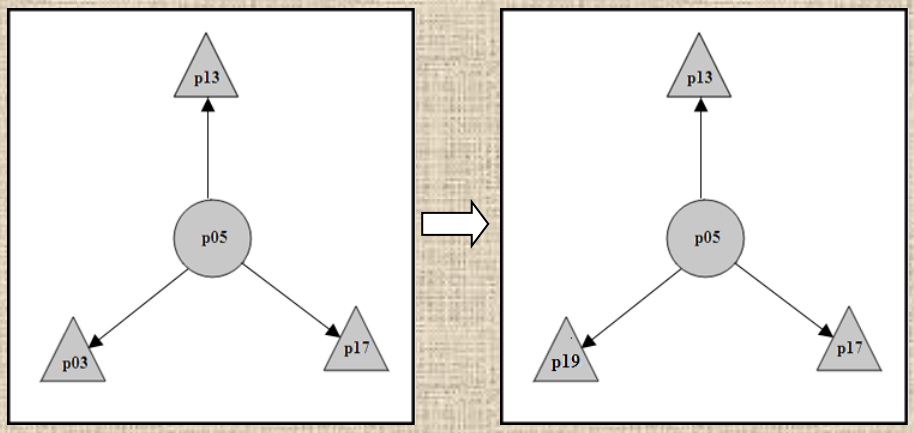
Πολλαπλασιασμός

Ατομικά Κοινωνιογραφήματα

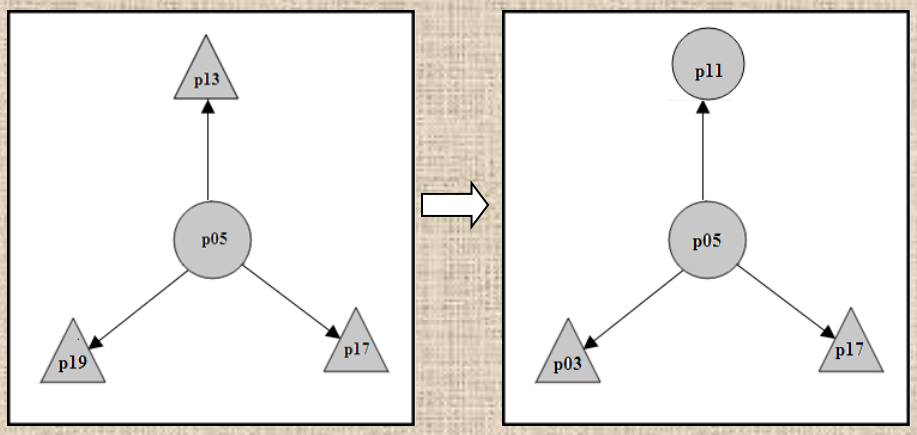
Κοινωνικό Στάτους



Μαθηματικό Στάτους



NIM Στάτους



Στο πλαίσιο της έρευνας, ο “Πολλαπλασιασμός” είναι κορίτσι. Διάλεξε το ψευδώνυμο αυτό, γιατί θεωρεί ότι ο πολλαπλασιασμός είναι η μοναδική πράξη στην οποία τα καταφέρνει καλά, κάτι που ως ένα βαθμό ισχύει.

Ο “Πολλαπλασιασμός” κατατάσσεται στην κατηγορία των αδύναμων μαθητών στα μαθηματικά, με τη σύμφωνη γνώμη των εκπαιδευτικών που την είχαν μαθήτρια στη Δ΄ και Ε΄ τάξη του δημοτικού, αφού παρουσιάζει αδυναμίες σε βασικές έννοιες και δεξιότητες. Για παράδειγμα, στην αρχή της χρονιάς (Ε΄ τάξη) δεν ήταν σε θέση να μεταβεί από τις δεκάδες στις εκατοντάδες και της ήταν αδύνατον να βρει το αποτέλεσμα της πράξης 99+1. Σε πολλές περιπτώσεις που, από τις αντιδράσεις των συμμαθητών της, αντιλαμβανόταν ότι αδυνατούσε να απαντήσει σε μια εύκολη ερώτηση, κυριευόταν από άγχος και μάλιστα τον πρώτο καιρό ξεσπούσε σε κλάματα. Αν και έδειχνε να παρακολουθεί την προσπάθεια του εκπαιδευτικού να της εξηγήσει σε ποιο σημείο συναντάει δυσκολίες, η πραγματικότητα είναι ότι εκείνη τη στιγμή δεν επεξεργαζόταν καθόλου τις πληροφορίες. Απλώς περίμενε καρτερικά να τελειώσει το «επεισόδιο» και να πάψει να βρίσκεται στο επίκεντρο της προσοχής του εκπαιδευτικού και των συμμαθητών της.

Τα παραπάνω αποτυπώνονται στις απαντήσεις που δίνει ο “Πολλαπλασιασμός” στο ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε για τον έλεγχο του κατά πόσον ένας μαθητής βρίσκει το μάθημα των μαθηματικών ενδιαφέρον και χρήσιμο. Μολονότι αναγνωρίζει τα μαθηματικά ως ένα σημαντικό μάθημα, δε φαίνεται να έχει πεισθεί για τη χρησιμότητά τους σε σχέση με την καθημερινή και μελλοντική της ζωή και φυσικά δεν τα θεωρεί ενδιαφέρον μάθημα.

Όσον αφορά τη σχέση της με τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές, η μαθήτρια δήλωσε ότι στο σπίτι της υπάρχει ηλεκτρονικός υπολογιστής και tablet με πρόσβαση στο internet, τα οποία και χρησιμοποιεί και η ίδια περίπου σε εβδομαδιαία βάση, τόσο για λόγους ψυχαγωγικούς (παιχνίδια, ζωγραφική, διαδίκτυο) όσο και για εκπαιδευτικούς (επεξεργασία κειμένου, αναζήτηση πληροφοριών στο internet). Η ίδια θεωρεί ότι είναι εύκολος ο χειρισμός του η/υ και υποστηρίζει ότι μόνη καταφέρνει και μαθαίνει να τον χρησιμοποιεί. Ο “Πολλαπλασιασμός” δήλωσε ότι παίζει ηλεκτρονικά παιχνίδια, λίγες φορές τη βδομάδα και για λιγότερο από μία ώρα κάθε φορά, συνήθως σε συσκευή tablet. Αν και η εμπειρία της με τους υπολογιστές είναι μικρή (λιγότερο από ένα έτος), ο “Πολλαπλασιασμός” έδειχνε εξοικειωμένος με βασικές δεξιότητες, όπως την πληκτρολόγηση κειμένου, το άνοιγμα αρχείων και την πλοήγηση σε μενού (σε λογισμικά και στο internet).

Αν και η ίδια εκφράζει προτίμηση για παιχνίδια δράσης, περιπέτειας και παιχνίδια ρόλων, συνειδητοποιεί από την πρώτη στιγμή ότι το παιχνίδι NIM δεν έχει σχέση με τα παραπάνω και αποτελεί ένα παιχνίδι στρατηγικής. Επιπλέον, δηλώνει ότι ευχαρίστως θα έπαιζε την ψηφιακή έκδοση του παιχνιδιού NIM με φίλους της στο σπίτι, αρκετές φορές τη βδομάδα, για μικρό πάντοτε χρονικό διάστημα. Όπως αναφέρει στο σχετικό

ερωτηματολόγιο που συμπλήρωσε, βρίσκει το συγκεκριμένο παιχνίδι ενδιαφέρον, χωρίς ωστόσο να αντιλαμβάνεται κάποια χρησιμότητά του.

4.6.2.1 Αρχική Κατάσταση

Ο "Πολλαπλασιασμός" σημείωσε ιδιαίτερα χαμηλές επιδόσεις σε όλες τις δοκιμασίες που προηγήθηκαν της διδακτικής παρέμβασης. Συγκεκριμένα, στη μαθηματική δοκιμασία σημείωσε μία από τις πιο χαμηλές επιδόσεις στην τάξη (3/10), ενώ στη δοκιμασία ΝΙΜ είχε το χειρότερο σκορ από όλους (1/10).

Στο ερωτηματολόγιο για τη μέτρηση της αυτοπεποίθησής της σε σχέση με το μάθημα των μαθηματικών, βρίσκεται στις τελευταίες θέσεις, συγκρινόμενη με τους συμμαθητές της. Στις 12 σχετικές δηλώσεις (κλίμακας Likert-type) που περιείχε το ερωτηματολόγιο, σημείωσε μέσο όρο 3,1 όταν ο μέσος όρος 1 δείχνει παντελή έλλειψη αυτοπεποίθησης, το 5 την πιο ισχυρή εκδήλωσή της και ο μέσος όρος της τάξης είναι 3,7. Ακόμα χαμηλότερη αυτοπεποίθηση φαίνεται να αισθάνεται σε σχέση με το παιχνίδι ΝΙΜ, όπου σε αντίθεση με την υπόλοιπη τάξη (μέσος όρος 4,1), ο "Πολλαπλασιασμός" σημειώνει το δεύτερο χαμηλότερο σκορ (3,3), παραδέχεται ότι το παιχνίδι ΝΙΜ δεν της φαίνεται εύκολο και ομολογεί ότι δυσκολεύτηκε πολύ να καταλάβει τους κανόνες του.

Σε ότι αφορά τις κοινωνιομετρικές δοκιμασίες, ο "Πολλαπλασιασμός" κατατάσσεται στην κατηγορία των «παραμελημένων» μαθητών. Στην ερώτηση «*Ποιους συμμαθητές θα διάλεγες για να παίξεις;*», αποσπάει μονάχα μία προτίμηση. Επιπρόσθετα, κανείς δεν την επιλέγει για βοηθό, τόσο στην περίπτωση ενός οποιουδήποτε μαθηματικού παιχνιδιού, όσο και στην περίπτωση του παιχνιδιού ΝΙΜ. Οι συμμαθητές της μάλλον εκτιμούν ότι ο "Πολλαπλασιασμός" δεν κατέχει τις μαθηματικές ικανότητες που θα της επέτρεπαν να τους βοηθήσει.

Ο "Πολλαπλασιασμός" στις κοινωνιομετρικές επιλογές, κάνει σαφή διάκριση ανάμεσα στα άτομα που θέλει να έχει για παρέα και σε αυτά που επιθυμεί να έχει ως βοηθούς σε μαθηματικά παιχνίδια. Έτσι, σταθερά επιλέγει για παρέα κορίτσια από την παρέα της, ενώ για μαθηματικούς βοηθούς ή βοηθούς ΝΙΜ επιλέγει μόνο αγόρια και μάλιστα εκείνα που οι εκπαιδευτικοί χαρακτήρισαν ως ικανούς στα μαθηματικά.

4.6.2.2 Τα στατιστικά

Ο "Πολλαπλασιασμός" νίκησε σε 10 από τα 16 παιχνίδια ΝΙΜ που έπαιξε, επίδοση που την κατατάσσει στην 5η θέση στο σύνολο των 20 μαθητών της τάξης. Μάλιστα, στην απλή εκδοχή του παιχνιδιού ΝΙΜ τα πήγε ακόμα καλύτερα, κάνοντας 6 νίκες (σε 8 παιχνίδια), καταλαμβάνοντας την 3η θέση. Αν και σημειώνει νίκες, ο "Πολλαπλασιασμός» βρίσκεται ακριβώς στο μέσο όρο, όσον αφορά το σύνολο των λάθος κινήσεων που κάνει κατά τη διάρκεια των παιχνιδιών της (14 λάθη συνολικά με μέσο όρο τάξης τα 13,8 λάθη). Τα συνολικά πολλά λάθη που έγιναν στα παιχνίδια που

συμμετείχε, υποδεικνύει ότι η στρατηγική που ακολουθήθηκε από τους παίχτες δεν ήταν ακριβώς ιδεατή και επομένως τα παιχνίδια δεν ήταν και τόσο ποιοτικά.

4.6.2.3 Παρατηρήσεις σχετικά με τον τρόπο παιχνιδιού

- Παιχνίδι NIM_{135}

Ο "Πολλαπλασιασμός" δεν ανακάλυψε από μόνη της, αλλά ούτε και φάνηκε να κατάλαβε από τις συζητήσεις που έγιναν, ποια είναι η ιδανική πρώτη κίνηση του παιχνιδιού. Στα δύο πρώτα παιχνίδια ξεκινάει παίρνοντας το ένα γλυκό της κορυφής, κίνηση λανθασμένη που παρόλα αυτά την οδηγεί σε ισάριθμες νίκες. Στα επόμενα δύο παιχνίδια αλλάζει την πρώτη κίνηση και ξεκινάει παίρνοντας τα 2 από τα 5 γλυκά της βάσης.

Ο λόγος που ο "Πολλαπλασιασμός" αλλάζει την πρώτη κίνηση δεν είναι ξεκάθαρος. Η συγκεκριμένη μάλιστα επιλογή φαντάζει κάπως παράδοξη, με δεδομένο ότι είχε μόλις προηγηθεί συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης, στην οποία σχολιάστηκε ένα παιχνίδι που ο πρώτος παίχτης έκανε την ίδια πρώτη κίνηση. Αν και ύστερα από διεξοδική εξέταση όλων των πιθανών σεναρίων η συζήτηση κατέληξε στο συμπέρασμα ότι το ξεκίνημα αυτό είναι λάθος, ο "Πολλαπλασιασμός" επιμένει να χρησιμοποιεί την κίνηση αυτή. Επίσης, δεν είναι σίγουρο ότι η εγκατάλειψη της αρχικής πρώτης κίνησης που χρησιμοποίησε στα δύο πρώτα παιχνίδια οφείλεται σε κατανόηση του σφάλματος που αυτή εμπεριέχει. Συγκεκριμένα, στη δεύτερη συζήτηση ολομέλειας στην τάξη, ο "Πολλαπλασιασμός" δεν μπορεί να προσδιορίσει σωστά ποια είναι η κίνηση που πρέπει να κάνει κάποιος όταν ο αντίπαλος ξεκινάει παίρνοντας το γλυκό της κορυφής. Προτείνει ως ιδανική κίνηση την επιλογή τεσσάρων γλυκών της βάσης, το οποίο όμως δεν ευσταθεί. Επιπρόσθετα, στη συνέντευξη που έδωσε στον ερευνητή, όταν της ζητήθηκε να δώσει εξηγήσεις για ποιο λόγο επέμεινε σε αυτές τις πρώτες κινήσεις αν και είχε παίξει παιχνίδια που έδειχναν ότι δεν είναι σωστές, δήλωσε με μεγάλη δόση ειλικρίνειας: «*Δεν το θυμόμουνα*».

Ένα άλλο στοιχείο στο παιχνίδι του "Πολλαπλασιασμού" είναι το γεγονός ότι αποφεύγει να παίρνει μεγάλο αριθμό γλυκών όταν είναι η σειρά της και δεν έχει εντοπίσει κάποια κίνηση που να της δίνει άμεσα νίκη. Στις περισσότερες περιπτώσεις παίρνει ένα γλυκό και έτσι επιμηκύνει τη διάρκεια του παιχνιδιού. Μοιάζει να ακολουθεί την τακτική αναμονής, καραδοκώντας για το λάθος του αντιπάλου της. Το συγκεκριμένο το παραδέχτηκε μάλιστα, όταν κατά τη χρήση του πρωτοκόλλου ομιλούντος υποκειμένου, έδωσε εξηγήσεις για μια κίνησή της, δηλώνοντας «*δε με βοηθάει, αλλά να δούμε ποια κίνηση θα κάνει ο αντίπαλος*».

Στα παιχνίδια που νικάει ο "Πολλαπλασιασμός" στο ταμπλό έχουν συνήθως απομείνει δυο σειρές γλυκών εκ των οποίων η μία είναι ανέγγιχτη και στην άλλη (ύστερα από την κίνηση του αντιπάλου) υπάρχει πλέον ένα και μόνο γλυκό. Έτσι,

παίρνοντας τη σειρά με τα πολλά γλυκά, υποχρεώνει τον αντίπαλο να πάρει το τελευταίο γλυκό της άλλης σειράς. Επίσης, κάποια άλλα παιχνίδια τα κερδίζει οδηγώντας με την τελευταία κίνησή της το παιχνίδι στο σχηματισμό 1-1-1, όπου υπάρχουν τρεις σειρές και κάθε σειρά έχει ένα και μόνο γλυκό, οπότε παίρνοντας εναλλάξ από ένα γλυκό, αφήνει στον αντίπαλο το τελευταίο. Προς το τέλος της διδακτικής παρέμβασης και με βάση τα λεγόμενά της στη συνέντευξη, φαίνεται να έχει κατανοήσει μια πρόσθετη διάταξη που οδηγεί σε νίκη, εκείνη που έχουν απομείνει δύο σειρές με ίσο αριθμό γλυκών η καθεμία.

- Παιχνίδι NIM_{1357}

Σε αυτή τη σειρά παιχνιδιών, μολονότι σημειώνει ένα σερί 4 νικών και 4 ηττών, αποκαλύπτονται πολλές από τις αδυναμίες της. Καταρχήν, φαίνεται ότι στα παιχνίδια αυτά δεν χρησιμοποιεί κάποια σταθερή στρατηγική. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα των δύο πρώτων παιχνιδιών της, τα οποία εξελίχθηκαν με τέτοιο τρόπο όπου ο "Πολλαπλασιασμός" είχε την ευκαιρία να οδηγήσει το ταμπλό στο σχηματισμό 1-1-1 που με βάση την εμπειρία της από την απλή εκδοχή του παιχνιδιού οδηγεί σε νίκη. Έτσι, αν και στο πρώτο παιχνίδι τα καταφέρνει, στο δεύτερο παιχνίδι (που μέχρι εκείνο το σημείο ήταν παιχνίδι «καρμπόν» του προηγούμενου) δεν κάνει το ίδιο και παίζοντας κάτι άλλο, δίνει την ευκαιρία στον αντίπαλο να οδηγήσει εκείνος το παιχνίδι στο σχηματισμό 1-1-1.

Επιπλέον, σε αυτά τα παιχνίδια φάνηκε ότι δεν μπόρεσε τελικά να καταλάβει ποια είναι η ιδανική αρχική κίνηση για την απλή εκδοχή του παιχνιδιού. Έτσι, σε παιχνίδι όπου ο αντίπαλος πήρε με την πρώτη του κίνηση και τα 7 γλυκά από τη σειρά της βάσης και οδήγησε στην εμφάνιση της απλής εκδοχής του παιχνιδιού (NIM_{135}), ο "Πολλαπλασιασμός" επιμένει στην επιλογή δύο (και όχι τριών) γλυκών από τη σειρά με τα πέντε γλυκά. Στην πορεία, μάλιστα, φαίνεται να επήλθε περαιτέρω σύγχυση, καθώς έπειτα από την πρώτη συζήτηση ολομέλειας στην τάξη για το παιχνίδι NIM_{1357}, ειπώθηκε από κάποιους μαθητές σε μορφή κανόνα ότι η ιδανική εκκίνηση για την απλή εκδοχή του παιχνιδιού είναι το να πάρει κάποιος τα τρία από τα πέντε γλυκά της βάσης. Ο "Πολλαπλασιασμός" συγκράτησε την πληροφορία αυτή, ωστόσο, φαίνεται να προέβη σε μια γενίκευση. Έτσι, στα τελευταία δύο παιχνίδια του σύνθετου NIM_{1357} στα οποία έπαιξε πρώτη, πήρε για πρώτη κίνηση τα τρία γλυκά της βάσης, χωρίς να σκεφτεί ότι το παιχνίδι είναι διαφορετικό σε σχέση με το NIM_{135}. Χαρακτηριστικά, σχολιάζοντας γραπτά (σε online παρουσίαση) παιχνίδι συμμαθητών της, δηλώνει ότι θα ξεκινούσε το παιχνίδι παίρνοντας τρία γλυκά από τη βάση: «*εγώ θα πρότεινα να πάρει τα 3 κρουασάν, είδαμε ότι έτσι κερδίζεις*». Αντίστοιχα, το ίδιο επιβεβαιώνεται και από τα λεγόμενά της στην τελική συνέντευξη, όπου εντοπίζοντας με τη βοήθεια του ερευνητή ένα λάθος της, με μία δόση υπερβολής, αναφωνεί τα εξής: «Όι! Εγώ επειδή έβλεπα και άλλους και παίζανε και έκανα την ίδια κίνηση».

4.6.2.4 Συμμετοχή στις δράσεις της διδακτικής παρέμβασης

- Συζητήσεις ολομέλειας στην τάξη

Ο "Πολλαπλασιασμός" συμμετέχει στις συζητήσεις ελάχιστα. Στην πρώτη συζήτηση ολομέλειας της τάξης δεν μίλησε καθόλου, ενώ στην επόμενη είχε μόλις 3 σχεδόν μονολεκτικές συνεισφορές. Η πρώτη ήταν για να επιβεβαιώσει τα λεγόμενα του διπλανού της που μόλις είχε διατυπώσει ένα συλλογισμό και οι άλλες δύο ήταν για να προτείνει (ανεπιτυχώς) την επόμενη κίνηση που θα οδηγούσε σε νίκη, βάσει της κατάστασης που είχε διαμορφωθεί στο υπό μελέτη παιχνίδι. Στις επόμενες δύο συζητήσεις ολομέλειας στην τάξη για σχολιασμό παιχνιδιών NIM_{1357}, ο "Πολλαπλασιασμός" δε συμμετείχε καθόλου.

- Τεχνική του ομιλούντος υποκειμένου

Ενδιαφέρον παρουσιάζει η περίπτωση άμεσου σχολιασμού ενός παιχνιδιού NIM_{135}, όπου χρησιμοποιήθηκε η τεχνική του ομιλούντος υποκειμένου. Ο "Πολλαπλασιασμός" ακόμα και ύστερα από παρέμβαση του ερευνητή δε δίνει καμία εξήγηση ως προς το γιατί διαλέγει να ξεκινήσει παίρνοντας το γλυκό της κορυφής και περιορίζεται σε μια αόριστη δήλωση του τύπου «*Η πρώτη κίνηση που θα κάνω θα είναι να πάρω το μπισκοτάκι, γιατί νομίζω είναι καλή, είναι καλή αρχική κίνηση.*». Επίσης, από τα λόγια της φαίνεται η χαμηλή ακόμα αυτοπεποίθησή της. Έτσι, αμέσως μετά την κίνηση της αντιπάλου, δηλώνει με εμφανή απογοήτευση «*ό,τι και να κάνω θα χάσω*». Ακόμα και όταν στην επόμενη κίνηση αφήνει στο ταμπλό δύο σειρές γλυκών με δύο γλυκά η καθεμία και επομένως εξασφαλίζει τη νίκη, συνεχίζει να δηλώνει ότι «*άμα πάρει το ένα (γλυκό) θα χάσω*» αν και στη συνέχεια εξετάζοντας τις επιλογές της αντιπάλου συνειδητοποιεί ότι δε γίνεται να χαθεί το παιχνίδι αυτό. Το ίδιο ακριβώς συμβαίνει και σε αντίστοιχο παιχνίδι του NIM_{1357}, όπου πάλι ο "Πολλαπλασιασμός" μολονότι κάνει σωστές κινήσεις, θεωρεί ότι οπωσδήποτε θα χάσει.

- Συζητήσεις σε περιβάλλον chat

Σε αντίθεση με τις πρόσωπο με πρόσωπο συζητήσεις, όπου ο "Πολλαπλασιασμός" ουσιαστικά δεν συμμετείχε ενεργά, στο περιβάλλον chat η κατάσταση διαφοροποιείται. Έτσι, στο chat που αφορούσε στο παιχνίδι NIM_{135}, ο "Πολλαπλασιασμός" κάνει 7 αναρτήσεις (ποσοστό 3,9% επί του συνόλου των 179 αναρτήσεων), ενώ στο chat που αφορούσε στο παιχνίδι NIM_{1357} κάνει 4 (ποσοστό 2,7% επί του συνόλου των 149 αναρτήσεων). Μολονότι τα ποσοστά συμμετοχής εξακολουθούν να είναι σχετικά χαμηλά, η βελτίωση σε σχέση με τη συμμετοχή της στις συζητήσεις της τάξης είναι εμφανής.

Οι αναρτήσεις του “Πολλαπλασιασμού” στο chat δεν αποτέλεσαν αντικείμενο σχολιασμού για τους συμμαθητές της και μάλλον πέρασαν απαρατήρητες. Αντίθετα, η ίδια φαίνεται να λαμβάνει υπόψη της τις αναρτήσεις συγκεκριμένων συμμαθητών και να τις αναπαράγει στα δικά της post. Έτσι, στο πρώτο chat 2 από τις 7 αναρτήσεις της αποτελούν αναδιατύπωση πρόσφατων λεγομένων συμμαθητών της (του “ι1082004” και της “Αριθμούλας”). Πρόκειται για μαθητές που ο “Πολλαπλασιασμός”, σύμφωνα με τις κοινωνιομετρικές δοκιμασίες που συμπλήρωσε στην αρχή της διδακτικής παρέμβασης, είχε δηλώσει ότι θα ήθελε να έχει για βοηθούς αν έπαιζε μαθηματικά παιχνίδια γενικά ή το παιχνίδι NIM ειδικά και αναγνωρίζει τη μαθηματική τους ικανότητα και εμπιστεύεται τη σκέψη τους.

Όταν δεν επαναλαμβάνει τα λεγόμενα συμμαθητών, ο “Πολλαπλασιασμός” συνήθως αναφέρει ποια κίνηση θα έκανε η ίδια, αν έπαιζε στο υπό σχολιασμό παιχνίδι. Συνήθως, αιτιολογεί την επιλογή της, αναφέροντας ποιος σχηματισμός θα εμφανιστεί στο ταμπλό του παιχνιδιού. Ωστόσο, πέρα από μία περίπτωση (όπου δημιουργείται ο συνήθης σχηματισμός 1-1-1) στις υπόλοιπες περιπτώσεις, οι σχηματισμοί που αναφέρει δεν είναι συνηθισμένοι και ως εκ τούτου ελεγμένοι για το κατά πόσον είναι σχηματισμοί που οδηγούν σε νίκη ή όχι. Ο “Πολλαπλασιασμός” δεν μπαίνει στη διαδικασία να εξετάσει κάτι τέτοιο, κάτι που υποβαθμίζει την ποιότητα της συνεισφοράς της στη συζήτηση.

- Σχολιασμός κινήσεων παιχνιδιών σε λογισμικό online παρουσιάσεων

Ο σχολιασμός που κάνει είναι επιφανειακός. Συνήθως, δηλώνει απλώς αν μια κίνηση (δική της ή αντιπάλου) είναι κατά τη γνώμη της σωστή ή όχι. Η μόνη περίπτωση που αιτιολογεί σωστά είναι εκείνη όπου το παιχνίδι οδηγείται στη διάταξη 1-1-1, η οποία φαίνεται να της είναι οικεία. Στο σχολιασμό των πιο σύνθετων παιχνιδιών (NIM_{1357}), αντιμετωπίζει δυσκολίες στο να εντοπίσει την τρέχουσα κίνηση, εκείνη που παρουσιάζει η διαφάνεια. Έτσι, σε αρκετές περιπτώσεις μπερδεύεται και εξηγεί πιθανές κινήσεις και όχι τη συγκεκριμένη. Επιπρόσθετα, αν και χρησιμοποιεί τη λέξη «γιατί», στην πραγματικότητα περιγράφει το σχηματισμό που εμφανίζεται στο ταμπλό του παιχνιδιού και τίποτα περισσότερο.

4.6.2.5 Τελική Κατάσταση

Μετά την ολοκλήρωση της παρέμβασης, δε φάνηκε να υπάρχει καμία μεταβολή σε σχέση με την κοινωνιομετρική θέση της μαθήτριας. Ο “Πολλαπλασιασμός” συνέχισε να είναι μια «παραμελημένη» μαθήτρια αφού κανένας συμμαθητής δεν την επέλεξε για μαθηματικό βοηθό ή για βοηθό στο παιχνίδι NIM. Αντίθετα, η ίδια φαίνεται να προσθέτει μία συμμαθήτριά της στα άτομα που θα ήθελε να έχει ως βοηθούς για το παιχνίδι NIM, καθώς, όπως αναφέρει στην τελική της συνέντευξη, εντόπισε ότι η

συγκεκριμένη μαθήτρια είναι καλή στο παιχνίδι αυτό και ήθελε να της δώσει μια ευκαιρία.

Όσον αφορά την αυτοπεποίθηση του "Πολλαπλασιασμού" μετά την ολοκλήρωση της διδακτικής παρέμβασης, τα αποτελέσματα δείχνουν εντυπωσιακά. Ενώ στην αυτοπεποίθηση σε σχέση με τη μαθηματική τους ικανότητα, οι μαθητές της τάξης κατά μέσο όρο σημειώνουν μια μικρή βελτίωση (από 3,7 σε 3,9), η βελτίωση της συγκεκριμένης μαθήτριας είναι πιο μεγάλη (από 3,1 σε 3,6) πλησιάζοντας πλέον το μέσο όρο. Εντυπωσιακή είναι η αυτοπεποίθηση της μαθήτριας όσον αφορά τις ικανότητές της σε σχέση με το παιχνίδι ΝΙΜ, όπου και σημειώνει την υψηλότερη επίδοση στην τάξη (μέσος όρος 5).

Οριακά βελτιωμένη είναι και η επίδοση της μαθήτριας στη μαθηματική δοκιμασία, όπου από το αρχικό 3 έφτασε στο 4 με άριστα το 10, σημειώνοντας πρόοδο σε αντικείμενα της δοκιμασίας που απαιτούσαν για την επίλυσή τους αναλυτική ικανότητα και δημιουργία πλάνου – οργάνωσης (π.χ. το 4^{ο} αντικείμενο). Πιο εντυπωσιακή υπήρξε η βελτίωση στη δοκιμασία ΝΙΜ, όπου σημείωσε υψηλό σκορ (7/10) μετά την ολοκλήρωση της α΄ φάσης της παρέμβασης (παιχνίδι NIM_{135}), απαντώντας σωστά σε όλα εκείνα τα αντικείμενα που η επίλυσή τους ήταν εφικτή μέσα από την αξιοποίηση των σχηματισμών νίκης (1-1-1 και k-k) που όπως ήδη αναφέρθηκε η συγκεκριμένη μαθήτρια φάνηκε να κατακτά.. Η βελτίωση που ακολούθησε από το σημείο αυτό και μέχρι την ολοκλήρωση της παρέμβασης (β΄ φάση – παιχνίδι NIM_{1357}) υπήρξε οριακή (8/10) κάτι που δεν ξενίζει δεδομένης της θεαματικής βελτίωσης που είχε ήδη σημειωθεί.

4.6.2.6 Απολογισμός – Γενικές παρατηρήσεις

Φαίνεται ότι για τον "Πολλαπλασιασμό" το παιχνίδι ΝΙΜ αποτέλεσε ένα χώρο δράσης, στον οποίο κατάφερε να βιώσει το αίσθημα της επιτυχίας. Η αυτοπεποίθησή της φαίνεται να ενισχύθηκε, κυρίως τη στιγμή που σημείωσε ανέλπιστες (με βάση τα μέχρι τότε πιστεύω της) νίκες απέναντι σε αντιπάλους που η ίδια θεωρούσε ισχυρούς. Έτσι, μολονότι στην αρχή η μαθήτρια αυτή αντιμετώπισε επιφυλακτικά το ΝΙΜ, θεωρώντας ότι πρόκειται για άλλη μια μαθηματική δραστηριότητα όπου θα αποτύχει, στην πορεία, συνειδητοποίησε ότι το ΝΙΜ είναι ένα παιχνίδι στο οποίο μπορεί εύκολα να κερδίσει.

Μπορεί ο "Πολλαπλασιασμός" να ήταν αόρατος στις συζητήσεις που έγιναν στην ολομέλεια της τάξης αλλά και (έστω λιγότερο) στο chat περιβάλλον), ωστόσο, παρακολουθώντας τα λεγόμενα των συμμαθητών της, αναγνώρισε ότι στο ξεκίνημα του παιχνιδιού, οι περισσότεροι συμμαθητές ήταν εξίσου αρχάριοι και παρατήρησε ότι πολλοί από τους θεωρούμενους μαθηματικούς αστέρες συναντούσαν δυσκολίες, έχαναν και έκαναν λάθη στο συλλογισμό τους όταν συζητούσαν για το παιχνίδι. Το βασικότερο για τον "Πολλαπλασιασμό" ήταν το γεγονός ότι της φάνηκε πως η επιτυχία στο παιχνίδι ΝΙΜ δεν βασίζεται σε μαθηματικές προαπαιτούμενες γνώσεις. Η διαπίστωση αυτή, σε

συνδυασμό με την αίσθηση που της δημιουργήθηκε ότι πρόκειται για ένα παιχνίδι κοινής λογικής, την απελευθέρωσαν.

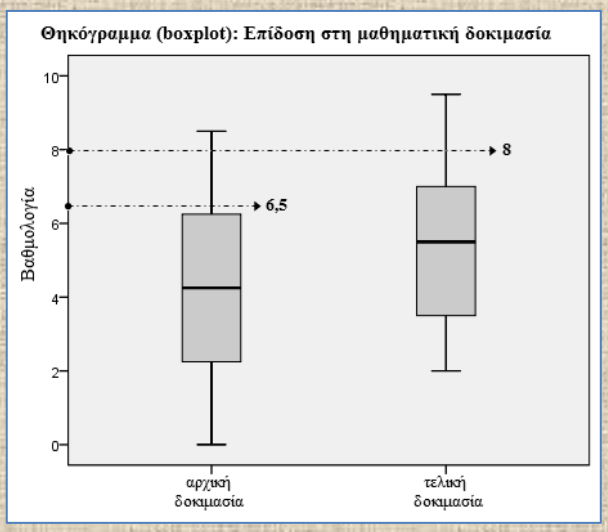
Πάντως, θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι συμμαθητές της δε φάνηκε να επηρεάζονται από τις επιτυχίες της στο παιχνίδι και να αναθεωρούν τη γνώμη τους για τις ικανότητές της στα μαθηματικά, όπως φάνηκε από τις κονωνιομετρικές δοκιμασίες που έγιναν. Το στοιχείο αυτό δεν είναι παράδοξο, αφού η μαθήτρια, με βάση τη συμμετοχή της σε όλες τις κοινές δράσεις, δεν έδειξε ικανή να διατυπώσει μαθηματικές επεξηγήσεις που θα μπορούσαν να φανούν χρήσιμες σε κάποιον συμμαθητή της. Σε πολλές περιπτώσεις, μάλιστα, παρουσιάζεται ασυνέπεια, ως προς τις στρατηγικές που χρησιμοποιεί μεταξύ ακόμα και διαδοχικών – παρόμοιων στην εξέλιξη παιχνιδιών. Το στοιχείο αυτό, το οποίο δεν πέρασε απαρατήρητο από ορισμένους συμμαθητές της, προκαλεί την εύλογη απορία αν τελικά ο "Πολλαπλασιασμός" έκανε συνειδητά χρήση κάποιων τεχνικών – στρατηγικών στο παιχνίδι της ή αν απλά έπαιζε συντηρητικά ποντάροντας στα λάθη των αντιπάλων.

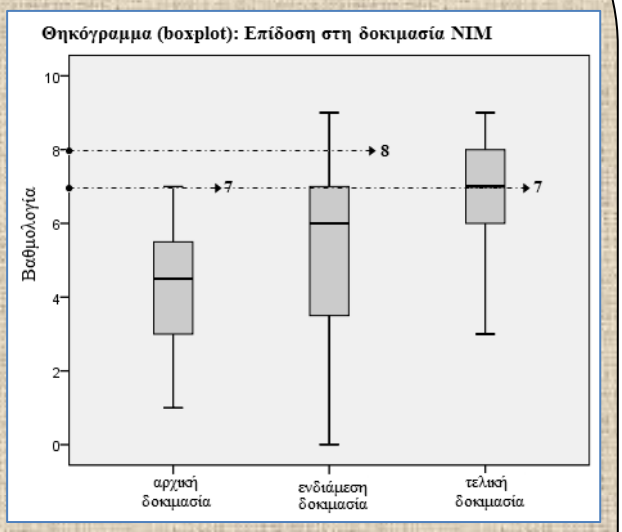
Όπως και να έχει, ανεξάρτητα από τη βελτίωση που εμφανίστηκε στις γραπτές δοκιμασίες και τα τεστ αυτοπεποίθησης) και παρά την έλλειψη ενδείξεων για ανάπτυξη μαθηματικών συλλογισμών και μαθηματικής σκέψης, η ενασχόληση του "Πολλαπλασιασμού" με το μαθηματικό παιχνίδι NIM υπήρξε μάλλον μια θετική εμπειρία. Η ίδια η μαθήτρια αποκάλυψε ότι στην αρχή της διδακτικής παρέμβασης, ο ενθουσιασμός της ήταν τέτοιος, που γυρίζοντας σπίτι της, κινητοποίησε όλη την οικογένειά της για να παίξουν μαζί της το νέο παιχνίδι που έμαθε στο σχολείο. Και επειδή οι μαθητές δεν είχαν πρόσβαση στη java εφαρμογή από το σπίτι τους ή μέσω internet, ο "Πολλαπλασιασμός" προχώρησε ένα βήμα παραπέρα και χρησιμοποίησε φυσικά υλικά (όσπρια) για να δημιουργήσει το δικό της NIM και να μπορέσει να παίξει με τους δικούς της. Για ένα άτομο που είχε ξεκάθαρα αρνητική προδιάθεση, το παραπάνω μπορεί να θεωρηθεί επιτυχία.

4.6.3 Η περίπτωση του μαθητή με το ψευδώνυμο “ι1082004”

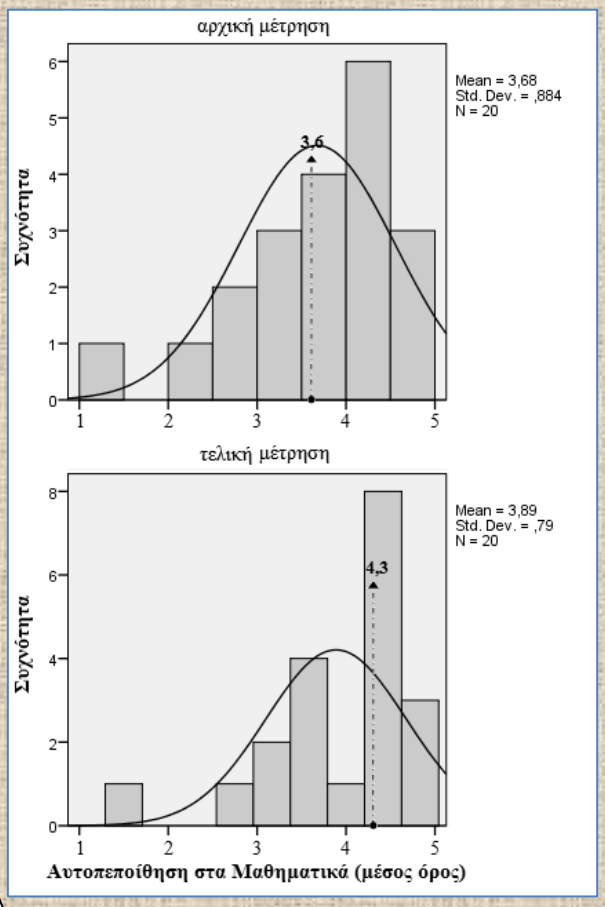
ι1082004

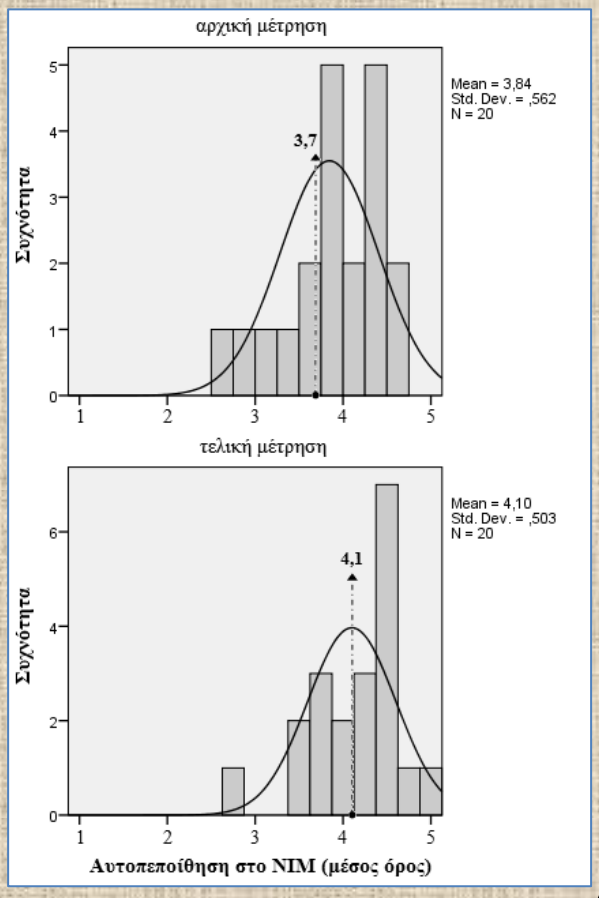
Δοκιμασίες Ικανότητας





Αυτοπεποίθηση

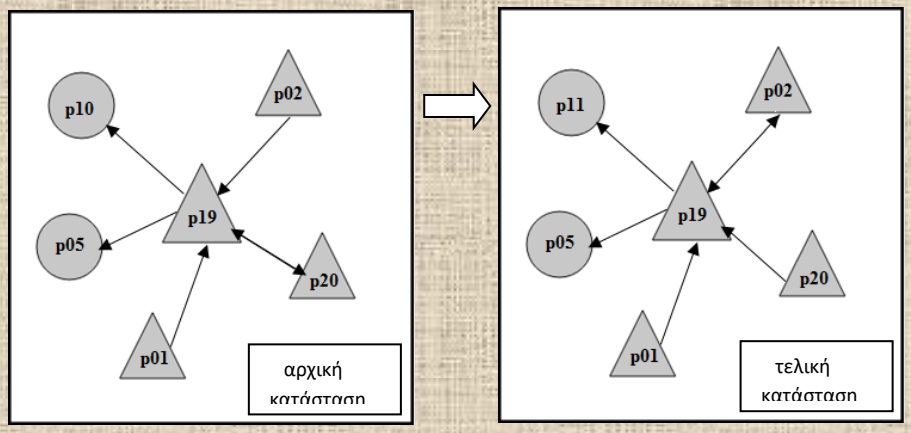




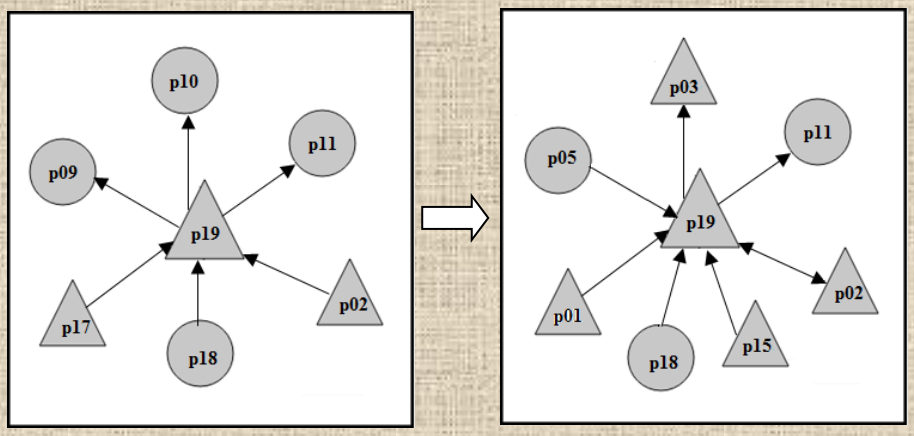
i1082004

Ατομικά Κοινωνιογραφήματα

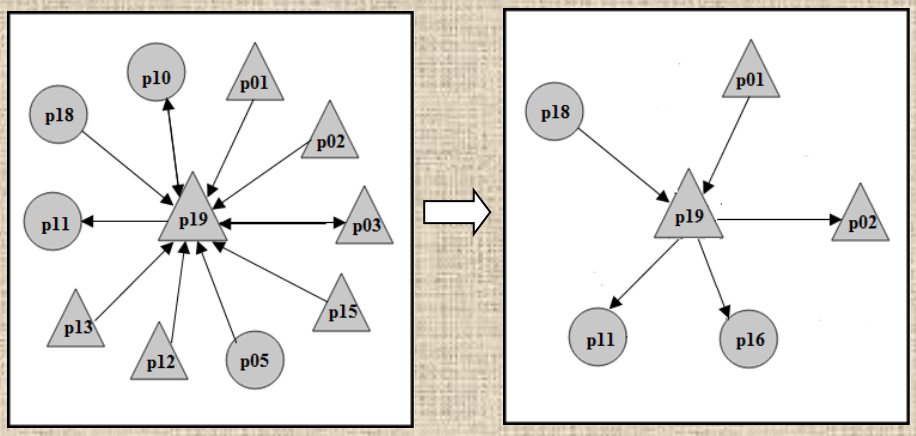
Κοινωνικό Στάτους



Μαθηματικό Στάτους



NIM Στάτους



Ο “ι1082004” είναι αγόρι. Τα ψευδώνυμο παραπέμπει στην ημερομηνία γέννησής του. Πρόκειται για ένα μαθητή, ο οποίος αντίθετα με αυτό που παρατηρείται καθημερινά γύρω του στην τάξη, δεν είναι παρορμητικός και πάντοτε πριν δώσει οποιαδήποτε απάντηση χρειάζεται το χρόνο του. Οι επιδόσεις του “ι1082004” στα σχολικά μαθήματα είναι ικανοποιητικές και σύμφωνα με τη γνώμη των εκπαιδευτικών που τον είχαν μαθητή, κατατάσσεται στην πρώτη εξάδα με κριτήριο τη εκτιμώμενη μαθηματική ικανότητά του. Μολονότι, παρουσιάζει εμφανή προτίμηση για θεωρητικά μαθήματα, τα μαθηματικά δεν τον αφήνουν αδιάφορο. Ωστόσο, δείχνει να δυσκολεύεται περισσότερο (σε σχέση με τα άλλα μαθήματα) μέχρι να κατακτήσει μια νέα μαθηματική έννοια που εισάγεται στο μάθημα και χρειάζεται αρκετή εξάσκηση και πολλά παραδείγματα για να νιώσει σιγουριά.

Η σχέση του “ι1082004” με τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές είναι τυπική. Διαθέτει πρόσβαση σε ηλεκτρονικό υπολογιστή με σύνδεση internet από το σπίτι του. Απέκτησε τις πρώτες του εμπειρίες με τη συνοδεία ενός μεγαλύτερου και πιο έμπειρου ατόμου (θεία, ξάδερφος), ωστόσο πλέον αισθάνεται άνετα και τον χρησιμοποιεί μόνος του, συνήθως σε εβδομαδιαία βάση, τόσο για ψυχαγωγικούς όσο και για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Βλέπει τον ηλεκτρονικό υπολογιστή θετικά μεν, ωστόσο, διαχωρίζει τη θέση του, ξεκαθαρίζοντας ότι δε θεωρεί πως ως μαθητής θα δούλευε πιο σκληρά αν γινόταν περισσότερη χρήση του υπολογιστή στη διδασκαλία.

Τα τελευταία δύο χρόνια, ο “ι1082004” παίζει ηλεκτρονικά παιχνίδια τόσο στο σταθερό υπολογιστή (desktop) όσο και σε συσκευές κινητών και tablet που διαθέτει η οικογένειά του. Δείχνει προτίμηση στα παιχνίδια ρόλων, σε παιγνίδια στρατηγικής, γρίφους, σταυρόλεξα, ενώ είναι από τους λίγους μαθητές που δηλώνει ότι ασχολείται με διαδικτυακά παιχνίδια με πολλούς χρήστες. Ασχολείται με τα παιχνίδια αυτά περίπου 2 φορές τη βδομάδα, συνήθως για μικρό χρονικό διάστημα κάθε φορά (λιγότερο από ώρα) και συνήθως όντας μόνος στο σπίτι του. Η εμπειρία του αυτή, τον βοήθησε να κατατάξει χωρίς δεύτερη σκέψη το NIM στην κατηγορία «παιχνίδια στρατηγικής» και να το προσεγγίσει με μια θετική προδιάθεση, δεδομένου ότι ήδη με τέτοιου είδους παιχνίδια του αρέσει να ασχολείται. Δήλωσε ότι θα προτιμούσε τη συγκεκριμένη εφαρμογή με το παιχνίδι NIM να την κατέβαζε στο κινητό τηλέφωνο, ώστε να μπορεί να παίζει με φίλους του ακόμα και σε καθημερινή βάση για μικρό πάντοτε χρονικό διάστημα (λιγότερο της μίας ώρας).

Τέλος, σύμφωνα με τις απαντήσεις του στο σχετικό ερωτηματολόγιο, ο “ι1082004” δε βρίσκει ιδιαίτερα ενδιαφέρον το μάθημα των μαθηματικών (οι απαντήσεις του βρίσκονται χαμηλά σε σχέση με το μέσο όρο της τάξης), ξεκαθαρίζοντας ότι σε καμία περίπτωση δεν θα ασχολιόταν με τα μαθηματικά εκτός σχολείου στον ελεύθερο χρόνο του. Παρόλα αυτά αναγνωρίζει τη χρησιμότητα των μαθηματικών, αν και δε φαίνεται να θεωρεί ότι η επίδοσή του σε αυτό μπορεί να επηρεάσει την επίδοσή του στα υπόλοιπα σχολικά μαθήματα. Όπως ήδη έχει αναφερθεί, η εισαγωγική παρουσίαση του παιχνιδιού

NIM τράβηξε την προσοχή του “ι1082004”, ο οποίος και θεώρησε ότι το παιχνίδι αυτό είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρον και πιθανόν μαθηματικά χρήσιμο.

4.6.3.1 Αρχική Κατάσταση

Ο “ι1082004” σημείωσε ικανοποιητικές επιδόσεις στις περισσότερες δοκιμασίες στις οποίες υποβλήθηκε κατά την έναρξη της διδακτικής παρέμβασης. Συγκεκριμένα, σημειώνει ένα από τα καλύτερα σκορ στη δοκιμασία μαθηματικής ικανότητας (6,5 όταν ο μέσος όρος της τάξης είναι 4,3 στα 10). Ακόμα καλύτερη είναι η επίδοσή του στη δοκιμασία NIM όπου μαζί με άλλους δύο συμμαθητές του πέτυχε το υψηλότερο σκορ (7 στα 10), στοιχείο που φανερώνει ότι μάλλον άμεσα αντιλήφθηκε το σκοπό και τους κανόνες του παιχνιδιού. Όσον αφορά τη μέτρηση της αυτοπεποίθησής του σε σχέση με τις εκτιμώμενες μαθηματικές του ικανότητες, βρίσκεται στο μέσο όρο της τάξης. Κάτι αντίστοιχο ισχύει και ως προς την αυτοπεποίθηση που επιδεικνύει σε σχέση με το νέο μαθηματικό παιχνίδι NIM, οπότε το σκορ του βρίσκεται ελαφρώς κάτω από το μέσο όρο της τάξης. Το τελευταίο φαντάζει κάπως περίεργο, δεδομένης της υψηλής επίδοσης που σημείωσε στη δοκιμασία NIM.

Σε ότι αφορά τις κοινωνιομετρικές δοκιμασίες, ο “ι1082004” φαίνεται να είναι ένας μαθητής που ανήκει στην κατηγορία του μέσου όρου. Στην ερώτηση «*Ποιους συμμαθητές θα διάλεγες για να παίξεις;*» βρίσκονται τρεις συμμαθητές του που τον επιλέγουν. Ίδιος αριθμός μαθητών (αν και διαφορετικά άτομα αυτή τη φορά) τον επιλέγουν ως μαθηματικό βοηθό. Εντυπωσιακή είναι η περίπτωση της τρίτης κοινωνιομετρικής ερώτησης «*Ποιους συμμαθητές θα διάλεγες για βοηθούς αν έπαιζες το μαθηματικό παιχνίδι NIM*», όπου ο “ι1082004” επιλέγεται από τους μισούς σχεδόν μαθητές του τμήματός του (9 στους 20) και φαντάζει ως ο αστέρας (ο πιο δημοφιλής) της τάξης για το συγκεκριμένο σκοπό (βοηθός NIM).

4.6.3.2 Τα στατιστικά

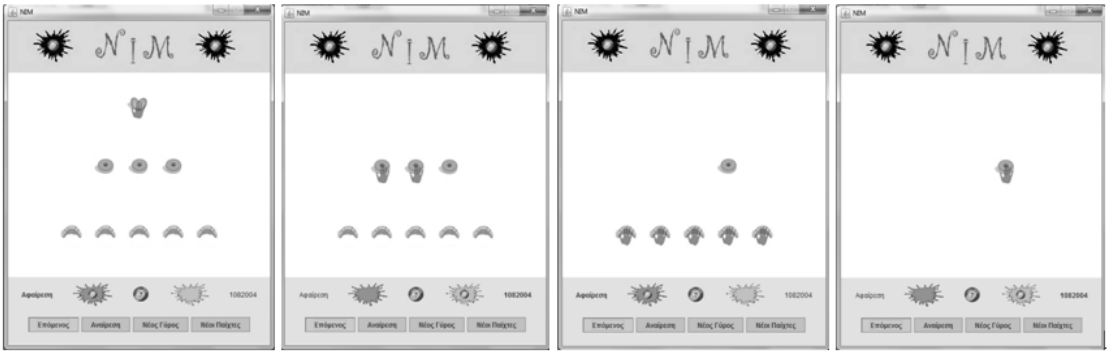
Ο “ι1082004” νίκησε στα 11 από τα 16 παιχνίδι NIM που έπαιξε επίδοση που τον κατατάσσει στην 4η θέση στο σύνολο των 20 μαθητών της τάξης. Ακόμα πιο σημαντικό είναι το γεγονός ότι τις περισσότερες ήττες τις σημείωσε στην απλή εκδοχή του παιχνιδιού (4 στα 8). Αντίθετα, στη σύνθετη εκδοχή είχε την καλύτερη επίδοση από όλους κάνοντας 7 νίκες σε 8 παιχνίδια, στοιχείο που μπορεί να ερμηνευτεί ως ένδειξη αυξανόμενης προοδευτικής κατανόησης του παιχνιδιού. Ο “ι1082004” είναι αρκετά προσεκτικός στα παιχνίδια του και σκέφτεται αρκετή ώρα πριν κάνει κάποια κίνηση. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα στα παιχνίδια που συμμετέχει να κάνει μικρό αριθμό λαθών (10 συνολικά). Επομένως, είναι από τους παίχτες εκείνους που δύσκολα παραχωρούν το πλεονέκτημα της νίκης στον αντίπαλό τους. Δεν είναι τυχαίο ότι στα λίγα παιχνίδια που χάνει, συνήθως παίζει σε μειονεκτική σειρά, τέτοια που δεν τον ευνοεί για την κατάκτηση της νίκης (δηλαδή παίζει ως. δεύτερος παίχτης στο απλό παιχνίδι ή ως πρώτος στο σύνθετο).

4.6.3.3 Παρατηρήσεις σχετικά με τον τρόπο παιχνιδιού

- Παιχνίδι NIM_{135}

Ο “ι1082004” κάνει αρκετές δοκιμές στα πρώτα παιχνίδια του όπου παίζει πρώτος και πειραματίζεται πολύ ως προς την επιλογή της πρώτης κίνησης. Ήδη από την πρώτη συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης, φαίνεται πως έχει καταλάβει τη σημασία της κίνησης αυτής για την εξέλιξη του παιχνιδιού, όταν και δηλώνει “*η πρώτη κίνηση είναι πάρα πολύ σημαντική*”, δίνοντας μάλιστα και παράδειγμα καταδικαστικής πρώτης κίνησης: “*Αν ο αντίπαλος πάρει π.χ. όλα τα κρουασάν ή όλα τα ντόνατ*”.

Οι σχετικές δοκιμές που κάνει φαίνεται να έχουν λογική και βασίζονται μάλλον στην ανάλυση του τι έγινε τόσο στα προηγούμενα παιχνίδια όπου έπαιξε πρώτος, όσο και σε αυτά που έπαιξε δεύτερος. Με άλλα λόγια, ο “ι1082004” παρακολουθεί με προσοχή τις κινήσεις του αντιπάλου του όταν παίζει ως πρώτος παίχτης και αναθεωρεί τις δικές του επιλογές. Έτσι, ο “ι1082004” αφού στα δύο πρώτα παιχνίδια που έπαιξε πρώτος δοκίμασε δύο διαφορετικές επιλογές (στο πρώτο ξεκίνησε παίρνοντας το γλυκό της κορυφής, ενώ στο δεύτερο παίρνοντας δύο από τα πέντε γλυκά της βάσης), από το τρίτο παιχνίδι και μετά υιοθετεί τη σωστή πρώτη κίνηση, παίρνοντας πάντοτε τα τρία από τα πέντε γλυκά της βάσης. Αυτή η «ανακάλυψη» προέκυψε μάλλον από την επεξεργασία ενός προηγούμενου παιχνιδιού, στο οποίο έπαιξε (ως δεύτερος παίχτης) με μία συμμαθήτριά του, η οποία θεωρείται ιδιαίτερα αδύναμη στα μαθηματικά και έχει μάλιστα χάσει χρονιά.



Εικόνα 68: Παιχνίδι NIM_{135}: Οι κινήσεις του παιχνιδιού μεταξύ “Αφαίρεσης” vs “ι1082004”

Όπως φαίνεται στην παραπάνω εικόνα, η συγκεκριμένη μαθήτρια ξεκίνησε κάνοντας την κίνηση αυτή και ο “ι1082004” δεν μπόρεσε να κάνει κάτι για να αποτρέψει την ήττα. Το γεγονός αυτό τον προβλημάτισε καθώς θεωρούσε δεδομένη τη νίκη του. Πέρα από την αποκάλυψη της ιδεατής πρώτης κίνησης, το παιχνίδι αυτό τον βοήθησε να συνειδητοποιήσει ότι μάλλον στην απλή εκδοχή του NIM, ο πρώτος παίχτης έχει πλεονέκτημα νίκης.

Μία άλλη παρατήρηση σχετικά με τον τρόπο παιξίματος του “ι1082004” είναι ότι αποφεύγει να αφαιρεί σειρές από το παιχνίδι. Έτσι, τα περισσότερα παιχνίδια του

καταλήγουν στο «σχηματισμό 1-1-1», τον οποίο και δείχνει να κατανοεί και να εκμεταλλεύεται προς όφελός του. Αντίθετα, στα δύο παιχνίδια που από πρωτοβουλία του αντιπάλου, φεύγει νωρίς από το ταμπλό το γλυκό της κορυφής και το παιχνίδι περιορίζεται πλέον σε δυο σειρές, ο "ι1082004" σημειώνει ισάριθμες ήττες. Ωστόσο, οι ήττες αυτές του έδωσαν την ευκαιρία να εξοικειωθεί με το σχηματισμό όπου στο ταμπλό μένουν δύο σειρές με ίσο αριθμό γλυκών και να κατανοήσει ότι πρόκειται για συνθήκη που οδηγεί σε ήττα τον παίχτη που είναι η σειρά του να κάνει κίνηση.

Επιπρόσθετα, αξίζει να σημειωθεί ότι ο "ι1082004" έδειξε το ζωηρότερο ενδιαφέρον στο να παρακολουθεί τα παιχνίδια των συμμαθητών του. Μόλις ολοκλήρωνε το δικό του παιχνίδι, τριγυρνούσε στους υπόλοιπους σταθμούς εργασίας και μάλιστα ήταν ιδιαίτερα εκδηλωτικός και στην αρχή προσπαθούσε να παρέμβει για να βοηθήσει τους φίλους του να αποφύγουν λάθος κινήσεις. Μόλις αυτό έγινε αντιληπτό από τον ερευνητή, του έγινε σχετική σύσταση, προκειμένου να μην παρεμβαίνει, ώστε οι συμμαθητές του να έχουν την ευκαιρία και αυτοί να σκεφτούν τις δικές τους στρατηγικές για το παιχνίδι.

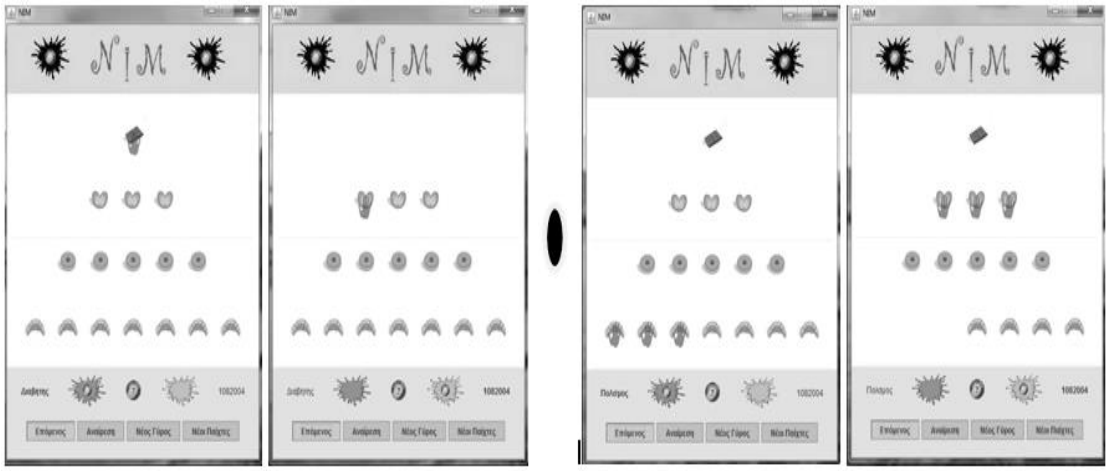
Τέλος, ο "ι1082004" είναι ο μοναδικός παίχτης, ο οποίος κρατούσε «επίσημα» στατιστικά για τα παιχνίδια του, όπου κατέγραφε το όνομα του αντιπάλου και το αποτέλεσμα του παιχνιδιού. Υπήρξαν και άλλοι συμμαθητές που ήξεραν ανά πάσα στιγμή πόσα παιχνίδια έχουν παίξει και πόσες νίκες έχουν πετύχει, ωστόσο, ο συγκεκριμένος κατέγραψε τις πληροφορίες σε μια κόλλα χαρτί, την οποία επιδείκνυε σε κάποιες περιπτώσεις στους συμμαθητές του.

- Παιχνίδι NIM_{1357}

Στην αρχή ξεκινάει το παιχνίδι του παίρνοντας τα τρία γλυκά της βάσης (κάνοντας γενίκευση) ωστόσο, γρήγορα διαπιστώνει ότι αυτή η κίνηση οδηγεί σε νίκη μονάχα στην περίπτωση της απλής εκδοχής του παιχνιδιού (NIM_{135}). Έτσι, γρήγορα εγκαταλείπει την κίνηση αυτή και δοκιμάζει άλλες, χωρίς να φαίνεται να καταλήγει σε μια συγκεκριμένη, γεγονός που ίσως φανερώνει μια συνειδητοποίηση του γεγονότος ότι στο NIM_{1357} το πλεονέκτημα νίκης δεν ανήκει στον παίχτη που παίζει πρώτος. Μάλιστα, στη συνέντευξη που δίνει μετά το τέλος της διδακτικής παρέμβασης φαίνεται να αναγνωρίζει ότι όταν παίζει πρώτος δίνει την ευκαιρία στους αντιπάλους του να αποκτήσουν πλεονέκτημα νίκης, χωρίς ωστόσο οι τελευταίοι να το εκμεταλλεύονται:

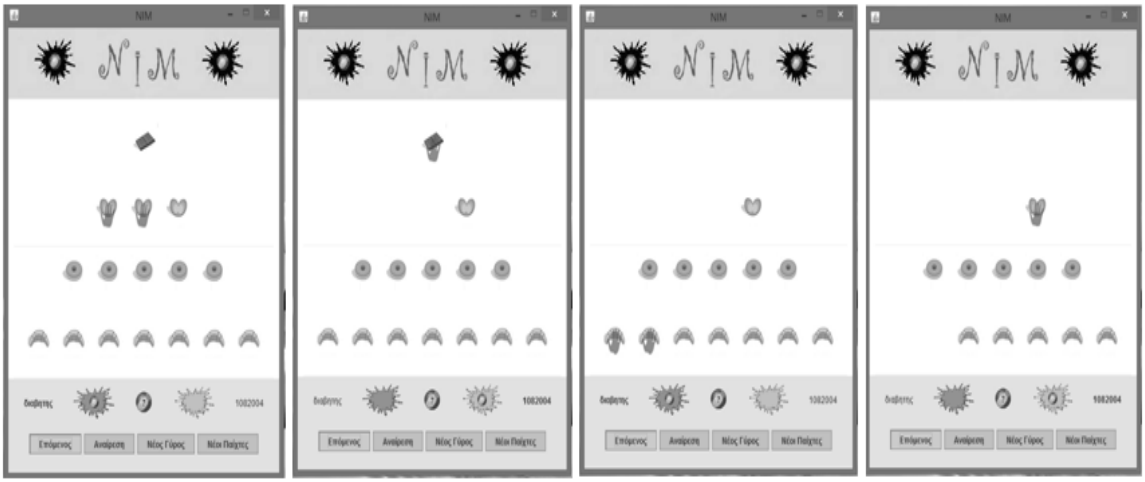
ι1082004:	Θα μπορούσα να χάσω….
Ορθή Γωνία:	Ναι. Πώς;
ι1082004:	Αν έπαιρνε δύο κρουασάν.
Ορθή Γωνία:	Άρα, δίνεις την ευκαιρία στον άλλο να κερδίσει.
ι1082004:	Ναι. Δίνω την ευκαιρία. Αλλά οι πιο πολλοί δεν το σκέφτονται.

Σε αντίθεση με τους περισσότερους συμμαθητές του που επιδιώκουν με τις κινήσεις τους να αφαιρέσουν γλυκά ώστε να εμφανιστεί στο ταμπλό η παλιά (οικεία) εκδοχή του παιχνιδιού NIM, ο "ι1082004" ακολουθεί μια πολύ συγκεκριμένη στρατηγική. Ανάλογα πάντα με την κίνηση του αντιπάλου, φροντίζει το άθροισμα του πλήθους των γλυκών που υπάρχουν σε όλες τις σειρές εξαιρουμένης εκείνης με τα περισσότερα γλυκά, να ισούται με το πλήθος των γλυκών της σειράς που εξαιρέθηκε. Έτσι, στην παρακάτω εικόνα, στο παιχνίδι με τον "Διαβήτη" παίρνει ένα μπισκότο από την τρίτη σειρά, αφήνοντας στη βάση 7 γλυκά και αθροιστικά στις άλλες δύο σειρές 5+2=7 γλυκά. Αντίστοιχα, στο παιχνίδι με τον "Πολλαπλασιασμό", παίρνει όλα τα γλυκά της τρίτης σειράς, προκειμένου να μείνει η δεύτερη σειρά με 5 γλυκά και οι υπόλοιπες δύο σειρές επίσης με 4+1= 5 γλυκά.



Εικόνα 69 : Παιχνίδι NIM_{1357}: Οι δύο πρώτες κινήσεις των παιχνιδιών "Διαβήτης" vs "ι1082004" και "Πολ/σμός" vs "ι1082004"

Η στρατηγική αυτή φάνηκε να λειτουργεί για το μαθητή, αφού κέρδισε 7 από τα 8 παιχνίδια, συνήθως περιμένοντας με υπομονή την ευκαιρία να αφήσει στο ταμπλό τελικά δύο σειρές γλυκών με ίσο αριθμό γλυκών, όπως φαίνεται στην που δείχνει το δεύτερο παιχνίδι του με τον "Διαβήτη".



Εικόνα 70: Παιχνίδι NIM_{1357}: Οι τέσσερις πρώτες κινήσεις του παιχνιδιού "Διαβήτης" vs "ι1082004"

4.6.3.4 Συμμετοχή στις δράσεις της διδακτικής παρέμβασης

- Συζητήσεις ολομέλειας στην τάξη

Στην πρώτη συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης για το παιχνίδι NIM_{135}, ο "ι1082004" έχει μικρή συμμετοχή. Παίρνει το λόγο πέντε φορές, τρεις φορές (μαζεμένες) στην αρχή της συζήτησης και άλλες δύο (πάλι μαζεμένες) στο τέλος. Ουσιαστικά, ασχολείται μόνο με μία βασική ερώτηση που έθεσε ο συντονιστής στην αρχή της συζήτησης (*«Συμφωνείτε για την πρώτη κίνηση ότι δεν έχει σημασία;»*) και διατυπώνει αρχικά τη γνώμη του λέγοντας: «*η πρώτη κίνηση είναι πάρα πολύ σημαντική*», δίνοντας και ένα παράδειγμα πρώτης κίνησης που οδηγεί σε σίγουρη ήττα. Στη συνέχεια, δε συμμετέχει καθόλου στη συζήτηση για την ορθότητα ή μη των υπόλοιπων κινήσεων του υπό εξέταση παιχνιδιού και επανέρχεται στο τέλος της συζήτησης, στο κομμάτι της ανακεφαλαίωσης. Εκεί διατυπώνει εκ νέου τη θέση του, την οποία εμπλουτίζει ξανά με το ίδιο παράδειγμα, αναφέροντας τα εξής: «*Θέλω να πω ότι άμα κάνεις λάθος στην πρώτη κίνηση, και είναι μεγάλο το λάθος, μετά δεν μπορεί να το διορθώσεις. Ό,τι και να κάνεις. Π.χ. αν πάρεις όλα τα ντόνατς, μετά ο άλλος θα πάρει όλα τα κρουασάν και μετά εσένα θα σου μείνει το κουλουράκι*».

Στη δεύτερη συζήτηση για το παιχνίδι NIM_{135}, μολονότι το παιχνίδι που αποτελεί αντικείμενο σχολιασμού είναι ένα από τα δικά του παιχνίδια, ο "ι1082004" συνεχίζει να έχει περιορισμένη συμμετοχή. Συγκεκριμένα, παίρνει το λόγο πάλι πέντε φορές, μαζεμένες αυτή τη φορά κάπου στη μέση (χρονικά) της συζήτησης. Όπως και στην προηγούμενη συζήτηση ολομέλειας, ο "ι1082004" συμμετέχει ουσιαστικά διατυπώνοντας έναν κανόνα («*Όταν κάποιος παίζει και έχουνε μείνει δύο από μια σειρά και δύο από άλλη μία είναι σίγουρο ότι θα χάσει. Οτιδήποτε κι αν συμβεί.*»), χωρίς όμως τώρα να δίνει έστω κάποιο παράδειγμα ή περαιτέρω επεξηγήσεις («*Δεν υπάρχει σωτηρία.*» - «*...ε τότε, είσαι καταδικασμένος, δεν μπορείς να ...δεν υπάρχει σωτηρία για τον παίχτη*»).

Το ίδιο συμβαίνει και στις δύο συζητήσεις στην ολομέλεια της τάξης για το σύνθετο παιχνίδι NIM, όπου η συμμετοχή του (σε κάθε συζήτηση) περιορίζεται σε τρεις εκφορές (για κάθε συζήτηση), στις οποίες και διατυπώνει ουσιαστικά τον ίδιο πάλι κανόνα («*Γιατί άμα μείνεις με πέντε πέντε, δε. Θα χάσεις σίγουρα.*» - «*Η στρατηγική είναι να αφήσεις δύο σειρές που να έχουν ίσο αριθμό με γλυκά.*»).

Ένα πάντως βασικό στοιχείο που προέκυψε από την τελευταία συνεισφορά του "ι1082004" στην τελευταία συζήτηση σε ολομέλεια τάξης, είναι η συνειδητοποίηση εκ μέρους του της έννοιας ενός «τέλειου» αντιπάλου, ο οποίος και κάνει διαρκώς ιδεατές κινήσεις. Δείχνει ότι ο "ι1082004" αντιμετωπίζει το παιχνίδι ως μία πρόκληση και επιδιώκει να κερδίσει μέσα από τη δική του στρατηγική και όχι ελπίζοντας στο μπέρδεμα και σε μια πιθανή έλλειψη συγκέντρωσης του αντιπάλου του. Αναφέρει σχετικά:

«Εάν πάρει όλα τα κρουασάν, ο … θα γίνει όπως ήτανε το παλιό παιχνίδι και ο αντίπαλος θα πα… μπορεί να, άμα έχουμε τον τέλειο αντίπαλο, θα πάρει τα τρία ντόνατ και τελείωσε η κουβέντα… Δεν υπάρχει σωτηρία.»

Ιδιαίτερη εντύπωση προκαλεί το γεγονός ότι ο "ι1082004" όταν σχολιάζει παιχνίδια συμμαθητών του χρησιμοποιεί συχνά τη λέξη «αντίπαλος» αναφερόμενος σε αυτούς, κάτι που δε γίνεται κατά κανόνα από τους υπόλοιπους μαθητές της τάξης.

- Σχολιασμός κινήσεων παιχνιδιών σε powerpoint

Ο τρόπος με τον οποίο ο "ι1082004" σχολιάζει τα υπό εξέταση παιχνίδια στο περιβάλλον του Google Presentations είναι σταθερός. Καταρχήν σχολιάζει μόνο τα παιχνίδια στα οποία παίζει ο ίδιος. Αντίθετα, δεν κάνει σχόλια σε παιχνίδια που παίζουν μόνο συμμαθητές του. Όσον αφορά τα σχόλιά του, αρχικά κρίνει την ορθότητα ή μη της κίνησης και δικαιολογεί την κρίση αυτή κάνοντας αναφορά στην κίνηση που θα ακολουθήσει. Έτσι, σχολιάζοντας μια δική του κίνηση γράφει: «*Έκανα μία κακή κίνηση γιατί η Αφαίρεση θα πάρει όλα τα κρουασάν και εγώ θα π΄΄αρω το τελευτέο ντονατς*».

Πάντως, έστω και περιστασιακά, ο "ι1082004" είναι από τους λίγους μαθητές που στο περιβάλλον αυτό έκαναν μια σχετική προσπάθεια να φανερώσουν το πλάνο που ακολούθησαν στο παιχνίδι τους. Έτσι, σχολιάζοντας στο παιχνίδι NIM_{1357} την επιλογή του να ξεκινήσει παίρνοντας τα 6 από τα 7 γλυκά της βάσης (κρουασάν), αποκαλύπτει τις παρακάτω σκέψεις του :

«την καλη κινηση την πρωτη διοτι ολοι οι αντιπαλοι σψεδον περνουν το άλλο κρουασανα και μετα εγω παιρνω 3 ντονατς και μετα δεν υπαρχει σωτηρία».

- Τεχνική του ομιλούντος υποκειμένου

Ο "ι1082004" αρχικά δείχνει απροθυμία στο να αποκαλύψει τη σκέψη που κάνει πριν από κάθε κίνηση, όταν χρησιμοποιείται η τεχνική του ομιλούντος υποκειμένου. Μάλιστα, είναι ο ένας από τους δύο μαθητές που δικαιολόγησαν την επιλογή τους αυτή, εξηγώντας ότι δεν ήθελαν μπροστά στον αντίπαλο να αποκαλύψουν τη στρατηγική τους. Ακόμα, όμως και όταν η ένστασή του έγινε δεκτή και τροποποιήθηκε η όλη διαδικασία ώστε οι αντίπαλοι να παρευρίσκονται σε χώρο διαφορετικό κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού, πάλι ο "ι1082004" δεν αποκαλύπτει τι σκέφτεται παρά την παρότρυνση που δέχεται από τον ερευνητή ή το βοηθό του. Μάλιστα, την πρώτη φορά που χρησιμοποιήθηκε το think aloud πρωτόκολλο, μόλις ο "ι1082004" καταλαβαίνει ποια είναι η έκβαση του παιχνιδιού, όχι μόνο δεν εξηγεί τις κινήσεις του, αλλά επιδιώκει να απομακρυνθεί από το χώρο, θεωρώντας το παιχνίδι ως λήξαν.

Η μοναδική φορά που αποκαλύπτει κάτι από τις σκέψεις του είναι στο NIM_{1357}, οπότε και αναφέρει (χωρίς όμως πολλές λεπτομέρειες) ότι ακολουθεί μια στρατηγική

που μόνο αυτός εκείνη τη στιγμή είχε ανακαλύψει (να αφήσει στο ταμπλό τρεις σειρές γλυκών, όπου το άθροισμα των γλυκών των δύο σειρών να ισούται με το πλήθος των γλυκών της τρίτης). Η εξαίρεση αυτή γίνεται πιθανόν γιατί ο "ι1082004" αισθάνεται ιδιαίτερα περήφανος που κατάφερε να εντοπίσει (έστω και ημιτελώς) τη συγκεκριμένη στρατηγική.

- Συζητήσεις σε περιβάλλον chat

Στην πρώτη συζήτηση που έγινε στο chat περιβάλλον ο "ι1082004" είναι ένας από τους δύο μαθητές που δεν έκαναν καμία ανάρτηση. Όταν ρωτήθηκε σχετικά, δήλωσε ότι ήταν τυχαίο και ότι η μη συμμετοχή του δεν έχει σχέση με έλλειψη γνώσης του εργαλείου chat.

Στη δεύτερη συζήτηση που έγινε για το παιχνίδι NIM_{1357}, ο "ι1082004" συμμετέχει κάνοντας 7 αναρτήσεις, χρησιμοποιώντας συνήθως κεφαλαία γράμματα, παρά τη σχετική υπόδειξη που έγινε στην αρχή της chat συνεδρίας. Οι δύο από αυτές ήταν σύντομες δηλώσεις («Συμφωνώ») με τις οποίες εξέφραζε τη συμφωνία του για τα λεγόμενα δύο συμμαθητών του που θεωρούνται ιδιαίτερα ικανοί στα μαθηματικά. Οι άλλες δύο ήταν αξιολογικές κρίσεις, είτε συγκεκριμένης κίνησης που έγινε στο παιχνίδι («*ΚΑΚΚΙΣΤΗ ΚΙΝΗΣΗ ΕΠΕΙΔΗ ΜΕΤΑ Ο ΑΝΤΙΠΑΛΟΣ ΕΧΕΙ ΤΗ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΝΑ ΠΑΙΞΕΙ ΤΗΝ ΠΡΩΤΗ ΚΙΝΗΣΗ ΤΟΥ ΠΑΛΑΙΟΥ ΠΑΙΧΝΙΔΙΟΥ ΑΡΑ ΤΟΥ ΧΑΡΙΖΕΤΑΙ Η ΝΙΚΗ !!!*»), είτε του παιχνιδιού συνολικά («*ΔΕΝ ΥΠΗΡΧΕ ΣΤΡΑΤΙΓΙΚΗ ΠΡΟΣ ΤΟ ΠΑΡΟΝ ΟΛΑ ΕΚΤΟΣ ΑΠΟ ΑΥΤΗΝ ΤΗΝ ΚΙΝΗΣΗ ΕΓΗΝΑΝ ΣΤΗΝ ΤΥΧΗ*»).

Ωστόσο, ο "ι1082004" δεν περιορίζεται μόνο στη διατύπωση μιας κρίσης, αλλά επιδιώκει να δώσει στοιχειωδώς μια εξήγηση. Έτσι, στην πρώτη περίπτωση αναγνωρίζει ότι το σύνθετο παιχνίδι NIM που σχολιάζεται τείνει να καταλήξει στο απλό NIM, ενώ στη δεύτερη περίπτωση κάνει αναφορά (έστω κωδικοποιημένα) στο σχηματισμό που εμφανίζεται στο ταμπλό του παιχνιδιού. Μάλιστα, λόγω του ότι ο συντονιστής θεώρησε ότι ο τρόπος έκφρασης («αφήνει 5-5») θα είναι ασαφής για πολλούς μαθητές, του γίνεται σχετική ερώτηση επέκτασης («Δεν βλέπω πουθενά να αφήνει πέντε πέντε γλυκά? Τι εννοείς ι1082004?») στην οποία και ο ι1082004 ανταποκρίνεται δημοσιεύοντας σχετική ανάρτηση («*5 σε μία σειρά , 3 σε μία , 1 σε μία και1 σε μία (συνολο : 5)*») έστω και κάπως καθυστερημένα[51].

4.6.3.5 Τελική Κατάσταση

Ο "ι1082004" είναι από τους μαθητές εκείνους που είχαν σημειώσει υψηλά σκορ στις αρχικές δοκιμασίες, τόσο για τη μαθηματική ικανότητα όσο και για το παιχνίδι NIM. Ως εκ τούτου, τα περιθώρια σημαντικής βελτίωσης ήταν περιορισμένα. Παρόλα αυτά, στο τεστ μαθηματικής ικανότητας παρουσιάζεται βελτίωση της τάξης της 1,5

[51] Είχε προηγηθεί ανάρτηση του "9stein" («*υπαρχουν 5 ντονατ και τα υπολοιπα αμα τα προσθεσεις βγαινουν 5*») που προσπαθούσε να εξηγήσει τι πιθανόν εννοούσε ο "ι1082004" λέγοντας «*αφήνει 5-5*»

μονάδας (σημειώνει σκορ 8/10 από 6,5 που είχε αρχικά). Λιγότερο ενθαρρυντικά ήταν τα δεδομένα σχετικά με τη δοκιμασία NIM. Ενώ αρχικά είχε σκορ 7 στα 10, μετά την ολοκλήρωση της α' φάσης της παρέμβασης (NIM_{135}) το σκορ βελτιώθηκε κατά μία μόλις μονάδα, ενώ μετά την ολοκλήρωση της β' φάσης το σκορ μειώθηκε εκ νέου στο αρχικό (7 στα 10). Μολονότι από την ανάλυση των παιχνιδιών και των συζητήσεων που συμμετείχε ο "ι1082004" φάνηκε να υπάρχει πιο λεπτομερής κατανόηση του παιχνιδιού, η δοκιμασία NIM δεν επιβεβαιώνει κάτι τέτοιο.

Όσον αφορά τις δοκιμασίες ελέγχου της αυτοπεποίθησης παρατηρήθηκε βελτίωση σε σχέση με τη μαθηματική αυτοπεποίθηση του μαθητή, καθώς ο μέσος όρος έφτασε το 4,3 σε σχέση με το αρχικό 3,6. Πιθανόν, η καλή επίδοση του μαθητή στην επαναληπτική δοκιμασία μαθηματικής επίδοσης να επηρέασε θετικά και την αυτοπεποίθηση του μαθητή στα μαθηματικά γενικά. Κάτι τέτοιο δε φάνηκε να συμβαίνει σε σχέση με την αυτοπεποίθησή του όσον αφορά την ικανότητά του στο παιχνίδι NIM. Έτσι, παρόλο που ο "ι1082004" τελείωσε τη διδακτική παρέμβαση κάνοντας ένα σερί 7 νικών και μόλις μιας ήττας, η αυτοπεποίθησή του μένει σχεδόν σταθερή (από 3,7 γίνεται 4 με ανώτερο σκορ το 5 και μέσο όρο τάξης το 4).

Το πιο ενδιαφέρον εύρημα, που αποτέλεσε και την αιτία που ο "ι1082004" παρουσιάστηκε ως μελέτη περίπτωσης στην παρούσα έρευνα, είναι η μεγάλη μείωση των κοινωνιομετρικών προτιμήσεων που δέχθηκε από τους συμμαθητές του, σε σχέση με το ερώτημα «ποιους συμμαθητές θα διάλεγες για βοηθούς στο μαθηματικό παιχνίδι NIM). Από εκεί που αρχικά οι μισοί μαθητές (9/20) τον είχαν επιλέξει για βοηθό NIM, μετά την ολοκλήρωση της παρέμβασης μόλις 2 μαθητές τον προτιμούν ξανά. Σε αντίθεση με την περίπτωση του βοηθού NIM, δεν παρατηρήθηκαν άλλες κοινωνιομετρικές μεταβολές για τον "ι1082004" στις άλλες δυο περιπτώσεις (φίλος για παιχνίδι και μαθηματικός βοηθός).

4.6.3.6 Απολογισμός – Γενικές παρατηρήσεις

. Ο "ι1082004" προσπαθεί να αιτιολογήσει τις επιλογές που κάνει κατά τη διάρκεια των παιχνιδιών και να εξηγήσει τη λογική πίσω από τις κινήσεις των συμμαθητών του. Χρησιμοποιεί τον αιτιολογικό σύνδεσμο «γιατί» στις περισσότερες περιπτώσεις. Ωστόσο, έχει την τάση να διατυπώνει κανόνες, τους οποίους δεν αισθάνεται την ανάγκη να τους αναλύσει – εξηγήσει περισσότερο. Αποδέχεται απλώς την ισχύ τους και θεωρεί ότι η διατύπωσή τους και μόνο είναι αρκετή για να κάνει το συμμαθητή του να καταλάβει. Και ο ίδιος ο "ι1082004" επιλέγει συμμαθητές του για μαθηματικούς βοηθούς στηριζόμενος σε αυτό το κριτήριο, το κατά πόσον είναι σε θέση να του υποδείξουν τους κανόνες για να κερδίσει στο παιχνίδι, όπως εξηγεί παρακάτω:

> «*τον… ξεχώρισα γιατί είναι κι αυτός καλός και λέει και πως το λένε…σωστές απαντήσεις. Στις ερωτήσεις που κάναμε.*»

Ένα στοιχείο που προκύπτει από την ανάλυση των επιλογών που κάνει στις κοινωνιομετρικές δοκιμασίες, είναι το ότι με εξαίρεση μία συμμαθήτριά του που την περιλαμβάνει στις περισσότερες επιλογές, αλλάζει γνώμη για όλους τους υπόλοιπους. Έτσι, επιλέγει διαφορετικά άτομα για μαθηματικούς βοηθούς στην αρχή της παρέμβασης και άλλα στο τέλος. Το ίδιο ισχύει και για την περίπτωση επιλογής βοηθών για το παιχνίδι NIM, ακόμα και στην περίπτωση επιλογής συμμαθητών για παιχνίδι. Αυτή η μη σταθερότητα των επιλογών του ίσως να οδήγησε τους συμμαθητές του σταδιακά στο να τον εγκαταλείψουν και να μην τον επιλέξουν για βοηθό στο παιχνίδι NIM ύστερα από την ολοκλήρωση της διδακτικής παρέμβασης και μολονότι ήταν φανερό στους περισσότερους (κυρίως λόγω του εντυπωσιακού του σκορ στο NIM_{1357}) ότι ο συγκεκριμένος μαθητής έχει ικανότητες στο παιχνίδι αυτό.

Επίσης, πιθανόν κάποιες ανταγωνιστικές συμπεριφορές που εκδήλωσε να συνέβαλαν στο παραπάνω. Η στατιστική καταγραφή των παιχνιδιών, η τάση του να ανακατεύεται στα παιχνίδια των συμμαθητών και να προσπαθεί να επιβάλλει τη δική του στρατηγική, ακόμα και η προτίμησή του να αναφέρεται στους συμμαθητές του με τον όρο «αντίπαλοι», αποτελούν στοιχεία που μπορεί να επηρεάσουν την απόφασή τους για τον αν θα τον επιλέξουν ξανά ως βοηθό στο παιχνίδι NIM.

Δεν μπορεί να αποκλειστεί και το ενδεχόμενο η μεγάλη διαφορά επιλογών πριν και μετά την παρέμβαση να οφείλεται στο γεγονός ότι ο “ι1082004”, σε σύγκριση με άλλους συμμαθητές του, δεν συμμετείχε το ίδιο ενεργά στις κοινές δράσεις (συζητήσεις στην ολομέλεια, συζητήσεις chat). Επομένως, πιθανόν οι πολλές αρχικές επιλογές που είχε και που πιθανόν οφείλονταν στον μεγάλο αρχικό ενθουσιασμό για το παιχνίδι NIM, να περιορίστηκαν καθώς ο ίδιος φάνηκε να αποσύρεται από το επίκεντρο της προσοχής, ενώ ταυτόχρονα νέα άτομα ανέλαβαν πρωταγωνιστικό ρόλο και πιθανόν κέρδισαν την προτίμηση των συμμαθητών τους, «κλέβοντας» προτιμήσεις από τον “ι1082004”.

ΕΝΟΤΗΤΑ 5^{Η}
ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην ενότητα αυτή, αρχικά, στο ***πρώτο κεφάλαιο***, γίνεται συζήτηση των αποτελεσμάτων της έρευνας, σε σχέση πάντοτε με τα κατευθυντήρια ερευνητικά ερωτήματα που έχουν τεθεί. Γίνεται μια προσπάθεια να δοθούν εξηγήσεις σχετικά με το τι προκάλεσε τα αποτελέσματα που προέκυψαν και επιχειρείται η σύγκριση και αντιπαράθεση των αποτελεσμάτων της παρούσας έρευνας με αυτά προηγούμενων μελετών.

Η συζήτηση επικεντρώνεται σε ζητήματα όπως η επίδραση της διδακτικής παρέμβασης στην γενικότερη ικανότητα επίλυσης προβλημάτων των μαθητών και την ειδικότερη ικανότητά τους στο παιχνίδι NIM. Η επιλογή στρατηγικών και τρόπων προσέγγισης του παιχνιδιού συνιστά ένα άλλο ζήτημα που εξετάζεται, καθώς επίσης και ο τρόπος συμμετοχής των μαθητών στις διαλογικές δραστηριότητες της παρέμβασης. Στη συνέχεια, αντικείμενο συζήτησης γίνονται τα αποτελέσματα που έχουν σχέση με τους συλλογισμούς που διατυπώνουν οι μαθητές στο πλαίσιο της παρέμβασης, ενώ ακολουθεί συζήτηση σε σχέση με γλωσσικές επιλογές των μαθητών. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με μια συνοπτική ανακεφαλαίωση των σημαντικότερων ευρημάτων - συμπερασμάτων της έρευνας.

Μετά την ολοκλήρωσης της συζήτησης, στο ***δεύτερο κεφάλαιο*** της ενότητας, γίνεται αρχικά λόγος για μεθοδολογικούς περιορισμούς και αδυναμίες της έρευνας. Στη συνέχεια ακολουθεί αναφορά σε ερωτήματα και προβληματισμούς που προέκυψαν κατά τη διάρκεια διεξαγωγής της παρούσας έρευνας, ενώ επισημαίνονται σημεία που χρήζουν περαιτέρω διερεύνησης. Προτείνονται μελλοντικές ερευνητικές κατευθύνσεις, καθώς και εναλλακτικές μεθοδολογικές προσεγγίσεις που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν.

ΕΝΟΤΗΤΑ 5Η - ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1Ο
ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Η συζήτηση σχετικά με την παρούσα μελέτη περίπτωσης και τα αποτελέσματα που προέκυψαν, ξεκινάει με το σχολιασμό της επιλογής του γράφοντος να σχεδιάσει και να υλοποιήσει μια διδακτική παρέμβαση, βασισμένη σε ένα (ψηφιακά διασκευασμένο) παιχνίδι στρατηγικής.

Η παραπάνω επιλογή έγινε, έχοντας επίγνωση των πορισμάτων αρκετών μελετών που δείχνουν ότι συνήθως οι έρευνες που εξετάζουν την επίδραση του παιχνιδιού στη μάθηση, κατά κανόνα δεν καταλήγουν στην εμφάνιση εντυπωσιακών αποτελεσμάτων (Δημητριάδης, 2015). Το παραπάνω αποδίδεται, ανάμεσα σε άλλους παράγοντες, στο γεγονός ότι υπάρχει τεράστια ποικιλία τύπων παιχνιδιών (game genres) που μπορούν να αξιοποιηθούν και κυρίως στο ότι υπάρχουν ένα σωρό παράμετροι μάθησης που είναι ουσιαστικά αδύνατο να μελετηθούν διεξοδικά (de Byl & Hooper, 2013).

Σχετική με όσα προηγήθηκαν, είναι βιβλιογραφική ανασκόπηση (McClarty et al, 2012) αναφορικά με τη χρήση παιχνιδιών στην εκπαίδευση, στην οποία οι συγγραφείς εκφράζουν την αμφιβολία τους ως προς το κατά πόσο ουσιαστική και «δίκαιη» είναι η αποτίμηση της διδακτικής αξίας ενός παιχνιδιού μέσα από τη σύγκριση της επίδοσης των μαθητών σε σταθμισμένες δοκιμασίες που συμπληρώνουν πριν και μετά την αξιοποίησή του. Θεωρούν ότι η χρήση εκπαιδευτικών παιχνιδιών παρέχει ένα τεράστιο εύρος ευκαιριών μάθησης, οι οποίες δεν είναι εύκολο να γίνουν άμεσα αντιληπτές, ίσως ούτε καν να προσδιοριστούν με ακρίβεια. Επομένως, δεν θα πρέπει να προκαλεί απογοήτευση η περίπτωση διδακτικών παρεμβάσεων στις οποίες δεν προκύπτει κάποιο μετρήσιμο όφελος από τη χρήση των εκπαιδευτικών παιχνιδιών.

Αυτός ήταν ένας από τους βασικούς λόγους που επιλέχθηκε για την παρούσα έρευνα η μεθοδολογία της μελέτης περίπτωσης, με ταυτόχρονη αξιοποίηση τόσο ποιοτικών όσο και ποσοτικών μεθόδων συλλογής δεδομένων. Όπως αναφέρεται στην ενότητα όπου παρουσιάζεται η μεθοδολογία της έρευνας, βασική επιδίωξη αποτέλεσε περισσότερο η παρουσίαση μίας όσο το δυνατόν πιο πυκνής περιγραφής της δραστηριότητας που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της διδακτικής παρέμβασης και λιγότερο ο έλεγχος της βελτίωσης που σημείωσαν οι μαθητές στο γνωστικό κομμάτι. Άλλωστε, η παραπάνω επιλογή βρίσκεται σε συμφωνία και με τις θεωρητικές παραδοχές του ερευνητή (κοινωνικοπολιτιστικές προσεγγίσεις στη μάθηση), όπως αυτές παρουσιάστηκαν στο εισαγωγικό κεφάλαιο της διατριβής. Σύμφωνα με αυτές, κατά τη μελέτη της ανάπτυξης νοητικών διεργασιών, το ενδιαφέρον δεν πρέπει να στρέφεται αποκλειστικά στο τελικό προϊόν – αποτέλεσμα μιας παρέμβασης, αλλά χρειάζεται να δίνεται έμφαση στη μελέτη της διαδικασίας που ακολουθήθηκε για την επίτευξη των παρατηρούμενων (ή μη) αλλαγών (Goos, 2004).

5.1.1 Συζήτηση για την επίδραση της διδακτικής παρέμβασης στη γενική ικανότητα επίλυσης προβλημάτων και την ειδική ικανότητα στο παιχνίδι NIM

Στη συνέχεια γίνεται μια σύντομη αναφορά στα αποτελέσματα που είχαν σχέση με την εξέταση της επίδρασης που είχε η διδακτική παρέμβαση στη γενικότερη ικανότητα επίλυσης προβλημάτων των μαθητών (όπως εκτιμήθηκε μέσω της γραπτής μαθηματικής δοκιμασίας και μέσα από τις σχετικές κρίσεις των εκπαιδευτικών που δίδαξαν τους συγκρεκριμένους μαθητές), καθώς και στην ειδικότερη ικανότητά τους στο παιχνίδι NIM. Έχοντας υπόψη τους περιορισμούς που τίθενται από τη χρησιμοποίηση μη σταθμισμένων δοκιμασιών για την εκτίμηση των παραπάνω ικανοτήτων, προέκυψαν ορισμένες ενδιαφέρουσες παρατηρήσεις.

Καταρχήν, έχει ενδιαφέρον η παρατήρηση ότι η συσχέτιση ανάμεσα στις δυο διαφορετικές πηγές εκτίμησης της ικανότητας επίλυσης προβλημάτων των μαθητών (δηλαδή ανάμεσα στη γραπτή μαθηματική δοκιμασία και τις κρίσεις των εκπαιδευτικών για την επίδοση των μαθητών στην παραπάνω δοκιμασία) είναι πολύ ισχυρή. Το παραπάνω εύρημα έρχεται σε συμφωνία με αντίστοιχο εύρημα των Hoge & Coladarzi (1989) οι οποίοι ύστερα από σχετική ανασκόπηση της βιβλιογραφίας εντόπισαν 16 έρευνες στις οποίες σημειώθηκε παρόμοια συσχέτιση μεταξύ των κρίσεων των εκπαιδευτικών και των επιδόσεων των μαθητών σε σταθμισμένες δοκιμασίες εκτίμησης της μαθηματικής τους ικανότητας. Ως εκ τούτου, το συμπέρασμα των εν λόγω ερευνητών ότι οι εκτιμήσεις των εκπαιδευτικών θα πρέπει να αντιμετωπίζονται ως μια έγκυρη πηγή πληροφόρησης, φαίνεται να έχει ισχύ και στην παρούσα έρευνα.

Από εκεί και πέρα, οι μαθητές στην επαναληπτική επίδοση της γραπτής μαθηματικής δοκιμασίας παρουσίασαν στατιστικά σημαντική βελτίωση, κάτι που επίσης συνέβη (και μάλιστα σε μεγαλύτερο βαθμό στατιστικής σημαντικότητας) και με την επαναληπτική δοκιμασία για την εκτίμηση της ικανότητας των μαθητών στο παιχνίδι NIM. Το εύρημα αυτό έρχεται ως ένα βαθμό σε αντίθεση με αυτό που παρατήρησαν ο ter Vrugte και οι συνεργάτες του σε αρκετές από τις έρευνες που εξέτασαν. Σύμφωνα με τους παραπάνω συγγραφείς (ter Vrugte et al, 2017) συχνά οι μαθητές που διδάσκονται κάποια έννοια μέσα από την αξιοποίηση ψηφιακών παιχνιδιών παρουσιάζουν συστηματικά βελτίωση στο πώς παίζουν το παιχνίδι, όχι όμως απαραίτητα και βελτίωση στις επιδόσεις τους στα τεστ αξιολόγησης που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της μάθησης που έλαβε χώρα. Στην παρούσα εργασία, σημειώθηκε βελτίωση και στο κομμάτι της μάθησης (επίδοση στις γραπτές δοκιμασίες που αναφέρθηκαν), αλλά και στον τρόπο παιξίματος, όπως προκύπτει από τον προοδευτικό περιορισμό των λάθος κινήσεων και την ολοένα και μεγαλύτερη διάρκεια (πλήθος κινήσεων) των παιχνιδιών.

Ύστερα από μια προσεκτικότερη εξέταση των δεδομένων από τις γραπτές δοκιμασίες, φάνηκε ότι η παρατηρούμενη βελτίωση στη γραπτή μαθηματική δοκιμασία οφείλεται σε συγκεκριμένα αντικείμενα της δοκιμασίας (και όχι στο σύνολό της). Όπως

αναφέρθηκε και στην ενότητα με την παρουσίαση των αποτελεσμάτων (εδάφιο 4.4.1.1), οι μαθητές σημείωσαν αισθητή βελτίωση σε αντικείμενα της δοκιμασίας που σχετίζονται είτε με την ικανότητα αναδρομικής σκέψης (λογικοί συλλογισμοί «οπισθοπορείας» - backwards thinking), είτε με την αναλυτική ικανότητα (analytical thinking).

Όσον αφορά την περίπτωση της αναδρομικής σκέψης, τα παρόντα αποτελέσματα συμφωνούν με εκείνα της έρευνας των Reeves & Gleichowski (2007), οι οποίοι, έχοντας χρησιμοποιήσει το παιχνίδι NIM με μαθητές γυμνασίου, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι το παιχνίδι αυτό μπορεί να βοηθήσει στην ανάπτυξη της στρατηγικής αυτής. Παρόμοια, σε παλαιότερη έρευνα, ο Kraus (1982) είχε παρατηρήσει ότι οι μαθητές που έπαιξαν το παιχνίδι NIM έκαναν επίσης χρήση της παραπάνω στρατηγικής.

Είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρον το γεγονός ότι αυτή η παρατηρούμενη βελτίωση σημειώθηκε μολονότι οι μαθητές κάνουν ελάχιστες αναφορές για τη συγκεκριμένη στρατηγική στο πλαίσιο των συζητήσεων που διεξήχθησαν (τα λιγοστά σχετικά αποσπάσματα όπου οι μαθητές επιδεικνύουν ένα είδος επίγνωσης αναφορικά με την εν λόγω στρατηγική παρατίθενται στο εδάφιο 4.2.2.3.5).

Όπως θα αναφερθεί και στη συνέχεια και για άλλες περιπτώσεις γνωστικών επιτευγμάτων των μαθητών, είναι πιθανόν η διδακτική παρέμβαση να συνέβαλε (συμπληρωματικά με άλλες δραστηριότητες όχι απαραίτητα εντός του πλαισίου της) στην καλλιέργεια της ικανότητας των μαθητών να κάνουν συλλογισμούς «οπισθοπορείας», χωρίς ωστόσο οι τελευταίοι να έχουν συνειδητοποιήσει την παραπάνω αλλαγή. Δεν αποκλείεται κάποιοι από τους μαθητές που αναγνώριζαν συγκεκριμένους «σχηματισμούς νίκης» όταν εμφανίζονταν στο ταμπλό, να χρησιμοποιούσαν τη στρατηγική της αναδρομικής σκέψης και εξ αρχής να ενεργούσαν με γνώμονα το πώς θα οδηγήσουν το παιχνίδι στην εμφάνιση των σχηματισμών αυτών.

Όσον αφορά τη πιθανολογούμενη βελτίωση στην ικανότητα αναλυτικής σκέψης των μαθητών, δεν υπάρχει κάποια σαφής, αντίστοιχη αναφορά σε προηγούμενες έρευνες. Ωστόσο, είναι πιθανόν ότι οι μαθητές μέσα από την επιδίωξη της νίκης, προέβησαν σε ενέργειες όπως η προσπάθεια κατανόησης της προβληματικής κατάστασης (παιχνίδι NIM) συνολικά και στα επιμέρους σημεία, οι οποίες συνιστούν χαρακτηριστικό γνώρισμα αυτού που αποκαλείται αναλυτική σκέψη (Qolfathiriyus, Sujadi & Indriati, 2018). Όπως αναφέρει ο Moursund (2016) η συμμετοχή των μαθητών σε παιχνίδια στρατηγικής, συχνά οδηγεί στην εμφάνιση της στρατηγικής της πρόβλεψης (looking ahead), οπότε οι μαθητές προσπαθούν να προετοιμάσουν κινήσεις για κάθε πιθανή κίνηση του αντιπάλου τους, προβαίνοντας επομένως σε συστηματικές διαδικασίες ανάλυσης του παιχνιδιού.

Ένα άλλο ενδεχόμενο είναι η παρατηρούμενη βελτίωση να προέκυψε από κάποιες (μάλλον αθέλητες – μη προγραμματισμένες) ενέργειες του συντονιστή της συζήτησης, ο οποίος σε ορισμένες περιπτώσεις φάνηκε να επιμένει ιδιαίτερα στο να αναλύσουν οι μαθητές διεξοδικά μια προβληματική κατάσταση του παιχνιδιού και να εξετάσουν όλα

τα πιθανά σενάρια. Το παραπάνω παρατηρήθηκε εντονότερα στις πρώτες συζητήσεις στην ολομέλεια της τάξης, οπότε ο συντονιστής μέσα από μια σειρά ερωταποκρίσεων ουσιαστικά έκανε επίδειξη της συγκεκριμένης πρακτικής και πιθανότατα κατεύθυνε τους μαθητές στο να υιοθετήσουν μια αντίστοιχη αναλυτική προσέγγιση.

Τέλος, δεδομένου ότι ανάμεσα στους συμμετέχοντες υπήρχε και ένας μαθητής ("Μετρητής011") ο οποίος παρουσίασε ιδιαίτερη ευχέρεια σε τέτοιου είδους αναλυτικές διεργασίες, δεν αποκλείεται οι μαθητές να μιμήθηκαν αυτήν τη συμπεριφορά και μέσα από ευκαιρίες εξάσκησης που προέκυψαν (τόσο στις συζητήσεις όσο και στα ίδια τα παιχνίδια) να βελτίωσαν την αντίστοιχη ικανότητά τους. Άλλωστε, αρκετοί μαθητές επιλέγουν το μαθητή αυτό στις κοινωνιομετρικές δοκιμασίες για μαθηματικό βοηθό, ενώ και στις συνεντεύξεις τους εκφράστηκαν θετικά για το μαθητή αυτόν και έδειξαν προθυμία στο να δεχτούν ως αληθείς τους ισχυρισμούς του (αναφορικά με το παιχνίδι) και να υιοθετήσουν τον τρόπο με τον οποίο ο ίδιος προσεγγίζει το παιχνίδι.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει η παρατήρηση ότι παρά τη σημαντική βελτίωση που σημειώνουν οι μαθητές στην επαναληπτική επίδοση της δοκιμασίας αξιολόγησης της ικανότητάς τους στο παιχνίδι NIM και παρά την εμφανή βελτίωσή τους στο πώς παίζουν στα επαναληπτικά παιχνίδια, η βελτίωση αυτή δεν αποτυπώνεται το ίδιο ξεκάθαρα στις διαλογικές δραστηριότητες της παρέμβασης. Με άλλα λόγια, οι μαθητές δεν είναι πάντοτε σε θέση να εξωτερικεύσουν, στο πλαίσιο των συζητήσεων που λαμβάνουν χώρα, τη γνώση γύρω από το παιχνίδι που προφανώς έχουν αποκομίσει και που τους επιτρέπει να έχουν την παρατηρούμενη βελτίωση. Σε πολλές περιπτώσεις μαθητές που στα παιχνίδια τους έπαιξαν ιδανικά κάνοντας σωστές κινήσεις, δεν καταφέρνουν στις συζητήσεις όπου σχολιάζονται παρόμοια παιχνίδια, να υποδείξουν τις αντίστοιχες κατάλληλες κινήσεις και υποπίπτουν σε λάθη[52].

Το παραπάνω θα μπορούσε να οδηγήσει στο συμπέρασμα ότι η βελτίωση που παρατηρήθηκε στον τρόπο παιξίματος των μαθητών είναι ένα τυχαίο συμβάν. Μια διαφορετική ερμηνεία, προς την οποία κλίνει ο γράφων, είναι ότι οι μαθητές, πιθανόν και λόγω της σύντομης χρονικής διάρκειας της διδακτικής παρέμβασης, δεν έχουν ακόμα κατορθώσει να μετουσιώσουν τα οφέλη από τη μαθησιακή εμπειρία στην οποία συμμετείχαν σε ρητή γνώση (explicit knowledge), δηλαδή σε γνώση που να μπορούν με ευχέρεια αρχικά να την αντιληφθούν οι ίδιοι και εν συνεχεία να την κωδικοποιήσουν και να την επικοινωνήσουν στους άλλους. Αντίθετα, οι μαθητές φαίνεται να έχουν κατακτήσει ένα είδος «προσωπικής», άρρητης γνώσης (implicit knowledge), που είναι μεν ικανοποιητική προκειμένου οι μαθητές να πετυχαίνουν το σκοπό της επίτευξης νίκης στα παιχνίδια, αλλά ταυτόχρονα είναι ανεπαρκής στην προσπάθεια διαμοιρασμού – διάχυσης της γνώσης που επιχειρήθηκε μέσα από τις διαλογικές δραστηριότητες.

[52] Δε λείπουν και οι περιπτώσεις μαθητών όπως η «Διαίρεση» και ο «Διαβήτης» που στο σχολιασμό των παιχνιδιών θυμούνται τις άστοχες κινήσεις τους, αναγνωρίζουν τα λάθη τους (συχνά αντιμετωπίζοντάς τα με χιούμορ) και είναι σε θέση να υποδείξουν τις κινήσεις που ιδανικά θα έπρεπε να είχαν κάνει. Ωστόσο, οι περιπτώσεις αυτές είναι πιο σπάνιες από αυτές για τις οποίες γίνεται η αναφορά στο κείμενο.

Το μέρος των αποτελεσμάτων όπου έγινε έλεγχος συσχέτισης μεταξύ της επίδοσης των μαθητών στη γραπτή μαθηματική δοκιμασία και τη δοκιμασία NIM, έδειξε ότι η επίδοση των μαθητών στη γραπτή δοκιμασία μπορεί ως ένα βαθμό (αφού γίνεται λόγος για συσχετίσεις και όχι για αιτιακές σχέσεις μεταξύ των επιδόσεων) να υποδείξει την αντίστοιχη επίδοση τους στη δοκιμασία NIM και κυρίως στο μέρος της δοκιμασίας NIM που αφορά στην απλή εκδοχή του παιχνιδιού NIM_{135}. Χρειάζεται πάντως να τονιστεί ότι η παραπάνω συσχέτιση έδειξε να ατονεί (μειώνεται σε ένταση) όσο προχωρούσε η διδακτική παρέμβαση, σε βαθμό που κατά την τελική επίδοση της δοκιμασίας NIM η συσχέτιση έπαψε να είναι στατιστικά σημαντική. Το παραπάνω είναι ένα ενδιαφέρον στοιχείο, το οποίο μπορεί να ερμηνευτεί ως μια ένδειξη ότι σταδιακά η ικανότητα των μαθητών στο παιχνίδι NIM (όπως εκφράζεται μέσα από την επίδοσή τους στις σχετικές δοκιμασίες) αρχίζει να «ανεξαρτητοποιείται» κάπως από τη γενικότερη ικανότητα επίλυσης προβλημάτων (όπως εκείνη μετριέται μέσα από τη γραπτή μαθηματική δοκιμασία αλλά και μέσα από την κρίση των εκπαιδευτικών). Ωστόσο, το παραπάνω θα μπορούσε να θεωρηθεί ως απόρροια της παρατήρησης (η οποία προκύπτει και σε άλλα σημεία της εργασίας) ότι η σύνθετη εκδοχή του παιχνιδιού μάλλον αποτέλεσε ένα βήμα «απότομο» και ιδιαίτερα απαιτητικό για το σύνολο των μαθητών, με αποτέλεσμα ακόμα και εκείνοι που θεωρητικά βάσει επίδοσης θα ήταν αναμενόμενο να σημειώσουν υψηλά σκορ, εν τέλει δεν κατάφεραν να πράξουν κάτι τέτοιο.

Επιπρόσθετα, η προσεκτικότερη μελέτη των παραπάνω αναλύσεων συσχέτισης, έδειξε ότι υπάρχει θετική συσχέτιση ανάμεσα στο σκορ βελτίωσης της μαθηματικής ικανότητας και στο σκορ βελτίωσης της ικανότητας NIM (αρχική – ενδιάμεση επίδοση δοκιμασίας) αλλά αρνητική συσχέτιση ανάμεσα στο σκορ βελτίωσης της μαθηματικής ικανότητας και στο σκορ βελτίωσης της ικανότητας NIM (ενδιάμεση – τελική επίδοση δοκιμασίας). Πρόκειται για άλλο ένα σημαντικό εύρημα που δείχνει ότι κατά την πρώτη φάση της διδακτικής παρέμβασης σημαντικές βελτιώσεις στην ικανότητα στο παιχνίδι NIM (όπως αποτυπώνεται από το σκορ στη γραπτή δοκιμασία) σημείωσε η υποομάδα μαθητών που είχε μεγαλύτερη βελτίωση στη μαθηματική δοκιμασία, ενώ στη δεύτερη φάση της διδακτικής παρέμβασης σημαντικές βελτιώσεις παρουσίασαν μαθητές που δεν είχαν αντίστοιχη βελτίωση στη μαθηματική ικανότητα. Το σημείο αυτό ουσιαστικά δικαιολογεί σε μεγάλο βαθμό το διδακτικό σχεδιασμό και τη χρονική επέκταση της διδακτικής παρέμβασης με την προσθήκη μιας νέας (πιο σύνθετης) εκδοχής του παιχνιδιού, καθώς η επιλογή αυτή μάλλον έδωσε χρόνο σε μαθητές που δε φάνηκε να ωφελούνται άμεσα από την πρώτη φάση της διδακτικής παρέμβασης, να αποκομίσουν τελικά οφέλη στη συνέχεια (στη δεύτερη φάση).

Εξίσου ενδιαφέρουσα είναι η παρατήρηση ότι η βελτίωση που σημειώθηκε στη δεύτερη φάση (όπως αποτυπώθηκε μέσα από την τελική δοκιμασία NIM) προέκυψε μέσα από την κατανόηση – εκμάθηση συγκεκριμένων σχηματισμών που εμφανίζονταν στην απλή εκδοχή του παιχνιδιού (π.χ. “η διάταξη 1-1-1”, “η διάταξη k-k”) αλλά που είχαν εφαρμογή και στη σύνθετη εκδοχή του παιχνιδιού. Έτσι, στη γραπτή δοκιμασία οι

μαθητές βελτιώνουν τα σκορ τους γιατί απαντάνε πλέον σωστά στα αντικείμενα της δοκιμασίας που λύνονται επιτυχώς με αξιοποίηση της γνώσης των παραπάνω διατάξεων. Αντίθετα, δε σημειώθηκε κάποια σημαντική βελτίωση στα αντικείμενα της δοκιμασίας που απαιτούσαν την αξιοποίηση νέων (ειδικών για τη συγκεκριμένη εκδοχή του παιχνιδιού) διατάξεων και στρατηγικών, στοιχείο που δείχνει για άλλη μια φορά, ότι πιθανόν οι μαθητές να χρειάζονταν περισσότερο χρόνο για την εξοικείωσή τους με τη σύνθετη εκδοχή του παιχνιδιού ή ίσως μια πιο ομαλή μετάβαση προς αυτήν.

Ολοκληρώνοντας τη συζήτηση γύρω από το θέμα της επίδρασης της διδακτικής παρέμβασης στην ικανότητα επίλυσης προβλημάτων και στην ειδικότερη ικανότητα στο παιχνίδι NIM, αξίζει να αναφερθεί ότι τα δεδομένα έδειξαν ότι η μικρή σε μέγεθος ομάδα των μαθητών που είχαν προηγούμενο ενδιαφέρον και εξοικείωση με γρίφους και παιχνίδια στρατηγικής, σημείωσε αισθητά καλύτερες επιδόσεις στις γραπτές δοκιμασίες και περισσότερες επιτυχίες στα παιχνίδια, σε σχέση με τους υπόλοιπους μαθητές. Μολονότι, το παραπάνω εύρημα υποδεικνύει την ύπαρξη και μόνο απλώς μια ισχυρής συσχέτισης, είναι ένα στοιχείο που θα μπορούσε να αποτελέσει αντικείμενο μιας περαιτέρω (και πιο συστηματικής) διερεύνησης.

Μία εξήγηση που θα μπορούσε να δοθεί για το παραπάνω είναι ότι το γεγονός πως οι μαθητές αυτοί έχουν ασχοληθεί στο παρελθόν με παρόμοιου τύπου παιχνίδια συνιστά μια παράμετρο που τους διαφοροποιεί από τους υπόλοιπους μαθητές, καθώς η ενασχόληση αυτή πιθανόν τους έχει οδηγήσει σε ένα ανώτερο βαθμό εξοικείωσης με αυτού του τύπου τα παιχνίδια και σε μια μεγαλύτερη ευχέρεια διαχείρισης σχετικών προβληματικών καταστάσεων που μπορεί να προκύψουν στο πλαίσιο των παιχνιδιών αυτών. Ουσιαστικά, η συγκεκριμένη ομάδα μαθητών φαίνεται να ξεκινάει τη διδακτική παρέμβαση από ένα διαφορετικό («πιο προχωρημένο») σημείο εκκίνησης και σε αυτό πιθανόν οφείλονται οι στατιστικά σημαντικές διαφορές που παρουσιάζονται στους μέσους όρους επίδοσης στις γραπτές δοκιμασίες. Αντίθετα, όταν γίνεται υπολογισμός της παρατηρούμενης βελτίωσης (αφαιρώντας το αρχικό από το τελικό σκορ στις γραπτές δοκιμασίες) οι διαφορές παύουν να είναι ευδιάκριτες και στατιστικά σημαντικές, δείχνοντας ότι η συγκεκριμένη ομάδα παρουσιάζει την αντίστοιχη βελτίωση που σημειώνεται συνολικά στο δείγμα της έρευνας, εύρημα ιδιαίτερα ικανοποιητικό καθώς λόγω της αρχικά υψηλής επίδοσης η συγκεκριμένη ομάδα μαθητών θα μπορούσε να παραμείνει «στάσιμη» και να μην αποκομίζει σημαντικά οφέλη.

Ανακεφαλαιώνοντας, αξίζει να γίνει αναφορά στους van der Meij, Albers & Leemkuil (2011), οι οποίοι επισημαίνουν ότι για να στεφθεί με επιτυχία η πρακτική της χρήσης παιχνιδιών στη διδασκαλία, απαιτείται οι μαθητές να έχουν δεξιότητες αυτορρύθμισης, προκειμένου να είναι σε θέση να αλληλεπιδράσουν με το παιχνίδι με τρόπο αποτελεσματικό ώστε να επωφεληθούν μαθησιακά. Διαφορετικά ελλοχεύει ο κίνδυνος η ενασχόληση των μαθητών με το παιχνίδι να μείνει σε επίπεδο επιφανειακό

και οι μαθητές να μην μπουν ποτέ στη διαδικασία να στοχαστούν πάνω στις ενέργειές τους και να αναζητήσουν επεξηγήσεις. Πιθανόν, το γεγονός ότι οι μαθητές που συμμετείχαν στην έρευνα δεν είχαν αναλάβει στο παρελθόν σχετικές πρωτοβουλίες για ανάληψη του ελέγχου της μάθησής τους, είχε ως αποτέλεσμα η διδακτική παρέμβαση να οδηγήσει μεν στην εμφάνιση μετρήσιμων βελτιώσεων, χωρίς ωστόσο οι μαθητές να παρουσιάζουν σταθερότητα ούτε στην απόδοσή τους στα παιχνίδια ούτε στον τρόπο συμμετοχής τους στις μαθηματικές συζητήσεις.

Ωστόσο, η ύπαρξη των παραπάνω ενδείξεων βελτίωσης της ικανότητας των μαθητών έστω και σε επιμέρους πτυχές της μαθηματικής σκέψης (όπως είναι η αναλυτική ικανότητα και η ικανότητα αναδρομικής σκέψης) είναι ένα εύρημα σημαντικό, καθώς με βάση τα όσα αναφέρθηκαν στη βιβλιογραφία που μελετήθηκε, δεν είναι κάτι που απαραίτητα συμβαίνει σε όλες τις έρευνες. Επίσης, όπως ήδη τονίστηκε, η διδακτική παρέμβαση δεν είχε σχεδιαστεί με αποκλειστικό στόχο να δημιουργηθεί ένα υποστηρικτικό περιβάλλον ώστε να σημειωθεί βελτίωση σε κάποια επιμέρους μαθηματική ικανότητα των μαθητών, επομένως το γεγονός ότι σημειώθηκε η παραπάνω βελτίωση είναι ένα στοιχείο άξιο αναφοράς.

5.1.2 Συζήτηση γύρω από το ζήτημα της επιλογής στρατηγικών στο παιχνίδι

Στο κεφάλαιο με την παρουσίαση των αποτελεσμάτων δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στην εξέταση των στρατηγικών που οι μαθητές χρησιμοποίησαν κατά τη διάρκεια των παιχνιδιών. Η πληροφόρηση γύρω από το θέμα των στρατηγικών προέκυψε μέσα από μία ποικιλία διαφορετικών πηγών. Καταρχήν, αξιοποιήθηκαν τα ίδια τα αρχεία των παιχνιδιών (τα screenshots με τις επιμέρους κινήσεις που έγιναν), τα οποία εξετάστηκαν λεπτομερώς από τον ερευνητή, με στόχο τον εντοπισμό στρατηγικών που χρησιμοποιήθηκαν σε συστηματική βάση από τους μαθητές. Εν συνεχεία, αξιοποιήθηκαν οι βασικές διαλογικές δραστηριότητες της προτεινόμενης διδακτικής παρέμβασης (συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης, συζήτηση σε περιβάλλον chat), στις οποίες και γίνονται σαφείς αναφορές σε ζητήματα επιλογής στρατηγικών. Επιπρόσθετα, χρήσιμα στοιχεία προέκυψαν από τις συνεντεύξεις, κατά τη διάρκεια των οποίων ζητήθηκε από τους μαθητές να δώσουν εξηγήσεις σχετικά με στρατηγικές επιλογές που φάνηκε να κάνουν κατά τη διάρκεια των παιχνιδιών. Τέλος, πρόσθετη πηγή πληροφόρησης αποτέλεσαν οι δηλώσεις των μαθητών που έγιναν κατά τη διάρκεια των παιχνιδιών όπου χρησιμοποιήθηκε η τεχνική του ομιλούντος υποκειμένου.

- Μετάβαση από το «στην τύχη» - παρορμητικό παίξιμο στη δοκιμή στρατηγικών

Ο συνδυασμός όλων των παραπάνω πηγών πληροφόρησης, έδειξε ότι οι πρώτες παρτίδες, για την πλειοψηφία των μαθητών είχαν χαρακτήρα μάλλον «αναγνωριστικό». Με άλλα λόγια, οι παρτίδες αυτές περισσότερο χρησιμοποιήθηκαν από τους μαθητές με

στόχο την απόκτηση ενός βαθμού εξοικείωσης με το παιχνίδι και τους κανόνες του. Όπως έχει αναφερθεί και αλλού (Posamentier & Krulik, 2017), σε περίπτωση που γίνεται επιλογή παιχνιδιού στρατηγικής όπου συμμετέχουν δυο παίχτες ως αντίπαλοι (two-person strategy games) υπάρχει το ενδεχόμενο η εξέλιξη του παιχνιδιού να καθοριστεί από τον παράγοντα «τύχη», με τους παίχτες να παίζουν παρορμητικά χωρίς να προβληματίζονται ιδιαίτερα για τις συνέπειες των κινήσεών τους:

«*Δε παίζω και πολύ καλά αυτό το παιχνίδι. Δεν σκέφτομαι πάντα τι κάνω.*»
("Διαβήτης", απόσπασμα από τη συνέντευξη)

Ωστόσο, όπως συνέβη και σε άλλες περιπτώσεις όπου χρησιμοποιήθηκαν παιχνίδια στρατηγικής (Bottino et al, 2007 ` Kraus, 1982), η κατάσταση αυτή είναι συνήθως προσωρινή. Οι μαθητές, στην παρούσα έρευνα, σταδιακά άρχισαν να καταλαβαίνουν ότι είναι μη παραγωγικό να λειτουργούν στην τύχη (χωρίς πλάνο) και έδειξαν να συνειδητοποιούν τη σημασία της αναζήτησης και της συστηματικής χρήσης στρατηγικών. Τα παιχνίδια άρχισαν προοδευτικά να αποκτούν μεγαλύτερη διάρκεια (δείγμα πως οι μαθητές ίσως σκέφτονταν περισσότερο πριν κάνουν την κίνησή τους) και οι μαθητές έδειξαν πιο συνειδητοποιημένοι ως προς το τι κάνουν και για ποιο λόγο και άρχισαν να επιδιώκουν συνειδητά την επίτευξη της νίκης.

«*Το είχα σχεδιάσει πριν γίνει το παιχνίδι, γιατί μου φάνηκε μια καλή στρατηγική για να νικήσω τον αντίπαλό μου*»
("Διαίρεση", απόσπασμα από τη συνέντευξη)

Έτσι, με εξαίρεση μια μικρή ομάδα τεσσάρων μαθητών που καθ' όλη τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης συμμετέχει με τρόπο παρορμητικό (πιθανώς βασιζόμενο στον παράγοντα τύχη) στα παιχνίδια, οι υπόλοιποι συμμετέχοντες, από ένα σημείο και μετά, επιδεικνύουν ορισμένες κανονικότητες στον τρόπο που παίζουν. Οι μαθητές, πιθανόν μέσα από την εμπειρία που αποκόμισαν από τις πρώτες παρτίδες, ξεκινούν να διαμορφώνουν στρατηγικές, οι οποίες, ωστόσο, κατ' αντιστοιχία με όσα αναφέρουν οι Avraamidou, Monaghan & Walker (2015) δεν είναι τόσο επεξεργασμένες (πλήρως ανεπτυγμένες και διεξοδικές) ώστε να μπορούν να αντιμετωπίσουν επιτυχώς κάθε πιθανή κατάσταση που ενδέχεται να προκύψει στο παιχνίδι. Οι συμμετέχοντες στην παρούσα έρευνα, περισσότερο χρησιμοποιούν ορισμένες τακτικές και πρακτικές μεθόδους για να επιτύχουν μικρότερους στρατηγικούς στόχους, παρά επιδιώκουν να διαμορφώσουν μια γενικότερη προσέγγιση που να εξασφαλίζει την επιτυχία τους στο παιχνίδι. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα παρατίθεται στη συνέχεια, όπου ο εν λόγω μαθητής που παίζει τη σύνθετη εκδοχή του παιχνιδιού ενδιαφέρεται πρωτίστως για την επίτευξη ενός «ενδιάμεσου» στόχου (εμφάνιση στο ταμπλό της γνώριμης - απλής εκδοχής του παιχνιδιού), χωρίς να προβληματίζεται ιδιαίτερα για την υπόλοιπη εξέλιξη του παιχνιδιού.

«*Τώρα αρχίζει να μου θυμίζει το παλιό παιχνίδι. Θα το αφήσω στα τρία προς τρία, που όπως μάθαμε και στο προηγούμενο παιχνίδι, το πιο εύκολο, είναι μια καλή στρατηγική ώστε να νικήσεις.*»

("Διαίρεση", απόσπασμα από την τεχνική του ομιλούντος υποκειμένου)

- Επιλογή τρόπων παιξίματος και στρατηγικών μέσω μιμητικής συλλογιστικής

Παρατηρήθηκε ότι, ύστερα κυρίως από την ολοκλήρωση της πρώτης συζήτησης στην ολομέλεια της τάξης, αρκετοί μαθητές ήταν σε θέση να εντοπίσουν ορισμένες κινήσεις που δημιουργούν προϋποθέσεις για επίτευξη νίκης (π.χ. η αφαίρεση 3 αντικειμένων από τη σειρά της βάσης για το παιχνίδι NIM_{135}) και ορισμένες διατάξεις που οδηγούν σε βέβαιη νίκη (π.χ. η διάταξη «1-1-1», η διάταξη «k-k»). Αυτή η συνειδητοποίηση, ωστόσο, για ορισμένους μαθητές δεν έγινε με βάση κάποια επεξεργασία δεδομένων και κατανόηση, αλλά αποτέλεσε προϊόν μίμησης της συμπεριφοράς ικανότερων (στο παιχνίδι) συμμαθητών. Αυτό δεν προκαλεί έκπληξη, καθώς οι μαθητές «παραδοσιακά» τείνουν να βασίζουν τη μάθησή τους σε στρατηγικές απομνημόνευσης. Αυτό έδειξε και το Πρόγραμμα Διεθνούς Αξιολόγησης Μαθητών (PISA), καθώς στη σχετική αναφορά του ΟΟΣΑ (Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης) οι μαθητές της Ελλάδας δηλώνουν ότι βασίζουν σε μεγάλο βαθμό (σε σύγκριση με άλλες χώρες) τη μάθησή τους στην απομνημόνευση και στη διαρκή επανάληψη (ρουτίνα) διαδικασιών (OECD, 2010).

Επομένως, σύμφωνα με το θεωρητικό πλαίσιο των Palm, Boesen & Lithner (2005) και το σχετικό σχήμα κατηγοριοποίησης συλλογισμών που παρουσιάστηκε στο θεωρητικό μέρος της εργασίας, οι μαθητές που συμμετείχαν στην παρούσα έρευνα κατά κύριο λόγο καταφεύγουν στη διατύπωση συλλογισμών που εντάσσονται στην ευρεία κατηγορία της «μιμητικής συλλογιστικής». Σύμφωνα με τους παραπάνω μελετητές, οι εν λόγω συλλογισμοί έχουν μεν το στοιχείο της αληθοφάνειας και της ευελιξίας, στερούνται ωστόσο, μαθηματικής θεμελίωσης και καινοφάνειας και έτσι τείνουν να χαρακτηρίζονται ως επιφανειακοί συλλογισμοί. Έτσι, σε περιπτώσεις που διατυπώνουν συλλογισμούς, οι συγκεκριμένοι μαθητές περισσότερο καταφεύγουν στα επιχειρηματολογικά σχήματα «επιχείρημα μέσω επίκλησης σε εγκαθιδρυμένο κανόνα» και «επιχείρημα μέσω επίκλησης σε δημοφιλή πρακτική», επαναδιατυπώνοντας κυρίως συλλογισμούς που εμφανίστηκαν προηγουμένως στις συζητήσεις και που διατυπώθηκαν από άλλους συμμετέχοντες.

Όπως έγινε σαφές από την ενότητα με την παρουσίαση των αποτελεσμάτων, είναι λίγες οι περιπτώσεις μαθητών που θεμελιώνουν με ορθό τρόπο, τους ισχυρισμούς τους. Ως παράδειγμα αξίζει να αναφερθεί ο τρόπος με τον οποίο οι μαθητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η ιδανική πρώτη κίνηση στην απλή εκδοχή του παιχνιδιού είναι η αφαίρεση τριών αντικειμένων από τη σειρά με τα πέντε αντικείμενα. Ουσιαστικά, αυτή η «ανακάλυψη» έγινε από έναν μαθητή ("Μετρητής011"), ο οποίος στην 1η συζήτηση

στην ολομέλεια της τάξης, μέσα από μια εκτενή στιχομυθία που έχει με το συντονιστή της συζήτησης, κατορθώνει να εξετάσει όλα τα πιθανά σενάρια (κάνοντας διαδοχικές δοκιμές) που μπορεί να προκύψουν στο παιχνίδι, για κάθε πιθανή πρώτη κίνηση. Αντίθετα, οι υπόλοιποι μαθητές, που στην πορεία των συζητήσεων αναφέρουν τη συγκεκριμένη συνθήκη ως κάτι το «δεδομένο» (shared knowledge), είναι πιθανότερο ότι οδηγήθηκαν σε αυτήν τη «γνώση» είτε μέσα από την εμπειρία που αποκόμισαν από τα παιχνίδια που συμμετείχαν (στα οποία είδαν ότι όταν ξεκινούν με το συγκεκριμένο τρόπο συνήθως νικούν), είτε μέσα από τις πληροφορίες που ανταλλάχθηκαν στο πλαίσιο των διαλογικών δραστηριοτήτων της παρέμβασης (κυρίως στις συζητήσεις που έγιναν στην ολομέλεια της τάξης). Επομένως, είναι μάλλον προφανές ότι, στο συγκεκριμένο παράδειγμα (και σε άλλες, αντίστοιχες περιπτώσεις), κάνει την εμφάνισή της η αποκαλούμενη «απομνημονευμένη συλλογιστική» (memorized reasoning) σύμφωνα με το μοντέλο των Palm, Boesen & Lithner (2005), κατά την οποία οι μαθητές τείνουν να ανακαλούν από τη μνήμη τους μία συγκεκριμένη απάντηση που με κάποιον τρόπο έχουν αποστηθίσει.

Προς την ίδια κατεύθυνση, παρατηρήθηκε η τάση οι μαθητές να επιδιώκουν να ανάγουν την προβληματική κατάσταση (παρτίδα NIM) σε μία πανομοιότυπη, η επίλυση της οποίας τους είναι ήδη γνωστή. Πιο χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα όπου οι μαθητές στα παιχνίδια της σύνθετης εκδοχής NIM, προσπαθούσαν με τις πρώτες κινήσεις να αφαιρέσουν τα αντικείμενα εκείνα που χρειάζεται ώστε στο ταμπλό του παιχνιδιού να σχηματιστεί η γνωστή «διάταξη 5-3-1», δηλαδή η απλή εκδοχή του παιχνιδιού. Ο λόγος που σημειώθηκε αυτή η συμπεριφορά είναι ότι οι μαθητές είχαν αποκτήσει τη γνώση σχετικά με το πώς μπορούν να πετύχουν νίκη στην απλή εκδοχή του παιχνιδιού και επομένως τους ήταν βολικό να αξιοποιήσουν τη γνώση αυτή και στην πιο σύνθετη εκδοχή του παιχνιδιού (για την οποία δεν είχαν «ανακαλύψει» κάποιον άλλο τρόπο παιξίματος που να οδηγεί σε σίγουρη νίκη)[53]. Το παραπάνω παράδειγμα, εντάσσεται στην κατηγορία της «οικείας συλλογιστικής» (familiar reasoning) και συνιστά μία ακόμα περίπτωση μιμητικής συλλογιστικής, κατά τους Palm, Boesen & Lithner (2005), η οποία είναι συνήθης στους συλλογισμούς που παράγουν οι μαθητές κατά τη διάρκεια ενασχόλησης τους με επίλυση προβλημάτων, χωρίς ωστόσο να είναι και η πλέον επιθυμητή από μαθησιακής σκοπιάς.

Την επικράτηση αυτού του «επιφανειακού» είδους συλλογιστικής, «αποκαλύπτει» και η επιχειρηματολογία που χρησιμοποιούν οι μαθητές, όπως φάνηκε στο σχετικό κεφάλαιο της παρουσίασης των αποτελεσμάτων, στο οποίο έγινε αναφορά στα επιχειρήματα που διατύπωσαν οι μαθητές με τη βοήθεια του θεωρητικού σχήματος του Toulmin (Γιαννοπούλου, 2013). Από τα ενδεικτικά παραδείγματα που παρουσιάστηκαν

[53] Το παράδοξο σε αυτήν την περίπτωση είναι ότι ενώ στις συζητήσεις συχνά αναφέρουν οι μαθητές την επιθυμία τους να εξελιχθεί το παιχνίδι με τρόπο ώστε στο ταμπλό να εμφανιστεί η απλή εκδοχή (NIM_{135}), σε όλες σχεδόν τις περιπτώσεις που αυτό συνέβη (13/17), οι μαθητές δε μπόρεσαν να διαχειριστούν σωστά την κατάσταση και δεν έκαναν την ιδεατή (και γνωστή σε όλους από τις συζητήσεις της α φάσης της διδακτικής παρέμβασης) πρώτη κίνηση.

στο κεφάλαιο αυτό, έγινε ξεκάθαρο ότι οι μαθητές καταλήγουν σε συμπεράσματα χρησιμοποιώντας ως εγγυήσεις προτάσεις του τύπου: «γιατί το εξηγήσαμε στη θεωρία» «γιατί στα περισσότερα παιχνίδια που έχουμε παίξει γίνεται έτσι» κ.λπ, δηλαδή αξιοποιώντας τα επιχειρηματολογικά σχήματα «επίκληση στη δημοφιλή πρακτική» και «επίκληση σε εγκαθιδρυμένο κανόνα».

Πάντως, η διαπίστωση ότι οι μαθητές είναι σε θέση στις περισσότερες περιπτώσεις να κάνουν σωστή εφαρμογή των στρατηγικών που οικειοποιήθηκαν στο πλαίσιο της αλληλεπίδρασης που είχαν με πιο «ικανούς» συμμαθητές, δείχνει ότι πιθανόν η συλλογιστική που αναπτύχθηκε δεν ήταν τόσο «επιφανειακή» όπως αναφέρθηκε προηγουμένως. Έτσι, το γεγονός ότι οι μαθητές χρησιμοποιούν με επιτυχία τη γνώση ότι ο σχηματισμός «k-k» οδηγεί σε νίκη στο NIM_{135}, τόσο στις παρτίδες τους στο NIM_{135} όσο και στις παρτίδες τους στο NIM_{1357}, είναι ένα δείγμα ότι έχει επέλθει ένα είδος επεξεργασίας και βαθύτερης κατανόησης της γνώσης αυτής. Αυτό ισχύει ιδίως στην περίπτωση των παιχνιδιών NIM_{1357} όπου η γνώση αυτή δε χρησιμοποιείται αυτούσια, αλλά χρειάζεται να γίνει μια επιπλέον προσαρμογή (για να προκύψει από τον αρχικό σχηματισμό «k-k», ο νέος σχηματισμός «k-k-1-1» που βρίσκει εφαρμογή στη σύνθετη εκδοχή του παιχνιδιού). Το παραπάνω συνιστά ένα αισιόδοξο εύρημα της διατριβής και φανερώνει ότι στο πλαίσιο τέτοιου είδους διδακτικών παρεμβάσεων οι μαθητές είναι πιθανόν ξεκινώντας από τις συνεισφορές που φέρνουν στις συζητήσεις συμμαθητές, να προχωρούν ένα βήμα παραπέρα, όντας σε θέση τόσο να εφαρμόζουν τις διαμοιρασμένες αυτές γνώσεις, όσο και να τις επεκτείνουν σε παρόμοια (κυρίως) ή ακόμα και σε μη οικεία (νέα) περιβάλλοντα

Τέλος, αξίζει να αναφερθεί ότι υπάρχουν μαθητές που αποφεύγουν να προσπαθήσουν να αναπτύξουν δικούς τους συλλογισμούς και συνειδητά επιλέγουν να μιμούνται τη συλλογιστική (κατά την άποψή τους) ικανότερων συμμαθητών τους γιατί προφανώς τους εμπιστεύονται τυφλά[54].

> «*Όταν έπαιζαν, τους έβλεπα στο κομπιούτερ και είδα ότι έκαναν πολύ καλές κινήσεις και κέρδιζαν. Ε και γι' αυτό σκέφτηκα να τους διαλέξω (για βοηθούς)*»
>
> ("Αριθμητής", απόσπασμα από συνέντευξη)

> «*Ναι. Αυτό το είχε κάνει ο 9stein την προηγούμενη φορά και με κέρδισε, οπότε σκέφτηκα να το κάνω κι εγώ.*»
>
> ("Αϊνστάιν", απόσπασμα από συνέντευξη)

Το παραπάνω δεν προκαλεί έκπληξη, καθώς έχει διαπιστωθεί ότι η αναφορά σε αυθεντίες (π.χ. τα λόγια ενός εκπαιδευτικού, το κείμενο ενός βιβλίο ή ο τρόπος σκέψης ενός ικανού συμμαθητή) είναι μία από τις επιλογές που γίνονται από μαθητές (ακόμα και

[54] Το παραπάνω παραπέμπει στο επιχειρηματολογικό σχήμα «επιχείρημα μέσω επίκλησης στην αυθεντία», το οποίο αν και δεν εμφανίζεται κατά την ανάλυση των διαλογικών δραστηριοτήτων της παρέμβασης, χρησιμοποιείται συχνά στις συνεντεύξεις των μαθητών.

μεγαλύτερων ηλικιών) όταν επιχειρούν να πείσουν για κάτι ή να καταλήξουν σε κάποια απόδειξη (Fonseca, 2018).

- Στρατηγικές που χρησιμοποιήθηκαν

Η ανάλυση που έγινε στις παρτίδες που συμμετείχαν οι μαθητές, σε συνδυασμό με δεδομένα από τις συζητήσεις που έλαβαν χώρα στο πλαίσιο της διδακτικής παρέμβασης, την εφαρμογή της τεχνικής ομιλούντος υποκειμένου και τις συνεντεύξεις με τους μαθητές, έδωσαν μία ξεκάθαρη εικόνα για τους τρόπους παιξίματος και τις στρατηγικές που χρησιμοποίησαν οι μαθητές. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν έδειξαν ότι ανεξάρτητα από το κατά πόσον οι στρατηγικές επιλογές των μαθητών ήταν εξ αρχής συνειδητές ή προέκυψαν ως ένα βαθμό τυχαία, στα περισσότερα παιχνίδια σε συστηματική βάση γίνονται στρατηγικές επιλογές από τους μαθητές. Πολλές από τις στρατηγικές που χρησιμοποιούνται εντοπίζονται σε παρόμοιες έρευνες που έχουν διεξαχθεί στο παρελθόν και δεν προκαλεί έκπληξη η εμφάνισή τους στην παρούσα έρευνα.

α) η πρόβλεψη του τρόπου εξέλιξης των παιχνιδιών

Μία από τις βασικές ενέργειες των μαθητών υπήρξε η προσπάθεια να προβλεφθεί ο τρόπος με τον οποίο θα εξελιχθεί το παιχνίδι από μία δεδομένη θέση. Η χρήση αυτής της στρατηγικής και η ανάπτυξη της παραπάνω ικανότητας έχει υπογραμμιστεί από τους Bottino, Ott & Tavella (2014). Οι συγκεκριμένοι ερευνητές διαπίστωσαν ότι η ενασχόληση των μαθητών με παιχνίδια στρατηγικής ενισχύει την ικανότητα πρόβλεψης της εξέλιξης των παιχνιδιών, κάτι που επιβεβαίωσαν βάσει της επίδοσης των μαθητών σε σχετικές δοκιμασίες που οι ίδιοι δημιούργησαν στο πλαίσιο της έρευνάς τους. Αντίστοιχα, οι Houssart & Sams (2008) παραθέτουν την «πρόβλεψη των κινήσεων που πιθανόν να κάνει ο αντίπαλος» και τον «σχεδιασμό εκ των προτέρων», στη λίστα με τις στρατηγικές που χρησιμοποίησαν οι μαθητές που συμμετείχαν στην έρευνά τους και κλήθηκαν να αντιμετωπίσουν τον υπολογιστή στο παιχνίδι στρατηγικής Lines.

β) η αναζήτηση της ιδανικής πρώτης κίνησης

Στην έρευνα των Houssart & Sams (2008) η οποία αναφέρθηκε προηγουμένως, μία ακόμα στρατηγική επιλογή των μαθητών που αναδύθηκε από τα αποτελέσματα και απασχόλησε τους ερευνητές ήταν η «επιλογή κατάλληλου σημείου εκκίνησης» (σημασία πρώτης κίνησης). Αντίστοιχα, έντονος προβληματισμός για το θέμα αναπτύχθηκε και στην παρούσα έρευνα, καθώς από τα πρώτα παιχνίδια ήταν εμφανής η ανησυχία των μαθητών σχετικά με την κίνηση αυτή και η προσπάθεια αναζήτησης κάποιου κανόνα που να εξασφαλίζει επιτυχία στην επιλογή της κίνησης αυτής. Αυτή η προσπάθεια, στις πρώτες τουλάχιστον παρτίδες των παιχνιδιών (και πριν «διαρρεύσει» η ιδανική πρώτη

κίνηση στις συζητήσεις των μαθητών) έγινε μέσα από μια σειρά δοκιμών (guess and check). Συγκεκριμένα, στις διαδοχικές παρτίδες οι μαθητές δοκίμαζαν κάθε φορά μία διαφορετική πρώτη κίνηση και συνήθως ανάλογα με το αποτέλεσμα (νίκη ή ήττα) κατέληγαν σε συμπεράσματα (όχι απαραίτητα ορθά) για την καταλληλότητα ή μη της επιλογής που έκαναν. Επομένως, ουσιαστικά οι μαθητές έκαναν μια σειρά συστηματικών (περισσότερο ή λιγότερο) δοκιμών, δηλαδή έκαναν κάτι αντίστοιχο με αυτό που παρατήρησε να συμβαίνει και ο Kraus (1982) σε έρευνά του όπου χρησιμοποιήθηκε το παιχνίδι NIM,

Λόγω του παραπάνω έντονου προβληματισμού που αναπτύχθηκε για το ζήτημα της πρώτης κίνησης, το θέμα αυτό απασχόλησε την πρώτη συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης, όταν και έγινε σχολιασμός ενός παιχνιδιού όπου ο παίχτης που έπαιξε πρώτος, έκανε μια μη ενδεδειγμένη κίνηση και έδωσε το πλεονέκτημα νίκης στον αντίπαλό του. Σχετικά αποσπάσματα της συγκεκριμένης συζήτησης παρατίθενται στο εδάφιο 4.5.2.2, καθώς είναι ενδιαφέρον ο τρόπος εξέλιξης της συζήτησης αυτής.

Το ενδιαφέρον στη συγκεκριμένη περίπτωση, είναι ότι στις επόμενες συζητήσεις οι μαθητές θεωρούν ως κάτι το δεδομένο ("shared repertoire" σύμφωνα με τη θεωρία των κοινοτήτων πρακτικής) ότι η πρώτη κίνηση είναι η πιο καθοριστική κίνηση του παιχνιδιού. Ενδεχομένως, αυτό να συνέβη καθώς οι μαθητές στο ενδιάμεσο διάστημα έπαιξαν και άλλες παρτίδες NIM και πιθανόν συνειδητοποίησαν μέσα από αυτές ότι οι λάθος πρώτες κινήσεις στοιχίζουν. Μια άλλη εξήγηση είναι ότι ο χρόνος που πέρασε μέχρι τις επόμενες συζητήσεις στην ολομέλεια της τάξης, βοήθησε τους μαθητές στο να αναλογιστούν το τι συζητήθηκε στην πρώτη συνεδρία και να βγάλουν τα σωστά συμπεράσματα.

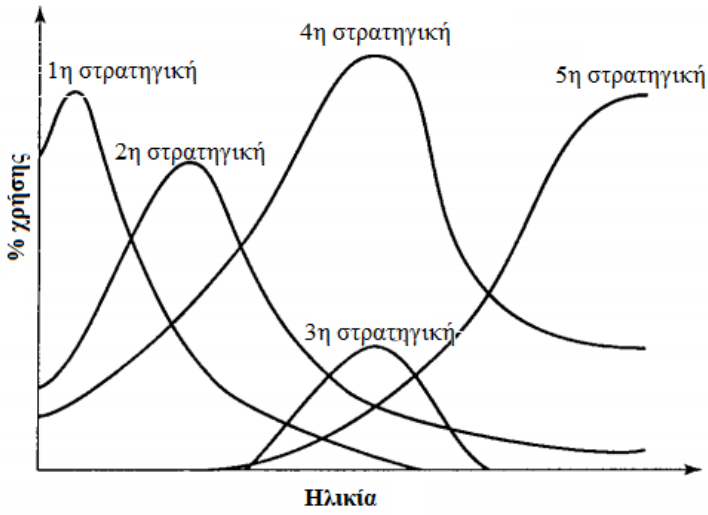
Η παραπάνω αναφορά στη συζήτηση που έγινε σχετικά με το ζήτημα της σημασίας της πρώτης κίνησης, αποτελεί ένα παράδειγμα συλλογικής επιχειρηματολογίας (collective argumentation) που εμφανίστηκε στην παρούσα διδακτική παρέμβαση, όπου ο εκπαιδευτικός έχει αναλάβει αρκετά ενεργό ρόλο και δίνει σημαντική καθοδήγηση (Conner et al, 2014 ` Kim & Roth, 2018).

- Η μετάβαση από μια γνωστή σε μια νέα στρατηγική

Το πέρασμα στη σύνθετη εκδοχή του παιχνιδιού (NIM_{1357}) κατά τη β φάση της διδακτικής παρέμβασης ήταν ιδιαίτερα χρήσιμο ως προς την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με το πώς συμπεριφέρονται οι μαθητές όταν έχουν να αντιμετωπίσουν ελαφρώς διαφορετικές καταστάσεις σε σχέση με αυτές που έχουν συνηθίσει να διαχειρίζονται. Έτσι, είχε ενδιαφέρον να παρατηρηθεί κατά πόσον οι μαθητές ήταν πρόθυμοι να χρησιμοποιούν στρατηγικές από την παλιά εκδοχή του παιχνιδιού στην προσπάθειά τους να αντεπεξέλθουν στις δυσκολίες της σύνθετης εκδοχής. Με βάση όσα έχουν ήδη αναφερθεί προηγουμένως, οι περισσότεροι μαθητές βασίστηκαν στις ήδη γνωστές σε αυτούς στρατηγικές (π.χ. επιδίωκαν να οδηγήσουν στην εμφάνιση οικείων διατάξεων

στο ταμπλό). Χτίζοντας πάνω σε αυτό το υλικό, στην πορεία του παιχνιδιού εμφανίστηκε μια μικρή ομάδα μαθητών, οι οποίοι δοκίμασαν να δημιουργήσουν νέες στρατηγικές, οι οποίες δε θα μπορούσαν να έχουν εφαρμογή στην απλή εκδοχή του παιχνιδιού. Μία τέτοια περίπτωση είναι το πέρασμα από τη συνειδητοποίηση ότι η διάταξη « k-k» οδηγεί σε νίκη, στο ότι η διάταξη «k-k-1-1» λειτουργεί με όμοιο τρόπο στο NIM_{1357}. Παρόμοια, με αφετηρία το δεδομένο ότι η διάταξη «3-2-1» οδηγεί σε νίκη στο NIM_{135}, μαθητές ανακάλυψαν ότι ο σχηματισμός «α+β=γ+0» εξασφαλίζει τη νίκη στο NIM_{1357}.

Το πέρασμα από μια δοκιμασμένη στρατηγική σε μια νέα, πιο εκλεπτυσμένη και περισσότερο κατάλληλη για την εκάστοτε νέα περίσταση, είναι ένα ζήτημα που έχει απασχολήσει τη βιβλιογραφία. Σε σχέση με αυτό, είναι χρήσιμη η αναφορά στην γνωστική προσέγγιση του Siegler, ο οποίος υποστηρίζει ότι η ανάπτυξη των στρατηγικών ακολουθεί μια πορεία κυμάτων που επικαλύπτονται (overlapping waves model). Έτσι, παρατηρείται ότι οι μαθητές κάνουν χρήση παλιότερων στρατηγικών (έστω και για ένα μικρό χρονικό διάστημα) ακόμα και όταν έχουν έρθει σε επαφή με νέες και πιο κατάλληλες. Ως εκ τούτου, είναι σύνηθες ακόμα και όταν το διάστημα που μεσολαβεί είναι μικρό, οι μαθητές να χρησιμοποιούν μια ποικιλία διαφορετικών στρατηγικών (προχωρημένων και λιγότερο προχωρημένων) για την αντιμετώπιση της ίδιας προβληματικής κατάστασης. Μια σχηματική απεικόνιση του παραπάνω μοντέλου (όπως προέκυψε από τα δεδομένα έρευνας του Siegler) δίνεται στην εικόνα που ακολουθεί (Siegler, 2002, pp.32-34):



Εικόνα 71: Μοντέλο του Siegler σχετικά με τη χρονική εξέλιξη της ανάπτυξης στρατηγικών

Ο Siegler (2002) θεωρεί ότι το πέρασμα από μια αρχική στρατηγική σε μια πιο εκλεπτυσμένη, γίνεται σταδιακά. Μέσα σε αυτό το χρονικό διάστημα ο μαθητής πρέπει να βοηθηθεί να αντιληφθεί τις αδυναμίες της παλιότερης στρατηγικής και τα προτερήματα της νέας. Προς την κατεύθυνση αυτή, η διαδικασία των αυτο-εξηγήσεων δείχνει να είναι ωφέλιμη, ιδιαίτερα όταν οι μαθητές καλούνται να εξηγήσουν τη λογική που κρύβεται τόσο πίσω από τις σωστές απαντήσεις - στρατηγικές, όσο και πίσω από τις

λανθασμένες απαντήσεις. Οι παραπάνω επισημάνσεις του Siegler φαίνεται να βρίσκουν εφαρμογή στην παρούσα παρέμβαση, καθώς είναι λίγοι οι μαθητές που άμεσα εγκαταλείπουν τις προηγούμενες, οικείες στρατηγικές (π.χ. διάταξη «k-k») προς χάριν νέων στρατηγικών που φαίνεται να είναι πιο αποτελεσματικές (π.χ. η διάταξη «k-k-1-1») στο πλαίσιο των νέων συνθηκών που έχουν δημιουργηθεί (μετάβαση από το NIM_{135} στο NIM_{1357}). Σε συμφωνία με τα λεγόμενα του Siegler, παρατηρήθηκε ότι με το πέρασμα του χρόνου (και τη συμμετοχή των μαθητών στις διαλογικές δραστηριότητες και επομένως με την έκθεσή τους στη νέα στρατηγική) άρχισε να σημειώνεται σταδιακή εγκατάλειψη της παλαιότερης στρατηγικής και προοδευτικά να υιοθετείται η νέα.

Ολοκληρώνοντας τη συζήτηση γύρω από το θέμα των στρατηγικών, τονίζεται ότι γενικότερα, στο πλαίσιο της παρούσας διδακτικής παρέμβασης, επιδιώχθηκε οι μαθητές να υιοθετήσουν πρακτικές που χρησιμοποιούνται στα μαθηματικά όταν κάποιος επιχειρεί να καταλήξει σε κάποια απόδειξη. Συγκεκριμένα, όπως περιγράφεται από Lakatos (όπως αναφέρεται σε Stylianides, 2009) οι μαθητές αρχικά κλήθηκαν να εξερευνήσουν] καταστάσεις ώστε να εντοπίσουν σε αυτές τα σημαντικά γεγονότα και τις βασικές δομές (patterns) και να οδηγηθούν στη διατύπωση υποθέσεων και συνακόλουθα στο να διαμορφώσουν τρόπους παιξίματος που οδηγούν στη νίκη. Στη συνέχεια οι μαθητές μέσα από την εφαρμογή των παραπάνω τρόπων παιξίματος σε πραγματικές καταστάσεις οδηγήθηκαν σε έναν έλεγχο των υποθέσεων αυτών. Με βάση τα νέα δεδομένα οι μαθητές προχώρησαν στο στάδιο της αναθεώρησης των αρχικών τους υποθέσεων (σε περίπτωση που οι τρόποι παιξίματος δεν οδήγησαν στα αναμενόμενα αποτελέσματα) ή στην αποδοχή τους σε περίπτωση που τα στοιχεία (evidences) ήταν ενθαρρυντικά.

5.1.3 Συζήτηση σχετικά με τη συμμετοχή των μαθητών στις συζητήσεις

Πέρα από την επιλογή του παιχνιδιού και τη δημιουργία ψηφιακής εκδοχής, στην παρούσα διατριβή δόθηκε μεγάλη έμφαση στο σχεδιασμό μιας διδακτικής προσέγγισης που να συγκεκριμενοποιεί κατά κάποιο τρόπο, το πώς μπορεί να αξιοποιηθεί το παιχνίδι αυτό στη διδακτική πράξη. Το παραπάνω έρχεται σε συμφωνία με την παραδοχή των Shang et al (2019), σύμφωνα με τους οποίους, ο εκπαιδευτικός που επιλέγει να χρησιμοποιήσει ένα παιχνίδι στη διδασκαλία, θα πρέπει να έχει και τις δεξιότητες ώστε να μπορεί να ενεργοποιεί τους μαθητές στο πλαίσιο του παιχνιδιού να προβαίνουν σε ενέργειες όπως η ανάπτυξη σκέψεων και συλλογισμών πάνω στο πώς παίζουν, ώστε έτσι να δημιουργούνται οι επιθυμητές συνδέσεις ανάμεσα στο παιχνίδι και στους στόχους που τίθενται μέσα από το αναλυτικό πρόγραμμα. Η ενσωμάτωση δραστηριοτήτων που έχουν διαλογικό χαρακτήρα (συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης, συζήτηση σε περιβάλλον σύγχρονης επικοινωνίας) αποτέλεσαν σημαντικό κομμάτι της διδακτικής παρέμβασης που προτάθηκε για την αξιοποίηση του παιχνιδιού. Στο παρόν εδάφιο

γίνεται συζήτηση γύρω από τις εν λόγω διαλογικές δραστηριότητες και παρουσιάζονται παρατηρήσεις που προέκυψαν από την ανάλυση των δεδομένων.

- Συζητήσεις στην ολομέλεια της τάξης

Ένα σημαντικό στοιχείο που προκύπτει από την ανάλυση των συζητήσεων που έγιναν στην ολομέλεια της τάξης, είναι ότι ενώ στην 1η συζήτηση υπάρχει ένας κυρίως μαθητής που ευθύνεται για το μεγαλύτερο μέρος των σημαντικών εκφορών που γίνονται, στις υπόλοιπες συζητήσεις η συμμετοχή των μαθητών είναι πολύ πιο ισορροπημένη. Το παραπάνω, δείχνει ότι πιθανόν οι μαθητές να χρειάζονταν λίγο περισσότερο χρόνο για να ενεργοποιηθούν και να συνειδητοποιήσουν ότι η συμμετοχή τους στις συζητήσεις (αν και προαιρετική) είναι χρήσιμη και έχει νόημα.

Από την ανάλυση περιεχομένου που πραγματοποιήθηκε, φάνηκε ότι μεγάλο μέρος των μηνυμάτων των μαθητών είναι δηλώσεις για τις οποίες δεν παρέχεται επαρκής τεκμηρίωση. Ωστόσο, είναι ιδιαίτερα θετικό το γεγονός ότι κατά τη διάρκεια των συζητήσεων κάνουν την εμφάνισή τους και περιπτώσεις μαθητών που παρέχουν επαρκείς επεξηγήσεις για τα λεγόμενά τους, καταβάλλοντας προσπάθεια ώστε η σκέψη τους να γίνεται αντιληπτή από τους συμμαθητές τους και τον εκπαιδευτικό.

Η ύπαρξη ενός μικρού πλήθους μηνυμάτων με μαθηματικό ενδιαφέρον ήταν κάτι που ο ερευνητής το ανέμενε, βάσει της βιβλιογραφικής ανασκόπησης που είχε κάνει. Σύμφωνα με τον Farnel (2017), συνήθως ένα μέρος των σχολίων που κάνουν οι μαθητές όταν τους ζητηθεί να μιλήσουν για την εμπειρία που είχαν παίζοντας το παιχνίδι είναι αρκετά γενικό και επιφανειακό. Ωστόσο, όπως ο ίδιος υπογραμμίζει, το ενδιαφέρον σε αυτές τις περιπτώσεις βρίσκεται στα (πιθανόν λιγότερα σε ποσότητα) σχόλια των μαθητών που έχουν μεγαλύτερη επεξηγηματική αξία και που παρέχουν πρόσβαση στη λογική και μαθηματική τους σκέψη.

Όπως αναφέρεται και αλλού (O' Connor et al, 2017), η παραγωγική μαθηματική συζήτηση στις τάξεις είναι μάλλον σπάνια και όταν εμφανίζεται αυτό γίνεται για σύντομα χρονικά διαστήματα (1 ή 2 λεπτά συνήθως) και στην όλη διαδικασία εμπλέκονται συνήθως λίγοι μαθητές και όχι απαραίτητα το σύνολο των μαθητών ενός τμήματος. Ακόμα και με μαθητές μεγαλύτερης ηλικίας, δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις όπου χρησιμοποιήθηκε η συζήτηση σε ομάδες ως βασικό διδακτικό εργαλείο, χωρίς να προκύψουν συζητήσεις υψηλού επιπέδου (Innes, 2007).

Ο Goos υποστηρίζει σχετικά ότι η δημιουργία τάξεων που ευδοκιμεί ο διάλογος είναι μια δύσκολη διαδικασία. Λόγω προγενέστερων βιωμάτων των μαθητών, η μετατροπή της τάξης σε μια διαλογική κοινότητα, απαιτεί από τον εκπαιδευτικό μεγάλη προσπάθεια και σωστή οργάνωση. Ο τελευταίος καλείται να λειτουργήσει σε μεγάλο βαθμό ως παράδειγμα προς μίμηση, διδάσκοντας ουσιαστικά στους μαθητές τι είναι συζήτηση και ποιοι είναι οι ενδεδειγμένοι ρόλοι και συμπεριφορές που οι μαθητές πρέπει να αναπτύξουν στο πλαίσιό της (Goos, 2004 ` Innes, 2007 ` Schoenfeld, 1992). Το

παραπάνω ενισχύεται από τη διαπίστωση της Sfard (2007), η οποία πρόσεξε ότι αρκετοί από τους μαθητές της Ε΄ δημοτικού που μελέτησε, δεν είχαν αναπτύξει τις κατάλληλες δεξιότητες και δεν ήταν σε θέση αβοήθητοι να διεξαγάγουν ουσιαστικές, ποιοτικές μαθηματικές συζητήσεις. Αντίστοιχα, οι Mercer και Sams (2006, αναφορά στο Kosko & Miyazaki, 2012) διαπίστωσαν στο δείγμα μαθητών που μελέτησαν, ότι υπήρχε εμφανής υπεροχή των μαθητών εκείνων που διδάχθηκαν αποτελεσματικές πρακτικές για συμμετοχή σε συζήτηση. Έτσι, μολονότι στην παρούσα έρευνα υπήρξε ένα προπαρασκευαστικό στάδιο προετοιμασίας των μαθητών για «εκμάθηση» παραγωγικών τρόπων συμμετοχής σε μια συζήτηση, πιθανόν τα αποτελέσματα θα ήταν πιο εντυπωσιακά αν υπήρχε η χρονική δυνατότητα το συγκεκριμένο προπαρασκευαστικό στάδιο να έχει μεγαλύτερη διάρκεια.

Μία άλλη παρατήρηση που προκύπτει από τα δεδομένα των συζητήσεων στην ολομέλεια της τάξης (αλλά και στο περιβάλλον chat) είναι η εξής. Ένα μεγάλο μέρος των εκφορών αφορούσε στον προσδιορισμό και υπόδειξη των κινήσεων που έπρεπε να κάνουν οι αντίπαλοι παίχτες στη συνέχεια του υπό σχολιασμό παιχνιδιού (με βάση τη δεδομένη κατάσταση που προβαλλόταν κάθε φορά στον πίνακα). Αυτό θυμίζει την περίπτωση που αναφέρει ο Krummheuer (1999), όπου μαθητές δημοτικού ήταν εξίσου πρόθυμοι να παραθέτουν στις συζητήσεις βήμα προς βήμα τους υπολογισμούς που έκαναν, χωρίς όμως παράλληλα να διατυπώνουν λεκτικά τις βαθύτερες δομές που ενεργοποίησαν και τη μαθηματική λογική πίσω από τις ενέργειές τους. Αυτό χαρακτηρίζεται ως κάτι μάλλον σύνηθες στις μαθηματικές συζητήσεις στο δημοτικό σχολείο. Η εξαγωγή συμπερασμάτων ως προς το ποιες εσωτερικές διεργασίες σκέψης έκανε ο μαθητής για να οδηγηθεί στη συγκεκριμένη απάντηση, είναι μια διαδικασία που επαφίεται στους υπόλοιπους μαθητές, η οποία σε πολλές περιπτώσεις δεν ολοκληρώνεται επιτυχώς.

Ένα ιδιαίτερα ενθαρρυντικό στοιχείο, που δικαιολογεί σε μεγάλο βαθμό την επιμονή της διδακτικής παρέμβασης στην αξιοποίηση διαλογικών δραστηριοτήτων, είναι η προοδευτική βελτίωση της συζήτησης ως διαδικασία (ανεξάρτητα από το περιεχόμενό της). Οι μαθητές, κυρίως στην τελευταία (4η) συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης, δείχνουν μέσα από τον τρόπο συμμετοχής τους και τις εκφορές τους, ότι έχουν αρχίσει να διαμορφώνουν συγκεκριμένες κοινωνικο-μαθηματικές νόρμες συμμετοχής στις συζητήσεις. Για παράδειγμα, υπάρχουν ολοένα και περισσότεροι μαθητές που πλέον δε θεωρούν παραγωγικά χρήσιμη μια συζήτηση στην οποία ως επιχείρημα για την υπεράσπιση μιας στρατηγικής επιλογής αναφέρεται ο παράγοντας τύχη.

«*Αυτό είναι σενάριο…*» *(διατυπώθηκε με επιτονισμό που έδειχνε την ενόχλησή της)*
(“Επαλήθευση”, από την 4η συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης)

Το παραπάνω εύρημα θεωρείται αρκετά σημαντικό καθώς φαίνεται ότι η διδακτική παρέμβαση οδήγησε την πλειοψηφία των μαθητών στην υιοθέτηση ορισμένων καλών πρακτικών σκέψης κατά την ενασχόλησή τους με το αντικείμενο των

μαθηματικών γενικότερα και τις μαθηματικές συζητήσεις ειδικότερα. Έτσι, σταδιακά οι μαθητές έδειξαν να αναπτύσσουν μια τάση να αναζητούν μοτίβα (patterns) και κανονικότητες και να διερωτούνται γιατί κάποιες επιλογές που κάνουν στο παιχνίδι λειτουργούν θετικά και κάποιες άλλες όχι. Παράλληλα, οι μαθητές έδειξαν να διαμορφώνουν προοδευτικά μια απαίτηση οι συνομιλητές τους να παρέχουν αιτιολογημένες επεξηγήσεις στις συζητήσεις που γίνονται. Τα παραπάνω συνιστούν παραδείγματα τρόπων σκέψης που θεωρούνται ιδιαίτερα επιθυμητοί και συνήθως διατυπώνονται ως διδακτικοί στόχοι στα αναλυτικά προγράμματα των μαθηματικών. Έτσι, μέσα από την υλοποίηση της διδακτικής παρέμβασης φάνηκε να λαμβάνει χώρα ένα είδος επαναδιαπραγμάτευσης των κοινωνικών και κοινωνικο-μαθηματικών νορμών και να προκρίνονται (και όχι να επιβάλλονται) για τη συγκεκριμένη ομάδα μαθητών, νόρμες που θεωρείται ότι προωθούν τη μαθηματική μάθηση μέσα από διαλογικές δραστηριότητες (Mullin, 2018).

Ολοκληρώνοντας την αναφορά στο κομμάτι των συζητήσεων που έλαβαν χώρα στην ολομέλεια της τάξης, είναι χρήσιμο να επισημανθεί μία παρατήρηση που έγινε και που δεν φαίνεται ξεκάθαρα από τα αποτελέσματα που προέκυψαν και παρουσιάστηκαν προηγουμένως. Μολονότι όχι και τόσο συχνές στην εμφάνισή τους, υπήρξαν περιπτώσεις στις συζητήσεις αυτές όπου σημειώθηκαν αντιπαραθέσεις μεταξύ μαθητών (αν και όχι τόσο έντονες), όπως για παράδειγμα η συζήτηση που παρουσιάζεται αλλού σχετικά με το αν η πρώτη κίνηση του παιχνιδιού έχει σημασία, ή η αντιπαράθεση μαθητών σχετικά με το αν είναι σωστό να θεωρεί κανείς ότι ο αντίπαλός του θα παίξει με τον ιδανικό τρόπο (βλ. εδάφιο 4.5.2.1.). Η ύπαρξη έντονων αντιπαραθέσεων δεν είναι πάντα δεδομένο ότι θα συμβεί (Lipponen et al, 2001). Το γεγονός ότι αυτές οι αντιπαραθέσεις εμφανίζονται περισσότερο στις μεταγενέστερες συζητήσεις ($3^η$ και $4^η$ συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης), μπορεί να εκληφθεί ως μία περαιτέρω ένδειξη προοδευτικής βελτίωσης της ποιότητας των συζητήσεων.

- Συζητήσεις σε περιβάλλον chat

Η βασική σκέψη που οδήγησε στην ενσωμάτωση της τεχνολογίας chat στην παρούσα διδακτική πρόταση ήταν ότι πιθανόν ορισμένοι μαθητές που αντιμετωπίζουν δυσκολίες στο να συμμετέχουν σε προφορικές συζητήσεις, να ήταν σε θέση να συμμετέχουν σε τέτοιου τύπου δραστηριότητες όπου η προσωπική έκθεση είναι κάπως περιορισμένη. Άλλωστε, η ιδέα της αξιοποίησης των νέων τεχνολογιών ως μέσου για τη διεξαγωγή συζητήσεων, οι οποίες δεν αντικαθιστούν αλλά συνδυάζονται και συμπληρώνουν τις πρόσωπο με πρόσωπο συζητήσεις που γίνονται στην ολομέλεια της τάξης, έχει υλοποιηθεί ερευνητικά με τα αποτελέσματα να είναι σχετικά ενθαρρυντικά (Choi & Hand, 2020). Τα παραπάνω στοιχεία, σε συνδυασμό με το γεγονός ότι οι μαθητές διαρκώς δήλωναν ότι είναι εξοικειωμένοι με τους Η/Υ και ειδικότερα με τα social media, τα site κοινωνικής δικτύωσης και τα περιβάλλοντα chat, οδήγησε στη

λήψη της απόφασης να προβλεφθεί στο πλαίσιο της διδακτικής πρότασης η ύπαρξη ορισμένων συνεδριών για συζήτηση – σχολιασμό παιχνιδιών NIM σε περιβάλλον chat.

Όπως φάνηκε στην ενότητα με τα αποτελέσματα (εδάφιο 4.3.2), μολονότι η συμμετοχή των μαθητών είναι ικανοποιητική και σχετικά ισορροπημένη, η ποιότητα της συζήτησης δεν ήταν η αναμενόμενη. Συγκεκριμένα, ένα μεγάλο ποσοστό απαντήσεων (περίπου 40%) ήταν σύντομες (συχνά μονολεκτικές) αποκρίσεις, στα αρχικά ερωτήματα που τέθηκαν κυρίως από το συντονιστή της συζήτησης. Ακόμα και τα μηνύματα τα οποία κατηγοριοποιήθηκαν ως σχόλια (statements) όπου λογικά θα μπορούσε να αποτυπωθεί η μαθηματική σκέψη των συμμετεχόντων, δεν χαρακτηρίστηκαν ως ποιοτικά, αφού συνήθως οι ισχυρισμοί που εμπεριείχαν ήταν ανεπαρκείς ή ελλιπώς τεκμηριωμένοι. Τα ευρήματα αυτά επιβεβαιώνουν την επισήμανση των Choi & Hand (2020) ότι ο σχεδιασμός μιας παρέμβασης που αποβλέπει στο να παρακινήσει τους μαθητές να επιχειρηματολήσουν σε ένα συνεργατικό περιβάλλον με την αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών, δεν οδηγεί απαραίτητα στη διεξαγωγή των παραγωγικών συζητήσεων που οι σχεδιαστές των παρεμβάσεων αυτών θα ανέμεναν να προκύψουν.

Ως θετικό στοιχείο, θα μπορούσε να κρατηθεί το γεγονός ότι οι μαθητές στο συγκεκριμένο φορμάτ συζήτησης, κάνουν αναφορές σε προηγούμενα μηνύματα συμμαθητών τους και επομένως φαίνεται να αναπτύσσεται στοιχειώδης αλληλεπίδραση μεταξύ τους. Αυτές οι αναφορές σε προηγούμενα μηνύματα έχουν το πρόσθετο ενδιαφέρον ότι μπορούν να αναδείξουν κάποιες κανονικότητες, όπως για παράδειγμα τον εντοπισμό μαθητών που τείνουν να γίνονται αντικείμενο αναφοράς από τους συμμαθητές τους, ή τον εντοπισμό μαθητών που αρέσκονται να κάνουν αναφορές σε συμμαθητές τους, στοιχείο που ωστόσο δε βρέθηκε στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος της παρούσας έρευνας.

Προσπαθώντας να δοθεί μια εξήγηση για την κατάσταση που παρουσιάστηκε στις συζητήσεις που έλαβαν χώρα στο περιβάλλον του chat, θα μπορούσε κανείς να καταφύγει στο έργο του Stahl (2009), ο οποίος προέβλεψε την πιθανότητα παρεμβάσεις που ενσωματώνουν στοιχεία νέων τεχνολογιών να μην οδηγήσουν στα προσδοκώμενα θετικά αποτελέσματα.

Συγκεκριμένα, ο Stahl αναγνωρίζει ότι η δημιουργία ένας συνεργατικού περιβάλλοντος μάθησης δεν είναι εύκολη υπόθεση και ότι σε καμία περίπτωση δεν είναι επαρκής συνθήκη για να συμβεί κάτι τέτοιο η αξιοποίηση κάποιας σύγχρονης τεχνολογίας. Χαρακτηριστικά αναφέρει ότι η εισαγωγή και μόνο ενός συστήματος επικοινωνίας (όπως είναι το Blackboard στην περίπτωση που μελέτησε) χωρίς την ταυτόχρονη κατάλληλη προετοιμασία των μαθητών, αναπόφευκτα θα οδηγήσει σε αποτυχία. Όπως αναφέρει, το πιθανότερο σενάριο είναι να σημειωθεί μικρής έκτασης επιφανειακή δραστηριότητα, όπου οι μαθητές απλώς θα διατυπώνουν τις γνώμες τους χωρίς να επιχειρούν να αντιπαραβάλλουν τις ιδέες τους με εκείνες των υπόλοιπων συμμετεχόντων (Stahl, 2009).

Αν και υπήρξε μια βασική προετοιμασία των μαθητών τόσο στο κομμάτι αξιοποίησης της συγκεκριμένης τεχνολογίας, όσο και στο είδος των κοινωνικομαθηματικών νορμών που κατά κάποιο τρόπο προκρίνει η συγκεκριμένη διδακτική παρέμβαση, τα αποτελέσματα φανέρωσαν ότι πιθανόν οι μαθητές χρειάζονταν περισσότερη προετοιμασία και χρόνο για να αποδώσουν καλύτερα. Υπάρχουν άλλωστε πολλές αναφορές όπου τονίζεται ότι παρεμβάσεις τέτοιου τύπου συχνά δε φέρνουν άμεσα, χειροπιαστά αποτελέσματα. Τα αποτελέσματα αρχίζουν να φαίνονται ύστερα από κάποιο χρονικό διάστημα. Έτσι, μπορεί να περάσουν μήνες μέχρι οι μαθητές να αρχίσουν να χρησιμοποιούν σωστά τη στρατηγική της συζήτησης και ακόμα περισσότερο μέχρι να προκύψουν παραγωγικές μαθηματικές συζητήσεις (Chapin, O'Connor & Anderson, 2003), πόσο μάλλον όταν η συζήτηση αυτή υλοποιείται σε ένα νέο για τους μαθητές περιβάλλον, όπως είναι το chat.

Πάντως, ένας παράγοντας που ενδεχομένως οδήγησε στην ύπαρξη «φτωχών» αποτελεσμάτων ήταν το γεγονός, ότι σε αντίθεση με όσα είχαν δηλώσει στο προκαταρκτικό στάδιο της έρευνας, οι περισσότεροι μαθητές δεν είχαν ευχέρεια στην πληκτρολόγηση και έτσι αδυνατούσαν να ανταποκριθούν στο ρυθμό που απαιτεί μια σύγχρονη συζήτηση σε περιβάλλον υπολογιστή. Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο σημείο της παρουσίασης των αποτελεσμάτων, αυτή η αδυναμία γρήγορης πληκτρολόγησης είχε ως αποτέλεσμα ορισμένα μηνύματα – απαντήσεις σε μηνύματα συμμαθητών να εμφανίζονται στη ροή της συζήτησης με μεγάλη καθυστέρηση, στοιχείο που σίγουρα δεν ευνοεί την ανάπτυξη ενός ζωηρού διαλόγου. Αυτό οδήγησε το συντονιστή στο να παρεμβαίνει συχνά και να διατυπώνει ερωτήσεις προκειμένου οι μαθητές να μην χάσουν τον ειρμό της συζήτησης. Αυτό όμως οδήγησε τη συζήτηση στο να λάβει τη μορφή ερωταποκρίσεων (IRE → ο δάσκαλος θέτει ερώτηση – ο μαθητής δίνει απάντηση – ο δάσκαλος αξιολογεί την απάντηση). Αυτή η μορφή συζήτησης θεωρείται ότι είναι αποτελεσματική για την ανάκληση γνώσεων, ωστόσο, δεν φαίνεται να υποστηρίζει περιπτώσεις όπου ο στόχος είναι η συνεργατική οικοδόμηση γνώσεων και νοημάτων και η καλλιέργεια δεξιοτήτων συλλογισμού (O'Connor et al, 2017). Αυτός ίσως είναι ένας βασικός λόγος που δεν εμφανίστηκαν ενδείξεις ύπαρξης μαθηματικού συλλογισμού στις σύγχρονες συζητήσεις που έλαβαν χώρα στο περιβάλλον του chat.

Στην παρούσα εργασία επιβεβαιώθηκε η παρατήρηση που κάνει η Becker (2017), σύμφωνα με την οποία δεν θα πρέπει να θεωρηθεί αυτονόητο ότι οι μαθητές κατανοούν και μπορούν να χρησιμοποιήσουν αποδοτικά μία τεχνολογία που χρησιμοποιείται στη διδασκαλία μόνο και μόνο επειδή ανήκουν στην αποκαλούμενη γενιά των «ψηφιακών αυτοχθόνων» (digital natives) σύμφωνα με τον όρο που εισήγαγε ο Prensky. Αρκετοί από τους μαθητές φάνηκε να μην κατέχουν ορισμένες δεξιότητες (π.χ. διαδικασία log in σε κοινωνικά δίκτυα) που εύλογα θα μπορούσε να χαρακτηριστούν ως βασικές, για άτομα που θεωρητικά έχουν μεγαλώσει μέσα στις νέες τεχνολογίες και τις χρησιμοποιούν σε καθημερινή βάση.

Δεν αποκλείεται να λειτούργησε αρνητικά και η τεχνητή συνθήκη που δημιουργήθηκε στο εργαστήριο υπολογιστών, με τους μαθητές να μην μπορούν τελικά να λειτουργήσουν όπως τους ζητήθηκε, κάνοντας την υπόθεση ότι βρίσκονται απομακρυσμένοι ο ένας από τον άλλο. Επιπρόσθετα, πιθανόν οι μαθητές να είχαν κουραστεί με τη διαδικασία σχολιασμού παιχνιδιών, καθώς πριν από την επίσκεψη στο εργαστήριο είχαν προηγηθεί αρκετές περιπτώσεις σχολιασμού. Ίσως και σε αυτό το στοιχείο να οφείλεται η σημαντική μείωση του πλήθους των μηνυμάτων (άνω του 50%) που σημειώθηκε στη δεύτερη συνεδρία στο περιβάλλον του chat.

Μεταξύ των δύο συζητήσεων, θα μπορούσε πάντως να ειπωθεί, ότι παρατηρείται μια σαφής βελτίωση ως προς ορισμένες βασικές νόρμες που χρειάζονται να γίνονται σεβαστές σε περιπτώσεις συζητήσεων σε chat. Έτσι, οι μαθητές στη 2η συζήτηση αντιλαμβάνονται ότι δεν είναι απαραίτητο να απαντούν άμεσα και μονολεκτικά σε οποιαδήποτε ερώτηση τίθεται, ούτε και ότι χρειάζεται όλοι (ο καθένας ξεχωριστά) να απαντήσουν (συνήθως με τον ίδιο τρόπο) στις ερωτήσεις. Αυτό φαίνεται ξεκάθαρα καθώς το πλήθος των μηνυμάτων στη 2η συζήτηση chat είναι αισθητά μικρότερο και παρατηρείται αύξηση του μεγέθους τους (σύνολο λέξεων ανά μήνυμα).

- Τύποι συμμετοχής μαθητών

Ένα άλλο στοιχείο που φάνηκε από την παρουσίαση των αποτελεσμάτων σχετικά με τη συμμετοχή των μαθητών στις συζητήσεις στην ολομέλεια αλλά και στις συζητήσεις στο περιβάλλον chat είναι ότι σταδιακά φαίνεται να διαμορφώνονται ορισμένοι ρόλοι που τείνουν σταθερά οι μαθητές να αναλαμβάνουν στο πλαίσιο των συζητήσεων αυτών. Έτσι, υπήρχαν μαθητές (όπως οι μαθητές “Μετρητής011”, “9stein”, ”Διαβήτης”), οι οποίοι συμμετέχουν σε όλες τις συζητήσεις με έναν αριθμό εκφορών σταθερά ανώτερο του μέσου όρου, των οποίων τα μηνύματα έχουν έκταση (σε λέξεις) μεγαλύτερη από το μέσο όρο και στα οποία συχνά γίνεται διατύπωση προσωπικών ερμηνειών και διατύπωση υποθέσεων, είτε με ολοκληρωμένο είτε με μερικώς σωστό από μαθηματικής άποψης τρόπο. Οι μαθητές αυτοί στην περίπτωση της ανάλυσης του Krummheuer (Krummheuer, 2007 ` Γιαννοπούλου, 2013) θα εντάσσονταν λογικά στην κατηγορία «συγγραφείς» (authors), με βάση το προτεινόμενο σχήμα του για τους τύπους συμμετοχής των μαθητών σε διαλογικές δραστηριότητες στα μαθηματικά.

Αντίστοιχα, στην παρούσα έρευνα εντοπίζεται μια άλλη ομάδα μαθητών (όπως οι μαθητές “Αριθμούλα”, “ι1082004” και “Κυκλικός”), οι οποίοι τείνουν να συμμετέχουν λιγότερο στις συζητήσεις και δίνουν έμφαση στην αναπαραγωγή γνώσεων που ήδη έχουν συζητηθεί στο πλαίσιο προηγούμενων συζητήσεων και κυρίως στη διατύπωση κανόνων που έχουν ισχύ στο παιχνίδι και που εξηγούν την υπό εξέταση κατάσταση. Με βάση το έργο του Krummheuer οι παραπάνω μαθητές θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι συνιστούν την κατηγορία «αναμεταδότες» (relayers), οι οποίοι χαρακτηρίζονται ως οι

μαθητές που δεν εκφράζουν προσωπικές ιδέες αλλά επαναλαμβάνουν περιεχόμενο που ήδη υπάρχει στη συζήτηση, χρησιμοποιώντας μάλιστα παρόμοιες διατυπώσεις.

Μία άλλη περίπτωση που αναδύεται από τα δεδομένα της έρευνας είναι εκείνοι οι μαθητές ("Διαίρεση", "Τριγωνούλα") που τείνουν να δίνουν σύντομες αποκρίσεις (και μάλιστα άμεσα) στα ερωτήματα που προκύπτουν και ιδίως σε αυτά που τίθενται από τον εκπαιδευτικό. Αν και δεν υπάρχει σχετική πρόβλεψη στο σχήμα του Krummheuer, άλλα θεωρητικά σχήματα που έχουν προταθεί, προβλέπουν για αυτήν την περίπτωση μια σχετική κατηγορία – τύπο συμμετοχής. Έτσι, σύμφωνα με τη διάκριση των Kovalainen & Kumpulainen (αναφορά στο Sedlacek & Sedova, 2017), οι συγκεκριμένοι μαθητές θα χαρακτηρίζονταν ως αποκριτικοί συμμετέχοντες (responsive), οι οποίοι συνήθως δίνουν προτεραιότητα στο να απαντούν άμεσα στα ερωτήματα που θέτει ο δάσκαλος.

Τέλος, δεν έλειψε και από την παρούσα εργασία μια μικρή ομάδα μαθητών με μεγάλη αλλά μη λειτουργική συμμετοχή στις συζητήσεις (με χαρακτηριστικότερο παράδειγμα τους μαθητές "Τσέπης" και "Ευκλείδης"), καθώς και ένα σύνολο μαθητών ("Διαγώνιος", "Πολλαπλασιασμός") που δεν είχαν σχεδόν καθόλου συμμετοχή (σιωπηροί συμμετέχοντες κατά τους Kovalainen & Kumpulainen). Ορισμένοι από τους μαθητές αυτής της κατηγορίας (π.χ. η μαθήτρια "Διαγώνιος") παρουσιάζουν ξεχωριστό ενδιαφέρον καθώς παρά τη σχεδόν μηδαμινή συμμετοχή τους στις συζητήσεις, εμφανίζονται να είναι ικανότατοι παίχτες και να παίζουν ιδανικά το παιχνίδι, ενισχύοντας έτσι τα ευρήματα πρόσφατων ερευνών (Óskarsdóttir & Jónasson, 2015), οι οποίες καταλήγουν στο ότι η μη συμμετοχή των μαθητών σε δραστηριότητες (π.χ. συζήτηση) δεν είναι απαραίτητα επιζήμια για τη μάθηση, ούτε πρέπει να θεωρηθεί ως απόδειξη ότι οι μαθητές είναι ανενεργοί ή αδιάφοροι. Όπως αναφέρεται αλλού (O' Connor et al, 2017) υπάρχει περίπτωση οι σιωπηροί μαθητές (silent) να επωφελούνται εξίσου σε σύγκριση με τους μαθητές που συμμετέχουν ενεργά στη συζήτηση (vocal). Αυτό συνήθως συμβαίνει με μαθητές που δεν έχουν απεμπλακεί από τη δραστηριότητα λόγω έλλειψης ενδιαφέροντος, αλλά αντίθετα αν και μένουν σιωπηροί, παρακολουθούν προσεκτικά τη συζήτηση.

Αξίζει να σημειωθεί ότι οι παραπάνω διαπιστώσεις έρχονται ως ένα βαθμό σε αντίθεση με την παρατήρηση των Sarmiento & Shumar (2010), οι οποίοι μέσα από το ερευνητικό τους έργο ισχυρίζονται ότι οι ρόλοι (positioning) που αναλαμβάνουν οι μαθητές στο πλαίσιο συνεργατικών δραστηριοτήτων δεν είναι τόσο στατικοί αλλά έχουν ένα περισσότερο «ρευστό» χαρακτήρα και μπορεί να μεταβάλλονται από συνεδρία σε συνεδρία ή ακόμα και στο πλαίσιο μίας και μόνο συνεδρίας. Αν και εικάζεται λόγω της σύντομης διάρκειάς της ότι οι παρατηρούμενες τάσεις ως προς τους τρόπους συμμετοχής των μαθητών στις συζητήσεις δεν είναι αποτέλεσμα της επίδρασης που είχε στους μαθητές η διδακτική παρέμβαση, θα είχε ενδιαφέρον μελλοντικά μια συστηματικότερη διερεύνηση του ζητήματος αυτού, που ωστόσο ξεφεύγει αυτή τη στιγμή από τα ενδιαφέροντα της παρούσας διατριβής.

- Συμμετοχή συντονιστή

Παρατηρήθηκε στις συζητήσεις στην ολομέλεια της τάξης ότι ο συντονιστής της συζήτησης σταθερά είχε μεγάλη συμμετοχή και ενεργό ρόλο, κάτι που δεν ήταν ιδιαίτερα επιθυμητό με βάση το σχεδιασμό που είχε γίνει, αλλά που ωστόσο φαίνεται να συμβαίνει συχνά σε αντίστοιχου τύπου δραστηριότητες (Lin, 2018 ΄ Song, 2015 ΄ Pimentel & McNeill, 2013 ΄ Kim & Roth, 2018). Σε κάποιες περιπτώσεις η ύπαρξη παρεμβάσεων εκ μέρους του συντονιστή κρίθηκε ως αναγκαία συνθήκη για την εξασφάλιση της συνέχειας της συζήτησης. Όπως έχει συμβεί και αλλού (Freiman & Lirette-Pitre, 2009), παρατηρήθηκε μια έλλειψη διάθεσης για σωστή επικοινωνία λύσεων και στρατηγικών. Σε πολλές περιπτώσεις οι μαθητές έτειναν να δίνουν μια σύντομη απάντηση, χωρίς να παρέχουν αναλυτικές και δομημένες επεξηγήσεις, χωρίς να επιχειρηματολογούν και να αποκαλύπτουν στρατηγικές και συλλογισμούς που έκαναν.

Οι Kosko & Wilkins, δίνουν πρόσθετες επεξηγήσεις σχετικά με τα παραπάνω, με βάση τη δική τους έρευνα (2015) αλλά και ανατρέχοντας σε παλιότερες έρευνες των Yackel & Cobb (1996) και του Hufferd-Ackles και συνεργατών (2004) και σημειώνουν ότι χρειάζεται αρκετός χρόνος προκειμένου οι μαθητές να συμμετέχουν με σωστό τρόπο στις μαθηματικές συζητήσεις. Στις περισσότερες περιπτώσεις που εφαρμόζονται προγράμματα για ενίσχυση της συμμετοχής των μαθητών, περνάει πολύς καιρός μέχρι να αρχίσουν οι μαθητές να συμμετέχουν παραγωγικά στις συζητήσεις διατυπώνοντας μαθηματικούς συλλογισμούς και παρέχοντας επεξηγήσεις. Ως εκ τούτου στα πρώτα στάδια εφαρμογής σχετικών παρεμβάσεων είναι κυρίως ο εκπαιδευτικός το άτομο με τη μεγαλύτερη συνεισφορά στις συζητήσεις. Σε αυτό το χρονικό διάστημα οι μαθητές, με τη βοήθεια των υποστηρικτικών ενεργειών των εκπαιδευτικών, αποκομίζουν εμπειρίες και αρχίζουν να επιδεικνύουν ολοένα και μεγαλύτερη μαθηματική αυτονομία κατά τη συμμετοχή τους στις συζητήσεις. Η διαδικασία αυτή είναι συνήθως αργή και έτσι είναι πιθανόν σε σύντομης διάρκειας παρεμβάσεις να μη φανεί σημαντική βελτίωση ως προς την ποσότητα και κυρίως την ποιότητα των συνεισφορών που κάνουν οι μαθητές στις συζητήσεις που συμμετέχουν (Kosko & Wilkins, 2015).

5.1.4 Συζήτηση σε σχέση με τους συλλογισμούς και τα επιχειρήματα που χρησιμοποίησαν οι μαθητές στις διαλογικές δραστηριότητες

- Οι μαθητές χρησιμοποιούν επιχειρήματα στους συλλογισμούς τους, παραλείποντας συχνά ορισμένα δομικά συστατικά τους

Ένα πρώτο συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι οι μαθητές 5^{ης} δημοτικού που συμμετέχουν στην έρευνα φαίνεται να είναι σε θέση να διατυπώνουν επιχειρήματα και να παράγουν συλλογισμούς. Σε πολλές από τις απαντήσεις των μαθητών στις διαλογικές δραστηριότητες, υπάρχουν παραδείγματα όπου γίνεται χρήση επιχειρηματολογικού

λόγου. Οι μαθητές, στην προσπάθειά τους να εξηγήσουν στους άλλους τη σκέψη τους, διατυπώνουν επιχειρήματα, τα οποία (είτε αυτούσια είτε με μια μικρή επεξεργασία – αναδόμηση από τον ερευνητή) ακολουθούν τη βασική δομή που προτείνει ο Toulmin στο απλοποιημένο μοντέλο του. Έτσι, αν και στις περισσότερες συζητήσεις επικρατούν οι σύντομες απαντήσεις, υπάρχουν και κάποιες ολοκληρωμένες εκφορές όπου εντοπίζονται τα βασικά συστατικά (δεδομένα, συμπέρασμα, εγγυήσεις) ενός επιχειρήματος.

Τα παραπάνω ευρήματα έρχονται να υποστηρίξουν τους ισχυρισμούς των Kosko & Singh (2019) οι οποίοι στο θεωρητικό μέρος της εργασίας τους κάνουν αναφορά σε μελέτες που δείχνουν ότι μαθητές ακόμα και μικρών τάξεων του δημοτικού είναι ικανοί να διατυπώνουν λόγους - επιχειρήματα για να υποστηρίξουν τους ισχυρισμούς τους σε συζητήσεις που γίνονται στην ολομέλεια της τάξης, αν και σε πολλές περιπτώσεις από τα επιχειρήματά τους απουσιάζουν οι υποστηρίξεις (backings). Η έρευνα της Lin (2018) είναι μια παρόμοια περίπτωση, οπότε και μαθητές 3ης τάξης δημοτικού, καταφέρνουν να διατυπώσουν επιχειρήματα, παραλείποντας, ωστόσο, συνήθως τις εγγυήσεις, κάτι που επίσης συμβαίνει και σε πιο πρόσφατη έρευνα των Kosko & Zimmerman (2019).

Σε σχέση με την ελληνική πραγματικότητα, η παρούσα έρευνα συμφωνεί με τα ευρήματα πρόσφατης έρευνας που έγινε με μαθητές 5ης τάξης δημοτικού σχολείου και 2ης τάξης γυμνασίου (Koleza, Metaxas & Poli, 2017). Στην έρευνα αυτή διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές ήταν ικανοί στο να χρησιμοποιούν επιχειρήματα στην προσπάθειά τους να παρουσιάσουν και να επεξηγήσουν στους άλλους τη μαθηματική τους σκέψη, σε καταστάσεις επίλυσης προβλημάτων. Ωστόσο, όπως και στην παρούσα μελέτη, παρατηρήθηκε ότι σε πολλές περιπτώσεις οι μαθητές δεν καθιστούν σαφή τον τρόπο με τον οποίο από τα δεδομένα προκύπτει το συμπέρασμα, παραλείποντας τις εγγυήσεις (warrants) και σχεδόν πάντα τις υποστηρίξεις (backings).

Έτσι, τα επιχειρήματα των μαθητών τείνουν να είναι σύντομα σε έκταση, αφού απουσιάζει ένα ουσιώδες συστατικό τους. Αυτό πιθανώς συμβαίνει καθώς οι μαθητές θεωρούν ότι το συγκεκριμένο συστατικό (οι εγγυήσεις) είναι κάτι το προφανές και αυτονόητο και επομένως δεν μπαίνουν στη διαδικασία να το διατυπώσουν με σαφήνεια. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να χρειάζεται να γίνει μια «αναδόμηση» των επιχειρημάτων (από τον ερευνητή) προκειμένου τα επιχειρήματα των μαθητών να αποκτήσουν την (βάσει του μοντέλου που αξιοποιείται) αρμόζουσα δομή και να μην απουσιάζουν κάποια από τα βασικά δομικά συστατικά (στη συγκεκριμένη περίπτωση οι εγγυήσεις).

Συνεχίζοντας τη συζήτηση γύρω από το παρατηρούμενο εύρημα ότι οι μαθητές τείνουν να παραλείπουν ουσιώδη συστατικά κατά την παραγωγή των επιχειρημάτων τους, υπάρχει και μια διαφορετική ερμηνεία πέραν αυτής που αναφέρθηκε στην προηγούμενη παράγραφο. Σύμφωνα με αυτήν, εικάζεται ότι οι μαθητές δε δίνουν τις πληροφορίες αυτές (εγγυήσεις) γιατί πιθανώς δεν μπορούν να το κάνουν, αφού δεν είναι πάντα σε θέση να εξηγήσουν το πώς κατέληξαν στη συγκεκριμένη απόφαση, στο συγκεκριμένο συμπέρασμα. Το γεγονός ότι οι μαθητές δε δύνανται να διατυπώσουν με σαφήνεια το παραπάνω, μπορεί να οφείλεται ως ένα βαθμό στην αδυναμία των μαθητών

να χρησιμοποιήσουν το γλωσσικό κώδικα για να μεταδώσουν τέτοιου είδους πληροφορίες. Ωστόσο, θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι η τάση των μαθητών να διατυπώνουν συμπεράσματα χωρίς να παρέχουν πάντα τις απαραίτητες εγγυήσεις, είναι συνέπεια της ύπαρξης της λεγόμενης διαισθητικής γνώσης (intuitive knowledge) που οι μαθητές φέρουν μαζί τους όταν έρχονται στο σχολείο (Copley, 2010), η οποία προκύπτει μέσα από τις καθημερινές τους (και εκτός του σχολείου φυσικά) εμπειρίες και επιτρέπει στους μαθητές να διαχειρίζονται συχνά με επιτυχία καινούριες μαθηματικές καταστάσεις (όπως για παράδειγμα η περίπτωση εισαγωγής ενός νέου παιχνιδιού στρατηγικής).

Στο ζήτημα των διαισθητικών συλλογισμών (intuitive reasoning) αναφέρονται οι Φεσάκης, Καφούση & Μαλισιόβα (2017) στην εργασία τους, όπου υπογραμμίζουν ότι αυτοί οι συλλογισμοί βασίζονται σε διαισθητικές αντιλήψεις (intuitions) των ατόμων, δηλαδή σε κάποιες γνωστικές πεποιθήσεις που τα άτομα κατέχουν. Οι πεποιθήσεις αυτές, για κάποια άτομα, μπορεί να θεωρούνται αυτονόητες και επομένως έτσι να εξηγείται ο λόγος που παραλείπουν να κάνουν σαφείς αναφορές σε αυτές, ωστόσο δεν αποκλείεται και η περίπτωση οι πεποιθήσεις αυτές να είναι άδηλες και τα άτομα να μην έχουν επίγνωσή τους και για το λόγο αυτό να μην μπορούν να τις επικοινωνήσουν στους άλλους (Leron & Hazzan, 2009).

Πιθανόν δεν είναι τυχαίο το γεγονός ότι αρκετοί από τους πιο ενδιαφέροντες συλλογισμούς που έδωσαν ώθηση στις συζητήσεις και άνοιξαν νέους δρόμους στο πώς οι μαθητές προσέγγισαν το παιχνίδι, προήλθαν από μαθητές οι οποίοι βάσει των απαντήσεών τους στα σχετικά ερωτηματολόγια που μοιράστηκαν, δήλωσαν ότι διαχρονικά ασχολούνται με παιχνίδια στρατηγικής και αφιερώνουν αρκετό χρόνο σε αυτά. Αυτή η συγκριτικά με το μέσο όρο της τάξης εντατικότερη ενασχόλησή τους με τα παιχνίδια στρατηγικής είναι λογικό να έχει οδηγήσει στην οικοδόμηση ενός σώματος γνώσης, το οποίο αξιοποιείται σε νέα, παρόμοια παιγνιώδη περιβάλλοντα είτε με τρόπο συνειδητό, είτε διαισθητικά με τρόπο άδηλο.

Ακολουθεί ένα παράδειγμα όπου μια μάλλον διαισθητική σκέψη, βοήθησε το σύνολο της τάξης να προσεγγίσει με διαφορετικό τρόπο το παιχνίδι NIM_{1357}. Πρόκειται για τη σκέψη να μην αντιμετωπίζονται όλες οι σειρές αντικειμένων μεμονωμένα, αλλά αντίθετα να υπάρχει η ευελιξία ομαδοποίησης σειρών. Η παραπάνω σύλληψη διατυπώνεται στην 3η συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης από το μαθητή "Αϊνστάιν", ο οποίος «βλέπει» να σχηματίζεται το μοτίβο 5-5 στο ταμπλό του παιχνιδιού μολονότι υπάρχουν αντικείμενα σε 3 και όχι μόνο σε 2 σειρές. Εξηγεί:

> «*Έτσι όπως παίρνει δύο κρουασάν η Διαίρεση, είναι σαν να είναι το ίδιο πράγμα και να μένουν πέντε πέντε, γιατί τα δύο μπισκότα είναι σαν δύο κρουασάν. Και μένουν το ίδιο*».
>
> ("Αϊνστάιν", από την 3η συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης)

Μολονότι μέχρι εκείνη τη στιγμή, μόνο η μαθήτρια "Διαγώνιος" μέσα από το παιχνίδι της φαίνεται να ενεργεί προς την κατεύθυνση αυτή, η παρατήρηση αυτή που

μοιράστηκε στην ολομέλεια της τάξης, προφανώς είχε επίδραση στους μαθητές, οι οποίοι στα μεταγενέστερα παιχνίδια και στις επακόλουθες συζητήσεις χρησιμοποιούν την παραπάνω λογική ομαδοποίησης σειρών και μάλιστα με μεγάλη επιτυχία.

- Αξιοποίηση διαφορετικού τύπου επιχειρηματολογικών σχημάτων από τους μαθητές στις διαφορετικές φάσεις της διδακτικής παρέμβασης

Όσον αφορά τα επιχειρηματολογικά σχήματα που οι μαθητές μεταχειρίζονται για να υποστηρίξουν τα συμπεράσματα και τους ισχυρισμούς τους, διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές επιλέγουν κυρίως τρία βασικά επιχειρηματολογικά σχήματα: το «επιχείρημα μέσω επίκλησης σε εγκαθιδρυμένο κανόνα», το «επιχείρημα μέσω των συνεπειών» και το «επιχείρημα μέσω επίκλησης σε δημοφιλή πρακτική». Πέρα από την παραπάνω διαπίστωση, μια πιο προσεκτική εξέταση των πηγών δεδομένων φανερώνει ότι προοδευτικά σημειώνεται μια διαφοροποίηση ως προς τα επιχειρηματολογικά σχήματα που οι μαθητές επιλέγουν να χρησιμοποιήσουν. Έτσι, στις πρώτες συζητήσεις επικρατεί η περίπτωση της διατύπωσης επιχειρημάτων «μέσω των συνεπειών», τα περισσότερα εκ των οποίων προκύπτουν μέσα από διερευνητικές προσπάθειες των μαθητών (συνήθως της μορφής δοκιμή και πλάνη) να ανακαλύψουν τρόπους παιξίματος και στρατηγικές που τους οδηγούν σε θετικές συνέπειες (δηλαδή σε νίκες) στο πλαίσιο του παιχνιδιού.

Σε μεταγενέστερη φάση, οι μαθητές τείνουν να εγκαταλείπουν το συγκεκριμένο επιχειρηματολογικό σχήμα και να χρησιμοποιούν τα υπόλοιπα (επίκληση σε εγκαθιδρυμένο κανόνα ή σε δημοφιλή πρακτική), πιθανόν εξαιτίας του ότι πλέον, μέσα από τις διερευνητικές προσπάθειες που προηγήθηκαν, υπάρχει ένα σώμα διαθέσιμων πρακτικών και γνώσεων (σε μορφή κανόνων) γύρω από το παιχνίδι. Η εξέλιξη αυτή είναι μάλλον αρνητική, αφού δείχνει ότι οι μαθητές σταματάνε να πειραματίζονται με το παιχνίδι και καταφεύγουν σε «έτοιμες», ήδη δοκιμασμένες, λύσεις. Ωστόσο, η παραπάνω εξέλιξη, κατά κάποιον τρόπο, είχε προβλεφθεί κατά το σχεδιασμό της διδακτικής παρέμβασης και ουσιαστικά αντιμετωπίστηκε μέσα από τη μετάβαση που έγινε (στη β φάση) από την απλή εκδοχή (NIM_{135}) στην πιο σύνθετη εκδοχή του παιχνιδιού (NIM_{1357}). Το τελευταίο «εξανάγκασε» τους μαθητές να αναζητήσουν νέες στρατηγικές και τρόπους παιξίματος, καθώς γρήγορα συνειδητοποίησαν ότι αρκετές από τις επιλογές που έκαναν στο πλαίσιο του παιχνιδιού NIM_{135} δεν οδηγούσαν σε αντίστοιχα επιτυχημένα αποτελέσματα στο νέο παιχνίδι NIM_{1357}. Έτσι, μόνο τυχαία δε μπορεί να θεωρηθεί η εκ νέου διατύπωση επιχειρημάτων που εντάσσονται στο σχήμα «επιχειρήματα μέσω συνεπειών», καθώς και η εμφάνιση ενός νέου επιχειρηματολογικού σχήματος («επιχείρημα μέσω αναλογίας») που σημειώνονται στις διαλογικές δραστηριότητες της β φάσης της διδακτικής πρότασης.

Ένα πρόσθετο στοιχείο που αξίζει να αναφερθεί είναι ότι μολονότι στις διαλογικές δραστηριότητες δεν έγινε χρήση του επιχειρηματολογικού σχήματος «επίκληση στην αυθεντία», κάτι τέτοιο συμβαίνει στις ατομικές συνεντεύξεις των μαθητών. Σε αρκετές

περιπτώσεις, οι μαθητές τείνουν να δικαιολογούν κάποιες αποφάσεις τους ως προς τον τρόπο που παίζουν, κάνοντας αναφορά στις πρακτικές που ακολουθούν συγκεκριμένοι συμμαθητές τους, οι οποίοι λειτουργούν ως ένα είδος «αυθεντίας» που ασκεί επιρροή πάνω τους. Μία πρώτη εκτίμηση είναι ότι αυτή η εξέλιξη αποκαλύπτει ότι οι μαθητές καταφεύγουν στη διατύπωση μάλλον επιφανειακών συλλογισμών, οι οποίοι όπως αναφέρθηκε στο θεωρητικό μέρος, εντάσσονται στην κατηγορία της μιμητικής συλλογιστικής σύμφωνα με το μοντέλο των Palm, Boesen & Lithner (2005). Ωστόσο, οι μαθητές έχοντας την ευκαιρία άμεσα να χρησιμοποιήσουν και να εφαρμόσουν τις στρατηγικές που σε πρώτο στάδιο φαίνεται να «αντιγράφουν», καταφέρνουν να οικειοποιηθούν τις στρατηγικές αυτές και να φτάσουν σε ένα επίπεδο κατανόησης που τους επιτρέπει να τις χρησιμοποιούν με σωστό τρόπο και στις κατάλληλες περιστάσεις (σε περιπτώσεις δηλαδή που είναι σημαντικό να επιλεγούν ανάμεσα από ένα πλήθος διαθέσιμων επιλογών). Αυτό επιφέρει μια σημαντική βελτίωση τόσο στον τρόπο παιξίματός τους όσο και στο σώμα «λειτουργικών» γνώσεων που κατέχουν γύρω από το υπό εξέταση παιχνίδι και υποδεικνύει ότι η επεξεργασία της γνώσης που γίνεται δε μένει μόνο σε επιφανειακό επίπεδο αλλά προχωράει πιο βαθειά.

Συμπερασματικά, φαίνεται τελικά να επιβεβαιώνεται η θέση των Yackel και Cobb, οι οποίοι θεωρούν ότι οι υπάρχουσες κοινωνικές νόρμες που επικρατούν στο πλαίσιο μιας τάξης προσδιορίζουν το είδος των επεξηγήσεων και την επιχειρηματολογία που θα προκύψει σε μια δραστηριότητα. Όπως αντίστοιχα, και ότι μέσα από το πώς οι μαθητές συναινούν σε αποδεκτές μαθηματικές λύσεις σε προβλήματα που από κοινού αντιμετωπίζουν, μπορεί κανείς να έχει πληροφόρηση για τις κοινωνικομαθηματικές νόρμες που έχουν εγκαθιδρυθεί στη συγκεκριμένη κοινότητα. (Schwarz, Hershkowitz & Prusak, 2010). Έτσι για παράδειγμα, το γεγονός ότι οι μαθητές του συγκεκριμένου τμήματος αποδέχονται (συχνά αβίαστα και χωρίς κριτική) τις επεξηγήσεις που δίνει ο κατά γενική ομολογία αποδεκτός ως μαθηματικά ικανός συμμαθητής τους και η βιασύνη τους (π.χ. στις συζητήσεις σε περιβάλλον chat) είτε να συμφωνήσουν με τις απόψεις που παραθέτει είτε (όσοι έχουν τη σχετική ευχέρεια) να τις επαναδιατυπώσουν άμεσα με τον δικό τους τρόπο, αποτελεί μια πηγή πληροφόρησης για τις επικρατούσες νόρμες στο τμήμα. Η συμβολή της παρούσας διδακτικής παρέμβασης (και αντίστοιχων πρωτοβουλιών που θα μπορούσαν να αναπτυχθούν) έγκειται στη σταδιακή εξοικείωση των μαθητών με νέες, περισσότερο κατάλληλες και επιθυμητές στο πλαίσιο της ενασχόλησης με τα μαθηματικά, κοινωνικο-μαθηματικές νόρμες,

- Σχετικά χαμηλή η συχνότητα εμφάνισης μηνυμάτων με μαθηματικό ενδιαφέρον

Η εξέταση των δεδομένων της παρούσας μελέτης περίπτωσης, όπως φάνηκε στην ενότητα με την παρουσίαση των αποτελεσμάτων, έδειξε ότι η συχνότητα εμφάνισης μηνυμάτων που έχουν μαθηματικό ενδιαφέρον και εκφορών στις οποίες οι μαθητές προβαίνουν στη διατύπωση συλλογισμών, είναι συνολικά μάλλον χαμηλή. Το στοιχείο

αυτό θα μπορούσε να είναι αποθαρρυντικό για μια μελλοντική ανάληψη αντίστοιχων διδακτικών πρωτοβουλιών. Ωστόσο, θα πρέπει να αναφερθεί ότι σε πολλές από τις έρευνες που μελετήθηκαν, η συχνότητα εμφάνισης μαθηματικά χρήσιμων – γνωστικά απαιτητικών προτάσεων, είναι ακόμα πιο χαμηλή σε σύγκριση με την παρούσα έρευνα (Weaver, Dick & Rigelman, 2005). Το παραπάνω υποδεικνύει ότι γενικότερα ο σχεδιασμός διδακτικών δραστηριοτήτων που θα παρέχει στους μαθητές ερεθίσματα για διατύπωση αποδεκτών συλλογισμών είναι μια μάλλον δύσκολη υπόθεση. Επομένως, μία διδακτική παρέμβαση που επιτυγχάνει έστω και σε μικρό βαθμό να οδηγήσει προς την κατεύθυνση αυτή, θα πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη.

Η χαμηλή συχνότητα εμφάνισης μαθηματικών συλλογισμών είναι μια κατάσταση για την οποία μπορούν να γίνουν αρκετές εικασίες και να δοθούν πειστικές εξηγήσεις. Καταρχήν, πρόκειται για μια επισήμανση που έχει γίνει από αρκετούς ερευνητές. Οι μαθητές σχολικής ηλικίας, αλλά ακόμα και μεγαλύτερης ηλικίας άτομα (Stylianou & Blanton, 2002) φαίνεται ότι αισθάνονται άβολα και ότι μάλλον δυσκολεύονται όταν καλούνται να διατυπώσουν μαθηματικούς συλλογισμούς και να αιτιολογήσουν τα πεπραγμένα τους, ιδιαίτερα μάλιστα όταν αναμένεται από αυτούς να το πράξουν χρησιμοποιώντας «μαθηματική» και όχι «καθημερινή» γλώσσα (Healy & Hoyles, 2000). Αυτό ίσως οφείλεται στο ότι στη σχολική τάξη μάλλον δε δημιουργούνται επαρκείς ευκαιρίες για τους μαθητές να εμπλακούν σε δραστηριότητες επίλυσης προβλημάτων, ώστε να εξοικειωθούν με την όλη διαδικασία και να αναπτύξουν σχετικές δεξιότητες, αλλά αντίθετα δίνεται έμφαση στην αποστήθιση μαθηματικών τύπων και μηχανιστικών ακολουθιών. Επιπρόσθετα, η ιδέα των μαθηματικών συζητήσεων που προάγουν την ανάπτυξη επιχειρημάτων, συχνά έρχεται σε σύγκρουση με τη μαθηματική «κουλτούρα» που συνήθως καλλιεργείται στις τάξεις, στο πλαίσιο της οποίας θεωρείται χρήσιμο μόνο ότι σχετίζεται και οδηγεί στην εκ των προτέρων μία και μοναδική σωστή απάντηση (Mueller & Yankelewitz, 2014).

Αυτό φάνηκε και στους μαθητές του τμήματος που συμμετείχε στην έρευνα, όπου παρατηρήθηκε ότι υπήρχαν σταθερά κάποιοι μαθητές που συμμετείχαν στη συζήτηση με τρόπο «καταστροφικό» για την εξέλιξή της. Οι μαθητές αυτοί (με πιο χαρακτηριστικό εκπρόσωπο το μαθητή με το ψευδώνυμο “Διαίρεση”) προσπαθούσαν σε κάθε ερώτηση να δώσουν γρήγορα μια οριστική - τελική απάντηση, χωρίς να ενδιαφέρονται να εξηγήσουν πώς οδηγήθηκαν σε αυτήν. Επιπλέον, θεωρούσαν καθήκον τους, σε κάθε συλλογισμό που διατύπωναν οι συμμαθητές τους, άμεσα (και συνήθως μονολεκτικά) να αποφαίνονται ως προς την ορθότητά του, χωρίς ωστόσο να τεκμηριώνουν με επιχειρήματα την κρίση τους αυτή. Παρόμοια, δεν μπορεί να θεωρηθεί τυχαίο το ότι υπήρχε σεβαστός αριθμός μαθητών που έδωσε μεγάλη σημασία στην εκμάθηση βασικών κανόνων – συνταγών επιτυχίας, χωρίς να υπάρχει παράλληλα ενδιαφέρον για μια βαθύτερη κατανόηση των κανόνων αυτών και της λογικής που κρύβεται πίσω τους.

Είναι πιθανόν να ισχύει αυτό που εύστοχα παρατηρεί ο Hierbert, ότι οι μαθητές μαθαίνουν καλύτερα εκείνο το είδος των μαθηματικών στο οποίο εκτίθενται

περισσότερο κατά τη διάρκεια των σχολικών εμπειριών τους. Αν τα μαθηματικά που διδάσκονται δίνουν έμφαση στην αποστήθιση (rote learning), τότε οι μαθητές θα γίνουν ικανοί σε αυτό το κομμάτι της μαθηματικής μάθησης (Lithner, 2015).

Παρατηρήθηκε ότι πολλοί μαθητές κατά τη διάρκεια των συζητήσεων ήταν σε θέση να διακρίνουν αν η εκάστοτε κίνηση του παιχνιδιού ήταν κατάλληλη ή μη. Συνήθως, οι μαθητές στήριζαν τις κρίσεις αυτές κάνοντας αναφορά στο σχηματισμό που προέκυπτε στην οθόνη μετά την ολοκλήρωση της κίνησης. Τα αβίαστα λάθη όμως που εξακολούθησαν να γίνονται κατά τη διεξαγωγή παιχνιδιών (ακόμα και προς το τέλος της παρέμβασης), υποδεικνύουν ότι ίσως οι μαθητές δεν είχαν φτάσει στο επίπεδο κατανόησης που θα τους επέτρεπε να παίξουν με ιδεατό τρόπο το παιχνίδι NIM. Αντίθετα, φάνηκε περισσότερο πιθανόν ότι είχαν αποστηθίσει ένα πεπερασμένο σύνολο σχηματισμών (π.χ. στο NIM_{135} το σχηματισμό «1-1-1» ή στο NIM_{1357} το σχηματισμό «k-k»), χωρίς όμως να αντιλαμβάνονται το λόγο που ο σχηματισμός αυτός οδηγούσε στη συγκεκριμένη εξέλιξη του παιχνιδιού. Οι εν λόγω μαθητές, σύμφωνα με τη θεωρητική διάκριση του Skemp, μάλλον είχαν αποκτήσει ένα είδος εργαλειακής (instructional) κατανόησης, αναγνωρίζοντας τι πρέπει να κάνουν. Δεν φαίνεται όμως να είχαν φτάσει στη λεγόμενη σχεσιακή (relational) κατανόηση, δηλαδή στο επίπεδο όπου όχι μόνο ξέρουν τι πρέπει να κάνουν, αλλά γνωρίζουν και για ποιο λόγο οι κινήσεις τους επιφέρουν το συγκεκριμένο αποτέλεσμα (Back, Mannila & Wallin, 2010).

Σε συνδυασμό με το θέμα των προγενέστερων εμπειριών των μαθητών που τέθηκε προηγουμένως, η σχετικά σύντομη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης φάνηκε ότι δεν μπόρεσε να αλλάξει ριζικά τον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές προσέγγισαν το μάθημα των μαθηματικών. Σε διάστημα τριών μηνών ήταν μάλλον ουτοπικό να αναμένει κανείς ότι οι μαθητές θα υιοθετήσουν τις κοινωνικομαθηματικές νόρμες που ενδείκνυνται για την ανάπτυξη μιας μαθηματικά παραγωγικής συζήτησης. Το παραπάνω είναι κάτι που αναγνωρίζουν και άλλοι ερευνητές που δοκίμασαν να χρησιμοποιήσουν παιχνίδια στρατηγικής για τη βελτίωση της μαθηματικής ικανότητας και σκέψης των μαθητών (Chapin, O'Connor & Anderson, 2003). Οι Bottino, Ott & Tavella (2014,) αναφέρουν ως βασική προϋπόθεση για να υπάρχουν θετικά αποτελέσματα το εξής: η χρησιμοποίηση παιχνιδιών να μην έχει ευκαιριακό χαρακτήρα, αλλά αντίθετα να αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι του μαθήματος και να λαμβάνει χώρα συστηματικά και για μεγάλες σχολικές περιόδους. Επομένως, όπως επισημαίνεται και αλλού (Holcomb, 2009 ΄ Carr. 2012), πρέπει να υπάρχουν ρεαλιστικές προσδοκίες από τέτοιας χρονικής εμβέλειας διδακτικές παρεμβάσεις.

Στο ίδιο μήκος κύματος, το θεωρητικό μοντέλο που παρουσίασαν στο άρθρο τους οι Stein, Grover & Henningsen (1996) δείχνει ακριβώς το παραπάνω, ότι δηλαδή είναι συνηθισμένο το να υπάρχει απόκλιση ανάμεσα στο πώς προγραμματίζει ο εκπαιδευτικός μια μαθηματική δραστηριότητα και στο πώς αυτή εφαρμόζεται σε συνθήκες τάξης και τι στόχοι επιτυγχάνονται τελικά. Οι ερευνητές παρατηρώντας μαθηματικές διδασκαλίες, διαπίστωσαν ότι υπάρχουν πολλοί παράγοντες (οι εγκατεστημένες νόρμες που

επικρατούν στην τάξη ως προς το πώς λαμβάνει χώρα η μάθηση, οι διδακτικές συνήθειες και προδιαθέσεις των εκπαιδευτικών, οι μαθησιακές συνήθειες και προδιαθέσεις των μαθητών κ.λπ.) που επιδρούν στο πώς εφαρμόζεται μια δραστηριότητα και τείνουν να «υποβαθμίζουν» τις γνωστικές απαιτήσεις της δραστηριότητας. Φαίνεται, επομένως, να ισχύει η πρόσφατη επισήμανση των Hunter & Hunter (2018) ότι υπάρχουν πολλά ερευνητικά δεδομένα που δείχνουν ότι η προσπάθεια να προετοιμαστεί κατάλληλα μια σχολική τάξη για την εφαρμογή μιας διδακτικής παρέμβασης στα μαθηματικά που έχει στο επίκεντρό της την ανάδειξη της μαθηματικής σκέψης, είναι ένα δύσκολο εγχείρημα.

- Ενδείξεις εμφάνισης συλλογικών διαδικασιών οικοδόμησης της γνώσης μέσα από κατάλληλη αξιοποίηση των επιμέρους συνεισφορών των μαθητών

Στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής ο όρος «συλλογική επιχειρηματολογία» χρησιμοποιείται με την έννοια που προτείνουν οι Conner et al (2014) στην εργασία τους, για αναφορά σε όλες εκείνες τις περιπτώσεις όπου οι μαθητές και ο εκπαιδευτικός καταλήγουν συλλογικά σε κάποιον μαθηματικό ισχυρισμό. Όπως έχει ήδη γίνει σαφές, τέτοιες περιπτώσεις εντοπίζονται στα δεδομένα που αναλύθηκαν και ορισμένα σχετικά παραδείγματα έχουν ήδη παρατεθεί στο κεφάλαιο με την παρουσίαση των αποτελεσμάτων (εδάφιο 4.5.2).

Ένα πρώτο στοιχείο που προκύπτει από την ανάλυση των δεδομένων είναι ότι οι περιπτώσεις που παρατηρείται μια τέτοιου είδους συλλογικής διαδικασίας οικοδόμηση γνώσης, λαμβάνουν χώρα κατά κύριο λόγο στη β φάση της διδακτικής παρέμβασης. Παρατηρείται, επομένως, σταδιακά μια μετατόπιση από μια αρχική κατάσταση, όπου συνήθως ένας μαθητής μέσα από διαδικασίες διερεύνησης και δοκιμών οδηγείται στην παραγωγή συλλογισμών και στην οικοδόμηση ενός σώματος γνώσεων για το παιχνίδι, προς μία νέα κατάσταση όπου περισσότεροι μαθητές συνεισφέρουν στις συζητήσεις και συμβάλλουν συλλογικά στη διατύπωση συλλογισμών και στην οικοδόμηση γνώσεων.

Χαρακτηριστικό ως προς την πρώτη περίπτωση, είναι η 1η συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης, όπου ο μαθητής "Μετρητής011" με λίγη υποστήριξη από τον εκπαιδευτικό, ουσιαστικά ανακαλύπτει μόνος του την ιδεατή πρώτη κίνηση για το παιχνίδι NIM_{135}. Η γνώση αυτή, μέσα από τις συζητήσεις που έγιναν, κοινοποιήθηκε στο σύνολο των μαθητών της τάξης (οι οποίοι ήταν παρόντες στη συζήτηση και έτσι είχαν την ευκαιρία να ακολουθήσουν το συλλογισμό του συμμαθητή τους) και από ένα σημείο και μετά αποτέλεσε μία γνώση δεδομένη (taken as shared) για τη συγκεκριμένη ομάδα μαθητών. Ωστόσο, η οικοδόμηση της γνώσης αυτής ήταν ουσιαστικά ένα ατομικό επίτευγμα του συγκεκριμένου μαθητή και δεν μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτέλεσε προϊόν συλλογικής προσπάθειας.

Όπως αναφέρθηκε, η κατάσταση αυτή αρχίζει να διαφοροποιείται στη συνέχεια (κυρίως στη β φάση της διδακτικής παρέμβασης), οπότε είναι φανερό ότι περιορίζονται σημαντικά τα φαινόμενα όπου μαθητές μονοπωλούν τις συζητήσεις και παρατηρείται

μια πιο ισορροπημένη συμμετοχή των μαθητών στις διαλογικές δραστηριότητες και μια τάση να αξιοποιούνται περισσότερο οι εκάστοτε συνεισφορές που προηγήθηκαν κατά τη διατύπωση νέων προτάσεων.

Μια ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα σχετική περίπτωση, στην οποία υπάρχουν ενδείξεις συλλογικής οικοδόμησης της γνώσης είναι αυτή που παρουσιάστηκε σε σχετικό εδάφιο (4.5.2.3), όπου φαίνεται πώς οι μαθητές προοδευτικά αποκτούν επίγνωση ότι μια στρατηγική που χρησιμοποιήθηκε στην απλή εκδοχή του παιχνιδιού (ο σχηματισμός «k-k» που οδηγεί σε νίκη αυτόν που με την κίνησή του τη σχηματίζει στο ταμπλό) μπορεί να είναι χρήσιμη και στη σύνθετη εκδοχή του παιχνιδιού (σχηματισμός «k-k-1-1»).

Πρόκειται για μία από τις περιπτώσεις που οι μαθητές έδειξαν να υιοθετούν το συγκεκριμένο τρόπο προσέγγισης (συλλογική οικοδόμηση της γνώσης). Όπως φαίνεται και από τα σχετικά αποσπάσματα που παρατέθηκαν, για να συμβεί αυτό χρειάστηκε η συμβολή του συντονιστή, ο οποίος ακολουθώντας τις σχετικές προτροπές που γίνονται σε αντίστοιχες εργασίες (π.χ. Conner et al, 2014 ` Offenholley, 2012) προέβη σε μια σειρά ενεργειών (διατύπωση κατάλληλων ερωτήσεων, άμεση συνεισφορά στις συζητήσεις, παρότρυνση συμμετοχής κ.λπ.) για την ενίσχυση της προσπάθειας.

Τα παραπάνω ευρήματα θεωρούνται πολύ σημαντικά, καταρχήν, καθώς δείχνουν ότι οι μαθητές ενεπλάκησαν στη μαθηματική συζήτηση αποσκοπώντας στο να δοκιμάσουν να πείσουν για την ορθότητα των ισχυρισμών τους, κάτι που δε θα πρέπει να θεωρείται ως κάτι το δεδεομένο ότι θα συμβεί (Flegas & Lemonidis, 2013). Έτσι, μολονότι θα μπορούσαν οι αντιπαραθέσεις μεταξύ των μαθητών να είναι εντονότερες και να υπάρχουν περισσότερες «συγκρούσεις» και διαπραγματεύσεις μέχρι την επίτευξη κάποιας σύγκλισης απόψεων, τα παραπάνω περιστατικά εμφάνισης συλλογικών διαδικασιών οικοδόμησης της γνώσης δείχνουν ότι οι μαθητές κινούνται προς τη σωστή κατεύθυνση σε σχέση με το τι επιδιώκουν μέσα από τη συμμετοχή τους σε συζητήσεις.

Επιπλέον, τα παραπάνω ευρήματα δημιουργούν μια αισιοδοξία ως προς την ικανότητα της προτεινόμενης διδακτικής παρέμβασης να συμβάλλει δυναμικά στη βελτίωση των πρακτικών που χρησιμοποιούν οι μαθητές και να οδηγήσει στην υιοθέτηση και σταδιακή εγκαθίδρυση αποδεκτών κοινωνικο-μαθηματικών νορμών (Yackel, 2004). Μέσα από την αλληλεπίδραση που αναπτύσσεται κατά τη διάρκεια τέτοιων διεργασιών, δίνεται η ευκαιρία στους μαθητές να ενσωματώσουν στην παλιά τους γνώση νέα στοιχεία που προκύπτουν εκείνη τη στιγμή. Επιπλέον, οι μαθητές για να δώσουν χρήσιμες επεξηγήσεις χρειάζεται να επεξεργαστούν τις πληροφορίες που έχουν και να αξιολογήσουν τη βαρύτητα και τη σημασία κάθε επιμέρους πληροφορίας, οργανώνοντάς τες τελικά με διαφορετικό τρόπο, με γνώμονα την επίτευξη του στόχου της επικοινωνίας με τους άλλους. Εκτός από τα παραπάνω, η προσπάθεια έκφρασης μαθηματικών ιδεών βοηθάει τους μαθητές να συνειδητοποιήσουν όλη τη διαδικασία που οι ίδιοι ακολούθησαν κατά την οικοδόμηση της δικής τους γνώσης και τους επιτρέπει να αξιολογήσουν την ποιότητα της γνώσης που έχει αποκτηθεί και να εντοπίσουν ανεπάρκειες, παραλείψεις ή ακόμα και εσφαλμένες αντιλήψεις (Yang et al, 2016).

- Διαχείριση καταστάσεων όπου μαθητές υιοθετούν εσφαλμένους συλλογισμούς

Ολοκληρώνοντας τη συζήτηση γύρω από το ζήτημα των συλλογισμών που αναπτύσσουν οι μαθητές στο πλαίσιο ενασχόλησής τους με παιχνίδια στρατηγικής, θα γίνει αναφορά στην όχι και τόσο σπάνια περίπτωση που οι μαθητές κάνουν συλλογισμούς που τους οδηγούν σε παραπλανητικά ή ακόμα και λανθασμένα (fallacious) συμπεράσματα. Στην παρούσα μελέτη περίπτωσης εντοπίστηκαν τέτοιου είδους περιστατικά, στα οποία θα γίνει σύντομη αναφορά στη συνέχεια.

Ένας τρόπος συλλογιστικής πορείας που ακολούθησαν ορισμένοι μαθητές και τους οδήγησε στην εξαγωγή μη έγκυρων γενικεύσεων ήταν η χρήση αναλογιών (analogies), κάτι που έχει συμβεί και σε άλλες περιπτώσεις (Novotná et al, 2014). Ενδεικτικό είναι το παρακάτω παράδειγμα που πρωταγωνιστεί η μαθήτρια με το ψευδώνυμο "Διαβήτης". Η εν λόγω μαθήτρια στο NIM_{1357} συχνά προσπαθεί να οδηγήσει το παιχνίδι στην εμφάνιση μιας διάταξης τύπου «k-k-k-0» (1<=k<=3). Η διάταξη αυτή θυμίζει την περίπτωση της απλής εκδοχής NIM, όπου η διάταξη «k-k-0» οδηγούσε σε νίκη τον παίχτη που θα πετύχαινε να τη σχηματίσει. Πρόκειται για μια προσπάθεια γενίκευσης ενός τρόπου παιξίματος που είχε επιτυχία όταν χρησιμοποιήθηκε στο NIM_{135}. Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι χρειάστηκε αρκετός χρόνος (παιχνίδια) για να συνειδητοποιήσει η μαθήτρια ότι ο συγκεκριμένος τρόπος παιξίματος δεν είναι ιδεατός, αφού ο αντίπαλος εύκολα μπορεί αφαιρώντας τα γλυκά μιας ολόκληρης σειράς να οδηγήσει το παιχνίδι στη διάταξη «k-k-0-0» που ξεκάθαρα του εξασφαλίζει τη νίκη.

Άλλη ενδιαφέρουσα περίπτωση είναι εκείνη του μαθητή "Αϊνστάιν", όπου σε συζήτηση σχετικά με το τι κίνηση πρέπει να κάνει στη σύνθετη εκδοχή του παιχνιδιού ως πρώτος παίχτης, ύστερα από αρκετή καθοδήγηση συνειδητοποιεί ότι δεν είναι καλή σκέψη η αφαίρεση ολόκληρης της σειράς αντικειμένων της βάσης. Έχοντας ως δεδομένο ότι στην απλή εκδοχή ο παίχτης που παίζει πρώτος κερδίζει πάντα, θεωρεί έξυπνη κίνηση να αφαιρέσει τα 6 από τα 7 γλυκά της βάσης, καθώς έτσι δημιουργείται σχεδόν η απλή εκδοχή του παιχνιδιού, με μόνη διαφορά την ύπαρξη ενός επιπλέον γλυκού (σε νέα σειρά). Στην εξήγηση που δίνει (παρατίθεται στη συνέχεια), δε δείχνει να αντιλαμβάνεται ότι ο διαφορετικός σχηματισμός θα οδηγήσει τον αντίπαλο πιθανότατα στη χάραξη μιας διαφορετικής στρατηγικής από αυτή που χρησιμοποιούσε στην απλή εκδοχή του παιχνιδιού.

> «*Και μου δίνει πλεονέκτημα αυτό, γιατί μετά υποτίθεται ότι θα πάρω εγώ το τελευταίο, αλλά θα πάρει ο άλλος το τελευταίο γιατί θα πάρω εγώ το υποτιθέμενο τελευταίο και θα πάρει ο άλλος το κρουασάν.*»
>
> ("Αϊνστάιν", απόσπασμα από τη συνέντευξη)

Η κατάσταση γίνεται ακόμα πιο περίπλοκη και δύσκολα διαχειρίσιμη, σε περιπτώσεις που η εξέλιξη των παιχνιδιών οδηγεί σε νίκη μαθητές που κάνουν λάθη στους συλλογισμούς τους και χρησιμοποιούν μη ιδανικούς τρόπους παιξίματος. Σε

πολλές περιπτώσεις μαθητές που έκαναν λάθη οδηγήθηκαν σε νίκη εξαιτίας λαθών που ακολούθησαν από τους αντιπάλους τους και αυτή η ατυχής συγκυρία οδήγησε σε ένα είδος «νομιμοποίησης» των μη ιδανικών τρόπων παιξίματος που χρησιμοποίησαν. Έτσι, η "Αριθμούλα" λογικά δυσκολεύεται να αποκτήσει μια ξεκάθαρη εικόνα για το ποια είναι η ιδανική πρώτη κίνηση στην απλή εκδοχή του παιχνιδιού, καθώς έχασε (λόγω μεταγενέστερου λάθους της) το παιχνίδι που η ίδια ξεκίνησε κάνοντας την ιδανική πρώτη κίνηση, ενώ αντίθετα κέρδισε (εξαιτίας λαθών των αντιπάλων της) τα περισσότερα από τα υπόλοιπα παιχνίδια παρόλο που σε αυτά ξεκινούσε με κίνηση που παραχωρούσε άμεσα το πλεονέκτημα νίκης.

Τέτοιου είδους συμβάντα είναι αναπόφευκτα σε δραστηριότητες όπως αυτές που προτείνονται στην παρέμβαση, όπου ο εκπαιδευτικός δεν είναι εφικτό να έχει ανά πάσα στιγμή έλεγχο των δράσεων που αναπτύσσουν οι μαθητές. Σε αυτές τις περιπτώσεις αναδεικνύεται η σημασία του να μπορεί ο εκπαιδευτικός να κάνει την κατάλληλη χρονική στιγμή τις απαιτούμενες ενέργειες ώστε το προκύπτον «λάθος» να γίνει αντιληπτό ως τέτοιο από τους μαθητές αλλά ταυτόχρονα να συμβάλλει στην ανάπτυξη προβληματισμού και διερευνητικής δραστηριότητας γύρω από αυτό (Conner et al, 2014).

Έτσι, για παράδειγμα στην παρούσα έρευνα, για να είναι υποψιασμένοι οι μαθητές ότι υπάρχει αυτό το ενδεχόμενο να «ξεγελαστούν» από τα δεδομένα των παιχνιδιών, έγιναν οι ακόλουθες ενέργειες, χωρίς να σημαίνει απαραίτητα ότι ήταν οι καλύτερες δυνατές που θα μπορούσαν να ληφθούν. Αρχικά, στις συζητήσεις στην ολομέλεια της τάξης και στο περιβάλλον chat σκόπιμα έγινε επιλογή τα υπό σχολιασμό παιχνίδια να είναι ως επί τω πλείστον παιχνίδια αυτής της κατηγορίας (όπου παίκτες που δεν ξεκίνησαν με ιδανική κίνηση, εξαιτίας λαθών των αντιπάλων του, κατέκτησαν τελικά τη νίκη). Έπειτα, σε λίγες περιπτώσεις όπου ήταν εμφανές ότι ο μαθητής αδυνατεί να συνειδητοποιήσει ότι ο τρόπος παιξίματός του βασίζεται σε λάθος παραδοχές, ο εκπαιδευτικός έκανε κάποιες επισημάνσεις για να επιστήσει την προσοχή του μαθητή στην επανεξέταση των πρακτικών που ακολουθεί, όπως στο παρακάτω παράδειγμα.

Διαίρεση	*Τώρα αρχίζει να μου θυμίζει το παλιό παιχνίδι. Θα το αφήσω στα τρία προς τρία, που όπως μάθαμε και στο προηγούμενο παιχνίδι, το πιο εύκολο, είναι μια καλή στρατηγική ώστε να νικήσεις.*
Ορθή Γωνία	*Βέβαια προηγουμένως είχες αφήσεις πέντε, τρία, ένα. Δηλαδή είχες αφήσει το παλιό παιχνίδι. Άρα αν έπαιρνε τρία από τη σειρά με τα πέντε, θα είχες χάσει. Αλλά δεν το είδε.*

(απόσπασμα από την τεχνική του ομιλούντος υποκειμένου)

Τέλος, σε περιπτώσεις που υπήρχαν περαιτέρω ενδείξεις ότι η παρανόηση συνεχίζει να υφίσταται, υπήρχε η δυνατότητα μιας πιο εξατομικευμένης παρέμβασης, με τον εκπαιδευτικό να συζητάει σχετικά με τον εκάστοτε μαθητή στο πλαίσιο των ατομικών συνεντεύξεων που διεξήχθησαν ως μέρος της διδακτικής παρέμβασης.

Όλα τα παραπάνω επιβεβαιώνουν ευρήματα άλλων ερευνών (Kim & Roth, 2018), που δείχνουν ότι σε πολλές περιπτώσεις είναι δύσκολο στο πλαίσιο των συζητήσεων ο εκπαιδευτικός να πετύχει να εγκαταλείψουν οι μαθητές μια μη επιθυμητή - «εσφαλμένη» συλλογιστική και να οδηγήσει τη συζήτηση προς την κατεύθυνση της επίτευξης των διδακτικών στόχων που είχαν εξ αρχής προσδιοριστεί. Το παραπάνω στοιχείο είναι ένα επιχείρημα που χρησιμοποιείται συχνά στη σχετική συζήτηση του κατά πόσον είναι τελικά ωφέλιμο να αξιοποιούνται διδακτικά τα λάθη των μαθητών από εκείνους που τάσσονται ενάντια σε αυτήν την πρακτική (Stockero et al, 2020). Στην παρούσα έρευνα, πάντως, δεδομένης της μέριμνας που λήφθηκε (μέσα από τις ενέργειες που παρουσιάστηκαν προηγουμένως) για τη «διευθέτηση» αυτής της «σύγχυσης» που δημιούργησε σε κάποιους μαθητές η πρακτική της οικοδόμησης των συζητήσεων γύρω από παρατηρούμενες εσφαλμένες στρατηγικές, εικάζεται ότι μέσα από αυτήν την πρακτική σημειώθηκαν περισσότερα κέρδη παρά ζημιές για τους μαθητές. Πέρα από το ότι προέκυψαν ουσιαστικές συζητήσεις, ως σημαντικότερο κέρδος θεωρήθηκε το ότι μέσα από αυτήν την επιλογή αξιοποίησης του «λάθους», δόθηκε η ευκαιρία στους μαθητές να συνειδητοποιήσουν ότι η σκέψη τους (ακόμα και εκείνη που δεν είναι άρτια δομημένη) είναι σημαντική και μπορεί να αποτελέσει το αντικείμενο προβληματισμού και ανάλυσης σε μια μαθηματική συζήτηση.

5.1.5 Συζήτηση γύρω από το ζήτημα της γλώσσας που χρησιμοποιούν οι μαθητές

Ανάμεσα σε άλλα, το ενδιαφέρον της παρούσας μελέτης στράφηκε και στους τρόπους με τους οποίους οι μαθητές συμμετέχουν στις διαλογικές δραστηριότητες της προτεινόμενης διδακτικής παρέμβασης. Πέρα από τα στοιχεία σχετικά με την ποσότητα και το είδος συμμετοχής των μαθητών στις συζητήσεις, στα οποία έγινε εκτενής αναφορά, ενδιαφέρον υπήρξε και για το κομμάτι της γλώσσας που χρησιμοποιήθηκε στις παραπάνω δραστηριότητες, καθώς κρίθηκε ότι το στοιχείο αυτό δίνει συμπληρωματική πληροφόρηση σχετικά με την ποιότητα της δραστηριότητας που αναπτύχθηκε.

Ακολουθώντας τις υποδείξεις του Sawyer (2004), ήδη πριν από τη διεξαγωγή των συζητήσεων, ο ερευνητής είχε προβεί σε μία προεργασία προσδιορισμού του είδους της συζήτησης που επιθυμούσε να δει να αναπτύσσεται, λαμβάνοντας υπόψη του το δεδομένο ότι στο συγκεκριμένο παιχνίδι δεν υπάρχει κάποια ειδική μαθηματική ορολογία που οι μαθητές θα αναμενόταν να χρησιμοποιήσουν[55]. Έτσι, τόσο στην πιλοτική φάση όσο και στη συνέχεια της έρευνας, οι ενέργειες του συντονιστή είχαν ως στόχο να καταστήσουν κατανοητό στους μαθητές ότι ζητούμενο στις συζητήσεις είναι να υπάρχει σαφήνεια και ακρίβεια στην έκφραση (attention to precision). Δηλαδή, ότι

[55] Για παράδειγμα θεωρήθηκε απίθανο λόγω ηλικίας οι μαθητές να κάνουν αναφορά σε μαθηματικές έννοιες (όπως τα αθροίσματα NIM – NIM sums) που συνιστούν το μαθηματικό «μηχανισμό» που υπάρχει πίσω από το παιχνίδι.

είναι σημαντικό η διατύπωση των εκφορών να γίνεται με τρόπο τέτοιο (σωστή χρήση γραμματικών συμβάσεων, κατάλληλη επιλογή λεξιλογίου, συχνές αναφορές στο συγκείμενο του παιχνιδιού) που ένας «ουδέτερος» παρατηρητής της συζήτησης να είναι σε θέση να την παρακολουθήσει και να μπορεί να βγάλει νόημα από αυτήν.

Επίσης, τονίστηκε ότι το ζητούμενο στις συζητήσεις είναι μέσα από τις γλωσσικές εκφορές οι μαθητές να παρέχουν από τη μία μια όσο το δυνατόν πιο λεπτομερή περιγραφή της δραστηριότητας που αναπτύσσουν στο παιχνίδι και ταυτόχρονα από την άλλη, να παρέχουν πληροφόρηση για τους συλλογισμούς και τις σκέψεις που τους ώθησαν στην ανάληψη της συγκεκριμένης δραστηριότητας. Η παραπάνω έμφαση για την επιδίωξη «ακρίβειας» στην έκφραση και επικοινωνία των ιδεών, βασίστηκε σε ευρήματα μελετών που έδειξαν ότι η συγκεκριμένη πρακτική συμβάλλει στην ανάπτυξη παραγωγικών μαθηματικών συζητήσεων (Otten, Keazer & Karaman, 2019).

Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί ότι ο σχεδιασμός της διδακτικής παρέμβασης άφηνε μεγάλο βαθμό ελευθερίας στους μαθητές να επιλέξουν οι ίδιοι τη γλώσσα που τους εξυπηρετεί καλύτερα και δεν έγινε προσπάθεια προκαθορισμού των γλωσσικών επιλογών των μαθητών[56]. Αυτό συνέβη, καθώς είναι σύνηθες να εμφανίζονται στις συζητήσεις ορισμένες πρακτικές λόγου, οι οποίες απέχουν από το να χαρακτηριστούν ως «δόκιμες» και παρόλα αυτά φαίνεται να έχουν προσωπικό νόημα για τους μαθητές και να συμβάλλουν στην ενίσχυση του ενδιαφέροντός τους για συμμετοχή στη μαθηματική συζήτηση. Γενικότερα, έγινε μια προσπάθεια να συμβιβαστούν τα παραπάνω και να βρεθεί μια ισορροπία, έτσι ώστε να διατηρείται σε υψηλό επίπεδο η ποιότητα της συζήτησης (κυρίως μέσα από την επιδίωξη της γλωσσικής σαφήνειας), ενώ ταυτόχρονα να υπάρχει χώρος για να εκφραστούν οι μαθητές, ακόμα και σε περίπτωση που η έκφρασή τους έχει έναν ιδιαίτερο και μη αναμενόμενο χαρακτήρα.

Συζητώντας πιο συγκεκριμένα, εκ των προτέρων υπήρχε η επίγνωση ότι για να συμμετέχει ένα άτομο σε ένα παιχνίδι είναι απαραίτητο να γνωρίζει κάποιες έννοιες που σχετίζονται με το παιχνίδι αυτό και την ειδική ορολογία ή γλωσσικό κώδικα που μπορεί να χρησιμοποιείται στο πλαίσιο του παιχνιδιού αυτού. Όπως διαπίστωσαν οι Wernholm & Vigmo (2015), δεν είναι απίθανο, η γλώσσα που χρησιμοποιείται στις συζητήσεις να είναι ακόμα και ακατάληπτη για κάποιον που δεν ανήκει στην κοινότητα των ατόμων που ασχολούνται με ένα παιχνίδι. Οι εν λόγω ερευνητές, οι οποίοι ανέλυσαν διαλόγους που είχαν οι μαθητές καθώς έπαιζαν το παιχνίδι Minecraft, χρειάστηκαν τη συνδρομή ενός μαθητή (συμμετέχοντα στην έρευνά τους) προκειμένου να τους εξηγήσει τη σημασία ορισμένων λέξεων που εμφανίστηκαν στους διαλόγους.

Κάτι αντίστοιχο, φαίνεται να συμβαίνει και στην παρούσα περίπτωση, καθώς ορισμένες φράσεις που εμφανίζονται στις συζητήσεις, δύσκολα μπορούν να γίνουν κατανοητές, ακόμα και από άτομα που είναι εξοικειωμένα με το παιχνίδι NIM. Μάλιστα,

[56] Ένα σχετικό παράδειγμα είναι ότι προτιμήθηκε να μη διδαχθούν συστηματικά και κυρίως να μη χρησιμοποιηθούν έτοιμες φόρμες ή άλλου είδους προκαθορισμένες προτροπές (prompts) που θα μπορούσαν (καθοδηγώντας τους βήμα προς βήμα) να διευκολύνουν τους μαθητές κατά τη διατύπωση των επεξηγήσεών τους.

αυτές οι ιδιότυπες φράσεις, οι οποίες θα μπορούσε να ειπωθεί ότι συνιστούν ένα είδος ιδιοσυγκρασιακής γλώσσας, εμφανίζονται τόσο στις προφορικές συζητήσεις (π.χ. στις συνεντεύξεις και στις συζητήσεις στην ολομέλεια της τάξης), όσο και στις «γραπτές» συζητήσεις στο περιβάλλον chat. Το στοιχείο αυτό, έρχεται σε συμφωνία με την παρατήρηση των Powell & Lai (2009), οι οποίοι επισημαίνουν ότι σε (online) διαλογικά περιβάλλοντα μάθησης, είναι πιθανόν κατά τη διάρκεια της συνεχούς αλληλεπίδρασης, οι συνομιλητές να δημιουργήσουν σύμβολα δικά τους και να τους αποδώσουν με επιτυχία ένα νόημα.

Παρακάτω αναφέρονται ενδεικτικά δύο τέτοια παραδείγματα από την τελευταία συνεδρία chat, στα οποία ο («υποψιασμένος») συντονιστής της συζήτησης ζητάει διευκρινίσεις προκειμένου να γίνει ξεκάθαρο με ποιον ακριβώς τρόπο χρησιμοποιούν οι μαθητές αυτούς τους ιδιαίτερους όρους που αναφέρουν. Στο πρώτο παράδειγμα, ο "9stein" κάνει για πρώτη φορά χρήση της φράσης «ισορροπία γλυκών», η οποία από το σημείο αυτό και μετά υιοθετείται από την πλειοψηφία των μαθητών της τάξης. Η συγκεκριμένη φράση έρχεται να «διευκολύνει» την επικοινωνία των μαθητών, οι οποίοι στις προηγούμενες συζητήσεις χρειάζονταν περισσότερο κείμενο για να μεταδώσουν την ίδια πληροφορία (ότι δηλαδή δύο διαφορετικές σειρές στο ταμπλό του παιχνιδιού έχουν μείνει με τον ίδιο αριθμό αντικειμένων η καθεμιά).

Παράδειγμα 1 : η φράση «ισορροπία των γλυκών»

κωδικός μηνύματος	**συντάκτης**	**Μήνυμα**
c2_006	9stein	πιστευω πως απεφυγε την ισοροποια των γλυκων
c2_008	Ορθή Γωνία	τι εννοείς ισορροπία των γλυκών?
c2_014	9stein	πως θα μεινουν σε ολες τις σειρες ο ιδιος αριθμος γλυκων
		υπαρχουν 5 ντοναt και τα υπολοιπα αμα τα προσθεσεις
c2_021	9stein	βγαινουν 5

(απόσπασμα από τη 2η συζήτηση σε περιβάλλον online σύγχρονης επικοινωνίας chat)

Ενδιαφέρον έχει και το δεύτερο παράδειγμα που παρατίθεται σε πλαίσιο στην επόμενη σελίδα. Στην αρχή της δεύτερης συζήτησης στο περιβάλλον chat, ο μαθητής "ι1082004" σχολιάζοντας μία κίνηση από το υπό συζήτηση παιχνίδι αναφέρει το ακόλουθο μήνυμα «Έκανε κάλλιστη κίνηση επειδή αφήνει 5-5». Μέχρι εκείνη τη στιγμή, η χρήση εκφράσεων του τύπου «5-5» είναι υπαρκτή, ωστόσο σε όλες τις περιπτώσεις αφορά καταστάσεις όπου στο ταμπλό του παιχνιδιού έχουν απομείνει δύο σειρές των 5 αντικειμένων. Η παραπάνω περίπτωση είναι διαφορετική αφού υπάρχουν αντικείμενα και στις 4 σειρές, γεγονός που ωθεί το συντονιστή της συζήτησης να διερευνήσει τι ακριβώς εννοεί ο μαθητής λέγοντας «αφήνει 5-5» κάνοντας μια συμπληρωματική (follow-up) ερώτηση : «Δεν βλέπω να αφήνει πουθενά πέντε πέντε γλυκά. Τι εννοείς "ι1082004";».

Αυτό που είναι ιδιαίτερο στο συγκεκριμένο επεισόδιο είναι ότι η επεξήγηση δεν έρχεται ποτέ από τον μαθητή “ι1082004” που χρησιμοποίησε την έκφραση, αλλά δύο συμμαθητές (οι “9stein” και “Κλάσμα”) αναλαμβάνουν να εξηγήσουν τι πιθανόν εννοεί ο συμμαθητής τους. Το παράδειγμα αυτό δείχνει ότι η ιδιοσυγκρασιακή γλώσσα που χρησιμοποιεί ο εν λόγω μαθητής είναι κατανοητή και αποδεκτή από μέρος των συμμαθητών του και συνιστά ένα είδος κοινής κατάκτησης της ομάδας (shared knowledge). Πρόκειται, λοιπόν, για περίπτωση όπου φαίνεται ότι οι μαθητές κάνουν βήματα και αναπτύσσουν έναν κώδικα επικοινωνίας μεταξύ τους, χωρίς αυτό να είναι πρόδηλο σε έναν «ουδέτερο» παρατηρητή.

Παράδειγμα 2 : η διάταξη «5-5»

κωδικός μηνύματος	**συντάκτης**	**μήνυμα**
c2_013	1082004	Έκανε κάλλιστη κίνηση επειδή αφήνει 5-5
c2_016	Ορθή Γωνία	Δεν βλέπω πουθενά να αφήνει πέντε πέντε γλυκά? Τι εννοείς 1082004?
c2_021	9stein	υπαρχουν 5 ντοναt και τα υπολοιπα αμα τα προσθεσεις βγαινουν 5
c2_026	Κλάσμα	ειναι οντως 5 το συνολο αλλα απο διαφορετικες σειρες οποτε δεν κερδιζει τιποτα
c2_030	1082004	5 σε μία σειρά , 3 σε μία , 1 σε μία και1 σε μία (συνολο : 5)

(απόσπασμα από τη 2η συζήτηση σε περιβάλλον online σύγχρονης επικοινωνίας chat)

Τα παραδείγματα που παρουσιάστηκαν δεν είναι οι μοναδικές περιπτώσεις που εντοπίζονται στην παρούσα εργασία. Επίσης, αντίστοιχα παραδείγματα έχουν επισημανθεί στη διεθνή βιβλιογραφία. Έτσι, στην έρευνα των Houssart & Sams (2008), όπου μαθητές ηλικίας 10-11 ετών αντιμετώπισαν τον υπολογιστή στο παιχνίδι στρατηγικής “Lines”, οι μαθητές χρησιμοποιούσαν συγκεκριμένο όρο όταν ήθελαν να αναφερθούν σε ένα τρικ που είχαν βρει ότι τους οδηγεί σε νίκη. Κάτι αντίστοιχο παρατήρησε και ο Monaghan (2005) σε έρευνά του με μαθητές αντίστοιχης ηλικίας.

Ένα άλλο στοιχείο που παρατηρήθηκε από την εξέταση του συνόλου των μηνυμάτων των μαθητών, είναι η τάση τους να χρησιμοποιούν σύντομες φράσεις και γενικότερα ελλειπτικό λόγο, τόσο στις συζητήσεις στην ολομέλεια της τάξης, όσο κυρίως στις συζητήσεις στο περιβάλλον chat. Το παραπάνω θεωρήθηκε ως μια μη επιθυμητή εξέλιξη καθώς οι μικρής έκτασης εκφορές συνήθως δύσκολα μπορούν να «αποκαλύψουν» λεπτομέρειες γύρω από τη μαθηματική σκέψη των μαθητών που τις διατυπώνουν. Η τάση των μαθητών για διατύπωση σύντομων και συχνά μη σωστά συντακτικά δομημένων προτάσεων, μπορεί να αποδοθεί στο γεγονός ότι οι μαθητές δεν είχαν προηγούμενη εμπειρία από τέτοιου είδους δραστηριότητες όπου απαιτείται από αυτούς να προβούν σε επεξηγήσεις και σε λεπτομερή παρουσίαση του τρόπου σκέψης τους, ιδιαίτερα στο πλαίσιο του μαθήματος των μαθηματικών. Η τελευταία επισήμανση

είναι σημαντική, καθώς οι περισσότεροι μαθητές φάνηκε να συνδέουν την παρούσα διδακτική παρέμβαση με το μάθημα των μαθηματικών[57]. Έτσι, είναι πιθανόν να «μετέφεραν» στις διαλογικές δραστηριότητες της διδακτικής παρέμβασης, κάποιες «συμπεριφορές» που έχουν συνδυάσει με το συγκεκριμένο μάθημα, όπως για παράδειγμα την τάση να δίνονται σύντομες απαντήσεις χωρίς «περιττά» λόγια και χωρίς επεξηγηματικά σχόλια, η οποία σε κάποιες περιπτώσεις μάλιστα συνειδητά καλλιεργείται στις σχολικές τάξεις.

Ακόμα και σε μελέτη (Thornton & Reynolds, 2006) με γυμνασιακή τάξη σχολείου στην Αυστραλία που θεωρήθηκε ότι ικανοποιεί αρκετές από τις συνθήκες που βοηθούν στο να επέλθει μάθηση μέσω μαθηματικού διαλόγου, παρατηρήθηκε ότι οι μαθητές συχνά ήταν εμφανώς αβέβαιοι και «κόμπιαζαν», ενώ αρκετές από τις προτάσεις που παρήγαν δεν ήταν ορθά δομημένες. Παρόλα αυτά, το τελευταίο στοιχείο φάνηκε να μην ενοχλεί τους μαθητές και να μην αποτελεί εμπόδιο στο να κατανοήσουν τη σκέψη του συμμαθητή τους, κάτι που επίσης φαίνεται να συμβαίνει στην παρούσα περίπτωση.

Οι Irwin & Woodward (2005) τάσσονται υπέρ του να δίνεται έμφαση στη σωστή χρήση ορολογίας από τους μαθητές, μολονότι παρατήρησαν και οι ίδιοι, ότι οι μαθητές χρησιμοποιούσαν με επιτυχία κάποιες συμβάσεις και κατόρθωναν να συνεννοηθούν μεταξύ τους χωρίς η συζήτησή τους να έχει το κατάλληλο – αποδεκτό μαθηματικό ύφος. Στο ίδιο μήκος κύματος κινείται και η Vale και συνεργάτες, οι οποίοι με αφορμή την εξέταση μαθηματικών συζητήσεων που είχαν μαθητές ηλικίας 8-9 ετών, αναγνωρίζουν μεν ότι αυτή η αδυναμία χρήσης ενδεδειγμένης μαθηματικής ορολογίας δεν εμπόδισε τους μαθητές να επικοινωνήσουν τις ιδέες τους και να συνεννοηθούν μεταξύ τους, επισημαίνουν δε ότι η κατοχή ενός στέρεου μαθηματικού λεξιλογίου πιθανότατα θα τους βοηθούσε πολύ περισσότερο προς την κατεύθυνση αυτή (Vale et al, 2017).

Αυτός ήταν και ο προσανατολισμός της παρούσας μελέτης περίπτωσης, όπου ο συντονιστής των συζητήσεων σταθερά στις εκφορές και στα μηνύματά του έκανε με κάθε ευκαιρία χρήση μιας πιο σωστά δομημένης (από άποψη εκφραστικής σαφήνειας) γλώσσας, αποδεχόμενος ταυτόχρονα (και μη απορρίπτοντας) την ιδιοσυγκρασιακή γλώσσα που χρησιμοποίησαν οι μαθητές (ιδίως στις περιπτώσεις που φαινόταν να βοηθάει τη μεταξύ τους επικοινωνία). Ένα παράδειγμα είναι αυτό που ακολουθεί:

Τριγωνούλα	*Να μείνουν τρία ντόνατς και τρία κρουασάν.*
Ορθή Γωνία	*Ίδιος αριθμός γλυκών σε κάθε σειρά.*
	Άρα, λοιπόν, τι θα κάνουμε εδώ;

(απόσπασμα από τη 2η συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης

[57] Παρόλο που οι δράσεις της διδακτικής παρέμβασης έλαβαν χώρα κυρίως στο πλαίσιο του μαθήματος της Ευέλικτης Ζώνης, το γεγονός ότι στο μάθημα των μαθηματικών γίνονταν συχνή αξιοποίηση παιχνιδιών στρατηγικής και μαθηματικών γρίφων, έκανε τους περισσότερους μαθητές να συνδέσουν την παρούσα διδακτική παρέμβαση με το μάθημα των μαθηματικών.

Αξιοσημείωτο, ωστόσο, είναι το γεγονός ότι σε κάποιες περιπτώσεις η βελτίωση των απαντήσεων γίνεται από τους ίδιους τους μαθητές, (συνήθως) ύστερα από τη διακριτική παρότρυνση του συντονιστή της συζήτησης, όπως φαίνεται στο απόσπασμα που ακολουθεί. Το στοιχείο αυτό έρχεται σε συμφωνία με ευρήματα προηγούμενων μελετών (Byrne & Prendeville, 2019), οι οποίες και καταλήγουν στο ότι η αλληλεπίδραση μεταξύ ομοτίμων (peer interaction) είναι ένας παράγοντας που παίζει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη των γλωσσικών δεξιοτήτων των μαθητών, κυρίως λόγω του ότι επιτρέπουν στους μαθητές να κάνουν σχετικές δοκιμές και να εξασκηθούν, σε ένα οικείο, μη απειλητικό περιβάλλον.

Επαλήθευση	*Όταν, αν αφήσεις, αν καταφέρεις και αφήσεις ένα από κάθε γλυκό, πάντα κερδίζεις.*
Ορθή Γωνία	*Λίγο καλύτερη διατύπωση. Σωστό είναι αυτό που είπε. Ναι;*
Αριθμούλα	*Ας πούμε, άμα παίξει από την αρχή και έχει στόχο να αφήσει 3 γλυκά που να είναι ένα από διαφορετική σειρά το κάθε ένα, ας πούμε ένα κρουασανάκι, ένα ντόνατ και το μπισκοτάκι που είναι πάνω πάνω, αναγκαστικά ο αντίπαλος θα πάρει ένα από τα 3 γλυκά, θα πάρει μετά αυτός που έκανε την κίνηση αυτή ώστε να καταλήξουν εκεί το άλλο γλυκό και αναγκαστικά ο Νίκος το τελευταίο.*
Ορθή Γωνία	*Πολύ ωραία!*
Μετρητής011	*Μπορώ να προσθέσω κάτι;*
Ορθή Γωνία	*Ναι.*
Μετρητής011	*Εκτός του ότι πρέπει να αφήσει ένα από κάθε σειρά, γλυκό, πρέπει όμως να έχει, να δώσει και τη σειρά στον αντίπαλο γιατί άμα έπαιζε ο ίδιος, είναι ποιος θα το καταφέρει, πρέπει να δώσει τη σειρά στον άλλο, ώστε να πάρει αναγκαστικά επειδή ο κανόνας πρέπει λέει ότι πρέπει να πάρεις όσα θέλεις αλλά από την ίδια σειρά, θα …*

(απόσπασμα από την 1η συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης

Συνοψίζοντας, ο τρόπος με τον οποίο συμμετέχουν οι μαθητές στις συζητήσεις θυμίζει τη διαδικασία της συμπύκνωσης (condensation) όπως αναφέρεται από τη Sfard, οπότε και οι μαθητές είναι μεν ικανοί να σκέφτονται για κάτι αντιμετωπίζοντάς το ως μία οντότητα, αλλά δυσκολεύονται να αρθρώσουν τα επιμέρους στοιχεία του. Έτσι προτιμούν να χρησιμοποιούν μια ταμπέλα για να αναφερθούν σε αυτό, η οποία είναι κοινά κατανοήσιμη από τα άτομα, μολονότι εμπεριέχει ανακρίβειες στα επιμέρους (Houssart & Sams, 2008).

Σε κάθε περίπτωση, αυτό που αναδεικνύεται και από την παρούσα εργασία είναι η αναγκαιότητα καλλιέργειας των γλωσσικών δεξιοτήτων των μαθητών, καθώς η γλώσσα παίζει ένα σημαντικό ρόλο στην προσπάθεια των μαθητών να εκφράσουν με ακρίβεια τη μαθηματική τους σκέψη και να διατυπώσουν εύληπτα επιχειρήματα (Koleza, Metaxas,

Poli, 2017), ενώ ταυτόχρονα καθορίζει σε σημαντικό βαθμό τα μαθηματικά που μαθαίνουν (Δεσλή & Μπάρκα, 2005).

5.1.6 Συζήτηση σχετικά με το κατά πόσον οι συμμετέχοντες μαθητές εμφάνισαν στοιχεία που χαρακτηρίζουν τις κοινότητες πρακτικής

Η προσεκτική μελέτη της δραστηριότητας που ανέπτυξε ο κάθε μαθητής στο πλαίσιο της διδακτικής παρέμβασης έδειξε ότι υπήρξε διαφοροποίηση στο βαθμό συνεισφοράς καθενός σε αυτήν. Υπήρξε ένα μικρό σώμα μαθητών στο οποίο πιστώνεται το μεγαλύτερο ποσοστό των ουσιωδών – παραγωγικών συνεισφορών που σημειώθηκαν, ένα άλλο σώμα μαθητών που δε συμμετείχε με τον επιθυμητό τρόπο στις συζητήσεις, καθώς και αρκετοί μαθητές που συμμετείχαν μεν αλλά δεν είχαν κομβικό ρόλο στην οικοδόμηση της γνώσης.

Ωστόσο, αυτό που έχει ενδιαφέρον στην παρούσα μελέτη περίπτωσης, είναι ότι η ομάδα των μαθητών που συμμετείχαν στην έρευνα φαίνεται ότι άρχισε να αποκτά ορισμένες κοινές αναφορές (shared repertoire), σύμφωνα με τη σημασία που έχει ο συγκεκριμένος όρος στο πλαίσιο της θεωρίας των κοινοτήτων μάθησης (Vrasidas & Veletsianos, 2010 ΄ Wenger, 1998). Μέσα από τις συζητήσεις φαίνεται ότι όσο προχωράει η παρέμβαση οι μαθητές αποκτούν ένα κοινό ρεπερτόριο, που το θεωρούν κτήμα τους και το χρησιμοποιούν, ανεξάρτητα από το αν οι ίδιοι συνέβαλαν αποφασιστικά στη διαμόρφωσή του. Η γνώση της ιδανικής πρώτης κίνησης (στην απλή εκδοχή του παιχνιδιού), οι σχηματισμοί – διατάξεις που όταν προκύπτουν εξασφαλίζουν νίκη συνιστούν κομμάτι αυτού του ρεπερτορίου, όπως επίσης και οι ιδιαίτερες γλωσσικές συμβάσεις που χρησιμοποιούν οι μαθητές και στις οποίες έχει ήδη γίνει ιδιαίτερη αναφορά.

Οι παραπάνω κατακτήσεις, που προέκυψαν από τη διερευνητική δράση και επινοητικότητα συγκεκριμένων μαθητών, φαίνεται να αποτελούν κοινό κτήμα της ομάδας. Αξιοσημείωτη είναι η παρατήρηση ότι μαθητές που απλώς χρησιμοποιούν αυτές τις γνώσεις, πετυχαίνουν καλύτερα σκορ στα παιχνίδια τους και συχνά κερδίζουν ακόμα και εκείνους τους μαθητές που με τους συλλογισμούς τους συνέβαλαν στην οικοδόμηση των γνώσεων αυτών. Έτσι, η μαθήτρια “Πολλαπλασιασμός”, η οποία ανήκει στην κατηγορία των πλέον αδύναμων μαθητών βάσει των εκτιμήσεων των δασκάλων της και η οποία συμμετέχει εντελώς περιφερειακά στις δραστηριότητες της διδακτικής παρέμβασης, έχει καλύτερο σερί από νίκες σε σχέση με το μαθητή “Μετρητής011”, ο οποίος ξεχώρισε για την ικανότητα διατύπωσης συλλογισμών στην παρούσα μελέτη.

Ένα άλλο στοιχείο που δείχνει ότι οι μαθητές κατάφεραν να αποκτήσουν ένα είδος συνοχής και να αναπτύξουν ένα κοινό ενδιαφέρον γύρω από το παιχνίδι NIM παρατίθεται στο κεφάλαιο 4.1 στην ενότητα με την παρουσίαση των αποτελεσμάτων. Η

επιλογή των μαθητών που συμμετείχαν στην έρευνα να δημιουργήσουν στην τάξη τους έναν σταθμό παιχνιδιού, όπου οι μικρότεροι μαθητές του σχολείου θα μπορούν να έρχονται και να παίζουν το παιχνίδι NIM, δεν είναι μονάχα μια ισχυρή ένδειξη ύπαρξης ζωηρού ενδιαφέροντος για το παιχνίδι αυτό. Μπορεί να θεωρηθεί ότι η επιλογή αυτή αποτέλεσε έναν «κοινό στόχο» (joint enterprise) για τη συγκεκριμένη ομάδα μαθητών, για την επίτευξη του οποίου σημειώθηκε «κοινή δέσμευση» (mutual engagement), στοιχεία που συνιστούν βασικές διαστάσεις αυτού που αποκαλείται «κοινότητα πρακτικής» (Back, 2006). Το τελικό αποτέλεσμα που προέκυψε (η ειδική διαμόρφωση της αίθουσας, ο στολισμός της με επεξηγηματικά χαρτόνια για τους κανόνες του NIM, ο καταμερισμός αρμοδιοτήτων: ομάδα υποδοχής, ομάδα επιμόρφωσης, ομάδα παροχής βοήθειας, η δημιουργία τετραδίου εντυπώσεων κ.λπ.) συνιστά ένα τελικό «προϊόν» που δημιουργήθηκε από τους μαθητές στο πλαίσιο της ενασχόλησής τους με το παιχνίδι NIM ως μια κοινότητα ατόμων που σταδιακά ανέπτυξαν ένα κοινό ενδιαφέρον για το παιχνίδι αυτό. Για τη δημιουργία αυτού του τελικού «προϊόντος» είναι σαφές ότι οι μαθητές κλήθηκαν να αναλάβουν περισσότερες πρωτοβουλίες και επομένως εμφάνισαν πιο ενεργό συμμετοχή.

Η ολοένα αυξανόμενη συμμετοχή των μαθητών συνιστά άλλο ένα στοιχείο που παραπέμπει στην έννοια των «κοινοτήτων πρακτικής». Ουσιαστικά, στην αρχή της διδακτικής παρέμβασης, η συμμετοχή των περισσότερων μαθητών ήταν περιφερειακή (οι μαθητές απλώς έπαιξαν κάποιες παρτίδες ενός παιχνιδιού που «ξαφνικά» εμφανίστηκε στην τάξη), με εξαίρεση μια μειοψηφία μαθητών που άμεσα συμμετείχε πιο ενεργά και με περισσότερο ενθουσιασμό, πιθανώς λόγω προηγούμενων θετικών βιωμάτων με παιχνίδια στρατηγικής. Μέσα από τις διαλογικές δραστηριότητες, δημιουργήθηκαν οι συνθήκες ώστε περισσότεροι μαθητές να αισθανθούν ότι το παιχνίδι NIM αποτελεί ένα πεδίο στο οποίο μπορούν να αναπτύξουν δραστηριότητα (είτε παίζοντας είτε συζητώντας για αυτό). Έτσι, μαθητές που αρχικώς είχαν ελάχιστη συμμετοχή, άρχισαν να διεκδικούν χώρο στις συζητήσεις και να προσπαθούν να μπουν στον «πυρήνα» της κοινότητας, εκεί που στην αρχή της διδακτικής παρέμβασης βρισκόταν κυρίως ο εκπαιδευτικός.

Η διοργάνωση δράσης (δημιουργία σταθμού παιχνιδιού NIM στο πλαίσιο γιορτής λήξης σχολικού έτους) συνέβαλε αποφασιστσικά στο να εμφανιστούν χαρακτηριστικά κοινότητας πρακτικής και στο να μετακινηθούν περισσότεροι μαθητές από την περιφέρεια της κοινότητας στον πυρήνα της. Στο πλαίσιο αυτής της δράσης, οι μαθητές έκαναν ένα κάλεσμα σε νέα άτομα να αποκτήσουν πρόσβαση σε ένα πεδίο (παιχνίδι στρατηγικής NIM) στο οποίο πλεόν οι ίδιοι δραστηριοποιούνται με άνεση και αισθάνονται οικεία. Πρόκειται για μια περίπτωση αλλαγής ρόλων: οι μαθητές που συμμετείχαν στην έρευνα, πλέον βρίσκονται στον πυρήνα της κοινότητας (εκεί που στην αρχή της διδακτικής παρέμβασης βρισκόταν ο εκπαιδευτικός), ενώ εκείνοι που επισκέπτονται για πρώτη φορά το σταθμό παιχνιδιού είναι τα άτομα που βρίσκονται

στην περιφέρεια (εκεί που στην αρχή της διδακτικής παρέμβασης βρίσκονταν οι μαθητές που συμμετείχαν στην έρευνα).

Επιπρόσθετα, η δραστηριότητα που ανέπτυξαν οι μαθητές στο πλαίσιο της παραπάνω δράσης, συνιστούν μια απλή έκφανση εμφάνισης της τεχνικής της ομότιμης μάθησης (peer learning), η οποία περιγράφεται ως η κατάσταση κατά την οποία ένα άτομο μαθαίνει από και μαζί με άλλα άτομα, τα οποία κατά τον Falchikov είναι συνήθως άτομα όμοιου κοινωνικού στάτους (Topping, 2005). Συνήθως, πρόκειται για περιπτώσεις όπου η μάθηση δεν προκύπτει ως αποτέλεσμα οργανωμένης διδασκαλίας και δεν επιδιώκεται άμεσα μέσα από κάποιο επίσημα διατυπωμένο πρόγραμμα, αλλά αντίθετα επέρχεται λόγω της δραστηριότητας που αναπτύσσεται στο πλαίσιο ομάδων και κοινοτήτων που δημιουργούν τα άτομα βάσει κάποιων κοινών τους ενδιαφερόντων (Havnes, 2008). Μολονότι δεν εξετάστηκε αναλυτικά ο τρόπος με τον οποίο υλοποιήθηκε η τεχνική της ομότιμης μάθησης από τους μαθητές που συμμετείχαν στην έρευνα, το γεγονός και μόνο ότι οι μαθητές μπήκαν στη διαδικασία να προετοιμαστούν και να διδάξουν συμμαθητές τους (ομότιμους) αποτελεί σημαντικό εύρημα που δείχνει ότι οι μαθητές αισθάνονταν ότι ανήκουν σε μια σημαντική κοινότητα, το περιεχόμενο της οποίας και έδειξαν ότι επιθυμούν να το επικοινωνήσουν σε άλλα άτομα.

Φυσικά, μια πιο ασφαλής απάντηση στο ερώτημα κατά πόσον η παρούσα διδακτική παρέμβαση συνέβαλε στο να δημιουργηθεί μια κοινότητα πρακτικής με επίκεντρο το ενδιαφέρον των μελών της για παιχνίδια στρατηγικής (όπως το NIM), θα μπορούσε να δοθεί αν υπήρχε η δυνατότητα να μελετηθούν οι μαθητές σε βάθος χρόνου. Θα είχε ενδιαφέρον να εξεταστεί αν οι συγκεκριμένοι μαθητές διατήρησαν υψηλό το ενδιαφέρον τους για τα παιχνίδια στρατηγικής τα επόμενα χρόνια, καθώς επίσης και αν υιοθέτησαν πρακτικές που αναδύθηκαν στο πλαίσιο της παρούσας διδακτικής παρέμβασης (π.χ. αναστοχασμός πάνω στο παιχνίδι, αναζήτηση στρατηγικών, επικοινωνία και ανταλλαγή απόψεων γύρω από το παιχνίδι), κάτι το οποίο δεν κατέστη εφικτό βάσει κυρίως χρονικών περιορισμών. Παρόλα αυτά, οι επισημάνσεις που έγιναν στο παρόν εδάφιο αποτελούν σημαντικές ενδείξεις που δείχνουν ότι η διδακτική παρέμβαση μάλλον συνέβαλε προς την κατεύθυνση της δημιουργίας μιας κοινότητας πρακτικής. Επιπρόσθετα, αποτέλεσε μια πρόσθετη περίπτωση στο πλαίσιο της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (βλ. Vogt et al, 2018) όπου φάνηκε ότι η πρόκριση και αξιοποίηση μαθησιακών δραστηριοτήτων που βασίζονται στο παιχνίδι είναι μια πρακτική που ελκύει τους μαθητές, οι οποίοι συμμετέχουν χωρίς να εμφανίζουν σημάδια κόπωσης και «πλήξης», διατηρώντας αμείωτο το ενδιαφέρον τους.

Ανακεφαλαίωση

Στο παρόν εδάφιο γίνεται μια ανακεφαλαίωση της συζήτησης που προηγήθηκε και παρουσιάζονται συνοπτικά τα βασικά ευρήματα που προέκυψαν. Επισημαίνεται ότι τα συμπεράσματα που αναφέρονται στη συνέχεια, αφορούν τη συγκεκριμένη ομάδα συμμετεχόντων μαθητών και έχουν ισχύ στο δεδομένο ερευνητικό πλαίσιο που αναλυτικά παρουσιάστηκε, χωρίς επομένως να επιχειρείται κάποια προσπάθεια γενίκευσης των παραπάνω συμπερασμάτων σε διαφορετικούς πληθυσμούς μαθητών. Η ανακεφαλαίωση ακολουθεί τη δομή παρουσίασης που χρησιμοποιήθηκε προηγουμένως στη συζήτηση των αποτελεσμάτων.

- Επίδραση της παρέμβασης στην ικανότητα επίλυσης προβλημάτων των μαθητών και στην ικανότητά τους στο παιχνίδι NIM

  - Ύστερα από την ολοκλήρωση της διδακτικής παρέμβασης παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική βελτίωση της επίδοσής των μαθητών στη δοκιμασία εκτίμησης της γενικότερης ικανότητας επίλυσης προβλημάτων, αλλά και της ειδικότερης ικανότητας στο παιχνίδι NIM. Όσον αφορά την ικανότητα επίλυσης προβλημάτων, η παρατηρούμενη βελτίωση οφείλεται σε μεγάλο βαθμό σε συγκεκριμένα αντικείμενα της δοκιμασίας που σχετίζονται με την εκτίμηση της αναλυτικής και της αναδρομικής ικανότητας των μαθητών, αντίστοιχα. Παρόμοια, η βελτίωση ως προς την ικανότητα στο παιχνίδι NIM, οφείλεται κυρίως στην εξοικείωση των μαθητών με συγκεκριμένες διατάξεις που οδηγούν σε νίκη στην απλή εκδοχή του παιχνιδιού, οι οποίες και βρίσκουν εφαρμογή για επίτευξη νίκης και στη σύνθετη εκδοχή.
  - Ωστόσο, η μετάβαση από την απλή εκδοχή στη σύνθετη εκδοχή φάνηκε να είναι μια απότομη αλλαγή που δυσκόλεψε τους μαθητές, παρά την παρατηρούμενη βελτίωση των μαθητών στην τελική επίδοση της δοκιμασίας NIM. Όπως μόλις προηγουμένως αναφέρθηκε, η βελτίωση οφείλεται περισσότερο σε γνώσεις και δεξιότητες που αποκόμισαν οι μαθητές από τη συμμετοχή τους στην απλή εκδοχή του παιχνιδιού, τις οποίες και χρησιμοποίησαν (χωρίς οι περισσότεροι να τις εμπλουτίσουν με νέες) και στη σύνθετη εκδοχή.
  - Η βελτίωση της ικανότητας των μαθητών στο παιχνίδι NIM συσχετίζεται με την επίδοσή τους στη γραπτή μαθηματική δοκιμασία, ωστόσο, η συσχέτιση αυτή προοδευτικά έχει τάση να φθίνει. Επίσης, η παρατηρούμενη βελτίωση στο παιχνίδι NIM συμβαίνει σε διαφορετική χρονική στιγμή της διδακτικής παρέμβασης για επιμέρους ομάδες μαθητών, με τους πιο «ικανούς» (βάσει σχετικής υπόδειξης των εκπαιδευτικών) μαθητές να εμφανίζουν άμεσα (στην α φάση) σημαντική βελτίωση και τους υπόλοιπους να βελτιώνονται αισθητά στη συνέχεια (στη β φάση).

- Τα αποτελέσματα έδειξαν να υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα στην αυτοπεποίθηση των μαθητών στα μαθηματικά και στην επίδοσή τους στις παραπάνω δοκιμασίες. Αντίστοιχα, η προηγούμενη εμπειρία των μαθητών με παιχνίδια γρίφων και στρατηγικής ήταν ένας πρόσθετος παράγοντας που φάνηκε να συσχετίζεται με την επίδοση των μαθητών στις δοκιμασίες που χρησιμοποιήθηκαν.

- Τρόποι παιξίματος και επιλογή στρατηγικών

  - Μολονότι στα αρχικά παιχνίδια επικρατεί η λογική του παρορμητικού («στην τύχη») παιξίματος, στους περισσότερους μαθητές γρήγορα επέρχεται η συνειδητοποίηση ότι αυτή η προσέγγιση δεν οδηγεί σε επιτυχή αποτελέσματα. Ως εκ τούτου, προκύπτει έντονος προβληματισμός, κυρίως σε σχέση με το αν είναι αποφασιστικής σημασίας η πρώτη κίνηση του παιχνιδιού και γίνονται πιο συστηματικές δοκιμές για την εύρεση αυτής της ιδανικής πρώτης κίνησης.
  - Λίγες είναι οι περιπτώσεις μαθητών που ανακαλύπτουν μόνοι τις στρατηγικές και τις θεμελιώνουν ορθά, κυρίως μέσα από ένα σύνολο επαναλαμβανόμενων δοκιμών και ελέγχων που εκτελούν μόνοι ή με τη διακριτική καθοδήγηση του εκπαιδευτικού. Για τους περισσότερους μαθητές, η υιοθέτηση συγκεκριμένων στρατηγικών προκύπτει μάλλον μέσα από μια διαδικασία μιμητικής συλλογιστικής, οπότε και οι εν λόγω μαθητές συγκροτούν το ρεπερτόριο στρατηγικών τους, «αντιγράφοντας» στρατηγικές που είδαν να χρησιμοποιούνται επιτυχώς στα παιχνίδια ή που παρατήρησαν ότι έγιναν αντικείμενο σχολιασμού (και έτυχαν θετικής αντιμετώπισης) στις ομαδικές συζητήσεις. Πάντως, το γεγονός ότι οι μαθητές συνήθως εφαρμόζουν με επιτυχία τις στρατηγικές που φαίνεται να οικειοποιήθηκαν μέσα από την παραπάνω διαδικασία μιμητικής συλλογιστικής, δείχνει ότι πιθανόν υπάρχει μια ικανοποιητική (όχι απαραίτητα επιφανειακή) κατανόηση των στρατηγικών αυτών.
  - Παρόμοια, οι μαθητές παρουσιάζουν μια προτίμηση αξιοποίησης γνώριμων τρόπων παιξίματος και στρατηγικών (οικεία συλλογιστική) και εμφανίζονται πιο διστακτικοί στο να δοκιμάσουν να ελέγξουν διαφορετικές ιδέες όταν γίνεται η εισαγωγή της σύνθετης εκδοχής του παιχνιδιού. Κάτι τέτοιο γίνεται σε προχωρημένο στάδιο της διδακτικής παρέμβασης από ορισμένους μαθητές που συνειδητοποιούν ότι οι ήδη υπάρχουσες στρατηγικές που διαθέτουν δεν είναι εξίσου αποτελεσματικές στις νέες συνθήκες που έχουν διαμορφωθεί στο παιχνίδι.

- Τρόποι συμμετοχής των μαθητών στις συζητήσεις – βασικά χαρακτηριστικά των συζητήσεων

  - Στις συζητήσεις που έλαβαν χώρα (πρόσωπο με πρόσωπο) στην ολομέλεια της τάξης είναι σημαντικό ότι πέρα από εκφορές όπου οι μαθητές κάνουν δηλώσεις χωρίς να παρέχουν επεξηγήσεις, εντοπίζονται και ορισμένα μηνύματα όπου καταβάλλεται προσπάθεια να γίνει σαφής η σκέψη που οδήγησε τους μαθητές στη λήψη συγκεκριμένων αποφάσεων γύρω από το παιχνίδι. Ωστόσο, όπως συνήθως συμβαίνει, τα σχετικά μηνύματα είναι περιορισμένα και τα διαστήματα που αναπτύσσεται παραγωγική συζήτηση είναι μικρά, με συνήθως ένα μικρό μέρος των μαθητών να συμμετέχει σε αυτά.
  - Οι συζητήσεις που έλαβαν χώρα μετά την ολοκλήρωση της α φάσης της διδακτικής παρέμβασης έχουν ορισμένα διαφορετικά χαρακτηριστικά σε σχέση με τις αρχικές συζητήσεις. Συγκεκριμένα, σε αυτές η συμμετοχή των μαθητών είναι πιο ισορροπημένη και δεν εμφανίζονται πλέον περιστατικά όπου λίγοι μαθητές μονοπωλούν τη συζήτηση. Επιπλέον, περιορίζονται αισθητά οι σύντομες και μονολεκτικές εκφορές και στη θέση τους εμφανίζονται μεγαλύτερης έκτασης απαντήσεις. Επιπρόσθετα, στις μεταγενέστερες συζητήσεις οι μαθητές φαίνεται να υιοθετούν κάποιες κοινωνικές νόρμες, οι οποίες θεωρείται ότι συμβάλλουν στην ανάπτυξη γόνιμων συζητήσεων, όπως για παράδειγμα η απαίτηση των μαθητών να παρέχονται επεξηγήσεις με χρήση επιχειρημάτων (και όχι να γίνονται αυθαίρετες δηλώσεις).
  - Όσον αφορά στο περιεχόμενο, κυριαρχούν οι εκφορές όπου οι μαθητές επικεντρώνονται στην περιγραφή των κινήσεων του παιχνιδιού και οι εκφορές όπου οι μαθητές διατυπώνουν υποθέσεις χωρίς ωστόσο να εξηγούν τη λογική που τους ωθεί στη διατύπωσή τους. Πέρα από τα παραπάνω, στις συζητήσεις υπάρχει ένα σταθερό ποσοστό (ενδιαφέρον από την παρούσα ερευνητική σκοπιά) εκφορών, όπου οι μαθητές διατυπώνουν προσωπικές ερμηνείες, κάποιες εκ των οποίων κρίθηκαν ως επαρκώς τεκμηριωμένες. Μολονότι δεν παρατηρούνται θεαματικές αλλαγές ανάμεσα στις αρχικές και τις μεταγενέστερες συζητήσεις, στις τελευταίες μειώνεται σημαντικά ο αριθμός των εκφορών στις οποίες οι μαθητές διατύπωσαν «αυθαίρετες» - μη τεκμηριωμένες θέσεις.
  - Στις συζητήσεις στο περιβάλλον chat δεν εντοπίστηκαν εκφορές που θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν ως (μαθηματικά) ενδιαφέρουσες. Και στην περίπτωση αυτή η συμμετοχή των μαθητών στην επαναληπτική συζήτηση ήταν πιο ισορροπημένη, καθώς επίσης και η έκταση των μηνυμάτων που διατυπώθηκαν ήταν πιο μεγάλη. Το πιο ενδιαφέρον σε σχέση με τις συζητήσεις στο chat είναι ότι σε αυτές τις συζητήσεις ήταν πιο πολλές οι περιπτώσεις που οι μαθητές έκαναν αναφορά σε μηνύματα συμμαθητών τους, κάτι που μπορεί να θεωρηθεί ως σημάδι αυξημένης αλληλεπίδρασης.

- Τέλος, μέσα από την ανάλυση, διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές τείνουν να υιοθετούν συγκεκριμένους ρόλους στο πλαίσιο των συζητήσεων, οι οποίοι ρόλοι δε φάνηκε να μεταβάλλονται στην πορεία. Έτσι, μεταξύ άλλων περιπτώσεων ρόλων, υπάρχουν μαθητές που υιοθετούν το ρόλο του «συγγραφέα» τείνοντας να συμμετέχουν διατυπώνοντας προσωπικές ερμηνείες και κάνοντας υποθέσεις και άλλοι που λειτουργούν ως «αναμεταδότες», επαναλαμβάνοντας γνώσεις και κανόνες που διατυπώθηκαν από άλλους μαθητές σε προηγούμενες συζητήσεις.

- Εμφάνιση συλλογισμών και διατύπωση επιχειρημάτων

  - Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, τόσο στις συζητήσεις στην ολομέλεια της τάξης, όσο και στο πλαίσιο της εφαρμογής της τεχνικής του ομιλούντος υποκειμένου, εντοπίζονται εκφορές στις οποίες οι μαθητές κάνουν συλλογισμούς και διατυπώνουν επιχειρήματα. Ωστόσο, σε πολλές περιπτώσεις, στα επιχειρήματα που διατυπώνουν παραλείπουν ορισμένα βασικά δομικά συστατικά του επιχειρήματος, όπως είναι οι εγγυήσεις και οι υποστηρίξεις, σύμφωνα με το σχήμα του Toulmin που χρησιμοποιήθηκε στην ανάλυση που έλαβε χώρα.
  - Οι μαθητές χρησιμοποιούν συγκεκριμένα επιχειρηματολογικά σχήματα, στην προσπάθειά τους να υποστηρίξουν τα συμπεράσματα που διατυπώνουν. Πιο συνηθισμένα γίνεται αξιοποίηση των σχημάτων «επιχείρημα μέσω επίκλησης σε εγκαθιδρυμένο κανόνα» και «επιχείρημα μέσω επίκλησης σε δημοφιλή πρακτική», ενώ σε κάποιες περιπτώσεις επιλέγεται το σχήμα «επιχείρημα μέσω των συνεπειών».
  - Τέλος, προέκυψαν περιστάσεις, κυρίως στις μεταγενέστερες συζητήσεις, όπου οι μαθητές και ο εκπαιδευτικός καταλήγουν συλλογικά σε κάποιον μαθηματικό ισχυρισμό, μέσα από μια διαδικασία που θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως «συλλογική επιχειρηματολογία».

- Γλωσσικές επιλογές των μαθητών στο πλαίσιο των συζητήσεων

  - Βασική διαπίστωση υπήρξε ότι οι εκφορές των μαθητών στις συζητήσεις στην ολομέλεια και κυρίως τα γραπτά μηνύματά τους στο περιβάλλον chat ήταν σύντομα σε έκταση και είχαν χαρακτηριστικά ελλειπτικού λόγου. Ωστόσο, στις επαναληπτικές συζητήσεις η κατάσταση βελτιώνεται σε σχέση με την έκταση των μηνυμάτων αυτών. Οι μαθητές σε αρκετές περιπτώσεις χρησιμοποιούν κάποιες ιδιότυπες φράσεις για να συμπυκνώσουν ορισμένα νοήματα που θα χρειαζόταν αρκετό κείμενο για να τα επικοινωνήσουν με επαρκή τρόπο. Οι φράσεις αυτές συνιστούν ένα είδος κοινά αποδεκτού γλωσσικού ρεπερτορίου που διαθέτει η συγκεκριμένη ομάδα, το οποίο ωστόσο ρεπερτόριο δύσκολα μπορεί να χρησιμοποιηθεί από άτομα εκτός της ομάδας αυτής.

- Ενδείξεις για την εμφάνιση γνωρισμάτων που παραπέμπουν στη δημιουργία μιας κοινότητας πρακτικής

  - Με βάση την περιγραφή που έχει προηγηθεί φαίνεται ότι η ομάδα μαθητών που μελετήθηκε άρχισε να εμφανίζει ορισμένα από τα χαρακτηριστικά που διακρίνουν τις κοινότητες πρακτικής. Οι μαθητές διατηρούν αμείωτο ενδιαφέρον για το παιχνίδι και συμμετέχουν ενεργά στις δραστηριότητες, ενώ ταυτόχρονα αναπτύσσουν ένας είδος κοινής δέσμευσης για την επίτευξη κοινών στόχων με αφορμή το παιχνίδι αυτό (διοργάνωση σχετικής σχολικής δράσης). Επιπλέον, προς το τέλος της διδακτικής παρέμβασης, οι μαθητές τόσο μέσα από την πιο ισορροπημένη συμμετοχή τους στις διαλογικές δραστηριότητες όσο και μέσα από την ετοιμότητά τους να αναλάβουν το ρόλο του μυητή νεαρότερων μαθητών στον κόσμο του παιχνιδιού NIM, δείχνουν να μετακινούνται από την περιφέρεια (όπου αρχικά βρίσκονταν) προς στο κέντρο της δραστηριότητας.

Τα παραπάνω στοιχεία, αποτελούν ένα μόνο κομμάτι από το σύνολο των παρατηρήσεων και συμπερασμάτων που θα μπορούσαν να προκύψουν με αφορμή τη δράση που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της προτεινόμενης διδακτικής παρέμβασης. Εικάζεται ότι όσα προηγήθηκαν δίνουν απαντήσεις στα ερευνητικά ερωτήματα που διατυπώθηκαν και συνεπώς καθιστούν εφικτή τη λεπτομερή περιγραφή της δραστηριότητας των μαθητών και παρέχουν ικανοποιητικές ενδείξεις σχετικά με τη μαθηματική σκέψη που αναδύθηκε κατά τη διάρκεια ενασχόλησης των μαθητών με το παιχνίδι NIM.

Μολονότι, όπως φάνηκε μέσα από τη συζήτηση των αποτελεσμάτων, υπήρχαν επιμέρους πτυχές της διδακτικής παρέμβασης που θα μπορούσαν να προσεγγιστούν με διαφορετικό τρόπο, συνολικά η διδακτική παρέμβαση έδωσε πολλές ευκαιρίες στους μαθητές να «ανακαλύψουν» τη σκέψη τους και να την επικοινωνήσουν στην ολομέλεια της τάξης, ενώ ταυτόχρονα προσέφερε ένα ασφαλές περιβάλλον για ανταλλαγή απόψεων και διατύπωση επιχειρημάτων. Τα παραπάνω στοιχεία, σε συνδυασμό με τη μετρήσιμη βελτίωση που σημειώθηκε ως προς την ικανότητα επίλυσης προβλημάτων των μαθητών, αποτελούν ενδείξεις ότι η διδακτική παρέμβαση συνέβαλε στην ανάδειξη της μαθηματικής σκέψης των μαθητών και ότι η διδακτική αξιοποίηση της ψηφιακής εκδοχής του παιχνιδιού NIM ήταν μια ωφέλιμη εμπειρία για τους μαθητές.

ΕΝΟΤΗΤΑ 5Η - ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο
ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ – ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΕΙΣ

5.2.1 Περιορισμοί της έρευνας

Ένα πρώτο στοιχείο που θα μπορούσε να εκληφθεί ως περιορισμός της παρούσας έρευνας είναι η διαπίστωση ότι ουσιαστικά σε κανένα σημείο δε δίνεται μία ξεκάθαρη απάντηση σχετικά με το αν η προτεινόμενη διδακτική παρέμβαση οδήγησε σε μία πιο επιτυχημένη – αποτελεσματική διδασκαλία. Αυτό, ωστόσο, για τον γράφοντα δεν εκλαμβάνεται ως κάτι το αρνητικό, αλλά αντίθετα θεωρείται μάλλον ως κάτι αναμενόμενο, βάσει και της μεθοδολογικής προσέγγισης που υιοθετήθηκε. Άλλωστε, όπως αναφέρει και ο Taber (2014) η έννοια «επιτυχημένη» διδασκαλία είναι μια προβληματική έννοια, καθώς το τι καθιστά μια διδασκαλία επιτυχημένη μεταβάλλεται τόσο διαχρονικά (από καιρό σε καιρό) όσο και ανάλογα με το πολιτισμικό πλαίσιο όπου λαμβάνει χώρα η διδασκαλία. Έτσι, ακόμα και όταν γίνεται αναφορά σε ένα αυστηρά καθορισμένο χωροχρονικό – πολιτισμικό πλαίσιο, υπάρχουν πολλές διαφορετικές αναγνώσεις της έννοιας αυτής και ένας ουσιαστικά απεριόριστος αριθμός πτυχών (π.χ. επιτυχία στο γνωστικό τομέα, στο συναισθηματικό κ.λπ.) που θα έπρεπε να εξεταστούν προσεκτικά, κάτι που δεν είναι δυνατόν να συμβεί στο πλαίσιο μιας μεμονωμένης διατριβής. Αυτό επισημαίνεται, άλλωστε, και σε μετανάλυση των Ke & Hoadley (2009), όπου διαπιστώθηκε ότι έχει χρησιμοποιηθεί μια πληθώρα διαφορετικών προσεγγίσεων, τεχνικών και μετρήσεων κατά την αξιολόγηση online μαθησιακών κοινοτήτων. Οι συγκεκριμένοι συγγραφείς τονίζουν ότι το πιο σημαντικό σε αυτές τις περιπτώσεις είναι ο ερευνητής να κάνει σαφές τι ακριβώς επιδιώκει να αξιολογήσει στην κοινότητα που μελετάει και να περιγράφει με κάθε λεπτομέρεια τον τρόπο με τον οποίο αξιολογεί το συγκεκριμένο στοιχείο / συνιστώσα. Κατ' αντιστοιχία, η παρούσα διατριβή δεν ενδιαφέρθηκε και τόσο για να δώσει μια «ετυμηγορία» ως προς το αν η προτεινόμενη διδακτική παρέμβαση ήταν επιτυχής, αλλά περισσότερο ασχολήθηκε με την όσο το δυνατόν πιο λεπτομερή – αναλυτική παρουσίαση της δραστηριότητας που αναπτύχθηκε, προκειμένου ο ενδιαφερόμενος αναγνώστης να έχει πληθώρα πληροφοριών για να χρησιμοποιήσει ώστε να καταλήξει σε συμπεράσματα.

Ανεξάρτητα από το παραπάνω, δεν παραβλέπεται η πραγματικότητα ότι η συγκεκριμένη έρευνα υπόκειται σε ένα σύνολο από περιορισμούς, στους οποίους θα γίνει αμέσως αναφορά.

Ένα στοιχείο που σίγουρα συνιστά περιορισμό της έρευνας είναι ο τρόπος με τον οποίο έγινε η επιλογή του τμήματος που συμμετείχε στην έρευνα αυτή. Όπως σημειώνεται και στο σχετικό κεφάλαιο της μεθοδολογίας, στην έρευνα συμμετείχε το τμήμα στο οποίο κατά τη διάρκεια εκείνου του σχολικού έτους υπεύθυνος διδάσκων ήταν ο γράφων, καθώς αυτή ήταν η μόνη (βιώσιμη) διαθέσιμη επιλογή.

Αυτή η «ευκαιριακού» τύπου επιλογή, καταρχήν δημιουργεί ερωτηματικά ως προς το θέμα της γενικευτικής ισχύος των πορισμάτων της έρευνας, στοιχείο που απαντάται άλλωστε στις περισσότερες έρευνες που ακολουθούν παρόμοια μεθοδολογική προσέγγιση (Πυργιωτάκης & Συμεού, 2016). Ωστόσο, ο ερευνητής θεωρεί ότι η παραπάνω επιλογή συνιστά περιορισμό, κυρίως επειδή το τμήμα αυτό επιλέχτηκε ανεξάρτητα από το αν οι μαθητές που φοιτούσαν σε αυτό ήταν κατάλληλα προετοιμασμένοι για να συμμετέχουν σε μια τέτοιου είδους διδακτική πρόταση. Όπως υπογραμμίζουν η Best και συνεργάτες της (Best et al, 2014), θα ήταν προτιμότερο πριν την υιοθέτηση οποιουδήποτε διδακτικού εργαλείου, ο εκπαιδευτικός να έχει μελετήσει τις μαθησιακές προτιμήσεις των εκπαιδευόμενων, κάτι που στην παρούσα διατριβή δεν κατέστη δυνατόν να συμβεί.

Το γεγονός ότι ο ερευνητής έχει ταυτόχρονα και την ιδιότητα του εκπαιδευτικού και είναι αυτός που υλοποιεί (και ταυτόχρονα εξετάζει ερευνητικά) μία διδακτική πρόταση, είναι άλλο ένα στοιχείο που προκαλεί συχνά επιφυλάξεις. Για παράδειγμα, όπως αναφέρεται σε έρευνα όπου συνέβη κάτι αντίστοιχο (McLoughlin & Mynard, 2009), η προγενέστερη γνώση που φέρει ο εκπαιδευτικός για τους μαθητές του (και τις ικανότητές τους) μπορεί να τον οδηγήσουν σε μεροληπτικές αποφάσεις.

Ένας άλλος περιορισμός της έρευνας είναι ότι παρόλο που το κυρίως μέρος της διδακτικής παρέμβασης διαρκεί ένα σεβαστό χρονικό διάστημα (περίπου 3 μήνες), η μελέτη της εξέλιξης που παρουσιάζουν οι συμμετέχοντες ολοκληρώνεται στο σημείο αυτό και δε διαρκεί περισσότερο. Όπως παρατηρούν οι Yang, Chen & Lu (2017) μια διδακτική παρέμβαση κρίνεται ως επιτυχημένη όχι μόνο όταν οι μαθητές αποδεδειγμένα κατακτούν νέες γνώσεις και δεξιότητες, αλλά και όταν αυτές οι γνώσεις και δεξιότητες διατηρούνται για αρκετό καιρό μετά την ολοκλήρωση της διδακτικής παρέμβασης. Αυτή η παρατήρηση συνιστά έναν περιορισμό της παρούσας έρευνας, αφού η πρόσβαση στο συγκεκριμένο σχολείο και την τάξη που υλοποιήθηκε η έρευνα δεν ήταν εφικτή (μετά την ολοκλήρωση εκείνου του σχολικού έτους) ώστε να ελεγχθεί μακροπρόθεσμα η εξέλιξη των μαθητών.

Πρόσθετο περιορισμό της έρευνας θα μπορούσε να αποτελέσει και το γεγονός ότι ο εκπαιδευτικός που ανέλαβε να υλοποιήσει τη διδακτική πρόταση στο τμήμα του, είναι ταυτόχρονα και ο σχεδιαστής της ψηφιακής εκδοχής που αξιοποιήθηκε στο πλαίσιο αυτής της διδακτικής πρότασης. Η στάση του εκπαιδευτικού απέναντι σε ένα παιχνίδι, καθώς και οι γνώσεις του για το παιχνίδι αυτό και η σχετική επιδεξιότητά του, μπορεί να επηρεάσουν το αποτέλεσμα της διδασκαλίας όταν σε αυτή χρησιμοποιείται το εν λόγω παιχνίδι (Tokmak & Incikabi, 2015). Αυτό είναι πιθανόν να συνέβη στην παρούσα έρευνα, καθώς ο ερευνητής κατασκεύασε την ψηφιακή εκδοχή του παιχνιδιού, στοιχείο που υποδηλώνει μεγάλη εξοικείωση και άριστη γνώση των μηχανισμών του παιχνιδιού. Η ίδια η επιλογή του συγκεκριμένου παιχνιδιού, άλλωστε, θα μπορούσε να

χαρακτηριστεί ως το αποτέλεσμα της θετικής στάσης του ερευνητή απέναντι στο συγκεκριμένο παιχνίδι.

Στη βιβλιογραφία τονίζεται ότι μεγάλο ρόλο στην επιτυχία ή μη των απολογιστικών συνεδριών παίζει ο συντονιστής της συζήτησης (facilitator). Οι Fanning & Gaba (2007) παραθέτουν μια εκτενή λίστα με σχετικά κέντρα – ιδρύματα που παραδίδουν μαθήματα, σεμινάρια και εργαστήρια προετοιμασίας συντονιστών. Οι ίδιοι κάνουν αναφορά σε δική τους έρευνα με συντονιστές απολογιστικών συνεδριών, οι οποίοι με τις δηλώσεις τους αναγνωρίζουν μεν τη σημασία της εξειδικευμένης γνώσης που τους παρέχεται σε τέτοια κέντρα, τονίζουν δε ότι η πρακτική εμπειρία είναι ο καθοριστικός παράγοντας που βελτιώνει τις δεξιότητες συντονισμού τέτοιου είδους συζητήσεων. Έτσι, στην παρούσα έρευνα υπήρξε ο περιορισμός ότι ο συντονιστής των απολογιστικών συζητήσεων, παρόλη τη θεωρητική προετοιμασία στην οποία προέβη, δεν κατέστη δυνατόν να παρακολουθήσει κάποιο σχετικό σεμινάριο και πολύ περισσότερο δεν είχε προηγούμενη αντίστοιχη εμπειρία. Αυτό σημαίνει ότι είναι πιθανόν ορισμένες ενέργειές του ή κάποιες παραλείψεις του, να μη βοήθησαν τους συμμετέχοντες να δραστηριοποιηθούν στο βαθμό που θα μπορούσαν κατά τη διάρκεια των απολογιστικών συνεδριών και να έδρασαν ανασταλτικά.

Ένας ακόμα περιορισμός, ιδίως σε περιπτώσεις που υιοθετείται ποιοτική προσέγγιση, είναι η αναπόφευκτη παρουσία της υποκειμενικότητας του ερευνητή, ο οποίος υπό την επίδραση των δικών του νοητικών πλαισίων και των ιδιαίτερων προσωπικών του εμπειριών, προβαίνει (σε όλα τα στάδια διεξαγωγής της έρευνας, από τον αρχικό σχεδιασμό μέχρι την τελική παρουσίαση των πορισμάτων της) σε πολλαπλό φιλτράρισμα των διαθέσιμων πληροφοριών (Taber, 2014 Ίπυργιωτάκης & Συμεού, 2016).

Τέλος, σε σχέση με το σχεδιασμό της διδακτικής παρέμβασης, ύστερα και από την ανάλυση των δεδομένων, κατέστη σαφές ότι η μετάβαση από την απλή εκδοχή του παιχνιδιού (NIM_{135}) στη σύνθετη (NIM_{1357}) δεν ήταν απλή υπόθεση για τους περισσότερους μαθητές. Το πέρασμα στη νέα εκδοχή του παιχνιδιού ήταν μάλλον ένα δύσκολο βήμα για τους μαθητές, κάτι που φάνηκε τόσο στα παιχνίδια τους, όπου δε σημειώθηκε προοδευτικά ουσιαστική μείωση του αριθμού των λάθος κινήσεων τους όσο και στις δοκιμασίες NIM (στο τμήμα τους που είχε σχέση με την αξιολόγηση της ικανότητας των μαθητών στο παιχνίδι NIM_{1357}). Για μια πιο ομαλή μετάβαση, θα λειτουργούσε θετικά να είχαν χρησιμοποιηθεί κάποιες ενδιάμεσες παραλλαγές (π.χ. εκδοχές NIM με 3 σειρές αντικειμένων με σταδιακό «φόρτωμα» κάποιων σειρών με μεγαλύτερο πλήθος αντικειμένων, ή εναλλακτικά εκδοχές NIM με προσθήκη $4^{ης}$ σειράς αντικειμένων στην οποία προστίθενται σταδιακά αντικείμενα ξεκινώντας από τον ελάχιστο αριθμό του ενός αντικειμένου).

5.2.2 Προτάσεις - Μελλοντικές κατευθύνσεις

Στην παρούσα μελέτη περίπτωσης, ύστερα από τη δημιουργία μίας ψηφιακής εκδοχής του παιχνιδιού στρατηγικής NIM, σχεδιάστηκε μία διδακτική παρέμβαση στην οποία αξιοποιήθηκε το εν λόγω παιχνίδι και χρησιμοποιήθηκαν διαλογικές δραστηριότητες. Το ενδιαφέρον επικεντρώθηκε στην όσο το δυνατόν πιο λεπτομερή παρουσίαση της δραστηριότητας που αναπτύχθηκε, με έμφαση στο πώς συμμετείχαν οι μαθητές και στο τι είδους μαθηματικές σκέψεις και συλλογισμούς επέδειξαν. Ο γράφων αναγνωρίζει ότι ο μεθοδολογικός σχεδιασμός που τελικά υλοποιήθηκε είναι μονάχα μία από τις διαθέσιμες περιπτώσεις που θα μπορούσαν να προκύψουν και θεωρεί ότι διαφορετικές μεθοδολογικές επιλογές θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε εξίσου (ή και ακόμα πιο) ενδιαφέρουσες έρευνες.

Στη συνέχεια γίνεται αναφορά σε τέτοιου είδους μελλοντικές κατευθύνσεις που θα μπορούσαν να ακολουθηθούν, ενώ γίνονται και ορισμένες προτάσεις που θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε βελτίωση της προσφερόμενης μαθησιακής εμπειρίας.

- σε σχέση με το μεθοδολογικό σχεδιασμό

Όπως εύκολα μπορεί κανείς να συνειδητοποιήσει, το παιχνίδι στρατηγικής NIM είναι ένα παιχνίδι που μπορεί να υπάρξει ως επιτραπέζιο, δηλαδή που μπορεί να παιχτεί χωρίς την προϋπόθεση της ύπαρξης ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή. Αυτό, σύμφωνα με τον Winn (2008), συνιστά μια ιδιαίτερη περίπτωση, καθώς ο τρόπος με τον οποίο επιτυγχάνεται η αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ του χρήστη και του συστήματος (userface), δημιουργεί μια πραγματικότητα αρκετά διαφορετική από εκείνη που βιώνει ο παίχτης που παίζει το παιχνίδι χωρίς τη μεσολάβηση του ηλεκτρονικού υπολογιστή. Έτσι, θα είχε ενδιαφέρον μελλοντικά μια διερεύνηση του παραπάνω ισχυρισμού, με την προσθήκη μίας δεύτερης ομάδας μαθητών, δηλαδή μιας ομάδας που θα ασχοληθεί με το συγκεκριμένο παιχνίδι (και την συνακόλουθη διδακτική πρόταση) χωρίς τη μεσολάβηση ηλεκτρονικού υπολογιστή.

Λαμβάνοντας υπόψη δημογραφικές μελέτες που αναφέρουν ότι δεν υπάρχει περιορισμός ως προς την ηλικία των ατόμων που συνειδητά επιλέγουν να ασχοληθούν με τα ηλεκτρονικά παιχνίδια στον ελεύθερο χρόνο τους (de Freitas & Liarokapis, 2011) και συνδυάζοντας το παραπάνω με τη σύγχρονη τάση για αξιοποίηση παιχνιδιών για εκπαιδευτικούς σκοπούς, προκύπτει μια ακόμα προοπτική για μελλοντική έρευνα. Συγκεκριμένα, θα είχε ιδιαίτερο ενδιαφέρον η επανάληψη της παρούσας έρευνας με άτομα που ανήκουν σε μεγαλύτερες ηλικιακές ομάδες (ενήλικες), προκειμένου να διαπιστωθεί αν ο τρόπος συμμετοχής τους σε τέτοιου είδους δραστηριότητες έχει κάποια επίδραση στην ικανότητα μαθηματικής σκέψης που επιδεικνύουν.

- σε σχέση με τη διδακτική πρόταση

Μία επίσης ενδιαφέρουσα προοπτική είναι να υπάρξει εφαρμογή της προτεινόμενης διδακτικής πρότασης, με αξιοποίηση (διαδοχικά ή ακόμα και ταυτόχρονα) περισσότερων παιχνιδιών στρατηγικής, τα οποία και θα πληρούν τα κριτήρια επιλογής που αναφέρθηκαν στο σχετικό εδάφιο στο κεφάλαιο της μεθοδολογίας. Με αυτόν τον τρόπο, θα μπορούσε να ελεγχθεί η υπόθεση των Posamentier & Krulik (2017), ότι η ανάπτυξη στρατηγικών νίκης σε ένα παιχνίδι είναι μια κατάκτηση – δεξιότητα που μπορεί να γενικευτεί και να χρησιμοποιηθεί σε παρόμοιες καταστάσεις. Ταυτόχρονα, με τον τρόπο αυτό θα γινόταν περισσότερο εφικτή (χωρίς να επέλθει «κορεσμός» και απώλεια ενδιαφέροντος) χρονική επέκταση της διδακτικής παρέμβασης και επομένως παρατεταμένη ενασχόληση των μαθητών, κάτι που κατά το Lester (2013) είναι βασική προϋπόθεση για μια αποτελεσματική διδασκαλία επίλυσης προβλήματος.

Μία άλλη μελλοντική κατεύθυνση που θα μπορούσε να ακολουθηθεί, είναι πέρα από τους μαθητές, να υπάρξει ενεργός εμπλοκή και άλλων ενδιαφερόμενων ατόμων, που θα μπορούσε να συμβάλλουν με κάποιο τρόπο στην αναβάθμιση της όλης εμπειρίας. Για παράδειγμα, θα μπορούσε να υπάρξει πρόβλεψη στο σχεδιασμό ώστε μια ομάδα ενηλίκων (φοιτητές ή εκπαιδευτικοί) να μπορεί να παρακολουθεί online ορισμένα παιχνίδια, με στόχο να παρέχει ανατροφοδότηση στους μαθητές σχετικά με την προσέγγιση που επέλεξαν στο παιχνίδι, κάτι που έχει δοκιμαστεί με επιτυχία (project CAMI) στο πανεπιστήμιο Universite ΄de Moncton στον Καναδά (Freiman & Lirette-Pitre, 2009).

Όσον αφορά στο κομμάτι της διδακτικής παρέμβασης, υπάρχουν αρκετές παραλλαγές που θα μπορούσαν να γίνουν και που φυσιολογικά θα άλλαζαν τον όλο χαρακτήρα της διδακτικής παρέμβασης και πιθανόν να οδηγούσαν σε ενδιαφέρουσες παρατηρήσεις και συμπεράσματα. Μία ιδέα που προτείνουν και δοκίμασαν σε τάξη οι McFeetors και Palfy (2017) είναι η κάθε παρτίδα του παιχνιδιού να φέρνει αντιμέτωπες δυάδες μαθητών και όχι μεμονωμένους μαθητές. Η ύπαρξη μικρών ομάδων, σύμφωνα με τους παραπάνω ερευνητές, βοηθάει στην καλλιέργεια συνεργασίας και στην ανάπτυξη γόνιμων συζητήσεων, μέσα από τις οποίες είναι πιθανόν οι μαθητές να βελτιώσουν το μαθηματικό τους συλλογισμό, κάτι που επιβεβαιώνεται και από άλλες παρεμφερείς έρευνες (van der Meij, Albers & Leemkuil, 2011). Ως εκ τούτου, η ιδέα του να τεθούν «αντιμέτωπες» δυάδες μαθητών κρίνεται ως ιδιαίτερα ελκυστική για μια μελλοντική διερεύνηση.

- σε σχέση με το λογισμικό

Το παιχνίδι NIM φάνηκε να κερδίζει την προσοχή των μαθητών και να τραβάει το ενδιαφέρον τους. Ωστόσο, ο ενθουσιασμός τους θα μπορούσε να γίνει ακόμα μεγαλύτερος αν στο λογισμικό που σχεδιάστηκε είχαν προστεθεί περισσότερα στοιχεία,

μηχανισμοί και χαρακτηριστικά παιχνιδιού. Για παράδειγμα στοιχεία παιχνιδοποίησης (gamifications) που θα μπορούσαν να ενσωματωθούν στη ψηφιακή εκδοχή του NIM ανάμεσα σε άλλα είναι η ύπαρξη συστήματος μέτρησης πόντων, η απονομή σημάτων (badges) για την επίτευξη στόχων, καθώς επίσης και η ύπαρξη πινάκων κατάταξης (leaderboards) στους οποίους θα περιλαμβάνονται οι παίχτες που συμμετέχουν στο παιχνίδι (Dicheva et al, 2015). Τα παραπάνω στοιχεία, με βάση τα πρώτα συμπεράσματα που προκύπτουν από σχετικές έρευνες, θα μπορούσαν να κάνουν την εμπειρία μάθησης πιο ευχάριστη και να αυξήσουν περισσότερο το κίνητρο των μαθητών να συμμετέχουν ενεργά.

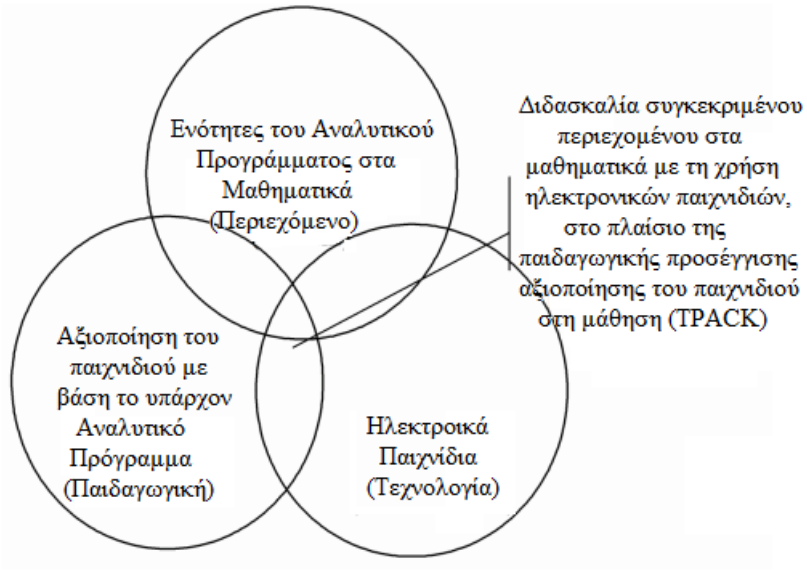
Προς την ίδια κατεύθυνση, της επίτευξης μιας περισσότερο ενεργούς συμμετοχής των μαθητών, θα μπορούσε να οδηγήσει και η ανάπτυξη ψηφιακής εκδοχής του παιχνιδιού NIM που θα «τρέχει» σε κινητά τηλέφωνα (π.χ. smartphones), προοπτική που επίσης θα μπορούσε να αποτελέσει αντικείμενο μελλοντικής έρευνας (Shang et al, 2019).

- επιμόρφωση εκπαιδευτικών

Ολοκληρώνοντας το παρόν κεφάλαιο, κρίνεται ουσιαστικό να γίνει ειδική αναφορά στην αναγκαιότητα κατάλληλης προετοιμασίας των εκπαιδευτικών που αναλαμβάνουν να εφαρμόσουν διδακτικές προτάσεις που αξιοποιούν περιβάλλοντα συνεργατικής μάθησης, στοιχείο που τονίζεται συχνά στη σχετική βιβλιογραφία (Sing & Khine, 2006). Στο πλαίσιο μιας τέτοιας επιμόρφωσης, οι εκπαιδευτικοί χρειάζεται να αποκτήσουν τόσο εργαλειακές γνώσεις (ικανότητα χρήσης των νέων τεχνολογιών και των εφαρμογών τους) όσο και δεξιότητες σχετικά με την ενσωμάτωση των τεχνολογιών αυτών στη μαθηματική διδασκαλία (Sacristán, 2019).

Ως προς το παραπάνω, οι Mishra & Koehler (2006) προτείνουν ένα πλαίσιο επιμόρφωσης εκπαιδευτικών, στο οποίο πέρα από τις καθιερωμένες διαστάσεις του περιεχομένου και της παιδαγωγικής, προσθέτουν την τεχνολογική διάσταση. Το παραπάνω μοντέλο, που ονομάζεται TPACK (technology-pedagogy and content knowledge), σχηματική αναπαράσταση του οποίου δίνεται στην εικόνα που ακολουθεί[58], είναι πιθανόν να βοηθήσει τους υποψήφιους εκπαιδευτικούς να αποκτήσουν αυτοπεποίθηση και να βελτιώσουν την ικανότητα τους στο να ενσωματώνουν με επιτυχία τις νέες τεχνολογίες στην εκπαιδευτική τους πράξη.

[58] Το σχήμα που ακολουθεί είναι προσαρμογή από Tokmak & Incikabi (2015, p.803)



Εικόνα 72 : Σχηματική απεικόνιση του μοντέλου TPACK για την επιμόρφωση εκπαιδευτικών

Κατ' αντιστοιχία, μία κατάλληλη προετοιμασία και σχετική επιμόρφωση των εκπαιδευτικών φαίνεται να είναι εξίσου αναγκαία και για το κομμάτι της διεξαγωγής μιας ποιοτικής και μαθηματικά παραγωγικής συζήτησης, καθώς όπως μαρτυρούν σχετικές έρευνες (Tarbell, 2017) οι εκπαιδευτικοί συχνά δεν αισθάνονται κατάλληλα προετοιμασμένοι για κάτι τέτοιο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Ελληνόγλωσση βιβλιογραφία

Αποστολοπούλου, Β. (2011). *Άγχος και Μαθηματικα: Άγχος και στάσεις των μαθητών και των εκπαιδευτικών: Η σημασία τους στη μαθηματική εκπαίδευση στο Δημοτικό σχολείο* (Διδακτορική Διατριβή). Αθήνα: Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο, Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης. Ανακτήθηκε 29 Δεκεμβρίου, 2016, από http://thesis.ekt.gr/thesisBookReader/id/25900#page/1/mode/2up.

Βίλλα, Α. (2016). *Σχεδιασμός και ανάπτυξη ενός ψηφιακού παιχνιδιού για τη διδασκαλία των δεκαδικών αριθμών στο δημοτικό* (Διπλωματική μεταπτυχιακή εργασία). Βόλος: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Σχολή Ανθρωπιστικών και Κοινωνικών Επιστημών, Παιδαγωγικό Τμήμα Προσχολικής Εκπαίδευσης.

Γαλάνης, Π. (2013). Μέθοδοι συλλογής δεδομένων στην ποιοτική έρευνα. *Αρχεία Ελληνικής Ιατρικής*, 35 (2), 268-277.

Γεωργούσης Π. (1999). *Η Μέτρηση και η Αξιολόγηση της Επίδοσης των Μαθητών.* Αθήνα: αυτοέκδοση.

Γιαννοπούλου, Ε. (2013). *Το αποδεικτικό σχήμα του Toulmin και η αξιοποίησή του στη Διδακτική των Μαθηματικών* (Διπλωματική εργασία). Ανακτήθηκε 28 Φεβρουαρίου, 2016 από https://pergamos.lib.uoa.gr/uoa/dl/object/1320419.

Δατσέρης, Ε. (2013). *Δομημένη Επιχειρηματολογία και Δημόσιος Διάλογος στον Κοινωνικό Ιστό* (Διπλωματική Εργασία). Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών.

Δεσλή, Δ. & Μπάρκα, Α. (2005). Μαθηματική γλώσσα: η χρήση λέξεων με καθημερινή και μαθηματική σημασία από παιδιά του δημοτικού σχολείου. Στο Δ. Πόταρη, Ε. Κολέζα, Φ. Καλαβάσης & Κ. Χρίστου (Επιμ), *1ο Πανελλήνιο Συνέδριο της Ένωσης Ερευνητών Διδακτικής Μαθηματικών* (σσ.292-300). Αθήνα: Εργαστήριο Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας του Τομέα Παιδαγωγικής του τμήματος Φ.Π.Ψ. του Ε.Κ.Π.Α.

Δημητριάδης, Σ. (2015). *Θεωρίες μάθησης και εκπαιδευτικό λογισμικό* (Ηλεκτρονικό βιβλίο). Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Ανακτήθηκε 29 Ιουλίου, 2020, από http://hdl.handle.net/11419/3397.

Ζούρου, Κ. (2009). Εγκαθιδρυμένη και Κοινωνικά Κατανεμημένη Μάθηση μέσω Υπολογιστή. Στο Ν. Αβούρης, Χ. Καραγιαννίδης & Β. Κόμης (Επιμ.), *Συνεργατική Τεχνολογία* (σσ.81-101). Αθήνα: Κλειδάριθμος.

Ίσαρη, Φ. & Πουρκός, Μ. (2015). *Ποιοτική μεθοδολογία έρευνας* (Ηλεκτρονικό Βιβλίο). Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Ανακτήθηκε, 1 Μαρτίου, 2016, από https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/5826/4/15327_Isari-KOY.pdf.

Καρρά, Γ. (2016). *Σχεδιασμός και ανάπτυξη ενός σοβαρού παιχνιδιού για την περιστροφική συμμετρία* (Διδακτορική διατριβή). Βόλος: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Παιδαγωγικό Τμήμα Προσχολικής Εκπαίδευσης.

Κασούτσας, Α. (2012). Τα mathlets στη μαθηματική εκπαίδευση. *Ανοικτή Εκπαίδευση: το Περιοδικό για την Ανοικτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση και την Εκπαιδευτική Τεχνολογία, 8*(1), 53-64. doi:10.12681/jode.9786.

Καψιμάλη, Β. (2010). *Τεχνολογικά Υποστηριζόμενη Διδακτικής της Πληροφορικής με χρήση του εργαλείου Scratch* (Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία). Πειραιάς: Πανεπιστήμιο Πειραιά. Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων.

Κίργινας, Σ. & Γκούσκος, Δ. (2015). Αξιολόγηση ευχρηστίας και παικτικότητας ψηφιακών παιχνιδιών για τη διδασκαλία της γλώσσας στην προσχολική εκπαίδευση. *Μάθηση με τεχνολογίες* (ηλεκτρονικό περιοδικό), 1, 1-14.

Λιάκος, Π. (2017). *Η έννοια και οι λειτουργίες της απόδειξης στη διδασκαλία των μαθηματικών και της φυσικής: μελέτη των εκφράσεων σε ελληνικά σχολικά βιβλία της πρώτης λυκείου*. (Διπλωματική Μεταπτυχιακή Εργασία). Ρόδος: Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Σχολή Ανθρωπιστικών Επιστημών, Τμήμα Επιστημών της Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού.

Μανούσου, Ε. & Χαρτοφύλακα, Τ. (2011). Κοινωνικά Δίκτυα και Μέσα Κοινωνικής Δικτύωσης στην Εξ Αποστάσεως Τριτοβάθμια Εκπαίδευση. Στο Χ. Παναγιωτακόπουλος (Επιμ.), *Πρακτικά 2ου Πανελλήνιου Συνεδρίου Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία* (σσ. 497-510). Πάτρα: Εργαστήριο Η/Υ & Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας Π.τ.Δ.Ε. Πανεπιστημίου Πατρών & ΕΤΠΕ.

Μεϊμάρης, Μ. (2008). *Αφηγήσεις για τις νέες τεχνολογίες που πάλιωσαν*. Ανακτήθηκε 21 Φεβρουαρίου, 2021, από http://synedrio.pekap.gr/praktika/2o/ΕΙΣΗΓΗΣΕΙΣ/1-1.pdf.

Μικρόπουλος, Τ. (2000). *Εκπαιδευτικό Λογισμικό: Θέματα Σχεδίασης και Αξιολόγησης Λογισμικού Υπερμέσων*. Αθήνα: Κλειδάριθμος.

Νικηφορίδου, Ζ. & Παγγέ, Τ. (2011). Ψηφιακό παιχνίδι στην προσχολική ηλικία. Στο Α. Λιοναράκης (Επιμ.), *Πρακτικά του 6ου Διεθνούς Συνεδρίου Ανοικτής & εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Ελληνικό Δίκτυο Ανοικτής & εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης, Λουτράκι, 4-6 Νοεμβρίου 2011* (σσ. 595-600). Αθήνα: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο. doi: 10.12681/icodl.679.

Πανουτσόπουλος, Η. (2010). *Αξιοποίηση των ψηφιακών παιχνιδιών στο πλαίσιο του αναλυτικού προγράμματος σπουδών των σχολείων δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης* (Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία). Πειραιάς: Πανεπιστήμιο Πειραιώς, Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων.

Παπαδάκης, Σ., Ορφανάκης, Β. & Καλογιαννάκης, Μ. (2015). Τα ψηφιακά παιχνίδια στην υπηρεσία της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Στο Σ. Πανταζής, Ε. Μαράκη, Μ. Καδιανάκη & Ε. Μπελαδάκης (Επιμ.), *Πρακτικά 1ου Πανελληνίου Συνεδρίου ΙΑΚΕ «Το σύγχρονο σχολείο μέσα από το πρίσμα των ανθρωπιστικών και κοινωνικών επιστημών: από τη θεωρία στην καθημερινή πρακτική, Ηράκλειο, 24-26 Απριλίου 2015* (σσ. 149-159). Ηράκλειο: ΙΑΚΕ.

Παπαδοπούλου, Μ. (2012). *Ηλεκτρονικό Εγχειρίδιο της Java* (Πτυχιακή εργασία). Λάρισα: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Τεχνολογίας Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών.

Πυργιωτάκης, Ι. & Συμεού, Λ. (2016). Η ποιοτική έρευνα και η επιστημονική αξία της παραγόμενης γνώσης στις Κοινωνικές και στις Ανθρωπιστικές Επιστήμες. Στο Ι. Πυργιωτάκης & Χ. Θεοφιλίδης (Επιμ.), *Ερευνητική Μεθοδολογία στις Κοινωνικές Επιστήμες και στην Εκπαίδευση* (σσ.193-226), Αθήνα: Πεδίο.

Ράπτης, Α & Ράπτη, Α. (2013). *Μάθηση και Διδασκαλία στην Εποχή της Πληροφορίας*. Αθήνα: εκδόσεις Αριστοτέλης Ράπτης.

Ρούσσος, Π. & Τσαούσης, Γ. (2002). *Στατιστική εφαρμοσμένη στις κοινωνικές επιστήμες*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.

Σοφιανοπούλου, Χ., Εμβαλωτής, Α., Πίτσια, Β. & Καρακολίδης, Α. (2017). *Έκθεση Αποτελεσμάτων του Διεθνούς Προγράμματος PISA 2015 για την Αξιολόγηση των Μαθητών στην Ελλάδα.* Αθήνα: Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής (ΙΕΠ).

Τζανάκης Κ. & Κούρκουλος Μ. (1999). Η τεκμηρίωση στα μαθηματικά: επιστημολογικά ζητήματα και διδακτικές προεκτάσεις. Στο Π. Μιχαηλίδης, Α. Κόλλιας & Α. Μαργετουσάκη (Επιμ.), *Πρακτικά 4ου Πανελλήνιου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή για τη Διδακτική των Μαθηματικών και Πληροφορική στην Εκπαίδευση* (σσ. 433-441). Ρέθυμνο: Π.τ.Δ.Ε. Πανεπιστημίου Κρήτης.

Τσούτσια, Δ. (2013). *Έφηβοι με πολιτισμικές ιδιαιτερότητες: οι κοινωνικές σχέσεις και η θέση τους σε ελληνικές σχολικές τάξης* (Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία). Θεσσαλονίκη: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

ΥΠΕΠΘ - ΠΙ (2003). *Διαθεματικό ενιαίο πλαίσιο προγραμμάτων σπουδών και αναλυτικά προγράμματα σπουδών υποχρεωτικής εκπαίδευσης*. Αθήνα: ΥΠΕΠΘ-ΠΙ, ΦΕΚ 304Β/13-03-2003. Ανακτήθηκε 21 Ιανουαρίου, 2019, από http://www.pi-schools.gr/programs/depps/.

Φεσάκης , Γ., Καφούση, Σ., & Μαλισιόβα, Ε. (2017). Οι διαισθητικές αντιλήψεις των παιδιών Νηπιαγωγείου, Δημοτικού και Γυμνασίου στο πρόβλημα του αθροίσματος των δύο ζαριών με τη βοήθεια ενός μικρόκοσμου. *Έρευνα στη Διδακτική των Μαθηματικών*, 0(6), 11 - 37. doi: 10.12681/enedim.15033.

Φούντας, Ε. & Πατσάκης, Κ. (2011). *Το NIM και τα συνδυαστικά παίγνια*. Ανακτήθηκε 24 Ιανουαρίου, 2015, από http://gunet2.cs.unipi.gr/courses/TMD127/.

Χατζηαλεξιάδου, Μ. (2012). *Ηλεκτρονικά Παιχνίδια στην Εκπαίδευση: ανάπτυξη μαθησιακής εμπειρίας με χρήση του εικονικού κόσμου Second Life και αξιολόγησή της* (Διπλωματική εργασία). Πάτρα: Πανεπιστήμιο Πάτρας. Τμήμα Επιστημών της Εκπαίδευσης και της Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία.

Ξένη βιβλιογραφία σε ελληνική μετάφραση

Polya, G. (1990). *Πώς να το λύσω* (Λ. Σιαδήμος, Μεταφρ.). Αθήνα: Σπηλιώτης.

Prensky, M. (2009). *Μάθηση βασισμένη στο ψηφιακό παιχνίδι* (Κ. Παπασταύρου, Μεταφρ.). Αθήνα: Μεταίχμιο.

Schneiderman, B. (2010). *Σχεδίαση διεπαφής χρήστη: στρατηγικές για αποτελεσματική επικοινωνία ανθρώπου υπολογιστή* (5η έκδοση) (Γ. Καλπάκης, Μεταφρ.). Θεσσαλονίκη: Τζιόλας.

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

Agostini, F. & De Carlo, N. (1985). *Intelligence Games*. New York: Simon & Schuster, Inc.

Amasha, M. et al (2021). Development of a Java-based Mobile application for mathematics learning. *Education and Information Technologies*, 26 (1), 945-964. doi: 10.1007/s10639-020-10287-0.

Arvaja, M. et al (2008). Collaborative learning and compuer-supported collaborative learning environments. In J. Voogt, G. Knezek (Eds.), *International Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education* (pp. 267–279). New York: Springer.

Avraamidou, A., Monaghan, J. & Walker, A. (2015). Mathematics and non-school gameplay. In T. Lowrie & R. Jorgensen (Eds.), *Digital Games and Mathematics Learning: Potential, Promises and Pitfalls* (pp.11-34). New York: Springer.

Back, J. (2006). Talking about Mathematics Problems on the Web: Exploring an Online Community. *Research in Mathematics Education*, 8 (1), 3-18.

Back, R.J., Mannila, L. & Wallin, S. (2010). Student Justifications in High School Mathematics. In V. Durand-Guerrier, S. Soury-Lavergne & F. Arzarello (Eds.), *Proceedings of the sixth congress of the European Society for research in mathematics education. January 28th - February 1st 2009, Lyon. Working Group 2: Argumentation and proof* (pp.291-300). France: INRP.

Barnes, D. (2008). Exploratory Talk for Learning. In N. Mercer & S. Hodgkinson (Eds.), *Exploring Talk in School* (pp.1-16). London:Sage.

Bayeck, R. (2020). Examining board gameplay and learning: a multidisciplinary review of recent research. *Simulation & Gaming*, 51 (4), 411-431. doi: 10.1177/1046878119901286.

Becker, K. (2017). *Choosing and Using Digital Games in the Classroom. A Practical Guide.* Switzerland: Springer International Publishing.

Beers, P., Boshuizen, H. & Kirschner, P. (2004). Computer Support for Knowledge Construction in Collaborative Learning Environments. In P. Gerjets et al (Eds.), *Instructional design for effective and enjoyable computer-supported learning*. *Proceedings of the first joint meeting of the EARLI SIGs Instructional Design and Learning and Instruction with Computers* (CD-ROM). Tuebingen: Knowledge Media Research Center.

Benjamin, A. (2013). *The Mathematics of Games and Puzzles; From Cards to Sudoku*. Virginia: The Great Courses.

Bennett, C. (2010). "It's hard getting kids to talk about math": helping new teachers improve mathematical discourse. *Action in Teacher Education*. 32 (3), 79-89.

Best, L. et al. (2014). The Use of Web 2.0 Technologies in Formal and Informal Learning Settings. In G. Mallia (Ed.), *The Social Classroom: Integrating Social Network Use in Education* (pp.1-22). Hershey, PA: Information Science Reference.

Bilgin, C., Baek, Y. & Park, H. (2015). How Debriefing Strategies Can Improve Student Motivation and Self-Efficacy in Game-Based Learning. *Journal of Educational Computing Research*, 53 (2), 155-182.

Blanke, B. (2009). *Understanding mathematical discourse in the elementary classroom: a case study* (Doctoral dissertation). Eugene: Oregon State University.

Bold, B. (1989). *Mathematical Funfair*. New York: Cambridge University Press.

Bottino, R., Ferlino, L., Ott, M. & Tavella, M. (2007). Developing strategic and reasoning abilities with computer games at primary school level. *Computers & Education*, 49 (4), 1272-1286. doi: 10.1016/j.compedu.2006.02.003.

Bottino, R., Ott, M. & Tavella, M. (2014). Serious gaming at school: reflections on students' performance, engagement and motivation. *International Journal of Game-Based Learning*, 4 (1), 21-36. doi: 10.4018/IJGBL.2014010102.

Bottino, R. M., Ott, M., Tavella, M., & Benigno, V. (2010). Can digital Mind Games be Used to Investigate Children's Reasoning Abilities? In B. Meyer (Ed.), *Proceedings of the 4th ECGBL Conference on Games Based Learning Copenhagen* (pp. 31-39). UK: Academic Conferences - Academic Publishing International Reading.

Boukafri, K., Ferrer, M. & Planas, N. (2015) . Mathematics learning in whole class discussion: A design experiment. In K. Krainer & N. Vondrová (Eds.), *Proceedings of the Ninth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME9, 4-8 February 2015)* (pp. 1340-1346). Prague, Czech Republic: Charles University in Prague, Faculty of Education and ERME.

boyd, D. & Ellison, N. (2008). Social Network Sites: Definition, History, and Scholarship. *Journal of Computer Mediated Communication.* 13 (1), 210-230, doi: 10.1111/j.1083-6101.2007.00393.x.

Brady, K. et al (2010). The Use of Alternative Social Networking Sites in Higher Educational Settings: a Case Study of the e-Learning Benefits of Ning in Education. *Journal of Interactive Online Learning*. 9 (2), 151-170.

Bragg, L. (2003). Children's perspectives on mathematics and game playing. In L. Bragg, C. Campbell, G. Herbert & J. Mousley (Eds.), *MERGA 2003: Mathematics Education Research: Innovation, Networking, Opportunity: Proceedings of the 26th annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australia, held at Deakin University, Geelong, 6-10 July 2003* (pp. 160-167). Pymble, N.S.W.: MERGA Inc.

Bragg, L. (2007). Students' conflicting attitudes towards games as a vehicle for learning mathematics: a methodological dilemma. *Mathematics Education Research Journal*, 19 (1), 29-44. doi: 10.1007/BF03217448.

Braun, V. & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3 (2), 77-101.

Brookhart, S. (2013). The use of teacher judgement for summative assessment in the USA. *Assessment in Education: Principle, Policies & Practice.* 20 (1), 69-90, doi: 10.1080/0969594X.2012.703170.

Bruce, C. (2007). *Student interaction in the math classroom: stealing ideas or building Understanding?* Ανακτήθηκε 30 Ιανουαρίου, 2015, από http://www.edu.gov.on.ca/eng/literacynumeracy/inspire/research/Bruce.pdf.

Bukowski, W, Cillessen, A. & Velasquez, A. (2012). Peer ratings. In B. Laursen, T. Little, & N. Card (Eds.), *Handbook of Developmental Research Methods* (pp.211-228). New York: Guilford.

Buzzetto-More, N. (2012). Social Networking in Undergraduate Education, *Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge and Management*, 7, 63-90.

Byrne, J. & Prendeville, P. (2019). Does a child's mathematical language improve when they engage in cooperative group work in mathematics? *Education 3-13*, 48 (8), 1-15. doi: 10.1080/03004279.2019.1636109.

Calor, S., Dekker, R., van Drie, J., Zijlstra, B. & Volman, M. (2019). "Let us discuss math"; Effects of shift-problem lessons on mathematical discussions and level raising in early algebra. *Mathematics Education Research Journal*, 32 (1), 743-763. doi: 10.1007/s13394-019-00278-x.

Candela, A., Boston, M. & Dixon, J. (2020). Discourse Actions to Promote Student Access. *Mathematics Teacher*, 113 (4), 266-277. doi: 10.5951/MTLT.2019.0009.

Carr, J. (2012). Does Math Achievement h'APP'en when iPads and Game-Based Learning are Incorporated into Fifth-Grade Mathematics Instruction? *Journal of Information Technology Education: Research*, 11 (1), 269-285.

Chapin, S. H., O'Connor, C., & Anderson, N. C. (2003). *Classroom discussions: using math talk to help students learn*. Sausalito, CA: Math Solutions Publications.

Chartes, E. (2003). The Use of Think-aloud Methods in Qualitative Research An Introduction to Think-aloud Methods. *Brock Education*, 12 (2), 68-82.

Chauhan, S. (2017). A meta-analysis of the impact of technology on learning effectiveness of elementary students. *Computers & Education*, 105, 14-30. doi: 10.1016/j.compedu.2016.11.005.

Chi, M. et al (1989). Self-Explanations: How Students Study and Use Examples in Learning to Solve Problems. *Cognitive Science*, 13, 145-182.

Chinnappan, M. (2006). Using the productive pedagogies framework to build a community of learners online in mathematics education. *Distance Education*, 27 (3), 355-369.

Choi, A. & Hand, B. (2020). Students' Construct and Critique of Claims and Evidence Through Online Asynchronous Discussion Combined with In-Class Discussion. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18 (1), 1023-1040. doi: 10.1007/s10763-019-10005-4.

Cirillo, M. (2013). *What are Some Strategies for Facilitating Productive Classroom Discussions? NCTM Research Brief*. Ανακτήθηκε 2 Φεβρουαρίου 2021, από https://www.allen.kyschools.us/Downloads/STRATEGIES%20FOR%20PRODUCTIVE%20DISS.pdf.

Civil, M. (2002). Everyday mathematics, mathematicians' mathematics, and school mathematics: can we bring them together? In M. Brenner & J. Moschkovich (Eds.), *Everyday and academic mathematics in the classroom. Journal of Research in Mathematics Education Monograph #11* (pp.40-62). Reston, VA: NCTM.

Clarke, V. & Braun, V. (2013) Teaching thematic analysis: Overcoming challenges and developing strategies for effective learning. *The Psychologist*, 26 (2), 120-123.

Clements, D. H. (2000). From exercises and tasks to problems and projects: Unique contributions of computers to innovative mathematics education. *Journal of Mathematical Behavior*, 19, 9-47. doi:10.1016/S0732-3123(00)00036-5.

Cober, R., Tan, E., Slotta, J., So, H-J., & Konings, K. D. (2015). Teachers as participatory designers: Two case studies with technology-enhanced learning environments. *Instructional Science*, 43 (2), 203-228. doi:10.1007/s11251-014-9339-0.

Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2018). *Research Methods in Education* (8th ed.). New York: Routledge.

Coleman, T. & Money, A. (2020). Student-centred digital game–based learning: a conceptual framework and survey of the state of the art. *Higher Education*, 79 (4), 415-457. doi: 10.1007/s10734-019-00417-0.

Conner, A., Singletary, L. M., Smith, R. C., Wagner, P. A., & Francisco, R. T. (2014). Teacher support for collective argumentation: A framework for examining how teachers support students' engagement in mathematical activities. *Educational Studies in Mathematics*, 86(3), 401–429. doi: 10.1007/s10649-014-9532-8.

Connolly, T., Boyle, E., MacArthur, E., Hainey,T. & Boyle, J. (2012). A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. *Computers & Education*, 59, 661-686. doi: 10.1016/j.compedu.2012.03.004.

Conway, J. (1976). *On Numbers and Games*. London: Academic Press.

Copley, J.V. (2010). *The young child and mathematics* (2nd ed). Washington, DC: National Associaton for the Education of Young Children.

Cribbs, J., Hazari, S., Sonnert, G. & Sadler, P. (2015). Establishing an Exploratory Model for Mathematics Identity. *Child Development*, 86(4), 1048-1062.

Crookall, D. (2010). Serious games, debriefing, and simulation/gaming as a discipline. *Simulation & Gaming*, 41 (6), 898-920. doi: 10.1177/1046878110390784.

Crowley, K. & Siegler R.S. (1999). Explanation and Generalization in Young Children's Strategy Learning. *Child Development*, 70 (2), 304-316.

D'Mello, S. K., Nystrand, M., Olney, A., & Kelly, S. (2015). *Automating the Measurement and Assessment of Classroom Discourse*. Poster presented at the 2015 Institute for Education Sciences PI Meeting. Washington, DC. Ανακτήθηκε 1 Μαΐου, 2017 από http://class.wceruw.org/documents/Nystrand%20IES%202012.pdf.

Daugherty, M. & Turner, J. (2003). Sociometry: An Approach for Assessing Group Dynamics in Web-Based Courses. *Interactive Learning Environments*, 11 (3), 263-275.

Davies, R. (2009). Games and Mobile Technology in School-Based Learning: The Results of eMapps.com. In O.Petrovic & A. Brand (Eds.), *Serious Games on the Move* (pp.209-223). New York: Springer. doi: 10.1007/978-3-211-09418-1_14.

de Byl, P. & Hooper, J. (2013). Key Attributes of Engagement in a Gamified Learning Environment. In H. Carter, M. Gosper and J. Hedberg (Eds.), *Electric Dreams: 30th Annual Conference on Australian Society for Computers in Learning in Tertiary Education, ASCILITE 2013, Macquarie University, 1-4 December 2013* (pp. 221-230). Sydney: Macquarie University.

de Freitas, S. & Liarokapis, F. (2011). Serious games: A new paradigm for education? In M. Minhua, A. Oikonomou & L. Jain (Eds.), *Serious games and edutainment application* (pp. 9-23). London: Springer. doi: 10.1007/978-1-4471-2161-9_2.

de Geest, E., Lee, C. & Gupte, A. (2016). *Developing mathematical reasoning: mathematical proof*. Ανακτήθηκε 29 Νοεμβρίου 2019, από https://www.open.edu/openlearncreate/pluginfile.php/134971/mod_resource/content/4/SM02_AIE_Final.pdf.

de Voogt, A., Rougetet, L. & Epstein, N. (2018). Using Mancala in the Mathematics Classroom. *Mathematics Teachers*, 112 (1), 14-21. doi: 10.5951/mathteacher.112.1.0014.

Dekker, R., & Elshout-Mohr, M. (1998). A process model for interaction and mathematical level raising. *Educational Studies in Mathematics*, 35(3), 303-314.

Dicheva, D., Dichev C., Agre G., & Angelova G. (2015). Gamification in Education: A Systematic Mapping Study. *Educational Technology & Society, 18* (3), 75–88.

Dion, L., Jank, J. & Rutt N. (2011). *Computer monitored problem solving dialogues.* (Technical report). Indiana: Valparaiso University, Mathematics and CS Dept., REU project. Ανακτήθηκε 18 Απριλίου, 2018 από https://www.valpo.edu/mathematics-statistics/files/2015/07/Computer-Monitored-Problem-Solving-Dialogues.pdf.

Divjak, B. & Tomic, D. (2011). The impact of game-based learning on the achievement of learning goals and motivation for learning mathematics - literature review. *Journal of Information and Organizational Sciences*, 35 (1), 15-30.

Djaouti, D., Alvarez, J., Jessel, J. P. & Rampnoux, O. (2011). Origins of serious games. In M. Ma, A. Oikonomou & L. Jain (Eds.), *Serious Games and Edutainment Applications* (pp. 25-43). Berlin: Springer.

Doolan, M. (2013). A Pedagogical Framework for Collaborative Learning in a Social Blended E-Learning Context. In C. Wankel & P. Blessinger (Eds.), *Increasing Student Engagement and Retention in e-learning Environments: Web 2.0 and Blended Learning Technologies* (pp.261-285). United Kingdom: Emerald Group Publishing Limited.

Dooley, T. (2008). What the game of NIM revealed about children's intuitive understandings. In O. Figueras, J.L. Cortina, S. Alatorre, T. Rojano & A. Sepúlveda (Eds.), *Proceedings of the Joint Meeting of PME 32 and PME-NA XXX.Vol. 1., Morelia, Mexico, 17-21 July 2008* (pp.1-252). México: University Michoacana de San Nicholas de Hidalgo.

Durkin, K., (2011). *The Self-Explanation Effect when Learning Mathematics: A Meta-Analysis*. Paper presented at the Society for Research on Educational Effectiveness, Washington, DC.

Dynphy, E. (2010). Exploring young children's (mathematical) thinking: preservice teachers reflect on the use of the one-to-one interview. *International Journal of Early Years Education*, 18 (4), 331-347.

Eason, R. & Heath, G. (2004). Paintbrush of discovery: Using java applets to enhance mathematics education. *PRIMUS*, 14 (1), 79-95. doi: 10.1080/10511970408984078.

Ernest, P. (1986). Games: a rationale for their use in the teaching of mathematics in school. *Mathematics in School*, 15 (1), 2-5.

Esmonde, I. (2009) Explanations in Mathematics Classrooms: A Discourse Analysis, *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 9 (2), 86-99.

Evanston, IL: Society for Research on Educational Effectiveness. Ανακτήθηκε 18 Δεκεμβρίου, 2016, από http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED518041.pdf.

Evens, H. & Houssart, J. (2004) Categorizing pupils' written answers to a mathematics test question: 'I know but I can't explain'. *Educational Research*, 46 (3), 269-282. doi: 10.1080/0013188042000277331.

Fanning, R. & Gaba, D. (2007). The Role of Debriefing in Simulation-Based Learning. *Simulation in Healthcare*, 2 (2), 115-125.

Farnel, E. (2017). Puzzle Pedagogy: A Use of Riddles in Mathematics Education. *PRIMUS*, 27 (2), 202-211.

Felton, M., Garcia-Mila, M., Villarroel, C. & Gilabert, S. (2015). Arguing collaboratively: argumentative discourse types and their potential for knowledge building. *British Journal of Educational Psychology*, 85, 372-386.

Fennema, E., & Sherman, J. A. (1976). Fennema-Sherman Mathematics Attitudes Scales: Instruments Designed to Measure Attitudes toward the Learning of Mathematics by Females and Males. *Journal for Research in Mathematics Education*, 7(5), 324. doi: 10.2307/748467.

Ferguson, T. (2014). *Game Theory* (2nd ed., pp. I1-I46). Ανακτήθηκε 7 Ιουνίου, 2017, από https://www.math.ucla.edu/~tom/Game_Theory/comb.pdf.

Fisch, S., Lesh, R., Motoki, E., Crespo, S. & Melfi, V. (2011). Children's mathematical reasoning in online games: can data mining reveal strategic thinking? *Child Development Perspectives*, 5 (2), 88-92. doi: 10.1111/j.1750-8606.2011.00161.x.

Flegas, K. & Lemonidis C. (2013) Exploring Logical Reasoning and Mathematical Proof in Grade 6 Elementary School Students, *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 13 (1), 70-89. doi: 10.1080/14926156.2013.758326.

Fokides, E. (2018). Digital educational games and mathematics. Results of a case study in primary school settings. *Education and Information Technologies*, 23 (2), 851-867. doi: 10.1007/s10639-017-9639-5.

Fonseca, L. (2018). Mathematical reasoning and proof schemes in the early years. *Journal of the European Teacher Education Network*, 13, 34-44.

Foster, A. (2012). Assessing learning games for school content: Framework and methodology. In D. Ifenthaler, D. Eseryel, & X. Ge (Eds.), *Assessment in game-based learning: Foundations, innovations, and perspectives* (pp.201-216). New York: Springer.

Foster, A. & Mishra, P. (2009). Games, claims, genres, and learning. In R. Ferdig (Ed.), *Handbook of Research on Effective Electronic Gaming in Education* (pp. 33-50). Hershey: Information Science Reference.

Foster, A. & Shah, M. (2015). The ICCE framework: framing learning experiences afforded by games. *Journal of Educational Computing Research*, 51 (4), 369-395. doi: 10.2190/EC.51.4.a.

Foy, P., Arora, A. & Stanco, G. (2013). *TIMSS 2011 User Guide for the International Database*. USA: TIMSS & PIRLS International Study Center,Lynch School of Education, Boston College and International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA).

Franke, M. et al (2009). Teacher Questioning to Elicit Students' Mathematical Thinking in Elementary School Classrooms. *Journal of Teacher Education*, 60 (4), 380-392.

Franke, M. et al. (2015). Student Engagement with Others' Mathematical Ideas: The Role of Teacher Invitation and Support Moves, *The Elementary School Journal*, 116 (1), 126-148.

Frederickson, N. & Furnham, A. (1998). Sociometric Classification Methods in School Peer Groups: A Comparative Investigation. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 39 (6), 921-933.

Freiman, V. & Lirette-Pitre, N. (2009). Building a virtual learning community of problem solvers: example of CASMI community. *ZDM Mathematics Education*, 41, 245–256.

Freiman, V. & Applebaum, M. (2016). Engaging elementary school students in mathematical reasoning using investigations: example of a Bachet strategy game. *Mathematics Teaching – Research Journal Online*, 8 (1-2). 61-82.

Friesen, R. & Schutte, M. (2018). Puplis' participation in collective argumentation within multi-age mathematics education at primary level. In N. Planas & Schutte, M. (Eds.), *Proceedings of the Fourth ERME Topic Conference 'Classroom-based research on mathematics and language'* (pp. 65-72). Dresden, Germany: Techical University of Dresden / ERME.

Gadanidis, G. (2002). The Effect of Interactive Applets in Mathematics Teaching. In M. Driscoll & T. Reeves (Eds.), *Proceedings of E-Learn 2002--World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education* (pp. 1481-1484). Montreal, Canada: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).

Gautam, D., Maharjan, N., Graesser, A. & Rus, V. (2018). *Automated Speech Act Categorization of Chat Utterances in Virtual Internships*. Paper presented at the International Conference on Educational Data Mining (EDM) (11th, Raleigh, NC, Jul 16-20, 2018). Ανακτήθηκε 27 Φεβρουαρίου, 2019 από https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED593234.pdf.

Gee, J. (2003). *What video games have to teach us about learning and literacy*. New York: Palgrave Macmillan.

Gegg-Harrison, T. & Anderson, N. (2014). *Using Gamification to Engage Students while Learning Mathematical Induction*. Ανακτήθηκε 17 Σεπτεμβρίου, 2017, από www.micsymposium.org/mics2014/ProceedingsMICS_2014/Gegg-Harrison_Anderson.pdf.

Goldfarb, A., Pregibon, N., Shrem, J., & Zyko, E (2011). *Informational Brief on Social Networking in Education*. Ανακτήθηκε 28 Σεπτεμβρίου, 2012, από http://www.p12.nysed.gov/technology/internet_safety/documents/InformationalBriefonSocialNetworkinginEd ucation.pdf.

Goos, M. (2004). Learning Mathematics in a Classroom Community of Inquiry. *Journal of Research in Mathematics Education*, 35(4), 258-291.

Gouseti, A. (2014) *Digital Technologies for School Collaboration*, New York: Palgrave Macmillan.

Cockcroft, W. (1982). *Mathematics counts: Report of the Committee of Inquiry into the Teaching of Mathematics in Schools under the chairmanship of W.H. Cockcroft*. London: Her Majesty's Stationery Office.

Greenhow, C. (2009). Social networking and education: Emerging research within CSCL. In C. O'Malley, D. Suthers, P. Reimann & A. Dimitracopoulou (Eds.), *Proceedings of the 9th International Conference on Computer Supported*

Collaborative Learning – Volume 1 (CSCL '09) (vol.1, pp.454-458). New York: International Society of the Learning Sciences.

Gros, B. (2015). Integration of digital games in learning and eLearning environments: connecting experiences and context. In T. Lowrie & R. Jorgensen (Eds.), *Digital Games and Mathematics Learning: Potential, Promises and Pitfalls* (pp.35-53), New York: Springer.

Grugeon, E., & Hubbard, P. (2006). Learning through dialogue. In J. Arthur, T. Grainger, & D. Wray (Eds.), *Learning to Teach in Primary School* (pp. 239-250). Routledge: Falmer.

Hainey, T., Connolly, T., Boyle, E., Wilson, A. & Razak, A. (2016). A systematic literature review of games-based learning empirical evidence in primary education. *Computers & Education*, 102, 202-223. doi: 10.1016/j.compedu.2016.09.001.

Harrison, H., Birks, M., Franklin, R. & Mills, J. (2017). Case Study Research: Foundations and Methodological Orientations. *Forum Qualitative Sozialforschung /Forum: Qualitative Social Research*, 18(1), Art. 19.

Harvard Maare, A. (2015). *Designing for Peer Learning: Mathematics, Games and Peer Groups in Leisure-time Center* (Doctoral dissertation). Ανακτήθηκε 17 Φεβρουαρίου, 2018, από http://lup.lub.lu.se/search/ws/files/5321992/8160866.pdf.

Havnes, A. (2008). Peer-Mediated Learning Beyond the Curriculun. *Studies in Higher Education*, 33 (2), 193-204.

Hawlitschek, A. & Köppen, V. (2014). Analyzing player behavior in digital game-based learning: Advantages and challenges. In C. Busch (ed.), *Proceedings of the 8th European Conference on Games Based Learning (vol.1)*, University of Applied Sciences, Berlin, 9-10 October (pp.199-206). UK: Academic Conferences and Publishing International Limited.

Haya, P. et al (2015). Analysing content and patterns of interaction for improving the learning design of networked learning environments. *British Journal of Educational Technology*, 46 (2), 300-316.

Healy, L. & Hoyles, C. (2000). A study of proof conceptions in algebra. *Journal for Research in Mathematics Education*, 31 (4), 396-428.

Hennessy, S. et al. (2016). Developing a coding scheme for analysing classroom dialogue across educational contexts. *Learning, Culture, and Social Interaction*, 9, 16-44. doi: 10.1016/j.lcsi.2015.12.001.

Henning, J. (2008). *The act of discussion-based teaching. Opening up conversation in the classroom*. New York: Routledge.

Hew, K.F. & Cheung, W.S. (2008). Attracting student participation in asynchronous online discussions: a case study of peer facilitation. *Computers & Education, 51*(3), 1111-1124.

Hodges, C. B. & Hunger, G. M. (2011). Communicating mathematics on the internet: synchronous and asynchronous tools. *TechTrends*, 55 (5), 39-44.

Hoge, R. & Coladarci, T. (1989). Teacher-Based Judgements of Academic Achievement: A Review of Literature. *Review of Educational Research*, 59 (3), 297-313.

Holcomb, L. et al. (2010). The Emergence of "Educational Networking": Can Non-Commercial, Education-Based Social Networking Sites Really Address the Privacy

and Safety Concerns of Educators? *MERLOT Journal of Online Learning and Teaching*, 6 (2), 475-482.

Hollander, C. (1978). *An introduction to Sociogram Construction*. Denver: Lion Press.

Houssart, J. & Sams, C. (2008). Developing Mathematical Reasoning through Games of Strategy Played Against the Computer. *International Journal for Technology in Mathematics Education*, 15 (2), 59-71.

Huang, K. & Ke, C.J. (2009). Integrating Computer Games with Mathematics Instruction in Elementary School- An Analysis of Motivation, Achievement, and Pupil-Teacher Interactions. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 60, 261-263.

Hudson, B., Henderson, S. & Hudson, A. (2015). Developing mathematical thinking in the primary classroom: liberating students and teachers as learners of mathematics. *Journal of Curriculum Studies*, 47 (3), 374-398.

Hufferd-Ackles, K., Fuson, K. C., & Sherin, M. G. (2004). Describing Levels and Components of a Math- Talk Learning Community. *Journal for Research in Mathematics Education*, 35 (2), 81-116.

Hunter, R. & Hunter, J. (2018). Opening the space for all students to engage in mathematical practices within collaborative inquiry and argumentation. In R. Hunter, M. Civil, B. Herbel-Eisenmann, N. Planas & D. Wagner (Eds.), *Mathematical Discourse that Breaks Barriers and Creates Space for Marginalized Learners* (pp.1-21). Rotterdam: Sense Publishers.

Hunter, R. (2007). Can you convince me: learning to use mathematical argumentation. In J. H. Woo, H. C. Lew, K. S. Park & D. Y. Seo (Eds.), *31st Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (vol. 3, pp. 81-88). Seoul: PME.

Innes, B. (2007). Dialogic Communication in Collaborative Problem Solving Groups. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 1 (1), 1-19.

Irwin, K. C. & Woodward, J. (2005). A snapshot of the discourse used in mathematics where students are mostly Pasifika: A case study of two classrooms. In D. Holton (Ed.), *Findings from the New Zealand Numeracy Development Project 2004* (pp. 66–73). Wellington: Ministry of Education.

Jacobs, K. (2005). Investigation of Interactive Online Visual Tools for the Learning of Mathematics. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 36 (7), 761-768.

Jimenez, O. (2015). Leveraging the Social Aspect of Educational Games. *Theory Into Practice*, 54 (2), 101-108. doi: 10.1080/00405841.2015.1010845.

Jong, M., Shang, J., Lee, F. & Lee, J. (2010). Constructivist learning through computer gaming. In M.R. Syed (Ed.), *Technologies Shaping Instruction and Distance Education: New Studies and Utilization* (pp. 207–222). New York: Information Science Reference.

Jonke, V., Wijers, M. & Van Galen, F. (2009). The motivational power of mini-games for the learning of mathematics. In M. Pivec (Ed.), *ECGBL 2009 – Proceedings of the 3rd European Conference on Games Based Learning, FH JOANNEUM University of Applied Sciences, Graz, Austria, 12-13 October 2009* (pp.202-210). UK: Academic Conferemces and Publishing International (ACPI).

Joubert, M. (2013). Using digital technologies in mathematics teaching: developing an understanding of the landscape using three "grand challenge" themes. *Educational Studies in Mathematics*, 82, 341-359.

Kadijevich, D. & Haapasalo, L. (2004). Mathematics teachers as multimedia lessons designers. In J.B. Lagrange, M. Artigue, D. Guin, C. Laborde, D. Lenne & L. Trouche (Eds.), *On-line Proceedings of the ITEM Conference, Reims, June 2003*. Reims: Institut Universitaire de Formation des Maîtres de l' Académie de Reims.

Karadag, Z. (2009). *Analyzing students' mathematical thinking in technology-supported environments* (Unpublished doctoral dissertation). Canada: Ontario Institute for the Studies in Education of the University of Toronto.

Kartika, H., Budiarto, M. & Fuad, Y. (2021). Argumentation in K-12 Mathematics and Science Education: A Content Analysis of Articles. *International Journal of Research in Education and Science*, 7 (1), 51-64. doi: 10.46328/ijres.1389.

Ke, F. (2008). A case study of computer gaming for math: engaged learning from gameplay? *Computers & Education*, 51, 1609-1620.

Ke, F. & Hoadley, C. (2009). Evaluating online learning communities. *Educational Technology Research and Development*, 57 (4), 487-510. doi: 10.1007/s11423-009-9120-2.

Kenna, A. (2015). The impact of maths game based learning on children's higher order thinking skills. In G. Adams (Ed.), *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics (BSRLM). Vol.35, No. 3. Proceedings of the day conference, University of Reading, UK, 7 November 2015* (pp.67-71). London: British Society for Research into Learning Mathematics (BSRLM).

Kiili, K., Devlin, K. & Multisilta, J. (2015). Editorial: Is game-based math learning finally coming of age? *International Journal of Serious Games*, 2 (4), 1-4. doi: 10.17083/ijsg.v2i4.109.

Killingsworth, S., Clark, D. & Adams, D. (2015). Self-Explanation and Explanatory Feedback in Games: Individual Differences, Gameplay, and Learning. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 3 (3), 162-186.

Kim, M. & Roth, W. (2018). Dialogical argumentation in second- and third-grade science classrooms. *Cultural Studies in Science Education*, 13 (4), 1061-1085. doi: 10.1007/s11422-017-9846-9.

Kio, S. I. (2016). Extending social networking into the secondary education sector. *British Journal of Educational Technology*, 47 (4), 721-733. doi: 10.1111/bjet.12259.

Kirschner, P. (2015). Do we need teachers as designers of technology enhanced learning? *Instructional Science*, 43, 309-322. doi: 10.1007/s11251-015-9346-9.

Kislenko, K. (2011). *Exploring Pupils' Beliefs about Mathematics: Cases from Estonia and Norway* (Doctoral Dissertation). Norway: Kristiansand. University of Agder. Faculty of Engineering and Science.

Kneser, C., Pilkington, R., & Treasure-Jones, T. (2001). The tutor's role: An investigation of the power of exchange structure analysis to identify different roles in CMC seminars. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 12, 63-84.

Knezek, G., & Christensen, R. (1996). *Validating the Computer Attitude Questionnaire.* Paper presented to the Southwest Educational Research Association Annual Conference, New Orleans, Louisiana. Ανακτήθηκε 28 Νοεμβρίου, 2014, από https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED398243.pdf.

Koleza, E., Metaxas, N. & Poli, K. (2017). Primary and secondary students' argumentation competence: A case study. In T. Dooley & G. Gueudet (Eds.), *Proceedings of the tenth congress of the European society for research in mathematics education* (CERME10, February 1–5, 2017) (pp. 179–186). Dublin: DCU Institute of Education & ERME.

Konstantinidou A. & Macagno, F. (2013). Understanding Students' Reasoning: Argumentation Schemes as an Interpretation Method in Science Education. *Science & Education*, 22 (5), 1069-1087. doi: 10.1007/s11191-012-9564-3.

Kordaki, M. & Gousiou, A. (2017). Digital card games in education: A ten year systematic review. *Computers & Education*, 109, 122-161. doi: 10.1016/j.compedu.2017.02.011.

Kosko, K. & Miyazaki, Y. (2012). The effect of student discussion frequency on fifth-grade students' mathematics achievement in U.S. schools. *The Journal of Experimental Education*, 80 (2), 173-195.

Kosko, K. & Singh, R. (2019). Children's Coordination of Linguistic and Numeric Units in Mathematical Argumentative Writing. *International Electronic Journal of Mathematics Education*. 14 (2). 275-291. doi: 10.29333/iejme/5714.

Kosko, K. & Wilkins, J. (2015). Does Time Matter in Improving Mathematical Discussions? The Influence of Mathematical Autonomy. *The Journal of Experimental Education*, 83 (3), 368-385. doi: 10.1080/00220973.2014.907225.

Kosko, K. & Zimmerman, B. (2019). Emergence of argument in children's mathematical writing. *Journal of Early Childhood Literacy*, 19 (1), 82-106. doi: 10.1177/1468798417712065.

Kostas A. & Sofos A., (2012). Internet-Mediated Communities of Practice: Identifying a Typology of Critical Elements. In Th. Daradoumis, S. Demetriadis & F. Xhafa (Eds.), *Intelligent Adaptation and Personalization Techniques in Computer-Supported Collaborative Learning* (Vol. 408, pp. 311-344). New York: Springer.

Kranzfelder P, et al (2019) The Classroom Discourse Observation Protocol (CDOP): A quantitative method for characterizing teacher discourse moves in undergraduate STEM learning environments. *PLoS ONE*, 14 (7). doi: 10.1371/journal.pone.0219019.

Kraus, W. (1982). The use of problem-solving heuristics in the playing of games involving mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 13 (3), 172-182. doi: 10.2307/748554.

Krummheuer, G. (1999). *The narrative character of argumentative mathematics classroom interaction in primary education*. Paper presented at the European Research in Mathematics Education, Osnabruvk, Germany. Ανακτήθηκε, 3 Ιανουαρίου, 2020, από https://www.fmd.uni-osnabrueck.de/ebooks/erme/cerme1-proceedings/papers/g4-krummheuer.pdf

Krummheuer, G. (2007). Argumentation and participation in the primary mathematics classroom. Two episodes and related theoretical abductions. *Journal of Mathematical Behavior*, 26, 60-82.

Ku, O., et al (2014). The Effects of Game-Based Learning on Mathematical Confidence and Performance: High Ability vs. Low Ability. *Educational Technology & Society*, 17 (3), 65–78.

Kumar, R. (2011). *Research methodology: a step-by-step guide for beginners* (3rd edition). Thousand Oaks, California: Sage Publications.

Lechman, E. (2014). Case study methodology: Few conceptual considerations. *Przedsiębiorstwo we współczesnej gospodarce – teoria i praktyka*, 4, 21–31.

Lee, K. (1996). The use of mathematical games in teaching primary mathematics. *The Mathematics Educator*, 1 (2), 172-180.

Legare, C. (2014). The Contributions of Explanation and Exploration to Children's Scientific Reasoning. *Child Development Perspectives*. 8, 101-106.

Lenhart, A., et al (2008). *Teens, video games, and civics: teens' gaming experiences are diverse and include significant social interaction and civic engagement. Pew internet & American life project*. Ανακτήθηκε 16 Σεπτεμβρίου, 2017, από http://www.pewinternet.org/2008/09/16/teens-video-games-and-civics/.

Leron, U. & Hazzan, O. (2009). Intuitive vs analytical thinking: Four perspectives. *Educational Studies in Mathematics*, 71, 263-278. doi: 10.1007/s10649-008-9175-8.

Lester, F. (2013) Thoughts About Research On Mathematical Problem- Solving Instruction. *The Mathematics Enthusiast*, 10 (1), 245-278.

Leung, B. & Silberling, J. (2006). Using Sociograms to Identify Social Status in the Classroom. *The California School Psychologist*, 11, 57-61.

Li, Q. & Ma, X. (2010). A Meta-analysis of the Effects of Computer Technology on School Students' Mathematics Learning. *Educational Psychology Review*, 22, 215-243.

Li, Q. (2006). Integrating online discussion: Broadening the conversation. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 6(2), 204 -217.

Liang, D. (2011). *Introduction to Java Programming. Comprehensive Version* (8th edition). Boston: Prentice Hall.

Lin, P. J. (2018). The development of students' mathematical argumentation in a primary classroom. *Educação & Realidade, Porto Alegre*, 43 (3), 1171-1192. doi: 10.1590/2175-623676887.

Lipponen, L. et al (2001). Analyzing patterns of participation and discourse in elementary students' online science discussion. In P. Dillenbourg, A. Eurelings., & K. Hakkarainen (Eds.), *European Perspectives on Computer Supported Collaborative Learning. Proceedings of the First European Conference on CSCL* (pp. 421-428). Maastricht, The Netherlands: Maastricht McLuhan Institute.

Lithner, J. (2015). Learning Mathematics by Creative or Imitative Reasoning. In S.J. Cho (Ed.), *The Proceedings of the 12th International Congress on Mathematical Education (ICME-12)* (pp.487-506). Switzerland: Springer International Publishing. doi: 10.1007/978-3-319-17187-6_28.

Macagno, F., Walton, D. & Reed, C. (2017). Argumentation Schemes. History, Classifications, and Computational Applications. *Journal of Logics and their Applications*, 4(8), 2493-2556.

Macintosh, A., Gordon, T. & Renton, A. (2009): Providing Argument Support for E-Participation. *Journal of Information Technology & Politics*, 6 (1), 43-59. doi: 10.1080/19331680802662113.

Maraffi, S., Sacerdoti, F. & Paris, E. (2017). Learning on Gaming: A New Digital Game Based Learning Approach to Improve Education Outcomes. *US-China Education Review A*, 7 (9), 421-432.

Martínez, J, Stecher, B. & Borko, H. (2009). Classroom Assessment Practices, Teacher Judgments, and Student Achievement in Mathematics: Evidence from the ECLS. *Educational Assessment*, 14, 78-102. doi: 10.1080/10627190903039429.

Mason, J., Burton, L. & Stacey, K. (2010). *Thinking Mathematically* (2nd ed.). London: Pearson.

Matthews, P. & Rittle-Johnson, B. (2009). In pursuit of knowledge: Comparing self-explanations, concepts, and procedures as pedagogical tools. *Journal of Experimental Child Psychology*, 104, 1-21.

McClarty, K., Orr, A., Frey, P., Dolan, R., Vassileva, V. & McVay, A. (2012). *A Literature Review of Gaming in Education*. Ανακτήθηκε 23 Ιουλίου, 2017, από https://images.pearsonassessments.com/images/tmrs/Lit_Review_of_Gaming_in_Education.pdf.

McFeetors, P. & Palfy, K. (2017). We're in math class playing games, not playing games in math class. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 22 (9), 534-544. doi: 10.5951/mathteacmiddscho.22.9.0534.

McLoughlin, D. & Mynard, J. (2009). An analysis of higher order thinking in online discussions. *Innovations in Education and Teaching International*, 46 (2), 147-160.

MacLoughlin, P. M. (2018). *Investigating Application of the Self-explanation Learning Strategy During an Instructional Simulation* (Doctoral Dissertation). Ανακτήθηκε 9 Ιουνίου, 2017, από https://digitalcommons.odu.edu/stemps_etds/32.

McLoughlin, D. & Mynard, J. (2009). An analysis of higher order thinking in online discussions, *Innovations in Education and Teaching International*, 46 (2), 147-160

Mead, E., Rosa, A. & Huang, C. (1974). The Game of SIM: a Winning Strategy for the Second Player. *Mathematics Magazine*. 47 (5), 243-247.

Miles, R. (2015). Complexity, representation and practice: Case study as method and methodology. *Issues in Educational Research*, 25 (3), 309-318.

Mishra, P. & Koehler, M. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A new Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, 108 (6), 1017-1054.

Monaghan, F. (2005). 'Don't think in your head, think aloud': ICT and exploratory talk in the primary school mathematics classroom. *Research in Mathematics Education*, 7(1), 83–100.

Monoyiou, A., Xistouri, X. & Philippou, G. (2006). Primary students' reasoning in problem solving and teachers' evaluation of their arguments. In Novotná, J., Moraová, H., Krátká, M. & Stehlíková, N. (Eds.), *Proceedings 30th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (vol.4, pp. 177-184). Prague: PME.

Moschkovich, J. (2007). Examining mathematical discourse practices. *For the Learning of Mathematics*, 27 (1), 24-30.

Moursund, *D. (2016). Learning Problem-solving Strategies by Using Games: a Guide for Educators and Parents.* Eugene, OR: Information Age Education.

Mueller, M., Yankelewitz, D. & Maher, C. (2014). Teachers promoting student mathematical reasoning, *Investigations in Mathematics Learning*, 7 (2), 1-20.

Mullins, S. (2018). Establishing a Community of Discourse Through Social Norms. *Discourse and Communication for Sustainable Education*, 9 (1), 5-17. doi: 10.2478/dcse-2018-0001.

Murata, A., Siker, J., Kang, B., Baldinger, E., Kim, H.J., Scott, M. & Lanouette, K. (2017). Math Talk and student strategy trajectories: The case of two first grade classrooms, *Cognition and Instruction*, 35 (4), 290-316.

Murdock, J. & Williams, A. (2010). Creating an Online Learning Community: Is it Possible? *Innovation in Higher* Education, 36, 305-315.

Murphy, C. (2013). *"We are the maths people, aren't we?" Young children's talk in learning mathematics*. (Doctoral Dissertation). Ανακτήθηκε 23 Μαρτίου, 2016, από https://ore.exeter.ac.uk/repository/bitstream/handle/10871/13857/MurphyC.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Nakash-Stern, G. & Cohen, A (2019). Developing MAP for integrating mathematical applets in teaching sequence. In U.T. Jankvist, M. Van den Heuvel-Panhuizen & M. Veldhuis (Eds.), *Proceedings of the Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME-11, Feb. 2019).* Utrecht, the Netherlands: Freudenthal Group & Freudenthal Institute, Utrecht University and ERME.

NCTM (2014). *Principles to action. Ensuring Mathematical Success for All*. Reston: NCTM.

Novotná, J. et al. (2014). Problem solving in school mathematics based on heuristic strategies. *Journal on Efficiency and Responsibility in Education and Science*, 7 (1), 1-6. doi: 10.7160/eriesj.2013.070101.

O'Connor, C., Michaels, S., Chapin, S. & Harbaugh, A. (2017). The silent and the vocal: Participation and learning in whole-class discussion. *Learning and Instruction*, 48, 5-13. doi: 10.1016/j.learninstruc.2016.11.003.

OECD (2010). *Mathematics Teaching and Learning Strategies in PISA*. Paris: OECD

Offenholley, K. (2012) A Discourse Analysis of the Online Mathematics Classroom, *American Journal of Distance Education*, 26 (4), 236-248. doi: 10.1080/08923647.2012.727727.

Oldfield, B. (1991a). Games in the learning of mathematics: 1: a classification. *Mathematics in School*, 20 (1), 41-43.

Oldfield, B. (1991b). Games in the learning of mathematics: Part 2: Games to stimulate mathematical discussion. *Mathematics in School*, 20 (2), 7-9.

O'Neil, H. et al. (2014). Adding self-explanation prompts to an educational computer game. *Computers in Human Behavior*, 30, 23-28.

Orrill, C. H. & Polly, D. (2015). Supporting Mathematical Communication through Technology. In M. Khosrow-Pour (Ed.), *STEM Education: Concepts, Methodologies, Tools and Applications* (pp.216-232). Hershey, PA: Information Science Reference.

Óskarsdóttir, G. & Jónasson, J. (2015). Quiet pupils can be effective learners. *Nordic Studies in Science Education*, 11(3), 238-248. doi: 10.5617/nordina.968.

Otten, S., Gilbertson, N., Males, L. & Clark, D. (2014) *The Mathematical Nature of Reasoning-and-Proving Opportunities in Geometry Textbooks*. Faculty Publications: Department of Teaching, Learning and Teacher Education. Ανακτήθηκε 11 Μαΐου, 2018, από https://digitalcommons.unl.edu/teachlearnfacpub/327.

Otten, S., Keazer, L. & Karaman, R. (2019). Teachers' talk about the mathematical practice of attending to precision. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 22(3), 69-93. doi: 10.1007/s10857-017-9375-1.

Özcan, Z., İmamoğlu, Y., & Katmer Bayraklı, V. (2017). Analysis of sixth grade students' think-aloud processes while solving a non-routine mathematical problem. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 17, 129–144. doi: 10.12738/estp.2017.1.2680.

Pallot, R. & Pratt, K. (2007). *Building Online Learning Communities: effective strategies for the virtual classroom.* New York: Jossey-Bass.

Palm, T., Boesen, J. & Lithner, J. (2005). *The requirements of mathematical reasoning in upper secondary level assessments*. Research Reports in Mathematics Education 5, Department of Mathematics, Umea University.

Perrotta, C., Featherstone, G., Aston, H. & Houghton, E. (2013). *Game-Based Learning: Latest Evidence and Future Directions (NFER Research Programme: Innovation in Education)*. Slough: NFER**.**

Perry, N. & Meisels, S. (1996). *How Accurate Are Teacher Judgments of Students' Academic Performance?* (Working Paper Series). U.S.: Department of Education, Office of Educational Research and Improvement, National Center for Education Statistics. Ανακτήθηκε 18 Μαρτίου, 2014, από http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED418154.pdf.

Peters, V., Vissers, G. & van der Meer, F. (1998) Debriefing depends on purpose. In J. Geurts, C. Joldersma & E. Roelofs (Eds.), *Gaming / Simulation for Policy Development and Organizational Change* (pp.399-404). Netherlands: Tilburg University Press.

Petrovici, C. & Havârneanu, G. (2018). Logical-mathematical game in the context of early education. A study about the Romanian preschool teachers. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 12 (2), 61-82. doi: 10.26220/REV.2939.

Pimentel, D. & McNeill, K. (2013). Conducting Talk in Secondary Science Classrooms: Investigating Instructional Moves and Teachers' Beliefs. *Science Education*, 97 (3), 367-394.

Plass, J. L. et al. (2013). The impact of individual, competitive, and collaborative mathematics game play on learning, performance, and motivation. *Journal of Educational Psychology*, 105(4), 1050-1066. doi: 10.1037/a0032688.

Plass, J., Homer, B. & Kinzer, C. (2015). Foundations of Game-Based Learning. *Educational Psychologist*, 50(4), 258-283. doi: 10.1080/00461520.2015.1122533.

Posamentier, A. & Krulik, S. (2017). *Strategy Games to Enhance Problem-Solving Ability in Mathematics*. New Jersey: World Scientific.

Powell, A. B., & Lai, F. F. (2009). Inscriptions, mathematical ideas and reasoning in VMT. In G. Stahl (Ed.), *Studying Virtual Math Teams* (pp. 237-259). New York: Springer.

Powell, A. et al (2003). An analytical model for studying the development of learners' mathematical ideas and reasoning using videotape data. *Journal of Mathematical Behavior*, 22, 405-435.

Pratt, N. & Back, J. (2009). Spaces to discuss mathematics: communities of practice on an online discussion board. *Research in Mathematics Education*, 11 (2), 115-130. doi: 10.1080/14794800903063323.

Prensky, M. (2001). *Digital Game-Based Learning*. New York, NY: McGraw-Hill.

Prensky, M. (2008). Students as designers and creators of educational computer games: who else? *British Journal of Educational Technology*, 39 (6), 1004-1019. doi: 10.1111/j.1467-8535.2008.00823_2.x.

Pritchard, A. & Woolard, J. (2010). *Psychology for the Classroom: Constructivism and Social Learning*. New York: Routledge.

Qian, Y. (2009). An investigation of current online educational games. In R. Ferdig (Ed.), *Handbook of Research on Effective Electroning Gaming in Education* (pp.67-82). Hershey: Information Science Reference.

Qolfathiriyus, A., Sujadi, I. & Indriati, D. (2019) . Characteristic profile of analytical thinking in mathematics problem solving. *Journal of Physics: Conference Series*, 1008 (1), 012078. doi: 10.1088/1742-6596/1157/3/032123.

Ramani, G.B., Siegler, R.S. & Hitti, A. (2012) Taking it to the classroom: Number board games as a small group learning activity. *Journal of Educational Psychology*, 104 (3), 661-672.

Reeves, C., & Gleichowski, R. (2007). Engaging contexts for the Game of NIM. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 12(5), 251-255.

Rittle-Johnson, B., Saylor, M. & Swygert, K. (2008). Learning from explaining: Does it matter if mom is listening? *Journal of Experimental Child Psychology*. 100 (3), 215-224.

Robová, J. (2013). The impact of web sites on teaching and learning mathematics. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 93, 631-635. doi: 10.1016/j.sbspro.2013.09.252.

Rovai, A. (2007). Facilitating Online Discussions Effectively. *Internet and Higher Education*, 10 (1), 77–88.

Russo, J. (2017). Learning to think strategically: caught red-handed. *Australian Primary Mathematics Classroom*, 22 (1), 40.

Ryve, A. (2011). Discourse research in mathematics education: a critical evaluation of 108 journal articles. *Journal for Research in Mathematics Education*, 42 (2), 167-198.

Sacristán, A. (2019). Mathematics Teachers' Education for Technological Integration: Necessary Knowledge and Possible Online Means for its Development. In G. Aldon & J. Trgalová (Eds.), *Technology in Mathematics Teaching: Selected Papers of the 13th ICTMT Conference* (pp. 173-182). Switzerland: Springer International Publishing.

Samaei, A. (2018). *Learning Abstract Symbolic Mathematics Through Digital Games* (Masters thesis). Florence: OCAD University.

Sarmiento, J. & Shumar, W. (2010). Boundaries and roles: Positioning and social location in the Virtual Math Teams (VMT) online community. *Computers in Human Behavior*, 26, 524-532. doi: 10.1016/j.chb.2009.08.009.

Sauvé, L. (2017). Online educational games: guidelines for intergenerational use. In M. Romero, K. Sawchuk, J. Blat, S. Sayago & H. Ouellet (Eds.), *Game-Based Learning Across the Lifespan. Cross-generational and ageoriented digital game-based learning from childhood to older adulthood* (pp.29-45). Switzerland: Springer International Publishing.

Sawyer, A. (2004).Unpacking the rules of class discussion: Young children learning mathematics within a Community of Inquiry. In M. J. Høines & A. B. Fuglestad (Eds.), *Proceedings of the 28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (vol.3, pp. 455-462). Bergen, Norway:PME.

Schoenfeld, A. (1992). Learning to think mathematically: problem solving, metacognition, and sense-making in mathematics. In D. Grouws (Ed.), *Handbook for Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 334-370). New York: MacMillan.

Schwarz, B., Hershkowitz, R., & Prusak, N. (2010). Argumentation and mathematics. In C. Howe & K. Littleton (Eds.), *Educational dialogues: understanding and promoting productive interaction* (pp. 115–141). London: Routledge.

Seaman, M. (2008). Birds of a Feather? Communities of Practice and Knowledge Communities. *Curriculum and Teaching Dialogue*, 10 (1&2), 269-279.

Sedlacek, M. & Sedova, K. (2017). How many are talking? The role of collectivity in dialogic teaching. *International Journal of Educational Research*, 85, 99-108. doi: 10.1016/j.ijer.2017.07.001.

Sfard, A. (2018). On the Need for Theory of Mathematics Learning and the Promise of 'Commognition'. In P. Ernest (ed.), *The Philosophy of Mathematics Education Today, ICME-13 Monographs* (pp.219-228). Cham, Switzerland: Springer International Publishing AG. doi: 10.1007/978-3-319-77760-3_13.

Sfard, A. (2007). When the Rules of Discourse Change, but Nobody Tells You: Making Sense of Mathematics Learning From a Commognitive Standpoint. *The Journal of the Learning Sciences*, 16 (4), 567-615.

Shang, J., Ma, S., Hu, R., Pei, L. & Zhang, L. (2019). Game-Based Learning in Future School. In S. Yu, H. Niemi & J. Mason (Eds.), *Shaping Future Schools with Digital Technology. An International Hanbook* (pp.125-146). Singapore: Springer.

Shaul, M. (2007). Assessing Online Discussion Forum Participation. *International Journal of Information and Communication Technology Education*, 3 (3), 39-46.

Sherin, M. G. (2002). A balancing act: developing a discourse community in a mathematics classroom. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 5, 205-233.

Siegler, R. S. (2002). Microgenetic studies of self-explanation. In N. Garnott & J. Parziale (Eds.), *Microdevelopment: A processoriented perspective for studying development and learning* (pp. 31–58). Cambridge, MA: Cambridge University Press.

Siew, P. H. (2018). Pedagogical Change in Mathematics Learning: Harnessing the Power of Digital Game-Based Learning. *Educational Technology & Society*, 21 (4), 259–276.

Sing, C. C., & Khine, M. S. (2006). An Analysis of Interaction and Participation Patterns in Online Community. *Educational Technology & Society*, 9 (1), 250-261.

Skalski, P., Neuendorf, K. & Cajigas, J. (2017). Content Analysis Media Age. In K. Neuendorf (Ed.), *The Content Analysis Guidebook* (2nd ed., pp.201-242). Washington DC: Sage Publications.

Song, Y. (2015). An investigation into participation in classroom dialogue in mainland China. *Cogent Education*, 2 (1), 1-14. doi: 10.1080/2331186X.2015.1065571.

Soponaru et al. (2014). The Influence of the Sociometric Status of Students on Academic Achievement. *An International Review of the Humanities and Social Sciences*, V(2), 149-168.

Stacey, K. (2007). *What is mathematical thinking and why is it important?* Paper presented at the Tsukuba International Conference 2007 "Innovative Teaching Mathematics through Lesson Study (II)"—Focusing on Mathematical Thinking, Tokyo & Sapporo, Japan. Ανακτήθηκε 7 Μαρτίου, 2017 από http://www.criced.tsukuba.ac.jp/math/apec/apec2007/paper_pdf/Kaye Stacey.pdf.

Stahl, G. (2009). A chat about chat. In G. Stahl (Ed.), *Studying virtual math teams* (pp. 7-16). New York: Springer.

Starman, A. (2013). The case study as a type of qualitative research. *Journal of Contemporary Educational Studies*, 1, 28-43.

Steenbeek, H. & van Geert, P. (2007). 'Do you still like to play with him?' Variability and the dynamic nature of children's sociometric ratings. *Netherlands Journal of Psychology*, 63, 86-101.

Stein, M. K., et al. (2008). Orchestrating productive mathematical discussions: five practices for helping teachers move beyond show and tell. *Mathematical Thinking and Learning*, 10 (4), 313-340.

Stein, M., Grover, B. & Henningsen, M. (1996). Building Student Capacity for Mathematical Thinking and Reasoning: An Analysis of Mathematical Tasks Used in Reform Classrooms. *American Educational Research Journal*, 33 (2), 455-488.

Stockero, S., Leatham, K., Ochieng, M., van Zoest, L. & Peterson, B. (2020). Teachers' orientations toward using student mathematical thinking as a resource during whole-class discussion. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 23(3), 237-267. doi: 10.1007/s10857-018-09421-0.

Stylianides, G. (2009) Reasoning-and-Proving in School Mathematics Textbooks, *Mathematical Thinking and Learning*, 11 (4), 258-288. doi: 10.1080/10986060903253954.

Stylianou, D. & Blanton, M. (2002). Sociocultural factors in undergraduate mathematics: The role of explanation and justification. In I. Vakalis (Ed.), *Proceedings of the Second International Conference on the Teaching of Mathematics at the undergraduate level*. Crete, Greece. Ανακτήθηκε 27 Αυγούστου, 2014, από http://www.math.uoc.gr/~ictm2/.

Suurtamm, C. et al (2016). *Assessment in Mathematics Education. Large-Scale Assessment and Classroom Assessment*. Hamburg: Springer Open.

Swan, P. & Marshall, L. (2007). *Mathematics games: Time wasters or time well spent?* Ανακτήθηκε 1 Μαΐου, 2017, από http://math.unipa.it/~grim/21_project/Swan540-544.pdf.

Swan, K & Shea, P. (2005). The development of virtual learning communities. In. S. R. Hiltz & R. Goldman (Eds.), *Asynchronous Learning Networks: The Research Frontier* (pp.239-260). New York: Hampton Press.

Taber, K. S. (2014). Methodological issues in science education research: A perspective from the philosophy of science. In M. R. Matthews (Ed.), *International handbook of research in history, philosophy and science teaching* (vol. 3, pp. 1839–1893). Dordrecht: Springer Netherlands. doi:10.1007/978-94-007-7654-8_57.

Tarbell, S.(2017). *"Please Turn and Talk": Mathematical Discussions in Elementary Classrooms*". (Master's Theses). Ανακτήθηκε 13 Φεβρουαρίου, 2018, από http://digitalcommons.brockport.edu/ehd_theses/744.

Tatsis, K. & Koleza, E. (2008). Social and socio-mathematical norms in collaborative problem-solving. *European Journal of Teacher Education*, 31 (1), 89–100.

ter Vrugte, J., et al. (2017). Computer game-based mathematics education: Embedded faded worked examples facilitate knowledge acquisition. *Learning and Instruction*, 50, 44-53. doi: 10.1016/j.learninstruc.2016.11.007.

Thornton, S. & Reynolds, N. (2006). Analysing Classroom Interactions Using Critical Discourse Analysis. In J. Novotná, H. Moraová, M. Krátká & N. Stehlíková (Eds.), *Proceedings 30th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (vol. 5, pp. 273-280). Prague: PME.

Tokmak, H. S. & Incikabi, L. (2015). Integration of the Computer Games into Early Childhood Education Pre-Service Teachers' Mathematics Teaching. In M. Khosrow-Pour (Ed.), *STEM Education: Concepts, Methodologies, Tools and Applications* (pp.799-817). Hershey, PA: Information Science Reference.

Topping, K., Campbell, J., Douglas, W. & Smith, A. (2003) Cross-age peer tutoring in mathematics with seven-and 11-year-olds: influence on mathematical vocabulary, strategic dialogue and self-concept. *Educational Research*, 45 (3), 287-308. doi: 10.1080/0013188032000137274.

Topping, K. (2005). Trends in peer learning. *Educational Psychlogy*, 25 (6), 631-645.

Tsaliki, L. (2012). Greek children using social media: Social netrworking risks and opportunities for children and the role of parents. In A. Nunes (Ed.), *Infância, crianças, internet: Desafios na era digital*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

Turner, P., Johnston, E., Kebritchi, M., Evans, S. & Heflich, D. (2018). Influence of online computer games on the academic achievement of nontraditional undergraduate students. *Cogent Education*, 5 (1), 1-16. doi: 10.1080/2331186X.2018.1437671.

Underwood, J. et al (2005). IDEA: Identifying Design Principles in Educational Applets. *Educational Technology Research and Development*, 53 (2), 99-112. doi: 10.1007/BF02504868.

Vale, C. et al. (2017). Children's mathematical reasoning: Opportunities for developing understanding and creative thinking. *Australian Primary Mathematics Classroom*, 22 (1), 3-9.

van den Heuvel-Panhuizen, M., Kolovou, A. & Robitzsch, A. (2013). Primary school students' strategies in early algebra problem solving supported by an online game. *Educational Studies in Mathematics*, 84 (3), 281-307. doi: 10.1007/s10649-013-9483-5.

van der Meij, H. Albers, E. & Leemkuil, H. (2011). Learning from games: does collaboration help? *British Journal of Educational Technology*, 42 (4), 655-664.

van Someren, M., Barnard, Y., & Sandberg, J. (1994). *The think aloud method. A practical guide to modeling cognitive process*. London: Harcourt Brace & Company.

Visnovska, J. & Cobb, P. (2009). Learning about building mathematics instruction from students' reasoning: a professional development study. In R. Hunter, B. Bicknell, & T. Burgess (Eds.), *Crossing divides: Proceedings of the 32nd annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia* (vol. 2, pp. 547-555). Palmerston North, NZ: MERGA.

Vogt, F., Hauser, B., Stebler, R., Rechsteiner, K. & Urech, C. (2018). Learning through play – pedagogy and learning outcomes in early childhood mathematics. *European Early Childhood Education Research Journal*, doi: 10.1080/1350293X.2018.1487160.

Vrasidas, C. & Veletsianos, G. (2010). Theoretical Foundations of Social Computing and Virtual Communities. In P. Zaphiris & C. S. Ang (Eds.), *Social Computing and Virtual Communities* (pp.1-20). New York: CRC Press.

Walton, D. (1996). *Argumentation Schemes for Presumptive Reasoning*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Watson, A. & De Geest, E. (2005). Principled Teaching for Deep Progress: Improving Mathematical Learning beyond Methods and Materials, *Educational Studies in Mathematics*, 58 (2), 209-234.

Weaver, D., Dick, T. & Rigelman, N. (2005). *Assessing the quality and quantity of student discourse in mathematics classrooms*. Ανακτήθηκε 1 Μαΐου, 2016, από http://pdxscholar.library.pdx.edu/ci_fac/20/.

Webb, L. & Webb, P. (2010). Using dialogue in mathematics classes: could it aid mathematical reasoning? In V. Mudaly (Ed.), *18th Annual Meeting of the Southern African Association for Research in Mathematics, Science and Technology Education (SAARMSTE)*, 18-21 January 2010 (vol.2, pp. 266-272). Durban: University of KwaZulu-Natal.

Webb, N. et al. (2014) Engaging with others' mathematical ideas: interrelationships among student participation, teachers' instructional practices, and learning. *International Journal of Educational Research*, 63, 79-93.

Weber, A. (2012). Considerations for Social Network Site (SNS) Use in Education. *International Journal of Digital Information and Wireless Communications*, 2 (4), 37-52.

Wegerif, R. (2015). Technology and Teaching Thinking: why a Dialogic Approach is Needed for the Twenty-First Century. In R. Wegerif, L. Li & J. C. Kaufman (Eds.), *The Routledge International Handbook of Research on Teaching Thinking* (pp.427-440). New York: Routledge.

Wenger, E. (1998). *Communities of Practice: Learning, Meaning and Identity*. UK: Cambridge University Press.

Wenger, E., McDermott, R. & Snyder, W. (2002). *Cultivating Communities of Practice*. USA: Harvard Business School Press.

Wernholm, M. & Vigmo, S. (2015) Capturing children's knowledge-making dialogues in Minecraft. *International Journal of Research & Method in Education*, 38 (3), 230-246. doi: 10.1080/1743727X.2015.1033392.

Whitton N., Whitton P. (2011) The Impact of Visual Design Quality on Game-Based Learning. In M.S. Khine (Ed.), *Playful Teaching, Learning Games. Contemporary Approaches to Research in Learning Innovations* (pp.1-19). Rotterdam: SensePublishers.

Winn, B. (2008). The design, play, and experience framework. In R. Ferdig (Ed.) *Handbook of research on effective electronic gaming in education* (pp.1010-1024). Hershey, PA: IGI Global.

Wood, T. (1993). Creating an environment for learning mathematics: social interaction perspective. *Journal for Research in Mathematics Education. Monograph*, 6, 15-20.

Wylie, R., & Chi, M. T. H. (2014). The Self-explanation principle in multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (2nd ed., pp. 413-432). New York, NY: Cambridge University Press.

Yackel, E. (2004). Theoretical Perspectives for Analyzing Explanation, Justification and Argumentation in Mathematics Classrooms. *Journal of the Korea Society of Mathematical Education Series D: Research in Mathematical Education*. 8 (1), 1-18.

Yackel, E. (2001). Explanation, Justification, and Argumentation in mathematics classroom. In M. Heuvel –Panhuizen (Ed.), *Proceedings of the 25thConference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (vol.1, pp. 9-24). The Netherlands: Utrecht.

Yackel, E. & Cobb, P. (1996). Sociomathematical Norms, Argumentation, and Autonomy in Mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 27(4), 458. doi: 10.2307/749877.

Yang, K.-H., Chen, H.-H. & Lu, B.-C. (2017). A POE Strategy-Based Gaming Approach for Mathematics Learning. In W. Chen et al (Eds.), *Proceedings of the 25th International Conference on Computers in Education* (pp.823-825). New Zealand: Asia-Pacific Society for Computers in Education.

Yang, E., et al (2016). Improving Pupils' Mathematical Communication Abilities Through Computer-Supported Reciprocal Peer Tutoring. *Educational Technology & Society*, *19* (3), 157–169.

Yazan, B. (2015). Three approaches to case study methods in education: Yin, Merriam, and Stake. *The Qualitative Report*, 20(2), 134-152.

Yee, F. (1993). Development of a framework for analysing mathematical problem solving behaviours. Singapore Journal of Education, 13 (1), 61-75

Yeh, C., Cheng, H., Chen, Z., Liao, C & Chan T. (2019). Enhancing achievement and interest in mathematics learning through Math-Island. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 14 (5). doi: 10.1186/s41039-019-0100-9.

Yin, R. (2009). *Case Study Research: Design and Methods* (4th edition). Thousand Oaks, California: Sage Publications.

Yong, S.T., Gates, P. & Harrison, I. (2015). Digital Games and Learning Mathematics: Student, Teacher and Parent Perspectives. *International Journal of Serious Games*, 2 (4), 55-68.

Zaferanieh, E. (2012). Conversation Analysis of Online Chat. Paper presented at the 1st conference on language learning & teaching: an interdisciplinary approach (LLT-IA), October 30 – 31, Mashhad, Iran, Ανακτήθηκε, 17 Νοεμβρίου 2018, από http://confnews.um.ac.ir/images/41/conferences/llt/cd58.pdf

Zhang, M. (2015). Understanding the relationships between interest in online math games and academic performance. *Journal of Computer Assisted Learning*, 31 (3), 254-267. doi: 10.1111/jcal.12077.

Zhao, Y. (2019). The Future of Education: 2030. In S. Yu, H. Niemi & J. Mason (Eds.), *Shaping Future Schools with Digital Technology. An International Hanbook* (pp.1-24). Singapore: Springer.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΜΕΡΟΣ Α
ΚΩΔΙΚΑΣ JAVA ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΚΔΟΧΗΣ NIM$_{135}$

```
package nim135on;

import java.awt.*;
import java.awt.event.ActionListener;
import java.awt.event.ActionEvent;
import java.awt.image.BufferedImage;
import java.awt.Robot;

import javax.swing.*;

import java.net.URL;
import java.io.File;
import java.io.IOException;

import javax.imageio.ImageIO;

public class Nimrad extends JFrame {
		/**
	 *
	 */
	private static final long serialVersionUID = 1L;
		// "ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ
ΚΑΘΟΛΗ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ"
		static public int remainingItems = 9;
		static public int currentRow = 0;
		static public int clickedRow;
		static public int roundClickedItems = 0;
		static public int clickedItem;
		static public int gamestarted = 0;
		static public int [] validClickedItems = new int[5];
		static public int validMove;
		static public int player = 1;
		static public int didWin = 0;
		static public int moveCount = 100;
		static public String NamePlayer01 = null;
		static public String NamePlayer02 = null;
		static public String CurrentPlayer = null;
		static public String Player02info = null;
		static public String Player01info = null;
		static public JLabel jlbPlayer01name = new JLabel();
		static public JLabel jlbPlayer02name = new JLabel();
		static public boolean NamePlayer01ok = false;
		static public boolean NamePlayer02ok = false;
		static public JPanel jpBottomInfo = new JPanel();
		static public JPanel jpPanelItems = new JPanel();
		static public JPanel jpPlayersStatus = new JPanel();

	// "ΤΑ ΕΙΚΟΝΙΔΙΑ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ"

	 static URL urlIconItemw = Nimrad.class.getResource("/itemwarn.gif");
	static URL urlIconItem = Nimrad.class.getResource("/item.gif");
	static URL urlIconItem1 = Nimrad.class.getResource("/sweet01.gif");
	static URL urlIconItem1Pressed = Nimrad.class.getResource("/sweet01p.gif");
	static URL urlIconItem1RolledOver = Nimrad.class.getResource("/sweet01r.gif");
	static URL urlIconItem1Selected = Nimrad.class.getResource("/sweet01s.gif");
	static URL urlIconItem2 = Nimrad.class.getResource("/sweet02.gif");
```

```
        static URL urlIconItem2Pressed = Nimrad.class.getResource("/sweet02p.gif");
        static URL urlIconItem2RolledOver = Nimrad.class.getResource("/sweet02r.gif");
        static URL urlIconItem2Selected = Nimrad.class.getResource("/sweet02s.gif");
        static URL urlIconItem3 = Nimrad.class.getResource("/sweet03.gif");
        static URL urlIconItem3Pressed = Nimrad.class.getResource("/sweet03p.gif");
        static URL urlIconItem3RolledOver = Nimrad.class.getResource("/sweet03r.gif");
        static URL urlIconItem3Selected = Nimrad.class.getResource("/sweet03s.gif");
        static URL urlIconItem4 = Nimrad.class.getResource("/sweet04.gif");
        static URL urlIconItem4Pressed = Nimrad.class.getResource("/sweet04p.gif");
        static URL urlIconItem4RolledOver = Nimrad.class.getResource("/sweet04r.gif");
        static URL urlIconItem4Selected = Nimrad.class.getResource("/sweet04s.gif");
        static URL urlIconItemBlank = Nimrad.class.getResource("/itemblank.gif");
        static URL urlIconPlayer01active = Nimrad.class.getResource("/player1active.gif");
        static URL urlIconPlayer02active = Nimrad.class.getResource("/player2active.gif");
        static URL urlIconPlayer01inactive = Nimrad.class.getResource("/player1inactive.gif");
        static URL urlIconPlayer02inactive = Nimrad.class.getResource("/player2inactive.gif");
        static URL urlIconHowToPlay = Nimrad.class.getResource("/itemHowToPlay.jpg");
        static URL urlIconHowToPlayMouseOver = Nimrad.class.getResource("/itemHowToPlay-
mouse.jpg");
        static URL urlIconNimPanel = Nimrad.class.getResource("/nim-panel.gif");
        static URL urlIconPlayer01who = Nimrad.class.getResource("/player01who.gif");
        static URL urlIconPlayer02who = Nimrad.class.getResource("/player02who.gif");
        static URL urlIconItemOK = Nimrad.class.getResource("/item-ok.jpg");
        static URL urlIconItemOKmouseover = Nimrad.class.getResource("/item-ok-mouseover.jpg");
        static URL urlIconItemOKclicked = Nimrad.class.getResource("/item-ok-clicked.jpg");
        static URL urlIconItemOKinactive = Nimrad.class.getResource("/item-ok2.jpg");
        static URL urlIconItemNothing = Nimrad.class.getResource("/item-nothing.jpg");
        static URL urlIconItemGap = Nimrad.class.getResource("/item-ok-gap.jpg");
        static URL urlIconNimFrame = Nimrad.class.getResource("/nim-frame.jpg");
        static URL urlIconNimLogo = Nimrad.class.getResource("/nim-logo.gif");
        static ImageIcon IconItemw = new ImageIcon (urlIconItemw);
        static ImageIcon IconItem = new ImageIcon (urlIconItem);
        static ImageIcon IconItem1 = new ImageIcon (urlIconItem1);
        static ImageIcon IconItem1Pressed = new ImageIcon(urlIconItem1Pressed);
        static ImageIcon IconItem1RolledOver = new ImageIcon(urlIconItem1RolledOver);
        static ImageIcon IconItem1Selected = new ImageIcon(urlIconItem1Selected);
        static ImageIcon IconItem2 = new ImageIcon (urlIconItem2);
        static ImageIcon IconItem2Pressed = new ImageIcon(urlIconItem2Pressed);
        static ImageIcon IconItem2RolledOver = new ImageIcon(urlIconItem2RolledOver);
        static ImageIcon IconItem2Selected = new ImageIcon(urlIconItem2Selected);
        static ImageIcon IconItem3 = new ImageIcon (urlIconItem3);
        static ImageIcon IconItem3Pressed = new ImageIcon(urlIconItem3Pressed);
        static ImageIcon IconItem3RolledOver = new ImageIcon(urlIconItem3RolledOver);
        static ImageIcon IconItem3Selected = new ImageIcon(urlIconItem3Selected);
        static ImageIcon IconItem4 = new ImageIcon (urlIconItem4);
        static ImageIcon IconItem4Pressed = new ImageIcon(urlIconItem4Pressed);
        static ImageIcon IconItem4RolledOver = new ImageIcon(urlIconItem4RolledOver);
        static ImageIcon IconItem4Selected = new ImageIcon(urlIconItem4Selected);
        static ImageIcon IconItemBlank = new ImageIcon(urlIconItemBlank);
        static ImageIcon IconPlayer01active = new ImageIcon (urlIconPlayer01active);
        static ImageIcon IconPlayer02active = new ImageIcon (urlIconPlayer02active);
        static ImageIcon IconPlayer01inactive = new ImageIcon (urlIconPlayer01inactive);
        static ImageIcon IconPlayer02inactive = new ImageIcon (urlIconPlayer02inactive);
        static ImageIcon IconHowToPlay = new ImageIcon (urlIconHowToPlay);
        static ImageIcon IconHowToPlayMouseOver = new ImageIcon (urlIconHowToPlayMouseOver);
        static ImageIcon IconNimPanel = new ImageIcon (urlIconNimPanel);
```

```
        static ImageIcon IconPlayer01who = new ImageIcon (urlIconPlayer01who);
        static ImageIcon IconPlayer02who = new ImageIcon (urlIconPlayer02who);
        static ImageIcon IconItemOK = new ImageIcon (urlIconItemOK);
        static ImageIcon IconItemOKmouseover = new ImageIcon (urlIconItemOKmouseover);
        static ImageIcon IconItemOKclicked = new ImageIcon (urlIconItemOKclicked);
        static ImageIcon IconItemOKinactive = new ImageIcon (urlIconItemOKinactive);
        static ImageIcon IconItemNothing = new ImageIcon (urlIconItemNothing);
        static ImageIcon IconItemGap = new ImageIcon (urlIconItemGap);
        static ImageIcon IconNimFrame = new ImageIcon (urlIconNimFrame);
        static ImageIcon IconNimLogo = new ImageIcon (urlIconNimLogo);

public static void main(String[] args) {
                                        DataPlayers();                          }


public static void DataPlayers () {

//      Α. ΚΟΡΥΦΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ - ΓΡΑΜΜΗ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΠΑΙΧΤΗ

// A1 - Γραμμές εισαγωγής στοιχείων παίχτη: JLabel (εικονίδιο παιχτών), JTextField (πλαίσιο εισαγωγής),
JButton (κουμπί επιβεβαίωσης)
                JLabel jlbNamePlayer01 = new JLabel(IconPlayer01who);
                jlbNamePlayer01.setFont(new Font("Courier New", Font.PLAIN, 12));

                JLabel jlbNamePlayer02 = new JLabel(IconPlayer02who);
                jlbNamePlayer02.setFont(new Font("Courier New", Font.PLAIN, 12));

                JLabel jlbNameGap = new JLabel (IconItemGap);

                JTextField jtfTextPlayer01 = new JTextField(8);
                jtfTextPlayer01.setBackground(Color.WHITE);
                jtfTextPlayer01.setFont(new Font("Courier New", Font.PLAIN, 12));

                JTextField jtfTextPlayer02 = new JTextField(8);
                jtfTextPlayer02.setBackground(Color.WHITE);
                jtfTextPlayer02.setFont(new Font("Courier New", Font.PLAIN, 12));

                JButton jbtOKPlayer01 = new JButton (IconItemOK);
                jbtOKPlayer01.setCursor(new Cursor(Cursor.HAND_CURSOR));
                jbtOKPlayer01.setBorder(null);
                jbtOKPlayer01.setPressedIcon(IconItemOKclicked);
                jbtOKPlayer01.setRolloverIcon(IconItemOKmouseover);
                jbtOKPlayer01.setToolTipText("Κάνε κλικ μόλις έχεις πληκτρολογήσει το όνομά σου.");
                        jbtOKPlayer01.setBackground(Color.WHITE);
                        ActionListener OKPlayer01 = new ActionListener() {
                                public void actionPerformed (ActionEvent e)
                                {       String Player01info = null;
                                Boolean Player01clickedOk = false;
                                        if (jtfTextPlayer01.getText().trim().isEmpty())

        {JOptionPane.showMessageDialog(jpPanelItems, "<html>Δίπλα από το εικονίδιο '1ος
παίχτης:',<br>υπάρχει το πεδίο κειμένου όπου <br>πρέπει να πληκτρολογήσεις το όνομά σου.<br>Μόλις
συμβεί αυτό, πάτησε το κουμπί 'OK'.</html>", "Λείπει το όνομα του 1ου παίχτη.",
JOptionPane.WARNING_MESSAGE, IconItemw);}
                                        else            {jtfTextPlayer01.setEditable(false);
```

```
                                                                    if
(jtfTextPlayer01.getText().length() >= 10)
                                        {Player01info = jtfTextPlayer01.getText().substring(0, 10);}
                                                                    else
                                        {Player01info = jtfTextPlayer01.getText();}

        jbtOKPlayer01.removeActionListener(this);
        jbtOKPlayer01.setIcon(IconItemOKinactive);
        jbtOKPlayer01.setCursor(null);

        jbtOKPlayer01.setPressedIcon(null);
        jbtOKPlayer01.setRolloverIcon(null);
        jbtOKPlayer01.setToolTipText(null);
                                                                    NamePlayer01 = Player01info;
                                                                    Player01clickedOk = true;
                                                                    NamePlayer01ok =
Player01clickedOk;}}};
                jbtOKPlayer01.addActionListener (OKPlayer01);

                JButton jbtOKPlayer02 = new JButton (IconItemOK);
                jbtOKPlayer02.setCursor(new Cursor(Cursor.HAND_CURSOR));
                jbtOKPlayer02.setBorder(null);
                jbtOKPlayer02.setPressedIcon(IconItemOKclicked);
                jbtOKPlayer02.setRolloverIcon(IconItemOKmouseover);
                jbtOKPlayer02.setToolTipText("Κάνε κλικ μόλις έχεις πληκτρολογήσει το όνομά σου.");
                        jbtOKPlayer02.setBackground(Color.WHITE);
                        ActionListener OKPlayer02 = new ActionListener() {
                                public void actionPerformed (ActionEvent e)
                                {       String Player02info = null;
                                Boolean Player02clickedOk = false;
                                        if (jtfTextPlayer02.getText().trim().isEmpty())

        {JOptionPane.showMessageDialog(jpPanelItems, "<html>Δίπλα από το εικονίδιο '2ος
παίχτης:',<br>υπάρχει το πεδίο κειμένου όπου <br>πρέπει να πληκτρολογήσεις το όνομά σου.<br>Μόλις
συμβεί αυτό, πάτησε το κουμπί 'OK'.</html>", "Λείπει το όνομα του 1ου παίχτη.",
JOptionPane.WARNING_MESSAGE, IconItemw);}
                                        else            {jtfTextPlayer02.setEditable(false);
                                                                    if
(jtfTextPlayer02.getText().length() >= 10)
                                        {Player02info = jtfTextPlayer02.getText().substring(0, 10);}
                                                                    else
                                        {Player02info = jtfTextPlayer02.getText();}

        jbtOKPlayer02.setIcon(IconItemOKinactive);
        jbtOKPlayer02.removeActionListener(this);
        jbtOKPlayer02.setCursor(null);
        jbtOKPlayer02.setPressedIcon(null);
        jbtOKPlayer02.setRolloverIcon(null);
        jbtOKPlayer02.setToolTipText(null);
                                                                    NamePlayer02 = Player02info;
                                                                    Player02clickedOk = true;
                                                                    NamePlayer02ok =
Player02clickedOk;}}};
                        jbtOKPlayer02.addActionListener (OKPlayer02);

                // Label με το εισαγωγικό gif του παιχνιδιού NIM
```

```
JLabel jlbNimPanel = new JLabel (IconNimPanel);
jlbNimPanel.setBorder(null);
jlbNimPanel.setBackground(Color.WHITE);

// Label με το Logo Του παιχνιδιού NIM
JLabel jlbNimLogo = new JLabel (IconNimLogo);
jlbNimLogo.setBorder(null);
jlbNimLogo.setBackground(Color.WHITE);

// Label με την άνω λεζάντα που καλύπτει τα πλαίσια εισαγωγής των στοιχείων των παιχτών
JLabel jlbNimFrame = new JLabel (IconNimFrame);
jlbNimFrame.setBorder(null);
jlbNimFrame.setBackground(Color.getHSBColor(89, 76, 100));

// Β. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΓΡΑΦΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ---- GAMEPLAY --- ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ PANEL
.... PANELITEMS

// Δημιουργία αντικειμένων της πρώτης σειράς  jbitem11 έως jbitem15

JButton jbtItem11 = new JButton(IconItem1);
jbtItem11.setSize(IconItem1.getImage().getWidth(null),
IconItem1.getImage().getHeight(null));
jbtItem11.setPressedIcon(IconItem1Pressed);
jbtItem11.setRolloverIcon(IconItem1RolledOver);
jbtItem11.setToolTipText("Κάνε κλικ για να επιλέξεις αυτό το γλυκό.");
jbtItem11.setBorder(null);
jbtItem11.setBackground(Color.WHITE);
jbtItem11.setCursor(new Cursor(Cursor.HAND_CURSOR));
ActionListener alitem11 = new ActionListener() {
public void actionPerformed (ActionEvent e)
{	clickedRow = 1;
clickedItem = 11;
CheckMoveValid();
if (validMove == 1) {

jbtItem11.setIcon(IconItem1Selected);
jbtItem11.setPressedIcon(null);
jbtItem11.setRolloverIcon(null);
jbtItem11.setToolTipText(null);
jbtItem11.setCursor(new Cursor(Cursor.DEFAULT_CURSOR));

jbtItem11.removeActionListener(this);}}};
jbtItem11.addActionListener (alitem11);

JButton jbtItem12 = new JButton(IconItem1);
jbtItem12.setSize(IconItem1.getImage().getWidth(null), IconItem1.getImage().getHeight(null));
jbtItem12.setPressedIcon(IconItem1Pressed);
jbtItem12.setRolloverIcon(IconItem1RolledOver);
jbtItem12.setToolTipText("Κάνε κλικ για να επιλέξεις αυτό το γλυκό.");
jbtItem12.setBorder(null);
jbtItem12.setBackground(Color.WHITE);
jbtItem12.setCursor(new Cursor(Cursor.HAND_CURSOR));
ActionListener alitem12 = new ActionListener() {
public void actionPerformed (ActionEvent e)
{	clickedRow = 1;
clickedItem = 12;
```

```
                                        CheckMoveValid();
                                                if (validMove == 1) {

jbtItem12.setIcon(IconItem1Selected);
jbtItem12.setPressedIcon(null);
jbtItem12.setRolloverIcon(null);
jbtItem12.setToolTipText(null);
jbtItem12.setCursor(new Cursor(Cursor.DEFAULT_CURSOR));
jbtItem12.removeActionListener(this);}}};
jbtItem12.addActionListener (alitem12);

JButton jbtItem13 = new JButton(IconItem1);
jbtItem13.setSize(IconItem1.getImage().getWidth(null), IconItem1.getImage().getHeight(null));
                jbtItem13.setPressedIcon(IconItem1Pressed);
                jbtItem13.setRolloverIcon(IconItem1RolledOver);
                jbtItem13.setToolTipText("Κάνε κλικ για να επιλέξεις αυτό το γλυκό.");
                jbtItem13.setBorder(null);
                jbtItem13.setBackground(Color.WHITE);
                jbtItem13.setCursor(new Cursor(Cursor.HAND_CURSOR));
                                ActionListener alitem13 = new ActionListener() {
                                public void actionPerformed (ActionEvent e)
                                {       clickedRow = 1;
                                        clickedItem = 13;
                                        CheckMoveValid();
                                                if (validMove == 1) {

jbtItem13.setIcon(IconItem1Selected);
jbtItem13.setPressedIcon(null);
jbtItem13.setRolloverIcon(null);
jbtItem13.setToolTipText(null);
jbtItem13.setCursor(new Cursor(Cursor.DEFAULT_CURSOR));
jbtItem13.removeActionListener(this);}}};
jbtItem13.addActionListener (alitem13);

JButton jbtItem14 = new JButton(IconItem1);
jbtItem14.setSize(IconItem1.getImage().getWidth(null), IconItem1.getImage().getHeight(null));
jbtItem14.setPressedIcon(IconItem1Pressed);
jbtItem14.setRolloverIcon(IconItem1RolledOver);
jbtItem14.setToolTipText("Κάνε κλικ για να επιλέξεις αυτό το γλυκό.");
jbtItem14.setBorder(null);
jbtItem14.setBackground(Color.WHITE);
jbtItem14.setCursor(new Cursor(Cursor.HAND_CURSOR));
                ActionListener alitem14 = new ActionListener() {
                                public void actionPerformed (ActionEvent e)
                                {       clickedRow = 1;
                                        clickedItem = 14;
                                        CheckMoveValid();
                                                if (validMove == 1) {

jbtItem14.setIcon(IconItem1Selected);
jbtItem14.setPressedIcon(null);
jbtItem14.setRolloverIcon(null);
jbtItem14.setToolTipText(null);
jbtItem14.setCursor(new Cursor(Cursor.DEFAULT_CURSOR));

jbtItem14.removeActionListener(this);}}};
```

```
jbtItem14.addActionListener (alitem14);

JButton jbtItem15 = new JButton(IconItem1);
jbtItem15.setSize(IconItem1.getImage().getWidth(null), IconItem1.getImage().getHeight(null));
jbtItem15.setPressedIcon(IconItem1Pressed);
jbtItem15.setRolloverIcon(IconItem1RolledOver);
jbtItem15.setToolTipText("Κάνε κλικ για να επιλέξεις αυτό το γλυκό.");
jbtItem15.setBorder(null);
jbtItem15.setBackground(Color.WHITE);
jbtItem15.setCursor(new Cursor(Cursor.HAND_CURSOR));
                                        ActionListener alitem15 = new ActionListener() {
                                        public void actionPerformed (ActionEvent e)
                                        {       clickedRow = 1;
                                                clickedItem = 15;
                                                CheckMoveValid();
                                                        if (validMove == 1) {

jbtItem15.setIcon(IconItem1Selected);
jbtItem15.setPressedIcon(null);
jbtItem15.setRolloverIcon(null);
jbtItem15.setToolTipText(null);
jbtItem15.setCursor(new Cursor(Cursor.DEFAULT_CURSOR));
jbtItem15.removeActionListener(this);}}};
jbtItem15.addActionListener (alitem15);

//      Δημιουργία αντικειμένων της δεύτερης σειράς  jbitem21 έως jbitem23

JButton jbtItem21 = new JButton(IconItem2);
jbtItem21.setSize(IconItem2.getImage().getWidth(null), IconItem2.getImage().getHeight(null));
jbtItem21.setPressedIcon(IconItem2Pressed);
jbtItem21.setRolloverIcon(IconItem2RolledOver);
jbtItem21.setToolTipText("Κάνε κλικ για να επιλέξεις αυτό το γλυκό.");
jbtItem21.setBorder(null);
jbtItem21.setBackground(Color.WHITE);
jbtItem21.setCursor(new Cursor(Cursor.HAND_CURSOR));
                                ActionListener alitem21 = new ActionListener() {
                                        public void actionPerformed (ActionEvent e)
                                        {       clickedRow = 2;
                                                clickedItem = 21;
                                                CheckMoveValid();
                                                        if (validMove == 1) {

jbtItem21.setIcon(IconItem2Selected);
jbtItem21.setPressedIcon(null);
jbtItem21.setRolloverIcon(null);
jbtItem21.setToolTipText(null);
jbtItem21.setCursor(new Cursor(Cursor.DEFAULT_CURSOR));
jbtItem21.removeActionListener(this);}}};
jbtItem21.addActionListener (alitem21);

JButton jbtItem22 = new JButton(IconItem2);
jbtItem22.setSize(IconItem2.getImage().getWidth(null), IconItem2.getImage().getHeight(null));
jbtItem22.setPressedIcon(IconItem2Pressed);
jbtItem22.setRolloverIcon(IconItem2RolledOver);
jbtItem22.setToolTipText("Κάνε κλικ για να επιλέξεις αυτό το γλυκό.");
jbtItem22.setBorder(null);
```

```
jbtItem22.setBackground(Color.WHITE);
jbtItem22.setCursor(new Cursor(Cursor.HAND_CURSOR));
                ActionListener alitem22 = new ActionListener() {
                        public void actionPerformed (ActionEvent e)
                        {       clickedRow = 2;
                                clickedItem = 22;
                                CheckMoveValid();
                                        if (validMove == 1) {

jbtItem22.setIcon(IconItem2Selected);
jbtItem22.setPressedIcon(null);
jbtItem22.setRolloverIcon(null);
jbtItem22.setToolTipText(null);
jbtItem22.setCursor(new Cursor(Cursor.DEFAULT_CURSOR));
jbtItem22.removeActionListener(this);}}};
jbtItem22.addActionListener (alitem22);

JButton jbtItem23 = new JButton(IconItem2);
jbtItem23.setSize(IconItem2.getImage().getWidth(null), IconItem2.getImage().getHeight(null));
jbtItem23.setPressedIcon(IconItem2Pressed);
jbtItem23.setRolloverIcon(IconItem2RolledOver);
jbtItem23.setToolTipText("Κάνε κλικ για να επιλέξεις αυτό το γλυκό.");
jbtItem23.setBorder(null);
jbtItem23.setBackground(Color.WHITE);
jbtItem23.setCursor(new Cursor(Cursor.HAND_CURSOR));
                ActionListener alitem23 = new ActionListener() {
                        public void actionPerformed (ActionEvent e)
                        {       clickedRow = 2;
                                clickedItem = 23;
                                CheckMoveValid();
                                        if (validMove == 1) {

jbtItem23.setIcon(IconItem2Selected);
jbtItem23.setPressedIcon(null);
jbtItem23.setRolloverIcon(null);
jbtItem23.setToolTipText(null);
jbtItem23.setCursor(new Cursor(Cursor.DEFAULT_CURSOR));
jbtItem23.removeActionListener(this);}}};
jbtItem23.addActionListener (alitem23);

        // Δημιουργία αντικειμένων της τελευταίας (κορυφή) σειράς  jbitem31

JButton jbtItem31 = new JButton(IconItem3);
jbtItem31.setSize(IconItem3.getImage().getWidth(null), IconItem3.getImage().getHeight(null));
jbtItem31.setPressedIcon(IconItem3Pressed);
jbtItem31.setRolloverIcon(IconItem3RolledOver);
jbtItem31.setToolTipText("Κάνε κλικ για να επιλέξεις αυτό το γλυκό.");
jbtItem31.setBorder(null);
jbtItem31.setBackground(Color.WHITE);
jbtItem31.setCursor(new Cursor(Cursor.HAND_CURSOR));
                ActionListener alitem31 = new ActionListener() {
                        public void actionPerformed (ActionEvent e)
                        {       clickedRow = 3;
                                clickedItem = 31;
                                CheckMoveValid();
                                        if (validMove == 1) {
```

```
jbtItem31.setIcon(IconItem3Selected);
jbtItem31.setPressedIcon(null);
jbtItem31.setRolloverIcon(null);
jbtItem31.setToolTipText(null);
jbtItem31.setCursor(new Cursor(Cursor.DEFAULT_CURSOR));
jbtItem31.removeActionListener(this);}}};
jbtItem31.addActionListener (alitem31);

// B2. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ Panel ΓΙΑ ΣΩΣΤΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΚΟΥΜΠΙΩΝ -
ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ ΣΤΗΝ ΟΘΟΝΗ
                    // jpRow1Items για τα κουμπιά της βάσης,
                    // jpRow2Items για τα κουμπιά της δεύτερης γραμμής,
                    // jpRow3Items για εκείνα της τελευταίας πάνω γραμμής.

            JPanel jpRow1Items = new JPanel();
            jpRow1Items.setLayout(new FlowLayout(FlowLayout.CENTER, 10, 10));
            jpRow1Items.add(jbtItem11);
            jpRow1Items.add(jbtItem12);
            jpRow1Items.add(jbtItem13);
            jpRow1Items.add(jbtItem14);
            jpRow1Items.add(jbtItem15);
            jpRow1Items.setBackground(Color.WHITE);
            jpRow1Items.setVisible(false);

            JPanel jpRow2Items = new JPanel();
            jpRow2Items.setLayout(new FlowLayout(FlowLayout.CENTER, 10, 10));
            jpRow2Items.add(jbtItem21);
            jpRow2Items.add(jbtItem22);
            jpRow2Items.add(jbtItem23);
            jpRow2Items.setBackground(Color.WHITE);
            jpRow2Items.setVisible(false);

            JPanel jpRow3Items = new JPanel();
            jpRow3Items.setLayout(new FlowLayout(FlowLayout.CENTER, 10, 10));
            jpRow3Items.add(jbtItem31);
            jpRow3Items.setBackground(Color.WHITE);
            jpRow3Items.setVisible(false);

        //Τέλος το jpPanelItems είναι το μεγάλο panel που έχει όλα τα κουμπιά
        // (προστέθηκαν σε αυτό τα jpRows12Items και τα jpRows34Items)
        // Εδώ είναι η αρχική κατάσταση όπου ακόμα δεν έχει ξεκινήσει το παιχνίδι και έτσι
        // δείχνει το gif animation για το παιχνίδι NIM

            jpPanelItems.setLayout(new GridLayout(1,1));
            jpPanelItems.add(jlbNimPanel);
            jpPanelItems.setBackground(Color.WHITE);
            jpPanelItems.setVisible(true);

    //A. ΚΟΡΥΦΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ - ΓΡΑΜΜΗ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΠΑΙΧΤΗ

        //A2 Τοποθέτηση των στοιχείων (Label - TextField - Button) σε Panel
            JPanel jpDataPlayer = new JPanel();
            jpDataPlayer.setLayout(new FlowLayout(FlowLayout.CENTER));
            jpDataPlayer.add(jlbNamePlayer01);
            jpDataPlayer.add(jtfTextPlayer01);
```

```
                    jpDataPlayer.add(jbtOKPlayer01);
                    jpDataPlayer.add(jlbNameGap);
                    jpDataPlayer.add(jlbNamePlayer02);
                    jpDataPlayer.add(jtfTextPlayer02);
                    jpDataPlayer.add(jbtOKPlayer02);
                    jpDataPlayer.setBackground(Color.getHSBColor(89, 76, 100));

        // A. ΚΟΡΥΦΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ - ΚΟΥΜΠΙ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ ΠΑΙΧΝΙΔΙΟΥ

// Βοηθητικά label κενά περιεχομένου με χρησιμότητα για το κεντράρισμα του κουμπιού Εκκίνησης
                    JLabel jlbStartGameLeft = new JLabel(IconItemNothing);
                    JLabel jlbStartGameRight = new JLabel(IconItemNothing);
// Σχεδιασμός κουμπιού Εκκίνησης
                    JButton jbStartGame = new JButton ("Εναρξη Παιχνιδιού");
                    jbStartGame.setBackground(Color.getHSBColor(87, 98, 76));

// και τοποθέτησή του σε σχετικό JPanel
                    JPanel jpforStartButton = new JPanel();
                    jpforStartButton.setBackground(Color.getHSBColor(89, 76, 100));
                    jpforStartButton.add(jlbStartGameLeft);
                    jpforStartButton.add(jbStartGame);
                    jpforStartButton.add(jlbStartGameRight);

        // A. ΚΟΡΥΦΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ - A1-A2 ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΣΤΟΙΧΕΩΝ (ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΑΙΧΤΩΝ -
ΕΚΚΙΝΗΣΗ) ΣΤΟ ΑΝΩ PANEL... DESCRIPTION PANEL

                    JPanel jpDescriptionPanel = new JPanel();
                    jpDescriptionPanel.setLayout(new GridLayout(2,1));
                    jpDescriptionPanel.add(jpDataPlayer);
                    jpDescriptionPanel.add(jpforStartButton);
                    jpDescriptionPanel.setBorder(BorderFactory.createEmptyBorder(0, 0, 0, 0));

        // A3. Προσθήκη αλληλεπίδρασης στο κουμπί Εκκίνησης
                    jbStartGame.addActionListener (new ActionListener()
                    {public void actionPerformed (ActionEvent e)
                              {if (jtfTextPlayer01.getText().trim().isEmpty() ||
jtfTextPlayer02.getText().trim().isEmpty() || NamePlayer01ok == false || NamePlayer02ok == false)
                                        {JOptionPane.showMessageDialog(jpPanelItems,
"<html>Για να ξεκινήσει το παιχνίδι,<br>πρέπει να έχετε πληκτρολογήσει τα ονόματά σας<br>στα δυο
σχετικά πεδία κειμένου <br>και να έχετε πατήσει και τα δύο κουμπιά 'OK'.</html>", "Λείπουν
πληροφορίες για τους παίχτες.", JOptionPane.WARNING_MESSAGE, IconItemw);}
                                        else
        {JOptionPane.showMessageDialog(jpPanelItems, NamePlayer01 + " και " + NamePlayer02 + "
Καλό Παιχνίδι!", "Το παιχνίδι ξεκινάει...", JOptionPane.INFORMATION_MESSAGE, IconItem);
                    jbStartGame.setEnabled(false);
                    jtfTextPlayer01.setEnabled(false);
                    jtfTextPlayer02.setEnabled(false);
                    jbtOKPlayer01.setEnabled(false);
                    jbtOKPlayer02.setEnabled(false);
        // βάζουμε φόντο τη λεζάντα NIM για να κρύψουμε την εισαγωγή στοιχείων
                    jpDescriptionPanel.removeAll();
                    jpDescriptionPanel.setLayout(new GridLayout(1,1));
                    jlbNimFrame.setVisible(true);
                    jpDescriptionPanel.add(jlbNimFrame);

        jpDescriptionPanel.setBackground(Color.getHSBColor(89, 76, 100));
```

```
                    jpDescriptionPanel.setVisible(true);
// εμφανίζουμε το περιβάλλον του παιχνιδιού και τις κάτω γραμμές της εφαρμογής
                    jpBottomInfo.setVisible(true);
                    jpPlayersStatus.setVisible(true);
                    jpPanelItems.setVisible(true);
                    jlbPlayer01name.setText(NamePlayer01);
                    jlbPlayer02name.setText(NamePlayer02);
                    CurrentPlayer = NamePlayer01;
                    gamestarted = 1;
                    jpPanelItems.removeAll();
                    jpPanelItems.setLayout(new GridLayout(3,1));
                    jpPanelItems.add(jpRow3Items);
                    jpPanelItems.add(jpRow2Items);
                    jpPanelItems.add(jpRow1Items);

jpPanelItems.setBorder(BorderFactory.createEmptyBorder(20, 10, 0, 10));
                    jpPanelItems.setVisible(true);
                    jlbNimPanel.setVisible(false);
                    jpRow1Items.setVisible(true);
                    jpRow2Items.setVisible(true);
                    jpRow3Items.setVisible(true);
                              }}});

// Γ. PANEL ΠΟΥ ΘΑ ΠΕΡΙΕΧΕΙ ΤΗΝ ΓΡΑΜΜΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ - ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ - ΚΟΥΜΠΙΑ
ΠΑΙΧΝΙΔΙΟΥ

// Γ1Α. Γραμματοσειρές που χρησιμοποιούνται για τα ονόματα των παιχτών...
                    Font fontActive = new Font("Courier", Font.BOLD,12);
                    Font fontInactive = new Font("Courier", Font.PLAIN,12);

// Γ1Β. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ LABELS ΓΙΑ ΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΠΑΙΧΤΩΝ
          // Γ1Βα. Label για τον 1ο παίχτη...
          JLabel jlbPlayer01 = new JLabel(IconPlayer01active, SwingConstants.CENTER);
                    jlbPlayer01name.setText(".");
                    jlbPlayer01name.setFont(fontActive);

jlbPlayer01name.setHorizontalTextPosition(SwingConstants.CENTER);
                    jlbPlayer01name.setVerticalTextPosition(SwingConstants.BOTTOM);
          // Γ1Ββ. Label για τον 2ο παίχτη...
          JLabel jlbPlayer02 = new JLabel(IconPlayer02inactive, SwingConstants.CENTER);
                    jlbPlayer02name.setText(".");
                    jlbPlayer02name.setFont(fontInactive);

jlbPlayer02name.setHorizontalTextPosition(SwingConstants.CENTER);
                    jlbPlayer02name.setVerticalTextPosition(SwingConstants.CENTER);

// Γ1Γ. Κουμπί που θα δίνει πληροφορίες για το πώς παίζεται το παιχνίδι (σε νέο παράθυρο)
          JButton jbtHowToPlay = new JButton(IconHowToPlay);
          jbtHowToPlay.setToolTipText("Κάνε κλικ για να μάθεις ποιος είναι ο στόχος σου σε
αυτό το παιχνίδι.");
                    jbtHowToPlay.setBorder(null);
                    jbtHowToPlay.setRolloverIcon(IconHowToPlayMouseOver);
                    jbtHowToPlay.setBackground(Color.WHITE);
                    jbtHowToPlay.setCursor(new Cursor(Cursor.HAND_CURSOR));
                    jbtHowToPlay.addActionListener (new ActionListener()
                              {public void actionPerformed (ActionEvent e)
```

```
{
JOptionPane.showMessageDialog(jpPanelItems, "<html>Στην οθόνη υπάρχουν 9 γλυκά τοποθετημένα σε 3 σειρές.<br>Παίζουν δύο παίχτες, οι οποίοι εναλλάξ μαζεύουν τα γλυκά.<br>Κάθε παίχτης επιλέγει όσα γλυκά θέλει, αρκεί να προέρχονται όλα από την ίδια σειρά.<br>Κερδίζει όποιος παίχτης αναγκάσει τον αντίπαλό του <br> να πάρει το τελευταίο γλυκό!</html>", "Σκοπός του παιχνιδιού", JOptionPane.INFORMATION_MESSAGE, IconItem);
}});

// Γ1Α - Γ1Β - Γ1Γ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ Panel για ΤΑ LABEL ΠΑΙΧΤΩΝ ΚΑΙ ΤΟ ΕΡΩΤΗΜΑΤΙΚΟ

jpPlayersStatus.setLayout(new FlowLayout(FlowLayout.CENTER, 35, 10));
jpPlayersStatus.add(jlbPlayer01name);
jpPlayersStatus.add(jlbPlayer01);
jpPlayersStatus.add(jbtHowToPlay);
jpPlayersStatus.add(jlbPlayer02);
jpPlayersStatus.add(jlbPlayer02name);
jpPlayersStatus.setBackground(Color.getHSBColor(87, 98, 76));
jpPlayersStatus.setVisible(false);

// Γ2. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ PANEL ΜΕ ΤΑ ΚΟΥΜΠΙΑ ΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΩΝ (ΕΠΟΜΕΝΟΣ - ΑΝΑΙΡΕΣΗ - ΝΕΟ ΠΑΙΧΝΙΔΙ)

// Γ2Α - ΚΟΥΜΠΙ "ΕΠΟΜΕΝΟΣ" Καθορισμός Ενεργειών
JButton jbtNextRound = new JButton("Επόμενος");
jbtNextRound.setToolTipText("Κάνε κλικ για να ολοκληρώσεις την κίνηση και να παίξει ο επόμενος παίχτης.");
jbtNextRound.setBackground(Color.LIGHT_GRAY);

ActionListener next = new ActionListener() {
public void actionPerformed (ActionEvent e)
{ moveCount = moveCount + 1;
if (didWin ==1)
{ JOptionPane.showMessageDialog(jpPanelItems, "<html>Το παιχνίδι αυτό ολοκληρώθηκε!<br> Για να ξαναπαίξετε οι ίδιοι παίχτες πατήστε το κουμπί 'Νέος Γύρος'.<br> Για να παίξετε διαφορετικοί παίχτες πατήστε 'Νέοι Παίχτες'.<br>Πιέστε το κουμπί κλεισίματος παραθύρου (Χ) για έξοδο από την εφαρμογή.</html>", "Αυτή η κίνηση δεν επιτρέπεται.", JOptionPane.WARNING_MESSAGE, IconItemw);}
if (roundClickedItems ==0 && didWin==0){
JOptionPane.showMessageDialog(jpPanelItems, "<html>Πάτησες το κουμπί 'Επόμενος' χωρίς να <br>έχεις ακόμα επιλέξει έστω ένα γλυκό!<br>Πρέπει να επιλέξεις κάτι.</html>", "Αυτή η κίνηση δεν επιτρέπεται.", JOptionPane.WARNING_MESSAGE, IconItemw);
// Αποθήκευση Αρχείου Εικόνας με την κίνηση για μετέπειτα χρήση
captureComponent();}
else {remainingItems = remainingItems - roundClickedItems;

String v1 = ("jbtItem" + validClickedItems[0]);
String v2 = ("jbtItem" + validClickedItems[1]);
String v3 = ("jbtItem" + validClickedItems[2]);
String v4 = ("jbtItem" + validClickedItems[3]);
String v5 = ("jbtItem" + validClickedItems[4]);

if (v1.equals("jbtItem11") || v2.equals("jbtItem11") || v3.equals("jbtItem11") || v4.equals("jbtItem11") || v5.equals("jbtItem11") )
{jbtItem11.setIcon(IconItemBlank);}
```

```
                                        if (v1.equals("jbtItem12") || v2.equals("jbtItem12") ||
v3.equals("jbtItem12") || v4.equals("jbtItem12") || v5.equals("jbtItem12") )
                                        {jbtItem12.setIcon(IconItemBlank);}
                                        if (v1.equals("jbtItem13") || v2.equals("jbtItem13") ||
v3.equals("jbtItem13") || v4.equals("jbtItem13") || v5.equals("jbtItem13") )
                                        {jbtItem13.setIcon(IconItemBlank);}
                                        if (v1.equals("jbtItem14") || v2.equals("jbtItem14") ||
v3.equals("jbtItem14") || v4.equals("jbtItem14") || v5.equals("jbtItem14") )
                                        {jbtItem14.setIcon(IconItemBlank);}
                                        if (v1.equals("jbtItem15") || v2.equals("jbtItem15") ||
v3.equals("jbtItem15") || v4.equals("jbtItem15") || v5.equals("jbtItem15") )
                                        {jbtItem15.setIcon(IconItemBlank);}
                                        if (v1.equals("jbtItem21") || v2.equals("jbtItem21") ||
v3.equals("jbtItem21") || v4.equals("jbtItem21") || v5.equals("jbtItem21") )
                                        {jbtItem21.setIcon(IconItemBlank);}
                                        if (v1.equals("jbtItem22") || v2.equals("jbtItem22") ||
v3.equals("jbtItem22") || v4.equals("jbtItem22") || v5.equals("jbtItem22") )
                                        {jbtItem22.setIcon(IconItemBlank);}
                                        if (v1.equals("jbtItem23") || v2.equals("jbtItem23") ||
v3.equals("jbtItem23") || v4.equals("jbtItem23") || v5.equals("jbtItem23") )
                                        {jbtItem23.setIcon(IconItemBlank);}
                                        if (v1.equals("jbtItem31") || v2.equals("jbtItem31") ||
v3.equals("jbtItem31") || v4.equals("jbtItem31") || v5.equals("jbtItem31") )
                                        {jbtItem31.setIcon(IconItemBlank);}

        // Κώδικας για την αλλαγή του παίχτη που παίζει
                                        if (player==1 && didWin == 0)
                                        {       player = player + 1;
                                                jlbPlayer01name.setFont(fontInactive);
                                                jlbPlayer01.setIcon(IconPlayer01inactive);
                                                jlbPlayer02name.setFont(fontActive);
                                                jlbPlayer02.setIcon(IconPlayer02active);}
                                        else
                                        {       if (player==2 && didWin == 0)
                                                        {player = player - 1;

        jlbPlayer02name.setFont(fontInactive);
        jlbPlayer02.setIcon(IconPlayer02inactive);
        jlbPlayer01name.setFont(fontActive);
        jlbPlayer01.setIcon(IconPlayer01active);}}
// Αποθήκευση Αρχείου Εικόνας με την κίνηση για μετέπειτα χρήση
                                        captureComponent();
                                // Έλεγχος νίκης
                                        if (remainingItems == 0 && didWin ==0)
                                        {       didWin = 1;
                                                        if (player==1)
                                                        {CurrentPlayer = NamePlayer01;}
                                                        else
                                                        {CurrentPlayer = NamePlayer02;}
                                                jbtNextRound.setEnabled(false);

        JOptionPane.showMessageDialog(jpPanelItems, "Συγχαρητήρια, " + CurrentPlayer + ". Ο
αντίπαλός σου πήρε το τελευταίο γλυκό! Κέρδισες!", "Τέλος Παιχνιδιού!",
JOptionPane.INFORMATION_MESSAGE, IconItem);

        JOptionPane.showMessageDialog(jpPanelItems,"<html>Ευχαριστούμε που
```

```
παίξατε.<br>Μπορείτε οι ίδιοι παίχτες να ξεκινήσετε ένα νέο γύρο πατώντας 'Νέος Γύρος'<br> ή να γίνει
αλλαγή παιχτών πατώντας 'Νέοι Παίχτες'.</html>", "Επόμενη ενέργεια.",
JOptionPane.INFORMATION_MESSAGE, IconItem);
                                                    jpPanelItems.removeAll();
                                                    jpPanelItems.setLayout(new
GridLayout(1,1));
                                                    jlbNimLogo.setVisible(true);
                                                    jpPanelItems.add(jlbNimLogo);
                                                    jpPanelItems.setVisible(true);
                                                    }

// Αρχικοποίηση λειτουργικών μεταβλητών πριν την επόμενη κίνηση.
                                        currentRow = 0;
                                        roundClickedItems = 0;
                                        validClickedItems [0] = 0;
                                        validClickedItems [1] = 0;
                                        validClickedItems [2] = 0;
                                        validClickedItems [3] = 0;
                                        validClickedItems [4] = 0;

                                        if (player==1)
                                        {CurrentPlayer = NamePlayer01;}
                                        else
                                        {CurrentPlayer = NamePlayer02;}

                                        if (didWin == 0)
                                        {JOptionPane.showMessageDialog(jpPanelItems,
CurrentPlayer + ", είναι η σειρά σου να παίξεις.", "Αλλαγή παίχτη. Αναμονή επόμενης κίνηση.",
JOptionPane.INFORMATION_MESSAGE, IconItem);}}}};
                                        jbtNextRound.addActionListener(next);

// Γ2Β - ΚΟΥΜΠΙ "ΝΕΟΙ ΠΑΙΧΤΕΣ" Καθορισμός Ενεργειών

        JButton jbtNewGame = new JButton("Νέοι Παίχτες");
        jbtNewGame.setToolTipText("Κάνε κλικ για να ξεκινήσει ένα νέο παιχνίδι με διαφορετικούς
παίχτες.");
                        jbtNewGame.setBackground(Color.LIGHT_GRAY);
                        jbtNewGame.addActionListener (new ActionListener()
                                {public void actionPerformed (ActionEvent e)
                                {       jbtNextRound.removeActionListener(next);
                                        jbtNextRound.setEnabled(true);
                                        jbtNextRound.addActionListener(next);
                                        player = 1;
                                        currentRow = 0;
                                        didWin = 0;
                                        moveCount = 100;
                                        remainingItems = 9;
                                        roundClickedItems = 0;
                                        validClickedItems [0] = 0;
                                        validClickedItems [1] = 0;
                                        validClickedItems [2] = 0;
                                        validClickedItems [3] = 0;
                                        validClickedItems [4] = 0;

//Ενεργά ξανά τα κουμπιά ΟΚ αι με κέρσορα , για την εισαγωγή παιχτών.
                        jbtOKPlayer01.removeActionListener (OKPlayer01);
```

```
                    jbtOKPlayer02.removeActionListener (OKPlayer02);
                    jbtOKPlayer01.addActionListener (OKPlayer01);
                    jbtOKPlayer02.addActionListener (OKPlayer02);
                    jbtOKPlayer01.setCursor(new Cursor(Cursor.HAND_CURSOR));
                    jbtOKPlayer02.setCursor(new Cursor(Cursor.HAND_CURSOR));
                    jbtOKPlayer01.setIcon(IconItemOK);
                    jbtOKPlayer02.setIcon(IconItemOK);
//Εξαφάνιση της λεζάντας NIM και εμφάνιση του panel με την εισαγωγή των παιχτών
                                jpDescriptionPanel.removeAll();
                                jpDescriptionPanel.setLayout(new GridLayout(2,1));
                                jpDescriptionPanel.add(jpDataPlayer);
                                jpDescriptionPanel.add(jpforStartButton);

jpDescriptionPanel.setBorder(BorderFactory.createEmptyBorder(0, 0, 0, 0));
// Αλλαγή παίχτη ώστε να ξεκινάει πάντα ο 1ος παίχτης.)
                                jlbPlayer02name.setFont(fontInactive);
                                jlbPlayer02.setIcon(IconPlayer02inactive);
                                jlbPlayer01name.setFont(fontActive);
                                jlbPlayer01.setIcon(IconPlayer01active);

//Επαναδημιουργία γραφικού περιβάλλοντος Gameplay
                    jbtItem11.setIcon(IconItem1);
                    jbtItem11.setPressedIcon(IconItem1Pressed);
                    jbtItem11.setRolloverIcon(IconItem1RolledOver);
                    jbtItem11.setToolTipText("Κάνε κλικ για να επιλέξεις αυτό το γλυκό.");
                    jbtItem11.setBorder(null);
                    jbtItem11.setBackground(Color.WHITE);
                    jbtItem11.setCursor(new Cursor(Cursor.HAND_CURSOR));
                    jbtItem11.removeActionListener(alitem11);
                    jbtItem11.addActionListener (alitem11);

                    jbtItem12.setIcon(IconItem1);
                    jbtItem12.setSize(IconItem1.getImage().getWidth(null),
IconItem1.getImage().getHeight(null));
                    jbtItem12.setPressedIcon(IconItem1Pressed);
                    jbtItem12.setRolloverIcon(IconItem1RolledOver);
                    jbtItem12.setToolTipText("Κάνε κλικ για να επιλέξεις αυτό το γλυκό.");
                    jbtItem12.setBorder(null);
                    jbtItem12.setBackground(Color.WHITE);
                    jbtItem12.setCursor(new Cursor(Cursor.HAND_CURSOR));
                    jbtItem12.removeActionListener(alitem12);
                    jbtItem12.addActionListener (alitem12);

                    jbtItem13.setIcon(IconItem1);
                    jbtItem13.setSize(IconItem1.getImage().getWidth(null),
IconItem1.getImage().getHeight(null));
                    jbtItem13.setPressedIcon(IconItem1Pressed);
                    jbtItem13.setRolloverIcon(IconItem1RolledOver);
                    jbtItem13.setToolTipText("Κάνε κλικ για να επιλέξεις αυτό το γλυκό.");
                    jbtItem13.setBorder(null);
                    jbtItem13.setBackground(Color.WHITE);
                    jbtItem13.setCursor(new Cursor(Cursor.HAND_CURSOR));
                    jbtItem13.removeActionListener(alitem13);
                    jbtItem13.addActionListener (alitem13);

                    jbtItem14.setIcon(IconItem1);
```

```
                    jbtItem14.setSize(IconItem1.getImage().getWidth(null),
IconItem1.getImage().getHeight(null));
                    jbtItem14.setPressedIcon(IconItem1Pressed);
                    jbtItem14.setRolloverIcon(IconItem1RolledOver);
                    jbtItem14.setToolTipText("Κάνε κλικ για να επιλέξεις αυτό το γλυκό.");
                    jbtItem14.setBorder(null);
                    jbtItem14.setBackground(Color.WHITE);
                    jbtItem14.setCursor(new Cursor(Cursor.HAND_CURSOR));
                    jbtItem14.removeActionListener(alitem14);
                    jbtItem14.addActionListener (alitem14);

                    jbtItem15.setIcon(IconItem1);
                    jbtItem15.setSize(IconItem1.getImage().getWidth(null),
IconItem1.getImage().getHeight(null));
                    jbtItem15.setPressedIcon(IconItem1Pressed);
                    jbtItem15.setRolloverIcon(IconItem1RolledOver);
                    jbtItem15.setToolTipText("Κάνε κλικ για να επιλέξεις αυτό το γλυκό.");
                    jbtItem15.setBorder(null);
                    jbtItem15.setBackground(Color.WHITE);
                    jbtItem15.setCursor(new Cursor(Cursor.HAND_CURSOR));
                    jbtItem15.removeActionListener(alitem15);
                    jbtItem15.addActionListener (alitem15);

                    jbtItem21.setIcon(IconItem2);
                    jbtItem21.setSize(IconItem2.getImage().getWidth(null),
IconItem2.getImage().getHeight(null));
                    jbtItem21.setPressedIcon(IconItem2Pressed);
                    jbtItem21.setRolloverIcon(IconItem2RolledOver);
                    jbtItem21.setToolTipText("Κάνε κλικ για να επιλέξεις αυτό το γλυκό.");
                    jbtItem21.setBorder(null);
                    jbtItem21.setBackground(Color.WHITE);
                    jbtItem21.setCursor(new Cursor(Cursor.HAND_CURSOR));
                    jbtItem21.removeActionListener(alitem21);
                    jbtItem21.addActionListener (alitem21);

                    jbtItem22.setIcon(IconItem2);
                    jbtItem22.setSize(IconItem2.getImage().getWidth(null),
IconItem2.getImage().getHeight(null));
                    jbtItem22.setPressedIcon(IconItem2Pressed);
                    jbtItem22.setRolloverIcon(IconItem2RolledOver);
                    jbtItem22.setToolTipText("Κάνε κλικ για να επιλέξεις αυτό το γλυκό.");
                    jbtItem22.setBorder(null);
                    jbtItem22.setBackground(Color.WHITE);
                    jbtItem22.setCursor(new Cursor(Cursor.HAND_CURSOR));
                    jbtItem22.removeActionListener(alitem22);
                    jbtItem22.addActionListener (alitem22);

                    jbtItem23.setIcon(IconItem2);
                    jbtItem23.setSize(IconItem2.getImage().getWidth(null),
IconItem2.getImage().getHeight(null));
                    jbtItem23.setPressedIcon(IconItem2Pressed);
                    jbtItem23.setRolloverIcon(IconItem2RolledOver);
                    jbtItem23.setToolTipText("Κάνε κλικ για να επιλέξεις αυτό το γλυκό.");
                    jbtItem23.setBorder(null);
                    jbtItem23.setBackground(Color.WHITE);
                    jbtItem23.setCursor(new Cursor(Cursor.HAND_CURSOR));
```

```
                    jbtItem23.removeActionListener(alitem23);
                    jbtItem23.addActionListener (alitem23);

                    jbtItem31.setIcon(IconItem3);
                    jbtItem31.setSize(IconItem3.getImage().getWidth(null),
IconItem3.getImage().getHeight(null));
                    jbtItem31.setPressedIcon(IconItem3Pressed);
                    jbtItem31.setRolloverIcon(IconItem3RolledOver);
                    jbtItem31.setToolTipText("Κάνε κλικ για να επιλέξεις αυτό το γλυκό.");
                    jbtItem31.setBorder(null);
                    jbtItem31.setBackground(Color.WHITE);
                    jbtItem31.setCursor(new Cursor(Cursor.HAND_CURSOR));
                    jbtItem31.removeActionListener(alitem31);
                    jbtItem31.addActionListener (alitem31);

        // Επαναλειτουργία του Description Panel για εισαγωγή εκ νέου στοιχείων

                                jtfTextPlayer01.setText("");
                                jtfTextPlayer02.setText("");
                                jpBottomInfo.setVisible(false);
                                jpPlayersStatus.setVisible(false);
                                jpPanelItems.setVisible(false);
                                jbStartGame.setEnabled(true);
                                jtfTextPlayer01.setEnabled(true);
                                jtfTextPlayer02.setEnabled(true);
                                jbtOKPlayer01.setEnabled(true);
                                jbtOKPlayer02.setEnabled(true);
                                jtfTextPlayer01.setEditable(true);
                                jtfTextPlayer02.setEditable(true);
                                jpPanelItems.removeAll();
                                jpPanelItems.setLayout(new GridLayout(1,1));
                                jlbNimPanel.setVisible(true);
                                jpPanelItems.add(jlbNimPanel);
                                jpPanelItems.setVisible(true);}});

        // Γ2Γ. ΚΟΥΜΠΙ  ΑΝΑΙΡΕΣΗΣ
                JButton jbtUnDo = new JButton("Αναίρεση");
                jbtUnDo.setToolTipText("Κάνε κλικ για να αναιρέσεις την τελευταία σου κίνηση.");
                        jbtUnDo.setBackground(Color.LIGHT_GRAY);

                jbtUnDo.addActionListener (new ActionListener()
                        {public void actionPerformed (ActionEvent e)
                                {       roundClickedItems = 0;
                                        int undo1 = validClickedItems[0];
                                        int undo2 = validClickedItems[1];
                                        int undo3 = validClickedItems[2];
                                        int undo4 = validClickedItems[3];
                                        int undo5 = validClickedItems[4];

                if (undo1 == 11 || undo2 == 11 || undo3 == 11 || undo4 == 11 || undo5 == 11)
                {       jbtItem11.setIcon(IconItem1);
                        jbtItem11.setPressedIcon(IconItem1Pressed);
                        jbtItem11.setRolloverIcon(IconItem1RolledOver);
                        jbtItem11.setToolTipText("Κάνε κλικ για να επιλέξεις αυτό το γλυκό.");
                        jbtItem11.setBorder(null);
                        jbtItem11.setBackground(Color.WHITE);
```

```
                jbtItem11.setCursor(new Cursor(Cursor.HAND_CURSOR));
                jbtItem11.addActionListener (new ActionListener()
                        {public void actionPerformed (ActionEvent e)
                                {       clickedRow = 1;
                                        clickedItem = 11;
                                        jbtItem11.setRolloverIcon(IconItem1);
                                        CheckMoveValid();
                                                if (validMove == 1) {

jbtItem11.setIcon(IconItem1Selected);
jbtItem11.setPressedIcon(null);
jbtItem11.setRolloverIcon(null);
jbtItem11.setToolTipText(null);
jbtItem11.removeActionListener(this);}}});}

        if (undo1 == 12 || undo2 == 12 || undo3 == 12 || undo4 == 12 || undo5 == 12)
        {       jbtItem12.setIcon(IconItem1);
                jbtItem12.setPressedIcon(IconItem1Pressed);
                jbtItem12.setRolloverIcon(IconItem1RolledOver);
                jbtItem12.setToolTipText("Κάνε κλικ για να επιλέξεις αυτό το γλυκό.");
                jbtItem12.setBorder(null);
                jbtItem12.setBackground(Color.WHITE);
                jbtItem12.setCursor(new Cursor(Cursor.HAND_CURSOR));
                jbtItem12.addActionListener (new ActionListener()
                        {public void actionPerformed (ActionEvent e)
                                {       clickedRow = 1;
                                        clickedItem = 12;
                                        jbtItem12.setRolloverIcon(IconItem1);
                                        CheckMoveValid();
                                                if (validMove == 1) {

jbtItem12.setIcon(IconItem1Selected);
jbtItem12.setPressedIcon(null);
jbtItem12.setRolloverIcon(null);
jbtItem12.setToolTipText(null);
jbtItem12.removeActionListener(this);}}});}

        if (undo1 == 13 || undo2 == 13 || undo3 == 13 || undo4 == 13 || undo5 == 13)
        {       jbtItem13.setIcon(IconItem1);
                jbtItem13.setPressedIcon(IconItem1Pressed);
                jbtItem13.setRolloverIcon(IconItem1RolledOver);
                jbtItem13.setToolTipText("Κάνε κλικ για να επιλέξεις αυτό το γλυκό.");
                jbtItem13.setBorder(null);
                jbtItem13.setBackground(Color.WHITE);
                jbtItem13.setCursor(new Cursor(Cursor.HAND_CURSOR));
                jbtItem13.addActionListener (new ActionListener()
                        {public void actionPerformed (ActionEvent e)
                                {       clickedRow = 1;
                                        clickedItem = 13;
                                        jbtItem13.setRolloverIcon(IconItem1);
                                        CheckMoveValid();
                                                if (validMove == 1) {

jbtItem13.setIcon(IconItem1Selected);
jbtItem13.setPressedIcon(null);
jbtItem13.setRolloverIcon(null);
```

```
jbtItem13.setToolTipText(null);
jbtItem13.removeActionListener(this);}}});}

        if (undo1 == 14 || undo2 == 14 || undo3 == 14 || undo4 == 14 || undo5 == 14)
        {       jbtItem14.setIcon(IconItem1);
                jbtItem14.setPressedIcon(IconItem1Pressed);
                jbtItem14.setRolloverIcon(IconItem1RolledOver);
                jbtItem14.setToolTipText("Κάνε κλικ για να επιλέξεις αυτό το γλυκό.");
                jbtItem14.setBorder(null);
                jbtItem14.setBackground(Color.WHITE);
                jbtItem14.setCursor(new Cursor(Cursor.HAND_CURSOR));
                jbtItem14.addActionListener (new ActionListener()
                        {public void actionPerformed (ActionEvent e)
                                {       clickedRow = 1;
                                        clickedItem = 14;
                                        jbtItem14.setRolloverIcon(IconItem1);
                                        CheckMoveValid();
                                                if (validMove == 1) {

jbtItem14.setIcon(IconItem1Selected);
jbtItem14.setPressedIcon(null);
jbtItem14.setRolloverIcon(null);
jbtItem14.setToolTipText(null);
jbtItem14.removeActionListener(this);}}});}

        if (undo1 == 15 || undo2 == 15 || undo3 == 15 || undo4 == 15 || undo5 == 15)
        {       jbtItem15.setIcon(IconItem1);
                jbtItem15.setPressedIcon(IconItem1Pressed);
                jbtItem15.setRolloverIcon(IconItem1RolledOver);
                jbtItem15.setToolTipText("Κάνε κλικ για να επιλέξεις αυτό το γλυκό.");
                jbtItem15.setBorder(null);
                jbtItem15.setBackground(Color.WHITE);
                jbtItem15.setCursor(new Cursor(Cursor.HAND_CURSOR));
                jbtItem15.addActionListener (new ActionListener()
                        {public void actionPerformed (ActionEvent e)
                                {       clickedRow = 1;
                                        clickedItem = 15;
                                        jbtItem15.setRolloverIcon(IconItem1);
                                        CheckMoveValid();
                                                if (validMove == 1) {

jbtItem15.setIcon(IconItem1Selected);
jbtItem15.setPressedIcon(null);
jbtItem15.setRolloverIcon(null);
jbtItem15.setToolTipText(null);
jbtItem15.removeActionListener(this);}}});}

        if (undo1 == 21 || undo2 == 21 || undo3 == 21 || undo4 == 21 || undo5 == 21)
        {       jbtItem21.setIcon(IconItem2);
                jbtItem21.setPressedIcon(IconItem2Pressed);
                jbtItem21.setRolloverIcon(IconItem2RolledOver);
                jbtItem21.setToolTipText("Κάνε κλικ για να επιλέξεις αυτό το γλυκό.");
                jbtItem21.setBorder(null);
                jbtItem21.setBackground(Color.WHITE);
                jbtItem21.setCursor(new Cursor(Cursor.HAND_CURSOR));
                jbtItem21.addActionListener (new ActionListener()
```

```
{public void actionPerformed (ActionEvent e)
{	clickedRow = 2;
	clickedItem = 21;
	jbtItem21.setRolloverIcon(IconItem2);
	CheckMoveValid();
		if (validMove == 1) {

jbtItem21.setIcon(IconItem2Selected);
jbtItem21.setPressedIcon(null);
jbtItem21.setRolloverIcon(null);
jbtItem21.setToolTipText(null);
jbtItem21.removeActionListener(this);}}});}

	if (undo1 == 22 || undo2 == 22 || undo3 == 22 || undo4 == 22 || undo5 == 22)
	{	jbtItem22.setIcon(IconItem2);;
		jbtItem22.setPressedIcon(IconItem2Pressed);
		jbtItem22.setRolloverIcon(IconItem2RolledOver);
		jbtItem22.setToolTipText("Κάνε κλικ για να επιλέξεις αυτό το γλυκό.");
		jbtItem22.setBorder(null);
		jbtItem22.setBackground(Color.WHITE);
		jbtItem22.setCursor(new Cursor(Cursor.HAND_CURSOR));
		jbtItem22.addActionListener (new ActionListener()
		{public void actionPerformed (ActionEvent e)
		{	clickedRow = 2;
		clickedItem = 22;
		jbtItem22.setRolloverIcon(IconItem2);
		CheckMoveValid();
		if (validMove == 1) {

jbtItem22.setIcon(IconItem2Selected);
jbtItem22.setPressedIcon(null);
jbtItem22.setRolloverIcon(null);
jbtItem22.setToolTipText(null);
jbtItem22.removeActionListener(this);}}});}

	if (undo1 == 23 || undo2 == 23 || undo3 == 23 || undo4 == 23 || undo5 == 23)
	{	jbtItem23.setIcon(IconItem2);
		jbtItem23.setPressedIcon(IconItem2Pressed);
		jbtItem23.setRolloverIcon(IconItem2RolledOver);
		jbtItem23.setToolTipText("Κάνε κλικ για να επιλέξεις αυτό το γλυκό.");
		jbtItem23.setBorder(null);
		jbtItem23.setBackground(Color.WHITE);
		jbtItem23.setCursor(new Cursor(Cursor.HAND_CURSOR));
		jbtItem23.addActionListener (new ActionListener()
		{public void actionPerformed (ActionEvent e)
		{	clickedRow = 2;
		clickedItem = 23;
		jbtItem23.setRolloverIcon(IconItem2);
		CheckMoveValid();
		if (validMove == 1) {

jbtItem23.setIcon(IconItem2Selected);
jbtItem23.setPressedIcon(null);
jbtItem23.setRolloverIcon(null);
jbtItem23.setToolTipText(null);
jbtItem23.removeActionListener(this);}}});}
```

```
if (undo1 == 31 || undo2 == 31 || undo3 == 31 || undo4 == 31 || undo5 == 31)
{	jbtItem31.setIcon(IconItem3);
	jbtItem31.setPressedIcon(IconItem3Pressed);
	jbtItem31.setRolloverIcon(IconItem3RolledOver);
	jbtItem31.setToolTipText("Κάνε κλικ για να επιλέξεις αυτό το γλυκό.");
	jbtItem31.setBorder(null);
	jbtItem31.setBackground(Color.WHITE);
	jbtItem31.setCursor(new Cursor(Cursor.HAND_CURSOR));
	jbtItem31.addActionListener (new ActionListener()
		{public void actionPerformed (ActionEvent e)
			{	clickedRow = 3;
				clickedItem = 31;
				jbtItem31.setRolloverIcon(IconItem3);
				CheckMoveValid();
					if (validMove == 1) {

jbtItem31.setIcon(IconItem3Selected);
jbtItem31.setPressedIcon(null);
jbtItem31.setRolloverIcon(null);
jbtItem31.setToolTipText(null);
jbtItem31.removeActionListener(this);}}});}

// Αρχικοποίηση Λειτουργικών Μεταβλητών
		currentRow = 0;
		jpPanelItems.setVisible(true);
		roundClickedItems = 0;
		validClickedItems [0] = 0;
		validClickedItems [1] = 0;
		validClickedItems [2] = 0;
		validClickedItems [3] = 0;
		validClickedItems [4] = 0;}});

// Γ2Δ. ΚΟΥΜΠΙ ΓΥΡΟΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΡΧΗ
JButton jbtNewRound = new JButton("Νέος Γύρος");
jbtNewRound.setToolTipText("Κάνε κλικ για να ξεκινήσετε οι ίδιοι παίχτες ένα νέο παιχνίδι.");
	jbtNewRound.setBackground(Color.LIGHT_GRAY);

		jbtNewRound.addActionListener (new ActionListener()
		{public void actionPerformed (ActionEvent e)
		{
			jbtNextRound.removeActionListener(next);
			jbtNextRound.setEnabled(true);
			jbtNextRound.addActionListener(next);
	// Αν έχει τελειώσει το παιχνίδι πριν να φύγει το λογότυπο από το χώρο
			jpPanelItems.removeAll();
			jpPanelItems.setLayout(new GridLayout(3,1));
			jpPanelItems.add(jpRow3Items);
			jpPanelItems.add(jpRow2Items);
			jpPanelItems.add(jpRow1Items);

jpPanelItems.setBorder(BorderFactory.createEmptyBorder(20, 10, 0, 10));
		jpPanelItems.setVisible(true);
		jlbNimPanel.setVisible(false);
		jlbNimLogo.setVisible(false);
		jpRow1Items.setVisible(true);
```

```
                    jpRow2Items.setVisible(true);
                    jpRow3Items.setVisible(true);
        // Αλλαγή παίχτη ώστε να παίζει ο παίχτης 1
                    player = 1;
                    jlbPlayer02name.setFont(fontInactive);
                    jlbPlayer02.setIcon(IconPlayer02inactive);
                    jlbPlayer01name.setFont(fontActive);
                    jlbPlayer01.setIcon(IconPlayer01active);

        // Αρχικοποίηση Λειτουργικών Μεταβλητών
                    moveCount = 100;
                    didWin = 0;
                    InitializeArray();
                    remainingItems = 9;

        // Επαναδημιουργία του Περιβάλλοντος του Παιχνιδιού GamepLay
                jbtItem11.setIcon(IconItem1);
                jbtItem11.setPressedIcon(IconItem1Pressed);
                jbtItem11.setRolloverIcon(IconItem1RolledOver);
                jbtItem11.setToolTipText("Κάνε κλικ για να επιλέξεις αυτό το γλυκό.");
                jbtItem11.setBorder(null);
                jbtItem11.setBackground(Color.WHITE);
                jbtItem11.setCursor(new Cursor(Cursor.HAND_CURSOR));
                jbtItem11.removeActionListener(alitem11);
                jbtItem11.addActionListener (alitem11);

                jbtItem12.setIcon(IconItem1);
                jbtItem12.setSize(IconItem1.getImage().getWidth(null),
IconItem1.getImage().getHeight(null));
                jbtItem12.setPressedIcon(IconItem1Pressed);
                jbtItem12.setRolloverIcon(IconItem1RolledOver);
                jbtItem12.setToolTipText("Κάνε κλικ για να επιλέξεις αυτό το γλυκό.");
                jbtItem12.setBorder(null);
                jbtItem12.setBackground(Color.WHITE);
                jbtItem12.setCursor(new Cursor(Cursor.HAND_CURSOR));
                jbtItem12.removeActionListener(alitem12);
                jbtItem12.addActionListener (alitem12);

                jbtItem13.setIcon(IconItem1);
                jbtItem13.setSize(IconItem1.getImage().getWidth(null),
IconItem1.getImage().getHeight(null));
                jbtItem13.setPressedIcon(IconItem1Pressed);
                jbtItem13.setRolloverIcon(IconItem1RolledOver);
                jbtItem13.setToolTipText("Κάνε κλικ για να επιλέξεις αυτό το γλυκό.");
                jbtItem13.setBorder(null);
                jbtItem13.setBackground(Color.WHITE);
                jbtItem13.setCursor(new Cursor(Cursor.HAND_CURSOR));
                jbtItem13.removeActionListener(alitem13);
                jbtItem13.addActionListener (alitem13);

                jbtItem14.setIcon(IconItem1);
                jbtItem14.setSize(IconItem1.getImage().getWidth(null),
IconItem1.getImage().getHeight(null));
                jbtItem14.setPressedIcon(IconItem1Pressed);
                jbtItem14.setRolloverIcon(IconItem1RolledOver);
                jbtItem14.setToolTipText("Κάνε κλικ για να επιλέξεις αυτό το γλυκό.");
```

```
jbtItem14.setBorder(null);
jbtItem14.setBackground(Color.WHITE);
jbtItem14.setCursor(new Cursor(Cursor.HAND_CURSOR));
jbtItem14.removeActionListener(alitem14);
jbtItem14.addActionListener (alitem14);

jbtItem15.setIcon(IconItem1);
jbtItem15.setSize(IconItem1.getImage().getWidth(null),
IconItem1.getImage().getHeight(null));
jbtItem15.setPressedIcon(IconItem1Pressed);
jbtItem15.setRolloverIcon(IconItem1RolledOver);
jbtItem15.setToolTipText("Κάνε κλικ για να επιλέξεις αυτό το γλυκό.");
jbtItem15.setBorder(null);
jbtItem15.setBackground(Color.WHITE);
jbtItem15.setCursor(new Cursor(Cursor.HAND_CURSOR));
jbtItem15.removeActionListener(alitem15);
jbtItem15.addActionListener (alitem15);

jbtItem21.setIcon(IconItem2);
jbtItem21.setSize(IconItem2.getImage().getWidth(null),
IconItem2.getImage().getHeight(null));
jbtItem21.setPressedIcon(IconItem2Pressed);
jbtItem21.setRolloverIcon(IconItem2RolledOver);
jbtItem21.setToolTipText("Κάνε κλικ για να επιλέξεις αυτό το γλυκό.");
jbtItem21.setBorder(null);
jbtItem21.setBackground(Color.WHITE);
jbtItem21.setCursor(new Cursor(Cursor.HAND_CURSOR));
jbtItem21.removeActionListener(alitem21);
jbtItem21.addActionListener (alitem21);

jbtItem22.setIcon(IconItem2);
jbtItem22.setSize(IconItem2.getImage().getWidth(null),
IconItem2.getImage().getHeight(null));
jbtItem22.setPressedIcon(IconItem2Pressed);
jbtItem22.setRolloverIcon(IconItem2RolledOver);
jbtItem22.setToolTipText("Κάνε κλικ για να επιλέξεις αυτό το γλυκό.");
jbtItem22.setBorder(null);
jbtItem22.setBackground(Color.WHITE);
jbtItem22.setCursor(new Cursor(Cursor.HAND_CURSOR));
jbtItem22.removeActionListener(alitem22);
jbtItem22.addActionListener (alitem22);

jbtItem23.setIcon(IconItem2);
jbtItem23.setSize(IconItem2.getImage().getWidth(null),
IconItem2.getImage().getHeight(null));
jbtItem23.setPressedIcon(IconItem2Pressed);
jbtItem23.setRolloverIcon(IconItem2RolledOver);
jbtItem23.setToolTipText("Κάνε κλικ για να επιλέξεις αυτό το γλυκό.");
jbtItem23.setBorder(null);
jbtItem23.setBackground(Color.WHITE);
jbtItem23.setCursor(new Cursor(Cursor.HAND_CURSOR));
jbtItem23.removeActionListener(alitem23);
jbtItem23.addActionListener (alitem23);

jbtItem31.setIcon(IconItem3);
```

```
                    jbtItem31.setSize(IconItem3.getImage().getWidth(null),
IconItem3.getImage().getHeight(null));
                    jbtItem31.setPressedIcon(IconItem3Pressed);
                    jbtItem31.setRolloverIcon(IconItem3RolledOver);
                    jbtItem31.setToolTipText("Κάνε κλικ για να επιλέξεις αυτό το γλυκό.");
                    jbtItem31.setBorder(null);
                    jbtItem31.setBackground(Color.WHITE);
                    jbtItem31.setCursor(new Cursor(Cursor.HAND_CURSOR));
                    jbtItem31.removeActionListener(alitem31);
                    jbtItem31.addActionListener (alitem31);

                        jpPanelItems.setVisible(true);}});

        // Γ2Α-Γ2Β-Γ2Γ-Γ2Δ Δημιουργία PANEL [GameActions] και τοποθέτηση όλων των κουμπιών
                    JPanel jpGameActions = new JPanel();
                    jpGameActions.setLayout(new FlowLayout(FlowLayout.CENTER, 5, 10));
                    jpGameActions.add(jbtNextRound);
                    jpGameActions.add(jbtUnDo);
                    jpGameActions.add(jbtNewRound);
                    jpGameActions.add(jbtNewGame);
                    jpGameActions.setBackground(Color.getHSBColor(87, 98, 76));

        // Γ1 - Γ2 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ PANEL ΜΕ ΟΛΑ ΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΚΑΤΩ ΟΘΟΝΗΣ (ΠΑΙΧΤΕΣ
ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΠΑΙΧΝΙΔΙΟΥ)

                    jpBottomInfo.setLayout(new GridLayout(2,1));
                    jpBottomInfo.add(jpPlayersStatus);
                    jpBottomInfo.add(jpGameActions);
                    jpBottomInfo.setVisible(false);



        // Δ. ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΟ ΚΕΝΤΡΙΚΟ FRAME ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ
                    Nimrad frameMyNim2 = new Nimrad ();
                    frameMyNim2.setTitle("NIM");
                    frameMyNim2.setLayout(new BorderLayout(1,1));
                    frameMyNim2.setSize(500,600);
                    frameMyNim2.setLocationRelativeTo(null);
                    frameMyNim2.setDefaultCloseOperation(JFrame.EXIT_ON_CLOSE);
                    frameMyNim2.setVisible(true);
                    frameMyNim2.add(jpPanelItems, BorderLayout.CENTER);
                    frameMyNim2.add(jpDescriptionPanel, BorderLayout.NORTH);
                    frameMyNim2.add(jpBottomInfo, BorderLayout.SOUTH);
                    frameMyNim2.setResizable(false);
}

public static void InitializeArray()
{
        roundClickedItems = 0;
        currentRow = 0;
        validClickedItems [0] = 0;
        validClickedItems [1] = 0;
        validClickedItems [2] = 0;
        validClickedItems [3] = 0;
        validClickedItems [4] = 0;
        }
```

```
public static void CheckMoveValid()
{
                                        if (currentRow <= 0 || clickedRow == currentRow) {
                                                currentRow          = clickedRow;
                                                roundClickedItems = roundClickedItems + 1;
                                                validClickedItems [roundClickedItems - 1] = clickedItem;
                                                validMove = 1;}
                                        else
                                        {validMove = 2;
                                        JOptionPane.showMessageDialog(jpPanelItems, "<html>Προσοχή!<br>Σε κάθε
κίνηση μπορείς να επιλέξεις όσα γλυκά θέλεις,<br>αρκεί να είναι όλα του ίδιου είδους.<br>Επομένως,
πρέπει να επιλέξεις γλυκά από την ίδια σειρά.</html>", "Αυτή η κίνηση δεν επιτρέπεται.",
JOptionPane.WARNING_MESSAGE, IconItemw);}
}

static public void captureComponent()
{
            Rectangle screenRect = new Rectangle(Toolkit.getDefaultToolkit().getScreenSize());
    try {
            Robot robot = new Robot();
            String format = "png";
        String fileName = "nim_" + NamePlayer01 + "-" + NamePlayer02 + "-" + moveCount + "-" +
System.currentTimeMillis() + CurrentPlayer + "." + format;
        BufferedImage screenFullImage = robot.createScreenCapture(screenRect);
        ImageIO.write(screenFullImage, format, new File(fileName));
    } catch (AWTException | IOException ex) {
        System.err.println(ex);
    }
}

}
```

ΜΕΡΟΣ Β
ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΑ

Ερωτηματολόγιο

Με αυτό το ερωτηματολόγιο γίνεται προσπάθεια να συγκεντρωθούν πληροφορίες σχετικά με τον τρόπο που χρησιμοποιείς τον ηλεκτρονικό υπολογιστή στο σπίτι. Επιπλέον στο παρόν ερωτηματολόγιο μπορείς να εκφράσεις τις απόψεις σου σχετικά με το κατά πόσο θεωρείς ότι η χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή είναι κάτι το χρήσιμο.
Έχε υπόψη ότι στις ερωτήσεις που ακολουθούν δεν υπάρχει σωστή ή λάθος απάντηση. Επομένως, είναι σημαντικό να γράψεις με ειλικρίνεια τι ισχύει στη διική σου περίπτωση. Οι απαντήσεις που θα δώσεις είναι εμπιστευτικές και δεν πρόκειται να χρησιμοποιηθούν ως κριτήριο για την αξιολόγησή σου.

Ονοματεπώνυμο: _____

1. Υπάρχει ηλεκτρονικός υπολογιστής στο σπίτι σου; (*κύκλωσε την απάντησή σου*)
Ναι - Όχι

(*αν απάντησες «Ναι» συνέχισε με την ερώτηση 2, διαφορετικά προχώρα στην ερώτηση 5*)

2. Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής στο σπίτι έχει πρόσβαση στο internet;
Ναι - Όχι

3. Πόσο συχνά χρησιμοποιείς τον ηλεκτρονικό υπολογιστή στο σπίτι; (*κύκλωσε μία απάντηση*)

Καθόλου	Μία φορά το μήνα	Μία φορά την εβδομάδα
2-3 φορές την εβδομάδα	Μία φορά τη μέρα	Περισσότερο από μία φορά τη μέρα

4. Για ποιο σκοπό κυρίως χρησιμοποιείς τον ηλεκτρονικό υπολογιστή;
(*κύκλωσε μία ή περισσότερες απαντήσεις ή συμπλήρωσε το κενό*)

Παιχνίδι	*Επεξεργασία κειμένου*	*Ζωγραφική*
Διαδίκτυο (ψυχαγωγία)	*Διαδίκτυο (πληροφορίες)*	*Άλλο:*_____

5. Με βάση την εμπειρία μου μέχρι και σήμερα: (*κύκλωσε αυτό που σε εκφράζει καλύτερα*)
i) αισθάνομαι <u>άνετα</u> / <u>άβολα</u> όταν χρησιμοποιώ ηλεκτρονικό υπολογιστή;
ii) μου φαίνεται <u>εύκολο</u> / <u>δύσκολο</u> το να χειρίζομαι τον ηλεκτρονικό υπολογιστή.

6. Πώς έμαθες να χρησιμοποιείς τον ηλεκτρονικό υπολογιστή; (*δώσε μία σύντομη απάντηση*)
_____
_____

7. Τι κάνεις όταν συναντάς προβλήματα με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή; (*δώσε μία σύντομη απάντηση*)
_____
_____

8. *Διάβασε προσεκτικά τις παρακάτω προτάσεις. Για κάθε πρόταση σημείωσε την απάντηση που σε εκφράζει περισσότερο, μαυρίζοντας με το μολύβι σου τον κατάλληλο κύκλο.*	**Διαφωνώ Απόλυτα**	**Διαφωνώ**	**Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ**	**Συμφωνώ**	**Συμφωνώ Απόλυτα**
α. Μου αρέσει να χρησιμοποιώ ηλεκτρονικό υπολογιστή.	O	O	O	O	O
β. Με κουράζει το να χρησιμοποιώ ηλεκτρονικό υπολογιστή.	O	O	O	O	O
γ. Κάποιος που γνωρίζει πώς να χρησιμοποιεί ηλεκτρονικό υπολογιστή μπορεί να βρει μια καλή δουλειά.	O	O	O	O	O
δ. Όταν χρησιμοποιώ ηλεκτρονικό υπολογιστή, συγκεντρώνομαι καλύτερα σε αυτό που κάνω.	O	O	O	O	O
ε. Απολαμβάνω πολύ να παίζω παιχνίδια στον ηλεκτρονικό υπολογιστή.	O	O	O	O	O
στ. Θα δούλευα περισσότερο αν μπορούσα να χρησιμοποιώ τον υπολογιστή πιο συχνά.	O	O	O	O	O
ζ. Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής μου προσφέρει τη δυνατότητα να μάθω πολλά καινούρια πράγματα.	O	O	O	O	O
η. Μπορώ να μάθω πολλά πράγματα όταν χρησιμοποιώ τον ηλεκτρονικό υπολογιστή.	O	O	O	O	O
θ. Απολαμβάνω τα μαθήματα που γίνονται στον ηλεκτρονικό υπολογιστή.	O	O	O	O	O
ι. Πιστεύω πως τα μαθήματα μπορούν να γίνουν πιο ενδιαφέροντα, αν οι δάσκαλοι χρησιμοποιήσουν πιο πολύ τον ηλεκτρονικό υπολογιστή στη διδασκαλία τους.	O	O	O	O	O
ια. Είναι πολύ σημαντικό να γνωρίζει κάποιος πώς να χρησιμοποιεί ηλεκτρονικό υπολογιστή.	O	O	O	O	O

Ερωτηματολόγιο

Με αυτό το ερωτηματολόγιο γίνεται προσπάθεια να συγκεντρωθούν πληροφορίες σχετικά με κατά πόσον σου αρέσει να παίζεις ηλεκτρονικά παιχνίδια ή όχι. Απατώντας στις ερωτήσεις μπορείς να δηλώσεις ποιες κατηγορίες ηλεκτρονικών παιχνιδιών προτιμάς και να αποκαλύψεις ορισμένες από τις συνήθειες που έχεις καθώς παίζεις ηλεκτρονικά παιχνίδια.
Έχε υπόψη ότι στις ερωτήσεις που ακολουθούν δεν υπάρχει σωστή ή λάθος απάντηση. Επομένως, είναι σημαντικό να γράψεις με ειλικρίνεια τι ισχύει στη διική σου περίπτωση. Οι απαντήσεις που θα δώσεις είναι εμπιστευτικές και δεν πρόκειται να χρησιμοποιηθούν ως κριτήριο για την αξιολόγησή σου.

Ονοματεπώνυμο: _____

1. Παίζεις ηλεκτρονικά παιχνίδια; (*κύκλωσε την απάντησή σου*) Ναι - Όχι

(*αν απάντησες «Ναι» συνέχισε με την ερώτηση 2, διαφορετικά προχώρα στην ερώτηση 10*)

2. Εδώ και πόσο καιρό ασχολείσαι με τα ηλεκτρονικά παιχνίδια;

Λιγότερο από 1 χρόνο ☐
1 – 2 χρόνια ☐
Περισσότερο από 2 χρόνια ☐

3. Ποιες από τις συσκευές που ακολουθούν χρησιμοποιείς προκειμένου να παίξεις ηλεκτρονικά παιχνίδια;
(*βάλε √ στο κουτάκι δίπλα από την απάντηση – μπορείς να επιλέξεις παραπάνω από μία απαντήσεις*)

Κονσόλα ηλεκτρονικών παιχνιδιών (π.χ. Xbox, Playstation) ☐
Φορητή κονσόλα ηλεκτρονικών παιχνιδιών (π.χ. PSP, Gameboy) ☐
Σταθερό (desktop) ή φορητό (laptop) ηλεκτρονικό υπολογιστή ☐
Κινητό τηλέφωνο ☐
Ταμπλέτα (tablet) ☐
Άλλη συσκευή: _____ ☐

4. Τι είδους ηλεκτρονικά παιχνίδια σου αρέσει να παίζεις;
(*βάλε √ στο κουτάκι δίπλα από την απάντηση – μπορείς να επιλέξεις παραπάνω από μία απαντήσεις*)

παιχνίδια πάλης ☐
παιχνίδια δράσης ☐
παιχνίδια με όπλα ☐
αθλητικά παιχνίδια ☐
παιχνίδια περιπέτειας ☐
παιχνίδια γρίφων ☐
παιχνίδια στρατηγικής ☐
παιχνίδια προσομοίωσης ☐
παιχνίδια ρόλων ☐
παιχνίδια αγώνων οδήγησης ☐
διαδικτυακά παιχνίδια με πολλούς χρήστες ☐
άλλη κατηγορία: _____ ☐

5. Πόσο συχνά παίζεις ηλεκτρονικά παιχνίδια; (*βάλε √ στο κουτάκι – επίλεξε μία απάντηση*)

σχεδόν ποτέ	☐	λίγες φορές το μήνα	☐
1-2 φορές τη βδομάδα	☐	3-5 φορές τη βδομάδα	☐
σχεδόν καθημερινά	☐	κάθε μέρα πολλές φορές	☐

6. Κάθε φορά που παίζεις ένα ηλεκτρονικό παιχνίδι, πόσο χρόνο συνήθως αφιερώνεις; (*βάλε √ στο κουτάκι – επίλεξε μία απάντηση*)

λιγότερο από 1 ώρα	☐	παραπάνω από 1 ώρα	☐
2-3 ώρες	☐	4-5 ώρες	☐
6-9 ώρες	☐	παραπάνω από 10 ώρες	☐

7. Πώς προτιμάς να παίζεις το αγαπημένο σου ηλεκτρονικό παιχνίδι;
(*βάλε √ στο κουτάκι – επίλεξε μία απάντηση*)

Μου αρέσει να παίζω το παιχνίδι με φίλους μου που βρίσκονται μαζί μου στον ίδιο χώρο. ☐
Μου αρέσει να παίζω το παιχνίδι με φίλους μου από απόσταση όμως (μέσω internet) ☐
Μου αρέσει να παίζω το παιχνίδι με άλλους ανθρώπους στο internet. ☐
Μου αρέσει να παίζω το παιχνίδι μόνος μου. ☐

8. Ποιο είναι το αγαπημένο σου ηλεκτρονικό παιχνίδι; _____
9. Ποιο ηλεκτρονικό παιχνίδι παίζεις αυτήν την περίοδο; _____

(Προσοχή: *η ερώτηση αυτή σε αφορά μόνο αν απάντησες «Όχι» στην ερώτηση 1*)
10. Ποιος είναι ο βασικός λόγος για τον οποίο δεν παίζεις ηλεκτρονικά παιχνίδια;
(*βάλε √ στο κουτάκι – επίλεξε μία απάντηση*)

θεωρώ τα ηλεκτρονικά παιχνίδια «χάσιμο» χρόνου. ☐
δεν έχω κάποια συσκευή για να μπορώ να παίξω ηλεκτρονικά παιχνίδια ☐
δεν μου επιτρέπουν οι γονείς μου να παίζω ηλεκτρονικά παιχνίδια ☐
τα ηλεκτρονικά παιχνίδια μου φαίνονται δύσκολα ☐
τα ηλεκτρονικά παιχνίδια περιέχουν πολύ βία ☐
άλλος λόγος : _____ ☐

Μόλις γνώρισες ένα νέο μαθηματικό παιχνίδι. Το NIM. Διάβασε προσεκτικά τις παρακάτω προτάσεις. Για κάθε πρόταση σημείωσε την απάντηση που σε εκφράζει περισσότερο.

11. Τι είδους ηλεκτρονικό παιχνίδι νομίζεις ότι είναι το NIM;
(*βάλε √ στο κουτάκι δίπλα από την απάντηση – μπορείς να επιλέξεις παραπάνω από μία απαντήσεις*)

παιχνίδι πάλης	☐	παιχνίδι γρίφων	☐
παιχνίδι δράσης	☐	παιχνίδι στρατηγικής	☐
παιχνίδι με όπλα	☐	παιχνίδι προσομοίωσης	☐
αθλητικό παιχνίδι	☐	παιχνίδι ρόλων	☐
παιχνίδι περιπέτειας	☐	παιχνίδι αγώνων οδήγησης	☐
διαδικτυακό παιχνίδι με πολλούς χρήστες	☐		
άλλη κατηγορία: _____	☐		

12. Αν είχες τη δυνατότητα να αποκτήσεις το παιχνίδι NIM, σε ποια συσκευή θα προτιμούσες να το είχες;
(*βάλε √ στο κουτάκι δίπλα από την απάντηση – μπορείς να επιλέξεις παραπάνω από μία απαντήσεις*)

Κονσόλα ηλεκτρονικών παιχνιδιών (π.χ. Xbox, Playstation)	☐
Φορητή κονσόλα ηλεκτρονικών παιχνιδιών (π.χ. PSP, Gameboy)	☐
Σταθερό (desktop) ή φορητό (laptop) ηλεκτρονικό υπολογιστή	☐
Κινητό τηλέφωνο	☐
Ταμπλέτα (tablet)	☐
Άλλη συσκευή: _____	☐

13. Πόσο συχνά θα έπαιζες το παιχνίδι NIM αν το είχες στον υπολογιστή του σπιτιού σου;
(*βάλε √ στο κουτάκι – επίλεξε μία απάντηση*)

σχεδόν ποτέ	☐	λίγες φορές το μήνα	☐
1-2 φορές τη βδομάδα	☐	3-5 φορές τη βδομάδα	☐
σχεδόν καθημερινά	☐	κάθε μέρα πολλές φορές	☐

14. Πόση ώρα θα αφιέρωνες κάθε φορά για να παίξεις το παιχνίδι NIM;
(*βάλε √ στο κουτάκι – επίλεξε μία απάντηση*)

λιγότερο από 1 ώρα	☐	παραπάνω από 1 ώρα	☐
2-3 ώρες	☐	4-5 ώρες	☐
6-9 ώρες	☐	παραπάνω από 10 ώρες	☐

15. Πώς θα προτιμούσες να παίξεις το παιχνίδι NIM ;
(*βάλε √ στο κουτάκι – επίλεξε μία απάντηση*)

με φίλους μου που θα βρίσκονται μαζί μου στον ίδιο χώρο.	☐
με τους φίλους μου από απόσταση (μέσω internet)	☐
με άγνωστα άτομα που θα έβρισκα στο internet.	☐
μόνος μου (με αντίπαλο τον υπολογιστή)	☐

Ερωτηματολόγιο

Το παρόν ερωτηματολόγιο εξετάζει το πώς αντιλαμβάνεσαι τον εαυτό σου ως προς την ικανότητά σου σε σχέση με τα μαθηματικά. Οι ερωτήσεις του πρώτου μέρους αφορούν το πώς αισθάνεσαι απέναντι στα μαθηματικά γενικά, ενώ οι ερωτήσεις του δεύτερου μέρους αφορούν στο πώς νιώθεις σε σχέση με το μαθηματικό παιχνίδι NIM.
Έχε υπόψη ότι στις ερωτήσεις που ακολουθούν δεν υπάρχει σωστή ή λάθος απάντηση. Επομένως, είναι σημαντικό να γράψεις με ειλικρίνεια τι ισχύει στη διική σου περίπτωση. Οι απαντήσεις που θα δώσεις είναι εμπιστευτικές και δεν πρόκειται να χρησιμοποιηθούν ως κριτήριο για την αξιολόγησή σου.

Ονοματεπώνυμο: _____

Α΄ μέρος :
Εγώ και τα μαθηματικά

Διάβασε προσεκτικά τις παρακάτω προτάσεις. Για κάθε πρόταση σημείωσε την απάντηση που σε εκφράζει περισσότερο, μαυρίζοντας με το μολύβι σου τον κατάλληλο κύκλο.	**Διαφωνώ Απόλυτα**	**Διαφωνώ**	**Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ**	**Συμφωνώ**	**Συμφωνώ Απόλυτα**
1. Είμαι σίγουρος ότι μπορώ να μάθω καλά στα μαθηματικά.	O	O	O	O	O
2. Δεν νομίζω ότι μπορώ να τα καταφέρω με τα προχωρημένα (πιο δύσκολα) μαθηματικά.	O	O	O	O	O
3. Τα μαθηματικά γενικά μου φαίνονται κάπως δύσκολα.	O	O	O	O	O
4. Είμαι σίγουρος για τον εαυτό μου όταν κάνω μαθηματικά.	O	O	O	O	O
5. Δεν είμαι ο τύπος ανθρώπου που γενικά τα καταφέρνει στα μαθηματικά.	O	O	O	O	O
6. Τα μαθηματικά είναι το χειρότερό μου σχολικό μάθημα.	O	O	O	O	O
7. Νομίζω ότι μπορώ να τα καταφέρω και με πιο δύσκολα μαθηματικά από αυτά που τώρα κάνω.	O	O	O	O	O
8. Στα περισσότερα μαθήματα τα καταφέρνω. Όχι όμως και στα μαθηματικά.	O	O	O	O	O
9. Μπορώ εύκολα να παίρνω καλούς βαθμούς στα μαθηματικά.	O	O	O	O	O

(συνέχεια από την προηγούμενη σελίδα)	**Διαφωνώ Απόλυτα**	**Διαφωνώ**	**Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ**	**Συμφωνώ**	**Συμφωνώ Απόλυτα**
10. Ξέρω ότι μπορώ να τα καταφέρω στα μαθηματικά.	O	O	O	O	O
11. Είμαι σίγουρος ότι μπορώ να κάνω σωστά δύσκολες ασκήσεις στα μαθηματικά.	O	O	O	O	O
12. Δεν είμαι καλός στα μαθηματικά.	O	O	O	O	O

Β΄ μέρος :
Εγώ και το παιχνίδι NIM

Μόλις γνώρισες ένα νέο μαθηματικό παιχνίδι. Το NIM. Διάβασε προσεκτικά τις παρακάτω προτάσεις. Για κάθε πρόταση σημείωσε την απάντηση που σε εκφράζει περισσότερο, μαυρίζοντας με το μολύβι σου τον κατάλληλο κύκλο.	**Διαφωνώ Απόλυτα**	**Διαφωνώ**	**Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ**	**Συμφωνώ**	**Συμφωνώ Απόλυτα**
1. Είμαι σίγουρος ότι μπορώ να παίξω σωστά το παιχνίδι NIM.	O	O	O	O	O
2. Οι κανόνες του παιχνιδιού NIM μου φαίνονται δύσκολοι.	O	O	O	O	O
3. Νομίζω ότι το να μην κερδίσω στο παιχνίδι NIM, θα είναι καθαρά θέμα κακής τύχης.	O	O	O	O	O
4. Το παιχνίδι NIM μου φαίνεται εύκολο.	O	O	O	O	O
5. Όταν είμαι συγκεντρωμένος μπορώ να κερδίσω οποιονδήποτε αντίπαλο στο παιχνίδι NIM.	O	O	O	O	O
6. Φοβάμαι ότι μόνο αν έχω τύχη, θα μπορέσω να κερδίσω κάποιον αντίπαλο στο παιχνίδι NIM.	O	O	O	O	O
7. Δεν με δυσκόλεψε καθόλου το να καταλάβω πώς παίζεται το παιχνίδι NIM.	O	O	O	O	O
8. Δεν νιώθω σίγουρος για τον εαυτό μου όταν παίζω το παιχνίδι NIM.	O	O	O	O	O

Ερωτηματολόγιο

Με το παρόν ερωτηματολόγιο γίνεται προσπάθεια να καταγραφεί το πώς βλέπεις και το πώς «αντιμετωπίζεις» τα μαθηματικά ως σχολικό μάθημα. Μέσα από το πρώτο σετ ερωτήσεων επιχειρείται να φανεί αν υπάρχει ενδιαφέρον από την πλευρά σου για το συγκεκριμένο μάθημα καθώς επίσης και αν το μάθημα αυτό σου φαίνεται χρήσιμο. Το δεύτερο σετ ερωτήσεων αφορά το μαθηματικό παιχνίδι ΝΙΜ.
Έχε υπόψη ότι στις ερωτήσεις που ακολουθούν δεν υπάρχει σωστή ή λάθος απάντηση. Επομένως, είναι σημαντικό να γράψεις με ειλικρίνεια τι ισχύει στη δική σου περίπτωση. Οι απαντήσεις που θα δώσεις είναι εμπιστευτικές και δεν πρόκειται να χρησιμοποιηθούν ως κριτήριο για την αξιολόγησή σου.

Ονοματεπώνυμο: _____

Διάβασε προσεκτικά τις παρακάτω προτάσεις. Για κάθε πρόταση σημείωσε την απάντηση που σε εκφράζει περισσότερο, μαυρίζοντας με το μολύβι σου τον κατάλληλο κύκλο.	**Διαφωνώ Απόλυτα**	**Διαφωνώ**	**Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ**	**Συμφωνώ**	**Συμφωνώ Απόλυτα**
1. Τα μαθηματικά είναι ένα ενδιαφέρον και συναρπαστικό μάθημα.	O	O	O	O	O
2. Τα μαθηματικά είναι ένα από τα μαθήματα που μου αρέσουν λιγότερο.	O	O	O	O	O
3. Νομίζω ότι τα μαθηματικά είναι ένα σημαντικό μάθημα.	O	O	O	O	O
4. Τα μαθηματικά μου είναι χρήσιμα για τη ζωή μου.	O	O	O	O	O
5. Τα μαθηματικά είναι από τα πιο αγαπημένα μου μαθήματα.	O	O	O	O	O
6. Τα μαθηματικά με βοηθούν να καταλαβαίνουν τη ζωή γύρω μου καλύτερα.	O	O	O	O	O
7. Μου χρειάζονται τα μαθηματικά προκειμένου να σπουδάσω αυτό που ονειρεύομαι.	O	O	O	O	O
8. Ποτέ δε βαριέμαι να κάνω μαθηματικά.	O	O	O	O	O
9. Μου αρέσει να ασχολούμαι με τα μαθηματικά και εκτός σχολείου.	O	O	O	O	O
10. Είναι σημαντικό να είναι κάποιος καλός στο σχολείο στα μαθηματικά.	O	O	O	O	O
11. Δεν μου χρειάζεται να γνωρίζω καλά μαθηματικά.	O	O	O	O	O

(συνέχεια από την προηγούμενη σελίδα)	**Διαφωνώ Απόλυτα**	**Διαφωνώ**	**Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ**	**Συμφωνώ**	**Συμφωνώ Απόλυτα**
12. Τα μαθηματικά είναι βαρετά.	O	O	O	O	O
13. Τα μαθηματικά δεν μου ταιριάζουν ως μάθημα.	O	O	O	O	O
14. Το να ξέρω καλά μαθηματικά με βοηθάει και στα υπόλοιπα μαθήματα.	O	O	O	O	O
15. Μαθαίνω μαθηματικά για τον εαυτό μου, για προσωπική μου ευχαρίστηση.	O	O	O	O	O

Διάβασε προσεκτικά τις παρακάτω προτάσεις. Για κάθε πρόταση σημείωσε την απάντηση που σε εκφράζει περισσότερο, μαυρίζοντας με το μολύβι σου τον κατάλληλο κύκλο.	**Διαφωνώ Απόλυτα**	**Διαφωνώ**	**Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ**	**Συμφωνώ**	**Συμφωνώ Απόλυτα**
1. Θα ασχολιόμουν με το παιχνίδι NIM και εκτός σχολείου.	O	O	O	O	O
2. Το να ασχοληθώ με το παιχνίδι NIM θα με βοηθήσει να σκέφτομαι καλύτερα στα μαθηματικά.	O	O	O	O	O
3. Νομίζω ότι θα βαρεθώ γρήγορα το παιχνίδι NIM.	O	O	O	O	O
4. Δεν βρίσκω ενδιαφέρον το παιχνίδι NIM.	O	O	O	O	O
5. Το παιχνίδι NIM δεν θα με βοηθήσει να μάθω καλύτερα μαθηματικά.	O	O	O	O	O
6. Το παιχνίδι NIM θα μπορούσε να γίνει ένα από τα αγαπημένα μου παιχνίδια..	O	O	O	O	O

3. Γράψε τις πρώτες σκέψεις που έρχονται στο μυαλό σου όταν σκέφτεσαι τα μαθηματικά.

_____

_____

_____

4. Γράψε τις πρώτες σκέψεις που έρχονται στο μυαλό σου όταν σκέφτεσαι το παιχνίδι NIM.

_____

_____

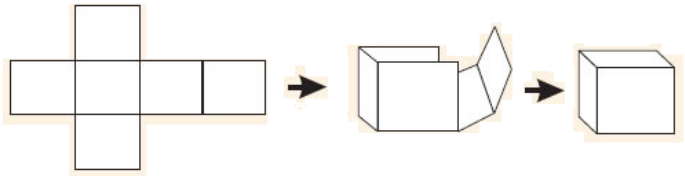
_____

Μαθηματική Δοκιμασία

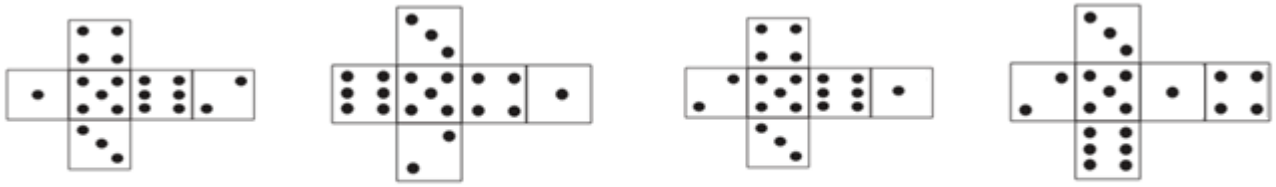
Ονοματεπώνυμο: _____

1η δοκιμασία

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται ο τρόπος για να κατασκευάσουμε έναν κύβο (ζάρι) από χαρτί. Αυτό το σχέδιο (αριστερά στην εικόνα) ονομάζεται ανάπτυγμα.



Το ζάρι είναι ένας κύβος στον οποίο το άθροισμα των κουκίδων των απέναντι εδρών του είναι εφτά (7). Ποιο από τα παρακάτω αναπτύγματα είναι ενός ζαριού; (*κύκλωσε το σωστό*)



α β γ δ

2η δοκιμασία

Η Γεωργία θέλει να φτιάξει για την κόρη της ένα κολιέ με άσπρες και μαύρες χάντρες. Αρχίζει να τοποθετεί τις χάντρες σύμφωνα με κάποιο κανόνα που έχει στο μυαλό της.

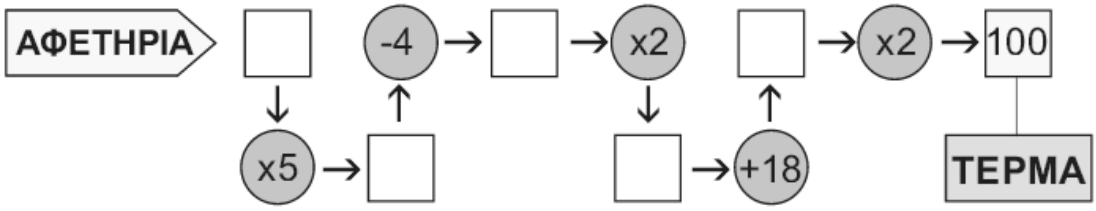
–○●○○●○○○●○––––––––

Μπορείς να τη βοηθήσεις να τοποθετήσει τις χάντρες στο παραπάνω σχήμα, ώστε να συνεχίσει το κολιέ προς τα δεξιά, κυκλώνοντας το σωστό;

Α. ●○○○○ Β. ○○●○○ Γ. ○●○○○ Δ. ○○○●○ Ε. ○○○○●

3η δοκιμασία

Ποιος από τους παρακάτω αριθμούς πρέπει να μπει στην αφετηρία για να φτάσουμε στο τέρμα;
α) 2 β) 3 γ) 4 δ) 5 ε) 6

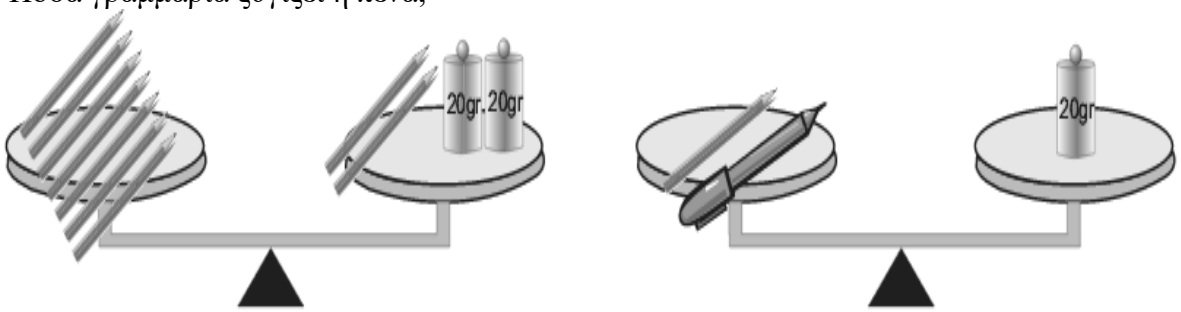


4η δοκιμασία

Η Άννα εκτύπωσε 20 σελίδες στον εκτυπωτή της. Ο εκτυπωτής αρίθμησε τις σελίδες γράφοντας 1, 2, 3, …, 20. Πόσα ψηφία τύπωσε ο εκτυπωτής για την αρίθμηση των σελίδων;

5η δοκιμασία

Στην εικόνα που ακολουθεί υπάρχουν δύο ζυγαριές. Και οι δύο ζυγαριές ισορροπούν.
Στις ζυγαριές υπάρχουν μολύβια, μια πένα και σταθμά των 20 γραμμαρίων.
α) Πόσα γραμμάρια ζυγίζει το κάθε μολύβι;
β) Πόσα γραμμάρια ζυγίζει η πένα;



6η δοκιμασία

Ο Γιώργος φοράει ρούχα με πολλές τσέπες, 5 συνολικά. Ποιος είναι ο ελάχιστος αριθμός από καραμέλες που πρέπει να έχει, ώστε να βάλει σε κάθε του τσέπη διαφορετικό αριθμό από καραμέλες;

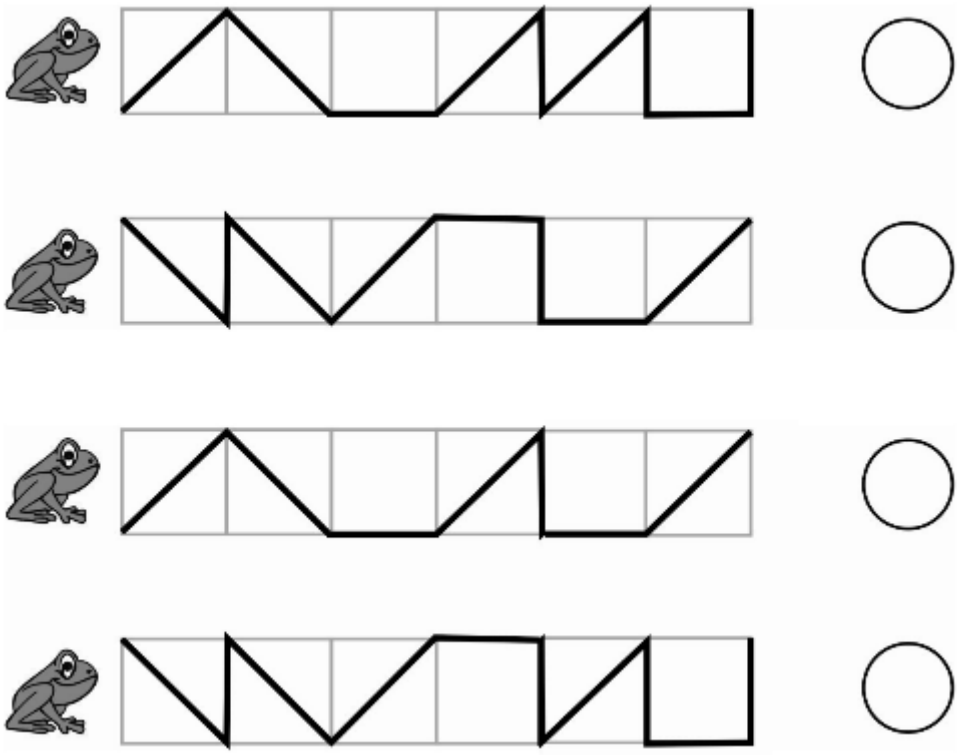
7η δοκιμασία

Σε ένα διαγωνισμό δόθηκαν τέσσερα βραβεία: μία μπάλα, ένα βιβλίο, ένα cd και ένα καπέλο. Οι νικητές ήταν ο Γιώργος, η Άννα, ο Νίκος και η Βάσω. Η Άννα πήρε το βιβλίο. Ο Νίκος δεν πήρε ούτε το καπέλο ούτε τη μπάλα. Η Βάσω δεν πήρε το καπέλο. Να γράψεις κάτω από κάθε βραβείο, το όνομα του παιδιού που το πήρε.

…… …… …… ……

8η δοκιμασία

Σε μια λίμνη δύο βατράχια έκαναν τις διπλανές διαδρομές. Βάλε Χ στον κύκλο που αντιστοιχεί στη συντομότερη διαδρομή.



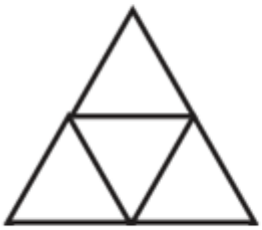
9η δοκιμασία

Το άθροισμα των ηλικιών ενός πατέρα και του γιου του είναι 54 χρόνια. Μετά από 2 χρόνια το άθροισμα των ηλικιών τους θα είναι:

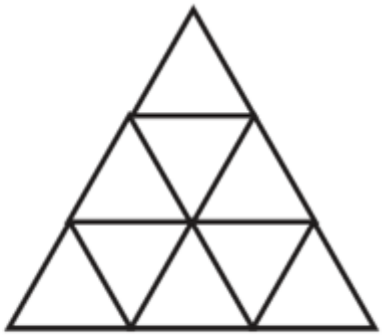
α. 56 χρόνια β. 57 χρόνια γ. 58 χρόνια δ. 59 χρόνια ε. 60 χρόνια

10η δοκιμασία

Βρίσκω πόσα (μικρά και μεγαλύτερα) τρίγωνα υπάρχουν στα παρακάτω σχήματα.



σχήμα Α



σχήμα Β

Στο σχήμα Α υπάρχουν _____ τρίγωνα.

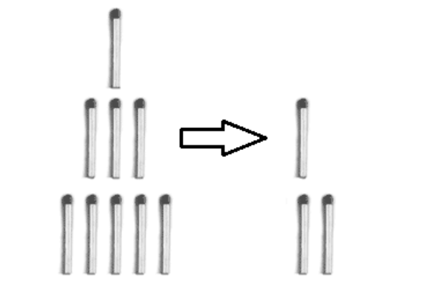
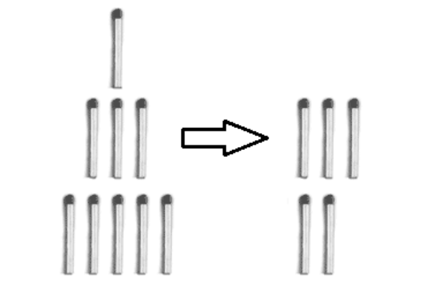
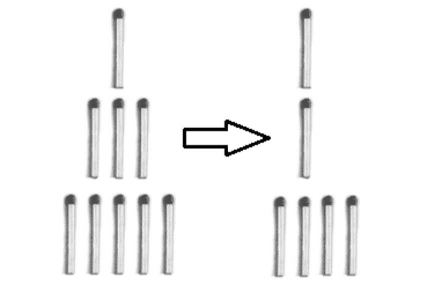
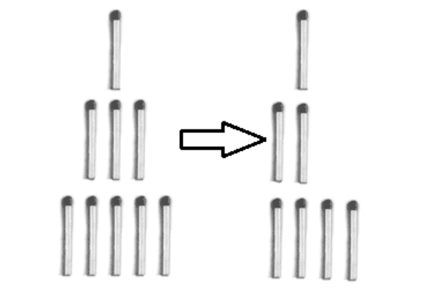
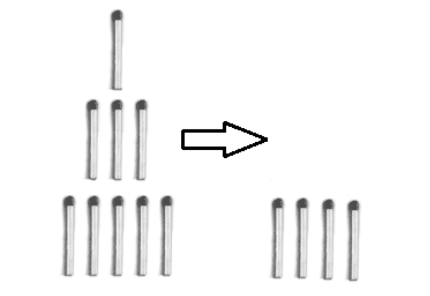
Στο σχήμα Β υπάρχουν _____ τρίγωνα.

Δοκιμασία NIM

Ονοματεπώνυμο: ________________________________

<u>1η δοκιμασία:</u> Παιχνίδι NIM (*έκδοση 1-3-5, με τα 9 σπίρτα*)

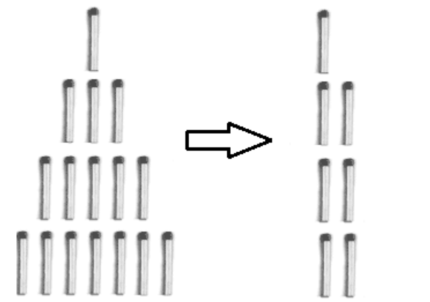
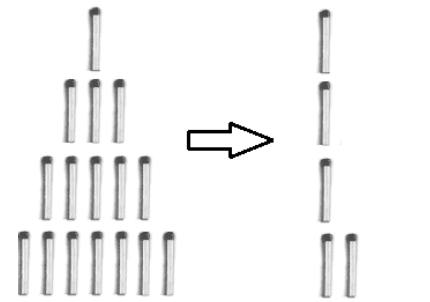
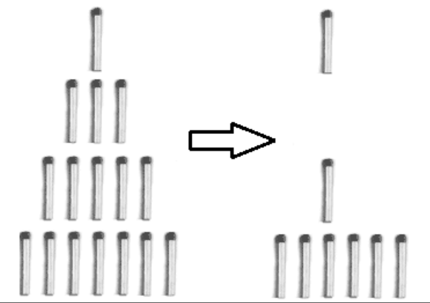
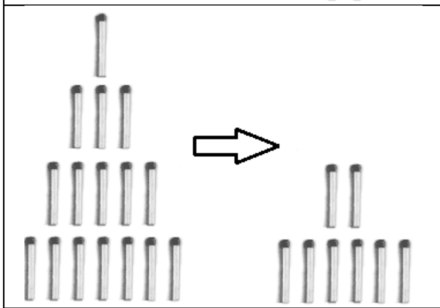
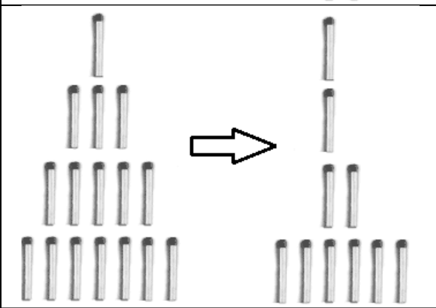
Παρακάτω υπάρχουν 5 διαφορετικά παιχνίδια NIM που δεν έχουν ακόμα ολοκληρωθεί. Είναι η σειρά σου να παίξεις. Ποια νομίζεις ότι είναι η καλύτερη κίνηση που θα μπορούσες να κάνεις; (*σημείωσε- διάγραψε πάνω στο κάθε ταμπλό τα σπίρτα που θα αφαιρέσεις*).

		
		<u>Υπενθύμιση</u>: *Στο NIM κερδίζεις όταν υποχρεώσεις τον αντίπαλό σου να μαζέψει το τελευταίο αντικείμενο (σπίρτο)*

– –

<u>2η δοκιμασία:</u> Παιχνίδι NIM (*έκδοση 1-3-5-7, με τα16 σπίρτα*)

Παρακάτω υπάρχουν 5 διαφορετικά παιχνίδια NIM που δεν έχουν ακόμα ολοκληρωθεί. Είναι η σειρά σου να παίξεις. Ποια νομίζεις ότι είναι η καλύτερη κίνηση που θα μπορούσες να κάνεις; (*σημείωσε- διάγραψε πάνω στο κάθε ταμπλό τα σπίρτα που θα αφαιρέσεις*).

		
		<u>Υπενθύμιση</u>: *Στο NIM κερδίζεις όταν υποχρεώσεις τον αντίπαλό σου να μαζέψει το τελευταίο αντικείμενο (σπίρτο)*

Παράρτημα Β7

<u>Θέμα :</u> **Ενημέρωση γονέων για την έναρξη διδακτικού προγράμματος - Αίτηση για συγκατάθεση συμμετοχής των μαθητών**

Αγαπητοί γονείς

Θα ήθελα να σας πληροφορήσω σχετικά με μία διδακτική παρέμβαση / πρόγραμμα που θα ξεκινήσει τις προσεχείς μέρες στο Ε1. Πρόκειται για ένα πρόγραμμα που σχεδίασα προκειμένου να ερευνήσω κατά πόσο η ενασχόληση των παιδιών με ηλεκτρονικά μαθηματικά παιχνίδια σκέψης μπορεί να τα βοηθήσει να συζητάνε καλύτερα και περισσότερο, για μαθηματικές έννοιες και στρατηγικές. Για τη διεξαγωγή του προγράμματος θα χρησιμοποιηθούν κυρίως ώρες της Ευέλικτης Ζώνης καθ' όλη τη διάρκεια του γ' τριμήνου.

Πληροφορίες για το διδακτικό πρόγραμμα

Για τις ανάγκες του προγράμματος κατασκεύασα στη γλώσσα προγραμματισμού java δύο γνωστά μαθηματικά παιχνίδια σκέψης, στα οποία παίζουν κάθε φορά δύο παίχτες ως αντίπαλοι. Σε πρώτη φάση, οι μαθητές παίζουν αρκετές παρτίδες, ώστε να καταλάβουν τις κινήσεις και τον σκοπό των παιχνιδιών. Σε δεύτερη φάση, οι μαθητές παίζουν επιπλέον ορισμένες παρτίδες, στις οποίες τους ζητείται να σχολιάζουν τις κινήσεις που κάνουν (τα σχόλια ηχογραφούνται από τον υπολογιστή καθώς τα παιδιά παίζουν). Στην τρίτη φάση, γίνεται από εμένα επιλογή ορισμένων παιχνιδιών (από αυτά που έγιναν και που παρουσιάζουν στρατηγικό ενδιαφέρον) και οι μαθητές που συμμετείχαν σε αυτά καλούνται να τα σχολιάσουν, δηλαδή να συζητήσουν σχετικά με τις κινήσεις και τις στρατηγικές που χρησιμοποίησαν για να φτάσουν στη νίκη. Στην τελική φάση, επαναλαμβάνονται τα παιχνίδια της 2^{ης} φάσης, προκειμένου να διαπιστωθεί αν υπάρχουν αλλαγές στον τρόπο παιξίματος και αν βελτιώνεται η στρατηγική που ακολουθούν τα παιδιά.
Θεωρώ ότι η παραπάνω διαδικασία έχει να προσφέρει σημαντικές εμπειρίες στα παιδιά. Το πρόγραμμα προβλέπεται ότι θα ενθαρρύνει τα παιδιά να αρχίσουν να χρησιμοποιούν τη συζήτηση στα μαθηματικά ώστε να επικοινωνούν τη σκέψη τους τόσο στους άλλους όσο και στον ίδιο τους τον εαυτό, κάτι που πιθανόν να ενισχύσει την αυτοπεποίθησή τους ως προς το συγκεκριμένο μάθημα.

Πώς προέκυψε το παραπάνω διδακτικό πρόγραμμα;

Από τον Οκτώβριο του 2010 είμαι διδακτορικός φοιτητής του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Κρήτης στον τομέα των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση και το θέμα της εργασίας που εκπονώ είναι: «διδακτική αξιοποίηση μαθηματικών παιχνιδιών με μαθητές Ε΄ τάξης Δημοτικού με στόχο την ανάπτυξη μαθηματικού διαλόγου». Στο πλαίσιο των σπουδών αυτών κατασκεύασα στον υπολογιστή δύο μαθηματικά παιχνίδια σκέψης, δημιούργησα το διδακτικό πρόγραμμα που αναφέρεται παραπάνω και πλέον καλούμαι να εφαρμόσω το πρόγραμμα σε μια τάξη Ε΄ δημοτικού προκειμένου να μελετήσω το κατά πόσον είναι σε θέση να οδηγήσει στην ανάπτυξη ποιοτικών μαθηματικών συζητήσεων μεταξύ των μαθητών.

Ποια στοιχεία θα χρησιμοποιηθούν;

Τα δεδομένα που θα αναλυθούν προκειμένου να διαπιστωθεί αν η διδακτική παρέμβαση εξυπηρετεί το σκοπό της, δηλαδή την ανάπτυξη μαθηματικού διαλόγου μεταξύ των παιδιών, είναι:

1. οι συνομιλίες των παιδιών καθώς παίζουν τα μαθηματικά παιχνίδια (οι οποίες θα ηχογραφηθούν εκείνη την ώρα από τον υπολογιστή)
2. τα γραπτά σχόλια που θα κάνουν τα παιδιά, στο site που φιλοξενεί το παραπάνω μάθημα (www.edmodo.com), όπου και θα κληθούν σε αρχείο παρουσίασης (τύπου powerpoint) να γράψουν σχόλια και να κάνουν σκέψεις για τα συγκεκριμένα παιχνίδια στα οποία συμμετείχαν.

Εμπιστευτικότητα δεδομένων

Με δεδομένο ότι το ερέθισμα για τις συζητήσεις είναι δύο μαθηματικά παιχνίδια, είναι φυσιολογικό και αναμενόμενο ότι οι συζητήσεις που θα λάβουν χώρα θα έχουν κυρίως μαθηματικό περιεχόμενο. Το ενδιαφέρον μου ως ερευνητή βρίσκεται στην ανάλυση του είδους της συζήτησης που θα προκύψει ανάμεσα στους μαθητές. Αυτό σημαίνει ότι στη συγκεκριμένη διδακτική παρέμβαση δεν υπάρχει σωστή ή λάθος απάντηση και επομένως όλες οι συνομιλίες των μαθητών είναι εξ ορισμού σημαντικές και σεβαστές.
Τέλος, σας διαβεβαιώνω ότι το περιεχόμενο όλων των συζητήσεων είναι εμπιστευτικό και προορίζεται αποκλειστικά για ερευνητική χρήση. Για να εξασφαλίσω το παραπάνω, επέλεξα τη χρήση ενός site όπου η πρόσβαση σε οποιοδήποτε μάθημα γίνεται με κωδικό πρόσβασης που γνωρίζει μόνο ο δάσκαλος (κατασκευαστής του μαθήματος) και οι μαθητές του και όπου οι εξωτερικοί χρήστες δεν μπορούν να το εντοπίσουν χρησιμοποιώντας μηχανές αναζήτησης. Επιπλέον, ως πρόσθετη ασφαλιστική δικλείδα, σε όλη τη διάρκεια της παρέμβασης οι μαθητές θα χρησιμοποιούν ψευδώνυμα έτσι ώστε να μην εμφανίζονται στο site προσωπικές πληροφορίες όπως το ονοματεπώνυμό τους.

Αν, λοιπόν, είστε σύμφωνοι το παιδί σας να συμμετάσχει στην έρευνα, παρακαλώ συμπληρώστε και επιστρέψτε το παρόν έγγραφο όσο το δυνατόν πιο σύντομα. Η συνεργασία σας θα είναι πολύτιμη. Σας ευχαριστώ εκ των προτέρων.

Ο/Η κάτωθι υπογεγραμμένος/η .....,
υπό την ιδιότητα μου ως γονέας/κηδεμόνας του/της .....
δηλώνω υπεύθυνα ότι επιτρέπω - δεν επιτρέπω (*κυκλώστε την επιλογή σας*)
τη συμμετοχή του/της στο παραπάνω διδακτικό πρόγραμμα.

Υπογραφή:

Με εκτίμηση
Βαγγέλης Νικολιδάκης

ΜΕΡΟΣ Γ
ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ SPSS outputs

Κριτήριο t-test για τον έλεγχο της διαφοράς του μέσου όρου λαθών που κάνουν οι μαθητές μεταξύ επαναληπτικών και αρχικών παρτίδων[59] στο παιχνίδι NIM_{135}

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	pr_pl00errors	1,775	40	,6975	,1103
	af_pl00errors	,900	40	,9001	,1423
Pair 2	pr_pl01errors	1,100	40	,3789	,0599
	af_pl01errors	,650	40	,5796	,0916
Pair 3	pr_pl02errors	,675	40	,4743	,0750
	af_pl02errors	,250	40	,4385	,0693

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	pr_pl00errors & af_pl00errors	40	-,282	,048
Pair 2	pr_pl01errors & af_pl01errors	40	-,070	,068
Pair 3	pr_pl02errors & af_pl02errors	40	-,339	,032

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	pr_pl00errors - af_pl00errors	,8750	1,2848	,2031	,4641	1,2859	4,307	39	,000
Pair 2	pr_pl01errors - af_pl01errors	,4500	,7143	,1129	,2215	,6785	3,984	39	,000
Pair 3	pr_pl02errors - af_pl02errors	,4250	,7472	,1181	,1860	,6640	3,597	39	,001

[59] Υπόμνημα:
"pr_pl00errors" και "af_pl00errors" = τα συνολικά λάθη που κάνουν οι μαθητές στις αρχικές και στις επαναληπτικές παρτίδες, αντίστοιχα (χωρίς να ενδιαφέρει η σειρά παιξίματος)
"pr_pl01errors" και "af_pl01errors" = η παραπάνω πληροφορία για τον παίχτη που ξεκινάει το παιχνίδι από θέση νίκης (δηλ. ο παίχτης που παίζει πρώτος στο NIM_{135} ή δεύτερος στο NIM_{1357})
"pr_pl02errors" και "af_pl02errors" = η παραπάνω πληροφορία για τον παίχτη που ξεκινάει το παιχνίδι από θέση ήττας (δηλ. ο παίχτης που παίζει δεύτερος στο NIM_{135} ή πρώτος στο NIM_{1357})

Κριτήριο t-test για τον έλεγχο της διαφοράς του μέσου όρου λαθών που κάνουν οι μαθητές μεταξύ επαναληπτικών και αρχικών παρτίδων[60] στο παιχνίδι NIM_{1357}

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	pr_pl00errors	2,200	40	1,5558	,2460
	af_pl00errors	2,025	40	1,5769	,2493
Pair 2	pr_pl01errors	,900	40	,8102	,1281
	af_pl01errors	,750	40	,7763	,1227
Pair 3	pr_pl02errors	1,300	40	,8228	,1301
	af_pl02errors	1,275	40	,8767	,1386

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	pr_pl00errors & af_pl00errors	40	,573	,000
Pair 2	pr_pl01errors & af_pl01errors	40	,571	,000
Pair 3	pr_pl02errors & af_pl02errors	40	,451	,003

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	pr_pl00errors - af_pl00errors	,1750	1,4480	,2290	-,2881	,6381	,764	39	,449
Pair 2	pr_pl01errors - af_pl01errors	,1500	,7355	,1163	-,0852	,3852	1,290	39	,205
Pair 3	pr_pl02errors - af_pl02errors	,0250	,8912	,1409	-,2600	,3100	,177	39	,860

[60] Υπόμνημα: το ίδιο με το παράρτημα Γ1

Κριτήριο Wilcoxon για τον έλεγχο της διαφοράς μέσων όρων των μαθητών στη μαθηματική δοκιμασία μεταξύ αρχικής και τελικής επίδοσης της δοκιμασίας[61]

NPar Tests

```
[DataSet1] C:\Users\Vangelis\MyPHD\MyResearch\MySPSS\MathsTests.sav
```

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
t1_math_sc	20	4,550	1,8981	2,0	8,5
t2_math_sc	20	5,925	2,4131	2,5	9,5

Wilcoxon Signed Ranks Test

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
t2_math_sc - t1_math_sc	Negative Ranks	1[a]	7,50	7,50
	Positive Ranks	18[b]	10,14	182,50
	Ties	1[c]		
	Total	20		

a. t2_math_sc < t1_math_sc

b. t2_math_sc > t1_math_sc

c. t2_math_sc = t1_math_sc

Test Statistics[a]

	t2_math_sc - t1_math_sc
Z	-3,542[b]
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks.

[61] Υπόμνημα:
"t1_math_sc" και "t2_math_sc" = το σκορ που σημείωσαν οι μαθητές στην αρχική (t1) και στην τελική (t2) επίδοση της μαθηματικής δοκιμασίας, αντίστοιχα.

Γ4-1 Κριτήρια McNemar Chi Square για τον έλεγχο της σημαντικότητας των διαφορών των σκορ των μαθητών σε επιμέρους αντικείμενα της μαθηματικής δοκιμασίας μεταξύ αρχικής και τελικής επίδοσης της δοκιμασίας αυτής[62]

3ο αντικείμενο
αρχική - τελική επίδοση δοκιμασίας

t1_math_i3 * t2_math_i3 Crosstabulation

			t2_math_i3		
			,0	1,0	Total
t1_math_i3	,0	Count	6	8	14
		% within t1_math_i3	42,9%	57,1%	100,0%
		% within t2_math_i3	85,7%	61,5%	70,0%
	1,0	Count	1	5	6
		% within t1_math_i3	16,7%	83,3%	100,0%
		% within t2_math_i3	14,3%	38,5%	30,0%
Total		Count	7	13	20
		% within t1_math_i3	35,0%	65,0%	100,0%
		% within t2_math_i3	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Square Tests

	Value	Exact Sig. (2-sided)
McNemar Test		,039[a]
N of Valid Cases	20	

a. Binomial distribution used.

10ο αντικείμενο (β υποερώτημα)
αρχική - τελική επίδοση δοκιμασίας

t1_math_i10b * t2_math_i10b Crosstabulation

			t2_math_i10b		
			.0	1.0	Total
t1_math_i10b	.0	Count	13	6	19
		% within t1_math_i10b	68.4%	31.6%	100.0%
		% within t2_math_i10b	100.0%	85.7%	95.0%
	1.0	Count	0	1	1
		% within t1_math_i10b	0.0%	100.0%	100.0%
		% within t2_math_i10b	0.0%	14.3%	5.0%
Total		Count	13	7	20
		% within t1_math_i10b	65.0%	35.0%	100.0%
		% within t2_math_i10b	100.0%	100.0%	100.0%

Chi-Square Tests

	Value	Exact Sig. (2-sided)
McNemar Test		.031[a]
N of Valid Cases	20	

a. Binomial distribution used.

5ο αντικείμενο (α υποερώτημα)
αρχική - τελική επίδοση δοκιμασίας

t1_math_i5a * t2_math_i5a Crosstabulation

			t2_math_i5a		
			.0	1.0	Total
t1_math_i5a	.0	Count	8	7	15
		% within t1_math_i5a	53.3%	46.7%	100.0%
		% within t2_math_i5a	88.9%	63.6%	75.0%
	1.0	Count	1	4	5
		% within t1_math_i5a	20.0%	80.0%	100.0%
		% within t2_math_i5a	11.1%	36.4%	25.0%
Total		Count	9	11	20
		% within t1_math_i5a	45.0%	55.0%	100.0%
		% within t2_math_i5a	100.0%	100.0%	100.0%

Chi-Square Tests

	Value	Exact Sig. (2-sided)
McNemar Test		.070[a]
N of Valid Cases	20	

a. Binomial distribution used.

5ο αντικείμενο (β υποερώτημα)
αρχική - τελική επίδοση δοκιμασίας

t1_math_i5b * t2_math_i5b Crosstabulation

			t2_math_i5b		
			.0	1.0	Total
t1_math_i5b	.0	Count	13	5	18
		% within t1_math_i5b	72.2%	27.8%	100.0%
		% within t2_math_i5b	100.0%	71.4%	90.0%
	1.0	Count	0	2	2
		% within t1_math_i5b	0.0%	100.0%	100.0%
		% within t2_math_i5b	0.0%	28.6%	10.0%
Total		Count	13	7	20
		% within t1_math_i5b	65.0%	35.0%	100.0%
		% within t2_math_i5b	100.0%	100.0%	100.0%

Chi-Square Tests

	Value	Exact Sig. (2-sided)
McNemar Test		.063[a]
N of Valid Cases	20	

a. Binomial distribution used.

[62] Υπόμνημα:
Στις ονομασίες των μεταβλητών το πρόθεμα "t1_math" παραπέμπει στην αρχική επίδοση της δοκιμασίας ενώ το "t2_math" στην τελική επίδοση της δοκιμασίας. Οι καταλήξεις "_i3", "_i5a", "_i5b" και "i10b" προσδιορίζουν σε κάθε περίπτωση το επιμέρους αντικείμενο της δοκιμασίας για το οποίο γίνεται λόγος (3ο, α υποερώτημα του 5ου, β υποερώτημα του 5ου, β υποερώτημα του 10ου αντίστοιχα)

Γ4-2 Κριτήρια McNemar Chi Square για τον έλεγχο της σημαντικότητας των διαφορών των σκορ των μαθητών σε επιμέρους αντικείμενα της δοκιμασίας ΝΙΜ μεταξύ επαναληπτικών επιδόσεων της δοκιμασίας αυτής[63]

t1_n135_i3 * t2_n135_i3 **3ο αντικείμενο** αρχική - ενδιάμεση επίδοση δοκιμασίας

Crosstab

			t2_n135_i3 .0	t2_n135_i3 1.0	Total
t1_n135_i3	.0	Count	6	7	13
		% within t1_n135_i3	46.2%	53.8%	100.0%
		% within t2_n135_i3	100.0%	50.0%	65.0%
	1.0	Count	0	7	7
		% within t1_n135_i3	0.0%	100.0%	100.0%
		% within t2_n135_i3	0.0%	50.0%	35.0%
Total		Count	6	14	20
		% within t1_n135_i3	30.0%	70.0%	100.0%
		% within t2_n135_i3	100.0%	100.0%	100.0%

Chi-Square Tests

	Value	Exact Sig. (2-sided)
McNemar Test		.016[a]
N of Valid Cases	20	

a. Binomial distribution used.

t1_n135_i2 * t3_n135_i2 **2ο αντικείμενο** αρχική - τελική επίδοση δοκιμασίας

Crosstab

			t3_n135_i2 .0	t3_n135_i2 1.0	Total
t1_n135_i2	.0	Count	3	10	13
		% within t1_n135_i2	23.1%	76.9%	100.0%
		% within t3_n135_i2	100.0%	58.8%	65.0%
	1.0	Count	0	7	7
		% within t1_n135_i2	0.0%	100.0%	100.0%
		% within t3_n135_i2	0.0%	41.2%	35.0%
Total		Count	3	17	20
		% within t1_n135_i2	15.0%	85.0%	100.0%
		% within t3_n135_i2	100.0%	100.0%	100.0%

Chi-Square Tests

	Value	Exact Sig. (2-sided)
McNemar Test		.002[a]
N of Valid Cases	20	

a. Binomial distribution used.

t1_n135_i2 * t3_n135_i2 **3ο αντικείμενο** αρχική - τελική επίδοση δοκιμασίας

Crosstab

			t3_n135_i2 .0	t3_n135_i2 1.0	Total
t1_n135_i2	.0	Count	3	10	13
		% within t1_n135_i2	23.1%	76.9%	100.0%
		% within t3_n135_i2	100.0%	58.8%	65.0%
	1.0	Count	0	7	7
		% within t1_n135_i2	0.0%	100.0%	100.0%
		% within t3_n135_i2	0.0%	41.2%	35.0%
Total		Count	3	17	20
		% within t1_n135_i2	15.0%	85.0%	100.0%
		% within t3_n135_i2	100.0%	100.0%	100.0%

Chi-Square Tests

	Value	Exact Sig. (2-sided)
McNemar Test		.002[a]
N of Valid Cases	20	

a. Binomial distribution used.

t1_n1357_i3 * t3_n1357_i3 **8ο αντικείμενο** αρχική - τελική επίδοση δοκιμασίας

Crosstab

			t3_n1357_i3 .0	t3_n1357_i3 1.0	Total
t1_n1357_i3	.0	Count	2	8	10
		% within t1_n1357_i3	20.0%	80.0%	100.0%
		% within t3_n1357_i3	100.0%	44.4%	50.0%
	1.0	Count	0	10	10
		% within t1_n1357_i3	0.0%	100.0%	100.0%
		% within t3_n1357_i3	0.0%	55.6%	50.0%
Total		Count	2	18	20
		% within t1_n1357_i3	10.0%	90.0%	100.0%
		% within t3_n1357_i3	100.0%	100.0%	100.0%

Chi-Square Tests

	Value	Exact Sig. (2-sided)
McNemar Test		.008[a]
N of Valid Cases	20	

a. Binomial distribution used.

t1_n1357_i4 * t3_n1357_i4 **9ο αντικείμενο** αρχική - τελική επίδοση δοκιμασίας

Crosstab

			t3_n1357_i4 .0	t3_n1357_i4 1.0	Total
t1_n1357_i4	.0	Count	6	7	13
		% within t1_n1357_i4	46.2%	53.8%	100.0%
		% within t3_n1357_i4	100.0%	50.0%	65.0%
	1.0	Count	0	7	7
		% within t1_n1357_i4	0.0%	100.0%	100.0%
		% within t3_n1357_i4	0.0%	50.0%	35.0%
Total		Count	6	14	20
		% within t1_n1357_i4	30.0%	70.0%	100.0%
		% within t3_n1357_i4	100.0%	100.0%	100.0%

[63] Υπόμνημα: η ονομασία γίνεται με τρόπο ανάλογο με εκείνον που εξηγήθηκε στο παράρτημα Γ4-1

Κριτήριο Friedman για τον έλεγχο της διαφοράς μέσων όρων των μαθητών στη δοκιμασία NIM μεταξύ επαναληπτικών επιδόσεων της δοκιμασίας[64]

NPar Tests

[DataSet1] C:\Users\Vangelis\MyPHD\MyResearch\MySPSS\NIMtests.sav

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum	Percentiles 25th	50th (Median)	75th
t1_nim_score	20	4,200	1,9084	1,0	7,0	3,000	4,500	5,750
t2_nim_score	20	5,300	2,6378	,0	9,0	3,250	6,000	7,000
t3_nim_score	20	6,900	1,6190	3,0	9,0	6,000	7,000	8,000

Friedman Test

Ranks

	Mean Rank
t1_nim_score	1,38
t2_nim_score	1,90
t3_nim_score	2,73

Test Statistics[a]

N	20
Chi-Square	21,171
df	2
Asymp. Sig.	,000

a. Friedman Test

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum	Percentiles 25th	50th (Median)	75th
t1_nim_score	20	4,200	1,9084	1,0	7,0	3,000	4,500	5,750
t2_nim_score	20	5,300	2,6378	,0	9,0	3,250	6,000	7,000

Wilcoxon Signed Ranks Test

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
t2_nim_score - t1_nim_score	Negative Ranks	4[a]	7,13	28,50
	Positive Ranks	12[b]	8,96	107,50
	Ties	4[c]		
	Total	20		

a. t2_nim_score < t1_nim_score

b. t2_nim_score > t1_nim_score

c. t2_nim_score = t1_nim_score

Test Statistics[a]

	t2_nim_score - t1_nim_score
Z	-2,062[b]
Asymp. Sig. (2-tailed)	,039

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks.

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum	Percentiles 25th	50th (Median)	75th
t2_nim_score	20	5,300	2,6378	,0	9,0	3,250	6,000	7,000
t3_nim_score	20	6,900	1,6190	3,0	9,0	6,000	7,000	8,000

Wilcoxon Signed Ranks Test

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
t3_nim_score - t2_nim_score	Negative Ranks	3[a]	5,50	16,50
	Positive Ranks	15[b]	10,30	154,50
	Ties	2[c]		
	Total	20		

a. t3_nim_score < t2_nim_score

b. t3_nim_score > t2_nim_score

c. t3_nim_score = t2_nim_score

Test Statistics[a]

	t3_nim_score - t2_nim_score
Z	-3,067[b]
Asymp. Sig. (2-tailed)	,002

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks.

---

[64] Υπόμνημα:
"t1_nim_score", "t2_nim_score" και "t3_nim_score" = το σκορ που σημείωσαν οι μαθητές στην αρχική (t1), στην ενδιάμεση (t2) και στην τελική (t3) επίδοση της δοκιμασίας NIM, αντίστοιχα.

Outputs από εφαρμογή ανάλυσης συσχετίσεων (correlation analysis)

Γ6-1

Ανάλυση συσχέτισης μεταξύ των επιδόσεων των μαθητών στις γραπτές δοκιμασίες (μαθηματική – NIM)[65]

Correlations

		t1_nim_score	t2_nim_score	t3_nim_score	t1_maths_score	t2_maths_score
t1_nim_score	Pearson Correlation	1	.594**	.535*	.600**	.666**
	Sig. (2-tailed)		.006	.015	.005	.001
	N	20	20	20	20	20
t2_nim_score	Pearson Correlation	.594**	1	.636**	.570**	.727**
	Sig. (2-tailed)	.006		.003	.009	.000
	N	20	20	20	20	20
t3_nim_score	Pearson Correlation	.535*	.636**	1	.438	.496*
	Sig. (2-tailed)	.015	.003		.053	.026
	N	20	20	20	20	20
t1_maths_score	Pearson Correlation	.600**	.570**	.438	1	.891**
	Sig. (2-tailed)	.005	.009	.053		.000
	N	20	20	20	20	20
t2_maths_score	Pearson Correlation	.666**	.727**	.496*	.891**	1
	Sig. (2-tailed)	.001	.000	.026	.000	
	N	20	20	20	20	20

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Correlations

		t1_n135_sc	t1_n1357_sc	t1_nim_score	t2_n135_sc	t2_n1357_sc	t2_nim_score	t3_n135_sc	t3_n1357_sc	t3_nim_score	t1_maths_score	t2_maths_score
t1_n135_sc	Pearson Correlation	1	.742**	.926**	.517*	.469*	.533*	.399	.391	.480*	.624**	.684**
	Sig. (2-tailed)		.000	.000	.020	.037	.016	.081	.088	.032	.003	.001
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
t1_n1357_sc	Pearson Correlation	.742**	1	.920**	.632**	.582**	.656**	.485*	.439	.558*	.537*	.644**
	Sig. (2-tailed)	.000		.000	.003	.007	.002	.030	.053	.011	.015	.002
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
t1_nim_score	Pearson Correlation	.926**	.920**	1	.548*	.556*	.594**	.474*	.414	.535*	.600**	.666**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000		.012	.011	.006	.035	.070	.015	.005	.001
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
t2_n135_sc	Pearson Correlation	.517*	.632**	.548*	1	.723**	.939**	.381	.424	.495*	.613**	.794**
	Sig. (2-tailed)	.020	.003	.012		.000	.000	.097	.062	.027	.004	.000
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
t2_n1357_sc	Pearson Correlation	.469*	.582**	.556*	.723**	1	.916**	.640**	.532*	.703**	.431	.537*
	Sig. (2-tailed)	.037	.007	.011	.000		.000	.002	.016	.001	.058	.015
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
t2_nim_score	Pearson Correlation	.533*	.656**	.594**	.939**	.916**	1	.539*	.510*	.636**	.570**	.727**
	Sig. (2-tailed)	.016	.002	.006	.000	.000		.014	.022	.003	.009	.000
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
t3_n135_sc	Pearson Correlation	.399	.485*	.474*	.381	.640**	.539*	1	.331	.744**	.371	.355
	Sig. (2-tailed)	.081	.030	.035	.097	.002	.014		.154	.000	.107	.125
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
t3_n1357_sc	Pearson Correlation	.391	.439	.414	.424	.532*	.510*	.331	1	.877**	.352	.446*
	Sig. (2-tailed)	.088	.053	.070	.062	.016	.022	.154		.000	.128	.049
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
t3_nim_score	Pearson Correlation	.480*	.558*	.535*	.495*	.703**	.636**	.744**	.877**	1	.438	.496*
	Sig. (2-tailed)	.032	.011	.015	.027	.001	.003	.000	.000		.053	.026
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
t1_maths_score	Pearson Correlation	.624**	.537*	.600**	.613**	.431	.570**	.371	.352	.438	1	.891**
	Sig. (2-tailed)	.003	.015	.005	.004	.058	.009	.107	.128	.053		.000
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
t2_maths_score	Pearson Correlation	.684**	.644**	.666**	.794**	.537*	.727**	.355	.446*	.496*	.891**	1
	Sig. (2-tailed)	.001	.002	.001	.000	.015	.000	.125	.049	.026	.000	
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

[65] Υπόμνημα:

Για την αποκωδικοποίηση της ονομασίας των μεταβλητών ισχύουν όσα αναφέρθηκαν στα προηγούμενα παραρτήματα (Γ3 και Γ5). Επιπρόσθετα, το "NIM_{135}" παραπέμπει στο μέρος της δοκιμασίας που αφορά την απλή εκδοχή του παιχνιδιού (αντικείμενα 1 έως 5), το "NIM_{1357}" παραπέμπει στο μέρος που αφορά τη σύνθετη εκδοχή (αντικείμενα 6 έως 10), ενώ όταν εμφανίζεται σκέτο "NIM" η μεταβλητή παραπέμπει στο σύνολο της δοκιμασίας NIM (αντικείμενα 1 έως 10).

Γ6-2

Ανάλυση συσχέτισης μεταξύ της αυτοπεποίθησης (μαθηματικών – NIM) και της επίδοσης των μαθητών στις γραπτές δοκιμασίες (μαθηματική – NIM)[66]

Correlations

			cnf_m_1	cnf_m_2	cnf_n_1	cnf_n_2	t1_math_sc	t2_math_sc	t1_NIM_sc	t2_NIM_sc	t3_NIM_sc	win_NIM135	win_NIM1357	win_NIMtotal
Spearman's rho	cnf_m_1	Correlation Coefficient	1.000	.882**	.521*	.356	.457*	.519*	.624**	.443	.465*	.199	.081	.153
		Sig. (2-tailed)	.	.000	.018	.124	.043	.019	.003	.050	.039	.401	.733	.521
		N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	cnf_m_2	Correlation Coefficient	.882**	1.000	.517*	.414	.483*	.545*	.593**	.473*	.400	.064	.121	.092
		Sig. (2-tailed)	.000	.	.020	.070	.031	.013	.006	.035	.080	.789	.612	.700
		N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	cnf_n_1	Correlation Coefficient	.521*	.517*	1.000	.540*	-.098	-.101	.239	-.017	-.042	-.304	.033	-.190
		Sig. (2-tailed)	.018	.020	.	.014	.682	.673	.310	.943	.861	.192	.892	.423
		N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	cnf_n_2	Correlation Coefficient	.356	.414	.540*	1.000	.098	-.143	.047	-.076	-.141	-.452*	-.011	-.319
		Sig. (2-tailed)	.124	.070	.014	.	.680	.549	.844	.750	.554	.045	.963	.171
		N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	t1_math_sc	Correlation Coefficient	.457*	.483*	-.098	.098	1.000	.896**	.616**	.548*	.411	.363	.238	.357
		Sig. (2-tailed)	.043	.031	.682	.680	.	.000	.004	.012	.072	.116	.312	.123
		N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	t2_math_sc	Correlation Coefficient	.519*	.545*	-.101	-.143	.896**	1.000	.668**	.730**	.548*	.495*	.218	.429
		Sig. (2-tailed)	.019	.013	.673	.549	.000	.	.001	.000	.012	.026	.356	.059
		N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	t1_NIM_sc	Correlation Coefficient	.624**	.593**	.239	.047	.616**	.668**	1.000	.587**	.433	.224	.185	.235
		Sig. (2-tailed)	.003	.006	.310	.844	.004	.001	.	.007	.056	.342	.435	.318
		N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	t2_NIM_sc	Correlation Coefficient	.443	.473*	-.017	-.076	.548*	.730**	.587**	1.000	.608**	.504*	.299	.475*
		Sig. (2-tailed)	.050	.035	.943	.750	.012	.000	.007	.	.004	.023	.200	.034
		N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	t3_NIM_sc	Correlation Coefficient	.465*	.400	-.042	-.141	.411	.548*	.433	.608**	1.000	.611**	.015	.379
		Sig. (2-tailed)	.039	.080	.861	.554	.072	.012	.056	.004	.	.004	.950	.099
		N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	win_NIM135	Correlation Coefficient	.199	.064	-.304	-.452*	.363	.495*	.224	.504*	.611**	1.000	.531*	.896**
		Sig. (2-tailed)	.401	.789	.192	.045	.116	.026	.342	.023	.004	.	.016	.000
		N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	win_NIM1357	Correlation Coefficient	.081	.121	.033	-.011	.238	.218	.185	.299	.015	.531*	1.000	.845**
		Sig. (2-tailed)	.733	.612	.892	.963	.312	.356	.435	.200	.950	.016	.	.000
		N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	win_NIMtotal	Correlation Coefficient	.153	.092	-.190	-.319	.357	.429	.235	.475*	.379	.896**	.845**	1.000
		Sig. (2-tailed)	.521	.700	.423	.171	.123	.059	.318	.034	.099	.000	.000	.
		N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

[66] Υπόμνημα:

Για την αποκωδικοποίηση της ονομασίας των μεταβλητών ισχύουν όσα έχουν αναφερθεί στις υποσημειώσεις προηγούμενων παραρτημάτων (Γ3, Γ4 και Γ5). Επιπλέον, σημειώνεται ότι "cnf_m_1" και "cnf_m_2" είναι η αυτοπεποίθηση των μαθητών στα μαθηματικά πριν (1) ή μετά (2) την ολοκλήρωση της διδακτικής παρέμβασης. Αντίστοιχα, "cnf_n_1" και "cnf_n_2" είναι η αυτοπεποίθηση των μαθητών ως προς την εκτιμώμενη από τους ίδιους ικανότητά τους στο παιχνίδι NIM, αρχικά (1) και τελικά (2).

Γ6-3

Ανάλυση συσχέτισης μεταξύ του πλήθους των λάθος κινήσεων που έκαναν οι μαθητές στα παιχνίδια και της επίδοσής τους στις γραπτές δοκιμασίες (μαθηματικών – NIM)[67]

Correlations

		err_NIM135	err_NIM1357	err_total	t1_maths_score	t2_maths_score	t1_nim_score	t2_nim_score	t3_nim_score
err_NIM135	Pearson Correlation	1	.396	.664**	-.409	-.423	-.201	-.182	-.320
	Sig. (2-tailed)		.084	.001	.073	.063	.395	.443	.169
	N	20	20	20	20	20	20	20	20
err_NIM1357	Pearson Correlation	.396	1	.950**	-.509*	-.546*	-.268	-.487*	-.150
	Sig. (2-tailed)	.084		.000	.022	.013	.253	.030	.527
	N	20	20	20	20	20	20	20	20
err_total	Pearson Correlation	.664**	.950**	1	-.554*	-.589**	-.287	-.458*	-.232
	Sig. (2-tailed)	.001	.000		.011	.006	.220	.042	.326
	N	20	20	20	20	20	20	20	20
t1_maths_score	Pearson Correlation	-.409	-.509*	-.554*	1	.891**	.600**	.570**	.438
	Sig. (2-tailed)	.073	.022	.011		.000	.005	.009	.053
	N	20	20	20	20	20	20	20	20
t2_maths_score	Pearson Correlation	-.423	-.546*	-.589**	.891**	1	.666**	.727**	.496*
	Sig. (2-tailed)	.063	.013	.006	.000		.001	.000	.026
	N	20	20	20	20	20	20	20	20
t1_nim_score	Pearson Correlation	-.201	-.268	-.287	.600**	.666**	1	.594**	.535*
	Sig. (2-tailed)	.395	.253	.220	.005	.001		.006	.015
	N	20	20	20	20	20	20	20	20
t2_nim_score	Pearson Correlation	-.182	-.487*	-.458*	.570**	.727**	.594**	1	.636**
	Sig. (2-tailed)	.443	.030	.042	.009	.000	.006		.003
	N	20	20	20	20	20	20	20	20
t3_nim_score	Pearson Correlation	-.320	-.150	-.232	.438	.496*	.535*	.636**	1
	Sig. (2-tailed)	.169	.527	.326	.053	.026	.015	.003	
	N	20	20	20	20	20	20	20	20

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

[67] Υπόμνημα:
"err_NIM135" = το πλήθος των λαθών που έκαναν οι μαθητές στην απλή εκδοχή του παιχνιδιού
"err_NIM1357" = το πλήθος των λαθών που έκαναν οι μαθητές στη σύνθετη εκδοχή του παιχνιδιού
"err_total" = το πλήθος των λαθών που έκαναν συνολικά οι μαθητές στις δύο εκδοχές του παιχνιδιού που χρησιμοποιήθηκαν.

Γ6-4

Ανάλυση συσχέτισης μεταξύ του συνόλου των νικών που σημειώνουν οι μαθητές στα παιχνίδια και της επίδοσής τους στις γραπτές δοκιμασίες (μαθηματικών – NIM)[68]

Correlations

		t1_maths_score	t2_maths_score	wins_NIM135	wins_NIM1357	wins_NIMtot
t1_maths_score	Pearson Correlation	1	.891**	.383	.373	.438
	Sig. (2-tailed)		.000	.096	.106	.054
	N	20	20	20	20	20
t2_maths_score	Pearson Correlation	.891**	1	.437	.301	.430
	Sig. (2-tailed)	.000		.054	.198	.058
	N	20	20	20	20	20
wins_NIM135	Pearson Correlation	.383	.437	1	.489*	.874**
	Sig. (2-tailed)	.096	.054		.029	.000
	N	20	20	20	20	20
wins_NIM1357	Pearson Correlation	.373	.301	.489*	1	.852**
	Sig. (2-tailed)	.106	.198	.029		.000
	N	20	20	20	20	20
wins_NIMtot	Pearson Correlation	.438	.430	.874**	.852**	1
	Sig. (2-tailed)	.054	.058	.000	.000	
	N	20	20	20	20	20

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

[68] Υπόμνημα:
“wins_NIM135” = το πλήθος των νικών που σημείωσαν οι μαθητές στην απλή εκδοχή του παιχνιδιού
“wins_NIM1357” = το πλήθος νικών που σημείωσαν οι μαθητές στη σύνθετη εκδοχή του παιχνιδιού
“wins_NIMtot” = το πλήθος νικών που σημείωσαν συνολικά οι μαθητές στις δύο εκδοχές του παιχνιδιού που χρησιμοποιήθηκαν.

Γ6-5

Ανάλυση συσχέτισης μεταξύ των διαφορών στα σκορ που σημειώθηκαν στις γραπτές δοκιμασίες (μαθηματικών – NIM)[69]

Correlations

		math_ch_sc	nim_ch12_a	nim_ch12_b	nim_ch12_all	nim_ch13_a	nim_ch13_b	nim_ch13_all	nim_ch23_a	nim_ch23_b	nim_ch23_all
Spearman's rho	math_ch_sc	1.000	.533*	.076	.377	-.307	-.009	-.181	-.694**	-.156	-.579**
	Sig. (2-tailed)	.	.016	.752	.101	.187	.968	.444	.001	.511	.008
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	nim_ch12_a	.533*	1.000	.456*	.864**	.120	.340	.222	-.702**	-.294	-.632**
	Sig. (2-tailed)	.016	.	.043	.000	.614	.143	.347	.001	.208	.003
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	nim_ch12_b	.076	.456*	1.000	.826**	.251	.471*	.500*	-.096	-.432	-.378
	Sig. (2-tailed)	.752	.043	.	.000	.286	.036	.025	.687	.057	.101
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	nim_ch12_all	.377	.864**	.826**	1.000	.178	.462*	.393	-.511*	-.413	-.616**
	Sig. (2-tailed)	.101	.000	.000	.	.452	.040	.086	.021	.070	.004
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	nim_ch13_a	-.307	.120	.251	.178	1.000	.194	.584**	.570**	-.176	.269
	Sig. (2-tailed)	.187	.614	.286	.452	.	.411	.007	.009	.459	.251
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	nim_ch13_b	-.009	.340	.471*	.462*	.194	1.000	.883**	.004	.515*	.276
	Sig. (2-tailed)	.968	.143	.036	.040	.411	.	.000	.986	.020	.239
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	nim_ch13_all	-.181	.222	.500*	.393	.584**	.883**	1.000	.308	.371	.390
	Sig. (2-tailed)	.444	.347	.025	.086	.007	.000	.	.186	.107	.089
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	nim_ch23_a	-.694**	-.702**	-.096	-.511*	.570**	.004	.308	1.000	.165	.742**
	Sig. (2-tailed)	.001	.001	.687	.021	.009	.986	.186	.	.487	.000
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	nim_ch23_b	-.156	-.294	-.432	-.413	-.176	.515*	.371	.165	1.000	.751**
	Sig. (2-tailed)	.511	.208	.057	.070	.459	.020	.107	.487	.	.000
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	nim_ch23_all	-.579**	-.632**	-.378	-.616**	.269	.276	.390	.742**	.751**	1.000
	Sig. (2-tailed)	.008	.003	.101	.004	.251	.239	.089	.000	.000	.
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

[69] Υπόμνημα:

"math_ch_sc" = η διαφορά στο μέσο όρο επίδοσης των μαθητών μεταξύ αρχικής και τελικής επίδοσης της μαθηματικής δοκιμασίας

"nim_ch13_all" – "nim_ch12_all" – "nim_ch23_all" = η διαφορά στο μέσο όρο επίδοσης των μαθητών μεταξύ αρχικής και τελικής (ch13), αρχικής και ενδιάμεσης (ch12) και ενδιάμεσης και τελικής (ch23) επίδοσης της δοκιμασίας NIM, αντίστοιχα.

Outputs από εφαρμογή κριτηρίου Mann Whitney U tests

Γ7-1

Εφαρμογή Mann Whitney U tests για τη δοκιμασία NIM[70]

Means

Report

riddle-strategy		t1_n135_sc	t1_n1357_sc	t1_nim_score	t2_n135_sc	t2_n1357_sc	t2_nim_score	t3_n135_sc	t3_n1357_sc	t3_nim_score
No	Mean	2.333	1.467	3.667	2.733	1.733	4.467	3.733	2.800	6.533
	N	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	Std. Deviation	.8997	.9155	1.8387	1.5337	1.2228	2.5033	.7988	1.2071	1.6417
Yes	Mean	3.200	2.600	5.800	4.400	3.400	7.800	4.600	3.400	8.000
	N	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Std. Deviation	.4472	.8944	1.0954	.5477	.5477	.8367	.5477	.8944	1.0000
Total	Mean	2.550	1.750	4.200	3.150	2.150	5.300	3.950	2.950	6.900
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	Std. Deviation	.8870	1.0195	1.9084	1.5313	1.3089	2.6378	.8256	1.1459	1.6190

Mann-Whitney Test

Test Statistics[a]

	t1_n135_sc	t1_n1357_sc	t1_nim_score	t2_n135_sc	t2_n1357_sc	t2_nim_score	t3_n135_sc	t3_n1357_sc	t3_nim_score
Mann-Whitney U	15.000	14.500	13.000	10.500	8.500	5.000	15.000	26.500	18.000
Wilcoxon W	135.000	134.500	133.000	130.500	128.500	125.000	135.000	146.500	138.000
Z	-2.081	-2.108	-2.170	-2.526	-2.598	-2.865	-2.126	-1.010	-1.755
Asymp. Sig. (2-tailed)	.037	.035	.030	.012	.009	.004	.034	.312	.079
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.053[b]	.042[b]	.033[b]	.015[b]	.008[b]	.002[b]	.053[b]	.349[b]	.098[b]

a. Grouping Variable: riddle-strategy

b. Not corrected for ties.

Γ7-2 Γραπτή Μαθηματική Δοκιμασία

Means

Report

riddle-strategy		t1_maths_score	t2_maths_score
No	Mean	3.9000	5.1333
	N	15	15
	Std. Deviation	1.59463	2.22379
Yes	Mean	6.5000	8.3000
	N	5	5
	Std. Deviation	1.36931	.97468
Total	Mean	4.5500	5.9250
	N	20	20
	Std. Deviation	1.89806	2.41309

Mann-Whitney Test

Test Statistics[a]

	t1_maths_score	t2_maths_score
Mann-Whitney U	9.000	8.500
Wilcoxon W	129.000	128.500
Z	-2.502	-2.547
Asymp. Sig. (2-tailed)	.012	.011
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.011[b]	.008[b]

a. Grouping Variable: riddle-strategy

b. Not corrected for ties.

[70] Διευκρίνιση – Υπόμνημα:
Πέρα από το output που αφορά στο Mann Whitney U Test παρατίθεται και πίνακας με μέσους όρους για κάθε υποομάδα που εξετάζεται. Οι υποομάδες προκύπτουν από τη μεταβλητή “”riddle-strategy” η οποία κατατάσσει τους μαθητές στην ομάδα εκείνων που έχουν ενδιαφέρον για παιχνίδια γρίφων και στρατηγικής (τιμή “yes”) και εκείνων που δεν έχουν αντίστοιχο ενδιαφέρον (τιμή “no”)

Γ7-3. Αριθμός Νικών

Means

Report

riddle-strategy		wins_NIM135	wins_NIM1357	wins_NIMtot
No	Mean	3.6667	3.5333	7.2000
	N	15	15	15
	Std. Deviation	1.49603	.91548	2.11119
Yes	Mean	5.0000	5.4000	10.4000
	N	5	5	5
	Std. Deviation	1.22474	1.81659	2.30217
Total	Mean	4.0000	4.0000	8.0000
	N	20	20	20
	Std. Deviation	1.52177	1.41421	2.53398

Mann-Whitney Test

Test Statistics[a]

	wins_NIM135	wins_NIM1357	wins_NIMtot
Mann-Whitney U	15.500	15.500	10.500
Wilcoxon W	135.500	135.500	130.500
Z	-1.977	-1.992	-2.376
Asymp. Sig. (2-tailed)	.048	.046	.018
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.053[b]	.053[b]	.015[b]

a. Grouping Variable: riddle-strategy

b. Not corrected for ties.

Γ7-4. Πλήθος Λαθών

Means

Report

riddle-strategy		err_NIM_bef	err_NIM_aft	err_NIM_135	err_NIM_1357	err_NIM_total
No	Mean	8.2000	6.2000	5.4000	9.0000	14.4000
	N	15	15	15	15	15
	Std. Deviation	1.82052	2.42605	1.29835	3.25137	3.73784
Yes	Mean	7.0000	4.6000	4.8000	6.8000	11.6000
	N	5	5	5	5	5
	Std. Deviation	2.73861	2.30217	1.64317	3.03315	4.50555
Total	Mean	7.9000	5.8000	5.2500	8.4500	13.7000
	N	20	20	20	20	20
	Std. Deviation	2.07491	2.44088	1.37171	3.26827	4.01445

Mann-Whitney Test

Test Statistics[a]

	err_NIM_bef	err_NIM_aft	err_NIM_135	err_NIM_1357	err_NIM_total
Mann-Whitney U	26.000	23.000	28.000	22.500	23.000
Wilcoxon W	41.000	38.000	43.000	37.500	38.000
Z	-1.018	-1.287	-.857	-1.327	-1.276
Asymp. Sig. (2-tailed)	.309	.198	.392	.185	.202
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.349[b]	.230[b]	.445[b]	.197[b]	.230[b]

a. Grouping Variable: riddle-strategy

b. Not corrected for ties.

Γ8-1 Συσχέτιση ανάμεσα στις κρίσεις των εκπαιδευτικών ως προς το σκορ που θα σημειώσουν οι μαθητές στη γραπτή μαθηματική δοκιμασία

Correlations

		direct_t01	direct_t02
direct_t01	Pearson Correlation	1	.878**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	20	20
direct_t02	Pearson Correlation	.878**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	20	20

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Γ8-2 Συσχέτιση ανάμεσα στις κρίσεις των εκπαιδευτικών και στα σκορ των μαθητών στις γραπτές δοκιμασίες (μαθηματικών – NIM) καθώς και στο πλήθος νικών

Correlations

		direct_t_judge	t1_nim_score	t2_nim_score	t3_nim_score	t1_math_sc	t2_math_sc	NIM135wins	NIM1357wins	NIMwins
direct_t_judge	Pearson Correlation	1	.757**	.701**	.511*	.809**	.831**	.478*	.465*	.547*
	Sig. (2-tailed)		.000	.001	.021	.000	.000	.033	.039	.013
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20
t1_nim_score	Pearson Correlation	.757**	1	.594**	.535*	.600**	.666**	.145	.254	.229
	Sig. (2-tailed)	.000		.006	.015	.005	.001	.542	.281	.332
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20
t2_nim_score	Pearson Correlation	.701**	.594**	1	.636**	.570**	.727**	.406	.339	.433
	Sig. (2-tailed)	.001	.006		.003	.009	.000	.075	.144	.056
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20
t3_nim_score	Pearson Correlation	.511*	.535*	.636**	1	.438	.496*	.513*	.115	.372
	Sig. (2-tailed)	.021	.015	.003		.053	.026	.021	.629	.106
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20
t1_math_sc	Pearson Correlation	.809**	.600**	.570**	.438	1	.891**	.383	.373	.438
	Sig. (2-tailed)	.000	.005	.009	.053		.000	.096	.106	.054
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20
t2_math_sc	Pearson Correlation	.831**	.666**	.727**	.496*	.891**	1	.437	.301	.430
	Sig. (2-tailed)	.000	.001	.000	.026	.000		.054	.198	.058
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20
NIM135wins	Pearson Correlation	.478*	.145	.406	.513*	.383	.437	1	.489*	.874**
	Sig. (2-tailed)	.033	.542	.075	.021	.096	.054		.029	.000
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20
NIM1357wins	Pearson Correlation	.465*	.254	.339	.115	.373	.301	.489*	1	.852**
	Sig. (2-tailed)	.039	.281	.144	.629	.106	.198	.029		.000
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20
NIMwins	Pearson Correlation	.547*	.229	.433	.372	.438	.430	.874**	.852**	1
	Sig. (2-tailed)	.013	.332	.056	.106	.054	.058	.000	.000	
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Γ9-1 Έλεγχος της συμφωνίας μεταξύ των βαθμολογητών (interrater reliability) σε σχέση με την κατηγοριοποίηση των εκφορών των συζητήσεων στην ολομέλεια της τάξης σε εκφορές με και σε εκφορές χωρίς ενδιαφέρον για περαιτέρω ανάλυση (Kappa coefficients)

Crosstabs

1η συζήτηση στην ολομέλεια

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
evnikol * ganagn	82	100.0%	0	0.0%	82	100.0%

evnikol * ganagn Crosstabulation

Count

		ganagn		Total
		NAI	OXI	
evnikol	N	52	5	57
	O	1	24	25
Total		53	29	82

Symmetric Measures

		Value	Asymp. Std. Error[a]	Approx. T[b]	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.835	.064	7.606	.000
N of Valid Cases		82			

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

2η συζήτηση στην ολομέλεια

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
evnikol * ganagn	111	100.0%	0	0.0%	111	100.0%

evnikol * ganagn Crosstabulation

Count

		ganagn		Total
		NAI	OXI	
evnikol	N	64	2	66
	O	2	43	45
Total		66	45	111

Symmetric Measures

		Value	Asymp. Std. Error[a]	Approx. T[b]	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.925	.037	9.748	.000
N of Valid Cases		111			

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

3η συζήτηση στην ολομέλεια

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
evnikol * ganagn	46	100.0%	0	0.0%	46	100.0%

evnikol * ganagn Crosstabulation

Count

		ganagn		Total
		NAI	OXI	
evnikol	N	38	1	39
	O	1	6	7
Total		39	7	46

Symmetric Measures

		Value	Asymp. Std. Error[a]	Approx. T[b]	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.832	.116	5.640	.000
N of Valid Cases		46			

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

4η συζήτηση στην ολομέλεια

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
evnikol * ganagn	80	100.0%	0	0.0%	80	100.0%

evnikol * ganagn Crosstabulation

Count

		ganagn		Total
		NAI	OXI	
evnikol	N	52	3	55
	O	2	23	25
Total		54	26	80

Symmetric Measures

		Value	Asymp. Std. Error[a]	Approx. T[b]	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.856	.062	7.660	.000
N of Valid Cases		80			

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Γ9-2 Έλεγχος της συμφωνίας μεταξύ των βαθμολογητών (interrater reliability) σε σχέση με την κατηγοριοποίηση των εκφορών των συζητήσεων στην ολομέλεια της τάξης στους τύπους εκφορών του σχήματος κατηγοριοποίησης που χρησιμοποιήθηκε (Kappa coefficients)

Crosstabs

1η συζήτηση στην ολομέλεια

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
evnikol * ganagn	52	100.0%	0	0.0%	52	100.0%

evnikol * ganagn Crosstabulation

Count

		ganagn					Total
		ΔΙ	ΕΡ	ΚΑ	ΜΤ	ΥΠ	
evnikol	ΔΙ	13	0	0	0	0	13
	ΕΡ	0	9	0	4	2	15
	ΚΑ	0	0	4	0	0	4
	ΜΤ	0	0	0	6	0	6
	ΥΠ	0	2	0	0	12	14
Total		13	11	4	10	14	52

Symmetric Measures

		Value	Asymp. Std. Error[a]	Approx. T[b]	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.802	.064	11.016	.000
N of Valid Cases		52			

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

2η συζήτηση στην ολομέλεια

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
evnikol * ganagn	64	100.0%	0	0.0%	64	100.0%

evnikol * ganagn Crosstabulation

Count

		ganagn					Total
		ΔΙ	ΕΡ	ΚΑ	ΜΤ	ΥΠ	
evnikol	ΔΙ	29	0	0	0	1	30
	ΕΡ	0	4	0	4	0	8
	ΚΑ	0	0	6	0	0	6
	ΜΤ	1	0	0	6	1	8
	ΥΠ	0	1	0	0	11	12
Total		30	5	6	10	13	64

Symmetric Measures

		Value	Asymp. Std. Error[a]	Approx. T[b]	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.822	.057	11.826	.000
N of Valid Cases		64			

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

3η συζήτηση στην ολομέλεια

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
evnikol * ganagn	38	100.0%	0	0.0%	38	100.0%

evnikol * ganagn Crosstabulation

Count

		ganagn					Total
		ΔΙ	ΕΡ	ΚΑ	ΜΤ	ΥΠ	
evnikol	ΔΙ	10	0	0	0	1	11
	ΕΡ	0	6	0	1	1	8
	ΚΑ	0	0	2	1	0	3
	ΜΤ	0	0	0	1	0	1
	ΥΠ	0	0	1	0	14	15
Total		10	6	3	3	16	38

Symmetric Measures

		Value	Asymp. Std. Error[a]	Approx. T[b]	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.816	.074	8.652	.000
N of Valid Cases		38			

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

4η συζήτηση στην ολομέλεια

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
evnikol * ganagn	52	100.0%	0	0.0%	52	100.0%

evnikol * ganagn Crosstabulation

Count

		ganagn					Total
		ΔΙ	ΕΡ	ΚΑ	ΜΤ	ΥΠ	
evnikol	ΔΙ	14	1	1	0	0	16
	ΕΡ	0	5	0	0	1	6
	ΚΑ	1	0	7	0	0	8
	ΜΤ	0	0	0	4	0	4
	ΥΠ	0	1	1	0	16	18
Total		15	7	9	4	17	52

Symmetric Measures

		Value	Asymp. Std. Error[a]	Approx. T[b]	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.846	.059	11.102	.000
N of Valid Cases		52			

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Γ9-3 Έλεγχος της συμφωνίας μεταξύ των βαθμολογητών (interrater reliability) σε σχέση με την κατηγοριοποίηση των εκφορών των συζητήσεων στην ολομέλεια της τάξης (συγκεκριμένα των κατηγοριών: «Υποθέσεις» και «Ερμηνείες») ως προς την «ποιότητα» των εκφορών (Kappa coefficients)

Crosstabs

1η συζήτηση στην ολομέλεια

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
evnikol * ganagn	29	100.0%	0	0.0%	29	100.0%

evnikol * ganagn Crosstabulation

Count

		ganagn			Total
		ΚΩ1	ΚΩ2	ΚΩ3	
evnikol	ΚΩ1	14	0	0	14
	ΚΩ2	5	7	1	13
	ΚΩ3	0	1	1	2
Total		19	8	2	29

Symmetric Measures

		Value	Asymp. Std. Error[a]	Approx. T[b]	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.565	.130	3.854	.000
N of Valid Cases		29			

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

2η συζήτηση στην ολομέλεια

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
evnikol * ganagn	20	100.0%	0	0.0%	20	100.0%

evnikol * ganagn Crosstabulation

Count

		ganagn			Total
		ΚΩ1	ΚΩ2	ΚΩ3	
evnikol	ΚΩ1	13	0	0	13
	ΚΩ2	1	2	0	3
	ΚΩ3	0	3	1	4
Total		14	5	1	20

Symmetric Measures

		Value	Asymp. Std. Error[a]	Approx. T[b]	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.598	.140	3.790	.000
N of Valid Cases		20			

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

3η συζήτηση στην ολομέλεια

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
evnikol * ganagn	23	100.0%	0	0.0%	23	100.0%

evnikol * ganagn Crosstabulation

Count

		ganagn			Total
		ΚΩ1	ΚΩ2	ΚΩ3	
evnikol	ΚΩ1	10	3	0	13
	ΚΩ2	2	4	0	6
	ΚΩ3	0	1	3	4
Total		12	8	3	23

Symmetric Measures

		Value	Asymp. Std. Error[a]	Approx. T[b]	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.559	.156	3.617	.000
N of Valid Cases		23			

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

4η συζήτηση στην ολομέλεια

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
evnikol * ganagn	24	100.0%	0	0.0%	24	100.0%

evnikol * ganagn Crosstabulation

Count

		ganagn			Total
		ΚΩ1	ΚΩ2	ΚΩ3	
evnikol	ΚΩ1	6	2	0	8
	ΚΩ2	2	11	0	13
	ΚΩ3	0	1	2	3
Total		8	14	2	24

Symmetric Measures

		Value	Asymp. Std. Error[a]	Approx. T[b]	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.630	.150	3.907	.000
N of Valid Cases		24			

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Γ9-4 Έλεγχος της συμφωνίας μεταξύ των βαθμολογητών (interrater reliability) σε σχέση με την κατηγοριοποίηση των μηνυμάτων των συζητήσεων στο chat ως προς την επιτελούμενη λεκτική πράξη (Kappa coefficients)

Crosstabs

1η συζήτηση chat

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
evnikol * ganagn	293	100.0%	0	0.0%	293	100.0%

evnikol * ganagn Crosstabulation

Count

		ganagn							Total
		EXV	GRE	MST	QUE	REA	REQ	STA	
evnikol	EXV	15	0	0	0	0	0	0	15
	GRE	0	2	0	0	0	0	0	2
	MST	0	0	2	0	1	0	0	3
	QUE	0	0	0	30	0	0	0	30
	REA	0	0	0	0	101	0	1	102
	REQ	0	0	0	0	0	9	0	9
	STA	1	0	1	0	7	0	123	132
Total		16	2	3	30	109	9	124	293

Symmetric Measures

		Value	Asymp. Std. Error[a]	Approx. T[b]	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.944	.017	25.049	.000
N of Valid Cases		293			

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

2η συζήτηση chat

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
evnikol * ganagn	293	100.0%	0	0.0%	293	100.0%

evnikol * ganagn Crosstabulation

Count

		ganagn							Total
		EXV	GRE	MST	QUE	REA	REQ	STA	
evnikol	EXV	15	0	0	0	0	0	0	15
	GRE	0	2	0	0	0	0	0	2
	MST	0	0	2	0	1	0	0	3
	QUE	0	0	0	30	0	0	0	30
	REA	0	0	0	0	101	0	1	102
	REQ	0	0	0	0	0	9	0	9
	STA	1	0	1	0	7	0	123	132
Total		16	2	3	30	109	9	124	293

Symmetric Measures

		Value	Asymp. Std. Error[a]	Approx. T[b]	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.944	.017	25.049	.000
N of Valid Cases		293			

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Γ9-5 Έλεγχος της συμφωνίας μεταξύ των βαθμολογητών (interrater reliability) σε σχέση με την κατηγοριοποίηση των μηνυμάτων των συζητήσεων στο chat ως προς την ποιότητα του περιεχομένου τους (Kappa coefficients)

Crosstabs

1η συζήτηση chat

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
evnikol * ganagn	132	100.0%	0	0.0%	132	100.0%

evnikol * ganagn Crosstabulation

Count

		ganagn					Total
		C02	CO0	CO1	CO2	CO3	
evnikol	CO0	0	11	1	0	0	12
	CO1	0	0	80	0	0	80
	CO2	0	0	0	33	0	33
	CO3	2	0	0	2	3	7
Total		2	11	81	35	3	132

Symmetric Measures

		Value	Asymp. Std. Error[a]	Approx. T[b]	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.932	.029	14.910	.000
N of Valid Cases		132			

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

2η συζήτηση chat

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
evnikol * ganagn	134	100.0%	0	0.0%	134	100.0%

evnikol * ganagn Crosstabulation

Count

		ganagn					Total
			C02	CO1	CO2	CO3	
evnikol		81	0	0	0	0	81
	CO0	0	0	1	0	0	1
	CO1	0	0	29	4	0	33
	CO2	0	0	0	13	0	13
	CO3	0	1	0	3	2	6
Total		81	1	30	20	2	134

Symmetric Measures

		Value	Asymp. Std. Error[a]	Approx. T[b]	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.881	.036	14.655	.000
N of Valid Cases		134			

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

ΜΕΡΟΣ Δ
ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΜΗΝΥΜΑΤΩΝ ΜΕ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ1 : Μηνύματα με μαθηματικό ενδιαφέρον στο πλαίσιο των συζητήσεων στην ολομέλεια της τάξης

Κωδικός	**Ποιος;**	**Μήνυμα**	**Μαθηματικό ενδιαφέρον**
d1_005	Κλάσμα	«*Πιστεύω ότι αυτή η κίνηση δεν μπορεί να προσφέρει ούτε νίκη ούτε ήττα. Είναι σαν το αρχικό, ότι όποιος πάρει τα 5 κρουασάν, ο άλλος θα πάρει τα 3 ντόνατ και ο άλλος θα πάρει το τελευταίο. Απλώς τώρα συνεχίζεται με 3, 3, 1. Όχι 5, 3, 1. Δεν νομίζω ότι μπορεί να επηρεάσει σε κάτι*»	Θέτει το ζήτημα του κατά πόσον η πρώτη κίνηση είναι σημαντική για την εξέλιξη του παιχνιδιού
d1_021 d1_025 d1_029	Μετρητής011	«*Πάμε να δούμε άλλη δοκιμή.*» «*Θα τις δοκίμαζα όλες.*» «*Πάμε να δούμε τις επιλογές.*»	Μέσα από αυτή τη στιχομυθία (η οποία συνεχίζεται στα μηνύματα που ακολουθούν) τονίζεται η σημασία του να γίνονται δοκιμές και να εξαντλούνται όλα τα πιθανά σενάρια (κινήσεις) που μπορεί να γίνουν.
d1_055	9stein	«*Που δεν ξεκίνησε και πρώτος.*» (αναφέρεται στη νίκη ενός παίκτη που έπαιξε δεύτερος και εκμεταλλεύτηκε ένα λάθος ξεκίνημα του αντιπάλου)	Υπαινιγμός ότι στο παιχνίδι αυτό έχει πλεονέκτημα νίκης ο παίχτης που παίζει πρώτος
d1_063	9stein	«*Όπως το παιχνίδι το άλλο.*» (αναφέρεται στο παιχνίδι SIM που χρησιμοποιήθηκε στην πιλοτική φάση της έρευνας)	Υπαινιγμός ότι οι στρατηγικές που χρησιμοποιήθηκαν σε άλλο παιχνίδι στρατηγικής ς πιθανόν να έχουν εφαρμογή και στο παιχνίδι NIM
d1_084	Μετρητής011	«*…Άρα, επειδή θα χάσει η Επαλήθευση, όπως θα δούμε στη συνέχεια, και θα νικήσει ο Υπολογιστής Τσέπης, ήτανε λάθος της Επαλήθευσης.*»	Συνειδητοποίηση ότι ο πρώτος παίχτης έχει πλεονέκτημα νίκης και ότι αν το χάσει με κάποια κίνηση μπορεί να το επανακτήσει μόνο ύστερα από λάθος του αντιπάλου)
d1_132	Μετρητής011	«*Εκτός του ότι πρέπει να αφήσει ένα από κάθε σειρά, γλυκό, πρέπει όμως να έχει, να δώσει και τη σειρά στον αντίπαλο γιατί άμα έπαιζε ο ίδιος, είναι ποιος θα το καταφέρει, πρέπει να δώσει τη σειρά στον άλλο, ώστε να πάρει αναγκαστικά επειδή ο κανόνας πρέπει λέει ότι πρέπει να πάρεις όσα θέλεις αλλά από την ίδια σειρά, θα …*»	Ο μαθητής εφαρμόζει τη μέθοδο της ανάδρομης σκέψης (backward thinking) επιδιώκοντας να οδηγήσει το παιχνίδι σε συγκεκριμένη διάταξη, έχοντας κατανοήσει τη σημασία της σειράς παιξίματος.

Κωδικός	**Ποιος;**	**Μήνυμα**	**Μαθηματικό ενδιαφέρον**
d2_006	Αριθμούλα	«*Ε, άμα παίρνεις το πρώτο μπισκοτάκι που είναι πάνω πάνω, πιστεύω πως ο αντίπαλος έχει πολλές επιλογές και μπορεί να μπερδευτεί και αυτή τη στρατηγική πολλά παιδιά νομίζω την ακολουθούν.*»	Άμεση αναφορά σε στρατηγική (όχι απαραίτητα αποτελεσματική) κατά την οποία επιδιώκεται να περιοριστεί το παιχνίδι σε λιγότερες σειρές και μάλιστα σε αυτές με τα πολλά αντικείμενα – γλυκά.
d2_012	9stein	«*Εγώ αυτό, κάνουμε αυτή την κίνηση για να στενέψουμε τις επιλογές του αντιπάλου.. .. Απλώς πρέπει πρώτα να δούμε τι στρατηγική θα ακολουθήσει ο αντίπαλος. Ανάλογα με το τι κίνηση θα κάνει ο αντίπαλος, θα σκεφτούμε εμείς εκείνη την ώρα ποια κίνηση να κάνουμε.*»	Άμεση αναφορά στη μελέτη της στρατηγικής που ακολουθεί ο αντίπαλος, προκειμένου να διαμορφωθεί η στρατηγική του παίχτη.
d3_002	Αριθμούλα	«*Το παλιό παιχνίδι που είχε τρεις σειρές και ξεκινούσανε πιο συχνά από το πρώτο γλυκό, το πάνω πάνω. Μάλλον ήθελε να κάνει αυτή την στρατηγική επειδή νόμιζε ότι τώρα που έχει προστεθεί… προστεθεί μία σειρά, θα, δε…, θα ήτανε καλή. Μπορεί.*»	Σκέφτεται με αναλογίες και μεταφέρει αυτούσιες στην πιο σύνθετη εκδοχή του παιχνιδιού στρατηγικές που χρησιμοποιήθηκαν προηγουμένως στην πιο απλή εκδοχή του παιχνιδιού.
d3_069	Αϊνστάιν	«*Έτσι όπως παίρνει δύο κρουασάν η Διαίρεση, είναι σαν να είναι το ίδιο πράγμα και να μένουν πέντε πέντε, γιατί τα δύο μπισκότα είναι σαν δύο κρουασάν. Και μένουν το ίδιο.*»	Κάνει γενίκευση προσαρμόζοντας στη σύνθετη εκδοχή του παιχνιδιού μια στρατηγική που χρησιμοποιήθηκε στην απλή εκδοχή του παιχνιδιού.
d3_088	Μετρητής011	«*Αλλά ήταν ο τελευταίος που εκμεταλλεύτηκε το λάθος του αντιπάλου του*»	Κατανόηση ότι ορισμένες επιτυχίες στο παιχνίδι οφείλονται αποκλειστικά σε λάθη αντιπάλων
d4_026	ι1082004	«*Εάν πάρει όλα τα κρουασάν, ο … θα γίνει όπως ήτανε το παλιό παιχνίδι και ο αντίπαλος θα πα… μπορεί να, άμα έχουμε τον τέλειο αντίπαλο, θα πάρει τα τρία ντόνατ και τελείωσε η κουβέντα… Δεν υπάρχει σωτηρία.*»	Άμεση αναφορά στην έννοια του «ιδεατού», τέλειου αντιπάλου.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ2 : Μηνύματα με μαθηματικό ενδιαφέρον στο πλαίσιο των συζητήσεων στην ολομέλεια της τάξης

Κωδικός	Ποιος;	Μήνυμα	Μαθηματικό ενδιαφέρον
c1_247 c1_040 c2_012	9stein Μετρητής011 Επαλήθευση	«*καλη κινηση γιατι οταν μεινουν 2/2 αυτος που παιζει παλι πρωτος θα χασει*» «*ΛΑΘΟΣ ΚΙΝΗΣΗ ΓΙΑΤΙ ΕΙΠΑΜΕ ΟΤΙ ΟΠΟΙΟΣ ΚΑΤΑΦΕΡΡΕΙ ΝΑ ΚΑΝΕΙ ΙΣ0 ΑΡΙΘΜΟ ΓΛΥΚΩΝ ΝΙΚΑΕΙ ΟΠΟΤΕ ΠΑΙΡΝΕΙ ΤΟ ΜΠΙΣΚΟΤΟ*» «*ναι εκανε καλα γιατι αν επερνε και τα τρια θα το εκανε σαν το παλιο παιχνιδι και θα επαιζε πρωτος ο αντιπαλος*»	συνειδητοποίηση ότι υπάρχουν διατάξεις (patterns) του παιχνιδιού που οδηγούν σε δεδομένο αποτέλεσμα (νίκη ή ήττα) (εμφανίστηκαν συνολικά 11 σχετικά μηνύματα στην 1η και 8 μηνύματα στη 2η συζήτηση)
c1_035 c1_152 c2_056	Κυκλικός 9stein Μετρητής011	«*καλι κινησει το σηζητισαμε στην ταξη*» «*οχι γιατι το σηζητησαμε στην ταξη πως οταν μενουν 3/3 οποιος παιζει πρωτος χανει*» «*ΕΠΕΙΔΗ ΤΟ ΕΙΠΑΜΕ ΣΤΟ ΣΧΟΛΕΙΟ*»	αναφορά στην προηγούμενη εμπειρία που έχουν αποκομίσει οι μαθητές από τα παιχνίδια που συμμετείχαν ή από τις συζητήσεις που προηγήθηκαν (εμφανίστηκαν συνολικά 6 σχετικά μηνύματα στην 1η και 2 μηνύματα στη 2η συζήτηση)
c1_319 c1_080 c2_019	Επαλήθευση Διαίρεση Αριθμούλα	«*ΚΑΚΗ ΚΙΝΗΣΗ ΓΙΑΤΙ Ο ΚΥΚΛΙΚΟΣ ΑΝ ΠΑΡΕΙ 2 ΚΡΟΥΑΣΑΝ ΤΟ ΚΟΜΠΙΟΥΤΕΡ ΘΑ ΧΑΣΕΙ*» «*ΓΙΑΤΙ ΑΜΑ Ο 9STAIN ΠΑΡΕΙ ΤΟ ΜΠΙΣΚΟΤΟ Η ΝΙΚΗ ΕΙΝΑΙ ΔΙΚΗ ΤΟΥ. ΟΠΟΤΕ ΛΑΘΟς ΚΙΝΗΣΗ!!!!!!!!!!!!*» «*αν επερνε τα 3 θα γινοταν οπως το παλιο παιχνιδι και θα ηταν πιο ευκολο θα σαν να αρχιζαν απο το παλιο παιχνιδι.*»	αιτιολόγηση μέσα από σωστή πρόβλεψη της κίνησης που θα ακολουθήσει (εμφανίστηκαν συνολικά 4 σχετικά μηνύματα στην 1η και 2 μηνύματα στη 2η συζήτηση)
c1_274	Διαβήτης	«ΛΑΘΟς ΚΙΝΗΣΗ ΓΙΑΤΙ Ο ΑΝΤΙΠΑΛΟΣ ΣΙΓΟΥΡΑ ΘΑ ΠΑΡΕΙ ΤΑ ΔΥΟ ΚΡΟΥΑΣΑΝ ΚΑΙ ΘΑ ΧΑΣΕΙ ΕΤΣΙ ΚΑΙ ΑΛΙΟΣ ΘΑ ΕΧΕΝΕ ΟΤΙ ΚΑΙ ΝΑ ΕΚΑΝΕ»	κατανόηση ότι η εξέλιξη του παιχνιδιού (από ένα σημείο και μετά τουλάχιστον) είναι προκαθορισμένη

«Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του
ν. 1599/1986 και τα άρθρα 2,4,6 παρ. 3 του ν. 1256/1982,
η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής εργασίας
και δεν προσβάλλει κάθε μορφής πνευματικά δικαιώματα τρίτων
και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι δε πηγές που χρησιμοποιήθηκαν
περιλαμβάνονται στις βιβλιογραφικές αναφορές».