



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΤΜΗΜΑ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

**Σχεδίαση, Ανάπτυξη, Εφαρμογή και Αξιολόγηση ενός
3D Εικονικού Περιβάλλοντος Συνεργατικής Μάθησης για τη
Διδασκαλία των Μαθηματικών στην Πρωτοβάθμια
Εκπαίδευση**

ΧΑΡΙΚΛΕΙΑ Γ. ΜΠΟΥΤΑ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2013

Χαρίκλεια Γ. Μπούτα, 2013
Εκπαιδευτικός
Διδάκτωρ Πανεπιστημίου Πειραιώς

Copyright@2013 - Χαρίκλεια Γ. Μπούτα
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τη συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τη συγγραφέα και πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Πανεπιστημίου Πειραιώς.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων

**Σχεδίαση, Ανάπτυξη, Εφαρμογή και Αξιολόγηση ενός
3D Εικονικού Περιβάλλοντος Συνεργατικής Μάθησης για τη
Διδασκαλία των Μαθηματικών στην Πρωτοβάθμια
Εκπαίδευση**

Χαρίκλεια Γ. Μπούτα

Διδακτορική Διατριβή

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή:

Επιβλέπουσα: Φ. Παρασκευά, Επίκουρη Καθηγήτρια, Πανεπιστημίου Πειραιώς

Μέλος: Σ. Ρετάλης, Αναπληρωτής Καθηγητής, Πανεπιστημίου Πειραιώς

Μέλος: Δ. Σάμψων, Καθηγητής, Πανεπιστημίου Πειραιώς

Πειραιάς, 2013

*Αφιερώνεται στους γονείς μου,
Γεώργιο και Αγγελική
και στον αδερφό μου Θανάση*

Ευχαριστίες

Η παρούσα διδακτορική διατριβή είναι το αποτέλεσμα μιας μεγάλης προσπάθειας και διαδρομής που κατέληξε να γίνει μια σημαντική εμπειρία με την υποστήριξη σπουδαίων ανθρώπων για τους οποίους είμαι ευγνώμων. Μια εμπειρία που η ανάμνησή της είναι γεμάτη ποικίλα οφέλη γνώσης, προκλήσεις, χαρές αλλά και δυσκολίες.

Αρχικά, θα ήθελα να εκφράσω τις πιο θερμές μου ευχαριστίες στην επιβλέπουσα Επίκουρη Καθηγήτρια κ. Φωτεινή Παρασκευά του Πανεπιστημίου Πειραιώς για την επιστημονική της καθοδήγηση και την εμπιστοσύνη της στις ερευνητικές μου αναζητήσεις. Επίσης, για την αμέριστη συμπαράστασή της, την υποστήριξή της και την υπομονή της σε όλη τη διάρκεια της ολοκλήρωσης της προσπάθειας αυτής.

Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Συμεών Ρετάλη για το σημαντικό καθοδηγητικό και συμβουλευτικό ρόλο του στη διεξαγωγή της παρούσας έρευνας. Οι υποδείξεις του και οι παρατηρήσεις του υπήρξαν καθοριστικές για την εξέλιξή της. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον Καθηγητή κ. Δημήτριο Σάμψων για το επιστημονικό ενδιαφέρον που επέδειξε για την παρούσα έρευνα και τις πολύτιμες συμβουλές του.

Ιδιαίτερα, επίσης, ευχαριστώ τον Καθηγητή κ. Αθανάσιο Γαγάτση για την πολύτιμη συμβολή του στο πεδίο της Διδακτικής των Μαθηματικών και συγκεκριμένα της Διδακτικής των κλασματικών αριθμών. Η στήριξή του και η συμπαράστασή του υπήρξε αδιάκοπη και συγκινητική σε όλη τη διάρκεια της προσπάθειας αυτής.

Επίσης, ευχαριστώ πολύ τα υπόλοιπα μέλη της εξεταστικής επιτροπής τον Καθηγητή κ. Παναγιώτη Δεμέστιχα, τον Καθηγητή κ. Γεώργιο Φλουρή και την Επίκουρη Καθηγήτρια κ. Κυπαρισσία Παπανικολάου για την τιμή που μου έκαναν να συμμετάσχουν στην ολοκλήρωση της διδακτορικής μου διατριβής.

Ακόμη, θα ήταν παράλειψή μου να μην ευχαριστήσω τον Dr. Scott Warren, τον Dr. Michele Dickey και την Καθηγήτρια κ. Ανδρονίκη Μπούφη οι οποίοι πρόθυμα ανταποκρίθηκαν σε συζητήσεις μας με ερωτήματα που προέκυπταν κατά τη διάρκεια της έρευνας

συμβάλλοντας ουσιαστικά στη συνέχισή της, δίνοντάς μου τις απόψεις τους και τις συμβουλές τους.

Στο σημείο αυτό θεωρώ υποχρέωσή μου να ευχαριστήσω τη σχολική σύμβουλο κ. Αικατερίνη Παπαγιάννη, τους Διευθυντές και τους δασκάλους του σχολείου που χωρίς την ουσιαστική συμμετοχή τους η προτεινόμενη ερευνητική πρόταση δε θα μπορούσε να υλοποιηθεί.

Τέλος, τις θερμότερες ευχαριστίες μου και την ευγνωμοσύνη μου εκφράζω στους γονείς μου Γεώργιο και Αγγελική αλλά και στον αδερφό μου Θανάση που ήταν κοντά μου με κάθε τρόπο σε όλη αυτή τη διαδρομή στηρίζοντάς με στις δύσκολες στιγμές και συμμετέχοντας στις χαρές της εμπειρίας μου αυτής. Η παρουσία τους ήταν πολύτιμη και ανεκτίμητη.

Με τιμή,

Χαρίκλεια Γ. Μπούτα

Περίληψη

Οι online 3D εικονικοί κόσμοι μπορούν να συνεισφέρουν σημαντικά στις ανάγκες της Προσχολικής, Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Οι έρευνες που αναγνωρίζουν την παιδαγωγική τους αξία αυξάνονται συνεχώς και οι ερευνητές υποστηρίζουν την ένταξή τους στα αναλυτικά προγράμματα σπουδών, ώστε να ενισχυθεί με τρόπο καινοτόμο η καθημερινή διδακτική πρακτική μέσα από τα διάφορα γνωστικά αντικείμενα (ιστορία, βιολογία, κ.λπ.). Οι μελέτες εστιάζουν στη διερεύνηση τρόπων ώστε τα περιβάλλοντα αυτά να γίνουν ένα πετυχημένο εκπαιδευτικό εργαλείο.

Εξάλλου, πολλές είναι οι έρευνες που αναζητούν τρόπους αποτελεσματικής online συνεργατικής μάθησης (Computer-Supported Collaborative Learning - CSCL) και προς την κατεύθυνση αυτή διερευνούν παράγοντες που την επηρεάζουν. Υπάρχουν ποικίλα ανοιχτά ερευνητικά ερωτήματα που καθιστούν αναγκαία την περαιτέρω μελέτη και έρευνα. Η παρούσα έρευνα εστιάζει στη δημιουργία ενός online και 3D περιβάλλοντος, συγκεκριμένα, του CoSy_World, και στη δημιουργία κατάλληλων παιδαγωγικών συνθηκών σε αυτόν, ώστε να αποτελεί μια καλά δομημένη εκπαιδευτική εμπειρία συνεργατικής μάθησης για το μάθημα των Μαθηματικών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση.

Συγκεκριμένα, η παρούσα διδακτορική διατριβή μελετά την εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης ως έναν παράγοντα που επηρεάζει την αποτελεσματικότητα αυτής της διαδικασίας. Η εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης μελετάται μέσα από τις τρεις διαστάσεις της: α) τη συμπεριφορική εμπλοκή β) τη συναισθηματική εμπλοκή και γ) τη γνωστική εμπλοκή.

Πραγματοποιήθηκαν δύο Πειραματικές Διδακτικές Εφαρμογές σε μαθητές της Ε' τάξης Δημοτικού Σχολείου (Πρώτη Πειραματική Διδακτική Εφαρμογή) και της Στ' τάξης (Δεύτερη Πειραματική Διδακτική Εφαρμογή) Δημοτικού Σχολείου της Κηφισιάς. Η διάρκεια της κάθε Εφαρμογής ήταν εννέα εβδομάδες και οι μαθητές εκπροσωπούμενοι από avatars συναντήθηκαν διαδικτυακά στον 3D CoSy_World τέσσερις φορές. Εφαρμόστηκε διαδοχική διερευνητική μικτή μέθοδος αξιολόγησης, μέσω της οποίας αρχικά έγινε συλλογή ποιοτικών δεδομένων από τα οποία προσδιορίστηκαν ποιοτικά και ποσοτικά κριτήρια

αλλά και δείκτες, ώστε να αποτιμηθούν τα αποτελέσματα. Η συλλογή δεδομένων έγινε μέσω ποικίλων πηγών όπως τα chat μηνύματα από τα log files του λογισμικού, τις βιντεοσκοπημένες εγγραφές των online συναντήσεων των avatars στον CoSy_World αλλά και από ερωτηματολόγια που δόθηκαν πριν και μετά την κάθε Διδακτική Παρέμβαση. Η ποιοτική ανάλυση έγινε στη βάση ποικίλων μεθόδων, ενώ για τη στατιστική ανάλυση χρησιμοποιήθηκαν μη παραμετρικά κριτήρια.

Από την Πρώτη Διδακτική Εφαρμογή καταδείχθηκε η σημαντικότητα και συμβολή του προτεινόμενου CACL σεναρίου αλλά και του 3D CoSy_World στην ενίσχυση της εμπλοκής των μαθητών στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης στο μάθημα των Μαθηματικών.

Η Δεύτερη Πειραματική Εφαρμογή διεξήχθη προκειμένου από τη μια να επιβεβαιωθεί η αξιοπιστία και η αποτελεσματικότητα του προτεινόμενου 3D CoSy_World και του CACL μακρο-σεναρίου σχετικά με την ενίσχυση της εμπλοκής των μαθητών στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης αλλά και από την άλλη προκειμένου να μελετηθεί βαθύτερα η διάσταση της γνωστικής εμπλοκής των μαθητών στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης.

Οι δύο Πειραματικές Διδακτικές Εφαρμογές αλλά και η σύγκριση των αποτελεσμάτων τους οδήγησαν σε χρήσιμα συμπεράσματα για την αξιοποίηση του 3D CoSy_World μέσα από κατάλληλες παιδαγωγικές συνθήκες στην καθημερινή διδακτική πρακτική.

Επίσης, οδήγησε στη διατύπωση συμπερασμάτων χρήσιμων για την ερευνητική κοινότητα που εστιάζει στη μελέτη αντίστοιχων περιοχών αφού:

α) Προτείνει τη δημιουργία συγκεκριμένων παιδαγωγικών συνθηκών σε ένα 3D εικονικό περιβάλλον μάθησης, εστιάζοντας στην ανάγκη για καλό διδακτικό σχεδιασμό στα 3D περιβάλλοντα αξιοποιώντας καλά δομημένες δραστηριότητες.

β) Παρέχει μια καινοτόμα ερευνητική προσέγγιση η οποία συνδυάζει την εφαρμογή ενός μακρο-σεναρίου με ένα 3D εικονικό κόσμο, συνδυάζοντας ταυτόχρονα τα χαρακτηριστικά των 3D εικονικών περιβαλλόντων μάθησης με τα πλεονεκτήματα της συνεργατικής μάθησης αλλά και με βασικά χαρακτηριστικά της Μαθηματικής Εκπαίδευσης. Με τον τρόπο αυτό, συμβάλλει στην ανάγκη για περαιτέρω έρευνα σχετικά με το πώς μπορεί ένα 3D περιβάλλον μάθησης να αξιοποιηθεί αποτελεσματικά σε επίπεδο συνεργατικής μάθησης.

γ) Επιχειρεί τη δημιουργία του online 3D CoSy_World και την αξιοποίησή του στη διδασκαλία των Μαθηματικών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση συμβάλλοντας στην ανάγκη για περαιτέρω μελέτη και έρευνα των 3D περιβαλλόντων μάθησης στη διδασκαλία διαφόρων γνωστικών αντικειμένων.

Επίσης, συστήνει καλές πρακτικές που αφορούν στον εκπαιδευτικό σχεδιασμό των 3D περιβαλλόντων και παρέχει εμπειρικά δεδομένα που συνδέονται με την εμπλοκή των μαθητών στη συνεργατική μάθηση στο Μάθημα των Μαθηματικών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Τέλος, διατυπώνει μια σειρά από προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.

Abstract

On-line 3D worlds can make a significant contribution to K-12 education. More and more studies point to their pedagogic value and advocate their inclusion in the curriculum so as to support everyday educational practice in an innovative way. The studies focus on discovering ways of turning such environments into more efficient pedagogic tools.

At the same time, there are many studies which seek ways of implementing effective online collaborative learning (Computer-Supported Collaborative Learning - CSCL) and they therefore investigate factors which influence this type of learning. There are many as yet unresolved research questions which necessitate further study and research. The present study focuses on the creation of an online 3D environment (CoSy_World) and the creation of suitable pedagogic conditions within this environment so that it can provide the basis for a well-structured collaborative learning experience for the subject of Mathematics in Primary Education.

The current Doctoral thesis looks into student engagement in collaborative learning as a factor influencing its effectiveness. Student engagement in collaborative learning is explored through its three dimensions: a) behavioural engagement b) emotional engagement and c) cognitive engagement.

There were two Experimental Interventions with students of the 5th Grade (first Intervention) and students of the 6th Grade (second Intervention) of a Primary School in Attica. Each intervention lasted 9 weeks and the students (represented by avatars) met online in the 3D CoSy_World four times in total. The research method used was a sequential exploratory mixed method through which we first collected qualitative data, out of which we then identified qualitative and quantitative criteria and indices in order to evaluate the results. For the data collection we made use of a range of sources such as chat messages from the software log files, videotaped recordings of the online meetings of the avatars in CoSy_World as well as the questionnaires distributed to students after each Intervention. The qualitative analysis was made on the basis of a range of methods and with regard to the statistical analysis we used non-parametric criteria.

From the first intervention, it was evident that both the recommended CSCL script and the 3D CoSy_World played a significant role in enhancing student engagement in the process of collaborative learning in Mathematics.

The second Intervention was carried out in order on the one hand to confirm the reliability and effectiveness of the 3D CoSy_World and the CSCL macro-script in enhancing student engagement in collaborative learning and on the other hand to look more deeply into the extent of the students' engagement in the process of collaborative learning.

The two Experimental Interventions and the comparison of their results have led to useful conclusions regarding the utilization of 3D CoSy_World in conjunction with appropriate pedagogies in the daily educational practice.

They have also led to the formulation of useful conclusions for the research community focusing on related areas since the present study:

- a) Proposes the creation of specific pedagogic conditions within a 3D virtual learning environment focusing on the need for proper planning and the utilization of properly structured activities in 3D environments.
- b) Offers an innovative research approach which combines the application of a macro-script together with a 3D virtual world, while at the same time combining the positive features of 3D virtual learning environments with the advantages of collaborative learning as well as the basic tenets of Mathematical Education. In this way, it highlights the need for further research in relation to how a 3D learning environment can be utilized effectively in the context of collaborative learning.
- c) Attempts the creation of the online 3D CoSy_World and its utilization in the teaching of Mathematics in Primary Education, suggesting the need for further study and research of 3D virtual learning environments in the teaching of various subjects.

In addition it makes recommendations about the educational design of 3D environments and presents empirical data related to the degree of student involvement in collaborative learning in the subject of Mathematics at Primary School level. Finally, it outlines a number of recommendations for further research.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	i
Περίληψη.....	iii
Abstract	vi
Περιεχόμενα	ix
Κατάλογος Πινάκων	xiv
Κατάλογος Σχημάτων	xviii

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ 1

1.1 Εισαγωγή στο πρόβλημα (ερευνητικά κενά)	1
1.2 Δήλωση του ερευνητικού προβλήματος	3
1.3 Εννοιολογικός και Λειτουργικός ορισμός εννοιών	5
1.4 Περιορισμοί.....	13
1.5 Η δομή της μελέτης	14
1.6 Ορισμοί για τις λέξεις-κλειδιά.....	15

ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ 17

Μέρος Α: Online 3D Εικονικά Περιβάλλοντα και Συνεργατική Μάθηση.....	17
2.1 Online 3D Εικονικά Περιβάλλοντα και Εκπαίδευση	18
2.1.1 Τα 3D Περιβάλλοντα Μάθησης στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση	19
2.1.2 Τα 3D Περιβάλλοντα Μάθησης στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση	23
2.1.3 Τα 3D Περιβάλλοντα Μάθησης στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση	24
2.1.4 Άλλα παραδείγματα αξιοποίησης των 3D Περιβαλλόντων	26

2.1.5. Συμπεράσματα για τη διδακτική αξιοποίηση των 3D εικονικών περιβαλλόντων μάθησης.....	31
2.2 Συνεργατική Μάθηση και Συνεργατικά Σενάρια για μάθηση μέσω του υπολογιστή	34
2.2.1 Η συνεργατική μάθηση μέσω υπολογιστή (CSCL).....	34
2.2.1.1 Η προέλευση της CSCL	34
2.2.1.2 Ορισμός της Συνεργατικής μάθησης	35
2.2.1.3 Η φύση της υποστηριζόμενης από τον υπολογιστή συνεργατικής μάθησης (CSCL)	36
2.2.1.4 CSCL και σύγχρονες θεωρίες μάθησης	37
2.2.1.5 Η Θεωρία της Γνωστικής Μαθητείας σε ένα συνεργατικό πλαίσιο μάθησης	39
2.2.1.5.1 Οι ρίζες της Θεωρίας της Γνωστικής Μαθητείας	39
2.2.1.5.2 Η Γνωστική Μαθητεία και ο διδακτικός σχεδιασμός περιβαλλόντων μάθησης.....	46
2.2.1.5.3 Τα online και CSCL 3D περιβάλλοντα και η Θεωρία της Γνωστικής Μαθητείας.....	55
2.2.1.6 Αποτελεσματική CSCL και online 3D περιβάλλοντα	57
2.2.2 CSCL Σενάρια	59
2.2.2.1 Τι είναι τα σενάρια και γιατί να δημιουργούμε τα σενάρια;.....	59
2.2.2.2 Εξωτερικά και εσωτερικά σενάρια	60
2.2.2.3 Μακρο - μικρο CSCL σενάρια.....	61
2.2.2.4 Στρατηγικές μάθησης για σενάρια	64
2.2.2.5 CSCL σενάρια και online 3D περιβάλλοντα μάθησης	75
Μέρος Β: Η αξιοποίηση της CSCL και των 3D περιβαλλόντων μάθησης στη Μαθηματική Εκπαίδευση.....	77
2.3 Συνεργατική επίλυση προβλήματος και η διδασκαλία βασικών κλασματικών εννοιών.....	77
2.3.1. Συνεργατική επίλυση προβλήματος.....	77

2.3.1.1 Συνεργατική επίλυση προβλήματος μέσω υπολογιστή.....	77
2.3.1.2 Επίλυση προβλήματος και μοντέλα επίλυσης	78
2.3.2. Η επίλυση προβλήματος στη διδασκαλία των Μαθηματικών.....	80
2.3.2.1 Τα προβλήματα πλαισίου και η ρεαλιστική θεωρία στη μαθηματική εκπαίδευση	81
2.3.2.2 Επίλυση προβλήματος και αναπαραστάσεις	87
2.3.3 Η διδασκαλία των κλασματικών εννοιών στο δημοτικό σχολείο	88
2.3.3.1 Η έννοια του κλάσματος	89
2.3.3.2 Αναπαραστάσεις και προσέγγιση κλασματικών εννοιών στο Δημοτικό σχολείο.....	91
2.3.3.3 Η διδασκαλία των κλασματικών εννοιών και τα προβλήματα πλαισίου	95
2.3.4 Η αξιοποίηση της CSCL και των 3D περιβαλλόντων μάθησης στη Μαθηματική Εκπαίδευση.....	96
2.3.4.1 CSCL στην Μαθηματική Εκπαίδευση	96
2.3.4.2 Οι Online 3D εικονικοί κόσμοι στη Μαθηματική Εκπαίδευση.....	97
2.4 Σύνοψη.....	102

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: COSY_WORLD: ENA ONLINE 3D ΣΥΝΕΡΓΑΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΣΤΗΝ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ (Σχεδιασμός και Ανάπτυξη) 104

3.1 Σχεδιασμός και ανάπτυξη του 3D CoSy_World: Η φιλοσοφία της ερευνητικής πρότασης	104
3.2 Σχεδιασμός και ανάπτυξη παιδαγωγικών συνθηκών για συνεργατική μάθηση στον 3D CoSy_World	108
3.3 Σχεδιασμός και Ανάπτυξη: Αρχιτεκτονική του 3D CoSy_World.....	111
3.3.1 Διαδρομή και Σταθμοί στον CoSy_World	111
3.3.2 Σταθμοί και Δραστηριότητες στον CoSy_World.....	117

3.4 Σχεδιασμός και Ανάπτυξη: Οι αρχές και τα μοντέλα διδασκαλίας της Γνωστικής Μαθητείας στον online 3D CoSy_World	123
3.4.1 Γνωστική Μαθητεία στον online 3D CoSy_World	127
3.4.2 Περιεχόμενο και δραστηριότητες στον online 3D CoSy_World για τη διδασκαλία των Μαθηματικών.....	132
3.4.3 Κοινωνιολογία της μάθησης: Η εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης στον online 3D CoSy_World για την κατανόηση βασικών μαθηματικών εννοιών	134
3.5 Σχεδιασμός και Ανάπτυξη: Ένα CSCL σενάριο στον CoSy_World	135
3.6 Σύνοψη.....	146

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ..... 147

4.1 Εισαγωγή.....	147
4.2 Φιλοσοφία και σχεδιασμός της έρευνας.....	148
4.3 Αξιολόγηση Πειραματικής Διδακτικής Εφαρμογής (ΦΑΣΗ 1)	154
4.3.1 Σκοπός Διδακτικής Εφαρμογής	156
4.3.2 Το δείγμα.....	157
4.3.3 Μέσα και διαδικασία συλλογής δεδομένων	158
4.3.4 Αξιολόγηση του σεναρίου CSCL στον CoSy_World (κριτήρια και δείκτες).....	159
4.3.5 Ανάλυση και ερμηνεία αποτελεσμάτων	165
4.3.5.1 Συμπεριφορική εμπλοκή και συνεργατική μάθηση στον CoSy_World	166
4.3.5.2 Συναισθηματική εμπλοκή και συνεργατική μάθηση στον CoSy_World.....	169
4.3.5.3 Γνωστική εμπλοκή και συνεργατική μάθηση στον CoSy_World	172
4.3.6 Συμπεράσματα	177
4.3.7 Σύνοψη της Πρώτης Πειραματικής Διδακτικής Εφαρμογής	177
4.4 Αξιολόγηση Πειραματικής Διδακτικής Εφαρμογής (ΦΑΣΗ 2)	179
4.4.1 Σκοπός Διδακτικής Εφαρμογής	180

4.4.2 Το δείγμα.....	181
4.4.3 Μέσα και διαδικασία συλλογής δεδομένων	182
4.4.4 Αξιολόγηση του σεναρίου CSCL στον CoSy_World	182
4.4.5 Ανάλυση και ερμηνεία αποτελεσμάτων	186
4.4.5.1 Συμπεριφορική εμπλοκή και συνεργατική μάθηση στον CoSy_World	186
4.4.5.2 Συναισθηματική εμπλοκή και συνεργατική μάθηση στον CoSy_World	188
4.4.5.3 Γνωστική εμπλοκή και συνεργατική μάθηση στον CoSy_World	191
4.4.6 Συμπεράσματα	201
4.4.7 Σύνοψη της Δεύτερης Πειραματικής Διδακτικής Εφαρμογής	202
4.5 Συγκρίνοντας τις δύο Πειραματικές Διδακτικές Εφαρμογές	203
4.5.1 Συμπεριφορική εμπλοκή και συνεργατική μάθηση στον CoSy_World	203
4.5.2 Συναισθηματική εμπλοκή και συνεργατική μάθηση στον CoSy_World.....	206
4.5.3 Γνωστική εμπλοκή και συνεργατική μάθηση στον CoSy_World.....	212
4.5.4 Διαγράμματα ομοιότητας και συνεπαγωγικά για τα αποτελέσματα της γνωστικής εμπλοκής στη διαδικασία της μάθησης.	218
4.6 Συμπεράσματα	230

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ..... 233

5.1 Πορεία της έρευνας.....	233
5.2 Συνεισφορά και Καινοτομικά στοιχεία της έρευνας.....	234
5.3 Μελλοντικές προτάσεις για έρευνα	236

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ 238

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ 271

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1.1: Εννοιολογικός και Λειτουργικός ορισμός της συμπεριφορικής εμπλοκής των μαθητών στη διαδικασία της μάθησης.....	6
Πίνακας 1.2: Εννοιολογικός και Λειτουργικός ορισμός της συναισθηματικής εμπλοκής των μαθητών στη διαδικασία της μάθησης.....	7
Πίνακας 1.3: Εννοιολογικοί και Λειτουργικοί ορισμοί συνεργατικής επίλυσης προβλήματος και κατανόησης βασικών κλασματικών εννοιών (γνωστική εμπλοκή).	8
Πίνακας 1.4: Εννοιολογικός και Λειτουργικός ορισμός ενός online και 3D περιβάλλοντος μάθησης.	10
Πίνακας 1.5: Εννοιολογικός και Λειτουργικός ορισμός της συνεργατικού τύπου μάθησης υποστηριζόμενης από τον υπολογιστή.....	11
Πίνακας 1.6: Εννοιολογικός και Λειτουργικός ορισμός ενός συνεργατικού σεναρίου υποστηριζόμενου από τον υπολογιστή.	12
Πίνακας 2.7: Online 3D εικονικά περιβάλλοντα μάθησης για την Γ/θμια εκπαίδευση.	20
Πίνακας 2.8: Online 3D εικονικά περιβάλλοντα μάθησης για τη Β/θμια εκπαίδευση.	23
Πίνακας 2.9: Online 3D εικονικά περιβάλλοντα μάθησης για την Α/θμια εκπαίδευση.....	25
Πίνακας 2.10: Βασικές διαφορές ανάμεσα στην CSCL και CSCW.....	35
Πίνακας 2.11: Η παραδοσιακή και η γνωστική μαθητεία (Ghefaili, 2003).	44
Πίνακας 2.12: Τα επιμέρους στοιχεία για το σχεδιασμό περιβαλλόντων μάθησης υποστηριζόμενα από τη γνωστική μαθητεία που αφορούν στο περιεχόμενο της μάθησης.	47
Πίνακας 2.13: Τα επιμέρους στοιχεία για το σχεδιασμό περιβαλλόντων γνωστικής μαθητείας που αφορούν στις μεθόδους διδασκαλίας.....	49
Πίνακας 2.14: Τα επιμέρους στοιχεία για το σχεδιασμό περιβαλλόντων γνωστικής μαθητείας που αφορούν στην αλληλουχία των δραστηριοτήτων.....	52
Πίνακας 2.15: Τα επιμέρους στοιχεία για το σχεδιασμό περιβαλλόντων γνωστικής μαθητείας που αφορούν στην κοινωνιολογία της μάθησης.	53
Πίνακας 2.16: Συνεργατικές στρατηγικές μάθησης υποστηριζόμενης από τον υπολογιστή (CSCL strategies).....	66
Πίνακας 2.17: Συνεργατική επίλυση προβλήματος.....	78
Πίνακας 2.18: Διαφορετικές ερμηνείες ενός κλάσματος.....	90
Πίνακας 2.19: Ευθυγραμμίζοντας τα Χαρακτηριστικά των 3D εικονικών περιβαλλόντων με τη Συνεργατική Μάθηση και τη Μαθηματική Εκπαίδευση.	100

Πίνακας 3.20: Γνωστική Μαθητεία και 3D περιβάλλοντα μάθησης.	126
Πίνακας 3.21: Κριτήρια επιλογής των στρατηγικών Jigsaw και Προσομοίωση για τις ανάγκες του σεναρίου μας στον CoSy_World.....	137
Πίνακας 4.22: Μέθοδοι συλλογής Δεδομένων.	158
Πίνακας 4.23: Ποιοτικά κριτήρια και ποσοτικοί δείκτες που αφορούν στη συμπεριφορική εμπλοκή των μαθητών.	160
Πίνακας 4.24: Ποιοτικά κριτήρια και ποσοτικοί δείκτες που συνδέονται με τη συναισθηματική εμπλοκή των μαθητών.....	161
Πίνακας 4.25: Ποιοτικά κριτήρια που συνδέονται με τη γνωστική εμπλοκή των μαθητών στον CoSy_World.	163
Πίνακας 4.26: Ποιοτικά κριτήρια και ποσοτικοί δείκτες που συνδέονται με την κατανόηση βασικών κλασματικών αριθμών σαν αποτέλεσμα της γνωστικής εμπλοκής των μαθητών στον CoSy_World.	164
Πίνακας 4.27: Μη παραμετρική ανάλυση των δεικτών που συνδέονται με τη συμπεριφορική και τη συναισθηματική εμπλοκή των μαθητών στη συνεργατική μάθηση.	166
Πίνακας 4.28: Συνοπτική μη παραμετρική ανάλυση της διακύμανσης (Wilcoxon z), για τους δείκτες που συνδέονται με την κατανόηση κλασματικών εννοιών.	174
Πίνακας 4.29: Παράδειγμα που αφορά στην κατανόηση βασικών κλασματικών εννοιών (από τα pretests και posttests).	175
Πίνακας 4.30: Συνοπτική μη παραμετρική ανάλυση της διακύμανσης (Wilcoxon z), για τους δείκτες που συνδέονται με την κατανόηση κλασματικών εννοιών.	176
Πίνακας 4.31: Ποιοτικά κριτήρια και ποσοτικοί δείκτες που συνδέονται με τη συναισθηματική εμπλοκή των μαθητών.....	183
Πίνακας 4.32: Ποιοτικά κριτήρια και ποσοτικοί δείκτες σχετικά με τη συμπεριφορική εμπλοκή των μαθητών.	185
Πίνακας 4.33: Αποτελέσματα μη-παραμετρικής ανάλυσης Friedman σχετικά με τη συμπεριφορική εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης.	187
Πίνακας 4.34: Αποτελέσματα σύμφωνα με τη μη-παραμετρική ανάλυση διακύμανσης του σχετικά με τη συναισθηματική εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης.	188
Πίνακας 4.35: Μη-παραμετρική ανάλυση διακύμανσης (Wilcoxon z),για δείκτες κατανόησης βασικών κλασματικών εννοιών.	194

Πίνακας 4.36: Παραδείγματα απαντήσεων μαθητών σχετικά με την κατανόσή τους για τα πολλαπλάσια και τα υποπολλαπλάσια των βασικών κλασμάτων $1/2$, $1/3$	195
Πίνακας 4.37: Μη παραμετρική ανάλυση διακύμανσης (Wilcoxon z) για δείκτες που δείχνουν σχέσεις μεταξύ βασικών κλασματικών εννοιών.....	196
Πίνακας 4.38: Παράδειγμα απάντησης παιδιού σχετικά με την κατανόσή του για τη σχέση μεταξύ των $1/10$ και $1/5$	197
Πίνακας 4.39: Μη-παραμετρική ανάλυση διακύμανσης (Wilcoxon z) για δείκτες που συνδέονται με τη σχέση μεταξύ διαφορετικών βασικών κλασματικών εννοιών.	198
Πίνακας 4.40: Παράδειγμα απαντήσεων μαθητών σχετικά με την κατανόσή τους για τη σχέση μεταξύ των κλασμάτων $1/3$ και $1/4$, αλλά και των $3/4$ και $1/2$	199
Πίνακας 4.41: Συνοπτική μη παραμετρική ανάλυση της διακύμανσης (Wilcoxon z) για τους δείκτες που συνδέονται με την κατανόηση κλασματικών εννοιών.	200
Πίνακας 4.42: Συνοπτική μη παραμετρική ανάλυση της διακύμανσης (Wilcoxon z), για τους δείκτες που συνδέονται με την κατανόηση κλασματικών εννοιών.	200
Πίνακας 4.43: Μη παραμετρική ανάλυση των δεικτών που συνδέονται με τη συμπεριφορική εμπλοκή των μαθητών στη συνεργατική μάθηση.....	203
Πίνακας 4.44: Μη παραμετρική ανάλυση των δεικτών που συνδέονται με τη συμπεριφορική εμπλοκή στη συνεργατική μάθηση.	205
Πίνακας 4.45: Μη παραμετρική ανάλυση των δεικτών που συνδέονται με τη συναισθηματική εμπλοκή των μαθητών στη συνεργατική μάθηση.	207
Πίνακας 4.46: Μη παραμετρική ανάλυση των δεικτών (SU1, SU2, SU3) που συνδέονται με τη συναισθηματική εμπλοκή των μαθητών στη συνεργατική μάθηση.....	209
Πίνακας 4.47: Μη παραμετρική ανάλυση των δεικτών (GU1, GU2, GU3) που συνδέονται με τη συναισθηματική εμπλοκή των μαθητών στη συνεργατική μάθηση.....	210
Πίνακας 4.48: Μη παραμετρική ανάλυση δείκτη (OTC) που συνδέεται με τη συναισθηματική εμπλοκή των μαθητών στη συνεργατική μάθηση.	211
Πίνακας 4.49: Πίνακας αξιοπιστίας μετρήσεων.	212
Πίνακας 4.50: Μη-παραμετρική ανάλυση κατά Wilcoxon z για τους δείκτες που συνδέονται με την κατανόηση βασικών κλασματικών εννοιών.	213
Πίνακας 4.51: Παραδείγματα σχετικά με την κατανόηση βασικών κλασματικών εννοιών (από τα pretest και posttest).	214
Πίνακας 4.52: Παραδείγματα σχετικά με την κατανόηση βασικών κλασματικών εννοιών (από τα pretest και posttest).....	215

Πίνακας 4.53: Παραδείγματα σχετικά με την κατανόηση βασικών κλασματικών εννοιών (από τα pretest και posttest).....	217
--	-----

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 2.1: Ζώνη της επικείμενης ανάπτυξης του Vygotsky (Vygotsky 's Zone of Proximal Development -ZPD) και ο ρόλος της γνωστικής μαθητείας (cognitive apprenticeship).	41
Σχήμα 2.2: Μοντέλο Γνωστικής Μαθητείας.	46
Σχήμα 2.3: Γραφική αναπαράσταση της μαθησιακής διαδικασίας ακολουθώντας την στρατηγική Jigsaw.	67
Σχήμα 2.4: Γραφική αναπαράσταση της μαθησιακής διαδικασίας ακολουθώντας την στρατηγική Προσομοίωση.....	69
Σχήμα 2.5: Γραφική αναπαράσταση της μαθησιακής διαδικασίας ακολουθώντας τη στρατηγική Πυραμίδα.	70
Σχήμα 2.6: Γραφική αναπαράσταση της μαθησιακής διαδικασίας ακολουθώντας τη στρατηγική Καταιγισμός Ιδεών.....	71
Σχήμα 2.7: Γραφική αναπαράσταση της μαθησιακής διαδικασίας ακολουθώντας τη στρατηγική Φωναχτή Σκέψη για την Επίλυση Προβλήματος σε Ζεύγη.....	72
Σχήμα 2.8: Γραφική αναπαράσταση της μαθησιακής διαδικασίας ακολουθώντας τη στρατηγική Άτομο –Ζεύγη - Ομάδα.	74
Σχήμα 2.9: Επίπεδα που διακρίνουμε κατά τη διαδικασία μάθησης.	85
Σχήμα 2.10: Τρόποι αλληλεπίδρασης μεταξύ διαφορετικών τύπων εξωτερικών αναπαραστάσεων (Behr, et al., 1983, p.102).	91
Σχήμα 2.11: Μετάφραση διαφόρων μορφών αναπαράστασης από τη μια μορφή στην άλλη.....	92
Σχήμα 2.12: Λεκτικές και μη λεκτικές αναπαραστάσεις – η έννοια της μετάφρασης (Dunal, 2002).....	94
Σχήμα 3.13: Αποτελεσματική συνεργατική μάθηση σύμφωνα με τους Dillenbourg et al. (2009) και πρόταση εφαρμογής της στον 3D CoSy_World.	106
Σχήμα 3.14: Φάσεις σχεδιασμού του 3D CoSy_World.....	109
Σχήμα 3.15: Ανάλυση των αναγκών για το σχεδιασμό του CoSy_World.....	109
Σχήμα 3.16: Μοντέλο Γνωστικής Μαθητείας (κύρια μέρη και συστατικά) (Collins et al., 1991).....	110
Σχήμα 3.17: Εικονική αναπαράσταση του CoSy_World.....	111
Σχήμα 3.18: Η διαδρομή και οι Σταθμοί στον CoSy_World.	112
Σχήμα 3.19: Σταθμός 1 στον 3D CoSy_World.	112
Σχήμα 3.20: Σταθμός 2 στον 3D CoSy_World.	113

Σχήμα 3.21: Σταθμός 3 στον 3D CoSy_World.	113
Σχήμα 3.22: Σταθμός 4 στον 3D CoSy_World.	114
Σχήμα 3.23: Σταθμός 5 στον 3D CoSy_World.	114
Σχήμα 3.24: Σταθμός 6 στον 3D CoSy_World.	115
Σχήμα 3.25: Σταθμός 7 στον 3D CoSy_World.	115
Σχήμα 3.26: Σταθμός 8 στον 3D CoSy_World.	116
Σχήμα 3.27: Πληροφορίες για τις πλημμύρες του ποταμού Νείλου στον CoSy_World.	116
Σχήμα 3.28: Εικόνα από το σημείο εκτέλεσης της Δραστηριότητας 1 στον CoSy_World. .	118
Σχήμα 3.29: Εικόνα από το σημείο εκτέλεσης της Δραστηριότητας 2 στον CoSy_World. .	119
Σχήμα 3.30: Εικόνα από το Σταθμό Ταξιδιωτικό Γραφείο.....	119
Σχήμα 3.31: Σκέψεις από το ημερολόγιο του κυρ Μιχάλη στο Σταθμό Καφενείο.....	120
Σχήμα 3.32: Εικόνα από τις δραστηριότητες 5,6,7 στον CoSy_World.	121
Σχήμα 3.33: Εικόνα από τις δραστηριότητες 9 στον CoSy_World.....	121
Σχήμα 3.34: Εικόνα από τις Δραστηριότητες 8 στον CoSy_World.....	122
Σχήμα 3.35: Εικόνα από το σημείο εκτέλεσης της δραστηριότητας 10 στον CoSy_World.	123
Σχήμα 3.36: Μοντέλο Γνωστικής Μαθητείας (κύρια μέρη και συστατικά) (Collins et al., 1991).....	125
Σχήμα 3.37: Παιδαγωγικές συνθήκες και εκπαιδευτικές δραστηριότητες στον CoSy_World.	128
Σχήμα 3.38: Προτυποποίηση στον CoSy_World.....	129
Σχήμα 3.39: Καθοδήγηση στον CoSy_World.	129
Σχήμα 3.40: Σταδιακή στήριξη στον CoSy_World.....	130
Σχήμα 3.41: Διατύπωση στον CoSy_World.	130
Σχήμα 3.42: Αναστοχασμός στον CoSy_World.....	131
Σχήμα 3.43: Εξερεύνηση στον CoSy_World.....	132
Σχήμα 3.44: Παράδειγμα δραστηριοτήτων που συνδέονται με την αναγνώριση κλασματικών εννοιών μέσα από διάφορα συστήματα αναπαραστάσεων (στο Σταθμό Καφενείο).	133
Σχήμα 3.45: Συνεργατική μάθηση και διδασκαλία των Μαθηματικών στον CoSy_World.	136
Σχήμα 3.46: Στιγμιότυπα από τον CoSy_World.....	139
Σχήμα 3.47: Ένα CSCL μακρο-σενάριο στον 3D εικονικό CoSy_World (Bouta et al., 2012).	140
Σχήμα 3.48: Στάδιο 1: Εισαγωγή στον CoSy_World – αρχική ενημέρωση (Bouta et al., 2012).	141

Σχήμα 3.49: Στάδιο 2: Στο ταξιδιωτικό πρακτορείο - ομάδες προσομοίωσης ειδικών (Bouta et al., 2012).	142
Σχήμα 3.50: Στάδιο 3: Το ταξίδι – ομάδες προσομοίωσης ειδικών (Bouta et al., 2012).	143
Σχήμα 3.51: Στιγμιότυπο που δείχνει παράδειγμα δραστηριότητας στο Σταθμό Καφερείο σχετικά με την κατανόηση της έννοιας του κλάσματος σαν μέρος όλου.	144
Σχήμα 3.52: Στάδιο 4: Συζήτηση – 2 ομάδες προσομοίωσης jigsaw (Bouta et al., 2012).	145
Σχήμα 4.53: Σχεδιασμός ερευνητικής μελέτης – Μικτή ερευνητική μέθοδος.	149
Σχήμα 4.54: Ο τύπος της τριγωνοποίησης (triangulation design: convergence model).	153
Σχήμα 4.55: Ενσωμάτωση δεδομένων κατά τη μικτή ερευνητική μέθοδο.	153
Σχήμα 4.56: Μικτή ερευνητική μέθοδος και Διερευνητικός σχεδιασμός.	155
Σχήμα 4.57: Συνεργατικές στρατηγικές Jigsaw και Προσομοίωση στο στάδιο 2 και στο στάδιο 3.	167
Σχήμα 4.58: Συνεργατικές στρατηγικές Jigsaw και Προσομοίωση στο στάδιο 1.	167
Σχήμα 4.59: Συνεργατικές στρατηγικές Jigsaw και Προσομοίωση στο στάδιο 4.	171
Σχήμα 4.60: Διάγραμμα Ομοιότητας για τις απαντήσεις των μαθητών της Πρώτης Διδακτικής Εφαρμογής στο pretest.	219
Σχήμα 4.61: Διάγραμμα Ομοιότητας για τις απαντήσεις των μαθητών της Πρώτης Διδακτικής Εφαρμογής στο posttest.	221
Σχήμα 4.62: Συνεπαγωγικό διάγραμμα για τις απαντήσεις των μαθητών της Πρώτης Διδακτικής Εφαρμογής στο pretest.	223
Σχήμα 4.63: Συνεπαγωγικό διάγραμμα για τις απαντήσεις των μαθητών της Πρώτης Διδακτικής Εφαρμογής στο posttest.	224
Σχήμα 4.64: Διάγραμμα Ομοιότητας για τις απαντήσεις των μαθητών της Δεύτερης Διδακτικής Εφαρμογής στο pretest.	225
Σχήμα 4.65: Διάγραμμα Ομοιότητας για τις απαντήσεις των μαθητών της Δεύτερης Διδακτικής Εφαρμογής στο post-test.	227
Σχήμα 4.66: Συνεπαγωγικό διάγραμμα για τις απαντήσεις των μαθητών της Δεύτερης Διδακτικής Εφαρμογής στο pretest.	228
Σχήμα 4.67: Συνεπαγωγικό διάγραμμα για τις απαντήσεις των μαθητών της Δεύτερης Διδακτικής Εφαρμογής στο posttest.	229

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Εισαγωγή στο πρόβλημα (ερευνητικά κενά)

Τα online 3D εικονικά περιβάλλοντα μάθησης έχουν αποτελέσει εδώ και μια δεκαετία αντικείμενο μελέτης πολλών ερευνών, προκειμένου να αξιοποιηθούν σε όλα τα επίπεδα εκπαίδευσης (Barab, Thomas, Dodge, Carteaux, & Tuzan, 2005; Choi & Baek, 2011; Garzotto & Forfori, 2006; Merchant, 2010; Nelson, Ketelhut, Clarke, Bowman, & Dede, 2005; Urban, Murty, & Twidale, 2007). Συγκεκριμένα, οι μελέτες δείχνουν ότι τα περιβάλλοντα αυτά μπορούν να υποστηρίξουν τη διδασκαλία διαφόρων γνωστικών αντικειμένων (γλώσσα, ιστορία, αστρονομία, κοινωνιολογία κ.λπ.), προκειμένου να επιτευχθεί η απόκτηση της νέας γνώσης αλλά και η ανάπτυξη δεξιοτήτων (επιστημονικών, γνωστικών, μεταγνωστικών κ.λπ.), κινήτρων και στάσεων (Barab, Dodge, Tuzun, Job-Sluder, Jackson, Arici et al., 2007b; Brom, Preuss, & Klement, 2011; Chen, Yang, Shen, & Jeng, 2007; Di Blas, Poggi, & Reeves, 2006b; Dieterle & Clark 2007; Garzotto & Forfori, 2006; Urban et al., 2007).

Ωστόσο, οι εμπειρικές έρευνες που αφορούν στην αξιοποίηση των online και 3D περιβαλλόντων μάθησης στην εκπαιδευτική πρακτική είναι πολύ λίγες σε σχέση με τις έρευνες που έχουν γίνει σχετικά με την αξιοποίηση των 2D τεχνολογιών (Dalgarno & Lee, 2010). Επίσης, οι περισσότερες από αυτές συζητούν τα αποτελέσματά τους σε γενική μορφή και, ως εκ τούτου, το πώς τελικά αυτές οι τεχνολογίες μπορούν να υποστηρίξουν τη μάθηση παραμένει μια διφορούμενη απάντηση (Dalgarno & Lee, 2010).

Συνεπώς, τονίζεται η ανάγκη για περαιτέρω έρευνα που αφορά σε διάφορα πεδία όπως την ένταξη των online 3D περιβαλλόντων μάθησης στην K-12 εκπαίδευση (Barab, Dodge, Thomas, Jackson, & Tuzun, 2007a; Barab et.al., 2007b; Chen et al., 2007; Chittaro & Ranon, 2007; Di Blas, et al., 2006b). Αυτό σημαίνει τρόπους ενσωμάτωσής τους στο Αναλυτικό Πρόγραμμα των διάφορων βαθμίδων εκπαίδευσης. Επίσης, σημαίνει διερεύνηση κατάλληλων εκπαιδευτικών στρατηγικών και μεθοδολογιών για τη βελτίωση της διδασκαλίας και μάθησης στα περιβάλλοντα αυτά (Coffman, & Klingner, 2007).

Πολλές είναι οι έρευνες που τονίζουν την ανάγκη για διερεύνηση της αξιοποίησης των 3D περιβαλλόντων μάθησης, ώστε να επιτευχθεί αποτελεσματική ατομική αλλά και συνεργατική μάθηση (Chen, et al., 2007; Di Blas & Poggi, 2006a). Επανειλημμένα προτείνεται η διερεύνηση της δόμησης αποτελεσματικών κοινοτήτων μάθησης στα online 3D περιβάλλοντα μάθησης (Barab, et al, 2007a,b), αλλά και η διερεύνηση έγκυρων μεθόδων αξιολόγησης των 3D περιβαλλόντων μάθησης (Brenton, Hernandez, Bello, Strutton, Purkayastha, Firth et al., 2007 ; Di Blas & Poggi, 2006a ; Di Blas et al., 2006b; Dieterle & Clark, 2007; Nigel, 2007).

Σχετικές έρευνες επισημαίνουν επίσης την αναγκαιότητα για περαιτέρω μελέτη που συνδέεται με τη δόμηση και ένταξη κατάλληλων δραστηριοτήτων στα περιβάλλοντα αυτά, ώστε να γίνουν ένα πετυχημένο εκπαιδευτικό εργαλείο (Di Blas, Paolini, & Poggi, 2003a, 2005a,b,c; Lucey-Roper, 2006).

Τέλος, η αξιοποίηση των 3D περιβαλλόντων μάθησης στη διδασκαλία ποικίλων γνωστικών αντικειμένων (Μαθηματικά, αρχιτεκτονική, γλώσσα κ.λπ.) αποτελεί πρόταση για έρευνα αρκετών μελετών (Kieran, 2007; Caprotti & Seppälä, 2007; Chang, 2006).

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, η παρούσα έρευνα εστιάζει:

- α) Στην ανάγκη διερεύνησης των δυνατοτήτων ένταξης των online 3D περιβαλλόντων μάθησης στο αναλυτικό πρόγραμμα της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης. Κατά συνέπεια, στην ανάγκη διερεύνησης των δυνατοτήτων αξιοποίησης των 3D περιβαλλόντων στην καθημερινή διδακτική πρακτική (Barab et al., 2007a,b; Chen et al., 2007; Chittaro & Ranon, 2007; Di Blas et al., 2006b, Di Blas & Poggi, 2006a; Barab, & Dodge, 2006).
- β) Στην ανάγκη για περαιτέρω μελέτη και έρευνα σχετικά με την υποστήριξη κυρίως της συνεργατικής μάθησης στα περιβάλλοντα αυτά (Chen et al., 2007; Di Blas et al 2006b; Konstantinidis, Tsiatsos, Terzidou, & Pomportsis, 2010).
- γ) Στην ανάγκη διερεύνησης δόμησης αποτελεσματικών δραστηριοτήτων, ώστε τα περιβάλλοντα αυτά να προσφέρουν με ποικίλους τρόπους στην εκπαιδευτική διαδικασία (Di Blas et al., 2003a, 2005a,b,c; Lucey-Roper, 2006).
- δ) Στην ανάγκη διερεύνησης και περαιτέρω μελέτης, ώστε τα 3D περιβάλλοντα μάθησης να αξιοποιηθούν στη διδασκαλία διαφόρων γνωστικών αντικειμένων

όπως στη Γλώσσα, στα Μαθηματικά, στην Ιστορία, κ.λπ. (Kieran, 2007; Caprotti & Seppälä 2007; Chang, 2006).

Πιο συγκεκριμένα, η παρούσα έρευνα εστιάζει στη μελέτη αποτελεσματικής συνεργατικής μάθησης σε ένα online 3D περιβάλλον, δομώντας κατάλληλες δραστηριότητες για το μάθημα των Μαθηματικών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Στη βάση αυτή, προτάθηκαν κατάλληλες παιδαγωγικές συνθήκες, προκειμένου να υποστηριχθεί η αλληλεπίδραση των μαθητών καθώς αυτοί συνεργάζονται.

1.2 Δήλωση του ερευνητικού προβλήματος

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, οι μελέτες τονίζουν την ανάγκη για περαιτέρω έρευνα των 3D περιβαλλόντων, προκειμένου να υποστηρίξουν με τρόπο αποτελεσματικό διάφορες μορφές μάθησης και ιδιαίτερα της συνεργατικής μάθησης (Chen et al., 2007; Di Blas et al., 2006b; Konstantinidis et al., 2010). Επίσης, τονίζουν την ανάγκη για κατάλληλα σχεδιασμένες δραστηριότητες, ώστε να γίνουν εφικτοί οι επιδιωκόμενοι μαθησιακοί στόχοι (Di Blas et al., 2005a,b; Di Blas et al., 2006b; Lucey-Roper, 2006). Ως εκ τούτου, προτείνεται η περαιτέρω μελέτη για τη δημιουργία κατάλληλων παιδαγωγικών συνθηκών στα περιβάλλοντα αυτά (Dalgarno & Lee, 2010; Lee, 2009). Επίσης, προτείνεται η διερεύνηση παραγόντων όπως η αλληλεπίδραση (interactivity), η αναπαραστατική πιστότητα (representational fidelity), η επικοινωνία (communication) κ.ά. για το λόγο ότι αυτοί οι παράγοντες μπορούν να ενισχυθούν μέσα από τα περιβάλλοντα αυτά και επηρεάζουν τη συνεργατική μάθηση (Dalgarno & Lee, 2010).

Πιο συγκεκριμένα, αξιοποιώντας τα 3D περιβάλλοντα στη βάση της συνεργατικής μάθησης η διεθνής έρευνα εστιάζεται στη δόμηση και στη ρύθμιση αλληλεπιδράσεων οι οποίες προκύπτουν μεταξύ των μελών μιας ομάδας καθώς αυτά συνεργάζονται και εμπλέκονται στη διαδικασία της μάθησης. Αυτού του είδους οι αλληλεπιδράσεις είναι το κλειδί που μπορεί να εξασφαλίσει την αποτελεσματικότητα της συνεργατικής μάθησης (Jermann, Soller, & Mahlenborg, 2001; Dillenbourg & Fischer, 2007; Dillenbourg & Hong, 2008). Στη βιβλιογραφία, η εμπλοκή των μαθητών (student engagement) στη διαδικασία της μάθησης συνήθως μελετάται μέσα από τις εξής διαστάσεις (Coates, 2007; Fredricks, Blumenfeld, & Paris, 2004): α) τη συμπεριφορική εμπλοκή (behavioral engagement), β) τη

συναισθηματική εμπλοκή (affective engagement) και γ) τη γνωστική εμπλοκή (cognitive engagement). Η εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία της μάθησης μέσα από τις διαστάσεις αυτές προτείνεται να μελετηθεί σαν ένας από τους παράγοντες που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα της συνεργατικής μάθησης μέσα σε ένα περιβάλλον υποστηριζόμενο από υπολογιστή (CSCL - Computer-Supported Collaborative Learning).

Με βάση την παραπάνω προβληματική διατυπώνεται το κυρίαρχο ερευνητικό ερώτημα της παρούσας μελέτης:

«Ένα 3D εικονικό περιβάλλον για το οποίο συστήνουμε κατάλληλες παιδαγωγικές συνθήκες μπορεί να υποστηρίξει με τρόπο αποτελεσματικό την εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης στο Μάθημα των Μαθηματικών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση;».

Στη βάση της προβληματικής αυτής τίθενται τα ακόλουθα ερευνητικά ερωτήματα. Διερευνάται εάν ένα 3D εικονικό περιβάλλον μάθησης:

- α) Μπορεί να προάγει τη συμπεριφορική εμπλοκή των μαθητών που συνδέεται με τη συμπεριφορά τους (behavioral engagement) στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης.
- β) Μπορεί να προάγει τη συναισθηματική εμπλοκή (affective engagement) των μαθητών στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης.
- γ) Μπορεί να προάγει τη γνωστική εμπλοκή (cognitive engagement) των μαθητών στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης.

Εκτιμούμε ότι η αποτελεσματική συνεργατική μάθηση και οι κατάλληλα δομημένες δραστηριότητες στα 3D εικονικά περιβάλλοντα ιδιαίτερα στην Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση μπορούν να υποστηριχθούν με την υιοθέτηση κατάλληλων παιδαγωγικών συνθηκών, οι οποίες να υποστηρίζουν την αλληλεπίδραση των μαθητών καθώς αυτοί συνεργάζονται. Όλα αυτά μπορούν να ενορχηστρωθούν μέσω ενός δομημένου μακρο-σεναρίου (macro script). Αν ένα τέτοιο μακρο-σενάριο αξιοποιηθεί κατάλληλα, τότε έχει τη δυναμική να υποστηρίξει την ανάπτυξη ενός μεγάλου εύρους αλληλεπιδράσεων (Hernández-Leo, Villasclaras-Fernández, Jorrín-Abellán, Asensio-Pérez, Dimitriadis, Ruiz-Requies et al., 2006). Σύμφωνα με τον Dillenbourg (2002), ένα μακρο-σενάριο είναι ένα βασιζόμενο στον υπολογιστή (computer-based) παιδαγωγικό μοντέλο, που μπορεί να υποστηρίξει τη συνεργατική μάθηση, αφού καθορίζει τον τρόπο με τον

οποίο οι ομάδες σχηματίζονται και περιέχει συγκεκριμένα στάδια, ρόλους και δραστηριότητες.

Για τους παραπάνω λόγους, σχεδιάσαμε ένα CSCL (Computer Supported Collaborated Learning) μακρο-σενάριο, προκειμένου να ερευνήσουμε την εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης μέσα σε ένα 3D εικονικό περιβάλλον που ονομάσαμε CoSy_World. Σχεδιάσαμε και δημιουργήσαμε τον CoSy_World χρησιμοποιώντας την 3D πλατφόρμα Active Worlds (<http://www.activeworlds.com/>), ώστε να υποστηρίξουμε τη διδασκαλία των Μαθηματικών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Συγκεκριμένα, επιλέξαμε την περιοχή των κλασματικών αριθμών, αφού, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, η κατανόησή τους από τους μαθητές παρουσιάζει μεγάλες δυσκολίες (Brousseau, Brousseau, & Warfield, 2004; Streefland, 1993). Το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο, προκειμένου να εξασφαλίσει ένα δυναμικό παιδαγωγικό πλαίσιο (το οποίο να αναδεικνύει τις λειτουργικές δυνατότητες των περιβαλλόντων αυτών αλλά και τις παιδαγωγικές και μαθησιακά δόκιμες ανάγκες των μαθητών), αξιοποιεί τις διδακτικές αρχές της Γνωστικής Μαθητείας (Cognitive Apprenticeship) και τις παιδαγωγικές στρατηγικές της Προσομοίωσης (Simulation) (Hernández-Leo et al., 2006; Linser, 2007) και της Jigsaw (Aranson & Bridgeman, 1979; Aranson & Thibodeau, 1992; Hernández-Leo et al., 2006). Για την ανάδειξη όλων αυτών των μεθοδολογικών προσεγγίσεων ενσωματώσαμε συγκεκριμένες δραστηριότητες που υποστηρίζουν την κοινωνική διάσταση της μάθησης.

1.3 Εννοιολογικός και Λειτουργικός ορισμός εννοιών

Η εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία της μάθησης μελετάται μέσα από τις εξής διαστάσεις (Coates, 2007; Fredricks et al., 2004): α) τη συμπεριφορική εμπλοκή, β) τη συναισθηματική εμπλοκή και γ) τη γνωστική εμπλοκή.

Για την έρευνά μας, η *συμπεριφορική εμπλοκή* αναφέρεται στο βαθμό της ενεργής συμμετοχής των μαθητών σε συζητήσεις καθώς συνεργάζονται, προκειμένου α) να επιλύσουν μαθηματικά προβλήματα (Coates, 2007; Finn, Pannozzo, & Voelkl, 1995) και β) να επικοινωνήσουν αλλά και να μοιραστούν πληροφορίες που βρίσκουν σε διάφορα σημεία του CoSy_World (δραστηριότητες εκτός αναλυτικού προγράμματος) (Coates, 2007; Finn & Rock, 1997) (Πίνακας 1.1).

Πίνακας 1.1: Εννοιολογικός και Λειτουργικός ορισμός της συμπεριφορικής εμπλοκής των μαθητών στη διαδικασία της μάθησης.

Συμπεριφορική εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία της μάθησης (students' behavioral engagement).	
Εννοιολογικός ορισμός	Λειτουργικός ορισμός
<p>Η εμπλοκή εξαρτώμενη από τη συμπεριφορά των μαθητών (behavioral engagement) συνδέεται με «την ενεργή συμμετοχή των μαθητών στις συζητήσεις που γίνονται στη σχολική τάξη κατά τη διάρκεια του μαθήματος και αφορούν μαθησιακές δραστηριότητες (Coates, 2007; Finn et al., 1995) αλλά και τη συμμετοχή τους σε δραστηριότητες εκτός του αναλυτικού προγράμματος (extracurricular activities) (Coates, 2007; Finn&Rock, 1997).</p>	<p>Στην έρευνά μας, η διάσταση της εμπλοκής που αφορά στη συμπεριφορά συνδέεται με:</p> <p>α) Την ενεργή συμμετοχή των μαθητών στις συζητήσεις (Coates, 2007; Finn et al., 1995) προκειμένου να επιλύσουν δραστηριότητες μαθηματικών (AP- active participation).</p> <p>Η συμπεριφορά αυτή περιγράφεται μέσα από τις δράσεις στις οποίες προβαίνει ένα avatar καθώς συνεργάζεται online. Οι δράσεις αυτές αναφέρονται στις ερωτήσεις, στις απαντήσεις ή στις εκφράσεις απόψεων ενός avatar που θέτει ή καταθέτει προς:</p> <ul style="list-style-type: none"> • avatar της ομάδας του ή • προς avatar της άλλης ομάδας ή • προς το δάσκαλο <p>Επίσης, συνδέεται με:</p> <p>β) Τη συμμετοχή τους σε δραστηριότητες εκτός του αναλυτικού προγράμματος (extracurricular activities) (Coates, 2007; Finn&Rock, 1997), καθώς αυτοί αλληλεπιδρούν με τον online 3D CoSy_World (ECA-extracurricular activities).</p>

Η συναισθηματική εμπλοκή των μαθητών συνδέεται με τις δράσεις που αναπτύσσονται όταν οι μαθητές συμμετέχουν μέσα από την ομάδα τους σε διαδικασίες συνεργατικής μάθησης. Στην έρευνά μας, η διάσταση αυτή συνδέεται με το βαθμό στον οποίο οι μαθητές α) εστιάζονται στο στόχο τους (Kong, Wong, & Lam, 2003), β) δείχνουν ενδιαφέρον (Connell στο Kong et al., 2003), γ) δείχνουν ανία (Connell στο Kong et al, 2003), δ) εκφράζουν αξίες και συναισθήματα που αφορούν στη συγκεκριμένη μαθησιακή τους εμπειρία (Coates, 2007; Finn et al., 1995) (Πίνακας 1.2).

Πίνακας 1.2: Εννοιολογικός και Λειτουργικός ορισμός της συναισθηματικής εμπλοκής των μαθητών στη διαδικασία της μάθησης.

Συναισθηματική εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία της μάθησης (students' affective engagement)	
Εννοιολογικός ορισμός	Λειτουργικός ορισμός
<p>Η συναισθηματική εμπλοκή των μαθητών (affective engagement) συνδέεται με τις σχέσεις μεταξύ μαθητών αλλά και μεταξύ μαθητών και δασκάλου. Συνδέεται επίσης με τις αξίες (values) (π.χ. τα Μαθηματικά είναι χρήσιμα για τη ζωή μου) (Finn, et al., 1995).</p> <p>Σύμφωνα με τον Coates (2007), η συναισθηματική εμπλοκή περιλαμβάνει τις συναισθηματικές όψεις, ευαισθησίες, στάσεις και απόψεις των μαθητών για τα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα.</p> <p>Άλλοι ερευνητές χαρακτηρίζουν τη συναισθηματική εμπλοκή των μαθητών ως κοινωνικοσυναισθηματική εμπλοκή (social-emotional engagement) και την ορίζουν ως το φαινόμενο που συμβαίνει όταν οι μαθητές βλέπουν τους εαυτούς τους σαν μέρος μιας ομάδας και έτσι προσπαθούν για συνοχή, απόκτηση της αίσθησης του «ανήκω κάπου – σε μια ομάδα» και προσφέρουν αμοιβαία υποστήριξη (Rourke et al., 1999). Επίσης, μελετήθηκε σαν ενδιαφέρον (interest), ευτυχία (happiness), ανία (boredom) κ.α., (Connell στο et al, 2003) και σαν ενδιαφέρον (interest), προσανατολισμός στο στόχο μου (achievement orientation), άγχος (anxiety) και ματαίωση (frustration) (Kong, 2003).</p>	<p>Στην έρευνά μας, η διάσταση της συναισθηματικής εμπλοκής μελετάται μέσα από δείκτες που αναπτύσσονται όταν οι μαθητές βλέπουν τους εαυτούς τους σαν μέρος μιας ομάδας. Αυτό σημαίνει ότι οι μαθητές, συμμετέχοντας στη διαδικασία της μάθησης συνεργαζόμενοι με τα άλλα μέλη της ομάδας:</p> <p>α) Είναι προσανατολισμένοι στο στόχο τους (achievement orientation) (Kong et al., 2003).</p> <p>β) Δείχνουν ενδιαφέρον (interest) (Kong et al., 2003, Connell στο Kong et al, 2003).</p> <p>γ) Δείχνουν ανία, πλήξη (boredom) (an off-topic contribution) (Connell στο Kong et al, 2003).</p> <p>δ) Εκφράζουν «αξίες» (values) και συναισθήματα (feelings) (Finn et al., 1995; Coates, 2007).</p>

Η γνωστική εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία της μάθησης συνδέεται με την ατομική τους μάθηση όπως αυτή δομείται μέσα από τη συνεργασία τους με τα άλλα μέλη της ομάδας στην οποία ο καθένας συμμετέχει. Συγκεκριμένα, συνδέεται με τον τρόπο που ο κάθε μαθητής σκέφτεται, τις στρατηγικές που αναπτύσσει και χρησιμοποιεί, προκειμένου

να επιλύσει ένα πρόβλημα ή να αναπτύξει μια έννοια (Coates, 2007; Kong et al., 2003). Στη μελέτη μας, αυτό σημαίνει ότι οι μαθητές συνεργάζονται μέσα από την ομάδα τους και δομούν τη γνώση που συνδέεται με την κατανόηση βασικών κλασματικών εννοιών (Janvier, 1987; Lesh, Post, & Behr, 1987; Seeger, 1998). Ως αποτέλεσμα, αποκτούν α) την ικανότητα να αναγνωρίζουν μια κλασματική έννοια μέσα από ποικιλία αναπαραστάσεων, β) την ικανότητα του ευέλικτου χειρισμού της κλασματικής έννοιας μέσα σε ένα σύστημα αναπαράστασης και γ) την ικανότητα μετάφρασης της κλασματικής έννοιας από ένα σύστημα αναπαράστασης σε ένα άλλο (Πίνακας 1.3). Στο δεύτερο μέρος του κεφαλαίου που ακολουθεί αναπτύσσεται περισσότερο η ενότητα της συνεργατικής επίλυσης προβλήματος και της διδασκαλίας των βασικών κλασματικών εννοιών αξιοποιώντας τα online 3D εικονικά περιβάλλοντα μάθησης.

Πίνακας 1.3: Ενωσιολογικοί και Λειτουργικοί ορισμοί συνεργατικής επίλυσης προβλήματος και κατανόησης βασικών κλασματικών εννοιών (γνωστική εμπλοκή).

Διδασκαλία Μαθηματικών - Συνεργατική Επίλυση προβλήματος και κατανόηση βασικών κλασματικών εννοιών (students' cognitive engagement)	
Ενωσιολογικοί ορισμοί	Λειτουργικοί ορισμοί
<p>Η συνεργατική επίλυση προβλήματος (collaborative problem solving) απαιτεί την ταυτόχρονη διεξαγωγή δύο ειδών δραστηριοτήτων:</p> <p>α) της επίλυση προβλήματος και</p> <p>β) της συνεργασίας</p> <p>(Problem solving and collaborating).</p> <p>Για να υπάρξει ενωσιολογική κατανόηση μιας μαθηματικής έννοιας άρα και η κατανόηση μιας κλασματικής έννοιας, πρέπει το παιδί να αναπτύξει (Janvier, 1987):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Την ικανότητα αναγνώρισης της μαθηματικής έννοιας μέσα από διαφορετικά συστήματα αναπαράστασής της. 2. Την ικανότητα ευέλικτου χειρισμού της έννοιας μέσα από ποικιλία αναπαραστάσεών της. 3. Την ικανότητα μετάφρασης της έννοιας από 	<p>Στον CoSy_World οι μαθητές συνεργαζόμενοι σε ομάδες επίλυσαν:</p> <p>α) Προβλήματα τεσσάρων αριθμητικών πράξεων: για την επιλογή της πιο συμφέρουσας εκδρομής (πρόβλημα 1, πρόβλημα 2, πρόβλημα 3), αλλά και</p> <p>β) Προβλήματα που απαιτούσαν την εκτέλεση δραστηριοτήτων για την κατανόηση βασικών κλασματικών εννοιών.</p> <p>1. Ομάδα δραστηριοτήτων: Στο καφενείο - Στο Νείλο. Γίνεται: α) αναγνώριση της έννοιας του κλάσματος ως μέρους όλου επιφάνειας (σταθμός καφενείο) και β) αναγνώριση της έννοιας του κλάσματος ως μέρους όλου συνόλου αντικειμένων (σταθμός Νείλος). Επίσης, γ) αναγνώριση της έννοιας της ισοδυναμίας του κλάσματος, μέσα από</p>

τη μια μορφή αναπαράστασης στην άλλη.

**διαφορετικά
αναπαραστάσεων** (κύκλους,
παράλληλόγραμμο, ευθύγραμμο
τμήματα, σύνολο από βότσαλα) (στάδιο
1^ο, Janvier, 1987).

**2. Ομάδα δραστηριοτήτων: Στη
βιβλιοθήκη.** Γίνεται ευέλικτος χειρισμός
της έννοιας του κλάσματος ως μέρους
όλου αλλά και της έννοιας της
ισοδυναμίας ανάμεσα σε ποιοτικά
διαφορετικές αναπαραστάσεις της
(δραστηριότητες αντιστοίχισης) (στάδιο
2^ο, Janvier, 1987).

**3.Ομάδα δραστηριοτήτων: Δίπλα στην
πυραμίδα.** Γίνεται απόκτηση ικανότητας
μετάφρασης της έννοιας του κλάσματος
ως μέρους όλου, αλλά και της έννοιας
της ισοδυναμίας, από ένα σύστημα
αναπαράστασης σε άλλο (φύλλο
εργασίας 4: όπου τα παιδιά καλούνται
να συμπληρώσουν άλλοτε συμβολική,
άλλοτε διαγραμματική και άλλοτε
λεκτική αναπαράσταση μιας
κλασματικής έννοιας) (στάδιο 3^ο,
Janvier, 1987).

Στο κεφάλαιο 4, και συγκεκριμένα στις υποενότητες 4.3.4 και 4.4.4, περιγράφονται αναλυτικότερα οι διαστάσεις της εμπλοκής των μαθητών στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης, όπως αυτές ορίστηκαν και αποτιμήθηκαν στην παρούσα έρευνα.

Παρακάτω δίνονται και κάποιοι επιπλέον κομβικοί εννοιολογικοί και λειτουργικοί ορισμοί που υιοθετήθηκαν στη μελέτη αυτή. Στον Πίνακα 1.4 που ακολουθεί δίνεται ο εννοιολογικός και λειτουργικός ορισμός ενός online και 3D περιβάλλοντος μάθησης.

Πίνακας 1.4: Εννοιολογικός και Λειτουργικός ορισμός ενός online και 3D περιβάλλοντος μάθησης.

Online και 3D περιβάλλον μάθησης	
Εννοιολογικός ορισμός	Λειτουργικός ορισμός
<p>Τα 3D κόσμοι περιβάλλοντα μάθησης είναι εικονικά περιβάλλοντα υψηλών προδιαγραφών, αφού παρέχουν ποικιλία δυνατοτήτων παρέμβασης και εμπλοκής του χρήστη σε αυτά.</p> <p>Ένα τρισδιάστατο εικονικό περιβάλλον μπορεί να οριστεί ως ένα περιβάλλον που "αξιοποιεί τις φυσικές ιδιότητες της ανθρώπινης αντίληψης επεκτείνοντας την οπτική πληροφορία σε τρεις χωρικές διαστάσεις", "μπορεί να συμπληρώσει την πληροφορία με άλλα ερεθίσματα και χρονικές αλλαγές" και επιτρέπει στο χρήστη να διαδράσει με τα δεδομένα που παρουσιάζονται" (Wann & Mon-Williams, 1996, p. 833).</p>	<p>Η παρούσα έρευνα περιλαμβάνει το σχεδιασμό και τη δόμηση του CoSy_World.</p> <p>Τεχνικά χαρακτηριστικά του CoSy_World:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Είναι ένα online και 3D περιβάλλον μάθησης. - Δομήθηκε στην πλατφόρμα του ActiveWorlds. - Χρησιμοποιεί αρχεία .htm, .doc, .avi. - Αξιοποιεί το hotpotatoes software. <p>Επίσης,</p> <ul style="list-style-type: none"> - Συμπληρώνει την πληροφορία με άλλα ερεθίσματα, αφού μεταφέρει το χρήστη σε έναν τρισδιάστατο εικονικό κόσμο στον οποίο του προσφέρονται πληροφορίες μέσα από ποικιλία αναπαραστάσεων. - Συμπληρώνει την πληροφορία με χρονικές αλλαγές, αφού μεταφέρει το χρήστη σε υποθετικές χρονικές στιγμές όπου καλείται να συνεργαστεί και να ταξιδέψει. - Επιτρέπει στο χρήστη να διαδράσει με τα δεδομένα που παρουσιάζονται, αφού μπορεί να δράσει και να αλληλεπιδράσει τόσο με το περιβάλλον όσο και με τους άλλους χρήστες.

Οι ορισμοί που αντιστοιχούν στην υποστηριζόμενη από τον υπολογιστή συνεργατική μάθηση (CSCL -Computer Supported Collaborative Learning) δίνονται στον Πίνακα 1.5. Η CSCL και ο τρόπος που συνδέεται με την παρούσα μελέτη αναπτύσσεται στην υποενότητα 2.2.1 του κεφαλαίου που ακολουθεί.

Πίνακας 1.5: Εννοιολογικός και Λειτουργικός ορισμός της συνεργατικού τύπου μάθησης υποστηριζόμενης από τον υπολογιστή.

Η συνεργατικού τύπου μάθηση υποστηριζόμενη από τον υπολογιστή (CSCL -Computer Supported Collaborative Learning)	
Εννοιολογικός ορισμός	Λειτουργικός ορισμός
<p>Η συνεργατική μάθηση είναι μια κατάσταση στην οποία δύο ή περισσότερα άτομα μαθαίνουν ή επιχειρούν να μάθουν κάτι μαζί (Dillenbourg, 1999):</p> <ul style="list-style-type: none"> • «δύο ή περισσότερα άτομα»: αναφέρεται σε ένα ζευγάρι, σε μια μικρή ομάδα (3-5 ατόμων), σε μια τάξη (20-30 ατόμων), σε μια κοινότητα (μερικών εκατοντάδων ατόμων ή μερικών χιλιάδων), σε μια ολόκληρη κοινωνία (αρκετών χιλιάδων ή εκατομμυρίων ατόμων) κ.λπ. • «μαθαίνουν ή επιχειρούν να μάθουν κάτι»: σημαίνει ότι παρακολουθούν ένα μάθημα ή μελετούν για μια κοινή εργασία ή εκτελούν συγκεκριμένες δραστηριότητες μάθησης όπως π.χ. την επίλυση προβλήματος ή μαθαίνουν μέσα από την επαγγελματική εμπειρία. • «μαζί»: αναφέρεται σε διαφορετικές μορφές αλληλεπίδρασης όπως: πρόσωπο με πρόσωπο ή μέσω υπολογιστή, σύγχρονη ή ασύγχρονη. 	<p>Οι μαθητές του Δημοτικού Σχολείου συναντιούνται σε ομάδες στον CoSy_World και μαζί προσπαθούν να επιλύσουν μαθηματικά προβλήματα και να κατανοήσουν βασικές κλασματικές έννοιες κατά τη διάρκεια του μαθήματος των μαθηματικών:</p> <ul style="list-style-type: none"> • «δύο ή περισσότερα άτομα»: οι μαθητές σε ομάδες των 2-3 ατόμων εκπροσωπούνται από ένα avatar στον CoSy_World. Τα avatars σχηματίζουν επίσης ομάδες και συνεργάζονται ακολουθώντας τα βήματα των στρατηγικών jigsaw και προσομοίωσης. • «μαθαίνουν κάτι»: οι μαθητές ακολουθούν ένα σενάριο μέσα από το οποίο ταξιδεύουν και... επιλύουν προβλήματα μαθηματικών και εκτελούν δραστηριότητες που αφορούν στην κατανόηση βασικών κλασματικών εννοιών • «μαζί»: οι μαθητές επικοινωνούν online μέσα από τον CoSy_World εκπροσωπούμενοι από avatars (κινούνται, χειρονομούν, μιλούν μέσω μηνυμάτων στο chat-room).

Επίσης, όπως προαναφέρθηκε, σχεδιάσαμε ένα CSCL μακρο-σενάριο, προκειμένου να ερευνήσουμε την εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης μέσα σε ένα 3D εικονικό περιβάλλον που ονομάσαμε CoSy_World. Ο εννοιολογικός και ο λειτουργικός ορισμός ενός CSCL σεναρίου περιγράφεται στον Πίνακα 1.6. Ωστόσο, στην υποενότητα 2.2.2 του κεφαλαίου 2, δίνεται αναλυτικότερη αναφορά στη συγκεκριμένη έννοια και στον τρόπο που ενσωματώνεται στην παρούσα μελέτη.

Πίνακας 1.6: Εννοιολογικός και Λειτουργικός ορισμός ενός συνεργατικού σεναρίου υποστηριζόμενου από τον υπολογιστή.

Συνεργατικό σενάριο υποστηριζόμενο από τον υπολογιστή (CSCL -Computer-supported collaborative learning script)	
Εννοιολογικός ορισμός	Λειτουργικός ορισμός
<p>Ένα συνεργατικό σενάριο (collaborative script) είναι μια διδακτική προσέγγιση που έχει σαν στόχο να κάνει τη συνεργατικότητα πιο παραγωγική (Dillenburg & Jermann, 2007). Στη βιβλιογραφία, σχετικά με τον όρο scripts αναφέρονται δύο προσεγγίσεις: τα μικρο-σενάρια (micro- scripts) τα οποία είναι διαλογικά μοντέλα και τα μακρο-σενάρια (macro-scripts) τα οποία είναι παιδαγωγικά μοντέλα (Dillenbourg & Hong, 2008).</p> <p>Τα μικρο-σενάρια έχουν τη δημιουργία σεναρίου σαν στόχο ενώ τα μακρο-σενάρια έχουν τη δημιουργία σεναρίου σαν μέθοδο. Ωστόσο, και τα δύο είδη μάλλον πρέπει να τα βλέπει κανείς συμπληρωματικά (Dillenbourg & Jermann, 2007).</p> <p>Ένα μικρο-σενάριο μπορεί να εξελιχθεί μέσα από τις φάσεις ενός μακρο-σεναρίου (Ayala, 2007; Haake & Pfister, 2007).</p> <p>Τα μικρο-σενάρια είναι μοντέλα τα οποία ενσωματώνονται σε ένα περιβάλλον όπου οι μαθητές προτρέπονται να απαντήσουν στο συμμαθητή τους με αντεπιχείρημα, καθοδηγούμενοι από το σύστημα (Weinberger et al., 2002).</p> <p>Τα μακρο-σενάρια μοντελοποιούν τις δραστηριότητες στις οποίες οι ομάδες θα εμπλακούν. Δηλαδή, εστιάζουν στον τρόπο που οι ομάδες θα σχηματιστούν αλλά και στο πώς, με βάση το σενάριο, θα δομηθεί η συνεργασία των μελών των ομάδων. Αυτό συνεπάγεται συγκεκριμένους ρόλους, συγκεκριμένες δραστηριότητες, αλλά και συγκεκριμένες φάσεις.</p>	<p>Επιχειρήσαμε τη δημιουργία ενός μακρο-σεναρίου που να εξελίσσεται σε ένα online 3D περιβάλλον, στον CoSy_World, με σκοπό να υποστηρίζει τη συνεργατική μάθηση στο πλαίσιο της διδασκαλίας των Μαθηματικών στο Δημοτικό Σχολείο.</p> <p>Το μακρο-σενάριο που προτείνουμε χαρακτηρίζεται από:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Φάσεις, • Ρόλους, • Δραστηριότητες. <p>Επίσης, χαρακτηρίζεται από κατάλληλες παιδαγωγικές συνθήκες, αξιοποιώντας συνεργατικές στρατηγικές μάθησης (Jigsaw και Προσομοίωση) και τις διδακτικές αρχές της γνωστικής μαθητείας στο πλαίσιο της υποστηριζόμενης από υπολογιστή συνεργατικής μάθησης (online computer-supported collaborative learning - CSCL).</p> <p>Στο πλαίσιο αυτό και μέσα από τις φάσεις εξελίσσεται και η μικρο-σεναριακή διάστασή του.</p>

1.4 Περιορισμοί

Ένας από τους περιορισμούς της μελέτης μας ήταν ότι, παρόλο που οι έρευνες στις οποίες βασιστήκαμε μας έδωσαν αρκετά στοιχεία προκειμένου να εμπνευστούμε και να σχεδιάσουμε την παρούσα ερευνητική προσέγγιση, καμιά από αυτές δε συνδεόταν με το πεδίο της Διδακτικής των Μαθηματικών και ιδιαίτερα με τη διδασκαλία κλασματικών αριθμών. Ως εκ τούτου, δεν μπορούμε να συγκρίνουμε τα αποτελέσματά μας με άλλες μελέτες στο συγκεκριμένο γνωστικό αντικείμενο (κλάσματα).

Ένας άλλος περιορισμός ήταν ότι στην παρούσα έρευνα επικεντρωθήκαμε μόνο στη διδασκαλία βασικών κλασματικών εννοιών, που σημαίνει ότι δεν μπορούμε να μεταφέρουμε τα αποτελέσματα σε άλλες περιοχές, όπως για παράδειγμα του πολλαπλασιασμού και της διαίρεσης των κλασματικών αριθμών. Αυτό θα μπορούσε να αποτελέσει αντικείμενο μελλοντικής έρευνας.

Ένα πιο πρακτικό πρόβλημα ήταν το γεγονός ότι οι μαθητές δεν ήταν ιδιαίτερα εξοικειωμένοι με τη χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών και ιδιαίτερα με περιβάλλοντα όπως το λογισμικό του Active Worlds. Ως αποτέλεσμα, οι απαντήσεις τους, όπως εμφανίζονται στα αρχεία καταγραφής (log files), ειδικά αυτές που αφορούν τη γνωστική εμπλοκή, ήταν μερικές φορές πολύ σύντομες.

Θα πρέπει επίσης να αναφερθεί ότι είχαμε μεγάλη δυσκολία στο να βρούμε σχολείο με εργαστήριο Πληροφορικής και μάλιστα με τεχνικά χαρακτηριστικά υψηλών προδιαγραφών ώστε να υποστηριχθεί η επιτυχής εγκατάσταση και χρήση του Active Worlds. Για το λόγο αυτό, στο σχολείο που έγιναν οι Πειραματικές Διδακτικές Εφαρμογές δημιουργήσαμε εργαστήριο για τις ανάγκες της έρευνάς μας.

Επίσης, ένα άλλο πρόβλημα που έπρεπε να λυθεί ήταν να βρούμε εκπαιδευτικούς πρόθυμους να συνεργαστούν στη διεξαγωγή μιας τέτοιας Διδακτικής Παρέμβασης. Οι εκπαιδευτικοί φαίνεται σε γενικές γραμμές να είναι προκατελιγμένοι απέναντι στην αξιοποίηση της τεχνολογίας στην καθημερινή διδακτική πρακτική πιθανότατα λόγω έλλειψης σχετικής εκπαίδευσης.

1.5 Η δομή της μελέτης

Στο κεφάλαιο αυτό αρχικά έγινε μια εισαγωγή στο ερευνητικό πρόβλημα με το οποίο ασχολείται η παρούσα μελέτη. Αναφέρθηκαν συνοπτικά τα ερευνητικά κενά που συνδέονται με την εκπαιδευτική αξιοποίηση των online 3D εικονικών περιβαλλόντων μάθησης και επισημάνθηκαν οι ερευνητικές περιοχές στις οποίες εστιάζει η παρούσα έρευνα. Στο συνέχεια, δηλώθηκε το ερευνητικό πρόβλημα και παρουσιάστηκε ο εννοιολογικός και λειτουργικός ορισμός των υπό μελέτη μεταβλητών αλλά και κομβικών εννοιών που εμπεριέχονται στη μελέτη αυτή. Τέλος, αναφέρθηκαν βασικοί περιορισμοί που επισημάνθηκαν κατά τη διάρκεια της ερευνητικής διαδικασίας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται το θεωρητικό υπόβαθρο το οποίο αποτελείται από δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος δίνεται μια συνοπτική ανασκόπηση ερευνών που μελετούν την αξιοποίηση των online και 3D περιβαλλόντων μάθησης στα διάφορα επίπεδα εκπαίδευσης και επισημαίνονται σχετικά ερευνητικά ερωτήματα. Στη συνέχεια, γίνεται βιβλιογραφική επισκόπηση που συνδέεται με την υποστήριξη της αποτελεσματικής συνεργατικής μάθησης και τα συνεργατικά σενάρια για μάθηση μέσω του υπολογιστή. Το δεύτερο μέρος αφορά στην αξιοποίηση της CSCL και των online 3D περιβαλλόντων μάθησης στη Μαθηματική Εκπαίδευση. Στο κεφάλαιο αυτό τεκμηριώνεται η επιλογή του θέματος και θεμελιώνεται η θεωρητική υποστήριξη της ερευνητικής μας πρότασης η οποία παρουσιάζεται στο επόμενο κεφάλαιο 3.

Στο κεφάλαιο 3 περιγράφεται ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη του προτεινόμενου online 3D συνεργατικού περιβάλλοντος, του CoSy_World, για τη διδασκαλία των Μαθηματικών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Επίσης, περιγράφεται το προτεινόμενο μακρο-σενάριο (macro script) που σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας.

Στο κεφάλαιο 4 αρχικά περιγράφεται η φιλοσοφία και ο σχεδιασμός της έρευνας και στη συνέχεια παρουσιάζεται η αξιολόγηση των δύο Πειραματικών Διδακτικών Εφαρμογών. Η σύγκριση των αποτελεσμάτων οδηγεί στη βαθύτερη μελέτη των αποτελεσμάτων και στη διατύπωση συνοπτικών συμπερασμάτων χρήσιμων για την ερευνητική κοινότητα που εστιάζει στη μελέτη αντίστοιχων ερευνητικών περιοχών.

Τέλος, στο κεφάλαιο 5 δίνεται μια συνοπτική περιγραφή της πορείας της παρούσης διατριβής. Επίσης, επισημαίνονται τα καινοτόμα στοιχεία και η συνεισφορά στην ερευνητική κοινότητα. Επιπλέον, διατυπώνονται προτάσεις για μελλοντική έρευνα.

1.6 Ορισμοί για τις λέξεις-κλειδιά

Κρίνεται σκόπιμο να δοθούν επίσης και οι ορισμοί για λέξεις- κλειδιά που συναντώνται στο κείμενο των κεφαλαίων που ακολουθεί.

Avatar: τρισδιάστατη γραφική αναπαράσταση ενός χρήστη μέσα σε έναν 3D εικονικό κόσμο. Τα avatars κινούνται και αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον στο οποίο βρίσκονται, αλλά και με τα άλλα avatars που βρίσκονται στον ίδιο εικονικό κόσμο.

Chat: η συμμετοχή σε μια σύγχρονη ανταλλαγή παρατηρήσεων ή σχολίων με ένα ή περισσότερα άτομα σε ένα δίκτυο υπολογιστών.

Collaborative learning: Η συνεργατική μάθηση (collaborative learning) είναι μια κατάσταση στην οποία δύο ή περισσότερα άτομα μαθαίνουν ή επιχειρούν να μάθουν κάτι μαζί.

Collaborative Script: μια διδακτική προσέγγιση που έχει σαν στόχο να κάνει τη συνεργατικότητα πιο παραγωγική. Ένα σενάριο (script) είναι μια ιστορία όπου οι μαθητές και οι εκπαιδευτικοί πρέπει να παίξουν έναν ρόλο και να διεκπεραιώσουν μια αποστολή.

CSCL: τα αρχικά της υποστηριζόμενης από τον υπολογιστή συνεργατικής μάθησης (CSSL – Computer Supported Collaborative Learning).

Jigsaw: στρατηγική συνεργατικής μάθησης.

K-12 εκπαίδευση: οι βαθμίδες της Πρωτοβάθμιας και της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης.

Log files: αρχείο καταγραφής κινήσεων σε ένα web server. Στην παρούσα έρευνα αναφερόμαστε στο αρχείο καταγραφής των μηνυμάτων που ανταλλάσσουν τα avatars όταν εισέρχονται στον CoSy_World.

Μακρο-σενάρια (macro-scripts): είναι παιδαγωγικά μοντέλα. Τα μακρο-σενάρια μοντελοποιούν τις δραστηριότητες στις οποίες θα εμπλακούν οι ομάδες. Εστιάζουν στον τρόπο που οι ομάδες θα σχηματιστούν αλλά και στο πώς θα δομηθεί η συνεργασία των μελών των ομάδων μέσα από συγκεκριμένους ρόλους, συγκεκριμένες δραστηριότητες και συγκεκριμένες φάσεις.

Μικρο-σενάρια (micro-scripts): είναι διαλογικά μοντέλα όπου οι μαθητές προτρέπονται να απαντήσουν στο συμμαθητή τους με αντεπιχείρημα, καθοδηγούμενοι από το σύστημα.

Online τρισδιάστατο εικονικό περιβάλλον (Online 3D virtual environment): ένα περιβάλλον που προσομοιώνει πραγματικές συνθήκες όπου ο χρήστης μέσω διαδικτύου μπορεί να εισέλθει σε αυτό και να αλληλεπιδράσει. Στη βιβλιογραφία είναι γνωστά και ως εικονικά τοπία (virtual landscapes), εικονικοί χώροι (virtual spaces) και εικονικοί κόσμοι (virtual worlds).

Προσομοίωση (Simulation): στρατηγική συνεργατικής μάθησης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Μέρος Α΄

Online 3D Εικονικά Περιβάλλοντα και Συνεργατική Μάθηση

Τα online και 3D εικονικά περιβάλλοντα μπορούν να συνεισφέρουν σημαντικά στις ανάγκες της εκπαίδευσης όλων των βαθμίδων, όπως δείχνει ο αυξανόμενος αριθμός ερευνών που αναγνωρίζουν την παιδαγωγική τους αξία. Για το λόγο αυτό, υποστηρίζουν την ένταξή τους στα αναλυτικά προγράμματα σπουδών, προκειμένου να ενισχυθεί με τρόπο καινοτόμο η καθημερινή διδακτική πρακτική μέσα από τα διάφορα γνωστικά αντικείμενα (γλώσσα, ιστορία, αστρονομία, κοινωνιολογία κ.λπ.). Οι μελέτες εστιάζουν στη διερεύνηση τρόπων ώστε τα περιβάλλοντα αυτά να γίνουν ένα πετυχημένο εκπαιδευτικό εργαλείο.

Από την άλλη, οι ίδιες έρευνες αναζητούν τρόπους αποτελεσματικής online συνεργατικής μάθησης (Computer-Supported Collaborative Learning - CSCL). Τα ανοιχτά ερευνητικά ερωτήματα αφθονούν και καθιστούν αναγκαία την περαιτέρω μελέτη και έρευνα.

Στο πρώτο μέρος του κεφαλαίου αυτού δίνεται μια συνοπτική ανασκόπηση ερευνών που μελετούν την αξιοποίηση των online 3D περιβαλλόντων μάθησης στα διάφορα επίπεδα εκπαίδευσης και επισημαίνονται σχετικά ερευνητικά ερωτήματα. Στη συνέχεια, περιγράφονται έρευνες που αφορούν στην υποστήριξη της αποτελεσματικής συνεργατικής μάθησης και στην αξιοποίηση των συνεργατικών σεναρίων προς την κατεύθυνση αυτή. Αναφέρονται επίσης σχετικά ερευνητικά ερωτήματα που προκύπτουν.

Στο δεύτερο μέρος αναπτύσσεται η συνεργατική επίλυση προβλήματος και η διδασκαλία βασικών κλασματικών εννοιών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση.

Η μελέτη των παραπάνω θεμάτων οδηγεί στην τεκμηρίωση των λόγων σχεδίασης, ανάπτυξης και αξιοποίησης ενός 3D εικονικού περιβάλλοντος (του CoSy_World) που

προτείνουμε για τη διδασκαλία των Μαθηματικών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Το εικονικό αυτό περιβάλλον παρουσιάζεται στο τρίτο κεφάλαιο.

2.1 Online 3D Εικονικά Περιβάλλοντα και Εκπαίδευση

Τα 3D περιβάλλοντα μάθησης είναι εικονικοί κόσμοι υψηλών προδιαγραφών, αφού παρέχουν ποικιλία δυνατοτήτων παρέμβασης και εμπλοκής του χρήστη σε αυτά. Τα 3D περιβάλλοντα μάθησης είναι γνωστά στη βιβλιογραφία και σαν Εικονικά Περιβάλλοντα Πολλών Χρηστών (Multi-User Virtual Environments - MUVE). Βασικό χαρακτηριστικό και πλεονέκτημα είναι ότι οι χρήστες έχουν την ευκαιρία οι ίδιοι να δομήσουν το περιβάλλον που θέλουν, αλλά και την εμπειρία τους μέσα σε αυτό (The New Media Consortium and the EdUCAUSE Learning Initiative, 2007). Επίσης, έχουν τη δυνατότητα να εισέλθουν ταυτόχρονα (σε πραγματικό χρόνο) με άλλους σε κοινό εικονικό διάστημα και να αλληλεπιδράσουν. Οι χρήστες εισέρχονται στα περιβάλλοντα αυτά εκπροσωπούμενοι από avatars μέσω των οποίων κινούνται (περπατούν ή ακόμα και πετούν). Οι 3D εικονικοί κόσμοι δεν είναι παιχνίδια, παρόλο που και αυτά οικειοποιούνται εικονικούς κόσμους (“οι εικονικοί κόσμοι δεν είναι παιχνίδια από μόνοι τους», (Antonacci & Modares, 2005; Boulos, Hetherington, & Wheeler, 2007; Kirkpatrick, 2007). Είναι αλληλεπιδραστικά κοινωνικά δίκτυα, όπου οι χρήστες εμπλέκονται σε ποικίλες κοινωνικές και εκπαιδευτικές δραστηριότητες (Knittle, 2008). Ένας εικονικός κόσμος (π.χ., Active Worlds, Second Life, There) έχει ευρύ φάσμα εφαρμογών με δυνατότητα συνεχούς επέκτασης και αναπροσαρμογής στόχων από το χρήστη, ενώ ένα παιχνίδι έχει γενικά έναν συγκεκριμένο και αυστηρά προσανατολισμένο στόχο (The New Media Consortium and the EdUCAUSE Learning Initiative, 2007).

Η μέχρι τώρα έρευνα δείχνει πως οι online και 3D κόσμοι μπορούν να συνεισφέρουν σημαντικά στο χώρο της μάθησης και γενικότερα της εκπαίδευσης. Κι αυτό επειδή τα 3D περιβάλλοντα μάθησης, σε αντίθεση με ένα παραδοσιακό περιβάλλον μάθησης: α) μπορούν να πετύχουν τη βέλτιστη προσομοίωση του πραγματικού κόσμου όπως αυτός είναι ή τη δημιουργία ενός νέου και φανταστικού κόσμου (De Lucia, Francese, Passero, & Tortora, 2009), β) δίνουν τη δυνατότητα σε αρκετούς χρήστες να αλληλεπιδρούν και να συμμετέχουν ταυτόχρονα και ενεργά σε διαδικασίες κατανόησης εννοιών καθώς και ευρύτερης μάθησης (Chitaro & Ranon, 2007), γ) υποστηρίζουν την ανάπτυξη κοινοτήτων

μάθησης (Prasolova-Forland, 2002), δ) μπορούν να υποστηρίξουν ποικίλες μορφές μάθησης (εποικοδομητική, συνεργατική, εμπλαισιωμένη, κ.λπ.), ε) παρέχουν τη δυνατότητα στους συμμετάσχοντες να φαντάζονται την παρουσία και τη θέση των άλλων και γενικά να βελτιώνουν την παρουσία τους στο χώρο αυτό αλλά και την αυτοεπίγνωση τους (De Lucia et al., 2009), στ) προσφέρουν βιωματική εμπειρία η οποία πολλές φορές είναι δύσκολο σε πραγματικές συνθήκες να συμβεί (ένα ταξίδι, την ενεργή συμμετοχή στην επίλυση κοινωνικών προβλημάτων π.χ. μια επιδημία, κ.λπ.), στ) έχουν χαμηλό κόστος και δεν απαιτούν ιδιαίτερο εξοπλισμό.

Για αυτούς τους λόγους, οι έρευνες επιχειρούν όλο και πιο πολύ τη διερεύνηση της αξιοποίησης των περιβαλλόντων αυτών στην εκπαιδευτική διαδικασία (Crosier, Cobb, & Wilson, 2002; Kaufmann, Schmalstieg, & Wagner, 2000; Salt, Atkins, & Blackall, 2008; Urban, et al., 2007; Warburton, 2009). Τα ευρήματα δείχνουν πως τα online multi-user και 3D περιβάλλοντα μπορούν μέσα από ποικίλες διδακτικές προσεγγίσεις να υποστηρίξουν τη διδασκαλία διαφόρων γνωστικών πεδίων σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης. Πολλές φορές αυτό επιχειρείται στο πλαίσιο μιας διεπιστημονικής αλλά και διαπολιτισμικής προσέγγισης. Ενδεικτικά, στις υποενότητες που ακολουθούν παραθέτουμε παραδείγματα τέτοιων ερευνών.

2.1.1 Τα 3D Περιβάλλοντα Μάθησης στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση

Στο χώρο της Τριτοβάθμιας εκπαίδευσης φαίνεται πως διεξήχθησαν οι περισσότερες έρευνες. Αντιπροσωπευτικά παραδείγματα αποτελούν τα online και 3D περιβάλλοντα SEE (Shrine Educational Experience), Stori@Lombardia και Learning@Europe (Di Blas et al., 2003a; 2005a,b,c; 2006b; Di Blas, Hazan & Paolini, 2003b; Di Blas, Paolini & Roggi, 2004) (Πίνακας 2.7).

Πιο συγκεκριμένα, το SEE πραγματεύεται θρησκευτικά, ιστορικά, και κοινωνιολογικά ζητήματα. Τα Stori@Lombardia και Learning@Europe εξετάζουν ζητήματα που σχετίζονται με την ιστορία: το πρώτο με την Ιταλική μεσαιωνική ιστορία και το δεύτερο με την σύγχρονη ευρωπαϊκή ιστορία. Οι ερευνητές έδωσαν έμφαση στη *συνεργασία (collaboration)* η οποία υποστηρίζεται μέσα από ένα είδος ανταγωνισμού βασισμένου στις «πολιτισμικές» αποδόσεις (“cultural” performances) (Di Blas et al., 2003b; 2004; 2005a,b,c).

Πίνακας 2.7: Online 3D εικονικά περιβάλλοντα μάθησης για την Γ/θμια εκπαίδευση.

Online περιβάλλοντα	3D αντικείμενα	Γνωστικά αντικείμενα	Εκπαιδευτικοί στόχοι	Εφαρμοζόμενες παιδαγωγικές	Πλατφόρμες
SEE-Shrine Educational Experience		Θρησκευτικά, Ιστορία και Κοινωνιολογία	- Απόκτηση γνώσεων και δεξιοτήτων. - Καλλιέργεια στάσεων.	- Κοινωνικο-επικοινωνιακή μάθηση. - Συνεργατική μάθηση.	Web Talk II
Story & Lombardia		Ιστορία: Ιταλική Μεσαιωνική Ιστορία	- Απόκτηση γνώσεων και δεξιοτήτων. - Καλλιέργεια στάσεων. - Έμφαση στη διαπολιτισμική ανταλλαγή.	- Κοινωνικο-επικοινωνιακού τύπου μάθηση. - Συνεργατική μάθηση.	Web Talk II
Learning @ Europe		Ιστορία: Σύγχρονη Ευρωπαϊκή Ιστορία	-Απόκτηση γνώσεων και δεξιοτήτων. - Καλλιέργεια στάσεων. - Έμφαση στη διαπολιτισμική ανταλλαγή.	- Κοινωνικο-επικοινωνιακού τύπου μάθηση. - Συνεργατική μάθηση.	WebTalk3
SecondDMI		Προγραμματισμός της γλώσσας C	- Ανάπτυξη αλληλεπιδράσεων και ευκαιριών για επικοινωνία	-Συνεργατική μάθηση και - Εμπλουτισμένη μάθηση.	Second Life
SLENZ		Γνωστικά αντικείμενα διάφορων επιστημονικών τομέων	- Ανάπτυξη της συμμετοχής και της συνεργασίας, καθώς και - Επίλυση προβλημάτων.	- Συνεργατική μάθηση.	Second Life
Alley Flats		Σχεδιασμός κατοικιών	- Καλλιέργεια στάσεων. - Ενίσχυση κοινωνικών εικονικών σχέσεων. - Αξιοποίηση των δυνατοτήτων των 3D κόσμων.	-Συνεργατική και -Ατομική μάθηση.	Second Life

Αξιοποίησαν επίσης, τα χαρακτηριστικά της *Διαπολιτισμικής ανταλλαγής (Intercultural exchange)* αλλά και της *Εικονικής παρουσίας (Virtual presence: the subjective feeling of "being there")* (Carassa, Morganti, & Tirassa, 2004; Johnson, 2005). Οι μαθητές συμμετέχουν στη διαδικασία της μάθησης μέσω συγκεκριμένων εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων που αξιοποιούνται στο πλαίσιο της κοινωνικο-επικοινωνιακής προσέγγισης της διδασκαλίας και με τη μορφή των online συνεδριών (Di Blas et al., 2003a,b). Για τη διεξαγωγή αποτελεσμάτων - συμπερασμάτων χρησιμοποιήθηκαν ποικίλες στρατηγικές αξιολόγησης. Ο κύριος σκοπός ήταν η απόκτηση γνώσης αλλά και η ανάπτυξη δεξιοτήτων και στάσεων. Τα αποτελέσματα υπερέβησαν τις προσδοκίες των ερευνητών.

Αντίστοιχες έρευνες (σε εξέλιξη των τελευταίων χρόνων) μελετούν την εκπαιδευτική αξιοποίηση των 3D περιβαλλόντων στο Second Life (SL). Για παράδειγμα, στο SLENZ project (Πίνακας 2.7), μέσα από τα γνωστικά αντικείμενα διάφορων επιστημονικών τομέων, περιέχονται θέματα που αφορούν στην ανάπτυξη της συμμετοχής και της συνεργασίας, καθώς και στην επίλυση προβλημάτων (Salt et al., 2008). Ανάλογο του SL ερευνητικό παράδειγμα αποτελεί το SecondDMI project (De Lucia et al., 2009) (Πίνακας 2.7), όπου οι φοιτητές συνεργάζονται και αλληλεπιδρούν κατά τη διάρκεια διεξαγωγής του μαθήματος προγραμματισμού της γλώσσας C.

Αναλυτικότερα, το SLENZ project απευθύνεται στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση της Νέας Ζηλανδίας. Στόχος του project είναι να οριστεί και να κατανοηθεί η προστιθέμενη αξία των multi-user εικονικών περιβαλλόντων, όπως το SL, σε θέματα εμπειριών μάθησης στους ενήλικες. Τα θέματα που τίγονται αφορούν στην ανάπτυξη αλληλεπιδράσεων και ευκαιριών για επικοινωνία και συνεργασία, καθώς και στην επίλυση προβλημάτων. Επίσης, τίγονται θέματα που αφορούν στην ικανότητα των εκπαιδευτικών να διδάξουν αλλά και των εκπαιδευόμενων να μάθουν μέσα στο SL. Επιδιώκει να απαντήσει σε ερωτήματα όπως τι είδους εκπαιδευτικές δραστηριότητες μπορεί να υποστηρίξει (να εξασφαλίσει) ένα περιβάλλον σαν το SL και τι είναι σημαντικό να μελετήσουμε καθώς σχεδιάζουμε και αναπτύσσουμε πόρους (resources) για να υποστηρίξουμε τη μάθηση στο SL. Απευθύνεται τόσο στους φοιτητές της Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης όσο και στους σχεδιαστές τέτοιων περιβαλλόντων. Αφορά στο γνωστικό αντικείμενο διάφορων επιστημονικών τομέων και επιδιώκεται η εφαρμογή της ομαδοσυνεργατικής μεθόδου διδασκαλίας (Salt et al., 2008).

Ανάλογο ερευνητικό παράδειγμα αποτελεί το SecondDMI project (De Lucia et al, 2009). Πρόκειται για μια εικονική πανεπιστημιούπολη που δημιουργήθηκε στο SL. Παρέχει τέσσερις εικονικούς χώρους: έναν κοινό χώρο για τους φοιτητές, μια συγκεκριμένη ζώνη για συνεργασία, αίθουσες διδασκαλίας και χώρους αναψυχής. Τόσο το περιβάλλον όσο και τα αντικείμενα σχεδιάστηκαν με στόχο να υποστηρίξουν τη διεξαγωγή σύγχρονων διαλέξεων και συνεργατικής μάθησης. Επίσης, αναπτύχθηκε και ενσωματώθηκε ένα ad-hoc Moodle plug-in ώστε να εμπλουτιστεί το περιβάλλον με LMS (Learning Management System) υπηρεσίες. Σκοπός είναι η ανάπτυξη αλληλεπιδράσεων αλλά και ευκαιριών επικοινωνίας ανάμεσα στους δασκάλους και στους μαθητές, αλλά και ανάμεσα στους μαθητές. Οι φοιτητές συνεργάστηκαν στο μάθημα προγραμματισμού της γλώσσας C. Πιο συγκεκριμένα, μελετήθηκε κατά πόσο στα 3D multi-user περιβάλλοντα η μάθηση είναι στενά συνδεδεμένη με παράγοντες όπως: η αντίληψη του «ανήκειν» σε μια κοινότητα μάθησης των χρηστών, η επίγνωση, η εικονική παρουσία και η επικοινωνία. Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης ήταν αρκετά ενθαρρυντικά.

Τέλος, μέσα από το Alley Flats project (Πίνακας 2.7) επιδιώκεται η αξιοποίηση του SL στο πλαίσιο μιας προσέγγισης συνεργατικού και διεπιστημονικού τύπου σε αποφοίτους της αρχιτεκτονικής σχολής (Jarmon, Traphagan, Mayrath, & Trivedi, 2009). Οι φοιτητές που συμμετέχουν αποτελούν μια ομάδα, συνεργάζονται και επιχειρούν να αναπτύξουν/κατασκευάσουν δύο πράσινα, βιώσιμα σχέδια αστικής στέγασης που ονομάζονται Alley Flats. Μέσα από την έρευνα επιχειρείται να κατανοηθεί η φύση της μάθησης και εκπαίδευσης στο SL. Για το σκοπό αυτό ερευνήθηκαν οι στάσεις, οι απόψεις των μαθητών, η ευχρηστία, κ.λπ. Επίσης, ερευνήθηκαν ζητήματα όπως: α) τι τύπους μάθησης υποστηρίζει το SL, β) αν η μάθηση μέσα από το SL μεταφέρεται στην πραγματική ζωή, γ) αν οι μαθητές εκλαμβάνουν το SL σαν εργαλείο μάθησης. Για την έρευνα αυτή χρησιμοποιήθηκαν διάφορες ποιοτικές μέθοδοι αξιολόγησης των δεδομένων, όπως έρευνες ατομικές των φοιτητών, ανάλυση περιεχόμενου των ημερολογίων που κρατούσαν, η ανάλυση των φωτογραφιών και βίντεο από το SL (Jarmon et al., 2009). Προκαταρκτικά αποτελέσματα έδειξαν ότι οι φοιτητές είδαν πολύ θετικά την όλη διαδικασία, αν και το λογισμικό εμφάνισε προβλήματα ευχρηστίας. Επίσης, έδειξαν ότι μπορούμε να ενισχύσουμε την ποιότητα της μάθησης των μαθητών και να αναπτύξουμε εικονικές κοινωνικές σχέσεις.

Παρατηρούμε ότι κύριος σκοπός των παραπάνω projects ήταν η ανάπτυξη αλληλεπιδράσεων και ευκαιριών για επικοινωνία. Οι παιδαγωγικές που εφαρμόστηκαν ήταν στο πνεύμα των εποικοδομητικών θεωριών μάθησης με εστίαση στη συνεργατική μάθηση.

2.1.2 Τα 3D Περιβάλλοντα Μάθησης στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση

Στο χώρο της Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, παράδειγμα μελέτης της αξιοποίησης των 3D περιβαλλόντων μάθησης αποτελεί το περιβάλλον του River City (Πίνακας 2.8). Βασισμένο στα National Research Standards (National Research Council, 2000) σχεδιάστηκε για τα γνωστικά αντικείμενα της βιολογίας και της επιδημιολογίας με σκοπό τη διδασκαλία επιστημονικής έρευνας στα πεδία αυτά (Dieterle & Clark, 2007; Ketelhut, Dede, Clarke, Nelson, & Bowman, 2007). Οι μαθητές επισκέπτονται το περιβάλλον του River City και μεταφέρονται σε μια άλλη εποχή (19^ο αιώνα), όπου καλούνται, με τις γνώσεις που τους προσφέρει η εποχή τους (21^{ος} αι.), να επιλύσουν προβλήματα που σχετίζονται με την υγεία. Συγκεκριμένα, τα παιδιά σχηματίζουν μικρές ομάδες και αναζητούν τις αιτίες των προβλημάτων αυτών. Στη συνέχεια, καλούνται να συλλέξουν δεδομένα και να προτείνουν λύσεις. Εκφράζουν υποθετικά σενάρια και τα εφαρμόζουν. Επίσης, ελέγχουν τα σενάρια αυτά μέσα από τις υποθέσεις τους και την εφαρμογή τους ώστε να καταλήξουν σε τελικές λύσεις.

Πίνακας 2.8: Online 3D εικονικά περιβάλλοντα μάθησης για τη Β/θμια εκπαίδευση.

Online 3D περιβάλλοντα	Γνωστικά αντικείμενα	Εκπαιδευτικοί στόχοι	Εφαρμοζόμενες παιδαγωγικές	Πλατφόρμες
River City	Βιολογία και επιδημιολογία	Ανάπτυξη -ερευνητικών δεξιοτήτων και -επιστημονικής γνώσης.	Εμπλαισιωμένη, κατανεμημένη και συνεργατική μάθηση.	Active Worlds

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι οι μαθητές της μέσης εκπαίδευσης ανέπτυξαν ερευνητικές δεξιότητες που ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις του 21^{ου} αιώνα, π.χ. δεξιότητες που αφορούν στο να μπορούν να επιλέγουν, να συλλέγουν, να υποθέτουν, να εφαρμόζουν, να ελέγχουν. Επίσης, απέκτησαν επιστημονική γνώση (Dieterle & Clark, 2007; Ketelhut et al., 2007). Οι μαθητές εδώ μαθαίνουν στο πλαίσιο της κατανεμημένης (distributed) και εμπλαισιωμένης (situated) φύσης της γνώσης καθώς σκέφτονται,

μαθαίνουν και εργάζονται σε μικρές ομάδες, οι οποίες αποτελούν και τις κοινότητες μάθησης (Chaiklin & Lave, 1993; Engeström & Middleton, 1996; Hutchins, 1995; Wenger, 1998).

Η κύρια εστίαση της έρευνας αυτής συνδέεται με την ανάπτυξη ερευνητικών δεξιοτήτων και την απόκτηση επιστημονικής γνώσης. Το περιβάλλον του River City υποστηρίζει την κατανομημένη (distributed) και εμπλαισιωμένη (situated) φύση της μάθησης και συγκεκριμένα προτείνει τη συνεργατική μάθηση.

2.1.3 Τα 3D Περιβάλλοντα Μάθησης στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση

Στο χώρο της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης αναδύονται ανάλογες έρευνες που τονίζουν τη συμβολή των online 3D περιβαλλόντων μάθησης στην εκπαιδευτική διαδικασία (Πίνακας 2.9). Για παράδειγμα, το περιβάλλον του FaTe2 (Fairytale Tales and Technology), που συνδυάζει εκπαίδευση και ψυχαγωγία (edutainment), σχεδιάστηκε για τη διδασκαλία του μαθήματος της Γλώσσας και για παιδιά ηλικίας 8-11 ετών (Πίνακας 2.9). Έχει τα εξής χαρακτηριστικά: αφήγηση (storytelling), υπερκείμενο (hypertext), παιχνίδια (games), συνεργατική μάθηση και κοινωνική αλληλεπίδραση (Garzotto & Forfori, 2006). Πιο συγκεκριμένα, το FaTe2 υποστηρίζει την ανάπτυξη της δημιουργικής φαντασίας των παιδιών μέσα από την ανάπτυξη σημαντικών αφηγηματικών δεξιοτήτων (narrative skills). Οι μαθητές εκτελούν δύο ειδών συνεργατικές δραστηριότητες που αφορούν: α) στη δημιουργία μιας γραμμικής ιστορίας (linear story) και β) στη δημιουργία μιας «υπερ-ιστορίας» (hyperstory) για να «ενσωματώσουν» τη δική τους ιστορία (build-in-story).

Συνοπτικά, το FaTe2 παρέχει έναν διαδικτυακό, πολυδιάστατο υπερχώρο για πολλαπλούς χρήστες (web-based, multi-user, multi-dimension hyperspace), όπου τα παιδιά μπορούν να συναντηθούν, να επικοινωνήσουν, να παίξουν και να εκτελέσουν αφηγηματικού τύπου δραστηριότητες. Οι μαθητές δουλεύουν συνεργατικά και έτσι αναπτύσσεται το αίσθημα της «κοινότητας της αφήγησης» (“storytelling community”). Το FaTE2 συνδυάζει εκπαιδευτικό περιεχόμενο και δραστηριότητες που ενισχύουν συναισθήματα, αναπτύσσουν κίνητρα και βελτιώνουν την εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία της μάθησης (Druin, 1999; Prensky, 2003).

Πίνακας 2.9: Online 3D εικονικά περιβάλλοντα μάθησης για την Α/θμια εκπαίδευση.

Online περιβάλλοντα	3D αντικείμενα	Γνωστικά αντικείμενα	Εκπαιδευτικοί στόχοι	Εφαρμοζόμενες παιδαγωγικές	Πλατφόρμες
FaTe2 (Fairy Tales and Technology)	Γλώσσα		- Εξάσκηση της Γλώσσας. - Αφηγηματικές δεξιότητες.	- Συνεργατική μάθηση και - Εξατομικευμένη μάθηση.	Web Talk II
Quest Atlantis	Πραγματικά προβλήματα (real-world problems)		- Γνωστικοί στόχοι. - Ανάπτυξη κινήτρων. - Δόμηση εικονικής παρουσίας (virtual personae). - Ένταξη στο αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών.	- Ερευνητική μάθηση (inquiry-oriented learning). - Αξιοποίηση online role playing στρατηγικών.	Active Worlds
DVREMS	Αστρονομία		- Γνωστικοί στόχοι. - Ένταξη στο αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών.	- Εξατομικευμένη και - Ανακαλυπτικού τύπου μάθηση.	Reality Earth Motion

Οι Chen et al. (2007), περιγράφουν τη σχεδίαση και ανάπτυξη ενός εικονικού περιβάλλοντος (Desktop Virtual Reality Earth Motion System - DVREMS), προκειμένου αυτό να χρησιμοποιηθεί στην τάξη στο μάθημα της αστρονομίας. Το σύστημα αυτό σχεδιάστηκε για να βοηθήσει τους μαθητές του δημοτικού σχολείου στο να αποσαφηνίσουν έννοιες που σχετίζονται με την κίνηση της γης. Κατά το σχεδιασμό δόθηκε έμφαση σε ό,τι αφορά στα εξής: πληροφορία (information), χωρική συμπεριφορά (spatial behavior), χειρισμός (manipulation) και αναπαράσταση εννοιών (concept representation). Στην έρευνα αυτή συμμετείχαν 21 μαθητές της Στ΄ τάξης του δημοτικού σχολείου. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι μαθητές χρησιμοποιώντας το εικονικό αυτό περιβάλλον βοηθήθηκαν σημαντικά στο να κατανοήσουν έννοιες που σχετίζονται με την κίνηση της γης. Οι ερευνητές σχεδίασαν το περιβάλλον αυτό εντάσσοντας δραστηριότητες που υποστηρίζουν την εξατομικευμένη ανακαλυπτικού τύπου μάθηση.

Η ένταξη των online και 3D περιβαλλόντων μάθησης στο αναλυτικό πρόγραμμα του Δημοτικού σχολείου υπήρξε αντικείμενο μελέτης της ερευνητικής ομάδας του Quest Atlantis (Barab, Gresalfi, Dodge, & Ingram-Goble, 2010) (Πίνακας 2.9). Επιδίωξη ήταν η δόμηση μιας διαδικτυακής κοινότητας μέσα σε ένα περιβάλλον μάθησης για πολλαπλούς χρήστες. Τα παιδιά (ηλικίας 9-12 ετών) κινητοποιούνται στο να επιλύουν προβλήματα που

σχετίζονται με τη δικιά τους πραγματικότητα (real-world problems). Αξιοποιούνται στρατηγικές για online παιχνίδια ρόλων. Οι μαθητές συμμετέχουν, τόσο κατά τη διάρκεια του σχολικού προγράμματος όσο και έξω από αυτό. Ταξιδεύουν σε εικονικούς χώρους και εκτελούν δραστηριότητες εκπαιδευτικού περιεχομένου. Μιλούν μεταξύ τους αλλά και με τους μέντορες και χτίζουν την εικονική τους προσωπικότητα (virtual personae) (Barab et al., 2007a). Το περιβάλλον του Quest Atlantis σχεδιάστηκε σαν ένα πλαίσιο μάθησης που συνδυάζει την εκπαίδευση, την ψυχαγωγία και την κοινωνική δράση (Barab et al., 2007b). Συμμετείχαν μαθητές από ΗΠΑ, Κίνα, Σιγκαπούρη και Δανία. Έγινε επίσης προσπάθεια να ενταχθεί στο υπάρχον αναλυτικό πρόγραμμα εκπαίδευσης.

Οι ερευνητές του Quest Atlantis υποστηρίζουν πως για μια τέτοια προσπάθεια πρέπει να ληφθούν υπόψη οι κοινωνικοί παράγοντες της πραγματικής ζωής, τους οποίους πρέπει και να κατανοήσουμε καλά, ώστε να αποτελέσουν ένα είδος δυναμικής επιρροής για τα παραπάνω (Barab, et al., 2010). Κλειδί στη διαδικασία σχεδιασμού είναι η ενσωμάτωση μιας κοινωνικής ατζέντας με τέτοιο τρόπο ώστε να μην υπονομεύει ούτε την ψυχαγωγία όσων συμμετέχουν αλλά ούτε την ακαδημαϊκή πλευρά ενός τέτοιου προγράμματος (Barab et al., 2007a).

Επομένως, εφαρμόζεται η εξατομικευμένη και συνεργατική μάθηση, καθώς επιχειρείται η αξιοποίηση των 3D περιβαλλόντων μάθησης στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Επίσης, επιδιώκεται μια ποικιλία στόχων που συνδυάζει την εκπαίδευση, την ψυχαγωγία και την κοινωνική δράση.

2.1.4 Άλλα παραδείγματα αξιοποίησης των 3D Περιβαλλόντων

Πολλοί διδάσκοντες σε πανεπιστημιακά ιδρύματα χρησιμοποιούν τα 3D περιβάλλοντα μάθησης ως εκπαιδευτικό, διδακτικό και ερευνητικό εργαλείο (Coffman & Klinger, 2007; Kelton, 2007; Conklin, 2007; Simteach, 2008). Σχολεία όπως το Suffern Middle School στη Νέα Υόρκη, διεξάγει έρευνες προκειμένου να βρει τρόπους αξιοποίησης του SL (Second Life) σε ζητήματα μάθησης. Επίσης, αρκετοί εκπαιδευτικοί της Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης διεξάγουν σχετικές ερευνητικές εργασίες, προκειμένου να μελετήσουν δυνατότητες επαγγελματικής ανάπτυξης (Knittle, 2008). Φαίνεται, λοιπόν, ότι τα 3D εικονικά περιβάλλοντα μάθησης αξιοποιούνται στους χώρους της ιατρικής εκπαίδευσης και υγείας, στη μουσειακή εκπαίδευση, στη διδασκαλία διαφόρων

γνωστικών αντικειμένων όπως αρχιτεκτονική, γλώσσα και μαθηματικά, αλλά και στο χώρο των επιχειρήσεων και του ηλεκτρονικού εμπορίου. Μερικά τέτοια παραδείγματα περιγράφονται παρακάτω.

Οι Boulos et al. (2007) αναφέρουν παραδείγματα που αφορούν στην ιατρική εκπαίδευση και υγεία στο Second Life και περιγράφουν δύο περιπτώσεις: α) Περιγράφουν το HealthInfo Island (http://infoisland.org/health_info), β) Στο Virtual Neurological Education Center (VNEK, <http://www.vnec.co.uk/>) (University of Plymouth, Devon, UK), οι χρήστες μπορούν να επιλέξουν από μια σειρά νευρολογικής φύσεως συμπτώματα ενδεικτικά νευρολογικών δυσλειτουργιών, να τα οικειοποιηθούν μέσω των avatars που εκπροσωπούνται και έτσι να έχουν μια πλήρη ενημέρωση πάνω σε αυτά αλλά και μια πλήρη γνώση όσον αφορά την πιθανή αντιμετώπισή τους. Όλα αυτά σε ένα περιβάλλον όπου μπορούν επίσης να έρχονται σε επικοινωνία με ερευνητές, ειδικούς γιατρούς (ψυχολόγους, ψυχοθεραπευτές, κ.λπ.), αλλά και ασθενείς. Τους παρέχεται επίσης υλικό υποστήριξης αν είναι φίλοι ή μέλη οικογένειας ατόμων με τέτοιου είδους προβλήματα ή ακόμα όταν οι ίδιοι οι χρήστες πάσχουν από τέτοιου είδους προβλήματα.

Πολλά επιπλέον εκπαιδευτικά projects που αφορούν ζητήματα ιατρικής και υγείας έχουν χρησιμοποιήσει ή χρησιμοποιούν το Second Life. Για παράδειγμα, στο Ohio University Sim in Second Life, ο επισκέπτης μπορεί να μάθει σχετικά με τις επιπτώσεις της fast food διατροφής σε ζητήματα υγείας. Πρόκειται για ένα παιχνίδι στόχος του οποίου είναι οι συμμετάσχοντες να αποκτήσουν σωστές διατροφικές συνήθειες ευεργετικές για την υγεία τους (<http://vital.cs.ohiou.edu>).

Το Heart Murmur Sim in Second Life (στο San Jose State University, CA, USA) είναι ένα άλλο παράδειγμα, μέσα από το οποίο παρέχεται ένας εικονικός κόσμος, και πιο συγκεκριμένα μια εικονική κλινική όπου οι επισκέπτες εξασκούν τις ικανότητές τους σχετικά με την αναγνώριση των ήχων από τις στηθοσκοπήσεις της καρδιάς (<http://sprojects.mmi.mcgill.ca/mvs/mvsteth.htm>).

Όσοι ενδιαφέρονται για ζητήματα γενετικής φύσεως μπορούν να επισκεφτούν το Gene Pool στο Second Life (από το Texas Wesleyan University in Fort Worth, USA). Πρόκειται για ένα εικονικό μουσείο-βιβλιοθήκη, όπου οι επισκέπτες μπορούν να μάθουν για το DNA και

τα ανθρώπινα χρωμοσώματα με πολλές λεπτομέρειες (<http://slur.com/secondlife/Immaculate/212/208/21>).

Το US Centers for Disease Control and Prevention (CDC- <http://cdc.gov>), μελετώντας τρόπους ενημέρωσης του κοινού πάνω σε ζητήματα δημόσιας υγείας, αξιοποιεί επίσης το Second Life προς την κατεύθυνση αυτή.

Το Genome project (<http://slurl.com/secondlife/Genome/158/119/29>) αναφέρεται στη συνεργασία μεταξύ δύο καθηγητών του τμήματος της Μικροβιολογίας (ο ένας από το New England και ο άλλος από το Midwest). Για τις ανάγκες του project υπάρχει ένα νησί το οποίο προορίζεται να χρησιμοποιηθεί από τους μαθητές προκειμένου να κατανοήσουν έννοιες που σχετίζονται με τη γενετική (Knittle, 2008).

Οι Calongne & Hiles (2007), περιγράφουν επίσης παραδείγματα μέσα από τα οποία πανεπιστήμια, εκπαιδευτικοί και ερευνητές αξιοποιούν τα 3D περιβάλλοντα μάθησης για ποικίλα γνωστικά αντικείμενα. Για παράδειγμα, αναφέρουν ότι το 2005 ο Terry Beaubois (Montana State University) αξιοποίησε το Second Life προκειμένου να διδάξει αρχιτεκτονική στους φοιτητές και μάλιστα με έναν τρόπο διεπιστημονικό, αφού μέσα από το συγκεκριμένο πρόγραμμα συνέδεσε το γνωστικό αντικείμενο της αρχιτεκτονικής με την τέχνη και τη μουσική (Kieran, 2007). Ο Bryan Carter (University of Central Missouri) διδάσκοντας το μάθημα του γραπτού λόγου (English composition) στους φοιτητές του το 2007, αξιοποίησε επίσης το SL. Στο πλαίσιο αυτό, οι φοιτητές του έπρεπε να μπουν στον εικονικό κόσμο και να βρουν ιστορίες για να γράψουν. Συγκεκριμένα, έπρεπε να επιλέξουν 3 θέματα ανάμεσα σε 13 προτεινόμενες θεματικές (NMC Campus Observer, 2007).

Το Sistine Chanel δημιουργήθηκε επίσης για να μελετήσει τη συνεισφορά του Second Life στην εκπαίδευση (Knittle, 2008). Αποτελεί εξαιρετικό παράδειγμα αρχιτεκτονικής (<http://slurl.com/secondlife/Paris%201900/44/169/24>; <http://slurl.com/secondlife/ROMA/215/25/22>).

Το NOAA (the National Oceanic and Atmospheric Administration, <http://slurl.com/secondlife/Meteora/175/152/27>) είναι μια προσομοίωση (interactive simulation) πάνω στο νησί Meteora σε συνεργασία με το ESRL (Earth Systems Research Laboratory). Ο χρήστης περιηγείται εικονικά πάνω από τη γη και παρατηρεί τα διάφορα

καιρικά ή κλιματολογικά φαινόμενα και το πώς αυτά μπορεί να επηρεάζονται από τον τρόπο που εκείνος ζει και κινείται στον πλανήτη. Έτσι μπορεί να κάνει προβλέψεις για το μέλλον του πλανήτη μας (Hackathorn, 2006).

Είναι γνωστό ότι τα μουσεία, εδώ και τουλάχιστον μια δεκαετία, έχουν αξιοποιήσει τα εικονικά περιβάλλοντα για πολλαπλούς χρήστες για εκπαιδευτικούς σκοπούς, απευθυνόμενα σε εκπαιδευτικούς και μαθητές. Σαν αποτέλεσμα, μια σειρά από ανάλογες δραστηριότητες σε ποικίλες εικονικές πλατφόρμες αξιοποιούν την κοινωνική τους φύση όπως το Active Worlds το Blaxxun ή το Second Life (Di Blas et al, 2005a,b,c; Lucey – Roper, 2006; Urban et al., 2007).

Στο πλαίσιο αυτό, μπορεί κανείς για παράδειγμα να επισκεφτεί το International Spaceflight Museum (<http://slispaceflightmuseum.org/drupal/>), που δημιουργήθηκε πάνω σε ένα νησί στο Second Life στο Spaceport Alpha. Ο επισκέπτης απολαμβάνει ένα εικονικό ταξίδι που παραχωρείται στο Worldbridges Network (http://worldbridges.net/SL_Spaceflight_Museum_Tour) (Stevens, 2006). Επίσης, ανάλογο ταξίδι μπορεί να κάνει ο επισκέπτης στο Aho Museum, το οποίο δημιουργήθηκε σαν προσομοίωση του San Francisco Museum of Modern Art (<http://blogs.electricsheercompany.com/chris/?p=14>) (Stevens, 2006), και πολλά άλλα. Η βιβλιογραφία δείχνει πως απαιτείται αρκετή έρευνα ακόμα ώστε τα περιβάλλοντα αυτά να διευκολύνουν την αλληλεπίδραση και να ενισχύουν τη συνεργατικού τύπου μάθηση ανάμεσα στα μέλη των κοινοτήτων που τα συγκροτούν (Urban et al., 2007).

Στο Midnight City (Doherty, Scientist, Rothfard, Barker, & Artist, 2006), υπάρχει το Global Outreach Morocco (G.O. Morocco) (Bedford, Birkedal, Erhard, Graff, Hempel, Minde et al., 2006; Mason & Moutahir, Livingstone, & Kemp, 2006), το οποίο απευθύνεται σε μαθητές με γνώσεις τεχνολογίας, επιχειρήσεων και οικονομικών για την ανάπτυξη της τουριστικής βιομηχανίας. Το Global Outreach Morocco (G.O. Morocco) project αξιοποιήθηκε για θέματα οικονομικής ανάπτυξης στο Morocco. Πρόκειται για ένα εικονικό ταξίδι που παρέχει επίσης, ευκαιρίες ανάπτυξης για τους μαθητές σε ποικίλα εκπαιδευτικά πεδία όπως: πολιτισμική επίγνωση, δεξιότητες επικοινωνίας, νοητική ανάπτυξη, εσωτερικά κίνητρα.

Οι Mennecke, Hassall & Triplett (2008) περιγράφουν ένα μεταπτυχιακό πρόγραμμα στη διοίκηση Επιχειρήσεων διάρκειας 6 εβδομάδων, στο οποίο χρησιμοποιήθηκε το SL, προκειμένου οι 29 φοιτητές που συμμετείχαν να διδαχθούν στρατηγικές και θέματα διαχείρισης που σχετίζονται με το ηλεκτρονικό εμπόριο (e-commerce). Οι εκπαιδευόμενοι εμπλέκονται σε βιωματικές δραστηριότητες μέσα από πραγματικά προβλήματα που εμφανίζονται στο χώρο των επιχειρήσεων. Οι δραστηριότητες απαιτούσαν εργασία σε ομάδες αλλά και ατομική εμπλοκή. Στο τέλος, οι εκπαιδευόμενοι έγραφαν μια ατομική έκθεση, όπου απαντούσαν σε διάφορες διερευνητικές ερωτήσεις σχετικά με τις δραστηριότητες που εκτέλεσαν.

Η Chang (2006) μελέτησε το πώς θα μπορούσαν να εμπλακούν οι πανεπιστημιακοί στη δημιουργία μιας κοινότητας μάθησης στο Second Life και πώς θα μπορούσε να δομηθεί μια τέτοια κοινότητα. Συγκεκριμένα, επιχείρησε τη δημιουργία μια Κοινότητας Μάθησης Second Life στο Ohio University, η οποία αποτελείται από πανεπιστημιακούς οι οποίοι θα συζητούσαν για το πώς εργαλεία σαν το Second Life μπορούν να αξιοποιηθούν με τον καλύτερο δυνατό τρόπο στην καθημερινή διδακτική πρακτική και σε διάφορα γνωστικά αντικείμενα. Τα μέλη συναντιούνταν εικονικά μία ή δύο φορές την εβδομάδα και με φυσική παρουσία μία φορά το τρίμηνο (virtual and physical learning communities). Στόχος ήταν να εμπλακούν όσο το δυνατόν περισσότεροι ειδικοί αλλά και να μελετηθούν ευκαιρίες για αποτελεσματικότερη συνεργασία μεταξύ των μελών (ειδικοί, σχολικές τάξεις).

Οι Carrotti & Seppälä (2007) μελέτησαν τρόπους αξιοποίησης των εικονικών περιβαλλόντων μάθησης, όπως το Second Life, στη διδασκαλία των Μαθηματικών στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση (διανυσματικός λογισμός, χρήση χρηματοοικονομικών εννοιών σε καταστάσεις καθημερινών αναγκών, δημιουργία δραστηριοτήτων μάθησης μαθηματικών). Οι μαθητές «μαθαίνουν δρώντας» (“learning by doing”) μέσα από εμπειρική μάθηση (experiential learning) και αναστοχαζόμενοι πάνω στις δράσεις τους. Μέσα σε ένα τέτοιο εικονικό περιβάλλον μάθησης οι αφηρημένες έννοιες (π.χ. γεωμετρικές αναπαραστάσεις) μπορούν να οπτικοποιηθούν με συγκεκριμένο και άμεσο τρόπο και οι μαθητές να περιηγηθούν μέσα σε αυτές εκπροσωπούμενοι από τα avatars. Παρόλο που έχουν μελετηθεί ζητήματα που αφορούν στην κοινωνική αλληλεπίδραση σε αυτά τα περιβάλλοντα μάθησης, δεν έχει γίνει ακόμα ξεκάθαρο το πώς θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν στη διδασκαλία αφηρημένων εννοιών όπως τα Μαθηματικά. Δεν έχει γίνει

ξεκάθαρο το τι καλύτερο ή τι διαφορετικό μπορούν να προσφέρουν σε σχέση με τα άλλα συμβατικά εκπαιδευτικά υλικά μάθησης ή ακόμα και σε σχέση με τα εκπαιδευτικά εργαλεία που δημιουργήθηκαν με την ανάπτυξη της τεχνολογίας όπως αυτά που μέχρι τώρα χρησιμοποιούνται. Στο Second Life παρατηρείται ότι η διδασκαλία των Μαθηματικών αποτελεί περιοχί περιορισμένης έρευνας. Πολύ λίγα Πανεπιστήμια επιχειρούν να αξιοποιήσουν το Second Life προς την κατεύθυνση αυτή. Ένα από αυτά είναι το Warwick University Maths Department (Kirriemuir, 2007).

Σε πολλές περιπτώσεις επομένως, η τυπική εκπαίδευση φαίνεται να επιχειρεί ένα είδος εδραίωσης μέσα στους 3D εικονικούς χώρους, καθώς αυτοί αποτελούν νέα είδη περιβαλλόντων μάθησης και εμπεριέχουν νέου τύπου αναδυόμενες δυνατότητες. Για το λόγο αυτό, εκπαιδευτικοί και ερευνητές (σχολεία και πανεπιστήμια) από όλον τον κόσμο προσανατολίζονται προς την κατεύθυνση αυτή (Calongne & Hiles, 2007; NMC Campus Observer, 2007; NMC Virtual Worlds, 2007).

2.1.5. Συμπεράσματα για τη διδακτική αξιοποίηση των 3D εικονικών περιβαλλόντων μάθησης

Μελετώντας ιδιαίτερα τις έρευνες που συνδέονται με την αξιοποίηση των online και 3D περιβαλλόντων στο χώρο της Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, διαπιστώνουμε πως μπορούν να προσφέρουν σημαντικά στην εκπαιδευτική διαδικασία. Η διδακτική αξιοποίησή τους στην καθημερινή πρακτική μέσα από τα διάφορα γνωστικά πεδία στο πλαίσιο του σχολικού προγράμματος μπορεί να αποτελέσει μια πλούσια εμπειρία μάθησης. Τα οφέλη τους συνδέονται με την απόκτηση γνώσεων αλλά και την ανάπτυξη δεξιοτήτων, στάσεων και κινήτρων σε ατομικό και συνεργατικό επίπεδο (Barab et al., 2006; Barab et al., 2007a,b; Chen et al., 2007; Chittaro & Ranon, 2007; Di Blas et al., 2006b; Di Blas & Poggi, 2006; Konstantinidis et al., 2010).

Ωστόσο, οι έρευνες οδηγούν και σε μια σειρά ερευνητικών ερωτημάτων που καθιστούν αναγκαία την περαιτέρω μελέτη των περιβαλλόντων αυτών. Τα σημαντικότερα ερευνητικά ερωτήματα αντανακλούν προβληματισμούς που συνδέονται με:

- Την ένταξη των 3D περιβαλλόντων μάθησης στο σχολικό πρόγραμμα της Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Δηλαδή, με την επίτευξη της διδακτικής αξιοποίησης των περιβαλλόντων αυτών στην καθημερινή διδακτική

πρακτική (Barab et al., 2006; Barab et al., 2007a,b; Chen et al., 2007; Chittaro & Ranon, 2007; Di Blas, et al., 2006b; Di Blas & Poggi, 2006a).

- Τη δόμηση αποτελεσματικών κοινοτήτων μάθησης στα περιβάλλοντα αυτά. Τι είδους νέες αντιλήψεις πρέπει να διαμορφωθούν για το σκοπό αυτό (Barab et al., 2007a,b).
- Την αξιοποίηση των 3D περιβαλλόντων μάθησης, ώστε να πετύχουμε αποτελεσματική μάθηση σε ατομικό και σε συνεργατικό επίπεδο (Chen et al., 2007; Di Blas et al, 2006b).
- Τον προσδιορισμό έγκυρων μεθόδων αξιολόγησης των περιβαλλόντων αυτών (Brenton et al., 2007; Di Blas et al 2006b; Dieterle & Clark, 2007; Nigel, 2007).
- Την αξιοποίησή τους στη διδασκαλία διαφόρων γνωστικών αντικειμένων, όπως τα Μαθηματικά, η αρχιτεκτονική, η γλώσσα κ.λπ. (Kieran, 2007; Caprotti & Seppälä 2007; Chang, 2006).
- Την επιλογή και διαμόρφωση κατάλληλων εκπαιδευτικών στρατηγικών και μεθοδολογιών (Coffman & Klinger, 2007).
- Τη δόμηση και ένταξη αποτελεσματικών δραστηριοτήτων, προκειμένου τα περιβάλλοντα αυτά να γίνουν ένα πετυχημένο εκπαιδευτικό εργαλείο (Di Blas, et all., 2003b; 2005a,b,c; 2006b; Lucey-Roper, 2006).

Οι έρευνες οδηγούν επίσης στην αναγκαιότητα μελέτης επιμέρους θεμάτων όπως:

- Η δόμηση της δυάδας ως ομάδας μέσα σε ένα τέτοιο περιβάλλον (Barab, Scott, Siyahhan, Goldstone, Ingram-Goble, Zuiker et al., 2009).
- Τις σχέσεις φύλλου και κινήτρων στα 3D εκπαιδευτικά περιβάλλοντα (Barab et al., 2007a,b).
- Η συνεργασία – διαπολιτισμική ανταλλαγή και εικονική παρουσίαση στα 3D εκπαιδευτικά (Di Blas et al, 2006b).
- Η αρχιτεκτονική των περιβαλλόντων αυτών, ώστε να αξιοποιηθούν αποτελεσματικότερα στην εκπαίδευση (Ieronutti & Chittaro, 2007; Sims, 2007).
- Ο κατάλληλος σχεδιασμός εστιασμένος σε ζητήματα ευχρηστίας (π.χ. η πλοήγηση) (Boulos et al., 2007; Chittaro & Ranon 2007; Youngblut, 1998).

Βασικό χαρακτηριστικό στο οποίο συγκλίνουν όλες οι έρευνες (που περιγράφηκαν και στις προηγούμενες υποενότητες) είναι ότι τα 3D περιβάλλοντα μάθησης μπορούν να υποστηρίξουν την κοινωνική διάσταση της μάθησης. Για το λόγο αυτό, οι παιδαγωγικές

στρατηγικές που συνδέονται με το γενικό διδακτικό σχεδιασμό τους χρησιμοποιούν κυρίως κοινωνικο-επικοινωνιακούς τύπους μάθησης. Οι παιδαγωγικές τους μέθοδοι ποικίλουν, αν και κυρίως εστιάζονται στη συνεργασία μεταξύ των ατόμων που εμπλέκονται στη διαδικασία της μάθησης. Συνδυάζοντας ποικίλες στρατηγικές μάθησης και διδακτικές μεθόδους, τα 3D περιβάλλοντα μάθησης έχουν τη δυνατότητα να γίνουν ένα δυναμικό εργαλείο για αποτελεσματική συνεργατική μάθηση. Επιπλέον, τα περιβάλλοντα αυτά ενθαρρύνουν τους μαθητές να αλληλεπιδρούν ταυτόχρονα εξασφαλίζοντας υψηλά επίπεδα συμμετοχής (Bouta, Retalis & Paraskeva, 2012).

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, ο βασικός προβληματισμός της έρευνας αυτής συνδέεται με:

- α) Την ανάγκη για περαιτέρω μελέτη και έρευνα της ένταξης των 3D περιβαλλόντων μάθησης στο σχολικό πρόγραμμα στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Δηλαδή, την ανάγκη για έρευνα και μελέτη σχετικά με την αξιοποίηση των περιβαλλόντων αυτών στην καθημερινή διδακτική πρακτική (Barab et al., 2007a,b; Chen et al., 2007; Di Blas et al., 2006b; Chittaro & Ranon, 2007).
- β) Την ανάγκη για περαιτέρω μελέτη και έρευνα σχετικά με το πώς μπορεί ένα 3D περιβάλλον μάθησης να υποστηρίξει διάφορες μορφές μάθησης και ιδιαίτερα τη συνεργατική (Chen et al., 2007; Di Blas & Poggi, 2006a; Konstantinidis et al., 2010).
- γ) Την ανάγκη για περαιτέρω μελέτη και έρευνα σχετικά με τη δόμηση αποτελεσματικών δραστηριοτήτων, προκειμένου τα περιβάλλοντα αυτά να γίνουν ένα πετυχημένο εκπαιδευτικό εργαλείο (Di Blas et al., 2003a,b; 2005a,b,c; 2006b; Lucey-Roper, 2006).
- δ) Την ανάγκη για περαιτέρω μελέτη και έρευνα σχετικά με την αξιοποίηση των 3D περιβαλλόντων μάθησης στη διδασκαλία διαφόρων γνωστικών αντικειμένων, όπως τα Μαθηματικά, η αρχιτεκτονική, η γλώσσα κ.λπ., με την υποστήριξη των 3D περιβαλλόντων μάθησης (Caprotti & Seppälä, 2007; Chang, 2006; Kieran, 2007).

Προκειμένου να επιτευχθεί αποτελεσματική συνεργατική μάθηση και να υποστηριχθούν κατάλληλα δομημένες δραστηριότητες για το μάθημα των Μαθηματικών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση, μελετήσαμε την υιοθέτηση κατάλληλων παιδαγωγικών συνθηκών οι οποίες υποστηρίζουν την αλληλεπίδραση των μαθητών καθώς αυτοί συνεργάζονται. Προς αυτή την κατεύθυνση μελετήσαμε τα συνεργατικά σενάρια μάθησης στα οποία αναφέρεται η παρακάτω ενότητα.

2.2 Συνεργατική Μάθηση και Συνεργατικά Σενάρια για μάθηση μέσω του υπολογιστή

Αξιοποιώντας τα 3D περιβάλλοντα για να υποστηρίξουμε τη συνεργατική μάθηση, πρέπει να εστιάσουμε στη δόμηση και ρύθμιση αλληλεπιδράσεων ανάμεσα στα άτομα που συνεργάζονται μέσα από τις ομάδες τους. Οι έρευνες τονίζουν ότι η αποτελεσματική συνεργατική μάθηση εξαρτάται από την ποικιλομορφία και την πυκνότητα των αλληλεπιδράσεων στις οποίες τα άτομα εμπλέκονται καθώς αυτά συνεργάζονται (Dillenbourg & Hong, 2008). Οι αλληλεπιδράσεις αυτές είναι το «κλειδί» για μια αποτελεσματική συνεργατική μάθηση (Jermann et al., 2001; Dillenbourg & Fischer, 2007). Ένα προσεκτικά σχεδιασμένο σενάριο μάθησης θα μπορούσε να εξασφαλίσει ποικιλία αλληλεπιδράσεων.

Στην ενότητα αυτή, αρχικά περιγράφουμε και ορίζουμε τη συνεργατική μάθηση υποστηριζόμενη από υπολογιστή (CSCL), όπως αυτή αναφέρεται στη βιβλιογραφία. Στη συνέχεια, περιγράφουμε και ορίζουμε τους τύπους των σεναρίων που μπορούν να υποστηρίξουν τη συνεργατική μάθηση μέσα από ένα περιβάλλον υπολογιστή και τις στρατηγικές που θα μπορούσαν να υποστηρίξουν αυτά τα σενάρια. Τέλος, αναφερόμαστε στο γιατί προτείνουμε τα CSCL scripts προκειμένου να υποστηριχθεί η μάθηση στα online 3D περιβάλλοντα μάθησης.

2.2.1 Η συνεργατική μάθηση μέσω υπολογιστή (CSCL)

2.2.1.1 Η προέλευση της CSCL

Η CSCL συνδέεται στενά με την CSCW (Computer Supported Collaborative Work). Σύμφωνα με τον ορισμό που δόθηκε από το Πανεπιστήμιο του Τέξας, η CSCW είναι ένα διαδικτυακό σύστημα βασιζόμενο στον υπολογιστή (computer based network system) το οποίο υποστηρίζει την ομαδική εργασία που έχει κοινή αποστολή. Παρέχει μία κοινή διεπιφάνεια (interface) ώστε τα μέλη της ομάδας να εργάζονται μαζί.

Τόσο η CSCW όσο και η CSCL επιχειρούν να υποστηρίξουν τη συνεργατικότητα, αλλά από διαφορετική σκοπιά. Στην πρώτη περίπτωση το ενδιαφέρον στρέφεται γύρω από τις τεχνικής φύσεως προδιαγραφές προκειμένου να επιτευχθεί η επικοινωνία και η

συνεργασία, ενώ στη δεύτερη περίπτωση σκοπός είναι η ίδια η μάθηση βασιζόμενη στη συνεργασία και σε συγκεκριμένο παιδαγωγικό πλαίσιο.

Ο Πίνακας 2.10 που ακολουθεί δείχνει τις βασικές διαφορές ανάμεσα στις CSCL και CSCW (Hinze-Hoare, 2006).

Πίνακας 2.10: Βασικές διαφορές ανάμεσα στην CSCL και CSCW.

CSCW	CSCL
Εστιάζει στις τεχνικές για επικοινωνία.	Εστιάζει σε αυτό για το οποίο πρέπει να υπάρξει επικοινωνία.
Χρησιμοποιείται κυρίως σε χώρους επιχειρήσεων.	Χρησιμοποιείται κυρίως στην εκπαίδευση.
Σκοπός είναι να διευκολύνει την επικοινωνία της ομάδας και την παραγωγικότητα.	Σκοπός είναι να υποστηρίξει τους μαθητές στο να μάθουν «μαζί».

2.2.1.2 Ορισμός της Συνεργατικής μάθησης

Η συνεργατική μάθηση μέσω υπολογιστή (CSCL -Computer Supported Collaborative Learning) θεωρείται ως μια από τις πιο ελπιδοφόρες καινοτομίες στο χώρο της σύγχρονης τεχνολογίας για τη βελτίωση της διδασκαλίας και της μάθησης (De Corte, 1996; Lehtinen, Hakkarainen, Lipponen, Rahikainen, & Muukkonen, 1999).

Οι μαθητές ενθαρρύνονται ή αναγκάζονται να συνεργαστούν, προκειμένου να επιλύσουν ένα πρόβλημα ή να διεκπεραιώσουν μια εργασία. Στην ιδανική μορφή της, η συνεργατική μάθηση περιλαμβάνει την αμοιβαία δέσμευση των μαθητών σε μια συντονισμένη προσπάθεια ώστε να επιλύσουν ένα πρόβλημα μαζί ή να αποκτήσουν μαζί τη νέα γνώση (Lehtinen et al, 1999). Υπό αυτή τη μορφή, η συνεργατική μάθηση συμφωνεί με τις νέες αντιλήψεις της μάθησης αφού αντιτίθεται στο παραδοσιακό πρότυπο της "άμεσης μετάδοσης" της γνώσης από τον εκπαιδευτικό, όπου οι μαθητές είναι οι παθητικοί αποδέκτες της γνώσης (De Corte, 1996).

Ο πιο ευρέως διαδεδομένος ορισμός περιγράφει τη συνεργατική μάθηση σαν μια κατάσταση στην οποία δύο ή περισσότερα άτομα μαθαίνουν ή επιχειρούν να μάθουν κάτι

μαζί (Dillenbourg, 1999). Κάθε στοιχείο του ορισμού αυτού μπορεί να ερμηνευτεί με διάφορους τρόπους:

- «*δύο ή περισσότερα άτομα*»: μπορεί να αναφέρεται σε ένα ζευγάρι, σε μια μικρή ομάδα (3-5 ατόμων), σε μια τάξη (20-30 ατόμων), σε μια κοινότητα (μερικών εκατοντάδων ατόμων ή μερικών χιλιάδων), σε μια ολόκληρη κοινωνία (αρκετών χιλιάδων ή εκατομμυρίων ατόμων κ.λπ.
- «*μαθαίνουν κάτι*» ή «*επιχειρούν να μάθουν*»: μπορεί να σημαίνει ότι παρακολουθούν ένα μάθημα ή ότι μελετούν για μια κοινή εργασία ή ότι εκτελούν συγκεκριμένες δραστηριότητες μάθησης όπως π.χ. την επίλυση προβλήματος.
- «*μαζί*»: μπορεί να αναφέρεται σε διαφορετικές μορφές αλληλεπίδρασης όπως πρόσωπο με πρόσωπο ή μέσω υπολογιστή, σύγχρονη ή ασύγχρονη. Επίσης, μπορεί να συνδέεται με το πόσο συχνά ή όχι συμβαίνουν αυτές οι αλληλεπιδράσεις ή ακόμη με το κατά πόσο συμβάλλουν σε μια συντονισμένη προσπάθεια ή σε μια εργασία κατανεμημένη με συστηματικό τρόπο.

Η δυνατότητα ποικίλων συνδυασμών των παραπάνω εννοιών δημιουργεί διαφορετικές περιστάσεις μάθησης και συνεργασίας. Δημιουργεί, επίσης, περιπτώσεις μελέτης της συνεργατικής μάθησης με διαφορετικές διαβαθμίσεις. Για παράδειγμα, πολλές εμπειρικές μελέτες που αφορούν στην αποτελεσματικότητα της συνεργατικής μάθησης είναι μικρής διαβάθμισης, αφού συνήθως δύο έως πέντε άτομα συνεργάζονται για το πολύ μία ώρα.

Το ενδιαφέρον για το πώς μπορεί να προκύψει η συνεργατική μάθηση – σαν αποτέλεσμα μιας συγκεκριμένης διαδικασίας (process-oriented) - κρύβεται πίσω από τις περισσότερες έρευνες για την CSCL κατά τη διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας (Dillenbourg, 1999; Raavola, Lipponen, & Hakkarainen, 2004; Stahl, 2002). Πρόκειται για το πέρασμα από την εξατομικευμένη μάθηση στη μάθηση μέσα από την ομάδα ή ακόμα για μια μάθηση επηρεαζόμενη και αποκτώμενη σε ένα ευρύτερο κοινωνικό πλαίσιο καθώς μέσα εδώ οι ομάδες αλληλεπιδρούν με άλλες ομάδες προκειμένου να δομήσουν τη γνώση τους και να μάθουν (Engeström, 2004).

2.2.1.3 Η φύση της υποστηριζόμενης από τον υπολογιστή συνεργατικής μάθησης (CSCL)

Στην υπόθεση ότι η συνεργατική μάθηση μπορεί να είναι ψυχολογική διεργασία ή μια παιδαγωγική μέθοδος, ο Dillenbourg (1999) υποστηρίζει ότι: η συνεργατική μάθηση δεν

είναι ούτε ένας απλός μηχανισμός αλλά και ούτε απλά μια μέθοδος. Είναι μια κατάσταση στην οποία αναμένουμε να συμβούν συγκεκριμένες μορφές αλληλεπίδρασης ανάμεσα στα άτομα. Οι μορφές αυτές αλληλεπίδρασης πυροδοτούν μηχανισμούς μάθησης. Βέβαια, κανείς δε μας διασφαλίζει ότι οι αλληλεπιδράσεις πρόκειται να συμβούν αυτόματα όταν τα άτομα συνεργάζονται. Για το λόγο αυτό, θα πρέπει να μας απασχολεί η ανάπτυξη τρόπων μέσα από τους οποίους υπάρχει πιθανότητα να συμβούν, δηλαδή να προκύψει η ανάδειξη συνεργατικών αλληλεπιδράσεων καθώς τα άτομα συνεργάζονται.

Πολλές είναι οι έρευνες που αναφέρουν ότι η CSCL μπορεί να ενισχύσει την αλληλεπίδραση των μελών της ομάδας και να υποστηρίξει τη συνεργασία όχι μόνο των μελών της, αλλά και τη συνεργασία μεταξύ των ομάδων. Αυτό στηρίζεται στο ότι η CSCL διευκολύνει την κοινή πρόσβαση και συμμετοχή στη γνώση και υποστηρίζει τη διαδικασία μετάδοσης της γνώσης μέσω κοινών εμπειριών των μελών μιας κοινότητας (Dillenburger & Fischer, 2007; Lipponen, 2002). Προκειμένου να συμβεί αυτό, η CSCL ενδιαφέρεται επίσης για τις πρακτικές και τις κοινές δραστηριότητες στις οποίες τα άτομα εμπλέκονται, καθώς και για τους τρόπους με τους οποίους αυτές οι πρακτικές και οι δραστηριότητες ενσωματώνονται στη διαδικασία της μάθησης (Koschmann, 2002).

Ο Stahl (2002) υποστηρίζει ότι μια επαρκής θεωρητική θεμελίωση για την CSCL πρέπει να εξηγήσει πώς οι ατομικές πρακτικές έχουν κοινωνική διάσταση χωρίς να ξεχνάμε ότι αυτή η κοινωνική τους διάσταση θεμελιώνεται στις ατομικές δράσεις. Για το λόγο αυτό, ένας πιο επεξηγηματικός ορισμός του Stahl αναφέρει ότι η CSCL μελετά «τους τρόπους με τους οποίους αυτές οι πρακτικές που δίνουν νόημα διαμεσολαβούνται μέσα από τεχνουργήματα» (Koschmann, 2002). Εδώ ο Koschmann αναφέρεται κυρίως στα λογισμικά αντικείμενα (software objects) που σχεδιάζονται ώστε να υποστηρίξουν τη συνεργατική μάθηση και συγκεκριμένα την CSCL τεχνολογία, λειτουργώντας σαν «διαμεσολαβητικά τεχνουργήματα».

2.2.1.4 CSCL και σύγχρονες θεωρίες μάθησης

Η εντυπωσιακή εξέλιξη και ραγδαία ανάπτυξη των τελευταίων χρόνων της έρευνας στο χώρο της CSCL υποστηρίζεται και από την παράλληλη πρόοδο ερευνητικών πεδίων που αφορούν:

- α) Στην εξέλιξη και ίδρυση νέων θεωριών μάθησης που δίνουν έμφαση στην κοινωνική διάσταση της μάθησης όπως: η θεωρία της γνωστικής μαθητείας (cognitive apprenticeship theory) (Collins, Brown, & Holum, 1991; Collins, Brown, & Newman 1989; Ghafaili, 2003), η θεωρία της κατανεμημένης γνώσης (distributed cognition theory) (Hollan, Hutchins, & Kirsh, 2000; Hutchins, 1995; Pea, 1993; Perry, 2003; Salomon, 1993), η θεωρία δράσης (activity theory) (Bertelsen & Bodker, 2003; Bodker, 1991; Engeström 1987; Jonassen, 2000; Kuutti, 1996), η θεωρία της εμπλαισιωμένης μάθησης (situated learning) (Brown, Collins, & Duguid, 1989; Lave & Wenger, 1991) και άλλες. Σύμφωνα με τις θεωρίες αυτές, η μάθηση είναι μια φυσική κοινωνική πράξη και συμβαίνει καθώς οι συμμετέχοντες αλληλεπιδρούν.
- β) Στην εξέλιξη και ανάπτυξη νέων τεχνολογιών της πληροφορίας και της επικοινωνίας που παρέχουν νέες δυνατότητες για επικοινωνία και συνεργασία (chat, forums, voice chat, e-learning, 3D περιβάλλοντα μάθησης, κ.λπ.)

Οι Κόμης, Αβούρης & Κατσάνος (2007) συμπληρώνουν πως η συνεργατική μάθηση τα τελευταία χρόνια έχει αναπτυχθεί ιδιαίτερα, αφού οι κοινωνικοπολιτισμικές θεωρίες και ο κοινωνικός εποικοδομητισμός φαίνεται να επηρεάζουν όλο και πιο πολύ τη διδακτική και γενικότερα την εκπαιδευτική πρακτική. Βέβαια, η συνεργατική μάθηση ως διδακτική μεθοδολογία προϋπήρχε της εμφάνισης των υπολογιστών και βασίζεται σε ιδέες παιδαγωγών όπως του Dewey ή ψυχολόγων όπως του Bruner και του Vygotsky (Κόμης κ.ά., 2007). Η συνεργατική μάθηση μέσω υπολογιστή αποκτά νέες μορφές καθώς στοχεύει στην αξιοποίηση των δυνατοτήτων επικοινωνίας και κοινωνικής αλληλεπίδρασης μέσα από κατάλληλα σχεδιασμένα περιβάλλοντα μάθησης (Anouris, Dimitracopoulou, & Komis, 2003). Τα άτομα πλέον συνεργάζονται δικτυακά (σύγχρονα ή ασύγχρονα) χωρίς να είναι απαραίτητο να συναντώνται στον ίδιο πραγματικό χώρο. Οι Κόμης κ.ά. (2007) αναφέρουν ότι στα συστήματα που υποστηρίζουν τη συνεργατική μάθηση το επιθυμητό αποτέλεσμα είναι η απόκτηση των γνώσεων, η ατομική διερεύνηση και η ανάπτυξη κριτικών και κοινωνικών ικανοτήτων μέσα από μια παιδαγωγική διαδικασία συνεργασίας και μάθησης.

Στο πλαίσιο αυτό, ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στη δημιουργία κοινοτήτων πρακτικής (communities of practice) με κοινούς στόχους μέσα από υιοθέτηση ρόλων και ανάλογο καταμερισμό εργασιών. Οι θεωρίες μάθησης και οι νέες δυνατότητες για επικοινωνία και αλληλεπίδραση των τεχνολογιών βοηθούν στη δημιουργία τέτοιων κοινοτήτων και υποστηρίζουν το σχεδιασμό και την αξιοποίηση περιβαλλόντων όπως είναι τα online και

3D περιβάλλοντα μάθησης. Μια τέτοια θεωρία, στοιχεία της οποίας υιοθετήσαμε στην έρευνά μας, είναι η θεωρία της Γνωστικής Μαθητείας (Cognitive Apprenticeship Theory).

2.2.1.5 Η Θεωρία της Γνωστικής Μαθητείας σε ένα συνεργατικό πλαίσιο μάθησης

Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή τα γνωστικά και μεταγνωστικά συστατικά της μάθησης συνδιαλλάσσονται με τις διαδικασίες και στρατηγικές επίλυσης ενός προβλήματος με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορούν να εφαρμοστούν σε νέες καταστάσεις (πρωτότυπες ή σύνθετες) τόσο στη σχολική τάξη όσο και έξω από αυτήν (Ghefaili, 2003). Μέσα από ένα τέτοιο σκεπτικό, οι ερευνητές αλλά και οι συγγραφείς (Collins et al., 1991; Collins et al, 1989; Herrington & Oliver, 2000) της θεωρίας αυτής προτείνουν την ίδρυση κατ' εξοχήν συνεργατικών περιβαλλόντων μάθησης εφοδιασμένων με τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Αυθεντικό πλαίσιο που να αναδεικνύει τη φυσική πολυπλοκότητα του πραγματικού κόσμου.
- Αυθεντικές δραστηριότητες.
- Προτυποποίηση των διαδικασιών της σκέψης.
- Δυνατότητα για πολλαπλούς ρόλους και προοπτικές για συνεργασία ώστε να προκύψει η από κοινού μάθηση.
- Δυνατότητες καθοδήγησης και σταδιακής στήριξης κατά την εκτέλεση δραστηριοτήτων και ταυτόχρονη ανάπτυξη αντίστοιχων δεξιοτήτων και στρατηγικών μάθησης.
- Δυνατότητες αναστοχασμού.
- Δυνατότητες έκφρασης που δηλώνει ότι η μάθηση κατακτήθηκε.

Επίσης, δυνατότητες αξιολόγησης σε διάφορα επίπεδα και άμεσα συνδεδεμένη με την εμπλοκή στη διαδικασία της μάθησης (Collins et al., 1991; Collins et al., 1989; Herrington & Oliver, 2000).

2.2.1.5.1 Οι ρίζες τις Θεωρίας της Γνωστικής Μαθητείας

Η γνωστική μαθητεία (cognitive apprenticeship) είναι μια διδακτική προσέγγιση ή ένα διδακτικό μοντέλο που ερμηνεύει τον τρόπο με τον οποίο τα άτομα μαθαίνουν. Έχει στοιχεία της παραδοσιακής γνωστικής μαθητείας, αλλά ενσωματώνει επίσης στοιχεία της τυπικής εκπαίδευσης. Διατυπώθηκε από τους Collins, Brown και Newman (Bransford, Brown, & Cocking, 2000; Collins et al., 1989).

Το διδακτικό μοντέλο της γνωστικής μαθητείας έχει τις ρίζες του στις παρακάτω θεωρίες:

- α) Στην κοινωνικο-πολιτισμική θεωρία μάθησης.
- β) Στη θεωρία της επικείμενης ανάπτυξης του Vygotsky.
- γ) Στη θεωρία της εμπλατισωμένης ή εγκαθιδρυμένης γνώσης και
- δ) Στην παραδοσιακή μαθητεία.

Αναλυτικότερα:

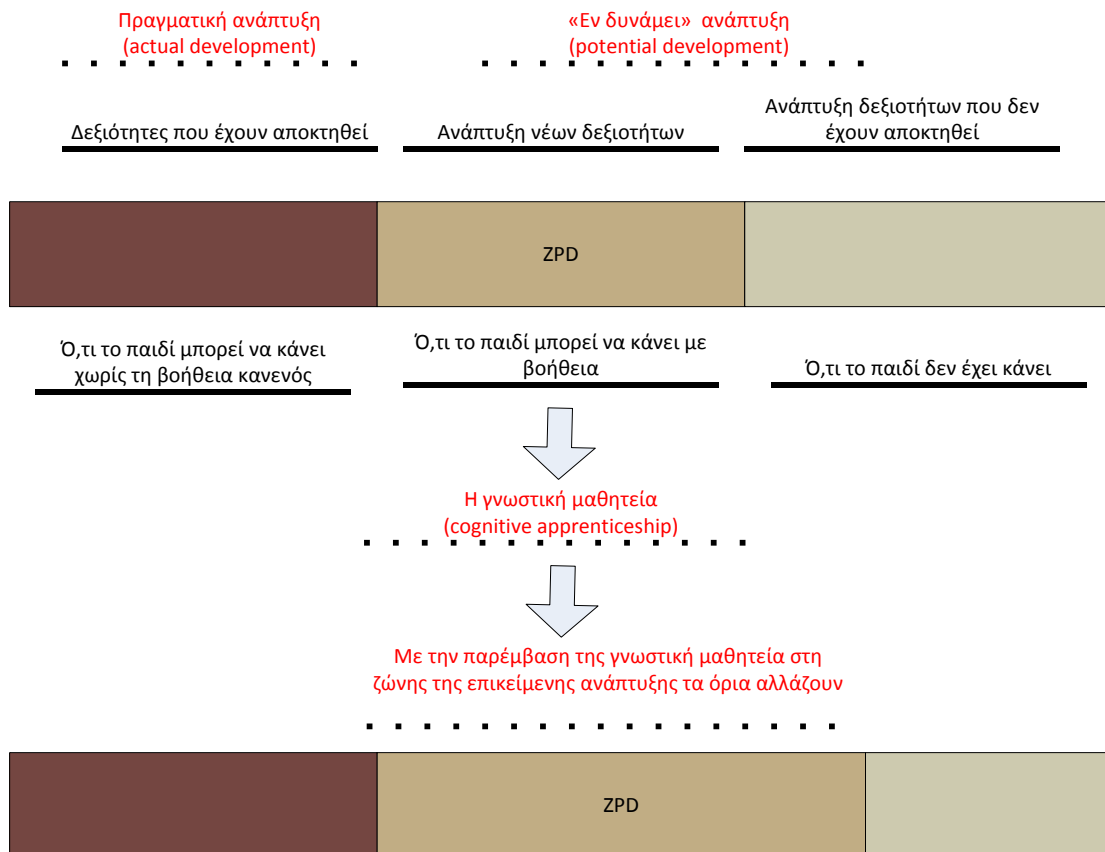
α) Η κοινωνικο-πολιτισμική θεωρία μάθησης (Socio-cultural theory of learning).

Η κοινωνικοπολιτισμική θεωρία αναγνωρίζεται ως πρακτική θεωρία μάθησης και διδασκαλίας. Εδώ, η απόκτηση της γνώσης είναι αναπόφευκτο αποτέλεσμα κοινωνικο-ιστορικο-πολιτιστικών διαδικασιών (Driscoll, 2000). Η θεωρία αυτή βασίζεται στις απόψεις του Vygotsky (1978; 1987), ο οποίος δίνει έμφαση στα κοινωνικά χαρακτηριστικά, στο επικοινωνιακό στυλ, στο ακαδημαϊκό υπόβαθρο κ.λπ., τα οποία προέρχονται και αναπτύσσονται μέσα από μία κοινωνική και πολιτιστική αλληλεπίδραση. Δεδομένου ότι η γνώση είναι τοποθετημένη μέσα σε ένα πολιτισμικό και ιστορικό πλαίσιο, σημασία έχει η συμμετοχή σε κοινωνικές δραστηριότητες. Ο Vygotsky υποστήριξε ότι κοινωνικά εργαλεία όπως η γλώσσα και άλλα συστήματα διαδραματίζουν κεντρικό ρόλο στην ανάπτυξη και τη μάθηση.

Τα παιδιά κοινωνικοποιούνται μέσω της μάθησης και της χρήσης κατάλληλων γνωστικών και επικοινωνιακών εργαλείων. Αυτό σημαίνει ότι τα παιδιά μέσω αυτής της κοινωνικοποίησης μαθαίνουν από τους «ικανότερους», τους συνομήλικους, και τους δασκάλους. Με αυτόν τον τρόπο και μέσω της καθοδηγούμενης παρέμβασης, οι υψηλότερες διανοητικές λειτουργίες που θεωρούνται μέρος της κοινωνικής και πολιτιστικής κληρονομιάς του εκπαιδευμένου μετατοπίζονται από μια κοινωνική ρύθμιση στην αυτο-ρύθμιση (Greeno, Collins, & Resnick, 1996).

β) Η θεωρία της επικείμενης ανάπτυξης του Vygotsky (Vygotsky 's Zone of Proximal Development -ZPD).

Η ανθρώπινη ανάπτυξη και η μάθηση προέρχονται και εξελίσσονται με την κοινωνική και πολιτιστική αλληλεπίδραση και μέσα στο πλαίσιο που ορίζεται ως «ζώνη της επικείμενης ανάπτυξης» (Vygotsky, 1987) (Σχήμα 2.1).



Σχήμα 2.1: Ζώνη της επικείμενης ανάπτυξης του Vygotsky (Vygotsky 's Zone of Proximal Development -ZPD) και ο ρόλος της γνωστικής μαθητείας (cognitive apprenticeship).

Ο Vygotsky διακρίνει την ανάπτυξη του παιδιού σε «πραγματική» (*actual*) και σε «δυνάμει» (*potential*) ανάπτυξη. Η «πραγματική» (*actual*) ανάπτυξη καθορίζεται από αυτό που ένα παιδί μπορεί να κάνει από μόνο του και χωρίς τη βοήθεια κάποιου άλλου (ενήλικα ή του δασκάλου του). Αντίθετα η «δυνάμει» (*potential*) ανάπτυξη, αναφέρεται στο τι ένα παιδί μπορεί να καταφέρει - μέσω της διαδικασίας επίλυσης ενός προβλήματος - με την υποστήριξη ή την καθοδήγηση των ενηλίκων ή του δασκάλου ή μέσω της συνεργασίας του με ικανότερους συνομηλίκους του (Vygotsky, 1978).

Η ζώνη της επικείμενης ανάπτυξης είναι η περιοχή μεταξύ της πραγματικής και της πιθανής ή της *δυνάμει* ανάπτυξης. Δηλαδή μεταξύ αυτού που ένα παιδί μπορεί να κάνει χωρίς τη βοήθεια ενός έμπειρου προσώπου (ενήλικας, γονέας, δάσκαλος, συνομήλικοι) και αυτού που μπορεί να κάνει με την καθοδήγηση και υποστήριξη πιο έμπειρων προσώπων. Μέσα σε αυτή την περιοχή» τοποθετείται η γνωστική μαθητεία (cognitive apprenticeship) (Collins et al., 1991) (Σχήμα 2.1).

γ) Η θεωρία της εμπλαισιωμένης ή εγκαθιδρυμένης γνώσης (situated cognition). Βασισμένη στην κοινωνικοπολιτισμική θεωρία η εμπλαισιωμένη μάθηση θεωρεί ότι οι γνωστικές διαδικασίες προκύπτουν ή είναι «τοποθετημένες» (situated – located) μέσα σε φυσικά και κοινωνικά πλαίσια (Greeno et al., 1996). Η εμπλαισιωμένη μάθηση ενσωματώνεται σε ένα πλαίσιο που βασίζεται σε κοινωνικούς, πολιτιστικούς και υλικούς πόρους. Κατά συνέπεια, οι γνωστικές διαδικασίες προκύπτουν μέσα από καταστάσεις που τοποθετούνται σε μια συγκεκριμένη κουλτούρα («enculturation»), που σημαίνει κανόνες, συμπεριφορές, δεξιότητες και πεποιθήσεις μιας συγκεκριμένης κοινότητας (Lave & Wenger, 1991; Rogoff, 1990).

Η θεωρία αυτή έχει ως κεντρικούς άξονες:

1. Το πλαίσιο (context). Η γνώση διασυνδέεται με το πλαίσιο μέσα στο οποίο πραγματώνεται η μάθηση (Brown et al., 1989). Το περιεχόμενο της γνώσης καθορίζεται από το αντίστοιχο πραγματικό πλαίσιο στο οποίο έχει προκύψει. Κατά συνέπεια, η μάθηση και η γνώση γίνονται μέσα από συγκεκριμένες κοινωνικές διαδικασίες (Rogoff, 1990). Η έννοια προκύπτει από τη σχέση μεταξύ του περιεχομένου και του πλαισίου του. Το πλαίσιο δίνει νόημα και σημασία στο περιεχόμενο.

2. Την αυθεντικότητα (authenticity). Η αρχή της αυθεντικότητας αναφέρεται στην ποιοτική αντιστοιχία με τον πραγματικό κόσμο. Αυθεντικότητα στην εκπαίδευση σημαίνει δραστηριότητες με νόημα για τα παιδιά που αντιπροσωπεύουν καθημερινές πρακτικές (Carragher & Schliemann, 2000). Η αυθεντικότητα αναφέρεται στην καθημερινή γνώση (cognition) ή στο συλλογισμό (reasoning). Στόχος της είναι «να εξεταστούν οι τρόποι με τους οποίους η σκέψη εμφανίζεται στον πραγματικό κόσμο (π.χ., σπίτι, οδός, και εργασιακός χώρος) και να συνδυάσει την καθημερινή εμπειρία με τη μάθηση που πραγματοποιείται έξω από τη σχολική τάξη» (Carragher & Schliemann, 2000). Η καθημερινή γνώση όχι μόνο τονίζει τη φύση επίλυσης ενός προβλήματος αλλά και τονίζει το βαθμό της κοινωνικής αλληλεπίδρασης με τους άλλους (Rogoff & Lave, 1988).

3. Τη δραστηριότητα και συμμετοχή (activity & participation). Η γνώση οικοδομείται μέσα από τη δραστηριότητα (activity) (Jonassen, Peck, & Wilson, 1999). Επομένως, η γνώση είναι ενσωματωμένη σε αυτήν. Δεν μπορούμε να απομονώσουμε τη γνώση από τα πράγματα που τη συνδέουν, από τη δραστηριότητα. Η θεωρία της δραστηριότητας

(activity theory) (Leontiev, 1978; 1981), υποστηρίζει ότι η συνειδητή μάθηση και η δραστηριότητα (απόδοση) είναι απολύτως διαλογικές και αλληλοεξαρτώμενες (Rogoff, 1990). Συνεπώς, δεν μπορούμε να ενεργήσουμε χωρίς σκέψη ή να σκεφτούμε χωρίς να ενεργήσουμε. Η συμμετοχή (participation) στη διαδικασία απ' την άλλη συνεπάγεται την ανταλλαγή των ιδεών, τις προσπάθειες στην επίλυση προβλήματος και την ενεργή κοινή δέσμευση. Η διαδικασία της μάθησης «ταυτίζεται» με την αλληλεπίδραση που εμφανίζεται μέσω του διαλόγου με τα μέλη της μαθησιακής κοινότητας ή άλλων κοινοτήτων (Lave, 1988). Η όλη εμπλοκή αποκτά το χρώμα μιας διαδικασίας αναστοχασμού και διαπραγμάτευσης μεταξύ των μελών της κοινότητας.

4. Την κοινότητα της πρακτικής (community of practice). Η «ανθρωπολογική προσέγγιση» υποστηρίζει ότι το άτομο μαθαίνει όταν είναι μέλος μιας κοινότητας (Lave, το 1993). Στόχος είναι να συμμετέχουν οι μαθητές μέσω της νόμιμης περιφερειακής συμμετοχής σε κοινότητες πρακτικών (Lave & Wenger, 1991). Σαν μέλη της κοινότητας, οι μαθητές ερμηνεύουν, απεικονίζουν και σχηματίζουν τις έννοιες. Η συμμετοχή στην κοινότητα σημαίνει δυνατότητες για κοινωνική αλληλεπίδραση, προϋπόθεση για τη συμμετοχή στο διάλογο με άλλους, ώστε να αναδειχθούν οι διάφορες απόψεις για οποιοδήποτε θέμα. Μέσω της κοινότητας συνδέεται η πρακτική με την ανάλυση και τον αναστοχασμό. Δηλαδή, προκύπτει η κοινή εμπειρία για μια από κοινού ευκαιρία μάθησης (Wenger, 1998).

5. Την «από κοινού» γνώση ή κατανεμημένη γνώση (shared or distributed cognition). Οι Brown et al. (1989) υποστήριξαν ότι μια θεωρία εμπλαισιωμένης γνώσης αρχίζει να προκύπτει όταν παίρνει τη μορφή της κατανεμημένης φύσης της γνώσης. Η θεωρία της κατανεμημένης γνώσης (Hutchins, 1995; Pea, 1993) υποστηρίζει ότι η γνώση δε βρίσκεται στο κεφάλι του μαθητή, αλλά κατανέμεται μεταξύ των ατόμων, των εργαλείων, των κατασκευών και των βιβλίων αλλά και των κοινοτήτων και των πρακτικών στις οποίες οι μαθητές συμμετέχουν (Greeno, McDermott, Cole, Engle, Goldman, Knudsen, et al., 1999). Για το λόγο αυτό, για την απόκτησή της απαιτείται η ενεργή συμμετοχή των μαθητών.

δ) Η παραδοσιακή μαθητεία (traditional apprenticeship) (από την παραδοσιακή στη γνωστική μαθητεία).

Στους αρχαίους χρόνους, η διδασκαλία και η μάθηση ολοκληρωνόταν μέσω της μαθητείας (apprenticeship). Διδάσκανε στους εκπαιδευόμενους πώς να μιλάνε, πώς να

αυξάνουν τις συγκομιδές, πώς να μαθαίνουν μια τέχνη ή πώς να ράβουν ρούχα, δείχνοντάς τους και βοηθώντας τους. Η μαθητεία (apprenticeship) ήταν επίσης ο φορέας για τη γνώση μέσω των ειδικών πρακτικών για τομείς όπως η ζωγραφική και η ιατρική. Ήταν ο φυσικός τρόπος μάθησης. Οι μαθητείες έχουν αποδειχθεί αποτελεσματικές μορφές εκπαίδευσης. Στηρίζονται στην ταυτόχρονη και παράλληλη εργασία των μαθητών με ειδικούς (masters) με σκοπό να μάθουν για το εμπόριο, τις τέχνες, τεχνικές κ.λπ. Κατά τη μαθητεία, τα μέλη μιας ομάδας μαθητών χρησιμεύουν ως πόροι μάθησης ο ένας για τον άλλον ερευνώντας από κοινού μια νέα γνωστική περιοχή. Η γνωστική μαθητεία (cognitive apprenticeship) είναι ένα είδος μαθητείας που μπορεί να περιοριστεί στο πλαίσιο μιας σχολικής τάξης (Brown et al., 1989). Οι διαφορές μεταξύ της παραδοσιακής μαθητείας και της γνωστικής μαθητείας συνοψίζονται στον Πίνακα 2.11 (Collins et al., 1989).

Πίνακας 2.11: Η παραδοσιακή και η γνωστική μαθητεία (Ghefaili, 2003).

Παραδοσιακή μαθητεία	Γνωστική Μαθητεία
Οι στόχοι είναι απλοί.	Οι στόχοι είναι σύνθετοι/ βασίζεται στην επίλυση προβλήματος.
Φυσικές δεξιότητες και διαδικασίες.	Γνωστικές και μεταγνωστικές διαδικασίες.
Εξατομικευμένη μάθηση στο χώρο εργασίας.	Μάθηση με άλλους μαθητές στην τάξη ή στο εργαστήριο.
Στόχοι που εκτελούνται μέσα από την παρατήρηση.	Στόχοι & διαδικασίες που βασίζονται στην επιχειρηματολογία.
Μάθηση μέσω της πράξης σε φυσικά πλαίσια.	Μάθηση μέσω εξωτερίκευσης της σκέψης επιλύοντας προβλήματα.
Μάθηση μέσα από τη μοντελοποίηση, την εξάσκηση και τη σταδιακή μείωση της βοήθειας από τον ειδικό.	Μάθηση μέσα από τη μοντελοποίηση, την καθοδήγηση, την υποστήριξη, τη διατύπωση, τον αναστοχασμό και την εξερεύνηση.
Εργασία που καθορίζεται από τους στόχους της.	Μάθηση που καθορίζεται από τα αποτελέσματα και τις εκβάσεις τους.

Συνοπτικά, θα λέγαμε ότι υπάρχουν τρεις σημαντικές διαφορές μεταξύ των μορφών παραδοσιακής μαθητείας και της γνωστικής μαθητείας. Όπως είπαμε, στην παραδοσιακή μαθητεία, η διαδικασία εκτέλεσης μιας δραστηριότητας που μαθαίνεται παρατηρείται συνήθως εύκολα. Στη γνωστική μαθητεία, κάποιος πρέπει να καταστήσει ορατή τη σκέψη του είτε πρόκειται π.χ. για ανάγνωση είτε για γραφή είτε για επίλυση προβλημάτων. Η

σκέψη του δασκάλου πρέπει να γίνει ορατή στους μαθητές και η σκέψη των μαθητών πρέπει να γίνει ορατή στο δάσκαλο. Αυτή είναι η σημαντικότερη διαφορά μεταξύ της παραδοσιακής μαθητείας και της γνωστικής μαθητείας. Φέρνοντας αυτές τις σκέψεις στην επιφάνεια, οι μαθητές μπορούν να τις παρατηρήσουν να τις αναπαραστήσουν και να τις εξασκήσουν με τη βοήθεια του δασκάλου και των άλλων συμμαθητών τους.

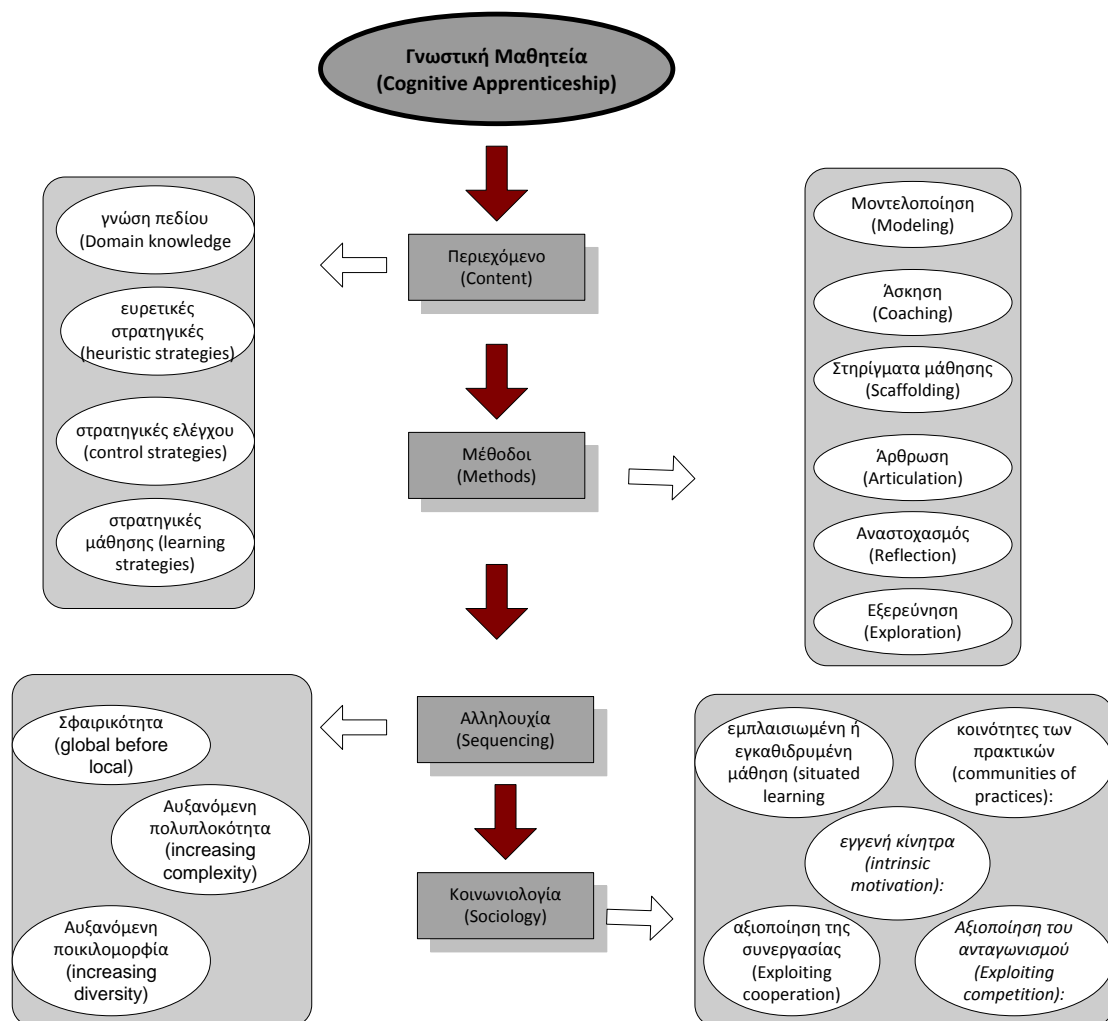
Δεύτερον, στην παραδοσιακή μαθητεία οι στόχοι εμφανίζονται ακριβώς όπως προκύπτουν στην πραγματικότητα: η μάθηση είναι πλήρως «τοποθετημένη» στον εργασιακό χώρο. Έτσι, οι μαθητές καταλαβαίνουν με φυσικό τρόπο τους λόγους για τη διαδικασία της μαθητείας. Παρακινούνται για να ασχοληθούν και να μάθουν τα επιμέρους στάδια του στόχου, επειδή συνειδητοποιούν την αξία του στόχου τους στο σύνολό του, έτσι όπως το παρατηρούν να ολοκληρώνεται από τους εμπειρογνώμονες. Στο σχολείο, οι δάσκαλοι εργάζονται με ένα πρόγραμμα σπουδών που επικεντρώνεται γύρω από την ανάγνωση, τη γραφή, τη φυσική, τα μαθηματικά, την ιστορία, κ.λπ., που είναι σε μεγάλο βαθμό μακριά από αυτά που οι μαθητές βιώνουν στην καθημερινή τους ζωή. Η μεγάλη πρόκληση για τη γνωστική μαθητεία είναι να τοποθετηθούν οι αφηρημένοι στόχοι του σχολικού προγράμματος σπουδών σε πλαίσια που έχουν νόημα για τους μαθητές.

Τρίτον, στην παραδοσιακή μαθητεία, οι δεξιότητες μαθαίνονται μέσα από τον ίδιο το στόχο: ο μαθητής, για να επεξεργαστεί ένα ένδυμα, μαθαίνει μερικές δεξιότητες μοναδικές για τη ραπτική. Για παράδειγμα, μαθαίνει να ράβει κουμπότρυπες, δεξιότητα που δε θα του χρειαστεί για παράδειγμα στην κατασκευή ενός ντουλαπιού. Με άλλα λόγια, στην παραδοσιακή μαθητεία, είναι απίθανο οι μαθητές να αντιμετωπίσουν καταστάσεις στις οποίες απαιτείται η μεταφορά δεξιοτήτων. Οι στόχοι στην εκπαίδευση όμως απαιτούν να είναι σε θέση οι μαθητές να μεταφέρουν αυτά που μαθαίνουν. Στη γνωστική μαθητεία, η πρόκληση είναι να παρουσιαστεί ένα ευρύ φάσμα στόχων και πλαισίων μέσα στα οποία οι δεξιότητες ή ικανότητες είναι χρήσιμες. Βασικός στόχος είναι να βοηθηθούν οι μαθητές στη γενίκευση, που σημαίνει ότι οι μαθητές πρέπει να μάθουν πότε μια δεξιότητα μπορεί να εφαρμοστεί και πότε όχι, πότε μπορεί να μεταφερθεί σε άλλο πλαίσιο νέων καταστάσεων και πότε όχι.

2.2.1.5.2 Η Γνωστική Μαθητεία και ο διδακτικός σχεδιασμός περιβαλλόντων μάθησης

Οι Collins et al. (1989), Collins et al. (1991), και Collins (1991) υποστήριξαν τέσσερις βασικές διαστάσεις (ή δομικές μονάδες) της γνωστικής μαθητείας που προτείνονται για το διδακτικό σχεδιασμό σε περιβάλλοντα μάθησης (Σχήμα 2.2):

- α) το περιεχόμενο (content),
- β) τη μέθοδο διδασκαλίας (instructional methods),
- γ) την αλληλουχία της διδασκαλίας (sequencing of instruction) και
- δ) την κοινωνιολογία της διδασκαλίας (sociology).



Σχήμα 2.2: Μοντέλο Γνωστικής Μαθητείας.

Σχετικά με κάθε μια από αυτές τις διαστάσεις υπάρχει ένα σύνολο χαρακτηριστικών που πρέπει να εξεταστεί στην κατασκευή ή την αξιολόγηση μαθησιακών περιβαλλόντων που στηρίζονται στη φιλοσοφία της γνωστικής μαθητείας.

Πιο συγκεκριμένα:

Ως προς το περιεχόμενο, πρέπει να εξεταστούν χαρακτηριστικά όπως η γνώση πεδίου, οι ευρετικές στρατηγικές, οι στρατηγικές ελέγχου και οι στρατηγικές μάθησης (Πίνακας 2.12).

Πίνακας 2.12: Τα επιμέρους στοιχεία για το σχεδιασμό περιβαλλόντων μάθησης υποστηριζόμενα από τη γνωστική μαθητεία που αφορούν στο περιεχόμενο της μάθησης.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ (CONTENT)	Τύποι της γνώσης που απαιτούνται για την εξειδίκευση
Γνώση πεδίου (Domain knowledge)	Περιεχόμενο, συγκεκριμένες έννοιες, δεδομένα και Διαδικασίες.
Ευρετικές στρατηγικές (Heuristic strategies)	Γενικά εφαρμόσιμες τεχνικές για την πραγματοποίηση των στόχων.
Στρατηγικές ελέγχου (Control strategies)	Γενικές προσεγγίσεις για την καθοδήγηση κάποιου στη διαδικασία επίλυσης.
Στρατηγικές μάθησης (Learning strategies)	Γνώση για το πώς να μάθει κανείς τις νέες έννοιες, τα δεδομένα και τις διαδικασίες.

Η γνώση πεδίου (*Domain knowledge*) περιλαμβάνει τις έννοιες, τα γεγονότα, και τις διαδικασίες που σχετίζονται άμεσα με το διδακτικό αντικείμενο. Αυτά προσδιορίζονται και μέσα από τα σχολικά εγχειρίδια ή και από ενημερώσεις στην τάξη ή σε επίπεδο σχολείου. Όμως, μέσα από τα σχολικά εγχειρίδια ή τις σχετικές ενημερώσεις τελικά οι μαθητές δεν κατανοούν, για παράδειγμα, το πώς να λύσουν προβλήματα και να ολοκληρώσουν τους στόχους τους σε ένα πεδίο. Επιπλέον, η γνώση και γενικά η επίλυση προβλημάτων μαθαίνεται με τρόπο απομονωμένο από το ρεαλιστικό πλαίσιο στο οποίο ανήκουν. Συνεπώς, η γνώση πεδίου τείνει να έχει χαρακτήρα αδράνειας και να μην μπορεί να εφαρμοστεί σε νέες καταστάσεις ή σε ποικίλα προβλήματα ακόμα και από τους καλούς μαθητές.

Οι ευρετικές στρατηγικές (*heuristic strategies*) είναι γενικά αποτελεσματικοί και χρήσιμοι τρόποι που βοηθούν στην εκτέλεση πρακτικών όπως επίλυσης προβλημάτων. Οι περισσότερες ευρετικές μέθοδοι αποκτιούνται σιωπηλά με τη βοήθεια των

εμπειρογνωμόνων μέσω των πρακτικών π.χ. της επίλυσης προβλημάτων (Schoenfeld, 1985). Τέτοιου είδους ευρετικές μέθοδοι είναι, για παράδειγμα, ο σχεδιασμός της επανεγγραφής ενός εισαγωγικού κειμένου στο μάθημα της γλώσσας ή για τα μαθηματικά η εύρεση μιας λύσης ενός απλού προβλήματος με σκοπό τη γενίκευσή του.

Οι στρατηγικές ελέγχου (control strategies), ελέγχουν τη διαδικασία εκπλήρωσης ενός στόχου. Αυτές αναφέρονται μερικές φορές ως «μεταγνωστικές» στρατηγικές (Palincsar & Brown, 1984; Schoenfeld, 1985). Καθώς οι μαθητές αποκτούν όλο και περισσότερο ευρετικές μεθόδους για την επίλυση προβλημάτων, αντιμετωπίζουν ένα νέο πρόβλημα διαχείρισης ή ελέγχου: πώς να επιλέξουν μεταξύ των πιθανών στρατηγικών επίλυσης προβλημάτων, πώς να αποφασίσουν πότε να αλλάξουν τις στρατηγικές, κ.λπ. Οι στρατηγικές ελέγχου έχουν ελεγκτικά διαγνωστικά, και επανορθωτικά στοιχεία. Για παράδειγμα, μια στρατηγική ελέγχου κατανόησης μπορεί να είναι η εύρεση του κεντρικού σημείου μιας παραγράφου που κάποιος έχει διαβάσει. Αν κάποιος δεν μπορεί να το κάνει αυτό, τότε δεν έχει καταλάβει το κείμενο και μπορεί να είναι καλύτερο να ξαναδιαβαστούν τα μέρη του κειμένου. Στα μαθηματικά, μια απλή στρατηγική ελέγχου για την επίλυση ενός σύνθετου προβλήματος είναι η μεταπήδηση από το ένα μέρος του στο άλλο των επιμέρους προβλημάτων του.

Οι στρατηγικές μάθησης (learning strategies) αναφέρονται στη γνώση για το πώς να μάθει κανείς οτιδήποτε. Η γνώση για το πώς να μάθει κανείς ποικίλλει και απαιτεί γενικές στρατηγικές αλλά και πιο συγκεκριμένες στρατηγικές ανάλογα με το πόσο απλοί ή σύνθετοι είναι οι μαθησιακοί στόχοι. Για παράδειγμα, αν οι μαθητές θέλουν να μάθουν να λύνουν τα προβλήματα με ουσιαστικό τρόπο αναπτύσσοντας ταυτόχρονα προηγμένες δεξιότητες μάθησης και επίλυσης, θα πρέπει να μάθουν να συσχετίζουν τα επιμέρους βήματα επίλυσης με τις έννοιες και τις αρχές που πραγματεύονται. Έτσι, θα μπορούν να εφαρμόζουν τις στρατηγικές αυτές και στη επίλυση άλλων προβλημάτων ανάλογης πολυπλοκότητας και συνθετότητας (Chi, Bassok, Lewis, Reimann, & Glaser, 1989). Εάν οι μαθητές θέλουν να γράψουν καλύτερα, πρέπει να μάθουν να βλέπουν κριτικά το κείμενο που σύνταξαν, βασιζόμενοι στις υποδείξεις που τους έχουν γίνει από ειδικούς. Είναι καλό επίσης να μάθουν να αναλύουν ο ένας τα κείμενα του άλλου και να προτείνουν βελτιώσεις ή και διορθώσεις.

Η διδακτική προσέγγιση της γνωστικής μαθητείας, όπως διατυπώνεται από τους Collins et al. (1989; 1991), αποτελείται από έξι στοιχεία (ή διδακτικές μεθόδους ή αρχές): τη μοντελοποίηση ή προτυποποίηση (modeling), την καθοδήγηση (coaching), τη σταδιακή στήριξη (scaffolding), την ορθή διατύπωση (articulation), τον αναστοχασμό (reflection) και την ανακάλυψη – διερεύνηση (exploration).

Τα παραπάνω έξι συστατικά στοιχεία της ταξινομούνται σε τρεις ομάδες. Η πρώτη ομάδα - που περιλαμβάνει τη μοντελοποίηση ή προτυποποίηση (modeling), την καθοδήγηση (coaching), τη σταδιακή στήριξη (scaffolding) - αντιπροσωπεύει τον πυρήνα και στοχεύει στο να βοηθήσει τους μαθητές να αποκτήσουν ένα ενσωματωμένο / ενοποιημένο σύνολο από γνωστικές δεξιότητες μέσω της παρατήρησης και της πρακτικής. Η δεύτερη ομάδα - που περιλαμβάνει την ορθή διατύπωση (articulation) και τον αναστοχασμό (reflection) – εστιάζει στις παρατηρήσεις των μαθητών για την επίλυση προβλημάτων αλλά και στο πώς να αποκτήσουν τον έλεγχο των δικών τους στρατηγικών επίλυσης προβλημάτων, καθώς και των μεταγνωστικών δεξιοτήτων τους. Τέλος, η τελευταία ομάδα - που περιλαμβάνει την ανακάλυψη (exploration) - επιδιώκει να ενθαρρύνει την αυτονομία των μαθητών, τη διατύπωση προβλημάτων από τους μαθητές αλλά και την έκφρασή τους ή τη μεταφορά τους (Πίνακας 2.13).

Πίνακας 2.13: Τα επιμέρους στοιχεία για το σχεδιασμό περιβαλλόντων γνωστικής μαθητείας που αφορούν στις μεθόδους διδασκαλίας.

ΜΕΘΟΔΟΙ	Τρόποι για να προάγουμε την εξειδίκευση
Μοντελοποίηση, προτυποποίηση (Modelling)	Ο εκπαιδευτικός εκτελεί έναν στόχο και οι μαθητές παρατηρούν.
Καθοδήγηση (Coaching)	Ο εκπαιδευτικός παρατηρεί και διευκολύνει ενώ οι μαθητές εκτελούν έναν στόχο.
Σταδιακή στήριξη (Scaffolding)	Ο εκπαιδευτικός παρέχει τα στηρίγματα για να βοηθήσει τους μαθητές να εκτελέσουν έναν στόχο.
Ορθή διατύπωση (Articulation)	Ο εκπαιδευτικός ενθαρρύνει τους μαθητές στο να εκφράσουν με λόγια τη γνώση και τη σκέψη τους.
Αναστοχασμός (Reflection)	Ο εκπαιδευτικός δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να συγκρίνουν τις αποδόσεις τους με τις αποδόσεις των άλλων.
Ανακάλυψη (Exploration)	Ο εκπαιδευτικός προκαλεί τους μαθητές στο να θέσουν και να λύσουν δικά τους προβλήματα.

Πιο συγκεκριμένα, η *μοντελοποίηση ή προτυποποίηση (modeling)* αναφέρεται σε έναν εμπειρογνώμονα που εκτελεί έναν στόχο, ενώ οι μαθητές παρατηρούν και χιτίζουν ένα εννοιολογικό μοντέλο διαδικασιών που απαιτείται για να ολοκληρώσουν το στόχο τους. Στα διάφορα γνωστικά πεδία, αυτό απαιτεί την εξωτερίκευση εσωτερικών διαδικασιών και δραστηριοτήτων, όπως των ευρετικών μεθόδων και των διαδικασιών ελέγχου, με τις οποίες οι εμπειρογνώμονες εφαρμόζουν τη βασική εννοιολογική και διαδικαστική γνώση. Για παράδειγμα, ένας δάσκαλος μπορεί να μοντελοποιήσει τη διαδικασία ανάγνωσης με το να διαβάζει μεγαλοφώνως και εκφραστικά, αλλά και με το να σχολιάζει σημεία της διαδικασίας (Collins & Smith, 1982). Στα μαθηματικά, ο Schoenfeld (1985) μοντελοποιεί τη διαδικασία επίλυσης προβλημάτων βάζοντας τους μαθητές να του φέρνουν δύσκολα νέα προβλήματα για να επιλυθούν στην τάξη επιστρατεύοντας ποικίλες στρατηγικές.

Η *καθοδήγηση (coaching)* περιλαμβάνει την παρατήρηση των μαθητών ενώ εκτελούν έναν στόχο και την προσφορά κατάλληλης βοήθειας και ανατροφοδότησης, καθώς προσπαθούν να ολοκληρώσουν άρτια το στόχο τους και σύμφωνα με τις απαιτήσεις των ειδικών. Η *καθοδήγηση* μπορεί να χρησιμεύσει στο να κατευθύνει την προσοχή των μαθητών σε μια συγκεκριμένη πτυχή του στόχου ή απλά στο να υπενθυμίσει μια πτυχή του στόχου που έχει αγνοηθεί. Για παράδειγμα, στην αμοιβαία διδασκαλία για το μάθημα της ανάγνωσης (Palincsar & Brown, 1984), ο δάσκαλος προγυμνάζει ή ασκεί τους μαθητές ενθαρρύνοντάς τους στο να υποβάλλουν ερωτήσεις και στο να επισημαίνουν τυχόν δυσκολίες τους, στο να παράγουν περιλήψεις ή στο να κάνουν προβλέψεις σχετικά με την εξέλιξη της ιστορίας που διαβάζουν.

Η *σταδιακή στήριξη (scaffolding)* αναφέρεται στα στηρίγματα που ο δάσκαλος παρέχει στο μαθητή ή ένα σύστημα μέσω υπολογιστή ώστε να τον βοηθήσει να εκτελέσει το στόχο. Αυτά τα στηρίγματα μάθησης μπορεί να έχουν διάφορες μορφές. Για παράδειγμα, μπορεί να είναι κάποιες προτάσεις, μπορεί η ίδια η αμοιβαία διδασκαλία, κάποιες κάρτες (Scardamalia & Bereiter, 1994), κάποιες υποδείξεις επίλυσης προβλημάτων κ.λπ. Όταν η *σταδιακή στήριξη (scaffolding)* παρέχεται από το δάσκαλο, περιλαμβάνουν την εκτέλεση εκ μέρους του δασκάλου μερών του στόχου που ο μαθητής δεν μπορεί ακόμα να διαχειριστεί. Τα στηρίγματα αυτά περιορίζονται σταδιακά έως ότου ο μαθητής μπορεί μόνος του να εκτελέσει τον επιδιωκόμενο στόχο.

Η ορθή διατύπωση ή έκφραση (*articulation*) περιλαμβάνει κάθε μέθοδο που βοηθά τους μαθητές να διατυπώσουν τη γνώση, το συλλογισμό τους και τις διαδικασίες επίλυσης προβλημάτων. Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι άρθρωσης. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η διδασκαλία μέσω έρευνας (*inquiry research*) (Collins & Stevens, 1982; 1983), η οποία ουσιαστικά ακολουθεί μια στρατηγική ερωτημάτων στους μαθητές για να τους οδηγήσει στο να αρθρώσουν (να εκφράσουν και να διατυπώσουν) τις κατανοήσεις τους για έννοιες και διαδικασίες. Ένας εκπαιδευτικός που ακολουθεί τη μέθοδο αυτή για παράδειγμα στη διδασκαλία του γραπτού λόγου, θέτει ερωτήσεις στους μαθητές προκειμένου να κρίνουν ποια περίληψη που οι ίδιοι έχουν γράψει είναι καλύτερη και γιατί. Ανάλογα, στο μάθημα των μαθηματικών ο εκπαιδευτικός ενθαρρύνει τους μαθητές στο να αρθρώσουν – να διατυπώσουν και έτσι να εκφράσουν τις σκέψεις τους καθώς πραγματοποιούν την επίλυση ενός προβλήματος.

Ο αναστοχασμός (*reflection*) εμπεριέχει την παρότρυνση των μαθητών στο να συγκρίνουν τις δικές τους διαδικασίες επίλυσης ενός προβλήματος με των άλλων συμμαθητών τους ή με του δασκάλου τους (δηλαδή του ειδικού). Ο αναστοχασμός επιτυγχάνεται με τη χρήση διαφόρων τεχνικών που βοηθούν στην επανεξέταση και σύγκριση σε διάφορα επίπεδα των διαδικασιών που έχουν διεξαχθεί από τους μαθητές ή τους ειδικούς (*experts*) (Collins & Brown, 1988). Για την ανάγνωση, μια μέθοδος ενίσχυσης του αναστοχασμού μπορεί να είναι η μεγάλωφωνα καταγραφή, σε mp3 player, ανάγνωσης ενός κομματιού, ώστε να ακουστεί ξανά από τους μαθητές και εκπαιδευτικούς και να προβούν σε ανάλογα σχόλια και διαπιστώσεις.

Η διερεύνηση (*exploration*) αναφέρεται στην ώθηση των μαθητών σε έναν δικό τους τρόπο - που να έχει νόημα - επίλυσης προβλημάτων που σχετίζεται με το πώς να αναρωτιούνται, πώς να θέτουν ερωτήσεις, πώς να σχεδιάζουν την επίλυση ενός προβλήματος, κ.λπ. Οι μαθητές όμως, δε γνωρίζουν από πριν πώς να «εξερευνήσουν» ένα πεδίο μάθησης. Πρέπει επομένως να γνωρίζουν αντίστοιχες τεχνικές που θα τους βοηθήσουν προς την κατεύθυνση αυτή. Η διερεύνηση ως μέθοδος περιλαμβάνει τον καθορισμό γενικών στόχων και στη συνέχεια την ενθάρρυνση των μαθητών στο να εστιάσουν σε επιμέρους στόχους ή ακόμα στο να αναθεωρήσουν τους γενικούς στόχους αν κάτι στην πορεία τους προκαλέσει περισσότερο το ενδιαφέρον. Για παράδειγμα, στην ανάγνωση ο δάσκαλος στέλνει τους μαθητές στη βιβλιοθήκη για να ερευνήσουν τις

θεωρίες γύρω από το μέλλον του πλανήτη. Στα μαθηματικά, οι μαθητές καλούνται να παραγάγουν και να εξετάσουν διαφορετικές λύσεις επίλυσης ενός προβλήματος.

Ως προς την αλληλουχία των δραστηριοτήτων, πρέπει να εξεταστούν κάποιες αρχές που πρέπει να διέπουν το είδος και τον τρόπο με τον οποίο παρέχονται οι δραστηριότητες αυτές (Πίνακας 2.14).

Πίνακας 2.14: Τα επιμέρους στοιχεία για το σχεδιασμό περιβαλλόντων γνωστικής μαθητείας που αφορούν στην αλληλουχία των δραστηριοτήτων.

Αλληλουχία της διδασκαλίας	Τρόποι για τη διευθέτηση των δραστηριοτήτων μάθησης
Αυξανόμενη πολυπλοκότητα (Increasing complexity)	Οι στόχοι σταδιακά αυξάνουν το βαθμό δυσκολίας τους.
Αυξανόμενη ποικιλομορφία (Increasing diversity)	Πρακτική σε ποικίλες καταστάσεις για να επισημανθεί η ευρεία εφαρμογή.
Σφαιρικότητα του στόχου (Global before local)	Αντιλαμβάνομαι αρχικά ολόκληρο το στόχο πριν εκτελέσω τα μέρη του.

Σύμφωνα με τις αρχές αυτές οι δραστηριότητες πρέπει να διακρίνονται από:

Σφαιρικότητα, που σημαίνει πως οι δραστηριότητες πρέπει να οδηγούν τους μαθητές στο να μαθαίνουν να ολοκληρώνουν το στόχο τους μέσα από την ολοκλήρωση επιμέρους στόχων. Για παράδειγμα, στη ραπτική (Lave, 1988), οι μαθητευόμενοι μαθαίνουν να φτιάχνουν ένα ένδυμα από ήδη κομμένα κομμάτια. Η κύρια επίδραση αυτής της αρχής είναι ότι ενθαρρύνει τους μαθητές να δημιουργήσουν ένα είδος εννοιολογικού χάρτη πριν καταλήξουν στην ολοκλήρωση του στόχου τους. Αυτό έχει σαν συνέπεια να οδηγείται ο μαθητής στην κατανόηση των επιμέρους στόχων της γενικής δραστηριότητας που πραγματοποιεί και ταυτόχρονα αυτό ενεργεί σαν οδηγός για το μαθητή για την εξέλιξη των διαδικασιών που έχει επιλέξει, αλλά και σαν μέσο αυτοαξιολόγησης των δράσεών του.

Αυξανόμενη πολυπλοκότητα η οποία αναφέρεται στη δόμηση των δραστηριοτήτων με τρόπο ώστε αφενός να απαιτούνται όλο και περισσότερες δεξιότητες και αφετέρου να οδηγούν στην κατανόηση όλο και πιο σύνθετων εννοιών (Burton, Brown, & Fisher, 1984; VanLehn & Brown, 1980; White, 1984). Για παράδειγμα, στη μαθητεία για το ράψιμο ενός ενδύματος, οι μαθητές πρώτα μαθαίνουν να δημιουργούν ενδύματα που τα κομμάτια

τους είναι φτιαγμένα από ευθείες γραμμές, χωρίς επιπλέον πράγματα όπως κουμπότρυπες, τσέπες, κλπ. (Lave, 1993). Στη συνέχεια, μαθαίνουν να φτιάχνουν ρούχα που απαιτούν πιο πολύπλοκες δεξιότητες. Με αυτόν τον τρόπο, οι μαθητές μαθαίνουν επίσης να αποκτούν έλεγχο των σταδιακά αυξανόμενων απαιτήσεων που μπορεί να προϋποθέτει η επίλυση μιας δραστηριότητας.

Αυξανόμενη ποικιλομορφία, η οποία αναφέρεται στην κατασκευή σειράς δραστηριοτήτων που η επίλυσή τους προϋποθέτει μια μεγάλη ποικιλία στρατηγικών και δεξιοτήτων. Με τον τρόπο αυτό, οι μαθητές μαθαίνουν πώς και πότε να αξιοποιούν τις στρατηγικές και τις δεξιότητες αυτές. Επιπλέον, οι μαθητές μαθαίνουν να εφαρμόζουν τις δεξιότητες αυτές σε περισσότερα και διαφορετικά προβλήματα και οι στρατηγικές τους αποκτούν ένα πλουσιότερο δίκτυο εφαρμογών σε νέες καταστάσεις προβλημάτων.

Ως προς την κοινωνιολογία, πρέπει να ληφθεί υπόψη το πλαίσιο που αφορά στην κοινωνιολογία του μαθησιακού περιβάλλοντος (Πίνακας 2.15).

Πίνακας 2.15: Τα επιμέρους στοιχεία για το σχεδιασμό περιβαλλόντων γνωστικής μαθητείας που αφορούν στην κοινωνιολογία της μάθησης.

Κοινωνιολογία	Κοινωνικά χαρακτηριστικά των περιβαλλόντων μάθησης
Εμπλαισιωμένη ή εγκαθιδρυμένη μάθηση (Situating learning).	Οι μαθητές μαθαίνουν στα πλαίσια εργασίας πάνω σε ρεαλιστικούς στόχους.
Κουλτούρα εξειδικευμένης πρακτικής (Culture of expert Practice).	Επικοινωνούν με διαφορετικούς τρόπους για να ολοκληρώσουν σημαντικούς στόχους.
Εγγενή κίνητρα (Intrinsic motivation).	Οι μαθητές θέτουν προσωπικούς στόχους και αναζητούν λύσεις.
Αξιοποίηση της συνεργασίας (Exploiting cooperation).	Οι μαθητές εργάζονται μαζί για να ολοκληρώσουν τους στόχους τους.
Αξιοποίηση του ανταγωνισμού (Exploiting competition).	Επικοινωνητικός και παραγωγικός ανταγωνισμός που συνδυάζεται με τη συνεργασία.

Η μάθηση εμπεριέχει (προϋποθέτει) δράση (δραστηριότητα) η οποία είναι αναπόσπαστα συνδεδεμένη με το ευρύτερο πλαίσιο και την κουλτούρα στην οποία συντελείται (Lave, 1991). Για παράδειγμα, οι μαθητές της ραπτικής κατά τη Lave (1993) μαθαίνουν τη συγκεκριμένη τέχνη σε ένα κατάστημα ραπτικής. Εκεί βρίσκονται κι άλλοι μαθητές για τον

ίδιο σκοπό, αλλά και δάσκαλοι - ειδικοί και με αρκετή πείρα. Οι μαθητές εμπλέκονται σε δραστηριότητες με σταδιακή δυσκολία, κατασκευάζοντας αρχικά ένα εύκολο ρούχο και σταδιακά προχωρούν στην κατασκευή πιο σύνθετου. Επίσης, κατασκευάζουν ποικιλία ενδυμάτων που απαιτούν ποικιλία δεξιοτήτων και στρατηγικών.

Πρόκειται δηλαδή για ένα ρεαλιστικό πλαίσιο μάθησης που ενθαρρύνεται με την εμπλοκή των μαθητών σε επίσης ρεαλιστικά προβλήματα κατασκευής ενδυμάτων ποικίλων πραγματικών αναγκών. Ωστόσο, το πλαίσιο αυτό φαίνεται να χαρακτηρίζει την κοινωνιολογία της μάθησης επισημαίνοντας και υποστηρίζοντας:

Την εμπλαισιωμένη ή εγκαθιδρυμένη μάθηση (situated learning): η μάθηση είναι τοποθετημένη σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο στο οποίο και αποκτιέται, αλλά από την άλλη αυτό το πλαίσιο ενθαρρύνει τη μεταφορά της γνώσης σε νέα πεδία. Οι μαθητές κατανοούν τη γνώση και μαθαίνουν πώς να την αξιοποιούν σε μελλοντικές χρήσεις. Επίσης, η μάθηση προκύπτει αφότου οι μαθητές συμμετάσχουν ενεργά στη διαδικασία κατασκευής και αξιοποίησης της γνώσης σε διάφορα πεδία.

Τις κοινότητες των πρακτικών (communities of practices): σημαίνει τη δημιουργία ενός μαθησιακού περιβάλλοντος στο οποίο οι συμμετέχοντες επικοινωνούν και συμμετέχουν ενεργά αναπτύσσοντας δεξιότητες που τους εξασφαλίζουν μια ξεχωριστή εμπειρία πρακτικής και επίλυσης προβλημάτων. Μια τέτοια κοινότητα οδηγεί σε ένα αίσθημα «ιδιοκτησίας», που χαρακτηρίζεται από την προσωπική επένδυση και την αμοιβαία συνεισφορά. Η μάθηση δεν είναι αναγκαστική αλλά αποτέλεσμα κοινών δράσεων και κοινής εμπειρίας.

Τα εγγενή κίνητρα (intrinsic motivation): η εμπλαισιωμένη ή εγκαθιδρυμένη μάθηση και η δημιουργία κοινοτήτων πρακτικής υπονοούν την ανάγκη δημιουργίας εγγενών κινήτρων για μάθηση. Τα περιβάλλοντα μάθησης πρέπει να δημιουργούνται με τέτοιο τρόπο ώστε μέσα σε αυτά οι μαθητές να πραγματοποιούν τους στόχους τους, επειδή πραγματικά εκείνοι το θέλουν και το επιθυμούν και όχι επειδή κάποιος τους το επιβάλλει (Lepper & Greene, 1979; Malone, 1981). Οι λόγοι που προκαλούν την επιθυμία για μάθηση πρέπει να είναι ενδογενείς και όχι εξωγενείς.

Την αξιοποίηση της συνεργασίας (exploiting cooperation) και του ανταγωνισμού (exploiting competition): που σημαίνει δημιουργία συνθηκών για συνεργασία και για δημιουργικό ανταγωνισμό μεταξύ των μαθητών, αλλά και μεταξύ εκπαιδευτικών και μαθητών, με σκοπό την αποτελεσματική μάθηση. Η προώθηση της συνεργατικής μάθησης μπορεί να προκύψει μέσα από τη δημιουργία περιβαλλόντων μάθησης όπου μπορούν να εφαρμοστούν διάφορες κατάλληλες στρατηγικές.

2.2.1.5.3 Τα online και CSCL 3D περιβάλλοντα και η Θεωρία της Γνωστικής Μαθητείας

Στις μέρες μας, όλο και πιο πολλές αναδυόμενες τεχνολογίες οδηγούν στην ανάπτυξη πολλών ευκαιριών με στόχο την άμεση εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία της μάθησης αλλά και την απόκτηση της γνώσης με τρόπους που δε θα μπορούσαμε να φανταστούμε μέχρι και πριν λίγα χρόνια. Ειδικότερα, οι βασισμένες σε υπολογιστή τεχνολογίες υπόσχονται πολλά για πρόσβαση σε νέους τρόπους μάθησης και απόκτησης της γνώσης.

Αξιοποιώντας τη γνωστική μαθητεία, οι βασισμένες σε υπολογιστή τεχνολογίες, όπως τα online CSCL 3D περιβάλλοντα μάθησης, μπορεί να γίνουν ισχυρά εκπαιδευτικά εργαλεία. Αυτό σημαίνει ότι η προσέγγιση της γνωστικής μαθητείας μπορεί να χρησιμεύσει ουσιαστικά στον εκπαιδευτικό σχεδιασμό τέτοιων περιβαλλόντων μάθησης μέσα από την ποικιλία δυνατοτήτων που τα ίδια προσφέρουν (ενσωμάτωση πολυμέσων, υπερμέσων, web-based δυνατοτήτων κ.λπ. (Casey, 1996).

Ακολουθώντας τις χαρακτηριστικές προκλήσεις της γνωστικής μαθητείας, τα online και CSCL 3D περιβάλλοντα μάθησης μπορούν μεταξύ άλλων να προσφέρουν (Ghefaili, 2003):

Αυθεντικότητα, φέρνοντας προβλήματα της πραγματικής ζωής στις τάξεις: Αυτό μπορεί να συμβεί μέσα από την προσομοίωση της κοινωνικής διαδικασίας της μάθησης (Jonassen et al., 1999). Η δυνατότητα αυτή πραγματοποιείται με άριστο τρόπο μέσα από την αξιοποίηση των 3D τεχνολογιών. Οι online και 3D τεχνολογίες προσφέρουν επίσης δυνατότητες πρόσβασης στο Διαδίκτυο, επικοινωνία μέσω chat και ηλεκτρονικού ταχυδρομείου και γενικά νέες ευκαιρίες μάθησης.

Πρόσβαση στις αποδόσεις εμπειρογνομόνων και επιστημόνων: Γενικά αυτό πετυχαίνεται μέσω της αξιοποίησης των βίντεο, των ενσωματωμένων ειδικών συστημάτων (expert systems), των προσομοιώσεων και του Διαδικτύου (Wenger, 1998). Ειδικά για τα 3D περιβάλλοντα μάθησης, η επαφή με τις αποδόσεις εμπειρογνομόνων και επιστημόνων είναι πολύ εύκολη υπόθεση και στο πλαίσιο της γνωστικής μαθητείας μπορεί να ενισχυθεί και να υποστηριχτεί με τρόπο αποτελεσματικό.

Καθοδήγηση και σταδιακή στήριξη: Τα 3D περιβάλλοντα μάθησης μπορούν επίσης να προάγουν το σημαντικό ρόλο της καθοδήγησης και της υποστήριξης στις διαδικασίες της μάθησης μέσα από την επίλυση προβλημάτων. Επίσης, στηρίγματα μάθησης που επιτρέπουν στους μαθητές να συμμετέχουν αποτελεσματικά σε σύνθετες γνωστικές διαδικασίες (Casey, 1996; Jonassen et al., 1999).

Τη δυνατότητα «να κάνω τη σκέψη ορατή»: Ο Collins (1991) υποστηρίζει ότι «οι υπολογιστές μπορούν να κάνουν το αόρατο ορατό», πόσο μάλλον τα online και 3D περιβάλλοντα μάθησης με τις τεχνολογικές δυνατότητες που έχουν. Η γνωστική μαθητεία μπορεί να επενδύσει παιδαγωγικά σε ένα τέτοιο εγχείρημα μέσα από τα προτεινόμενα διδακτικά μοντέλα της. Επίσης, η ίδια η μαθητεία είναι ένα μοντέλο που λειτουργεί για να κάνει τη σκέψη ορατή.

Ευελιξία και αλληλεπίδραση: Τα 3D περιβάλλοντα μάθησης υποστηριζόμενα από το μοντέλο της γνωστικής μαθητείας μπορούν να παρέχουν ευελιξία στην πρόσβαση της γνώσης και αλληλεπίδραση, σε αντίθεση με τα παραδοσιακά βιβλία και ακόμα σε αντίθεση με τις δυνατότητες μιας σχολικής τάξης. Επιπλέον, μέσα από τέτοια τεχνολογικά περιβάλλοντα, οι μαθητευόμενοι έχουν την προστιθέμενη ευκαιρία να στοχαστούν πάνω στη μάθηση (Herrington & Oliver, 2000; Spiro, Feltovich, Jacobson, & Coulson, 1992).

Μεταγνώση: τα περιβάλλοντα μάθησης τα βασιζόμενα στον υπολογιστή προσφέρουν πολλές ευκαιρίες για μεταγνώση. Οι μαθητευόμενοι μέσα από αυτά αποκτούν την εμπειρία της βαθύτερης κατανόησης (Jonassen et al., 1999). Τα online και 3D περιβάλλοντα μάθησης, αξιοποιώντας τη γνωστική μαθητεία, μπορούν να ενισχύσουν τις ευκαιρίες για μεταγνώση.

Υποστήριξη του επιστημολογικού πλουραλισμού και ατομικών διαφορών: Τα online και 3D περιβάλλοντα μάθησης εφαρμόζοντας τις αρχές της γνωστικής μαθητείας παρέχουν στους μαθητευόμενους την ευκαιρία να σκεφτούν, να αναζητήσουν, να εκφραστούν και να πειραματιστούν πάνω στις δικές τους επιστημολογικές επιθυμίες και στυλ μάθησης (learning styles). Οι Turkle και Papert (1991) εξάλλου, υπογραμμίζουν το ρόλο των υπολογιστών στην υποστήριξη του επιστημολογικού πλουραλισμού.

Σαν αποτέλεσμα, η θεωρία της γνωστικής μαθητείας είναι μια θεωρία που μπορεί να υποστηρίξει τη συνεργατική μάθηση μέσω του υπολογιστή. Κατ' επέκταση, μπορεί να υποστηρίξει τη συνεργατική μάθηση μέσω του υπολογιστή που βασίζεται στις αρχές ενός διδακτικού σεναρίου (CSCL script). Επομένως, η θεωρία της γνωστικής μαθητείας στο πλαίσιο της εφαρμογής ενός διδακτικού σεναρίου σε ένα 3D περιβάλλον μάθησης μπορεί να υποστηρίξει και τη διδασκαλία των Μαθηματικών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση.

2.2.1.6 Αποτελεσματική CSCL και online 3D περιβάλλοντα

Όπως αναφέρθηκε, πολλές είναι οι έρευνες που αφορούν στην CSCL και επιχειρούν τη δόμηση και ρύθμιση των αλληλεπιδράσεων που συμβαίνουν καθώς τα άτομα συνεργάζονται online στο πλαίσιο της ομάδας (Dillenbourg & Fischer, 2007; Jermann et al., 2001). Μέσα στην ομάδα τα άτομα αλληλεπιδρούν αναλαμβάνοντας συγκεκριμένους ρόλους και εκτελώντας συγκεκριμένες δραστηριότητες. Οι δραστηριότητες αυτές οδηγούν σε ανώτερες γνωστικές διαδικασίες (αναλυτική σκέψη, επιχειρηματολογία κ.λπ.) και έτσι τα άτομα οδηγούνται στη μάθηση (King, 1997; Palinscar & Brown, 1984). Επομένως, η μεγάλη πρόκληση της CSCL είναι να δημιουργηθούν περιβάλλοντα τα οποία έμμεσα ή άμεσα ευνοούν την ανάδυση αφθονίας αλληλεπιδράσεων (Dillenbourg, Baker, Blaye, & O'Malley, 1996; Dillenbourg & Hong, 2008) προκειμένου να ενισχυθεί η αποτελεσματικότητα της συνεργατικής μάθησης. Στο πλαίσιο αυτό, πολλές έρευνες εστιάζουν το ενδιαφέρον στο να αναγνωρίσουν και να εξερευνήσουν παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα και την επιτυχία της online συνεργατικής μάθησης (Collazos, Guerrero, Pino, & Ochoa, 2002; Dillenbourg, 1999, στο Daradoumis, Martinez, Xhafa, 2006). Τέτοιοι παράγοντες μπορεί να είναι η αλληλεπιδραστικότητα, η αναπαραστατική πιστότητα, οι ενσωματωμένες δράσεις και η επικοινωνία στα περιβάλλοντα αυτά (Dalgano & Lee, 2010). Κατ' επέκταση, αυτό συνεπάγεται τον προσδιορισμό δεικτών που περιγράφουν διαφορετικές όψεις της γνωσιακής αλλά και της

συνεργατικής μάθησης, ώστε να καταφέρουμε μια πληρέστερη αποτίμηση των συνεργατικών αλληλεπιδράσεων μάθησης και των γνωσιακών αποτελεσμάτων (Daradoumis et al., 2006).

Έρευνες επίσης, δείχνουν πως οι online 3D κόσμοι έχουν τη δυναμική να στηρίξουν τη συνεργατική μάθηση μέσω υπολογιστή (CSCL) με ποικίλους τρόπους (Coffman & Klinger, 2007; Stevens, 2006). Αυτό συμβαίνει επειδή αποτελούν πλούσιες εμπειρίες μάθησης προσφέροντας, πέραν από τη δυνατότητα επίτευξης μιας τεράστιας ποικιλίας στόχων όπως γνωστικών, μεταγνωστικών, πολιτισμικών, κ.λπ., ευκαιρίες για αποτελεσματική online συνεργασία. Στο πλαίσιο αυτό, οι online 3D κόσμοι (όπως το Second Life, Active Worlds, κ.λπ.) δεν είναι απλά 3D παιχνίδια για πολλαπλούς παίκτες («οι εικονικοί κόσμοι δεν είναι παιχνίδια από μόνοι τους» (Boulos, et al., 2007; Kirkpatrick, 2007;) όπου η συνεργατική μάθηση προκύπτει αυτόματα όταν μια ομάδα ατόμων απλά βρίσκεται μέσα στο ίδιο εικονικό περιβάλλον (Arvaja, Häkkinen, Rasku-Puttonen, & Eteläpelto, 2002).

Οι online και 3D κόσμοι προσφέρουν μια πλούσια εμπειρία που αποτελείται από το συνδυασμό όλων των χαρακτηριστικών του Web 2.0 (όπως άμεση επικοινωνία ανάμεσα στα μέλη των ομάδων, voice chat, profiles και real-time social networking) και της μοναδικής online αλληλεπίδρασης. Ο συνδυασμός αυτός εμπεριέχει ποικίλους στόχους και ένα είδος δημιουργικής συνεργατικότητας που εξελίσσεται μέσα στα περιβάλλοντα αυτά. Τόσο οι εκπαιδευτικοί όσο και οι μαθητές μέσα από τα περιβάλλοντα αυτά γίνονται όλο και πιο δημιουργικοί και έχουν την ευκαιρία να αναπτύξουν νέους αποτελεσματικούς τρόπους διδασκαλίας και μάθησης. Οι εικονικοί αυτοί κόσμοι χαρακτηρίζουν ένα κύριο κομμάτι που αφορά στο μέλλον του Web (Boulos et al., 2007).

Στα περιβάλλοντα αυτά, οι μαθητές, εκπροσωπούμενοι από τα avatars, αλληλεπιδρούν με εργαλεία, αντικείμενα και άλλα avatars. Μέσα από αυτή την αλληλεπίδραση δομούν τις δικές τους κατανοήσεις και αντιλήψεις με τέτοιο τρόπο που αντανακλάται υψηλού επιπέδου μάθηση (higher order learning). Είναι φανερό ότι όλοι οι συμμετέχοντες μπορούν να εργαστούν τόσο σε ατομική όσο και σε συνεργατική βάση αναπτύσσοντας όχι μόνο δεξιότητες δόμησης της γνώσης αλλά και δεξιότητες ανάπτυξης κριτικής και δημιουργικής σκέψης. Εξάλλου, η εκπαίδευση στον 21^ο αι. πρέπει να εστιάζεται σε ζητήματα που αφορούν στην επικοινωνία, στην αυτονομία αλλά και στην κριτική και δημιουργική σκέψη. Είναι γεγονός πως σήμερα μπορούμε να επιχειρήσουμε τη

δημιουργία εικονικών περιβαλλόντων μάθησης, μέσω του υπολογιστή, υιοθετώντας νέες στρατηγικές και μεθοδολογίες ώστε αυτές να αξιοποιηθούν στην καθημερινή διδακτική πρακτική μέσα από συνεργατικού τύπου μεθόδους διδασκαλίας και μάθησης (Coffman & Klingner, 2007). Αυτό σημαίνει πως έχουμε τη δυνατότητα, στο πλαίσιο της ραγδαίας ανάπτυξης των τεχνολογιών, να αναπτύξουμε αποτελεσματική συνεργατική μάθηση μέσω υπολογιστών (CSCL).

Ωστόσο, οι έρευνες τονίζουν την ανάγκη κατάλληλου διδακτικού σχεδιασμού - παιδαγωγικές στρατηγικές και κατάλληλες δραστηριότητες ώστε να πετύχουμε αποτελεσματική συνεργατική μάθηση στα 3D περιβάλλοντα. Στη βάση αυτή προτείνουμε την αξιοποίηση των συνεργατικών σεναρίων (scripts) μάθησης τα οποία έχουν τη δυνατότητα ενορχήστρωσης των παιδαγωγικών στρατηγικών και δραστηριοτήτων αλλά και την ανάπτυξη μεγάλου εύρους αλληλεπιδράσεων. Στα συνεργατικού τύπου σενάρια μάθησης αναφερόμαστε παρακάτω.

2.2.2 CSCL Σενάρια

2.2.2.1 Τι είναι τα σενάρια και γιατί να δημιουργούμε τα σενάρια;

Η συνεργατική μάθηση δεν είναι πάντα αποτελεσματική. Τα αποτελέσματά της εξαρτώνται από την αφθονία και την ένταση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των μελών μιας ομάδας κατά τη διάρκεια μιας συνεργασίας (Dillenbourg & Traum, 1996). Βασική αναζήτηση της CSCL είναι να σχεδιαστούν περιβάλλοντα τα οποία έμμεσα ή άμεσα ευνοούν την ανάδυση αφθονίας αλληλεπιδράσεων. Στη βιβλιογραφία μια τέτοια προσπάθεια αναφέρεται ως «σχεδιασμός για συζητήσεις» (Roschelle, 1990) ή «σχεδιάζοντας αλληλεπιδράσεις» (Dillenbourg & Fischer, 2007; Jermann et al., 2001).

Σχετικά με τον τρόπο που πρέπει να σχεδιαστούν και να προκύψουν (άμεσα ή έμμεσα) οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των μελών μιας ομάδας στα CSCL περιβάλλοντα έχουν διατυπωθεί πολλές προσεγγίσεις οι οποίες ανάλογα εστιάζουν (Dillenbourg & Hong, 2008):

1. Στο σχεδιασμό ενός εργαλείου για επικοινωνία για παράδειγμα μιας ημι-δομημένης διεπιφάνειας με προκαθορισμένες δράσεις για συνομιλία (Soller, 2001; Veerman & Treasure-Jones, 1999).

2. Στη διαμόρφωση αναπαραστατικών μορφών των δραστηριοτήτων και των αντικειμένων τα οποία θα χρησιμοποιήσουν οι μαθητές (Roschelle, 1990; Suthers, 1999).
3. Στο σχηματισμό των ομάδων με έναν συγκεκριμένο τρόπο (Hoppe & Ploentzer, 1999; Inaba Supnithi, Ikeda, Mizoguchi, & Toyoda, 2000; Muehlenbrock, 2006; Wasson 1998; Wessner & Pfister, 2001).
4. Στο να παρέχουν στα μέλη των ομάδων αναπαραστάσεις αλληλεπιδράσεων ώστε να πετύχουν τη ρύθμιση και τον έλεγχο σε επίπεδο ομάδας (Dillenbourg, 2002; Dillenbourg & Jermann, 2007).
5. Στο να παρέχουν ανατροφοδότηση σχετικά με την ποιότητα των αλληλεπιδράσεων της ομάδας (Ayala & Yano, 1998; Barros & Verdejo, 2000; Constantino-Gonzalez & Suthers, 2000; Jermann, et al., 2001).
6. Στο να δομούν τη συνεργασία στη βάση σεναρίου μέσα από συγκεκριμένους ρόλους, φάσεις και δραστηριότητες.

Ένας τρόπος για να βελτιωθεί η αποτελεσματικότητα της συνεργατικής μάθησης στα CSCL περιβάλλοντα, είναι να δομηθεί η αλληλεπίδραση εμπλέκοντας τους μαθητές σε καλά οριοθετημένα σενάρια (well-defined scripts) (Dillenbourg, 2002). Ένα σενάριο είναι μια ιστορία όπου οι μαθητές και οι εκπαιδευτικοί σαν ηθοποιοί πρέπει να παίξουν έναν ρόλο (Dillenbourg, 2002). Πρόκειται για ένα λεπτομερές και σαφές συμβόλαιο ανάμεσα στο δάσκαλο και στην ομάδα και αφορά στον τρόπο με τον οποίο θα προκύψει η συνεργασία. Έτσι, τα σενάρια έχουν σκοπό την ενίσχυση της αποτελεσματικότητας της συνεργατικής μάθησης.

Ένα καλά οριοθετημένο σενάριο χαρακτηρίζεται από συγκεκριμένες φάσεις, ρόλους και δραστηριότητες, ώστε οι μαθητές να εμπλέκονται σε μια ποικιλία αλληλεπιδράσεων (Dillenbourg, 2002, Dillenbourg & Hong, 2008, Weinberger, 2003). Στη συνεργασία με βάση τα σενάρια οι συμμετέχοντες ακολουθούν συγκεκριμένες κατευθύνσεις και αναλαμβάνουν από κοινού μαθησιακές δραστηριότητες (Weinberger, 2003).

2.2.2.2 Εξωτερικά και εσωτερικά σενάρια

Για τους Kollar, Fisher & Hesse (2006) ο όρος «εξωτερικό σενάριο» (ή «επιφαινόμενο σενάριο») αναφέρεται στο παιδαγωγικό σενάριο το οποίο και οι μαθητές καλούνται να

παίζουν, ενώ ο όρος «εσωτερικό σενάριο» περιγράφει τη (δια)νοητική αναπαράσταση που οι μαθητές δομούν μέσα από το «εξωτερικό σενάριο. «Το εξωτερικό σενάριο» είναι ένα διδακτικό κατασκεύασμα που χρησιμοποιείται κατά τη διάρκεια μιας εκπαιδευτικής περιόδου. Το «εσωτερικό σενάριο» αποτελεί τη γνωστική υποδομή του «εξωτερικού σεναρίου» και πολλές φορές προϋπάρχει της εκπαιδευτικής περιόδου αλλά και συνεχίζει να υπάρχει μετά το τέλος αυτής. Στην περίπτωση που στόχος γίνεται η εσωτερικοποίηση του σεναρίου, τότε το σενάριο γίνεται παιδαγωγικός σκοπός. Τέτοιο παράδειγμα είναι η περίπτωση του σεναρίου αμοιβαίας διδασκαλίας (Palincsar & Brown, 1984).

Όταν το σενάριο είναι «μόνο» μια μέθοδος που θα χρησιμοποιηθεί στη διάρκεια μιας εκπαιδευτικής περιόδου, τότε οι μαθητές θα πρέπει να δημιουργήσουν οι ίδιοι εσωτερικά σενάρια ώστε να συμμετάσχουν στις δραστηριότητες μάθησης. Κι αυτό διότι περιμένουμε να μάθουν αυτό για το οποίο συζήτησαν μέσω του σεναρίου και όχι αυτό καθαυτό το περιεχόμενο σενάριο.

Συνοπτικά, όταν το σενάριο είναι μια μέθοδος, «το εσωτερικό σενάριο είναι το εργαλείο για να παίξει καλά το εξωτερικό σενάριο». Ένα σενάριο στο οποίο οι ρόλοι εναλλάσσονται και που επιχειρεί την ανάπτυξη της επιχειρηματολογίας μπορεί να έχει σαν στόχο τόσο τη γνώση του περιεχομένου της επιχειρηματολογίας (το σενάριο ως μέθοδος) όσο και την ανάπτυξη σχετικών ικανοτήτων που προκύπτουν (το σενάριο ως στόχος) (script as an objective).

2.2.2.3 Μακρο - μικρο CSCL σενάρια

Ένα σενάριο συνεργασίας είναι μια διδακτική προσέγγιση που έχει σαν στόχο να κάνει τη συνεργατικότητα πιο παραγωγική (Dillenbourg & Jermann, 2007). Στη βιβλιογραφία, σχετικά με τον όρο αναφέρονται αναφέρονται δύο προσεγγίσεις: τα μικρο-σενάρια, τα οποία είναι διαλογικά μοντέλα και αντανακλούν μια ψυχολογική προοπτική, και τα μακρο-σενάρια, τα οποία είναι παιδαγωγικά μοντέλα, δηλαδή αντανακλούν μια εκπαιδευτική προοπτική (Dillenbourg & Hong, 2008). Τα μικρο-σενάρια έχουν το scripting σαν στόχο ενώ τα macro-scripts έχουν το scripting σαν μέθοδο. Ωστόσο και τα δύο είδη μάλλον πρέπει να τα βλέπει κανείς συμπληρωματικά (Dillenbourg & Jermann, 2007).

Τα μικρο-σενάρια είναι μοντέλα τα οποία ενσωματώνονται σε ένα περιβάλλον που χαρακτηρίζει την πρώτη προσέγγιση (από τις παραπάνω 2.2.2.1). Εδώ οι μαθητές προτρέπονται να απαντήσουν στο συμμαθητή τους με αντεπιχείρημα καθοδηγούμενοι από το σύστημα (Weinberger, Fischer, & Mandl, 2002).

Τα μακρο-σενάρια μοντελοποιούν τις δραστηριότητες στις οποίες οι ομάδες θα εμπλακούν και αποτελούν έναν συνδυασμό των προσεγγίσεων 3 και 6 που αναφέρονται παραπάνω (παράγραφο 2.2.2.1). Δηλαδή, εστιάζουν στον τρόπο που οι ομάδες θα σχηματιστούν αλλά και στο πώς με βάση το σενάριο θα δομηθεί η συνεργασία των μελών των ομάδων. Αυτό σημαίνει συγκεκριμένους ρόλους που τα μέλη θα πρέπει να υιοθετήσουν, συγκεκριμένες δραστηριότητες που θα πρέπει να εκτελέσουν αλλά και συγκεκριμένες φάσεις οι οποίες και προϋποθέτουν την ολοκλήρωση του σεναρίου.

Ένα μικρο-σενάριο υποστηρίζει σταδιακά τη διαδικασία της αλληλεπίδρασης αυτής καθαυτής (King, 2007, Wenberger, Stegmann, & Fischer, 2007). Αυτό σημαίνει πως όταν οι μαθητές δηλώνουν μια υπόθεση μέσω του σεναρίου οι άλλοι μαθητές παροτρύνονται να αντεπιχειρηματολογήσουν. Ένα μακρο-σενάριο καθορίζει τα ζευγάρια των μαθητών τα οποία θα υποστηρίξουν αντίθετες απόψεις (όπως στο ArgueGraph). Το μικρο-σενάριο αντανακλά μια ψυχολογική οπτική ενεργώντας στο εσωτερικό του σεναρίου (εσωτερικό σενάριο – το σενάριο ως στόχος). Ένα μικρο-σενάριο μπορεί να εξελιχθεί μέσα από τις φάσεις ενός μακρο-σεναρίου (Ayala, 2007; Haake & Pfister, 2007). Από την άλλη το μακρο-σενάριο αντανακλά μια παιδαγωγική οπτική επηρεάζοντας τη διαδικασία περισσότερο έμμεσα (το σενάριο ως μέθοδος) (Dillenbourg & Jermann, 2007).

Το ArgueGraph script είναι ένα παράδειγμα μακρο-σεναρίου (Dillenbourg & Jermann, 2007). Αυτό το βασιζόμενο στον υπολογιστή σενάριο ξεκινά ζητώντας από τους μαθητές να συμπληρώσουν ατομικά ένα ερωτηματολόγιο αναφορικά με το επίμαχο θέμα. Οι μαθητές σε ζευγάρια υιοθετούν αντιμαχόμενες απόψεις. Στη συνέχεια, τα ζευγάρια από κοινού συμπληρώνουν το ίδιο ερωτηματολόγιο υιοθετώντας κοινή άποψη. Στη συνέχεια, ο δάσκαλος συζητά σε επίπεδο τάξης όλες τις απαντήσεις και τις οργανώνει βασιζόμενος σε κάποιο θεωρητικό πλαίσιο. Στο τέλος, οι μαθητές καλούνται να γράψουν μια μικρή έκθεση σχετικά με το υπό συζήτηση θέμα. Το συγκεκριμένο σενάριο δε βοηθά τους μαθητές στο πώς οι μαθητές θα πρέπει να συζητούν και να επιχειρηματολογούν. Ένα μακρο-σενάριο

όπως το ArgueGraph θεωρεί ότι οι μαθητευόμενοι είναι ικανοί – μπορούν να επιχειρηματολογούν και να συζητούν με αυτο-καθοδηγούμενο τρόπο.

Παράδειγμα που περιλαμβάνει δημιουργία μικρο-σεναρίου είναι το «κοινωνικό σενάριο» (“social script”) (Weinberger, Fischer, & Mandl, 2005). Εδώ, τρεις πρωτοετείς φοιτητές πανεπιστημιακού ιδρύματος συνεργάστηκαν online προκειμένου να εκτελέσουν κάποιες δραστηριότητες (π.χ. για να γράψουν μια ανάλυση για μια συγκεκριμένη περίπτωση). Οι μαθητές αναλαμβάνουν την εκτέλεση των δραστηριοτήτων (μέσα από τις οποίες ασκούν κριτική στις απόψεις των άλλων αλλά και λαμβάνουν κριτική για τις απόψεις τους), τις οποίες και πρέπει να εκτελέσουν σε συγκεκριμένο χρόνο ο οποίος και ελέγχεται από τον υπολογιστή. Οι δραστηριότητες αυτές ενισχύονται από διάφορες παρακινήσεις (π.χ. «παρακαλώ γράψε μια κριτική σχετικά με την ανάλυση που έδωσε το ζευγάρι σου» ή «δεν συμφωνώ με την ανάλυσή σου....»). Σε αυτό το παράδειγμα, το συγκεκριμένο σενάριο όχι μόνο παρέχει δυνατότητες για εκτέλεση δραστηριοτήτων αλλά και υποστηρίζει την αλληλουχία τους, τη χρονική τους διάρκεια και τους ρόλους που ο κάθε συμμετέχων αναλαμβάνει στην όλη διαδικασία της μάθησης.

Οι Dillenbourg & Hong (2008) προτείνουν επίσης ένα παιδαγωγικό μοντέλο σχεδιασμού για δραστηριότητες δημιουργίας σεναρίου στην τάξη. Το θεωρητικό του πλαίσιο ορίζει τρία πρωταρχικά κοινωνικά επίπεδα πάνω στα οποία η μάθηση, η αλληλεπίδραση και η γνώση μπορούν να δομηθούν: το ατομικό επίπεδο (μαθητής), της ομάδας και της τάξης (συμπεριλαμβανομένου και του εκπαιδευτικού). Ένα αποτελεσματικό σενάριο όχι μόνο δουλεύει πάνω σε ένα δεδομένο επίπεδο, αλλά το σημαντικότερο είναι ότι συσχετίζει τις δραστηριότητες του κάθε επιπέδου με τα άλλα επίπεδα προκειμένου να συγκροτηθεί μια αποτελεσματική ενσωματωμένη παιδαγωγική διαδικασία. Δηλαδή, ένα αποτελεσματικό σενάριο πρέπει να προδιαγράφει το πώς θα σχηματιστούν οι ομάδες και πώς θα οργανωθούν οι δραστηριότητες ώστε να λειτουργήσουν στο επίπεδο της τάξης (δασκαλοκεντρικά) και στη συνέχεια να κατανεμηθούν στο επίπεδο των ομάδων αλλά και σε επίπεδο ατομικό (Stahl & Hesse, 2008).

2.2.2.4 Στρατηγικές μάθησης για σενάρια

Πώς όμως είναι δυνατόν να καταφέρουμε τη δόμηση και εφαρμογή ενός αποτελεσματικού CSCL σεναρίου; Πώς θα μπορούσαμε να συντονίσουμε την CSCL με την εφαρμογή ενός σεναρίου στο πλαίσιο της καθημερινής διδακτικής πρακτικής; Χρειαζόμαστε τρόπους, χρειαζόμαστε στρατηγικές που να υποστηρίζουν τη συνεργατική μάθηση (δομώντας τρόπους αλληλεπίδρασης), αλλά και να ενισχύουν την εξέλιξη ενός σεναρίου που στοχεύει στην ίδια τη μάθηση.

Η CSCL αποτελεί ένα διεπιστημονικό παράδειγμα έρευνας και εκπαιδευτικής πρακτικής (Hernandez-Leo, Asensio-Perez, & Dimitriadis, 2005; Koschmann, 1996). Κύριο χαρακτηριστικό της είναι η έμφαση στη σημασία των αλληλεπιδράσεων ως απαραίτητου στοιχείου της μάθησης (Dillenbourg, 1999). Όμως, προκειμένου να αξιοποιηθεί μέσα από τα νέα περιβάλλοντα μάθησης υποστηριζόμενων από τον υπολογιστή, απαραίτητο είναι να εστιαστούμε στην ανάλυση της συνεργατικότητας, ώστε να επιτύχουμε το σχεδιασμό και την εφαρμογή της στο πλαίσιο μιας κοινότητας μάθησης. Μέσα από μια τέτοια ανάλυση διαπιστώνεται ότι οι εφαρμογές της CSCL πρέπει να υποστηρίζουν συνεργατικές δραστηριότητες, αλλά και να προσφέρουν στους πιθανούς χρήστες (δάσκαλους, σπουδαστές, και εμπειρογνώμονες παιδαγωγικής, μεταξύ άλλων) συνθήκες συνεργασίας για πολλές περιστάσεις μάθησης.

Από την άλλη, όπως έχει αναφερθεί (παράγραφος 2.2.2.1), στη συνεργασία με βάση τα σενάρια οι συμμετέχοντες πρέπει να ακολουθούν συγκεκριμένες κατευθύνσεις και να αναλαμβάνουν από κοινού μαθησιακές δραστηριότητες (Weinberger, 2003). Αναφέρθηκε επίσης ότι ένα καλά οριοθετημένο σενάριο πρέπει να χαρακτηρίζεται από συγκεκριμένες φάσεις, ρόλους αλλά και δραστηριότητες τέτοιες, ώστε οι μαθητές να εμπλέκονται σε μια ποικιλία αλληλεπιδράσεων (Dillenbourg, 2002; Dillenbourg & Hong, 2008; Weinberger, 2003).

Οι συνεργατικού τύπου στρατηγικές μπορούν να έχουν σημαντική επιρροή στη δόμηση, στη ροή αλλά και στην πρακτική εφαρμογή ενός CSCL script. Η σημαντική συμβολή τους στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης υποστηρίζεται σημαντικά μέσα από τα Συνεργατικά Μοτίβα Μαθησιακής Ροής (Collaborative Learning Flow Patterns - CLFPs) (Dimitriadis, Asensio, Martínez & Osuna, 2003).

Τα Συνεργατικά Μοτίβα Μαθησιακής Ροής (CLFPs) μπορούν να χαρακτηριστούν σαν ένας τρόπος περιγραφής των συνεργατικών στρατηγικών μάθησης. Στην περίπτωση αυτή, οι συνεργατικές στρατηγικές μάθησης υπαγορεύουν κοινούς τρόπους δόμησης των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των συμμετεχόντων. Συνδέονται άμεσα περισσότερο με τη διδακτική πρακτική παρά με τις γενικές θεωρίες μάθησης (Aronson & Thibodeau, 1992; Johnson & Johnson, 1999). Αντιπροσωπεύουν τις μεθόδους (ή «τις συνταγές») που έχουν εξεταστεί εκτενώς και έχουν εφαρμοστεί σε πολλές διαφορετικές περιστάσεις και για τις οποίες υπάρχουν πολλές εκδόσεις αφιερωμένες στην έρευνα ή τα πρακτικά αποτελέσματα (Strijbos, Martens, Jochems, & Broers, 2004). Αυτές οι μέθοδοι δομούν από πριν τη συνεργασία κατά τέτοιο τρόπο ώστε οι αλληλεπιδράσεις να προωθούνται με τρόπο παραγωγικό και να ενισχύεται η πιθανή αποτελεσματικότητα της εκπαιδευτικής διαδικασίας (Jermann, 2004).

Δηλαδή, μέσω των συνεργατικών στρατηγικών μάθησης διαμορφώνονται καλύτερες πρακτικές στη δόμηση της ροής των διαφόρων τύπων δραστηριοτήτων μάθησης (και ως έναν βαθμό των τύπων εργαλείων) αλλά και των ποικίλων τρόπων αλληλεπίδρασης. Αυτό αποτελεί σημαντική συνεισφορά της αξιοποίησής τους στα συνεργατικά σενάρια μάθησης (CSCL scripts). Αυτό σημαίνει συνεργατικές αλλά και ατομικές δραστηριότητες. Επίσης, συνεπάγεται ποικιλία μορφών αλληλεπιδράσεων μεταξύ των συνεργαζόμενων ατόμων. Μέσα από τις συνεργατικές στρατηγικές διασφαλίζεται ευρύτερα η «ροή της μάθησης». Ο όρος «ροή μάθησης» χρησιμοποιείται στο πεδίο μάθησης κατά αντιστοιχία του όρου «ροή εργασίας» του CSCW. Και οι δύο αναφέρονται στο συντονισμό σε επίπεδο δραστηριότητας, που περιγράφει την αλληλουχία των δραστηριοτήτων οι οποίες συμβάλλουν στη μαθησιακή διαδικασία (Ellis & Wainer, 1994).

Οι στρατηγικές μάθησης μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν συλλογικά και να συνδυαστούν: π.χ. μια συγκεκριμένη φάση μιας στρατηγικής μάθησης μπορεί να δομηθεί πάνω σε μια φάση μιας άλλης στρατηγικής μάθησης. Οι ομάδες σχηματίζονται ανάλογα κάθε φορά και τα μέλη τους αναλαμβάνουν συγκεκριμένους ρόλους.

Στη βιβλιογραφία, ως σημαντικότερες στρατηγικές συνεργατικής μάθησης αναφέρονται: η Προσομοίωση (Simulation), η Jigsaw, η Πυραμίδα ή Χιονοστιβάδα (Pyramid or Snowball), ο Καταιγισμός Ιδεών (Brainstorming), η Φωναχτή Σκέψη για την Επίλυση Προβλήματος σε

Ζεύγη (Thinking Aloud Pair Problem Solving - TAPPS) και η Άτομο –Ζεύγη - Ομάδα (Think-Pair-Share - TPS) (Dimitriadis et al., 2003; Hernandez-Leo et al., 2005).

Πίνακας 2.16: Συνεργατικές στρατηγικές μάθησης υποστηριζόμενης από τον υπολογιστή (CSCL strategies).

	Προσομοίωση (Simulation)
	Jigsaw
CSCL	Πυραμίδα ή Χιονοστοιβάδα (Pyramid or Snowball)
Στρατηγικές	Καταιγισμός Ιδεών (Brainstorming)
	Φωναχτή Σκέψη για την Επίλυση Προβλήματος (Thinking Aloud Pair Problem Solving - TAPPS)
	Άτομο – Ζεύγη – Ομάδα (Think-Pair-Share - TPS)

Οι συνεργατικού τύπου στρατηγικές μάθησης (Πίνακας 2.16) μπορούν να αξιοποιηθούν στα σενάρια μάθησης και μάλιστα παίζοντας έναν ρόλο συμβολής στην εναρμόνιση της CSCL και της εξέλιξης ενός παιδαγωγικού σεναρίου μάθησης. Αν ένα παιδαγωγικό σενάριο αποτελεί το εξωτερικό σενάριο, τότε οι συνεργατικού τύπου στρατηγικές μάθησης ανήκουν στο εσωτερικό σενάριο.

Ακολουθεί μια γενική περιγραφή συνεργατικού τύπου στρατηγικών που θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν στο πλαίσιο ενός σεναρίου, που εφαρμόζεται σε ένα περιβάλλον μάθησης μέσω του υπολογιστή και βασίζεται στη συνεργατικότητα. Η περιγραφή εστιάζει στο πλαίσιο μέσα στο οποίο λειτουργεί η κάθε μια στρατηγική, στο είδος προβλήματος για το οποίο η καθεμιά προτείνεται, στα εκπαιδευτικά οφέλη που αποκομίζονται από την εφαρμογή τους και στη ροή της μαθησιακής διαδικασίας που αυτές υποδεικνύουν.

A) Η CSCL Στρατηγική Jigsaw

Η Jigsaw είναι μια πολύ διαδεδομένη συνεργατικού τύπου στρατηγική (Hernandez-Leo et al., 2005; Aronson & Bridgeman, 1979; Aronson & Thibodeue, 1992).

Το πλαίσιο: πολλές μικρές ομάδες (groups) μαθητών πραγματεύονται τη μελέτη διαφόρων πληροφοριών για τη λύση του ίδιου προβλήματος.

Το πρόβλημα: είναι κατάλληλη για σύνθετα (πολύπλοκα) προβλήματα (ή δραστηριότητες)

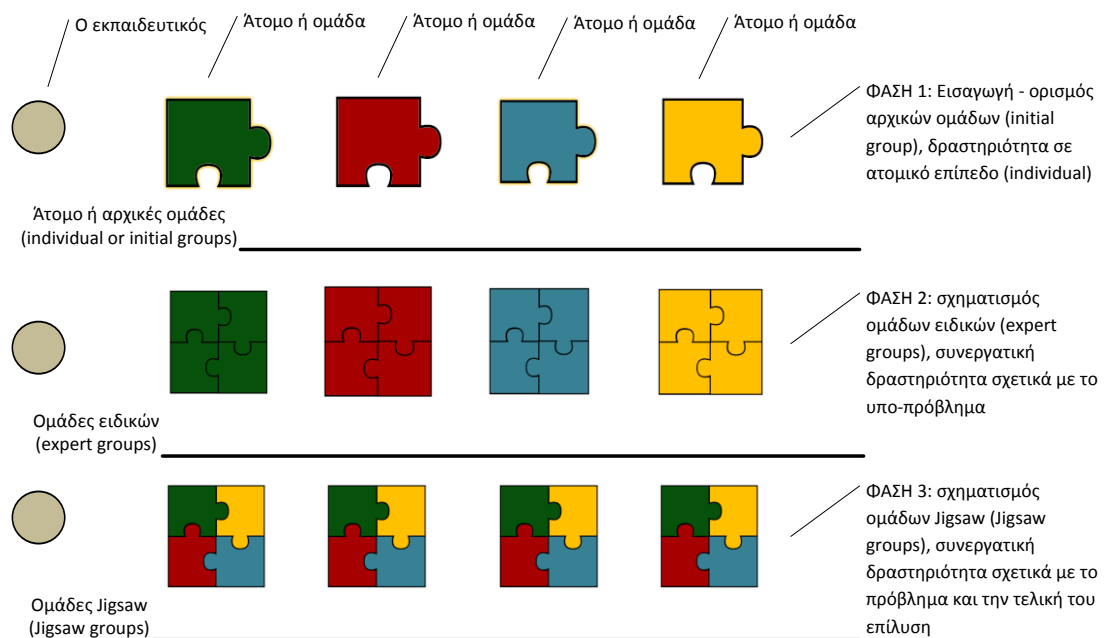
τα οποία μπορούν να διαχωριστούν σε απλούστερα υποθέματα ή υποπροβλήματα.

Τα εκπαιδευτικά οφέλη από την εφαρμογή της:

- Προάγεται το συναίσθημα ότι τα μέλη μιας ομάδας χρειάζονται το ένα το άλλο για να πετύχουν (θετική αλληλεξάρτηση).
- Ευνοείται η συζήτηση ώστε να δομηθεί η γνώση των μαθητών.
- Διασφαλίζεται ότι οι μαθητές θα συνεισφέρουν ισότιμα στη διαδικασία μάθησης (προσωπική λογοδοσία).

Περιγραφή διαδικασίας: Κάθε συμμετέχων (άτομο ή αρχική ομάδα) εργάζεται γύρω από ένα συγκεκριμένο υποπρόβλημα ή επιμέρους θέμα. Όσοι ασχολούνται με το ίδιο υποπρόβλημα επικοινωνούν προκειμένου να ανταλλάξουν ιδέες, να επιχειρηματολογήσουν και να βοηθήσει ο ένας τον άλλον όπου χρειαστεί. Αυτοί αποτελούν την ομάδα των ειδικών σχετικά με το θέμα που μελετούν (expert group). Τέλος, σχηματίζεται η ομάδα του Jigsaw (Jigsaw group) την οποία αποτελούν οι ειδικοί από το κάθε υποπρόβλημα και πετυχαίνεται η επίλυση του αρχικού σύνθετου προβλήματος (Σχήμα 2.3).

Ο εκπαιδευτικός επιβλέπει τη διαδικασία και παρεμβαίνει όπου κρίνει απαραίτητο.



Σχήμα 2.3: Γραφική αναπαράσταση της μαθησιακής διαδικασίας ακολουθώντας την στρατηγική Jigsaw.

B) Η CSCL Στρατηγική Προσομοίωση (Simulation)

Η Προσομοίωση είναι μια στρατηγική που μπορεί να ενισχύσει τη συνεργατική μάθηση προσφέροντας στους συμμετέχοντες τη δυνατότητα προσομοίωσης χαρακτήρων αλλά και αντιπροσωπευτικών καταστάσεων. Οι συμμετέχοντες εμπλέκονται σε εμπειρίες μέσα από παιχνίδι ρόλων (role-playing) και η μαθησιακή διαδικασία αποκτά βιωματικό χαρακτήρα (Hernandez-Leo, et al., 2005; Linser et al., 2007).

Το πλαίσιο: τα μέλη από μία ή περισσότερες ομάδες «αποδίδουν» το ρόλο ενός χαρακτήρα μέσω μιας κατάστασης προσομοίωσης συνθηκών.

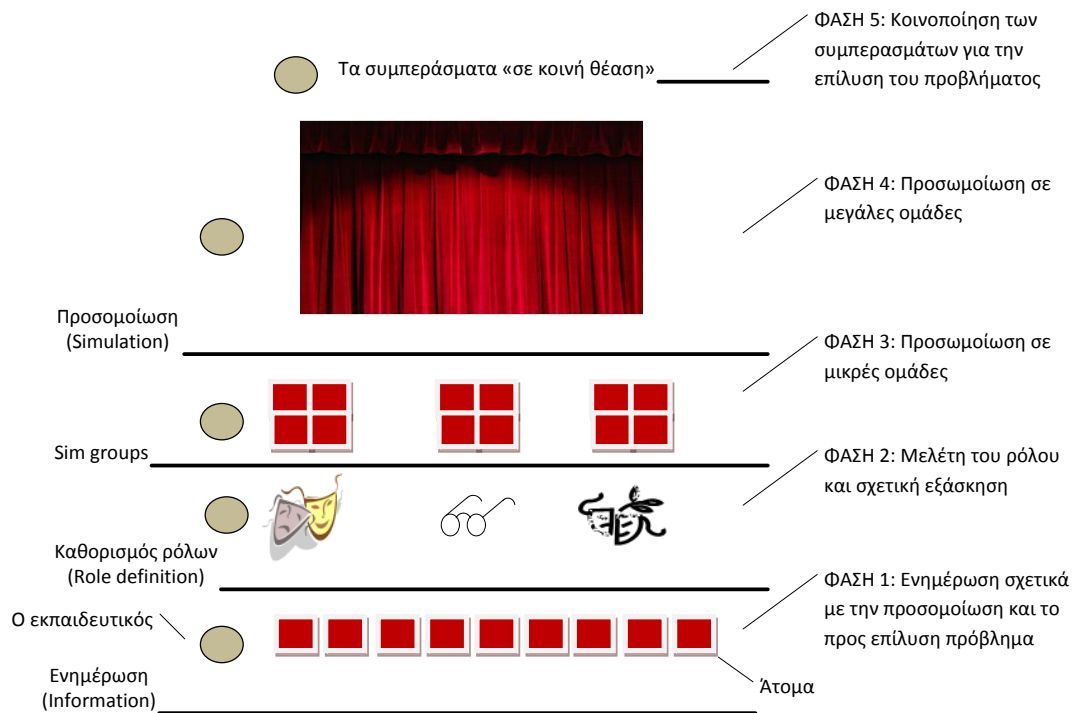
Το πρόβλημα: προτείνεται για προβλήματα των οποίων η επίλυση συνεπάγεται (υποδηλώνει) την προσομοίωση μιας κατάστασης στην οποία εμπλέκονται αρκετοί χαρακτήρες.

Τα εκπαιδευτικά οφέλη από την εφαρμογή της:

- Προάγεται το συναίσθημα ότι τα μέλη μιας ομάδας χρειάζονται το ένα το άλλο για να πετύχουν (θετική αλληλεξάρτηση).
- Διασφαλίζεται ότι οι μαθητές πρέπει να συνεισφέρουν ισότιμα (προσωπική λογοδοσία).

Περιγραφή διαδικασίας: Κάθε συμμετέχων ενημερώνεται σχετικά με την προσομοιωμένη κατάσταση στην οποία θα εμπλακεί καθώς και για το πρόβλημα το οποίο καλείται να επιλύσει (ενημέρωση). Επίσης, προετοιμάζει το ρόλο του χαρακτήρα του που θα μιμηθεί (καθορισμός ρόλου).

Στη συνέχεια, οι συμμετέχοντες στην ίδια ομάδα προσομοίωσης (simulation group) (που είναι συνήθως μικρές ομάδες), εκτελούν καθήκοντα μιας συγκεκριμένης κατάστασης πραγμάτων σχετικής με το πρόβλημα. Μετά από αυτό, οι ομάδες προσομοίωσης ασχολούνται με τα καθήκοντα των συγκεκριμένων καταστάσεων πραγμάτων σχετικών με το πρόβλημα με τις οποίες ασχολήθηκαν οι άλλες ομάδες. Η λύση του προβλήματος παρουσιάζεται στην τάξη και η εμπειρία καθώς και τα συμπεράσματα μοιράζονται και συζητούνται. Τέλος, ολοκληρωμένη η τάξη συζητά και μοιράζεται τα συμπεράσματα για το πρόβλημα (Σχήμα 2.4).



Σχήμα 2.4: Γραφική αναπαράσταση της μαθησιακής διαδικασίας ακολουθώντας την στρατηγική Προσομοίωση.

Ο εκπαιδευτικός απαντά σε κάθε ερώτηση κατά τη διάρκεια των φάσεων 1 και 2. Στη συνέχεια επιβλέπει τη διαδικασία και παρεμβαίνει όπου εκείνος κρίνει απαραίτητο.

Γ) Η CSCL Στρατηγική Πυραμίδα (ή Χιονοστιβάδα) (Pyramid or Snowball)

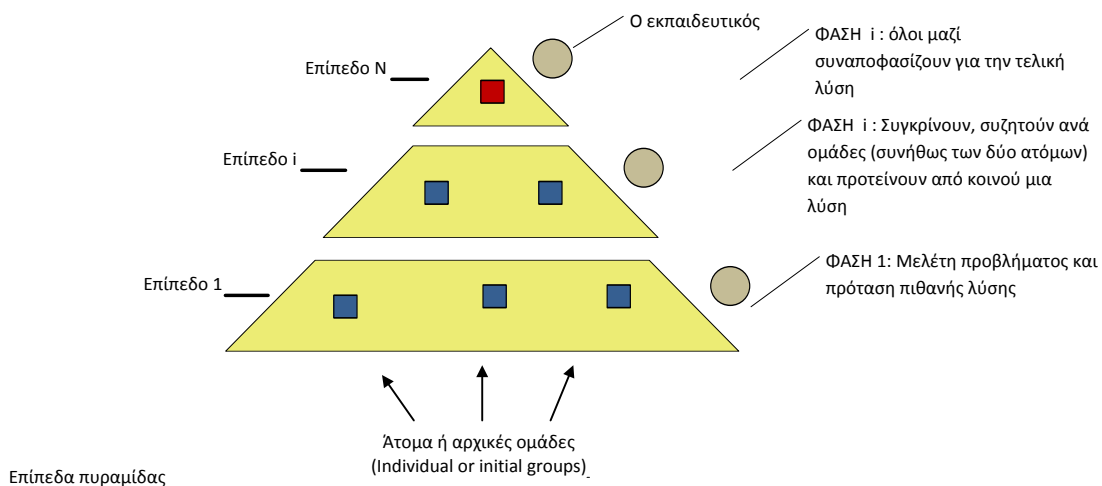
Η Πυραμίδα (ή Χιονοστιβάδα) προτείνεται σαν μια άλλη συνεργατικού τύπου στρατηγική μάθησης. Εδώ η συνεργασία πραγματοποιείται σταδιακά αρχίζοντας από τη συζήτηση μεταξύ δύο ατόμων για να καταλήξει στη συζήτηση σε επίπεδο τάξης (Hernandez-Leo, et al., 2005; Hernández-Leo et al., 2006).

Το πλαίσιο: Αρκετά άτομα συνεργάζονται για την επίλυση του ίδιου προβλήματος.

Το πρόβλημα: είναι κατάλληλη στρατηγική για την επίλυση σύνθετων και πολύπλοκων προβλημάτων τα οποία μπορεί να μην έχουν συγκεκριμένη λύση. Ωστόσο, η επίλυσή τους υποδηλώνει την επίτευξη βαθμιαίας ομοφωνίας που αφορά στην επίλυση, μεταξύ όλων των συμμετεχόντων. Δηλαδή, εδώ η λύση γίνεται αντικείμενο διαπραγμάτευσης από όλους και επίσης γενικεύεται ομόφωνα.

Τα εκπαιδευτικά οφέλη από την εφαρμογή της:

- Προάγεται το συναίσθημα ότι τα μέλη της ομάδας χρειάζονται το ένα το άλλο για να πετύχουν (θετική αλληλεξάρτηση).
- Ευνοείται η συζήτηση, ώστε να δομηθεί η γνώση των μαθητών .



Σχήμα 2.5: Γραφική αναπαράσταση της μαθησιακής διαδικασίας ακολουθώντας τη στρατηγική Πυραμίδα.

Περιγραφή διαδικασίας: Κάθε άτομο μελετά το πρόβλημα και προτείνει μια λύση. Οι ομάδες των συμμετεχόντων (συνήθως σε ζεύγη) συγκρίνουν και συζητούν τις προτάσεις τους και τελικά, προτείνουν από κοινού μια νέα λύση. Αυτές οι ομάδες προσχωρούν σε μεγαλύτερες ομάδες για να κάνουν νέες προτάσεις. Τέλος, όλοι οι συμμετέχοντες πρέπει να προτείνουν μια τελική και σύμφωνη λύση (Σχήμα 2.5).

Δ) Η CSCL Στρατηγική Καταιγισμός Ιδεών (Brainstorming)

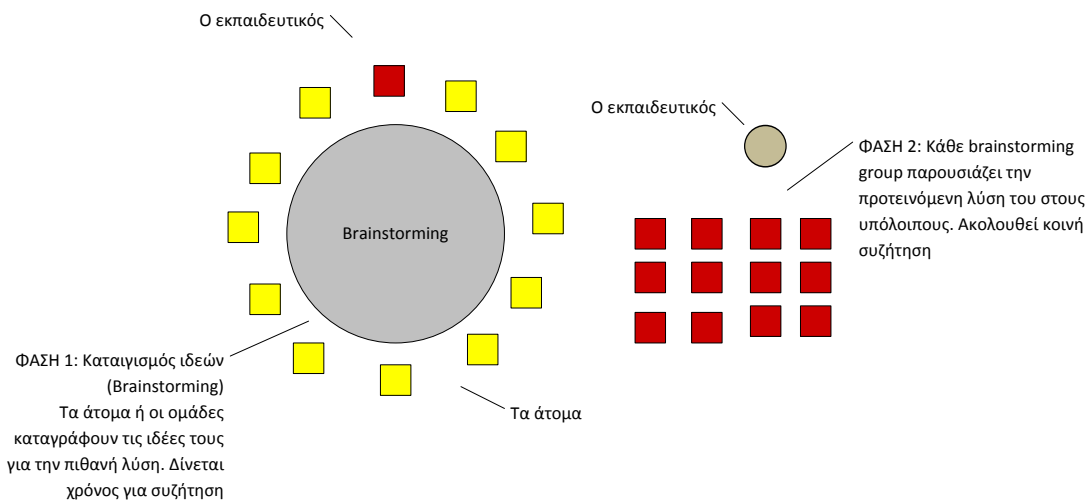
Η στρατηγική του Καταιγισμού Ιδεών ευνοεί συνθήκες για συνεργασία πολλών ατόμων ταυτόχρονα και προτείνεται για την επίλυση προβλημάτων που απαιτούν γενίκευση (Isaksen & Gaulin, 2005; Hernandez-Leo, et al., 2005).

Το πλαίσιο: Αρκετά άτομα συνεργάζονται προκειμένου να καταλήξουν στη γενίκευση της λύσης ενός προβλήματος μέσα από ένα πλήθος ιδεών.

Το πρόβλημα: είναι κατάλληλη στρατηγική για προβλήματα που απαιτούν γενίκευση της λύσης τους σε μικρό χρονικό διάστημα μέσα από ένα πλήθος ιδεών ή απαντήσεων.

Τα εκπαιδευτικά οφέλη από την εφαρμογή της οι μαθητές:

- Ενθαρρύνονται στο να ρισκάρουν να κοινοποιήσουν τις ιδέες τους.
- Αντιλαμβάνονται ότι η γνώση τους και οι γλωσσικές τους ικανότητες εκτιμώνται και αναγνωρίζονται.
- Διδάσκονται την αποδοχή και το σεβασμό στις ατομικές ιδιαιτερότητες.
- Επικεντρώνονται σε ένα συγκεκριμένο θέμα.

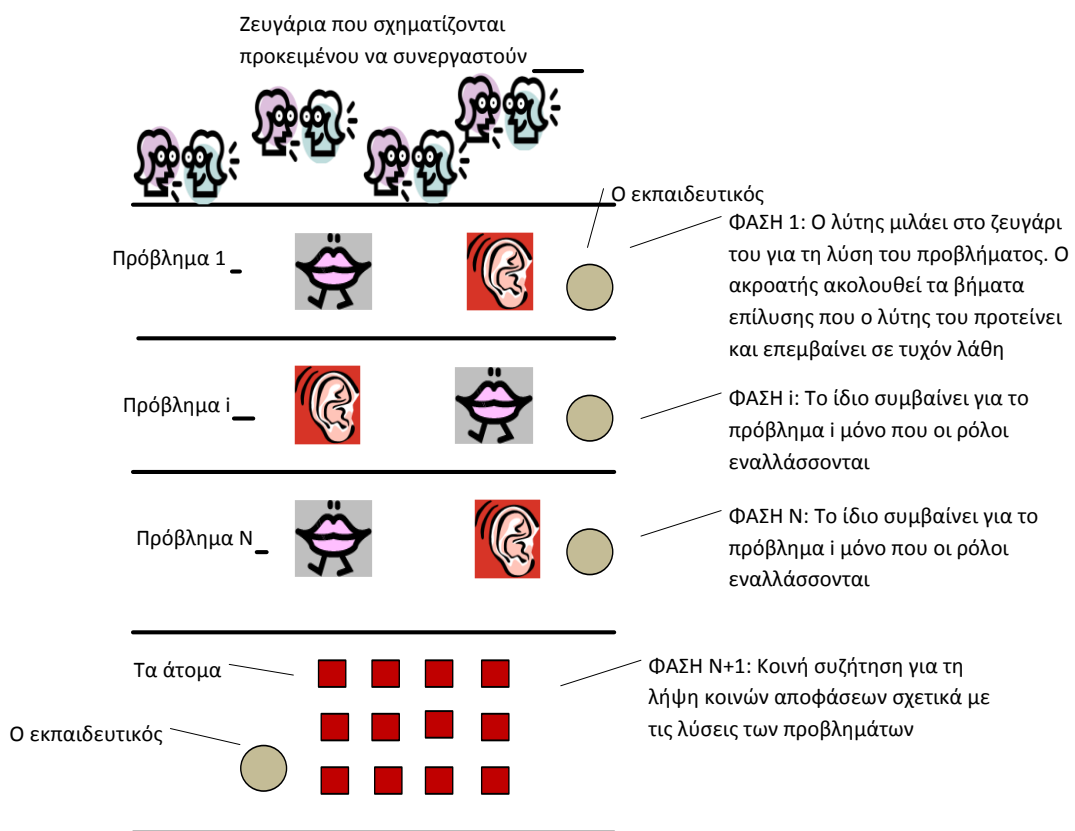


Σχήμα 2.6: Γραφική αναπαράσταση της μαθησιακής διαδικασίας ακολουθώντας τη στρατηγική Καταιγισμός Ιδεών.

Περιγραφή διαδικασίας: Ο δάσκαλος κάνει μια ερώτηση που έχει πολλές πιθανές απαντήσεις. Οι μαθητές της ίδιας ομάδας καταγράφουν τις απαντήσεις τους. Αυτή η διαδικασία συνεχίζεται μέχρι οι μαθητές να εξαντλήσουν όλες τις πιθανές κατά τη γνώμη τους λύσεις. Έπειτα από αυτόν τον καταιγισμό ιδεών, ο δάσκαλος δίνει στην ομάδα χρόνο για να επανεξετάσει και να διευκρινίσει τις ιδέες και τις λύσεις. Αν κριθεί απαραίτητο, η ομάδα παρουσιάζει τις ιδέες της στην υπόλοιπη τάξη (Σχήμα 2.6).

Ε) Η Στρατηγική CSCL Φωναχτή Σκέψη για την Επίλυση Προβλήματος σε Ζεύγη (Thinking Aloud Pair Problem Solving – TAPPS)

Η TAPPS στρατηγική ενισχύει το διάλογο μεταξύ δύο ατόμων που συνεργάζονται για την επίλυση ενός προβλήματος (Hernandez-Leo, et al., 2006). Οι ρόλοι του ακροατή και ομιλητή εναλλάσσονται (Σχήμα 2.7).. Με αυτό τον τρόπο προτείνεται ένα εννοιολογικό πλαίσιο μέσα από το οποίο τα άτομα επιχειρηματολογούν και κατανοούν (MacGregor, 1990). Έτσι, οι μαθητές ανακοινώνουν τις απόψεις τους και οδηγούνται σε βαθύτερη κατανόηση των «στοιχείων» που διαπραγματεύονται (Slavin, 1995).



Σχήμα 2.7: Γραφική αναπαράσταση της μαθησιακής διαδικασίας ακολουθώντας τη στρατηγική Φωναχτή Σκέψη για την Επίλυση Προβλήματος σε Ζεύγη.

Το πλαίσιο: οι μαθητές συνεργάζονται ανά δύο και επιλύουν μια σειρά από προβλήματα.

Το πρόβλημα: προτείνεται όταν χρειάζεται να επιλυθούν μια σειρά από προβλήματα για τις λύσεις των οποίων απαιτούνται διαδικασίες επιχειρηματολογίας.

Τα εκπαιδευτικά οφέλη από την εφαρμογή της:

- Ευνοείται η συζήτηση ώστε να δομηθεί η γνώση των μαθητών.
- Δίνεται η ευκαιρία στους μαθητές να επανεξετάσουν τις απόψεις τους και οδηγούνται στη βαθύτερη κατανόηση.
- Ενθαρρύνονται οι δεξιότητες επιχειρηματολογίας.
- Υποστηρίζονται οι ικανότητες επίλυσης προβλημάτων.

Περιγραφή διαδικασίας: Οι μαθητές σε ζεύγη αναλαμβάνουν την επίλυση μιας σειράς προβλημάτων. Στο κάθε ζευγάρι δίνονται συγκεκριμένοι ρόλοι που εναλλάσσονται σε κάθε πρόβλημα: του λύτη και του ακροατή. Ο λύτης διαβάζει το πρόβλημα δυνατά και περιγράφει τη λύση του. Ο άλλος ακολουθεί όλα τα βήματα του λύτη και σημειώνει τα λάθη που ίσως προκύπτουν. Ο ακροατής μπορεί να κάνει ερωτήσεις αν οι σκέψεις του λύτη δεν είναι ξεκάθαρες (Σχήμα 2.7).

Ο εκπαιδευτικός επιβλέπει τη διαδικασία και κρατά σχετικές σημειώσεις προκειμένου να τις επισημάνει στο τέλος των φάσεων 1 έως N. Στην τελευταία φάση (N+1) επιβλέπει αλλά και συντονίζει τη συζήτηση.

ΣΤ) Η CSCL Στρατηγική Άτομο –Ζεύγη - Ομάδα (Think-Pair-Share) (TPS)

Η στρατηγική Άτομο - Ζεύγη - Ομάδα προτείνει τη συνεργασία σε ζευγάρια. Η μάθηση εδώ προκύπτει αφού οι μαθητές σκέφτονται εξατομικευμένα για ένα πρόβλημα ή μια ερώτηση ανοιχτού τύπου και στη συνέχεια διαπραγματεύονται από κοινού σε επίπεδο ζευγαριού τις απόψεις τους. Στο τέλος, γίνεται κοινοποίηση των ιδεών τους στην τάξη (Lyman, 1981; Gunter, Estes, & Schwab, 1999; Hernandez-Leo, et al., 2006).

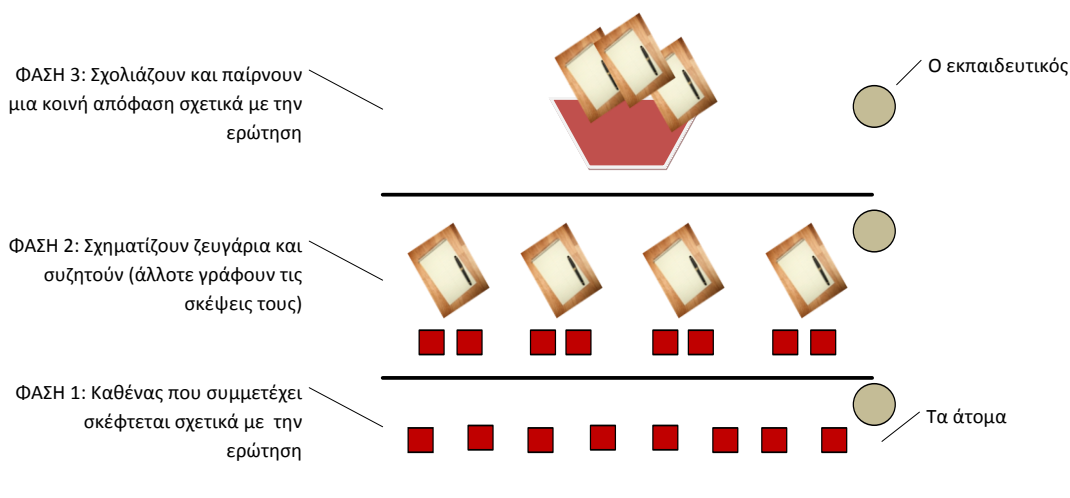
Το πλαίσιο: οι μαθητές σε ζευγάρια συνεργάζονται για να απαντήσουν σε ανοιχτού τύπου πρόβλημα ή ερώτηση.

Το πρόβλημα: η στρατηγική αυτή προτείνεται για την επίλυση ανοιχτού τύπου προβλημάτων ή ερωτήσεων.

Τα εκπαιδευτικά οφέλη από την εφαρμογή της:

- Προάγεται το συναίσθημα ότι τα μέλη της ομάδας χρειάζονται το ένα το άλλο για να πετύχουν (θετική αλληλεξάρτηση).
- Ευνοείται η συζήτηση, ώστε να δομηθεί η γνώση των μαθητών.
- Πετυχαίνεται επικέντρωση των μαθητών σε ένα συγκεκριμένο θέμα.
- Γίνεται ανάκληση της προϋπάρχουσας γνώσης των παιδιών από τη μακρόχρονη μνήμη.

Περιγραφή διαδικασίας: Κάθε μαθητής έχει χρόνο να σκεφτεί για το πρόβλημα ή την ερώτηση (μπορούν επίσης να καταγράψουν τις σκέψεις τους). Στη συνέχεια σχηματίζουν ζεύγη και συζητούν/καταγράφουν τις ιδέες τους. Ακολούθως κοινοποιούν τις ιδέες τους στην τάξη και τις υποβάλλουν σε διαπραγμάτευση ή ψηφοφορία. Οι μαθητές εκφράζουν πιο εύκολα την άποψή τους όταν έχουν να την καταθέσουν πρώτα σε έναν συμμαθητή τους. Τελικά, οι απαντήσεις που δίνονται είναι συχνά πιο ακριβείς αφού οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να τις ελέγξουν προηγουμένως μεταξύ τους (Σχήμα 2.8).



Σχήμα 2.8: Γραφική αναπαράσταση της μαθησιακής διαδικασίας ακολουθώντας τη στρατηγική Άτομο –Ζεύγη - Ομάδα.

Ο δάσκαλος παρακολουθεί τη διαδικασία και παρεμβαίνει, όπου κρίνει απαραίτητο.

2.2.2.5 CSCL σενάρια και online 3D περιβάλλοντα μάθησης

Έρευνες δείχνουν πως οι online 3D κόσμοι έχουν τη δυναμική να στηρίξουν τη συνεργατική μάθηση μέσω υπολογιστή (CSCL) με ποικίλους τρόπους (Coffman & Klinger, 2007; Stevens, 2006). Το ενδιαφέρον για το πώς μπορεί να προκύψει η συνεργατική μάθηση κρύβεται πίσω από τις περισσότερες έρευνες για την CSCL κατά τη διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας (Dillenbourg, 1999; Stahl, 2002; Raavola et al, 2004). Η δόμηση και ρύθμιση των αλληλεπιδράσεων, που συμβαίνουν καθώς τα άτομα συνεργάζονται online στα πλαίσια της ομάδας αποτελούν επίσης βασικό ζητούμενο πολλών ερευνών (Jermann et al., 2001; Dillenbourg & Fischer, 2007).

Ως CSCL σενάριο θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ένα καλά οριοθετημένο σενάριο το οποίο εμπεριέχει δυνατότητες για αποτελεσματική συνεργατική μάθηση και προτείνει συστηματικά δομημένες δραστηριότητες, δηλαδή, μάθηση ενσωματωμένη σε ένα τέτοιο σενάριο, όπου οι μαθητές εμπλέκονται σε μια ποικιλία αλληλεπιδράσεων καθώς συνεργάζονται μέσα από συγκεκριμένες φάσεις, ρόλους και δραστηριότητες. Σαν αποτέλεσμα, ενισχύονται παράγοντες μέσα από τους οποίους κατανοείται και υποστηρίζεται η διαδικασία της συνεργατικής μάθησης. (Dillenbourg, 2002; Dillenbourg & Hong, 2008; Weinberger, 2003).

Η εφαρμογή ενός τέτοιου σεναρίου θα μπορούσε να είναι πολύ χρήσιμη στην ενίσχυση παραγόντων μέσα από τους οποίους κατανοείται και υποστηρίζεται η διαδικασία της συνεργατικής μάθησης στα online 3D περιβάλλοντα μάθησης.

Οι στρατηγικές μάθησης που υποστηρίζουν τη συνεργατική μάθηση (δομώντας τρόπους αλληλεπίδρασης) στα 3D περιβάλλοντα μάθησης μπορούν να υιοθετηθούν κατάλληλα ώστε να οργανώσουν και να εννοηστρώσουν την εξέλιξη ενός σεναρίου αλλά και τις αλληλεπιδράσεις που οδηγούν στην ίδια τη συνεργατική μάθηση. Αυτό βέβαια κατ' επέκταση συνεπάγεται και καλό σχεδιασμό των εικονικών κοινοτήτων μάθησης (Dillenbourg & Fischer, 2007). Επομένως, οι συνεργατικού τύπου στρατηγικές μάθησης μπορούν να αξιοποιηθούν στα σενάρια μάθησης και μάλιστα παίζοντας ένα ρόλο συμβολής στην εναρμόνιση της CSCL και της εξέλιξης ενός παιδαγωγικού σεναρίου μάθησης.

Ένα υποστηριζόμενο από τον υπολογιστή σενάριο μπορεί να υποστηρίξει τη συνεργατικότητα στα online και 3D περιβάλλοντα μάθησης όπως προαναφέρθηκε αλλά και να τονίσει τον ρόλο του εκπαιδευτικού καθώς η συνεργατική μάθηση εξελίσσεται. Ο εκπαιδευτικός έχει τη δυνατότητα να συμμετάσχει στη διαδικασία και να διαχειριστεί δραστηριότητες διαφόρων επιπέδων σε πραγματικό χρόνο προκειμένου να βοηθήσει τους μαθητές στη διαδικασία της μάθησης. Συμβάλλει δηλαδή στην ενορχήστρωση της μάθησης (Fisher & Dillenbourg, 2006).

Ο όρος ενορχήστρωση (orchestration) αναφέρεται στις γνωστικές, παιδαγωγικές και πρακτικές διαστάσεις ενός CSCL περιβάλλοντος (Fisher & Dillenbourg, 2006). Σε γνωστικό επίπεδο, ο εκπαιδευτικός συμμετέχει στη ρύθμιση των αλληλεπιδράσεων που επηρεάζουν το άτομο, την ομάδα ή όλη την κοινότητα της τάξης καθώς οι δραστηριότητες εκτελούνται. Σε παιδαγωγικό επίπεδο, ο εκπαιδευτικός σε πραγματικό χρόνο προσαρμόζει τις δραστηριότητες στις εκάστοτε απαιτήσεις ανάλογα με τις ανάγκες της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Εδώ ο εκπαιδευτικός υποστηρίζεται από τις δυνατότητες των τεχνολογιών (Donmez, Rose, Stegmann, Weinberger & Fischer, 2005). Στην περίπτωσή μας, ο εκπαιδευτικός υποστηρίζεται από τις δυνατότητες άμεσης πρόσβασης στη διαχείριση εκπαιδευτικού υλικού αλλά και στη δόμηση του ίδιου του κόσμου των online 3D περιβαλλόντων μάθησης (πρακτικό επίπεδο).

Επομένως, τα CSCL σενάρια στα online 3D περιβάλλοντα μάθησης φαίνεται πως μπορούν να υποσχεθούν πολλά στην έρευνα για την οργάνωση και ενορχήστρωση της αποτελεσματικής συνεργατικής μάθησης μέσα από καλά δομημένες δραστηριότητες. Την προσπάθεια αυτή επενδύουν δυναμικά και τα διάφορα διδακτικά μοντέλα τα οποία υποστηρίζουν τη συνεργατική μάθηση (π.χ. γνωστική μαθητεία, κοινότητες πρακτικής κ.λπ.).

Μέρος Β΄

Η αξιοποίηση της CSCL και των 3D περιβαλλόντων μάθησης στη Μαθηματική Εκπαίδευση

2.3 Συνεργατική επίλυση προβλήματος και η διδασκαλία βασικών κλασματικών εννοιών

2.3.1. Συνεργατική επίλυση προβλήματος

Η συνεργατική επίλυση προβλήματος (collaborative problem solving) απαιτεί την ταυτόχρονη διεξαγωγή δύο ειδών δραστηριοτήτων: της επίλυσης προβλήματος και της συνεργασίας. Ή καλύτερα, κατά τη συνεργατική επίλυση προβλήματος επιλύονται δραστηριότητες υπό την μορφή προβλημάτων με συνεργατικό τρόπο. Το καθένα από αυτά τα είδη δραστηριοτήτων πρέπει να δομηθεί κατάλληλα ώστε να καταφέρουμε επιτυχημένη συνεργατική επίλυση προβλήματος. Αυτό σημαίνει ότι χρειαζόμαστε α) κατάλληλες στρατηγικές επίλυσης προβλήματος (για τη ρύθμιση της δραστηριότητας: τι να κάνουν, πότε και πώς να το κάνουν) και β) κατάλληλες συνεργατικές στρατηγικές μεταξύ των μελών της κάθε ομάδας (για τη ρύθμιση της συνεργασίας: ρόλοι και καταμερισμός εργασίας, κοινωνική σχέση, ενεργή συμμετοχή – ποιος κάνει τι).

2.3.1.1 Συνεργατική επίλυση προβλήματος μέσω υπολογιστή

Όταν οι παραπάνω διαδικασίες εξελίσσονται σε ένα περιβάλλον υποστηριζόμενο από υπολογιστή, τότε μπορούμε να πούμε ότι μιλάμε για συνεργατική επίλυση προβλήματος μέσω υπολογιστή (Πίνακας 2.17).

Πίνακας 2.17: Συνεργατική επίλυση προβλήματος.

Συνεργατική επίλυση προβλήματος μέσω υπολογιστή			
	Δραστηριότητες	Δράσεις	Παραδείγματα Στρατηγικών
Επίλυση προβλήματος	Οι δραστηριότητες που αφορούν στην επίλυση προβλημάτων.	Σχεδιάζω τι να κάνω. και πώς να το κάνω.	- Διαβάζω το πρόβλημα. - Προτείνω λύση. - Εκτελώ τη λύση. - Επανεξετάζω τη λύση.
Συνεργατικότητα	Οι δραστηριότητες που αφορούν στην ανάπτυξη της συνεργατικότητας.	Ποιος κάνει τι.	- Jigsaw. - Προσομοίωση. - Πυραμίδα. - Καταιγισμός ιδεών.

2.3.1.2 Επίλυση προβλήματος και μοντέλα επίλυσης

Η επίλυση προβλήματος αναφέρεται ως η πλέον αποτελεσματική μέθοδος μάθησης (Jonassen, 1997). Ο Anderson (1980) αναφέρει ως επίλυση προβλήματος κάθε προσανατολισμένη σε στόχο αλληλουχία γνωστικών λειτουργιών. Ανάλογα με τη φύση των προβλημάτων μπορούμε να μιλάμε για διάφορες κατηγορίες. Οι πιο βασικές κατηγορίες προβλημάτων είναι τα καλά δομημένα και τα μερικώς δομημένα προβλήματα (Jonassen, 2000).

Αρκετά μοντέλα επίλυσης προβλήματος βασίζονται πάνω σε αυτό που οι Lipshits και Bar-Ilan (1996) ονόμασαν «θεώρημα των φάσεων» της επίλυσης προβλήματος (Jermann, 2004). Σύμφωνα με αυτό το θεώρημα, η επίλυση ενός προβλήματος ακολουθεί μια σειρά προκαθορισμένων φάσεων: Εντοπισμός/Αναγνώριση (Identification), Ορισμός (Definition), Διάγνωση της λύσης ή πρόβλεψη (Diagnosis), Γενίκευση (Generation), Αξιολόγηση (Evaluation) και Εναλλακτικές επιλογές (Choice). Ένας λύτης που θα ακολουθήσει τις φάσεις αυτές έχει περισσότερες πιθανότητες να επιλύσει σωστά ένα πρόβλημα. Βέβαια, σύμφωνα με τους Lipshits και Bar-Ilan (1996) δεν έχει σημασία η σειρά με την οποία θα ακολουθηθούν τα βήματα αυτά, ούτε το αν κάποια από αυτά θα παραληφθούν. Σημασία έχει κατά πόσον οι προβλεπόμενες ενέργειες και το προβλεπόμενο αποτέλεσμα είναι συμβατά με την κατάλληλη λύση του προβλήματος.

Κατά τους Davindson, Deuser και Sternberg (1994), η διαδικασία επίλυσης προβλήματος περιλαμβάνει τέσσερα βήματα: α) εντοπίζω/αναγνωρίζω και ορίζω το πρόβλημα β) αναπαριστώ νοητικά το πρόβλημα γ) σχεδιάζω πώς να το επιλύσω και δ) αξιολογώ τι γνωρίζω για την επίλυσή του.

Σε παρόμοιες διαπιστώσεις κατέληξαν και οι έρευνες της Tschan (2002). Η επίλυση προβλήματος αποτελείται από μια σειρά φάσεων που η μία διαδέχεται την άλλη: την προετοιμασία (preparation), την εκτέλεση (execution) και την αξιολόγηση (evaluation). Ένας κύκλος τέτοιων φάσεων είναι και ο ιδανικός κύκλος. Η παράλειψη κάποιας από τις φάσεις ή η ανακολουθία της σωστής σειράς εφαρμογής των (προετοιμασία, εκτέλεση, αξιολόγηση) είναι καθοριστικοί παράγοντες για την επίλυση ενός προβλήματος (Tschan, 1995). Η Tschan (2002) μελέτησε την επίλυση προβλήματος σε ατομικό επίπεδο αλλά και σε επίπεδο δυάδας και τριάδας δίνοντας έμφαση στην επικοινωνία των ατόμων που εμπλέκονται στη διαδικασία. Ωστόσο, θεωρεί πως ακόμα και μέσα από τις ομάδες των δύο αλλά και των τριών ατόμων εξασφαλίζεται η εξατομικευμένη εμπλοκή και μάθηση του καθενός.

Η επικοινωνία και η συνεργασία των μελών μιας ομάδας συμβάλλουν σε μια επιτυχημένη συνεργατική επίλυση προβλήματος. Η ιδέα της συνεργατικής επίλυσης προβλήματος έχει διερευνηθεί και στο πλαίσιο της κατανεμημένης τεχνητής νοημοσύνης (DAI - Distributed Artificial Intelligence) όπου ο εστιασμός είναι στην άμεση επίδοση (Dillenbourg, 1999). Κι αυτό από τότε που άρχισε να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στη διαδικασία της μάθησης μέσα από τα multi-agent συστήματα.

Σήμερα, πολλές θεωρίες που στηρίζονται στην κοινωνική φύση της μάθησης βρίσκουν εφαρμογή στην εκπαιδευτική τεχνολογία μέσα από περιβάλλοντα μάθησης που προτείνουν τη συνεργατική επίλυση προβλημάτων. Οι θεωρίες αυτές επηρεάζουν σε σημαντικό βαθμό τις έρευνες που ασχολούνται με την αποτελεσματικότητα της συνεργατικής επίλυσης προβλημάτων αλλά και τις έρευνες που ασχολούνται με το σχεδιασμό εργαλείων και περιβαλλόντων για το σκοπό αυτό (Anouris, et al., 2003).

2.3.2. Η επίλυση προβλήματος στη διδασκαλία των Μαθηματικών

Τα τελευταία χρόνια, οι ερευνητές της μαθηματικής εκπαίδευσης στοχεύουν σε μια μαθηματική μεταρρύθμιση, ώστε τα μαθηματικά να έχουν νόημα για τα παιδιά. Ενθαρρύνεται η κριτική σκέψη και η μάθηση των μαθηματικών είναι ατομική υπόθεση μέσα από διαδικασίες αλληλεπίδρασης (Faggiano, Pertichino & Roselli, 2005).

Για το λόγο αυτό, δίνεται έμφαση στη διδασκαλία μαθηματικών εννοιών και εφαρμογών μέσω επίλυσης προβλημάτων και όχι στη διδασκαλία επίλυσης προβλημάτων (Lester, 1994). Αξιοποιεί ευρύτερα πλαίσια επίλυσης προβλημάτων μέσα από περιβάλλοντα που ευνοούν την αναζήτηση. Στη βιβλιογραφία υπάρχουν αρκετές περιγραφές που αναφέρονται στο τι συνιστά επίλυση ενός προβλήματος (Ernest, 2000; Mayer, 2003; Polya, 1957; Schoenfeld, 1994). Ωστόσο, όλες αυτές οι περιγραφές έχουν αρκετά κοινά χαρακτηριστικά. Ο δάσκαλος βοηθά τους μαθητές να αποκτήσουν μια βαθιά κατανόηση των μαθηματικών εννοιών και διαδικασιών εμπλεκοντάς τους σε διαδικασίες όπου: δημιουργούν, εικάζουν, ερευνούν, ελέγχουν, επαληθεύουν ή και εφαρμόζουν τη μαθηματική γνώση.

Επιπλέον χαρακτηριστικά της επίλυσης προβλημάτων συνδέονται με τα παρακάτω:

- Την αλληλεπίδραση μεταξύ των μαθητών αλλά και του δασκάλου με τους μαθητές (Van Zoest, Jones, & Thornton, 1994).
- Την αξιοποίηση διαλόγων για την κατανόηση μαθηματικών εννοιών, την επίλυση προβλημάτων ή τη λήψη κοινών αποφάσεων και την αναγνώριση κοινών διαπιστώσεων (Van Zoest, et al., 1994).
- Την ενθάρρυνση του μαθητή να δώσει τις δικές του ερμηνείες και εξηγήσεις για το μαθηματικό πρόβλημα. Οι μαθητές πρέπει να ενθαρρύνονται να δώσουν μία ή και περισσότερες λύσεις (Cobb, Wood, & Yackel, 1991).
- Την καθοδήγηση και εξάσκηση των μαθητών στο να θέτουν ερωτήσεις και να βιώνουν από κοινού την εμπειρία της επίλυσης ενός προβλήματος (Lester, Masingila, Mau, Lambdin, dos Santon, & Raymond, 1994).
- Τη διακριτική και χρονικά κατάλληλη παρέμβαση του δασκάλου (Lester, et al., 1994).

Η υποστηριζόμενη από τον υπολογιστή συνεργατική μάθηση (CSCL) στη μαθηματική εκπαίδευση αποτελεί ένα καινούριο πεδίο έρευνας, αφού φαίνεται να παίζει σημαντικό

ρόλο στην ενεργή συμμετοχή των μαθητών στην κατανόηση μαθηματικών εννοιών και στην επίλυση μαθηματικών προβλημάτων. Τα περιβάλλοντα που υποστηρίζουν την CSCL μπορούν να αποτελέσουν μοχλό για μια ουσιαστική αλλαγή της μαθηματικής εκπαίδευσης όπου οι μαθητές αναπτύσσουν υψηλού επιπέδου μαθηματικές δεξιότητες και ικανότητες επίλυσης προβλημάτων (Faggiano, et al., 2005).

Τα online 3D CSCL περιβάλλοντα μάθησης μπορούν να προσφέρουν τη δυνατότητα επίλυσης προβλημάτων της πραγματικής ζωής ή «προβλημάτων πλαισίου» μέσα από ένα συγκεκριμένο, αυθεντικό πλαίσιο μάθησης (situated learning). Από την άλλη, ένα τέτοιο πρόβλημα δηλαδή ένα πρόβλημα «εμπλαισιωμένο» σε μια ιστορία μπορεί να γίνει ένα σπουδαίο διδακτικό εργαλείο που να συμβάλλει κυρίως στη δόμηση της γνώσης μέσα από συνθήκες διαπραγμάτευσης από και προς το πρόβλημα (Bransford, Sherwood, Hesselbring, Kinzer, & Williams, 1990; Hung, Tan, Cheung, & Hu, 2004; Jonassen, Howland, Moore, & Marra, 2003).

Μέσα σε ένα αυθεντικό πλαίσιο μάθησης και αξιοποιώντας τα «προβλήματα πλαισίου», τα παιδιά γίνονται ενεργοί συμμετοχοί στη διαδικασία της μάθησης και δομούν τις δικές τους μαθηματικές κατανοήσεις με τα δικά τους μαθηματικά εργαλεία (στρατηγικές, δεξιότητες, μοντέλα) αλληλεπιδρώντας με το περιβάλλον αλλά και με την ίδια τη διαδικασία της μάθησης (Streefland, 1991; Treffers, 1991; Van den Heuvel-Panhuizen, 2001). Επίσης, οι μαθητές εδώ έχουν την ευκαιρία να συζητούν αξιοποιώντας τις μαθηματικές τους κατανοήσεις, οπότε η εκμάθηση των μαθηματικών έρχεται με φυσικό τρόπο (Cobb & Yackel, 1998; NCTM, 2002).

2.3.2.1 Τα προβλήματα πλαισίου και η ρεαλιστική θεωρία στη μαθηματική εκπαίδευση

Τι εννοούμε όμως, όταν αναφερόμαστε στα προβλήματα πλαισίου; Η ρεαλιστική θεωρία στη μαθηματική εκπαίδευση αναφέρει και αξιοποιεί τα προβλήματα πλαισίου και γενικότερα τις καταστάσεις πραγματικών συνθηκών σαν βασικό σημείο εκκίνησης στη διαδικασία της μάθησης των μαθηματικών (Streefland, 1991). Στο πλαίσιο της ρεαλιστικής μαθηματικής εκπαίδευσης «τα μαθηματικά είναι μια ανθρώπινη δραστηριότητα» και σαν τέτοια «μαθαίνω μαθηματικά» σημαίνει «κάνω μαθηματικά και επιλύω προβλήματα καθημερινής πραγματικότητας» (contextual problems) (Gravemeijer, 1998; Freudental, 1973; Treffers, 1987).

Για να κατανοήσουμε καλύτερα την έννοια και τη σημασία των «προβλημάτων πλαισίου», θεωρούμε απαραίτητο να αναφερθούμε στις βασικές αρχές της θεωρίας που τα εκπροσωπεί. Η ρεαλιστική θεωρία μαθηματικής εκπαίδευσης, είναι μια εμπειρικά βασισμένη θεωρία και διαλεκτικά δεμένη με την πράξη και διακατέχεται από τις παρακάτω βασικές αρχές (Streefland, 1991):

1. Η αρχή της φαινομενολογικής εξερεύνησης

«...Αυτό που μπορεί να κάνει η διδακτική φαινομενολογία είναι να προετοιμάσει την αντίθετη προσέγγιση: να ξεκινήσει από εκείνα τα φαινόμενα που ζητούν οργάνωση και έχοντας αυτά ως αφετηρία, να διδάξει το μαθητή πώς να χειρίζεται τα εργαλεία οργάνωσης... Στη διδασκαλία, αντί να ξεκινήσει κάποιος από την παρουσίαση μιας έννοιας και να αναζητήσει στη συνέχεια υλικό που συγκεκριμενοποιεί αυτή την έννοια, πρέπει να αναζητήσει πρώτα τα φαινόμενα που αναγκάζουν το μαθητή να συγκροτήσει το νοητό αντικείμενο που συγκεκριμενοποιείται από τη συγκεκριμένη έννοια...»

«Δεν είναι υποχρεωτικό οι μαθητές πρώτα να μαθαίνουν μια ιδέα, μετά να εξοικειώνονται με κάποιες διαδικασίες επίλυσης προβλημάτων και στο τέλος να χρησιμοποιούν την ιδέα και τις διαδικασίες ... Πιστεύουμε ότι οι εφαρμογές και η επίλυση προβλήματος δεν πρέπει να λαμβάνουν χώρα μόνο αφού ολοκληρωθεί η μάθηση. Μπορούν και πρέπει να χρησιμοποιηθούν ως πλαίσιο μέσα στο οποίο η μάθηση των μαθηματικών ιδεών θα λάβει χώρα» (Διδακτική φαινομενολογία του Freudenthal, Lesh, Landau, & Hamilton, 1983).

Σύμφωνα με την αρχή αυτή, η οποία και απορρέει από τη διδακτική φαινομενολογία του Freudenthal, οι μαθηματικές δραστηριότητες, μέσα από τις οποίες θέλουμε να εισαγάγουμε την νέα γνώση, πρέπει να διατυπώνονται σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο. Τα πραγματικά φαινόμενα τα οποία εμπεριέχουν τις έννοιες και τις δομές που κάθε φορά μελετούμε, πρέπει να εξερευνούνται κάτω από όσο το δυνατόν περισσότερες οπτικές γωνίες. Για παράδειγμα, μέσα σε καταστάσεις δίκαιης μοιρασιάς, σχηματισμού ομάδων ίσου πλήθους κ.τλ., εμπεριέχεται η έννοια της διαίρεσης. Ο στόχος μας είναι να αποκτήσουν τα παιδιά μια πλούσια συλλογή διαισθητικών εννοιών οι οποίες θα αποτελέσουν τη βάση για το χτίσιμο της επιθυμητής έννοιας ή δομής. Γι' αυτό, η

φαινομενολογική εξερεύνηση της έννοιας, π.χ. της διαίρεσης, θα πρέπει να γίνει μέσα από προβλήματα διατυπωμένα σ' ένα συγκεκριμένο πλαίσιο.

Ένα «πρόβλημα πλαισίου», δεν είναι απλά ένα λεκτικό πρόβλημα το οποίο αναφέρεται σε μια πραγματική κατάσταση, αλλά πρέπει να προβάλλει εκτός από λογικές και φαινομενολογικές σχέσεις. Πρέπει δηλαδή, από τη μια να λειτουργεί σαν πεδίο εφαρμογής των μαθηματικών γνώσεων και ικανοτήτων και από την άλλη να δίνει νόημα στις τυπικές μαθηματικές πράξεις. Ένα τέτοιο πρόβλημα μπορεί να έχει τη μορφή ενός λεκτικού προβλήματος, αλλά ενδέχεται να εμφανίζεται με τη μορφή παιχνιδιού, μιας ιστορίας ή ενός παραμυθιού. Επίσης, μπορεί να αναπαριστάται από μοντέλα, σχήματα ή γραφήματα ή να αποτελεί συνδυασμό όλων των προηγούμενων.

Οι Treffers και Goffree (1985) αναφέρουν ότι με τη χρήση «προβλημάτων πλαισίου», επιτυγχάνονται:

- α) Ο σχηματισμός μιας έννοιας: τα προβλήματα αυτά, αρχικά, επιτρέπουν στους μαθητές να έχουν μια φυσική και παρορμητική πρόσβαση στα Μαθηματικά.
- β) Ο σχηματισμός του μαθηματικού μοντέλου: δηλαδή, τα «προβλήματα πλαισίου» αποτελούν μια σταθερή βάση για τη μάθηση των τυπικών λειτουργιών, διαδικασιών, συμβολικών κανόνων και λειτουργιών. Δρουν επομένως, σαν «υποστηρικτές της σκέψης» («supports for thinking»).
- γ) Η δυνατότητα εφαρμογής: αυτό σημαίνει ότι τα παραπάνω προβλήματα, χρησιμοποιούν την πραγματικότητα ως πηγή πληροφοριών και ως πεδίο εφαρμογής των μαθηματικών ιδεών.
- δ) Η άσκηση ιδιαίτερων ικανοτήτων σε εφαρμοσμένες καταστάσεις.

2. Η γεφύρωση των επιπέδων με χρήση εργαλείων

«...Η διαδικασία της μαθηματικοποίησης αναλύεται σε δύο συνιστώσες: την οριζόντια και κατακόρυφη μαθηματικοποίηση. Κατά την οριζόντια μαθηματικοποίηση, το (πραγματικό) πρόβλημα μεταφράζεται σε μαθηματικό πρόβλημα. Μέσω συγκεκριμένων ενεργειών (όπως: διατύπωση και αναπαράσταση του προβλήματος με διάφορους τρόπους, ανακάλυψη σχέσεων, ανακάλυψη ομοιοτήτων σε φαινομενικά διαφορετικές καταστάσεις κ.λπ.) προσπαθούμε να εντοπίσουμε τις μαθηματικές έννοιες και δομές, που βρίσκονται διάχυτες σε ένα γενικότερο πλαίσιο (context).

Η διαδικασία μετάφρασης καταλήγει στη δημιουργία ενός μοντέλου, η μαθηματική επεξεργασία του οποίου γίνεται στη φάση της κατακόρυφης μαθηματικοποίησης.

Κατά την κατακόρυφη μαθηματικοποίηση το (πραγματικό) πρόβλημα που έχει «μεταφραστεί» σε μαθηματικό πρόβλημα αντιμετωπίζεται και υφίσταται επεξεργασία με μαθηματικά εργαλεία (π.χ. αναπαράσταση μιας σχέσης με μαθηματικούς τύπους, αποδείξεις σχέσεων, χρήση ήδη γνωστών μοντέλων, γενίκευση κ.λπ.)...» (Streefland,2000).

Η αρχή αυτή συνδέεται με τη συνύπαρξη της κάθετης και της οριζόντιας μαθηματικοποίησης. Από την πρώτη φάση της διδασκαλίας και σύμφωνα με τη ρεαλιστική εκπαίδευση, μέσα από καταστάσεις προβλημάτων προσφέρονται ή αναζητούνται εργαλεία, όπως μοντέλα, σχήματα, διαγράμματα, πίνακες και σύμβολα.

Ο Van Hiele (1986) αναφέρει ότι η διαδικασία μάθησης μαθηματικών προχωράει μέσα από τρία επίπεδα. Στο κάθε επίπεδο τα αντικείμενα της μαθηματικής σκέψης διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τη φύση και ως προς την οργάνωση.

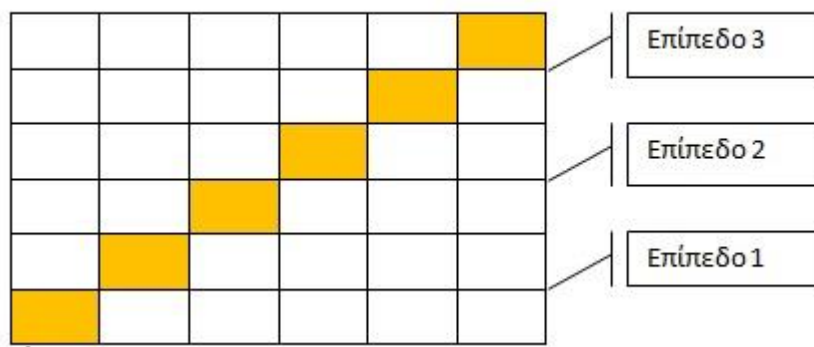
Στο πρώτο επίπεδο, για παράδειγμα στις πρώτες τάξεις του Δημοτικού Σχολείου, τα αντικείμενα της μαθηματικής σκέψης (αριθμοί ή σχήματα) είναι ενσωματωμένα σε συγκεκριμένο οπτικό υλικό (συγκεκριμένα αντικείμενα, οπτικά μοντέλα, σχήματα,...) με το οποίο έρχεται σε επαφή ο μαθητής μέσα από κατάλληλες δραστηριότητες.

Στο δεύτερο επίπεδο, αντικείμενο έρευνας του μαθητή γίνονται οι σχέσεις μεταξύ των αριθμών και μεταξύ των σχημάτων. Σαν αποτέλεσμα, ο μαθητής καταλήγει στο να συνειδητοποιεί, ότι οι αριθμοί και τα σχήματα είναι φορείς κάποιων ιδιοτήτων και επιχειρεί να οργανώσει το δίκτυο των μεταξύ τους σχέσεων.

Στο τρίτο επίπεδο, αντικείμενο έρευνας γίνονται πλέον οι ίδιες οι σχέσεις, γεγονός που επιτρέπει και τη σύνδεσή τους.

Όπως φαίνεται, η αληθινή μάθηση, που κατακτάται στο τρίτο επίπεδο, δεν μπορεί να συμβεί εφόσον το χαμηλότερο επίπεδο δεν κατακτήθηκε επαρκώς. Γι' αυτό ακριβώς, η παραδοσιακή αριθμητική διδασκαλία είναι ανεπαρκής και αναποτελεσματική, αφού σχεδόν πάντα αρχίζει από το τρίτο επίπεδο (Treffers, 1987).

Η αναζήτηση και επεξεργασία τέτοιων εργαλείων έχει την πρόθεση, να γεφυρώσει το χάσμα των επιπέδων της διαδικασίας μάθησης των μαθητών, τα οποία παρουσιάζονται στο παρακάτω σχήμα (Σχήμα 2.9).



Σχήμα 2.9: Επίπεδα που διακρίνουμε κατά τη διαδικασία μάθησης.

Δηλαδή, τα μοντέλα, τα σχήματα, τα διαγράμματα και τα σύμβολα είναι τα οχήματα, που θα οδηγήσουν το μαθητή σε μια προοδευτική μαθηματικοποίηση των εννοιών. Βέβαια, το να περάσει από το πρώτο επίπεδο στο τρίτο δεν είναι μια απλή διαδρομή. Η μαθηματικοποίηση θα συμβεί με σταδιακά βήματα και «τοπικά» μέσα από διάφορες καταστάσεις διατυπωμένες σε συγκεκριμένο πλαίσιο. Έτσι, θα δημιουργηθούν μονοπάτια μέσα από τα οποία περνώντας ο μαθητής θα καταφέρει να βρεθεί από τη διαισθητική και άτυπη κατάσταση του πρώτου επιπέδου στη συγκεκριμένη, τυπική και συστηματική κατάσταση του τρίτου επιπέδου.

3. Η αρχή της αυτοδυναμίας

Κατά τη διάρκεια μιας διδασκαλίας ο μαθητής κάθε στιγμή παρέχει ενδείξεις σχετικά με το επίπεδο μάθησής του, καθώς και για το βαθμό προόδου του στη διαδικασία της μαθηματικοποίησης. Αυτό φαίνεται μέσα από τις προσωπικές του κατασκευές, δηλαδή, καθώς αυτός διατυπώνει τις σκέψεις του, καθώς υιοθετεί διάφορους τρόπους επίλυσης προβλημάτων, καθώς επιλέγει εργαλεία. Στο σημείο αυτό, τόσο ο ίδιος ο μαθητής όσο και ο δάσκαλος ενημερώνονται για το στάδιο της μαθησιακής διαδικασίας στο οποίο βρίσκεται ο μαθητής. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να επηρεάζεται η διδακτική δραστηριότητα του δασκάλου. Με άλλα λόγια, αυτό που τα παιδιά παράγουν, κατέχει

σημαντική θέση στην πορεία τόσο της μαθηματικοποίησης όσο και της διδασκαλίας, αφού λειτουργεί ταυτόχρονα σα μαθησιακό αλλά και σα διδακτικό εργαλείο.

4. Η αρχή της αλληλεπίδρασης

Σύμφωνα με την αρχή αυτή, οι μαθητές κατά τη διάρκεια μιας διδασκαλίας βρίσκονται αντιμέτωποι όχι μόνο με τις δικές τους ατομικές «κατασκευές» αλλά και με εκείνες των συμμαθητών τους. Υπάρχει επομένως ένα συνεχές κλίμα αλληλεπίδρασης μέσα από το οποίο τους δίνεται η δυνατότητα να προβληματιστούν και να εκφράσουν άποψη πάνω στα μειονεκτήματα και στα πλεονεκτήματα των δικών τους κατασκευών αλλά και των άλλων. Επομένως, η προσωπική εργασία συνδυάζεται με ομαδική συζήτηση και συλλογική προσπάθεια, ώστε οι μαθητές να επωφεληθούν και να καταλήξουν στο πιο σύντομο μονοπάτι μάθησης. Ο δάσκαλος οφείλει να συμμετέχει επεξηγώντας, όπου χρειάζεται, διαθέτοντας ευελιξία και ευρύτητα αντιλήψεων.

5. Η αρχή της συνύφανσης

Οι διάφορες μαθηματικές έννοιες και δομές, όπως για παράδειγμα γραφικές παραστάσεις, λόγοι, αναλογίες, κλάσματα, δεκαδικοί συνήθως αλληλοεμπλέκονται σε μια διδασκαλία μέσα από τα «προβλήματα πλαισίου». Σε κάποιες μάλιστα περιοχές, όπως μέτρηση-αρίθμηση, κλάσματα-δεκαδικοί κ.λπ., η αλληλοεμπλοκή και σύνδεση είναι αρκετά ισχυρή. Αυτό συμβαίνει διότι τα πραγματικά φαινόμενα μέσα από τα οποία εκδηλώνονται οι μαθηματικές έννοιες και δομές σπάνια εκφράζουν μόνο μία έννοια ή δομή. Κατ' ανάλογο τρόπο εμφανίζεται αλληλοεμπλοκή και συνύφανση μεταξύ των πορειών μάθησης.

Η θεωρία της ρεαλιστικής μαθηματικής εκπαίδευσης έχει αναδυθεί μέσα από κύκλους στοχασμού πάνω σε διάφορες τοπικές θεωρίες που αφορούν ειδικές ενότητες των μαθηματικών και που έχουν προκύψει μέσα από τη διδακτική πράξη καθώς και μέσα από πειράματα σκέψης (thought experiments).

Ο Freudenthal (1991) αναφέρεται στα πειράματα σκέψης (thought experiments) καθώς και στα πειράματα εκπαίδευσης (educational experiments). Σύμφωνα με αυτά, όταν ένας ερευνητής σχεδιάζει μια διδακτική δραστηριότητα εκτελεί ένα πείραμα σκέψης μέσα από

το οποίο διαβλέπει πώς θα εξελιχθεί η πορεία διδασκαλίας μάθησης. Στη συνέχεια, η δραστηριότητα αυτή επιχειρείται στην τάξη. Τέλος, ο ερευνητής επιβεβαιώνει ή απορρίπτει την προσδοκία του πειράματος σκέψης του (Gravemeijer, 1998).

2.3.2.2 Επίλυση προβλήματος και αναπαραστάσεις

Τα τελευταία χρόνια, η μαθηματική εκπαιδευτική κοινότητα υποστηρίζει τη χρήση αναπαραστάσεων στην επίλυση μαθηματικών προβλημάτων (Diezmann & English, 2001; Gagatsis & Elia, 2004). Η χρήση πολλαπλών αναπαραστάσεων στην επίλυση προβλήματος τόσο για το δημοτικό όσο και για το γυμνάσιο ενισχύεται και από τις Αρχές και τα Κριτήρια Αξιολόγησης για τα Σχολικά Μαθηματικά (Principles and Evaluation Standards for School Mathematics (NCTM, 2000).

Ως αναπαράσταση ορίζεται κάθε σχήμα ή «σηματισμός» από εικόνες, συγκεκριμένα αντικείμενα, κ.λπ., τα οποία συμβολίζουν ή αναπαριστούν κάτι (DeWindt-King & Goldin, 2003; Goldin, 1998; Kaput, 1985).

Οι αναπαραστάσεις μπορεί να είναι εσωτερικές/νοητικές ή εξωτερικές/σημειωτικές (DeWindt-King & Goldin, 2003; Goldin & Kaput, 1996,). Ως εσωτερικές αναπαραστάσεις χαρακτηρίζονται οι πιθανοί νοητικοί σχηματισμοί (αφορούν στο νόημα των συμβόλων, π.χ., η αριθμητική αξία του συμβόλου 7) ή οι εικόνες, που δομούν τα άτομα προκειμένου να αναπαραστήσουν την εξωτερική πραγματικότητα. Οι εξωτερικές αναπαραστάσεις είναι οι εξωτερικοί συμβολικοί φορείς (φυσικά σύμβολα, αντικείμενα, γραπτά σύμβολα, διαγράμματα, κ.λπ.), οι οποίοι επιδιώκουν την αναπαράσταση μιας συγκεκριμένης πραγματικότητας (Dufuor-Janvier, Bednarz, & Belanger, 1987; Zhang & Norman, 1995). Προκειμένου να προκύψει η κατανόηση των μαθηματικών εννοιών, αλλά και η επίλυση προβλήματος, οι εσωτερικές και οι εξωτερικές αναπαραστάσεις βρίσκονται σε σχέση αλληλεπίδρασης (Zhang & Norman, 1994; Gagatsis & Elia, 2004).

Η εξωτερική αναπαράσταση των μαθηματικών εννοιών και ιδεών είναι απαραίτητη για την επικοινωνία και διαπραγμάτευση των εννοιών αυτών ή ιδεών και μπορεί να έχει ποικίλες μορφές (λεκτική, συμβολική, εικονική, κ.λπ.) (Lesh et al., 1987). Η εσωτερική αναπαράσταση των μαθηματικών εννοιών και ιδεών είναι απαραίτητη για την κατανόησή τους (Hiebert & Carpenter, 1988). Όμως, εξαιτίας της φύσης τους οι εσωτερικές

αναπαραστάσεις δεν είναι ορατές. Δηλαδή, δεν μπορούν να παρατηρηθούν άμεσα. Η ύπαρξή τους και η δομή τους υποδηλώνεται από την αλληλεπίδρασή τους με τις εξωτερικές αναπαραστάσεις. Αυτό σημαίνει ότι, ο τρόπος με τον οποίο οι μαθητές αντιμετωπίζουν ή παράγουν μια εξωτερική αναπαράσταση αποκαλύπτει στοιχεία από το πώς οι μαθητές αυτοί έχουν αναπαραστήσει εσωτερικά μια έννοια ή μια ιδέα (Hiebert & Carpenter, 1988).

Υπάρχουν πέντε διαφορετικά είδη συστημάτων εξωτερικών αναπαραστάσεων που μπορούν να αξιοποιηθούν κατά την επίλυση ενός προβλήματος (Lesh, et al., 1987):

- Κείμενα στα οποία η γνώση δίνεται με βάση γεγονότα της καθημερινής ζωής.
- Χειριστικά αντικείμενα/μοντέλα, όπως μπορεί να είναι ράβδοι κλασμάτων, η αριθμητική γραμμή κ.λπ.
- Εικόνες ή διαγράμματα τα οποία όπως και τα χειριστικά μοντέλα είναι δυνατόν να εξωτερικευτούν ως νοητικές εικόνες.
- Γλώσσες, που μπορεί να είναι εξειδικευμένες γλώσσες που μπορεί να σχετίζονται με διάφορες επιμέρους περιοχές (π.χ. μαθηματική λογική).
- Γραπτά σύμβολα τα οποία αναφέρονται στη συμβολική αναπαράσταση των αριθμών και των μεταξύ τους σχέσεων ή πράξεων.

Η αξιοποίηση των διαφορετικών ειδών εξωτερικών αναπαραστάσεων μπορούν να αξιοποιηθούν κατά την επίλυση προβλημάτων, ώστε να συμβάλλουν στην κατανόηση μαθηματικών εννοιών, όπως για παράδειγμα κλασματικών εννοιών.

2.3.3 Η διδασκαλία των κλασματικών εννοιών στο δημοτικό σχολείο

Τα κλάσματα αποτελούν θεμελιώδη μαθηματική έννοια. Ένα μεγάλο μέρος των αναλυτικών προγραμμάτων των περισσότερων χωρών, που αφορούν στη διδασκαλία των μαθηματικών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση σχετίζεται με τα κλάσματα. Όμως, αν και αρκετός χρόνος αφιερώνεται στη διδασκαλία τους, τα αποτελέσματα των αξιολογήσεων για ζητήματα, που αφορούν στην κατανόησή τους είναι αποθαρρυντικά. Φαίνεται πως τα κλάσματα είναι μια δύσκολη έννοια και τα παιδιά εμφανίζουν ιδιαίτερες δυσκολίες στην κατανόησή της (Brousseau et al., 2004; Pearn, Stephens, & Lewis, 2003; Pearn & Stephens, 2004; Streefland, 1993).

Οι έρευνες δείχνουν, πως οι λόγοι, που τα παιδιά δυσκολεύονται στην κατανόηση των κλασμάτων και των εννοιών που σχετίζονται με αυτά είναι αρκετοί και ποικίλοι. Οι δυσκολίες αυτές αποδίδονται:

α) Σε παρανοήσεις επιστημολογικής φύσης: οφείλονται στο επιστημολογικό εμπόδιο των φυσικών αριθμών. Π.χ. $8 : \frac{1}{2} = 4$ δηλαδή τα παιδιά ακολουθούν τη διαδικασία της διαίρεσης σαν να πρόκειται για φυσικούς αριθμούς.

β) Σε παρανοήσεις εννοιολογικής φύσης: οφείλονται στην πυκνή δομή τους. Π.χ. τα παιδιά δυσκολεύονται να δουν ότι ανάμεσα στο $\frac{1}{3}$ και $\frac{2}{3}$ υπάρχει και άλλος αριθμός.

γ) Σε παρανοήσεις αναπαραστατικής φύσης: πολλές φορές μια αναπαράσταση μπορεί να μην τους βοηθάει να κατανοήσουν τις δύο διαστάσεις ενός κλασματικού αριθμού όταν πρόκειται να τον αναγνωρίσουν σαν μέρος όλου επιφανείας ή συνόλου αντικειμένων.

δ) Στην αναγνώριση του κλάσματος ως λόγου: προκύπτει όταν επιβάλλεται σύγκριση μεταξύ επιμέρους ομάδων μιας γενικότερης ομάδας, π.χ. 3 αγόρια προς 4 κορίτσια.

ε) Στην αναγνώριση κλάσματος ως μέτρου: πρόκειται για δυσκολίες που σχετίζονται με την αναπαράσταση της αριθμητικής έννοιας στην αριθμητική γραμμή. Π.χ. δυσκολία στην αναγνώριση της μονάδας αναφοράς του κλάσματος στην αριθμητική γραμμή.

στ) Στην αναγνώριση του κλάσματος ως διαίρεση: αν και τα προβλήματα διαίρεσης σχετίζονται με την καθημερινή ζωή, τα παιδιά δυσκολεύονται να δουν το κλάσμα σαν διαίρεση ανάμεσα σε δύο αριθμούς π.χ. έχω 3 σοκολάτες. Πόση σοκολάτα θα φάει καθένας από τους 4 φίλους;

ζ) Σε παρανοήσεις διδακτικής φύσεως: συνήθως ακολουθείται αλγοριθμική προσέγγιση με αποτέλεσμα τα παιδιά να εφαρμόζουν μηχανιστικά κανόνες και διαδικασίες.

Παρατηρούμε ότι οι λόγοι αυτοί αναφέρονται από τη μια στη φύση των κλασμάτων και από την άλλη στη διδασκαλία τους (Orrill, Sexton, Lee, & Gerde, 2008). Το κλάσμα είναι μια έννοια πολυδιάστατη και αυτό κάνει τη διδασκαλία του να ξεχωρίζει από τη διδασκαλία άλλων μαθηματικών εννοιών (Brousseau et al., 2004; Gagatsis & Elia, 2004).

2.3.3.1 Η έννοια του κλάσματος

Η διδασκαλία των κλασματικών εννοιών, όπως προαναφέρθηκε γίνεται μια πολύπλοκη διαδικασία αν κανείς σκεφτεί τις ποικίλες διαστάσεις της έννοιας του κλάσματος: α) το κλάσμα ως μέρος όλου, β) το κλάσμα ως λόγος, γ) το κλάσμα ως μέτρο, δ) το κλάσμα ως διαίρεση και ε) το κλάσμα ως πολλαπλασιαστής. Για παράδειγμα, το κλάσμα $\frac{3}{4}$ μπορεί

κανείς, ανάλογα με το πλαίσιο, να το συναντήσει με διάφορες έννοιες (Lamon, 2001) (Πίνακας 2.18). Η κατανόηση των κλασματικών εννοιών περιλαμβάνει την ικανότητα συσχέτισεων μέσα στο ίδιο ερμηνευτικό πλαίσιο ή ανάμεσα σε διαφορετικά πλαίσια ερμηνείας (Cathcart, Pothier, Vance, & Bezuk, 2006).

Πίνακας 2.18: Διαφορετικές ερμηνείες ενός κλάσματος.

Ερμηνείες του κλασματικού αριθμού $\frac{3}{4}$	Παράδειγμα
Μέρος όλου	3 από τα 4 ίσα μέρη μιας επιφάνειας ή ενός συνόλου αντικειμένων.
Μέτρηση	Η απόσταση 3 μονάδων του $\frac{1}{4}$ από το 0 στην αριθμητική γραμμή.
Πολλαπλασιαστής	$\frac{3}{4}$ φορές από κάτι (αριθμός, ποσότητα, κ.λπ).
Διαίρεση	Το 3 διαιρείται σε 4 ίσα μέρη και δηλώνει το ποσοστό που ο καθένας παίρνει.
Λόγος	3 μέρη τσιμέντο για 4 μέρη άμμο.

Αναλυτικότερα:

α) Το κλάσμα ως μέρος όλου

Στην περίπτωση αυτή το κλάσμα μπορεί να εμφανιστεί σαν μέρος μιας γεωμετρικής επιφάνειας χωρισμένης σε ομοιόμορφα τμήματα ή σαν μέρος συνόλου αντικειμένων. Τα παιδιά του δημοτικού σχολείου συνήθως έρχονται αρχικά σε επαφή με την πρώτη προσέγγιση (μέρος μιας γεωμετρικής επιφάνειας). Η προσέγγιση αυτή θεωρείται η ευκολότερη και η πιο κατανοητή (Kouba, Zawojewski, & Strutchens, 1997). Την έννοια του κλάσματος σαν μέρος συνόλου αντικειμένου συνήθως τα παιδιά τη συναντούν μετά.

β) Το κλάσμα ως λόγος

Το κλάσμα με την έννοια του λόγου συνήθως εμφανίζεται μέσα από τη σύγκριση δύο ποσοτήτων. Τα παιδιά, προκειμένου να κατανοήσουν την έννοια αυτή πρέπει να αντιληφθούν την έννοια των σχετικών ποσών (Lamon, 1993; Marsall, 1993). Αυτό σημαίνει πως πρέπει να κατανοήσουν ότι οι δύο ποσότητες, που βρίσκονται σε σχέση αναλογίας αλλάζουν μαζί με τέτοιο τρόπο, ώστε η μεταξύ τους σχέση να μένει η ίδια.

γ) Το κλάσμα ως μέτρο

Η έννοια του αριθμού ως μέτρου εκφράζεται με πολύ αντιπροσωπευτικό τρόπο πάνω στην αριθμητική γραμμή (Lamon, 1993). Όταν το κλάσμα μεταφέρει τη διάσταση του μέτρου, μπορεί επίσης να εμφανιστεί σαν σημείο ανάμεσα σε δύο ακεραίους αριθμούς πάνω στην

αριθμητική γραμμή. Στην αριθμητική γραμμή μπορούν να αναπαρασταθούν ποικίλες έννοιες (της πυκνότητας, της διαδοχικότητας, της μοναδικότητας, του απείρου, κ.λπ.) των κλασματικών αριθμών. Η μονάδα μέτρησης στην αριθμητική γραμμή μπορεί να υποδιαιρείται συνεχώς και να εκφράζεται με διαφορετικούς κλασματικούς αριθμούς.

δ) Το κλάσμα ως διαίρεση

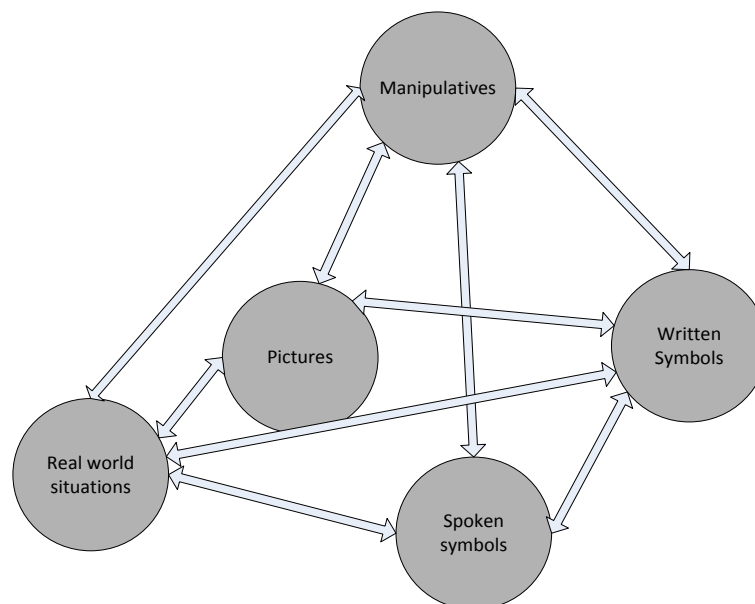
Το κλάσμα μπορεί επίσης να εκφράζει τη διαίρεση δύο αριθμών: του αριθμητή με τον παρονομαστή. Πρέπει οι μαθητές να κατανοήσουν ότι ο αριθμητής που είναι ο διαιρετέος αναφέρεται στην ποσότητα που θα μοιραστεί και ο παρονομαστής δηλαδή ο διαιρέτης αναφέρεται στον αριθμό των κομματιών που η αρχική ποσότητα θα μοιραστεί (Marshall, 1993).

ε) Το κλάσμα ως πολλαπλασιαστής

Στην περίπτωση αυτή στην πράξη το γινόμενο $5 \times \frac{3}{8}$ σημαίνει ότι το γινόμενο 5×3 προηγείται της διαίρεσης με το 8.

2.3.3.2 Αναπαραστάσεις και προσέγγιση κλασματικών εννοιών στο Δημοτικό σχολείο

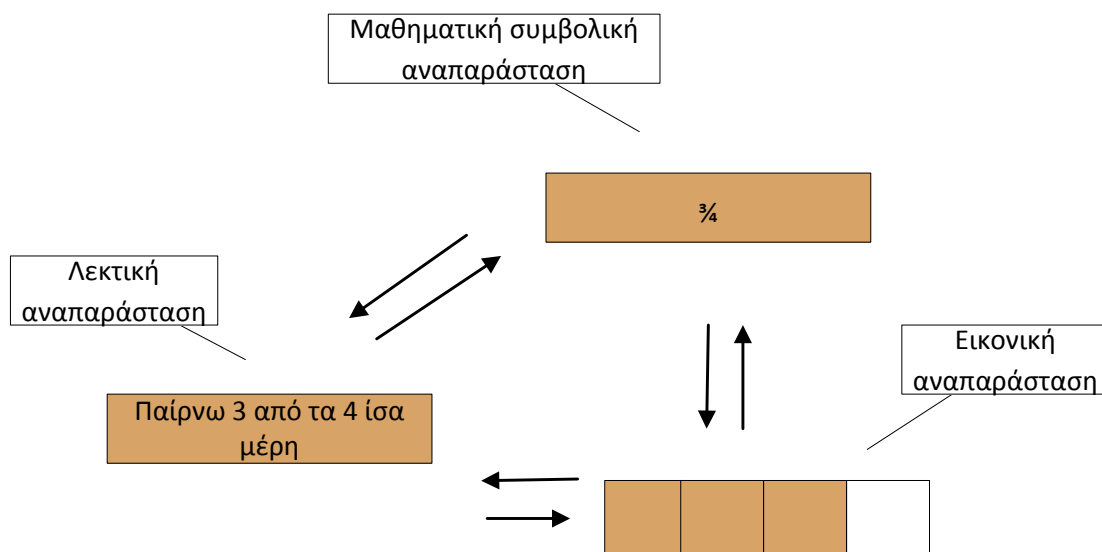
Πολλοί είναι οι ερευνητές που υποστηρίζουν ότι η αξιοποίηση ποικιλίας εξωτερικών αναπαραστάσεων στην κατανόηση των κλασματικών εννοιών στο Δημοτικό σχολείο μπορεί να βοηθήσει με αποτελεσματικό τρόπο στην κατανόησή τους (Gagatsis & Elia, 2004; Lamon, 2001; Vergnaud, 1996).



Σχήμα 2.10: Τρόποι αλληλεπίδρασης μεταξύ διαφορετικών τύπων εξωτερικών αναπαραστάσεων (Behr, et al., 1983, p.102).

Η αλληλεπίδραση ανάμεσα στις εξωτερικές και εσωτερικές αναπαραστάσεις οδηγεί στην πλήρη κατανόηση των κλασματικών εννοιών (Cathcart, et al., 2006; Goldin & Steingold, 2001; Gould, 2005). Επισημαίνεται επίσης η σπουδαιότητα των εξωτερικών αναπαραστατικών συστημάτων τα οποία εμπεριέχουν έναν συνδυασμό από γραπτά και λεκτικά σύμβολα, συστήματα χειρισμού, εικόνες και καταστάσεις πραγματικών συνθηκών (Behr, Lesh, Post, & Silver, 1983) (Σχήμα 2.10).

Οι αναπαραστάσεις που χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία των κλασματικών εννοιών δεν είναι συγκεκριμένες και ποικίλουν ανάλογα με το πώς ο αριθμός μπορεί να προσεγγιστεί. Είναι όμως σημαντικό τα παιδιά να αλληλεπιδράσουν με τα διάφορα είδη αναπαραστάσεων του κλάσματος και να εξασκηθούν στους μετασχηματισμούς και στις μεταφράσεις αυτών για να μπορέσουν να κατανοήσουν πλήρως την έννοια (Gagatsis & Shiakalli, 2004; Janvier, 1987) (Σχήμα 2. 11).



Σχήμα 2.11: Μετάφραση διαφόρων μορφών αναπαράστασης από τη μια μορφή στην άλλη.

Για να υπάρξει εννοιολογική κατανόηση μιας μαθηματικής έννοιας άρα και κατανόηση μιας κλασματικής έννοιας, πρέπει το παιδί να αναπτύξει (Janvier, 1987):

1. Την ικανότητα αναγνώρισης της μαθηματικής έννοιας μέσα από διαφορετικά συστήματα αναπαράστασής της.

2. Την ικανότητα ευέλικτου χειρισμού και επεξεργασίας της έννοιας μέσα σε ένα σύστημα αναπαράστασης.
3. Την ικανότητα μετάφρασης της έννοιας από τη μια μορφή αναπαράστασης στην άλλη.

Τα παιδιά μπορούν να αποκτήσουν τις δεξιότητες αυτές και να καταφέρουν την ενσωμάτωση μέσα από κατάλληλες δραστηριότητες ώστε να κατανοήσουν τις κλασματικές έννοιες και τις μεταξύ τους σχέσεις. Σύμφωνα με έρευνες, οι μαθητές αντιμετωπίζουν αρκετές δυσκολίες σε αυτή τη διαδικασία, που επηρεάζουν την κατανόησή τους σχετικά με τις κλασματικές έννοιες. Ο Duval (2002) ισχυρίστηκε ότι παρατηρείται μια στεγανοποίηση των διαφορετικών σημειωτικών συστημάτων αναπαράστασης. Με τον όρο "στεγανοποίηση" εννοούμε ότι ο μαθητής εργάζεται σε ένα πεδίο αναπαράστασης χωρίς να είναι σε θέση να μεταφέρει με επιτυχία τις ιδέες του σε ένα άλλο πεδίο αναπαράστασης. Επομένως, μια άλλη βασική επιδίωξη της διδασκαλίας μιας έννοιας, πέρα από την κατανόησή της μέσα από τη δημιουργία πλούσιων και καλά οργανωμένων νοητικών αναπαραστάσεων, θα πρέπει να είναι η εστίαση στην ανάπτυξη της ικανότητας των μαθητών να περνούν από μια αναπαράσταση σε άλλη με συνέπεια, ακρίβεια και χωρίς αντιφάσεις (Duval 2002).

Η ευέλικτη αξιοποίηση και χρήση της ικανότητας μετάφρασης ανάμεσα σε ποικιλία αναπαραστάσεων βοηθά επίσης τα παιδιά να αποκτήσουν ένα είδος αυτονομίας, αφού έχουν τη δυνατότητα ποικιλίας έκφρασης σχετικά με τις κατανοήσεις τους για τους κλασματικούς αριθμούς. Επίσης, βοηθά στα παιδιά να αποκτήσουν άνεση στις επιχειρηματολογίες τους όταν πρόκειται να καταθέσουν τις σχετικές απόψεις τους στην ομάδα της τάξης (Greeno & Hall, 1997; Moseley, 2005).

Ο Duval (2002) συνοψίζει τις έννοιες «αναπαράσταση», «μετάφραση» και «επίλυση προβλήματος» στο διάγραμμα του Σχήματος 2.12. Σύμφωνα με το διάγραμμα, η ταξινόμηση γίνεται σε δύο ανεξάρτητες διαστάσεις. Η πρώτη διάσταση αφορά στις πολυλειτουργικές καταγραφές, που είναι οι μη αλγοριθμικές διαδικασίες που γίνονται στο επίπεδο των λεκτικών αναπαραστάσεων και της φυσικής γλώσσας ή στο επίπεδο κάποιων μη λεκτικών αναπαραστάσεων όπως γεωμετρικών σχημάτων. Η δεύτερη διάσταση αφορά κυρίως στις αλγοριθμικές καταγραφές (μονολειτουργικές καταγραφές). Οι καταγραφές αυτές σε επίπεδο λεκτικών αναπαραστάσεων αναφέρονται στα σημειωτικά συστήματα

(σύμβολα, αριθμητικά συστήματα, αλγεβρικά συστήματα) και σε επίπεδο μη λεκτικών αναπαραστάσεων αφορούν σε διαγράμματα, συστήματα, κ.λπ.

	Λεκτικές Αναπαραστάσεις	Μη-λεκτικές Αναπαραστάσεις
Πολυλειτουργικές καταγραφές	-Φυσική γλώσσα -Λεκτικές συσχετίσεις -Λογική:	- Επίπεδα ή γεωμετρικά σχήματα (συσχετισμοί διαφόρων διαστάσεων)
Οι διαδικασίες δεν γίνονται με αλγόριθμο	α) επιχειρήματα β)συμπεράσματα, ορισμοί, θεωρήματα	- χρήση χειριστικών αντικειμένων -κατασκευές με χάρακα και διαβήτη
	Βοηθητικές αναπαραστάσεις	
Μονολειτουργικές καταγραφές	Σημειωτικά συστήματα -αριθμητικό (δυαδικό, δεκαδικό, κλασματικό) -αλγεβρικό -συμβολικό	-καρτεσιανά διαγράμματα -αλλαγές συστημάτων

Σχήμα 2.12: Λεκτικές και μη λεκτικές αναπαραστάσεις – η έννοια της μετάφρασης (Duvai, 2002).

Την έννοια της μετάφρασης την δείχνει με βέλη τα οποία συμβολίζουν τη μετάβαση από τη μια αναπαράσταση στην άλλη. Οι αναπαραστάσεις παίζουν ρόλο βοηθητικό – υποστηρικτικό στη διαδικασία της μάθησης και στην επίλυση προβλήματος στη διδασκαλία των μαθηματικών.

Ο Duvai (2002) υποστηρίζει επίσης ότι για να είναι αποτελεσματική η χρήση μιας αναπαράσταση πρέπει:

- Να σχετίζεται με τις προηγούμενες γνώσεις και εμπειρίες του μαθητή.
- Να είναι μεταβατική και να μπορούν εύκολα οι μαθητές να την εγκαταλείψουν όταν δεν τη χρειάζονται.

- Το πέρασμα από τη μια αναπαράσταση στην άλλη να είναι ρητό και σαφώς διατυπωμένο.

Επίσης, μια αναπαράσταση πρέπει να δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να κατασκευάζουν και να χρησιμοποιούν τις δικές τους αναπαραστάσεις προκειμένου να δομήσουν τη γνώση.

2.3.3.3 Η διδασκαλία των κλασματικών εννοιών και τα προβλήματα πλαισίου

Στη ρεαλιστική μαθηματική εκπαίδευση κεντρική θέση κατέχουν τα «προβλήματα πλαισίου». Ένα τέτοιο πρόβλημα δε χαρακτηρίζεται μόνο από ένα σύνολο αριθμητικών δεδομένων που περιγράφονται μέσα από μια κατάσταση αλλά και από το σύνολο όλων των συσχετισμών που δημιουργούνται γύρω από αυτά. Δηλαδή, οι προσωπικές εμπειρίες των μαθητών, οι άτυπες μέθοδοι προσέγγισης της κατάστασης, η αλληλεπίδραση για την επίλυσή του συνθέτουν το περιβάλλον ενός προβλήματος πλαισίου. Ένα πρόβλημα πλαισίου μπορεί:

- Να αποτελέσει σημείο εκκίνησης για τη διδασκαλία των κλασματικών εννοιών και των σχέσεων που τις συνδέουν παρέχοντας συνθήκες καθημερινής πραγματικότητας.
- Να αξιοποιεί ποικιλία μοντέλων – αναπαραστάσεων, ώστε τα παιδιά να μάθουν τις κλασματικές έννοιες μέσα από διάφορα επίπεδα αφαίρεσης.
- Να υποστηρίζει τους τρόπους που τα παιδιά μαθαίνουν (τα παιδιά μαθαίνουν κάνοντας μαθηματικά).
- Να υποστηρίζει την αλληλεπίδραση μεταξύ των μαθητών αλλά και μεταξύ μαθητών και δασκάλου.
- Να προσφέρει δυνατότητες για να ανακαλύψουν τα παιδιά τις διάφορες διαστάσεις των κλασματικών αριθμών.

Στο επίπεδο αυτό, η διδασκαλία, σύμφωνα με τον Streefland (1991; 1993), ουσιαστικά λαμβάνει υπόψη της όλα τα χαρακτηριστικά της ρεαλιστικής μαθηματικής εκπαίδευσης και εστιάζεται στη δόμηση αυτών μέσω οριζόντιας μαθηματικοποίησης. Δηλαδή εδώ το «πραγματικό» πρόβλημα «μεταφράζεται» σε μαθηματικό (μέσω διατύπωσης και αναπαράστασης του προβλήματος με διάφορους τρόπους, ανακάλυψη σχέσεων, σε φαινομενικά διαφορετικές καταστάσεις, κ.λπ.). Ο ρόλος και η συμβολή των

αναπαραστάσεων σε μια ρεαλιστική μαθηματική εκπαίδευση φαίνεται πως μπορεί να κατέχει σημαντική θέση.

Όλες οι δραστηριότητες που αφορούν στη μάθηση είναι εμπλαισιωμένες (*situating*) σε συνθήκες που σχετίζονται με την πραγματικότητα και χρησιμοποιούνται είτε σαν πηγή μάθησης είτε σαν πεδίο εφαρμογής.

Μέσα από συλλογική ή συνεργατική εμπλοκή τα παιδιά χρησιμοποιούν ως εργαλεία μάθησης σύμβολα, διαγράμματα κ.λπ. Οι δραστηριότητες εκτελούνται καθώς τα παιδιά συζητούν, πραγματεύονται έννοιες και συνεργάζονται. Ο καθένας δομεί τη δική του γνώση μέσα από συνθήκες αλληλεπίδρασης (*interaction*). Η αξιολόγηση γίνεται υπό τη μορφή ανοιχτών ερωτήσεων, ώστε τα παιδιά να αναπτύξουν την απάντησή τους με ποικίλους τρόπους και έτσι να εκφράσουν τις *δικές τους κατανοήσεις*.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, στην ενότητα που ακολουθεί αναπτύσσουμε την αξιοποίηση της CSCL και των 3D περιβαλλόντων μάθησης στη Μαθηματική Εκπαίδευση.

2.3.4 Η αξιοποίηση της CSCL και των 3D περιβαλλόντων μάθησης στη Μαθηματική Εκπαίδευση

2.3.4.1 CSCL στην Μαθηματική Εκπαίδευση

Η έρευνα για τη μάθηση παραδοσιακά εστιάζει στο πώς η γνώση αποκτάται. Στα πρόσφατα χρόνια, ιδιαίτερη έμφαση έχει δοθεί στην κοινωνική διάσταση της μάθησης των Μαθηματικών. Στο πλαίσιο αυτό, η Sfard (1998, 2002) αναφέρεται σε δύο κύριες μεταφορές της μάθησης στην απόκτηση της γνώσης και στη συμμετοχή σε αυτήν (*acquisition and participation*). Η πρώτη μεταφορά βλέπει τη γνώση σαν «επισώρευση» (ανάπτυξη δύο ή περισσότερων στοιχείων σε ένα)/«συσσώρευση» (*accretion/accumulation*) γεγονότων και την απόκτηση (*acquisition*), από την άποψη των εσωτερικών διεργασιών που συμβαίνουν στο μυαλό αυτού που μαθαίνει, ο οποίος τελικά οδηγείται στη μάθηση. Αντίθετα, η δεύτερη προσέγγιση αναφέρεται στη μάθηση μέσα από τη συμμετοχή σε μια εν εξελίξει διαδικασία και σαν αποτέλεσμα πρακτικής, συζήτησης και δραστηριότητας. Η Sfard τονίζει ότι οι δύο αυτές προσεγγίσεις είναι απαραίτητες για τη συνεργατική μάθηση και κατ' επέκταση για την CSCL.

Οι Faggiano et al., (2005) υποστηρίζουν σχετικά με τη διδασκαλία των Μαθηματικών ότι η συνεργατική μάθηση: α) παρέχει έναν κοινωνικό μηχανισμό υποστήριξης και δίνει την ευκαιρία σε όλους τους μαθητές να τα καταφέρουν β) προάγει την ανακάλυψη και την αξιοποίηση υψηλής ποιότητας ικανοτήτων σκέψης αλλά και τη γενίκευση νέων ιδεών και λύσεων γ) διευκολύνει τη μεταφορά μαθηματικών στρατηγικών που οι μαθητές έμαθαν μέσα στην ομάδα τους σε προβλήματα που μπορεί να αντιμετωπίσουν σε ατομικό επίπεδο. Ταυτόχρονα, οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών μπορούν να παρέχουν ευέλικτα περιβάλλοντα μέσα στα οποία μια συνεργατική εμπειρία μάθησης ενισχύεται και διευκολύνεται σε μεγάλο βαθμό. Για τους λόγους αυτούς, η CSCL επιτρέπει τους μαθητές να εργάζονται μαζί με τους άλλους παραγωγικά και αποτελεσματικά προάγοντας τις δύο κύριες μεταφορές της μάθησης: την απόκτηση της γνώσης και τη συμμετοχή σε αυτήν (acquisition and participation).

2.3.4.2 Οι Online 3D εικονικοί κόσμοι στη Μαθηματική Εκπαίδευση

Τα online 3D εικονικά περιβάλλοντα μάθησης έχουν αξιοποιηθεί στην εκπαίδευση μέσα από διάφορα γνωστικά αντικείμενα όπως τη Βιολογία και την Επιστημολογία (Dieterle & Clark, 2007), τα Θρησκευτικά, την Ιστορία και την Κοινωνιολογία (Di Blas et al., 2005a,b; Di Blas et al., 2006b), τη διδασκαλία της Γλώσσας (Garzotto & Forfori, 2006; Petrakou, 2010), την Επιστημονική Έρευνα (Barab et al., 2007b; Barab, Pettyjohn, Gresalfi, Volk, & Solomou, 2012) και την Αστρονομία (Chen et al., 2007).

Συγκρινόμενα με τα δισδιάστατα εικονικά περιβάλλοντα, τα 3D εικονικά περιβάλλοντα (Active Worlds, Second Life, There, etc) έχουν τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

- α) Μπορούν να πετύχουν τη βέλτιστη προσομοίωση του πραγματικού κόσμου ή τη δημιουργία ενός εντελώς νέου και φανταστικού κόσμου (De Lucia et al., 2009).
- β) Ενισχύουν την αναπαραστατική πιστότητα μέσα από τη ρεαλιστική απεικόνιση του περιβάλλοντος, την ομαλή απεικόνιση οπτικών μεταβολών και κινήσεων των αντικειμένων, τη συνέπεια της συμπεριφοράς των αντικειμένων, την αναπαράσταση των χρηστών, τη χωρική, ακουστική, κιναισθητική και δυναμική ανατροφοδότηση (Chitaro & Ranon, 2007; Dalgarno & Lee, 2010).
- γ) Ενισχύουν την αίσθηση της εμβύθισης (feeling of immersion) και την αίσθηση της παρουσίας (presence) σε συγκεκριμένο χώρο. Σαν αποτέλεσμα, παρέχουν νέους

τρόπους εμπειριών και παρουσίασης της πληροφορίας (McLellan, 1996; Schmeil & Erpler, 2008).

δ) Εγγυώνται υψηλή διαδραστικότητα καθώς και αρμονία χρονικών μεταβολών σε σχέση με άλλα περιβάλλοντα όπως το Blackboard ή το Moodle (Dalgarno & Lee, 2010).

ε) Ενισχύουν τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ατόμων που εμπλέκονται στη διαδικασία της μάθησης καθώς προσφέρουν ενσωματωμένες δράσεις όπως οπτικού ελέγχου, πλοήγησης και χειρισμού αντικειμένων, κατασκευής αντικειμένων, λεκτικής και μη λεκτικής επικοινωνίας, ελέγχου των χαρακτηριστικών του περιβάλλοντος και ελέγχου συμπεριφορών behaviors (Chitaro & Ranon, 2007; Dalgarno & Lee, 2010).

στ) Προσφέρουν ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών δίνοντας στους χρήστες τη δυνατότητα να επαναπροσδιορίζουν διαρκώς τους στόχους τους, σε αντίθεση με άλλα περιβάλλοντα, όπως αυτά των παιχνιδιών που προσφέρουν έναν αυστηρά προκαθορισμένο στόχο (The New Media Consortium and the EdUCAUSE Learning Initiative, 2007).

Τα παραπάνω χαρακτηριστικά των 3D εικονικών περιβαλλόντων μπορούν να συνεισφέρουν σημαντικά στη διδασκαλία των Μαθηματικών αφού μπορούν να διευκολύνουν τόσο τη συνεργατική μάθηση όσο και τη μάθηση μαθηματικών εννοιών.

Σύμφωνα με τον Gravemajer (2004) υπάρχουν τέσσερα επίπεδα τα οποία οι μαθητές διανύουν καθώς μαθαίνουν Μαθηματικά: το εμπλαισιωμένο (situational), το αναφορικό (referential), το γενικό (general) και το τυπικό (formal). Η διαδικασία της μάθησης ξεκινά με την εμπλοκή σε δραστηριότητες μέσα σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο (situational level). Πρόκειται για το «σημείο αφητηρίας» της μάθησης. Η κατανόηση των μαθηματικών εννοιών και η επίλυση των δραστηριοτήτων εξαρτάται από την αντίληψη που έχουν οι μαθητές σχετικά με το τι πρέπει να κάνουν και πώς πρέπει να δράσουν σε αυτό το συγκεκριμένο πλαίσιο που τους προσφέρεται. Το πλαίσιο αυτό συχνά συνδέεται με τις εξωσχολικές εμπειρίες τους. Προκειμένου να καταφέρουμε να προσομοιώσουμε αυτές τις εμπειρίες των μαθητών στο πλαίσιο της σχολικής τάξης χρειαζόμαστε ένα συγκεκριμένο μοντέλο (situation-specific model) αναφοράς (referential level). Σιγά σιγά και με την υποστήριξη του εκπαιδευτικού οι μαθητές αντιλαμβάνονται τις μαθηματικές σχέσεις και

οδηγούνται σε συμπεράσματα γενίκευσης (general level). Τέλος, οι μαθητές κατακτούν το ανώτερο επίπεδο της τυπικής μαθηματικής αντίληψης (formal level).

Τα 3D εικονικά περιβάλλοντα μπορούν να υποστηρίξουν σε σημαντικό βαθμό την κατανόηση των μαθηματικών εννοιών, αφού η δόμησή τους αρχίζει από ένα επίπεδο εμπλοκής των μαθητών με δραστηριότητες τοποθετημένες σε συγκεκριμένο πλαίσιο (situational activity) (Gravemajer, 2004). Σε αυτό το σημείο, τα 3D εικονικά περιβάλλοντα μάθησης προσφέρουν ένα πλαίσιο υψηλής διαδραστικότητας κατάλληλο για μάθηση. Σε αυτό βοηθά η δυνατότητα βέλτιστης προσομοίωσης του πραγματικού κόσμου (De Lucia, et al., 2009) και η εξασφάλιση της αναπαραστατικής πιστότητας που προσφέρουν (Chitaro & Ranon, 2007; Dalgarno & Lee, 2010). Συνεπώς, δίνουν τη δυνατότητα στους μαθητές και στις πληροφορίες να οργανωθούν με έναν ρεαλιστικό τρισδιάστατο τρόπο (Schmeil & Erpler, 2008).

Επιπλέον, οι μαθηματικές έννοιες μέσα σε ένα 3D εικονικό περιβάλλον μπορούν να αναπαρασταθούν με ποικίλους τρόπους οι οποίοι αντανακλούν καταστάσεις της πραγματικής ζωής. Η έρευνα τονίζει το σημαντικό ρόλο των αναπαραστάσεων στη Μαθηματική Εκπαίδευση. Οι μαθητές, προκειμένου να κατανοήσουν τις μαθηματικές έννοιες, πρέπει να αναπτύξουν: α) την ικανότητα να αναγνωρίζουν μια έννοια μέσα από ποικιλία αναπαραστάσεων (εικονικών, συμβολικών και λεκτικών), β) την ικανότητα ευέλικτου χειρισμού της έννοιας μέσα από διαφορετικά συστήματα αναπαραστάσεων και γ) την ικανότητα μετάφρασης της έννοιας από έναν τύπο αναπαράστασης σε έναν άλλο (Janvier, 1987; Lesh et al., 1987; Seeger, 1998).

Από την άλλη, τα 3D εικονικά περιβάλλοντα μάθησης μπορούν να ενθαρρύνουν τη συνεργατική μάθηση στο πλαίσιο της Μαθηματικής Εκπαίδευσης, αφού ενισχύουν την αίσθηση της εμπύθισης και την αίσθηση της παρουσίας σε συγκεκριμένο χώρο (McLellan, 1996; Schmeil & Erpler, 2008), αλλά και τις αλληλεπιδράσεις (Chitaro & Ranon, 2007; Dalgarno & Lee, 2010). Οι μαθητές αλληλεπιδρούν ταυτόχρονα σε ένα περιβάλλον που τους προσφέρει υψηλές δυνατότητες επικοινωνίας. Επίσης, τα περιβάλλοντα αυτά προσφέρουν ένα αυθεντικό πλαίσιο μάθησης κατάλληλο για την επίλυση προβλημάτων. Κατ' επέκταση, παρέχουν δυνατότητες βαθιάς εμπλοκής των μαθητών στη διαδικασία της μάθησης. Οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να εξερευνήσουν, να δομήσουν και να διαχειριστούν ποικιλία αναπαραστάσεων που συνδέονται με αντικείμενα, έννοιες και

ιδέες (Dalgarno & Lee, 2010). Σαν αποτέλεσμα, οι μαθητές συνεργάζονται αποτελεσματικά με τους άλλους και προάγεται η απόκτηση της γνώσης και η συμμετοχή σε αυτήν (Sfard, 1998). Καθώς συνεργάζονται και επιχειρηματολογούν, δημιουργούν μια προσομοίωση σε επίπεδο αναφοράς (referential level). Στη συνέχεια, ανάγουν τα συμπεράσματά τους που αφορούν σε μαθηματικές σχέσεις ή στην επίλυση προβλημάτων σε ένα γενικό επίπεδο (general level). Στο τελευταίο στάδιο χρησιμοποιούν και εφαρμόζουν τα μαθηματικά σε ένα πιο τυπικό επίπεδο (formal level) (Gravemajer, 2004).

Επιπλέον, μέσα από τα περιβάλλοντα αυτά, οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να επεξεργαστούν και να κατανοήσουν (πολυ)σύνθετα δεδομένα. Αυτό μπορεί να τους βοηθήσει να αναπτύξουν κοινή αντίληψη και να εμπλακούν σε ευχάριστες και αξέχαστες εμπειρίες. Αυτές οι εμπειρίες μπορούν να τους οδηγήσουν σε μια αυξανόμενη εμπλοκή στη διαδικασία της μάθησης και στην εξασφάλιση ανάπτυξης της δημιουργικότητάς τους (Schmeil & Erpler, 2008).

Τέλος, το ευρύ φάσμα εφαρμογών τους και η δυνατότητα που παρέχουν για συνεχή επαναπροσδιορισμό των στόχων, τα καθιστούν δυναμικά και ευέλικτα περιβάλλοντα για διδασκαλία και μάθηση αφού προσαρμόζονται στις ανάγκες των μαθητών και στις προκλήσεις της μαθησιακής διαδικασίας.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, θεωρούμε ότι τα 3D εικονικά περιβάλλοντα μάθησης μπορούν να αξιοποιηθούν αποτελεσματικά στη Μαθηματική Εκπαίδευση (Πίνακας 2.19).

Πίνακας 2.19: Ευθυγραμμίζοντας τα Χαρακτηριστικά των 3D εικονικών περιβαλλόντων με τη Συνεργατική Μάθηση και τη Μαθηματική Εκπαίδευση.

Χαρακτηριστικά των 3D εικονικών περιβαλλόντων	Χαρακτηριστικά που συνδέονται με τη Συνεργατική Μάθηση και τη Μαθηματική Εκπαίδευση	
	Συνεργατική Μάθηση	Μαθηματική Εκπαίδευση
Βέλτιστη προσομοίωση του πραγματικού κόσμου	Ενισχύει την κοινωνική διάσταση της μάθησης στη διδασκαλία των Μαθηματικών. Παρέχει «συνθήκες πραγματικής ζωής» για την επίλυση προβλημάτων Παρέχει ιδανικές συνθήκες για εμπλαμισωμένη	Βοηθά τους μαθητές στο επίπεδο της εμπλαισιωμένης μάθησης. Επιτρέπει στους μαθητές να αξιοποιούν ποικιλία αναπαραστάσεων.

	μάθηση.	
Αναπαραστατική πιστότητα	Οι μαθητές ενεργούν ως μέλη ομάδων μέσα από ευχάριστες και αξέχαστες εμπειρίες. Παρέχει ιδανικές συνθήκες για εμπλουσιωμένη μάθηση.	Βοηθά τους μαθητές στο επίπεδο της εμπλουσιωμένης μάθησης. Επιτρέπει στους μαθητές να αξιοποιούν ποικιλία αναπαραστάσεων.
Αίσθηση της εμπύθισης και αίσθηση της παρουσίας	Οι μαθητές βιώνουν πολύ υψηλά επίπεδα ενεργής συμμετοχής. Οι μαθητές εμπλέκονται δυναμικά στη διαδικασία της μάθησης.	Βοηθά τους μαθητές στο επίπεδο της εμπλουσιωμένης μάθησης
Υψηλή διαδραστικότητα	Πρωθωεί την απόκτηση της γνώσης και τη συμμετοχή σε αυτήν. Οι μαθητές βιώνουν πολύ υψηλά επίπεδα ενεργής συμμετοχής. Οι μαθητές εμπλέκονται δυναμικά στη διαδικασία της μάθησης.	Βοηθά τους μαθητές στο επίπεδο της εμπλουσιωμένης μάθησης. Επιτρέπει στους μαθητές να αξιοποιούν ποικιλία αναπαραστάσεων.
Αλληλεπιδράσεις	Ενισχύουν την κοινωνική διάσταση της μάθησης στη διδασκαλία των Μαθηματικών. Οι μαθητές βιώνουν πολύ υψηλά επίπεδα ενεργής συμμετοχής. Οι μαθητές εμπλέκονται δυναμικά στη διαδικασία της μάθησης. Πρωθωεί την απόκτηση της γνώσης και τη συμμετοχή σε αυτήν.	Βοηθά τους μαθητές στο επίπεδο της εμπλουσιωμένης μάθησης. αλλά και στο αναφορικό, γενικό και τυπικό επίπεδο. Διευκολύνει την αναγνώριση, τον ευέλικτο χειρισμό και τη μετάφραση μιας έννοιας.
Ευρύ φάσμα εφαρμογών	Προάγουν τη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης μέσα από καινοτόμους και αποτελεσματικούς τρόπους. Παρέχουν στους μαθητές τη δυνατότητα συνεχούς επαναπροσδιορισμού των στόχων.	Προάγει νέους τρόπους αύξησης των επιπέδων μάθησης. Προάγει νέους τρόπους αναπαράστασης των μαθηματικών εννοιών .

Στην έρευνά μας επιχειρήσαμε να αξιοποιήσουμε τα χαρακτηριστικά των 3D περιβαλλόντων και της συνεργατικής μάθησης για τη διδασκαλία των Μαθηματικών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Για το σκοπό αυτό προτείνουμε ένα CSCL μακρο-σενάριο το

οποίο ενσωματώσαμε στον 3D CoSy_World προκειμένου να δημιουργήσουμε καλύτερες συνθήκες για αποτελεσματική συνεργατική μάθηση. Λεπτομερής περιγραφή του CSCL μακρο-σεναρίου συμπεριλαμβάνεται στο περιεχόμενο του επόμενου κεφαλαίου.

2.4 Σύνοψη

Στο κεφάλαιο αυτό αρχικά επιχειρήθηκε να δοθεί μια συνοπτική βιβλιογραφική επισκόπηση σχετικά με τα online και 3D περιβάλλοντα μάθησης. Η επισκόπηση έγινε υπό το πρίσμα της αξιοποίησης των περιβαλλόντων αυτών στην εκπαιδευτική διαδικασία μέσα από τα διάφορα γνωστικά αντικείμενα (ιστορία, κοινωνιολογία, γλώσσα, κ.λπ.). Συγκεκριμένα, περιγράφηκαν οι στόχοι (γνωστικοί, μεταγνωστικοί, κοινωνικογνωστικοί) και τα αποτελέσματα ερευνών που διεξήχθησαν σε διάφορες βαθμίδες της εκπαίδευσης. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι τα online και 3D περιβάλλοντα μάθησης έχουν τη δυναμική να συνεισφέρουν ποικιλοτρόπως στη διαδικασία της μάθησης και ειδικότερα της συνεργατικής μάθησης μέσω του υπολογιστή (CSCL).

Στη συνέχεια, δίνεται μια συνοπτική βιβλιογραφική μελέτη σχετικά με τα συνεργατικά σενάρια μάθησης μέσω του υπολογιστή με σκοπό να συνδεθούν με την αξιοποίησή τους από τα online και 3D περιβάλλοντα μάθησης. Η συνεργατική μάθηση μέσω του υπολογιστή αποτελεί σημαντικό πεδίο έρευνας αφού θεωρείται σημαντική στη διαδικασία της μάθησης. Μεγάλη πρόκληση εξάλλου της CSCL είναι να ιδρυθούν περιβάλλοντα τα οποία υποστηρίζουν την αποτελεσματική μάθηση. Τα CSCL σενάρια φαίνεται να μπορούν να βοηθήσουν προς την κατεύθυνση αυτή. Τι είναι όμως σενάρια; Ποια τα είδη τους; Ποιες στρατηγικές μάθησης μπορούν να υποστηρίξουν ένα CSCL σενάριο; Πώς θα μπορούσε ένα CSCL σενάριο να ενισχύσει τη μάθηση σε ένα online και 3D περιβάλλον μάθησης; Στα ερωτήματα αυτά επιχειρήθηκε να δοθούν απαντήσεις μέσα από την ενότητα αυτή.

Επίσης, προκειμένου να υποστηριχθεί η συνεργατική μάθηση μέσω των online και 3D περιβαλλόντων χρειαζόμαστε μια θεωρία. Η θεωρία της γνωστικής μαθητείας (cognitive apprenticeship theory) μπορεί να υποστηρίξει τη συνεργατική μάθηση μέσω του υπολογιστή όταν βασίζεται στις αρχές ενός διδακτικού συνεργατικού σεναρίου (CSCL script). Επίσης, μπορεί να υποστηρίξει τη διδασκαλία των κλασμάτων στο δημοτικό

σχολείο αξιοποιώντας δραστηριότητες που αφορούν στην επίλυση προβλημάτων πλαισίου ακολουθώντας τις αρχές της ρεαλιστικής μαθηματικής εκπαίδευσης. Ένα online και 3D περιβάλλον μάθησης που στηρίζεται στις αρχές της γνωστικής μαθητείας χαρακτηρίζεται από: αυθεντικό πλαίσιο, αυθεντικές δραστηριότητες, προτυποποίηση των διαδικασιών της σκέψης, δυνατότητα για πολλαπλούς ρόλους και προοπτικές, συνθήκες για συνεργασία, δυνατότητες καθοδήγησης και σταδιακής στήριξης κατά την εκτέλεση δραστηριοτήτων, δυνατότητες αναστοχασμού, δυνατότητες έκφρασης και δυνατότητες αξιολόγησης σε διάφορα επίπεδα.

Από την άλλη, τα online και 3D περιβάλλοντα μάθησης μπορούν να προσομοιώσουν την πραγματικότητα με έναν τρόπο ρεαλιστικό και να προσφέρουν έτσι συνθήκες βιωματικής μάθησης. Επίσης, όπως προαναφέρθηκε μπορούν να ενισχύσουν τη συνεργατική μάθηση αλλά και ευρύτερα τη διδασκαλία διαφόρων γνωστικών αντικειμένων. Προκειμένου τα online και 3D περιβάλλοντα μάθησης να αξιοποιηθούν στο μάθημα των Μαθηματικών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση, στο δεύτερο μέρος του κεφαλαίου αυτού μελετάται η συνεργατική επίλυση προβλήματος αλλά και η διδασκαλία των βασικών κλασματικών εννοιών στο δημοτικό σχολείο. Η επίλυση προβλήματος στα μαθηματικά έχει απασχολήσει αρκετά το χώρο της μαθηματικής εκπαίδευσης όπως και η διδασκαλία των κλασμάτων. Ιδιαίτερη θέση στο χώρο της ρεαλιστικής μαθηματικής εκπαίδευσης φαίνεται να κατέχουν τα προβλήματα πλαισίου. Επίσης, αν και αρκετός χρόνος αφιερώνεται στη διδασκαλία των κλασματικών εννοιών, τα κλάσματα είναι μια δύσκολη έννοια και τα παιδιά εμφανίζουν αρκετές δυσκολίες στην κατανόησή της. Η αξιοποίηση των εξωτερικών αναπαραστάσεων παίζει σημαντικό ρόλο τόσο στην επίλυση προβλημάτων όσο και στην κατανόηση των κλασματικών εννοιών στο δημοτικό σχολείο.

Τέλος, συζητείται η αξιοποίηση της CSCL και των 3D περιβαλλόντων μάθησης στη Μαθηματική Εκπαίδευση. Το κεφάλαιο που ακολουθεί παρουσιάζει τον online και 3D CoSy_World που σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε με σκοπό να αποτελέσει μια καλά δομημένη εκπαιδευτική εμπειρία συνεργατικής μάθησης για το μάθημα των Μαθηματικών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

COSY_WORLD: ΕΝΑ ONLINE 3D ΣΥΝΕΡΓΑΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΣΤΗΝ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ (Σχεδιασμός και Ανάπτυξη)

Ο 3D CoSy_World σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε υπό το πρίσμα της αναγκαιότητας για αποτελεσματική συνεργατική μάθηση μέσα από ένα 3D περιβάλλον μάθησης και των πλεονεκτημάτων των περιβαλλόντων αυτών. Πιο συγκεκριμένα, ο σχεδιασμός του και η ανάπτυξή του είχε σαν στόχο τη δημιουργία κατάλληλων παιδαγωγικών συνθηκών μέσα σε ένα 3D εικονικό περιβάλλον με σκοπό την ανάπτυξη αποτελεσματικής συνεργατικής μάθησης. Η αξιοποίησή του συνδέεται επίσης με τη διδασκαλία βασικών μαθηματικών εννοιών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση.

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η φιλοσοφία και το σκεπτικό της παρούσας ερευνητικής πρότασης. Επίσης, περιγράφονται αναλυτικά ο προτεινόμενος 3D εικονικός κόσμος και το μακρο-σενάριο που σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε για τις ανάγκες των στόχων της παρούσας έρευνας.

Στο επόμενο κεφάλαιο περιγράφονται οι δύο φάσεις της εκπαιδευτικής εφαρμογής της ερευνητικής πρότασης.

3.1 Σχεδιασμός και ανάπτυξη του 3D CoSy_World: Η φιλοσοφία της ερευνητικής πρότασης

Ένα αρχικό ερώτημα θα μπορούσε να συνδέεται με το «γιατί δημιουργήθηκε ο 3D CoSy_World;».

Η μελέτη της σχετικής βιβλιογραφίας, η οποία αποδόθηκε συνοπτικά στην υποενότητα 2.1.5 έδειξε ότι οι online και 3D κόσμοι μπορούν να συνεισφέρουν σημαντικά στις ανάγκες της εκπαίδευσης όλων των βαθμίδων και ειδικότερα στις ανάγκες της Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (Barab et al., 2005; Choi & Baek, 2011; Garzotto & Forfori, 2006; Merchant, 2010; Nelson et al., 2005; Urban et al., 2007).

Για το λόγο αυτό, οι έρευνες υποστηρίζουν επίσης την ένταξή τους στα αναλυτικά προγράμματα σπουδών, προκειμένου να ενισχύσουν με τρόπο καινοτόμο την καθημερινή διδακτική πρακτική μέσα από τα διάφορα γνωστικά αντικείμενα (ιστορία, κοινωνιολογία, γλώσσα, αστρονομία, βιολογία, κ.λπ.) (Barab et al., 2008b; Barab et al., 2010; Chen et al., 2007; Di Blas et al., 2005a,b; Di Blas et al., 2006; Dieterle & Clark, 2007; Garzotto & Forfori, 2006; Petrakou, 2010). Ένα τέτοιου είδους εγχείρημα δείχνει να προάγει γνωστικές (επιστημονική γνώση, γνωστικές και μεταγνωστικές δεξιότητες, κ.ά.) καθώς επίσης και συναισθηματικές όψεις της μάθησης (στάσεις, κίνητρα, ενδιαφέρον, κ.λπ.) (Barab et al., 2007b; Brom et al., 2011; Chen et al., 2007; Di Blas et al., 2006b; Dieterle & Clark 2007; Garzotto & Forfori, 2006; Urban et al., 2007). Ωστόσο, οι έρευνες τονίζουν την ανάγκη για καλά δομημένες δραστηριότητες μέσα από τα περιβάλλοντα αυτά προκειμένου να υπάρξει αποτελεσματική μάθηση (Di Blas et al., 2005a,b; Di Blas et al., 2006b; Lucey-Roper, 2006).

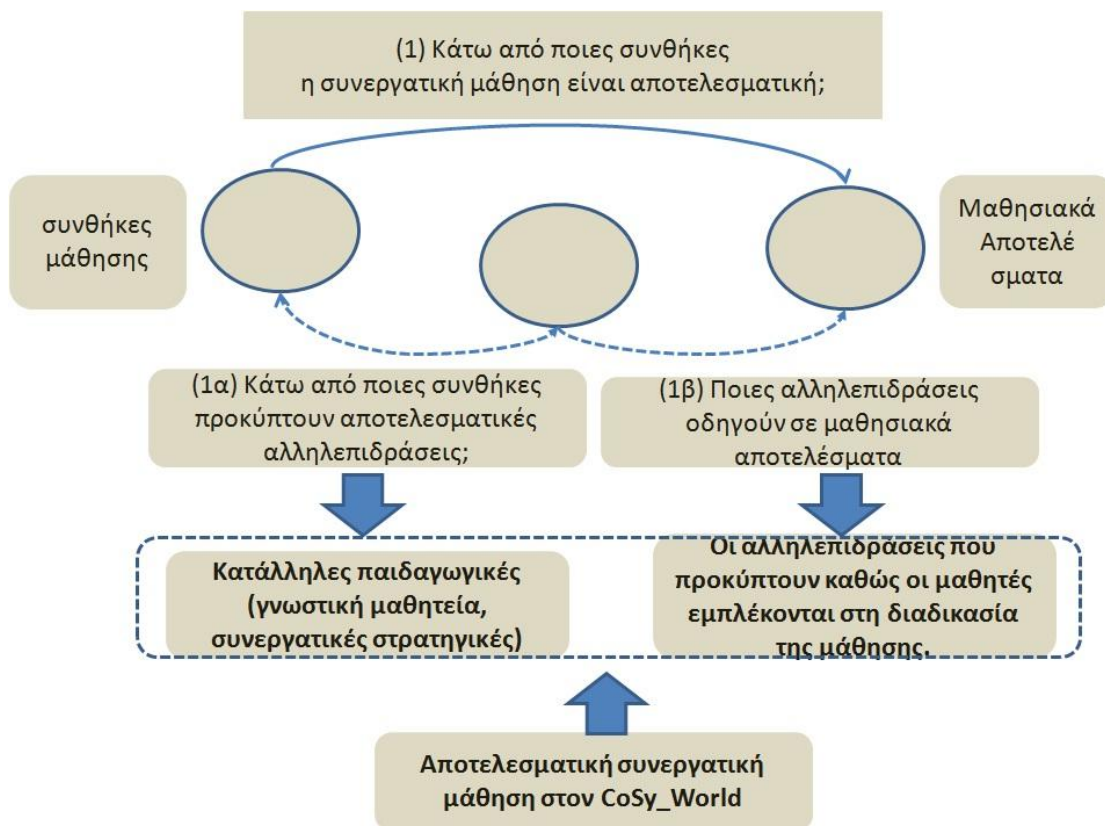
Επίσης, οι έρευνες τονίζουν την ανάγκη για περισσότερη μελέτη, ώστε η αξιοποίηση των περιβαλλόντων αυτών να εξασφαλίσει αποτελεσματική μάθηση τόσο σε ατομικό όσο και σε συνεργατικό επίπεδο (Chen et al., 2007; Di Blas et al., 2006b; Konstantinidis et al., 2010). Συγκεκριμένα, προτείνεται η διερεύνηση παραγόντων (αλληλεπιδραστικότητα, αναπαραστατική πιστότητα, ενσωματωμένες δράσεις, κ.λπ.) οι οποίοι μπορεί να επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα της συνεργατικής μάθησης μέσα στα περιβάλλοντα αυτά (Dalgarno & Lee, 2010). Στην υποενότητα 2.2.1.6 δίνεται συνοπτικά ο σχετικός προβληματισμός και οι διαπιστώσεις για τη συνεργατική μάθηση μέσα από τα 3D εικονικά περιβάλλοντα.

Από την άλλη, όπως αναφέρεται και στην υποενότητα 2.3.4.2 τα 3D εικονικά περιβάλλοντα έχουν τη δυνατότητα να προσφέρουν στη Μαθηματική Εκπαίδευση υποστηρίζοντας τη διδασκαλία βασικών μαθηματικών εννοιών μέσα από συνθήκες

συνεργατικής μάθησης (Bouta, Retalis, & Paraskeva, 2012; Μπούτα, Παρασκευά & Ρετάλης, 2010).

Λαμβάνοντας υπόψη τις έρευνες αυτές δομήθηκε ο CoSy_World με βασική επιδίωξη την αξιοποίησή του στην καθημερινή διδακτική πρακτική του μαθήματος των Μαθηματικών στο Δημοτικό Σχολείο. Συγκεκριμένα, σκοπός ήταν η δημιουργία ενός 3D εικονικού περιβάλλοντος κατάλληλου για την ανάπτυξη παραγόντων που αφορούν στην υποστήριξη της αποτελεσματικής συνεργατικής μάθησης για την κατανόηση κυρίως βασικών κλασματικών εννοιών.

Οι ερευνητές πιστεύουν ότι η αποτελεσματική συνεργατική μάθηση εξαρτάται από το βαθμό και την ποικιλομορφία των αλληλεπιδράσεων που αναπτύσσονται μεταξύ των μελών μιας ομάδας καθώς αυτά εμπλέκονται στη διαδικασία της μάθησης (Dillenbourg & Hong, 2008; Dillenbourg, Jarvela, & Fisher 2009; Stahl, 2006). Με αυτόν τον τρόπο, δομείται η γνώση από κοινού και αναπτύσσονται επικοινωνιακού και συνεργατικού τύπου δεξιότητες και στάσεις (Σχήμα 3.13).



Σχήμα 3.13: Αποτελεσματική συνεργατική μάθηση σύμφωνα με τους Dillenbourg et al. (2009) και πρόταση εφαρμογής της στον 3D CoSy_World.

Αυτού του είδους οι αλληλεπιδράσεις είναι το κλειδί για μια αποτελεσματική συνεργατική μάθηση (Dillenbourg & Fischer, 2007; Jermann et al., 2001). Στη βιβλιογραφία δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία της μάθησης η οποία συνήθως μελετάται μέσα από τις εξής διαστάσεις (Coates, 2007; Fredricks et al., 2004): α) την εμπλοκή που συνδέεται με τη συμπεριφορά (behavioral engagement) β) τη συναισθηματική εμπλοκή (affective engagement) και τη γνωστική εμπλοκή (cognitive engagement). Οι διαστάσεις αυτές μπορούν να μελετηθούν σαν παράγοντες που καθορίζουν την αποτελεσματικότητα της συνεργατικής μάθησης μέσα από ένα περιβάλλον υπολογιστή (CSCL) (Bouta et al., 2012).

Η εξασφάλιση παιδαγωγικών συνθηκών που υποστηρίζουν την αλληλεπίδραση των μαθητών καθώς αυτοί συνεργάζονται απαιτεί εκτός από τη δημιουργία ενός κατάλληλα σχεδιασμένου 3D εικονικού περιβάλλοντος και τη λήψη προσεκτικά μελετημένων αποφάσεων για κατάλληλο διδακτικό σχεδιασμό (παιδαγωγικές στρατηγικές, μεθόδους και δραστηριότητες) (Bouta et al., 2012; Dalgarno & Lee, 2010; Lee, 2009; Mprouta, Retalis, Paraskeva, 2007). Η δόμηση και η ρύθμιση των αλληλεπιδράσεων ανάμεσα στα άτομα που συνεργάζονται, καθώς αυτά ανήκουν στην ίδια ομάδα, μπορεί να υποστηρίξει τη συνεργατική μάθηση μέσα σε ένα 3D εικονικό περιβάλλον.

Εξάλλου, η ανάγκη για αποτελεσματική συνεργατική μάθηση και για καλά δομημένες δραστηριότητες μέσα σε ένα 3D εικονικό περιβάλλον μπορεί να επιτευχθεί μέσα από ένα προσεκτικά σχεδιασμένο συνεργατικό μακρο-σενάριο (macro-script). Σύμφωνα με τον Dillenbourg (2002), ένα μακρο-σενάριο είναι ένα βασισμένο στον υπολογιστή παιδαγωγικό μοντέλο, που προτείνεται για συνεργατική μάθηση και που καθορίζει τον τρόπο που οι ομάδες μπορούν να συνεργαστούν μέσα από συγκεκριμένα στάδια, συγκεκριμένους ρόλους και δραστηριότητες. Αν ένα σενάριο σχεδιαστεί και αξιοποιηθεί κατάλληλα, μπορεί να παρέχει τη δυναμική ανάπτυξης ενός ευρύ φάσματος αλληλεπιδράσεων (Hernández-Leo et al., 2006; Bouta et al., 2012).

Στην παρούσα μελέτη, εκτός από τον 3D CoSy_World, σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε ένα CSCL μακρο-σενάριο προκειμένου να διερευνηθεί η εμπλοκή των μαθητών (students' engagement) στη διαδικασία της μάθησης μέσα στον κόσμο αυτό για τη διδασκαλία των Μαθηματικών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Συγκεκριμένα, εστιαστήκαμε κυρίως στην

περιοχή των μαθηματικών εννοιών που συνδέονται με τα βασικά κλάσματα, αφού οι μαθητές παραδοσιακά εμφανίζουν πολλές δυσκολίες στην κατανόησή τους (Brousseau et al. 2004; Streefland 1993). Ο 3D CoSy_World αλλά και το προτεινόμενο μακρο-σενάριο σχεδιάστηκαν και αναπτύχθηκαν αξιοποιώντας τις διδακτικές αρχές της Γνωστικής Μαθητείας (Cognitive Apprenticeship) (Collins et al., 1989; 1991; Ghafaili, 2003). Επίσης, για το σχεδιασμό και την ανάπτυξη του μακρο-σεναρίου αξιοποιήθηκαν οι παιδαγωγικές στρατηγικές των Jigsaw (Aronson & Bridgeman, 1979; Aronson & Thibodeau, 1992; Hernández-Leo et al., 2006) και της Προσομοίωσης (Simulation) (Hernández-Leo et al., 2006; Linser et al., 2007). Επίσης, ενσωματώθηκαν συγκεκριμένες δραστηριότητες που υποστηρίζουν την κοινωνική διάσταση της μάθησης.

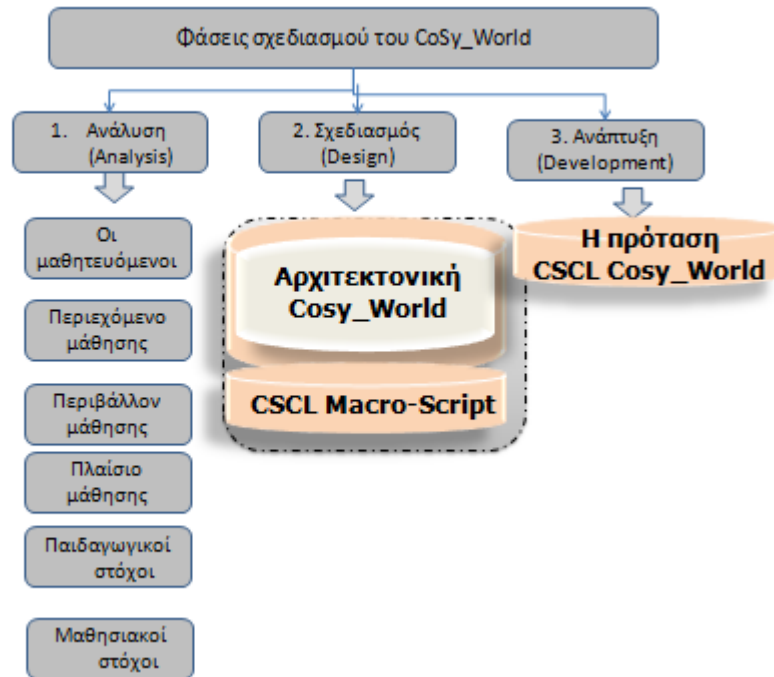
3.2 Σχεδιασμός και ανάπτυξη παιδαγωγικών συνθηκών για συνεργατική μάθηση στον 3D CoSy_World

Ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη του 3D CoSy_World εξελίχθηκαν μέσα από διάφορες φάσεις.

Αρχικά λήφθηκαν υπόψη τα συμπεράσματα της βιβλιογραφικής επισκόπησης σχετικά με την αξιοποίηση των 3D περιβαλλόντων στις διάφορες βαθμίδες εκπαίδευσης. Με αυτόν τον τρόπο, εντοπίστηκαν τα κύρια ερευνητικά προβλήματα αλλά και ζητήματα σχεδιασμού και αξιολόγησης των μαθησιακών αποτελεσμάτων που απασχολούν την ερευνητική κοινότητα στο πεδίο αυτό.

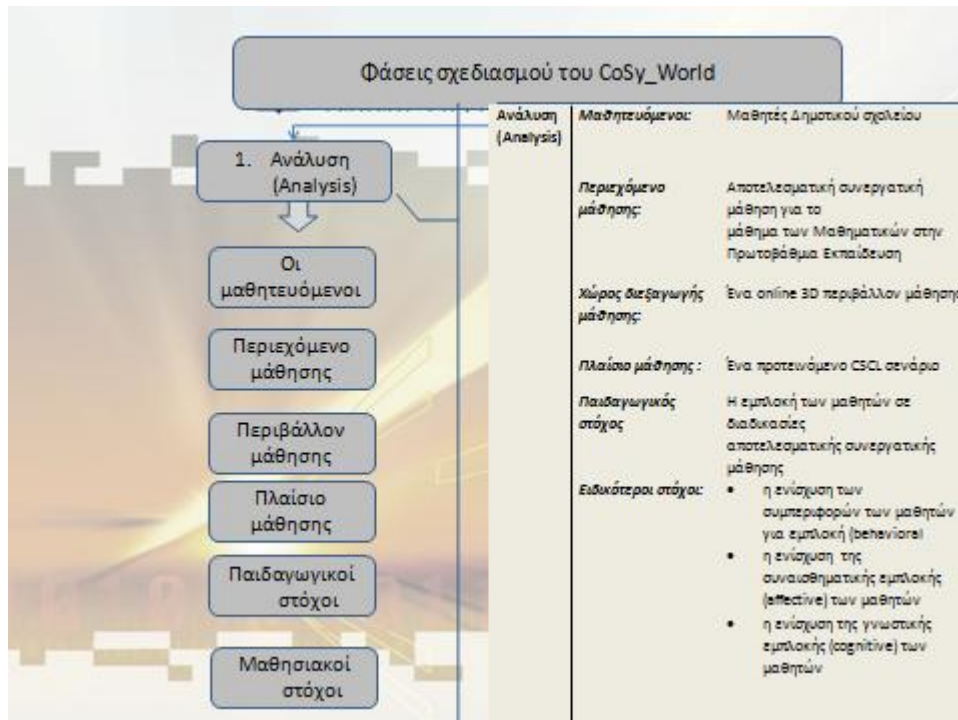
Αφού το ενδιαφέρον για περεταίρω έρευνα εστιάστηκε σε συγκεκριμένες διαπιστώσεις και προβληματισμούς, οι οποίοι συνοπτικά αναφέρονται στις υποενότητες 2.1.5, 2.2.2.5, 2.3.4.2 του προηγούμενου κεφαλαίου, αποφασίστηκε ο σχεδιασμός και η δημιουργία του 3D CoSy_World.

Για τη σχεδίαση και κατασκευή του 3D CoSy_World αξιοποιήθηκε η πλατφόρμα του Active Worlds (<http://www.activeworlds.com/>). Αρχικά, έγινε ανάλυση των αναγκών. Στη συνέχεια, σχεδιάστηκε ο 3D εικονικός κόσμος αλλά και ένα CSCL μακρο-σενάριο. Η ανάπτυξη του 3D CoSy_World και του CSCL μακρο-σεναρίου αποτελεί την πρόταση της παρούσας έρευνας προκειμένου να επιτευχθούν ο σκοπός και οι στόχοι της (Σχήμα 3.14).



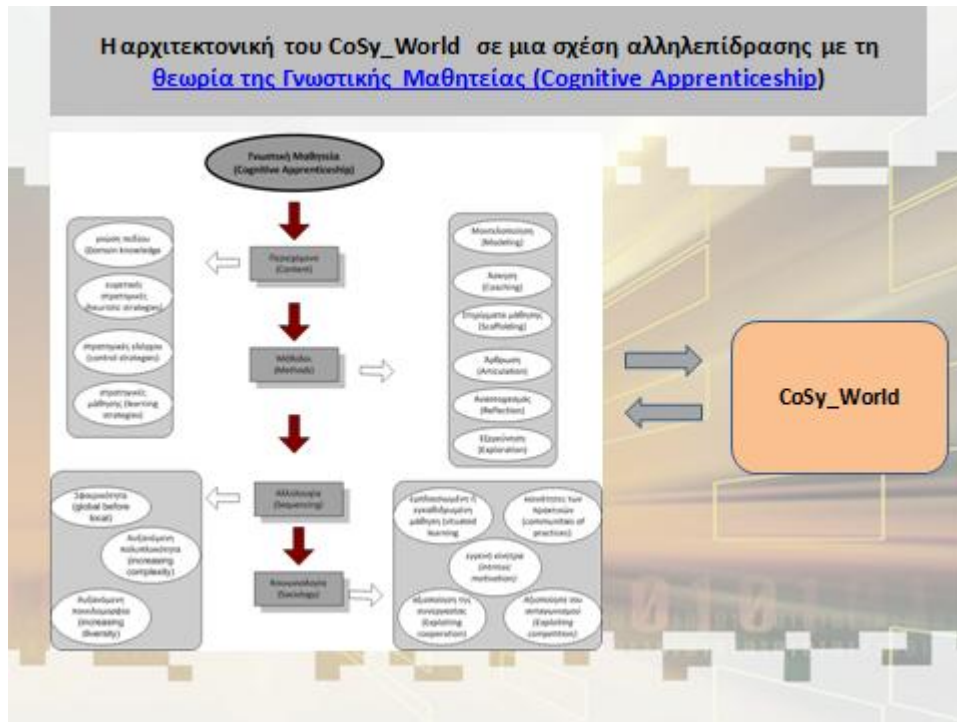
Σχήμα 3.14: Φάσεις σχεδιασμού του 3D CoSy_World.

Η ανάλυση των αναγκών σχετίστηκε με ζητήματα όπως: πού απευθυνόταν η πρόταση, ποιο θα ήταν το περιεχόμενο της επιδιωκόμενης μάθησης, το παιδαγωγικό πλαίσιο, ο σκοπός και οι ειδικότεροι στόχοι (Σχήμα 3.15).



Σχήμα 3.15: Ανάλυση των αναγκών για το σχεδιασμό του CoSy_World.

Η σχεδίαση και η ανάπτυξη περιέλαβε τη δημιουργία: α) του 3D CoSy_World και β) ενός εκπαιδευτικού μακρο-σεναρίου, τα οποία βρίσκονται σε μια σχέση αλληλεπίδρασης. Στη φάση αυτή λήφθηκε υπόψη η κοινωνική διάσταση της μάθησης αλλά και η δημιουργία κατάλληλων συνθηκών για αποτελεσματική συνεργατική μάθηση. Για αυτόν το λόγο, αξιοποιήθηκαν οι παιδαγωγικές αρχές της Γνωστικής Μαθητείας (Cognitive Apprenticeship) (Σχήμα 3.16) αλλά και οι στρατηγικές μάθησης Jigsaw και Προσομοίωση.



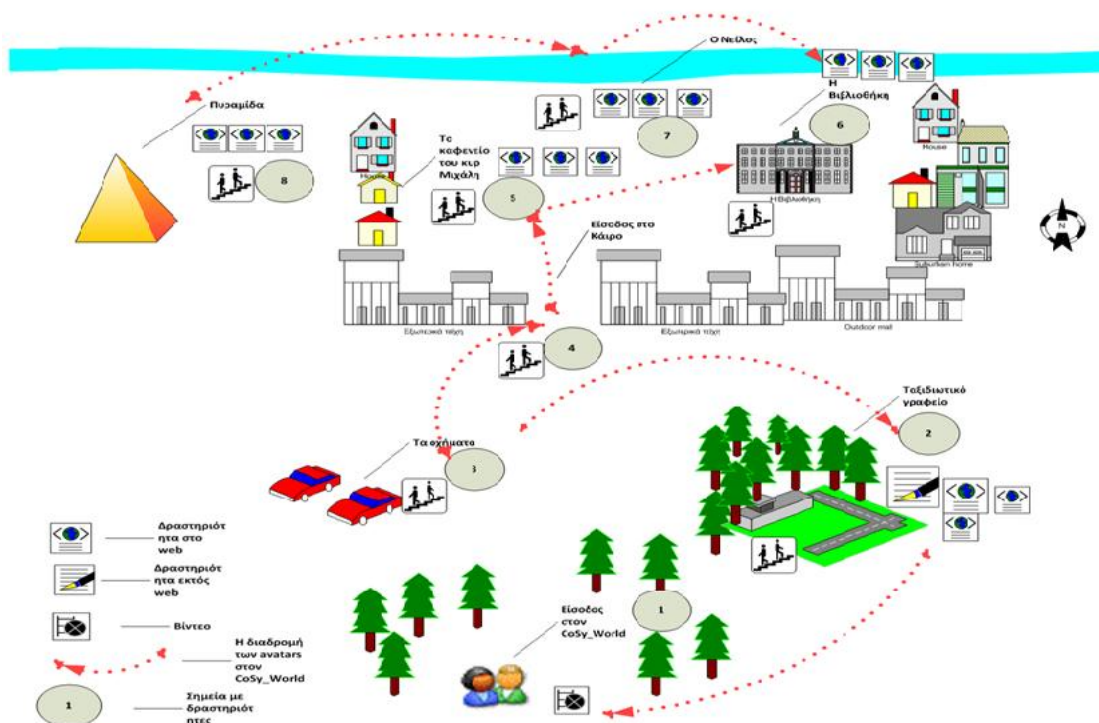
Σχήμα 3.16: Μοντέλο Γνωστικής Μαθητείας (κύρια μέρη και συστατικά) (Collins et al., 1991).

Στη συνέχεια, έγινε εφαρμογή δύο διδακτικών παρεμβάσεων σε μαθητές της Ε΄ και Στ΄ Τάξης αντίστοιχα Δημοτικού Σχολείου. Οι Διδακτικές Παρεμβάσεις έγιναν στο πλαίσιο του μαθήματος των Μαθηματικών και συγκεκριμένα αφορούσαν κυρίως στις ενότητες που συνδέονταν με τη διδασκαλία των κλασματικών αριθμών.

Ακολούθησε η αξιολόγηση των διδακτικών παρεμβάσεων και η εξαγωγή συνολικών συμπερασμάτων. Προσδιορίστηκαν κριτήρια και αποτιμήθηκαν δείκτες που αφορούσαν στην αποτελεσματικότητα της συνεργατικής μάθησης και συνδέονταν με την εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία αυτή.

3.3 Σχεδιασμός και Ανάπτυξη: Αρχιτεκτονική του 3D CoSy_World

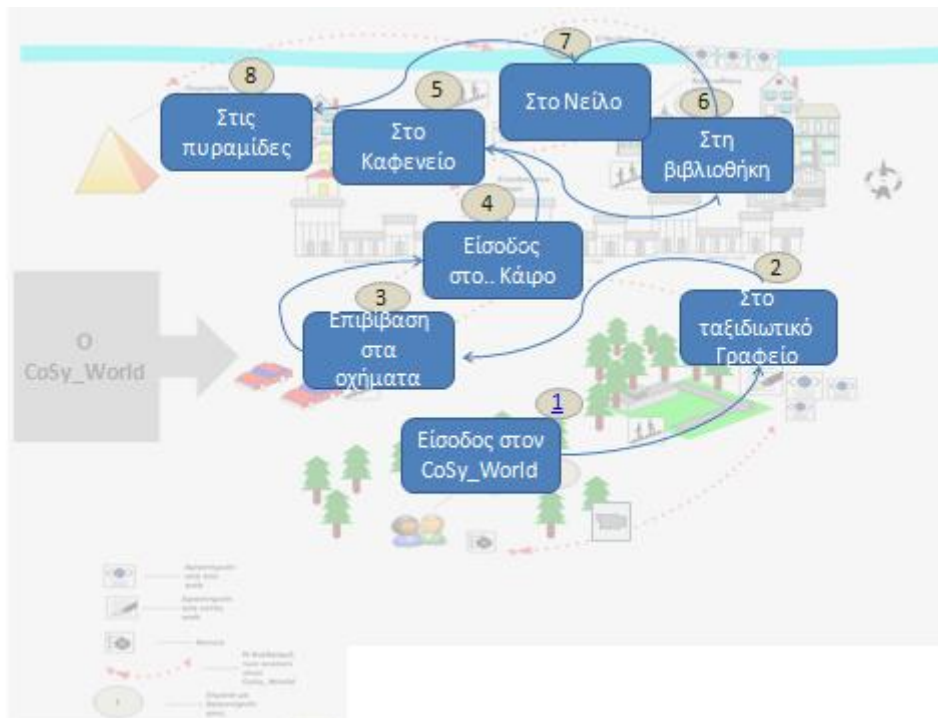
Ο CoSy_World, όπως προαναφέρθηκε, δημιουργήθηκε στην πλατφόρμα του Active Worlds (<http://www.activeworlds.com/>). Αποτελείται από δύο βασικές περιοχές: ένα ταξιδιωτικό γραφείο και την πόλη του Αρχαίου Καΐρου (Σχήμα 3.17). Η ιδέα του χτισίματος της πόλης του Αρχαίου Καΐρου συνδέεται με το ότι οι πρώτοι κλασματικοί αριθμοί δημιουργήθηκαν από την ανάγκη των κατοίκων της περιοχής να μοιράζουν τις γεωργικές τους εκτάσεις κάθε φορά μετά τις πλημμύρες του ποταμού Νείλου.



Σχήμα 3.17: Εικονική αναπαράσταση του CoSy_World.

3.3.1 Διαδρομή και Σταθμοί στον CoSy_World

Οι μαθητές (εκπροσωπούμενοι από avatars) συναντιούνται μέσα στον κόσμο αυτό και περνούν από διάφορους Σταθμούς (Σχήμα 3.18). Σχηματίζουν ομάδες, συνεργάζονται και αλληλεπιδρούν προκειμένου να επιλύσουν προβλήματα και να εκτελέσουν δραστηριότητες που συνδέονται κυρίως με την κατανόηση βασικών κλασματικών εννοιών.



Σχήμα 3.18: Η διαδρομή και οι Σταθμοί στον CoSy_World.

Στο Σταθμό 1 οι μαθητές και ο εκπαιδευτικός συναντιούνται για πρώτη φορά στον 3D εικονικό κόσμο (Σχήμα 3.19).



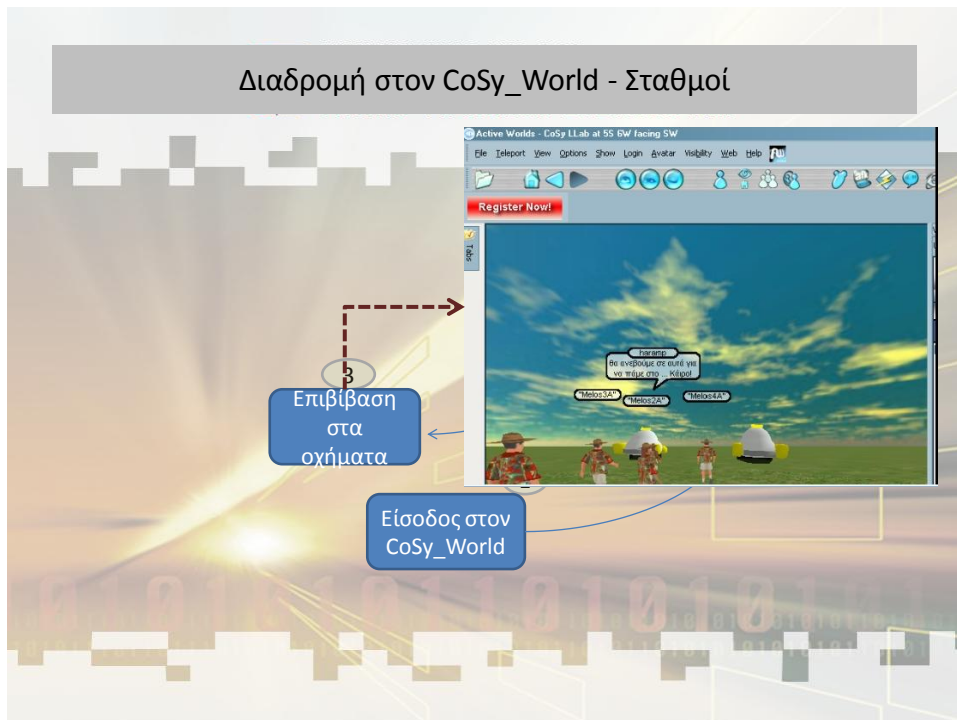
Σχήμα 3.19: Σταθμός 1 στον 3D CoSy_World.

Στο Σταθμό 2 συναντούν ένα ταξιδιωτικό γραφείο όπου τους προτείνονται διάφορα πακέτα ταξιδιών και καλούνται να αποφασίσουν για το πιο οικονομικό ταξίδι (Σχήμα 3.20).



Σχήμα 3.20: Σταθμός 2 στον 3D CoSy_World.

Στο Σταθμό 3 συγκεντρώνονται για να επιβιβαστούν στα οχήματα και να μεταβούν στη χώρα που επέλεξαν (Σχήμα 3.21).



Σχήμα 3.21: Σταθμός 3 στον 3D CoSy_World.

Στη συνέχεια, κατευθύνονται προς την είσοδο της πόλης του Καΐρου (Σταθμός 4) στην οποία θα περιηγηθούν (Σχήμα 3.22).



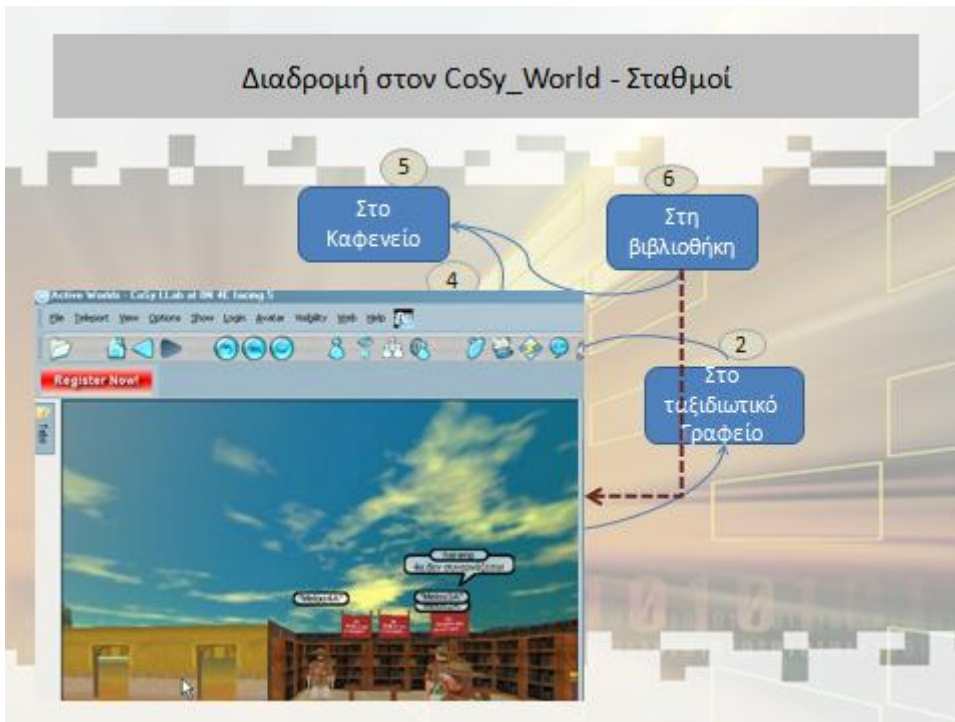
Σχήμα 3.22: Σταθμός 4 στον 3D CoSy_World.

Ακολουθεί ο Σταθμός 5, όπου υπάρχει το παραδοσιακό καφενείο του Κυρ Μιχάλη και δραστηριότητες τις οποίες οι μαθητές πρέπει με συνεργασία να επιλύσουν (Σχήμα 3.23).



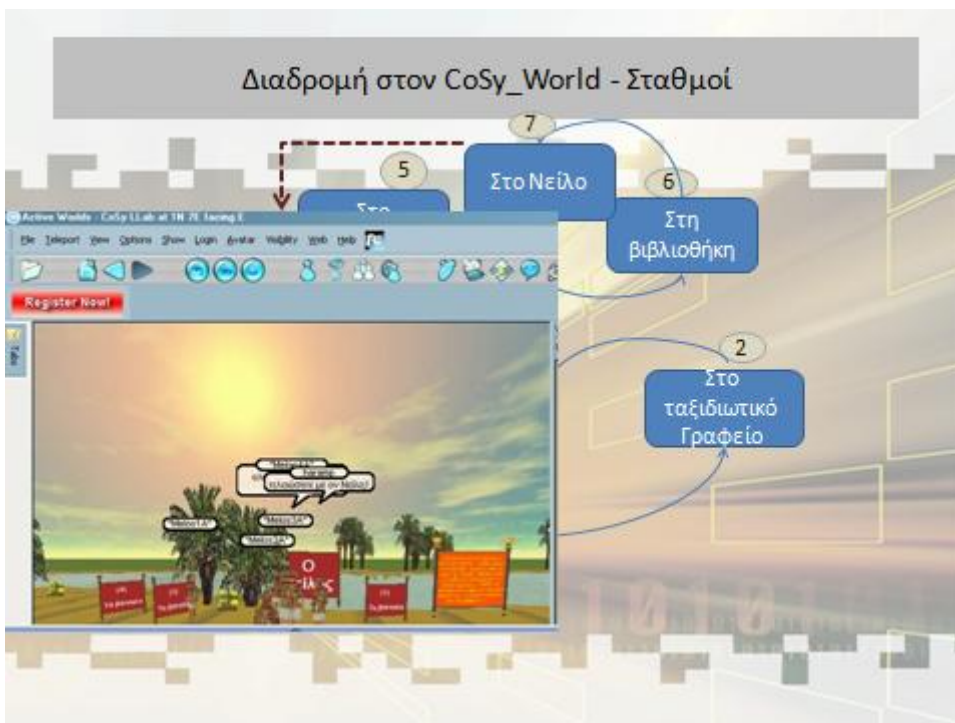
Σχήμα 3.23: Σταθμός 5 στον 3D CoSy_World.

Ακολουθεί ο Σταθμός 6, με τη Βιβλιοθήκη και επίσης με μια σειρά δραστηριοτήτων που πρέπει να επιλύσουν συνεργαζόμενοι (Σχήμα 3.24).



Σχήμα 3.24: Σταθμός 6 στον 3D CoSy_World.

Στη συνέχεια του ταξιδιού τους (Σταθμός 7), οι μαθητές βρίσκονται στην άκρη του Νείλου ποταμού (Σχήμα 3.25).



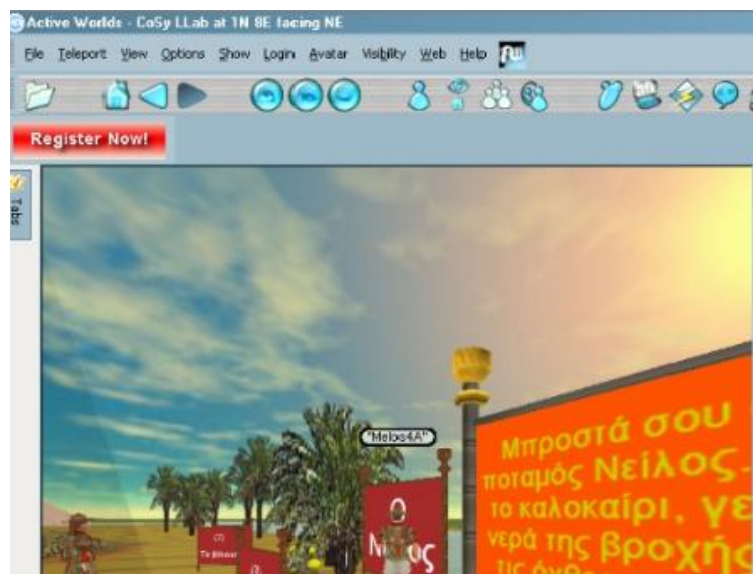
Σχήμα 3.25: Σταθμός 7 στον 3D CoSy_World.

Η περιήγηση στο Κάιρο ολοκληρώνεται με την επίσκεψη των μαθητών στις πυραμίδες (Σταθμός 8)(Σχήμα 3.26).



Σχήμα 3.26: Σταθμός 8 στον 3D CoSy_World.

Θα πρέπει επίσης να αναφερθεί ότι καθώς οι μαθητές ταξιδεύουν και περιηγούνται στον 3D εικονικό κόσμο, συναντούν πινακίδες πάνω στις οποίες αναγράφονται διάφορες πληροφορίες για τη ζωή των κατοίκων του Αρχαίου Καΐρου. Για παράδειγμα, κοντά στο Νείλο υπάρχει πινακίδα που τους ενημερώνει για τις πλημμύρες του ποταμού και τις συνέπειες για τους κατοίκους της εποχής εκείνης (Σχήμα 3.27).



Σχήμα 3.27: Πληροφορίες για τις πλημμύρες του ποταμού Νείλου στον CoSy_World.

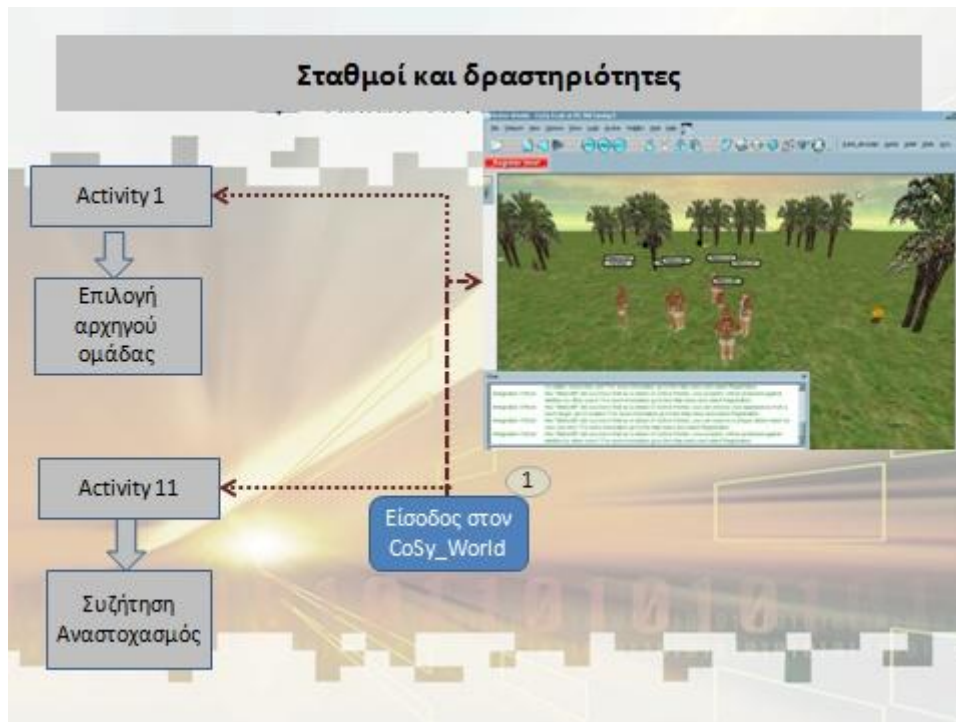
3.3.2 Σταθμοί και Δραστηριότητες στον CoSy_World

Καθώς οι ομάδες των μαθητών περνούν από τους διάφορους σταθμούς καλούνται να επιλύσουν διάφορες δραστηριότητες, προκειμένου να ολοκληρώσουν το ταξίδι τους. Η ολοκλήρωση του ταξιδιού τους σημαίνει ότι οι μαθητές πρέπει να εκτελέσουν ένα συγκεκριμένο σενάριο στο οποίο θα είναι οι ίδιοι πρωταγωνιστές και το οποίο περιγράφεται στην ενότητα 3.5.

Συνοπτικά, οι δραστηριότητες περιγράφονται παρακάτω, αλλά και στην ενότητα 3.5 όπου δίνονται ενσωματωμένες στην περιγραφή του σεναρίου. Η γενικότερη φιλοσοφία τους συνάδει με τις αρχές της ρεαλιστικής θεωρίας, για την οποία έχουμε αναφερθεί στην υποενότητα 2.3.2.1. Θυμίζουμε ότι σύμφωνα με τη θεωρία αυτή, ένα πρόβλημα «εμπλαισιωμένο» σε μια ιστορία μπορεί να γίνει ένα σπουδαίο διδακτικό εργαλείο που να συμβάλλει κυρίως στη δόμηση της γνώσης μέσα από συνθήκες διαπραγμάτευσης - από και προς το πρόβλημα (Bransford et al., 1990; Hung et al., 2004; Jonassen, 2003). Στο πλαίσιο της ρεαλιστικής μαθηματικής εκπαίδευσης, «τα μαθηματικά είναι μια ανθρώπινη δραστηριότητα» και σαν τέτοια «μαθαίνω μαθηματικά» σημαίνει «κάνω μαθηματικά και επιλύω προβλήματα καθημερινής πραγματικότητας» (contextual problems) (Freudenthal, 1973).

Η εμπλαίσωση στην καθημερινή πραγματικότητα στην παρούσα περίπτωση ενισχύεται κι από διάφορα ενσωματωμένα κείμενα στον CoSy_World που συνάδουν με τη ροή του προτεινόμενου σεναρίου.

Η Δραστηριότητα 1 (στο Σταθμό 1) συνδέεται με την επιλογή αρχηγού της κάθε ομάδας των avatars που βρίσκονται στον 3D CoSy_World (Σχήμα 3.28). Στον ίδιο σταθμό εκτελείται στο τελευταίο στάδιο της βιωματικής αυτής εμπειρίας και η Δραστηριότητα 11, όπου οι μαθητές συζητούν και αναστοχάζονται πάνω στο διαφορετικό αυτό ταξίδι τους και στις δραστηριότητες που έχουν εκτελέσει.



Σχήμα 3.28: Εικόνα από το σημείο εκτέλεσης της Δραστηριότητας 1 στον CoSy_World.

Όταν οι μαθητές βρίσκονται στο ταξιδιωτικό γραφείο σύμφωνα με τις ανάγκες του σεναρίου καλούνται να εκτελέσουν τις Δραστηριότητες 2, 3, 4 προκειμένου να αποφασίσουν για το οικονομικότερο ταξίδι (Σχήμα 3.29). Στην πραγματικότητα πρόκειται για μια σειρά προβλημάτων τεσσάρων πράξεων που η φιλοσοφία τους συνάδει με τις αρχές της ρεαλιστικής θεωρίας και των προβλημάτων πλαισίου, όπως προαναφέρθηκε (υποενότητα 2.3.2.1). Για την επίλυσή τους προτείνεται οι μαθητές να ακολουθήσουν τα βήματα (Ernest, 2000; Mayer, 2003; Polya, 1957; Schoenfeld, 1994) (βλέπε υποενότητα 2.3.2 και Παράρτημα 1):

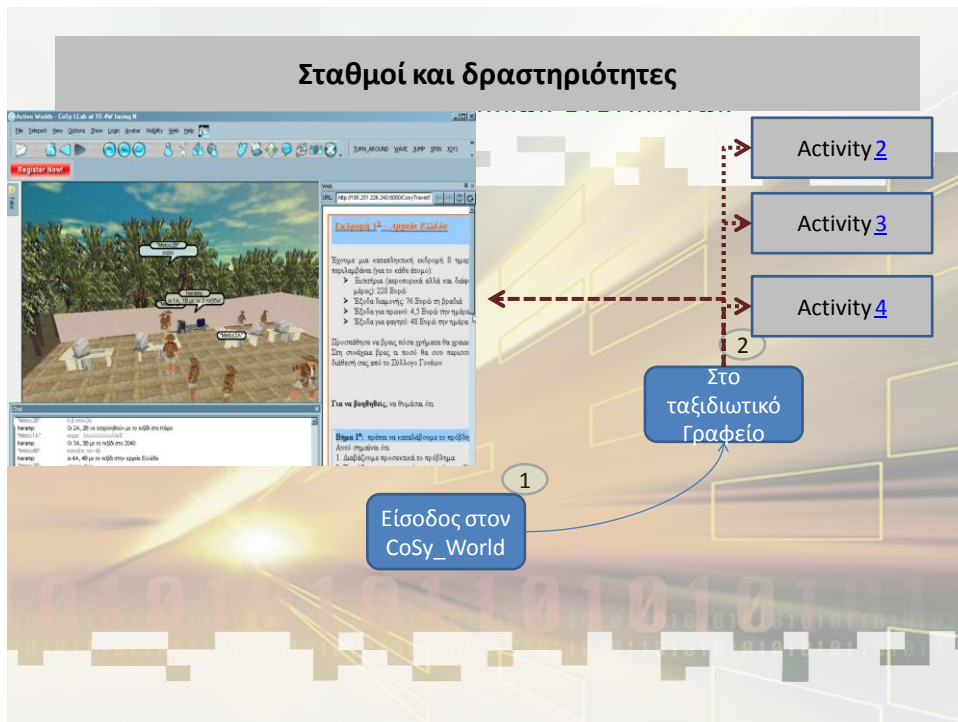
Βήμα 1^ο: πρέπει να καταλάβουμε το πρόβλημα

Βήμα 2^ο: προσπαθούμε να σκεφτούμε πώς θα το λύσουμε

Βήμα 3^ο: το λύνουμε με τον τρόπο που σκεφτήκαμε

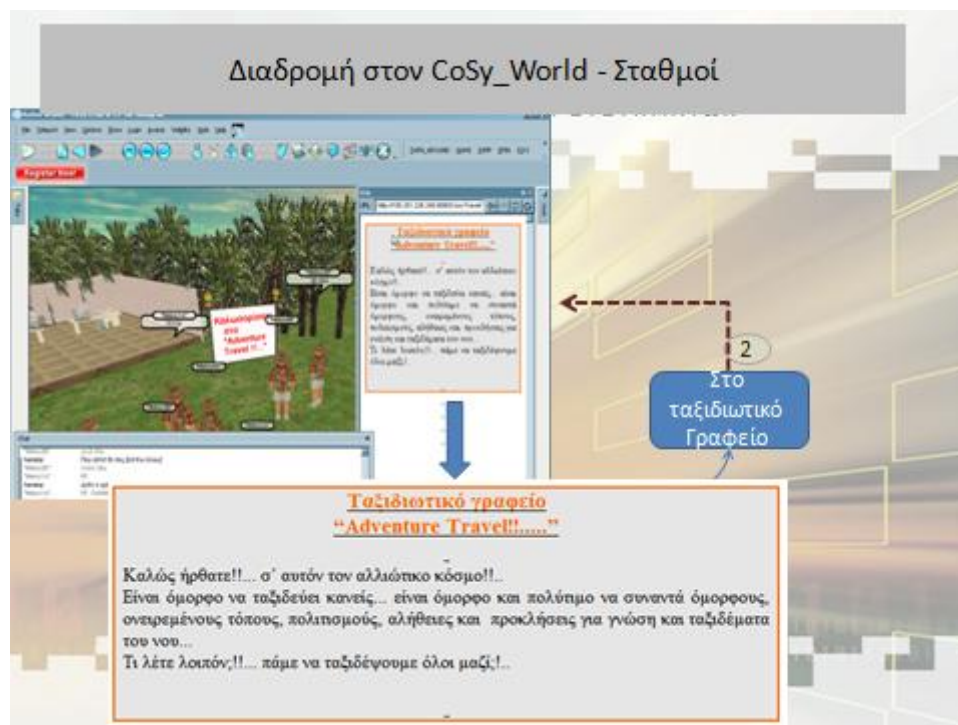
Βήμα 4^ο: είναι καλό να ξαναδούμε και να επανεξετάσουμε τη λύση

Επίσης, δίνονται στις ομάδες των μαθητών αντίστοιχα φύλλα εργασίας (Παράρτημα 2) για να βοηθηθούν στην επίλυση των προβλημάτων.



Σχήμα 3.29: Εικόνα από το σημείο εκτέλεσης της Δραστηριότητας 2 στον CoSy_World.

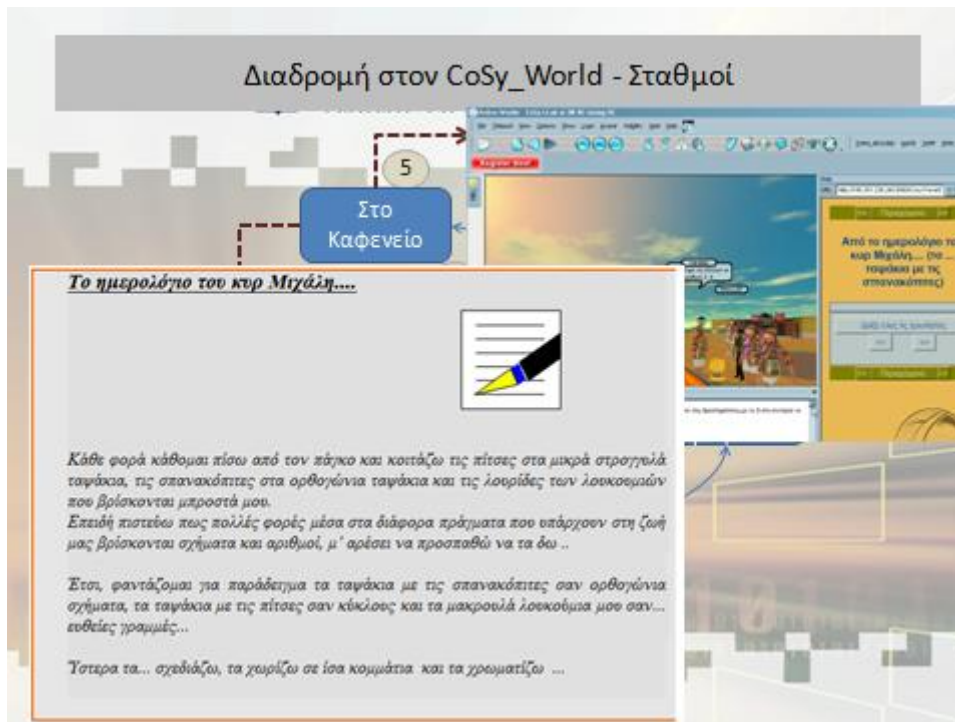
Όταν τα παιδιά εισέρχονται στο ταξιδιωτικό γραφείο υπάρχει σχετικό καλωσόρισμα (Σχήμα 3.30).



Σχήμα 3.30: Εικόνα από το Σταθμό Ταξιδιωτικό Γραφείο.

Στο σταθμό Καφενείο βρίσκονται οι Δραστηριότητες 5,6,7 στις οποίες απεικονίζονται βασικές κλασματικές έννοιες μέσα από μια σειρά ποικίλων αναπαραστάσεων.

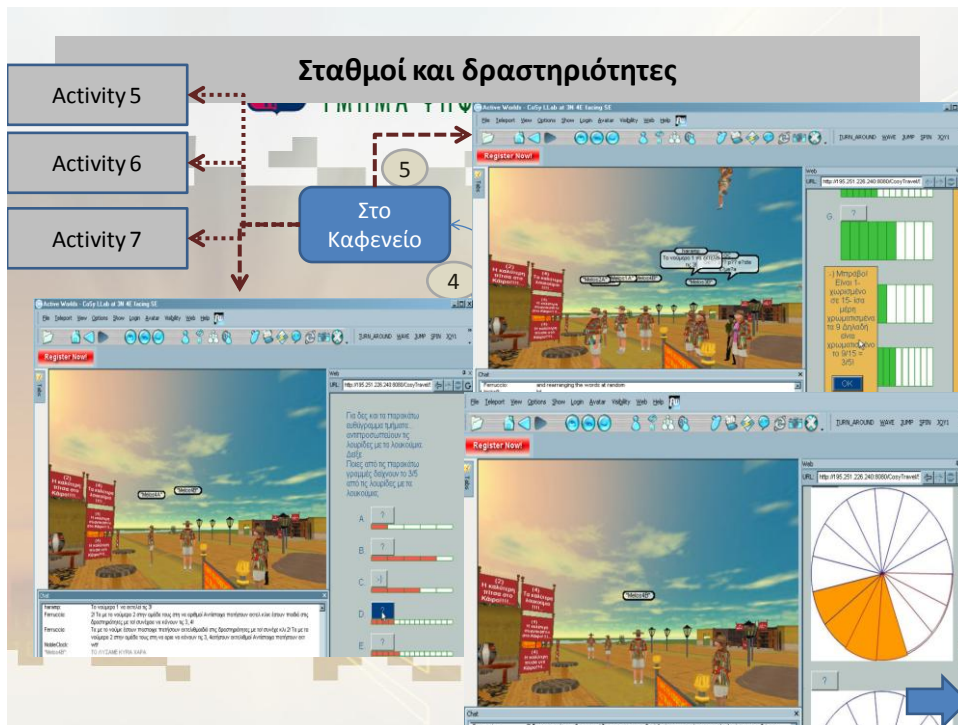
Ταυτόχρονα, οι μαθητές διαβάζουν και το ημερολόγιο του κυρ Μιχάλη, του ιδιοκτήτη του Καφενείου (Σχήμα 3.31).



Σχήμα 3.31: Σκέψεις από το ημερολόγιο του κυρ Μιχάλη στο Σταθμό Καφενείο.

Για τη δημιουργία των συγκεκριμένων Δραστηριοτήτων λάβαμε υπόψη τη σημασία των αναπαραστάσεων για την επίλυση μαθηματικών προβλημάτων (βλέπε υποενότητα 2.3.2.2) αλλά και την ιδιαίτερη σημασία που έχουν οι αναπαραστάσεις στην κατανόηση βασικών μαθηματικών εννοιών όπως τα κλάσματα (βλέπε υποενότητα 2.3.3.2).

Συγκεκριμένα, στην ομάδα Δραστηριοτήτων 5,6,7 (Σχήμα 3.32) γίνεται αναγνώριση της έννοιας του κλάσματος ως μέρους όλου επιφάνειας μέσα από διαφορετικά συστήματα αναπαραστάσεων (κύκλους, παραλληλόγραμμα, ευθύγραμμα τμήματα) (στάδιο 1°, Janvier, 1987).



Σχήμα 3.32: Εικόνες από τις δραστηριότητες 5,6,7 στον CoSy_World.

Περισσότερα ενδεικτικά παραδείγματα των ομάδων των Δραστηριοτήτων 5,6,7 βρίσκονται στο Παράρτημα 3.

Επίσης, μέσα από την ομάδα Δραστηριοτήτων 9 (Σχήμα 3.33) γίνεται αναγνώριση της έννοιας του κλάσματος ως μέρους όλου συνόλου αντικειμένων (σταθμός Νείλος), μέσα από συστήματα αναπαραστάσεων (σύνολα από βότσαλα) (στάδιο 1^ο, Janvier, 1987).

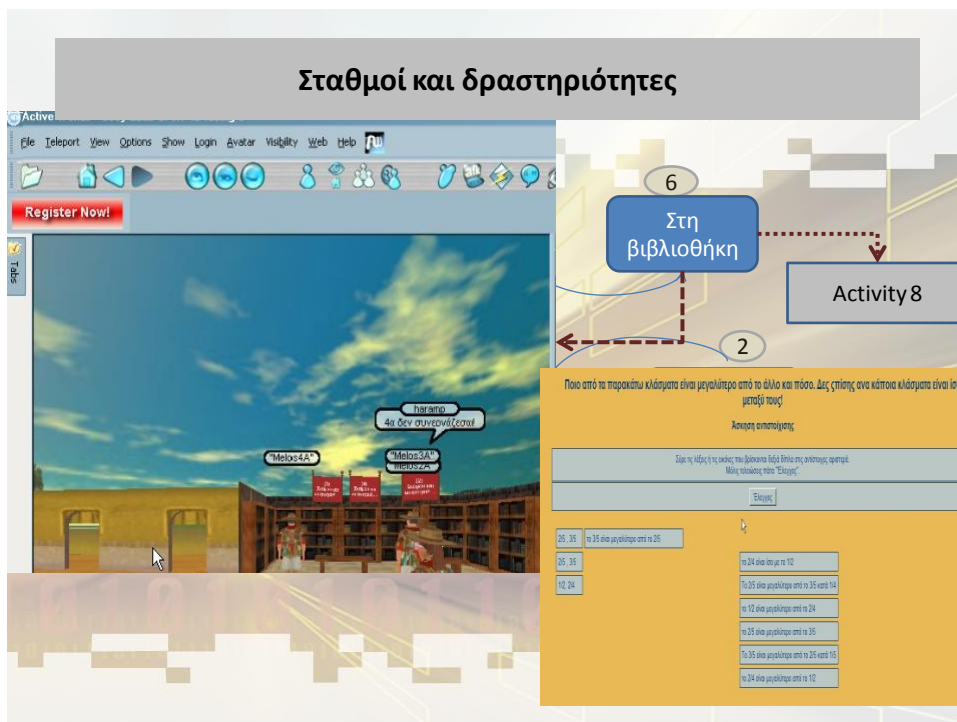


Σχήμα 3.33: Εικόνες από τις δραστηριότητες 9 στον CoSy_World.

Ενδεικτικό παράδειγμα από την ομάδα Δραστηριοτήτων 9 δίνεται και στο Παράρτημα 3.

Ομοίως, στο Σταθμό Βιβλιοθήκη (Σχήμα 3.34) υπάρχει διαστρωμάτωση ομάδας Δραστηριοτήτων 8 που συνδέονται και πάλι με το σημαντικό ρόλο των αναπαραστάσεων στην επίλυση μαθηματικών προβλημάτων (βλέπε υποενότητα 2.3.2.3), αλλά αντανακλούν και την ιδιαίτερη σημαντικότητα που έχουν οι αναπαραστάσεις αυτές στην κατανόηση βασικών μαθηματικών εννοιών όπως τα κλάσματα (βλέπε υποενότητα 2.3.3.2).

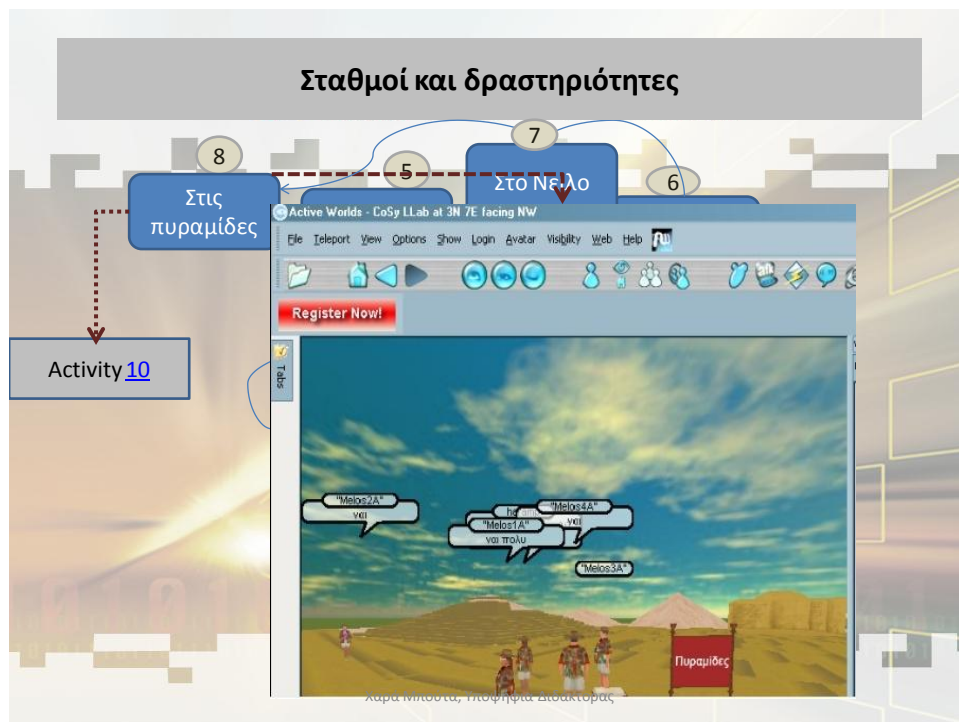
Στην ομάδα Δραστηριοτήτων 8 γίνεται ευέλικτος χειρισμός της έννοιας του κλάσματος ως μέρους όλου, αλλά και της έννοιας της ισοδυναμίας ανάμεσα σε ποιοτικά διαφορετικές αναπαραστάσεις της (δραστηριότητες αντιστοίχισης) (στάδιο 2^ο, Janvier, 1987).



Σχήμα 3.34: Εικόνα από τις Δραστηριότητες 8 στον CoSy_World.

Ενδεικτικό παράδειγμα από την ομάδα Δραστηριοτήτων 8 δίνεται και στο Παράρτημα 3.

Η τελευταία Δραστηριότητα βρίσκεται κοντά στις πυραμίδες (Σχήμα 3.35). Η κάθε ομάδα παιδιών βρίσκει έναν πάπυρο μέσα από τον οποίο καλούνται να μεταφράσουν κλασματικές έννοιες μέσα από διάφορα συστήματα αναπαραστάσεων.



Σχήμα 3.35: Εικόνα από το σημείο εκτέλεσης της δραστηριότητας 10 στον CoSy_World.

Η ομάδα Δραστηριοτήτων 10 έχει σαν σκοπό την απόκτηση ικανότητας μετάφρασης της έννοιας του κλάσματος ως μέρους όλου αλλά και της έννοιας της ισοδυναμίας, από ένα σύστημα αναπαράστασης στο άλλο (φύλλο εργασίας 4, Παράρτημα 2: όπου τα παιδιά καλούνται να συμπληρώσουν άλλοτε συμβολική, άλλοτε διαγραμματική και άλλοτε λεκτική αναπαράσταση μιας κλασματικής έννοιας) (στάδιο 3^ο, Janvier, 1987).

Ο ρόλος των Σταθμών και των Δραστηριοτήτων στην παρούσα ερευνητική πρόταση αναδεικνύεται και μέσα από την περιγραφή του προτεινόμενου διδακτικού σεναρίου που περιγράφεται στην ενότητα 3.5 αλλά και στην υποενότητα 3.4.4.

3.4 Σχεδιασμός και Ανάπτυξη: Οι αρχές και τα μοντέλα διδασκαλίας της Γνωστικής Μαθητείας στον online 3D CoSy_World

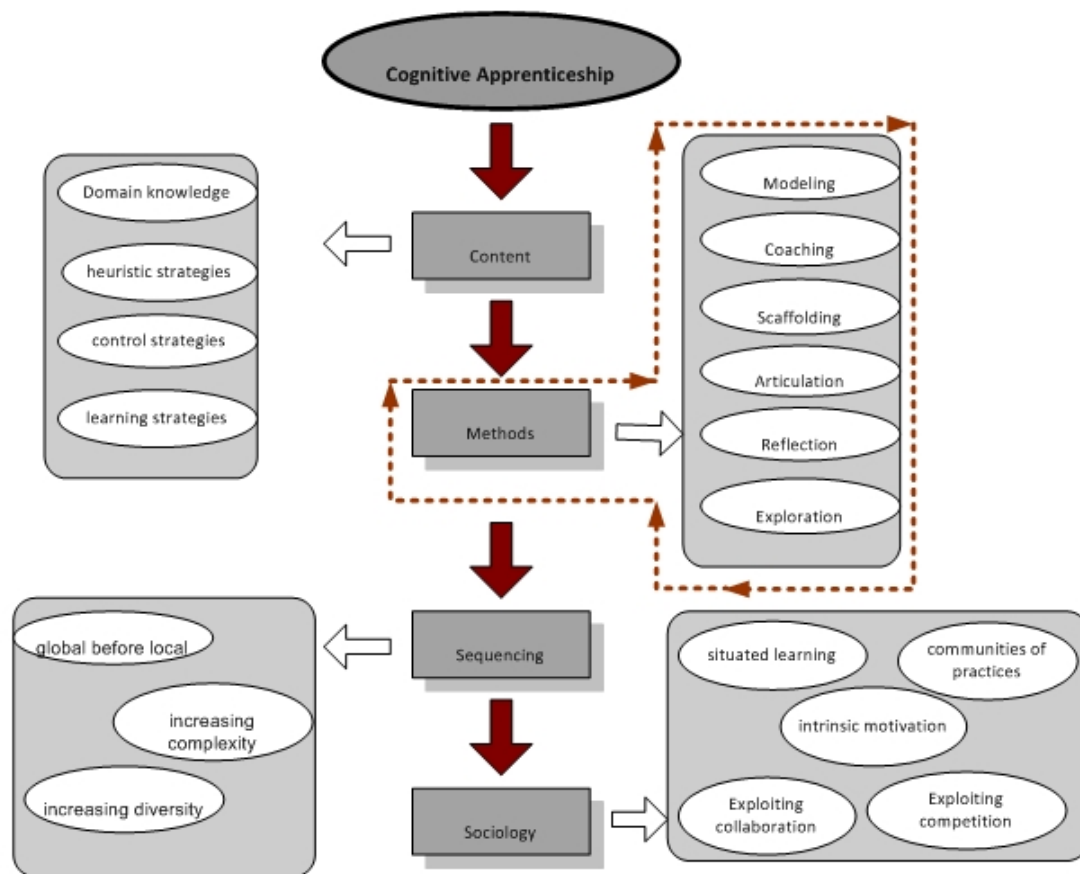
Επίσης, όπως έχουμε ήδη αναφέρει ο 3D CoSy_World και το προτεινόμενο μακρο-σενάριο σχεδιάστηκαν και αναπτύχθηκαν αξιοποιώντας τις διδακτικές αρχές της Γνωστικής Μαθητείας. Οι λόγοι που επιλέξαμε τη συγκεκριμένη θεωρία περιγράφονται και αναλύονται παρακάτω.

Η Θεωρία της Γνωστικής Μαθητείας η οποία παρουσιάστηκε στην υποενότητα 2.2.1.5 μπορεί να αποτελέσει θεωρητικό πλαίσιο για μια καλά δομημένη διδακτική εμπειρία μέσα από ένα περιβάλλον μάθησης υποστηριζόμενο από υπολογιστή (Cawthon Walden & Jones, 2010; Ghafaili, 2003; Oriol, Tumulty & Snyder, 2010).

Η Θεωρία της Γνωστικής Μαθητείας στηρίζεται κυρίως στην άποψη που θέλει το άτομο να μαθαίνει καλύτερα με φυσικό τρόπο. Για το λόγο αυτό, προκειμένου να αποκτηθεί μια συγκεκριμένη δεξιότητα πρέπει το άτομο να εργάζεται παράλληλα με τον ειδικό (expert) αλλά και μέσα στο περιβάλλον εργασίας του (παραδοσιακή μαθητεία). Ωστόσο, η μαθητεία, προκειμένου να υποστηρίξει τη μάθηση στο πλαίσιο μιας σχολικής εμπειρίας, αποκτά τα χαρακτηριστικά της γνωστικής μαθητείας.

Το θεωρητικό πλαίσιο της Θεωρίας της Γνωστικής Μαθητείας, όπως έχουμε ήδη αναφέρει (υποενότητα 2.2.1.5), έχει τέσσερα βασικά συστατικά στοιχεία, το καθένα από τα οποία συνεισφέρει στην αποτελεσματικότητα της θεωρίας αυτής (Σχήμα 3.36): το περιεχόμενο της γνώσης και των στρατηγικών μάθησης (content), τις μεθόδους διδασκαλίας (methods), την αλληλουχία των δραστηριοτήτων (sequence των activities) και την κοινωνιολογία της μάθησης (sociology).

Τα συστατικά στοιχεία (Σχήμα 3.36) αντανakλούν μια σειρά από σημαντικά ιδιαίτερα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της Θεωρίας της Γνωστικής Μαθητείας (Collins et al., 1989; 1991; Ghafaili, 2003). Πρώτα απ' όλα, η θεωρία αυτή δίνει έμφαση στην κοινωνική διάσταση της μάθησης. Για το λόγο αυτό, εστιάζει στη δημιουργία κοινοτήτων μάθησης με κοινούς στόχους, υιοθέτηση ρόλων και ανάλογο καταμερισμό εργασιών (communities of practices). Η κοινότητα υποστηρίζει, κινητοποιεί και καθοδηγεί τους συμμετέχοντες στη διαδικασία της μάθησης, καθώς αυτοί σταδιακά και με αυξανόμενο βαθμό εμπλοκής συμμετέχουν σε μια σειρά κοινωνικοπολιτισμικών δραστηριοτήτων. Σαν αποτέλεσμα, παρέχονται δυνατότητες για συνεργατική μάθηση ανάμεσα στα μέλη της κοινότητας. Με άλλα λόγια, διευκολύνεται η μάθηση μέσα από ένα κοινωνικό πλαίσιο που υποστηρίζει τη συνεργατική δόμηση της κατανόησης της γνώσης.



Σχήμα 3.36: Μοντέλο Γνωστικής Μαθητείας (κύρια μέρη και συστατικά) (Collins et al., 1991).

Δεύτερον, ενθαρρύνει τους συμμετέχοντες στο να γίνουν ειδικοί (experts), αφού οι ίδιοι έχουν πρόσβαση στη σκέψη των ειδικών. Δηλαδή, οι μαθητές παρατηρούν τη συμπεριφορά και τις τεχνικές των ειδικών, καθώς αυτοί επιλύουν μια δραστηριότητα ή εκτελούν ένα έργο προκειμένου να κάνουν τη σκέψη ορατή (Collins et al., 1991). Επίσης, οι μαθητές εκφράζουν τις δικές τους γνωστικές στρατηγικές στις οποίες ο ειδικός μπορεί να παρέμβει και να τις υποστηρίξει όταν χρειάζονται βελτίωση. Αυτό πετυχαίνεται μέσα από την υιοθέτηση των προτεινόμενων διδακτικών μοντέλων της Γνωστικής Μαθητείας (προτυποποίηση, καθοδήγηση, σταδιακή στήριξη, διατύπωση, αναστοχασμό, εξερεύνηση).

Τρίτον, εστιάζει στην ανάπτυξη γνωστικών και μεταγνωστικών δεξιοτήτων. Είναι ένα δυναμικό μοντέλο το οποίο όχι μόνο προάγει υψηλού επιπέδου δεξιότητες σκέψης για το μαθητή, αλλά τα μέλη της ομάδας στην οποία ο μαθητής ανήκει αποτελούν πηγή γνώσεων το ένα για το άλλο καθώς συνεργάζονται και αλληλεπιδρούν (Seo, Byk, & Collins, 2011).

Βασικός στόχος είναι, επίσης, οι μαθητές να βοηθηθούν στη γενίκευση. Αυτό σημαίνει ότι πρέπει να μάθουν πότε μια δεξιότητα μπορεί να εφαρμοστεί και πότε όχι, πότε μπορεί να εφαρμοστεί σε πλαίσιο διαφορετικών καταστάσεων και πότε όχι. Για το λόγο αυτό η θεωρία αυτή παρέχει ευκαιρίες για εφαρμογή της γνώσης μέσα από κατάλληλες στρατηγικές και αυθεντικές δραστηριότητες.

Τέταρτον, αξιοποιεί το πλαίσιο του πραγματικού κόσμου (“real world” context) ώστε να επιτευχθεί η εμπλαισιωμένη μάθηση (situated learning) για την ανάπτυξη δεξιοτήτων. Η μεγάλη πρόκληση για τη Γνωστική Μαθητεία είναι οι αφηρημένοι στόχοι των αναλυτικών προγραμμάτων σπουδών να τοποθετηθούν σε πλαίσια που έχουν νόημα για τους μαθητές. Έτσι, ουσιαστικά παρέχει μια προσομοίωση της κοινωνικής διάστασης της μάθησης. Επίσης, προσφέρει ευελιξία στη δόμηση της γνώσης και δυνατότητες για ποικίλες αλληλεπιδράσεις σε αντίθεση με τους συμβατικούς τρόπους διδασκαλίας και τα βιβλία που χρησιμοποιούνται στις παραδοσιακές σχολικές τάξεις.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της Θεωρίας της Γνωστικής Μαθητείας (Collins et al., 1989; 1991; Ghafaili, 2003) υποστηρίζουμε ότι μια τέτοια θεωρία μπορεί να αποτελέσει ένα ολοκληρωμένο θεωρητικό πλαίσιο για μια καλά δομημένη εκπαιδευτική/διδακτική εμπειρία μέσα από ένα online 3D εικονικό περιβάλλον.

Πίνακας 3.20: Γνωστική Μαθητεία και 3D περιβάλλοντα μάθησης.

Θεωρία Γνωστικής Μαθητείας (ιδιαίτερα χαρακτηριστικά)	3D εικονικά περιβάλλοντα (ιδιαίτερα χαρακτηριστικά)
Δίνει έμφαση στην κοινωνική διάσταση της μάθησης.	Διευκολύνουν: Τη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης και τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των μαθητών.
Επιδιώκει να κάνει τη σκέψη ορατή.	Προσφέρουν: Ποικιλία μορφών επικοινωνίας (chat, voice chat, telegrams, teleports). Δυνατότητες για αξιοποίηση ποικίλων μορφών αναπαραστάσεων.
Αναπτύσσει γνωστικές και μεταγνωστικές δεξιότητες.	Παρέχουν: Ποικιλία συνθηκών για ανάπτυξη υψηλού επιπέδου δεξιοτήτων και αλληλεπιδράσεων μεταξύ των μαθητών.
Παρέχει πλαίσιο πραγματικού κόσμου και συνθήκες εμπλαισιωμένης μάθησης.	Προσφέρουν: Βέλτιστη προσομοίωση του πραγματικού κόσμου. Αναπαραστατική πιστότητα. Υψηλή αλληλεπίδραση. Ευρύ φάσμα εφαρμογών.

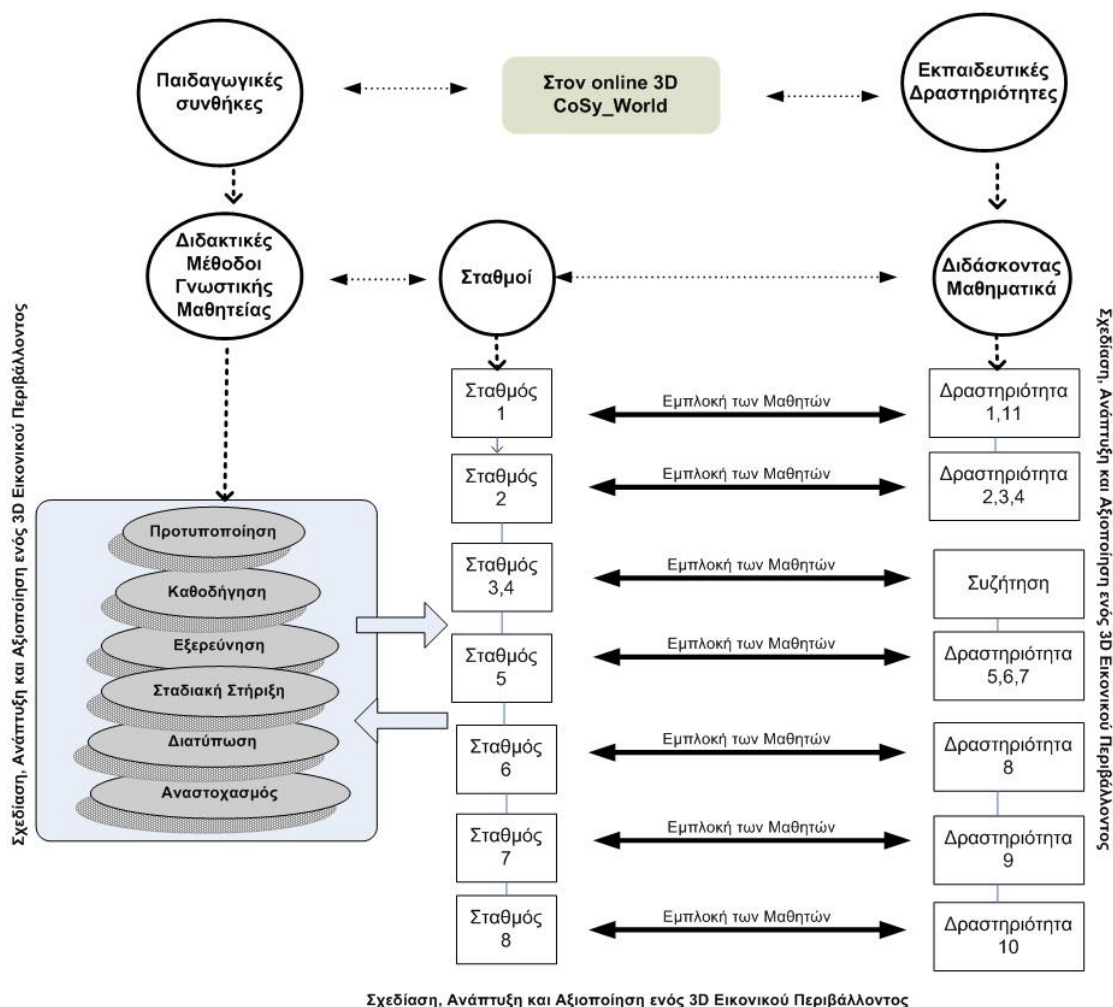
Συγκεκριμένα, τα 3D εικονικά περιβάλλοντα και η Θεωρία της Γνωστικής Μαθητείας μπορούν να λειτουργήσουν αλληλεπιδραστικά και να ενισχύσουν τη συνεργατική μάθηση μέσω υπολογιστή (Computer Supported Collaborative Learning - CSCL) (Πίνακας 3.20).

Η αλληλεπίδραση αυτή ανάμεσα στα χαρακτηριστικά της θεωρίας της γνωστικής μαθητείας και των 3D περιβαλλόντων μάθησης μπορεί να συμβάλλει ανάμεσα σε άλλα:

- α) Στη δημιουργία ενός περισσότερο αλληλεπιδραστικού και ευέλικτου προσομοιωμένου περιβάλλοντος προσφέροντας συνθήκες που να ξεπερνούν τα όρια μιας συμβατικής διδασκαλίας.
- β) Στη δημιουργία προσεκτικά σχεδιασμένων 3D online ψηφιακών προσομοιώσεων ώστε εκπαιδευτικοί και μαθητές να μοιράζονται από κοινού τις γνωστικές και μεταγνωστικές τους δεξιότητες.
- γ) Στη δυνατότητα για άμεση πρόσβαση των μαθητών στις «κρυφές δεξιότητες» των ειδικών ώστε να βοηθηθούν στην ανάπτυξη των δικών τους στρατηγικών μάθησης και στην εφαρμογή της γνώσης σε πραγματικές καταστάσεις.

3.4.1 Γνωστική Μαθητεία στον online 3D CoSy_World

Μελετώντας τις διδακτικές αρχές της Γνωστικής μαθητείας (Cognitive Apprenticeship) σχεδιάσαμε και αναπτύξαμε τον 3D εικονικό κόσμο του CoSy_World στον οποίο ενσωματώσαμε δραστηριότητες που αφορούν κυρίως στην κατανόηση κλασματικών εννοιών (Σχήμα 3.37).



Σχεδίαση, Ανάπτυξη και Αξιοποίηση ενός 3D Εικονικού Περιβάλλοντος

Σχήμα 3.37: Παιδαγωγικές συνθήκες και εκπαιδευτικές δραστηριότητες στον CoSy_World.

Συγκεκριμένα, οι αρχές αυτές αξιοποιήθηκαν όπως δείχνεται παρακάτω:

Προτυποποίηση: Στο Σταθμό 1, ο εκπαιδευτικός δείχνει ένα βίντεο με σκοπό να ενημερώσει τους μαθητές για την εμπειρία που πρόκειται να βιώσουν, πώς θα πρέπει να εργαστούν σε ομάδες στον CoSy_World και τι είδους δραστηριότητες θα αντιμετωπίσουν (Σχήμα 3.38). Επίσης, κάνει μια μικρή επίδειξη στον CoSy_World (εισέρχεται στον CoSy_World, κινείται, χειρονομεί, γράφει στον chat χώρο, προσδιορίζει το ρόλο του).

Προτυποποίηση στη Γνωστική Μαθητεία

Προτυποποίηση στον CoSy_World

Δείχνει πώς μια διαδικασία εκτυλίσσεται και εξηγεί γιατί συμβαίνει



Εκπαιδευτικός: Εκθέτει ένα video για να ενημερώσει τους μαθητές σχετικά με την εμπειρία, την πορεία που θα ακολουθήσουν, πώς θα σχηματίσουν ομάδες, πώς οι δραστηριότητες επιλύονται, ποιος ο σκοπός

Μαθητές: παρακολουθούν, ακούνε, αντιλαμβάνονται, συζητούν με τον εκπαιδευτικό

CoSy_World: προσφέρει ένα 3D περιβάλλον που προσομοιώνει την πραγματικότητα με το βέλτιστο δυνατό τρόπο

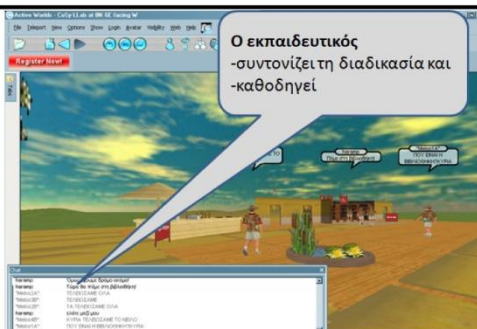
Σχήμα 3.38: Προτυποποίηση στον CoSy_World.

Καθοδήγηση: Ο εκπαιδευτικός αναπαριστάται από avatar μέσα από το οποίο εκπροσωπεί το ρόλο του ταξιδιωτικού πράκτορα. Συντονίζει τη διαδικασία και τις συζητήσεις, καθοδηγεί και λειτουργεί άμεσα αφού είναι ο ειδικός σε οτιδήποτε προκύψει. Σαν αποτέλεσμα, απαντά σε ερωτήσεις, παρέχει ανατροφοδότηση, δίνει οδηγίες, ενθαρρύνει και υπενθυμίζει στους μαθητές οτιδήποτε εκείνοι χρειάζονται. Για την άμεση παρέμβαση χρησιμοποιεί την επικοινωνία μέσω chat, δυνατότητα της πλατφόρμας του Active Worlds (Σχήμα 3.39).

Καθοδήγηση στη Γνωστική Μαθητεία

Καθοδήγηση στον CoSy_World

Παρατηρείται η εκτέλεση της διαδικασίας, παρέχεται βοήθεια όπου χρειάζεται, προσφέρονται νύξεις, ανατροφοδότηση και οδηγίες




Εκπαιδευτικός: Παρατηρεί και υποστηρίζει την εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης και παρέχει ανατροφοδότηση (situated feedback)

Μαθητές: σχηματίζουν ομάδες, εκτελούν δραστηριότητες και εμπλέκονται σε διαδικασίες επίλυσης προβλημάτων

CoSy_World: προσφέρει νύξεις, ανατροφοδότηση και οδηγίες

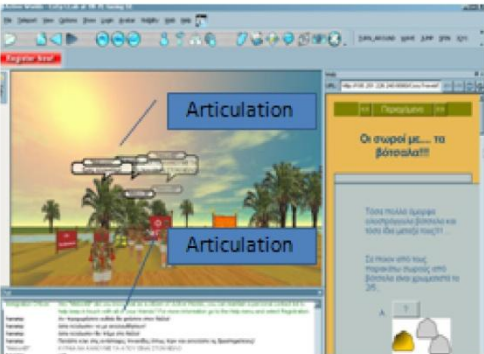
Σχήμα 3.39: Καθοδήγηση στον CoSy_World.

Σταδιακή στήριξη: Ο εκπαιδευτικός ενεργεί μέσω chat και επιχειρεί σταδιακά να μειώσει το βαθμό βοήθειας που παρέχει στους μαθητές. Η βασική επιδίωξη είναι η αυτοномηση των μαθητών στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης (Larkin 2002; Yelland & Masters, 2007) (Σχήμα 3.40).

Σταδιακή στήριξη στη Γνωστική Μαθητεία	Σταδιακή στήριξη στον CoSy_World
<p>Προσφέρει σταδιακά μειωμένη βοήθεια στην εκτέλεση δραστηριοτήτων Βοηθάει τους μαθητές να διαχειριστούν πολύπλοκες διαδικασίες</p>	 <p>Μαθητές: εκτελούν δραστηριότητες, οικειοποιούνται τις συνεργατικές στρατηγικές μάθησης Jigsaw και Προσομοίωση, αναλαμβάνουν ρόλους (ανεξάρτητο άτομο, μέλος ομάδας, ειδικός κ.λπ.) και εκτελούν δραστηριότητες</p>
	<p>Εκπαιδευτικός: υποστηρίζει την εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης μέσα από ποικιλία πρακτικών και σταδιακά μειώνει τη βοήθεια CoSy_World: Οι δραστηριότητες είναι εμπλαισωμένες σε πραγματικές συνθήκες σε ένα 3D περιβάλλον και η πολυπλοκότητά τους αυξάνεται σταδιακά.</p>

Σχήμα 3.40: Σταδιακή στήριξη στον CoSy_World.

Διατύπωση: Οι μαθητές αναπαρίστανται από avatars, υιοθετούν ρόλους και εκφράζουν τις απόψεις τους μέσω chat όταν συνεργάζονται online προκειμένου να επιλύσουν προβλήματα και δραστηριότητες ή όταν χρειάζεται να απαντήσουν σε ερωτήσεις του εκπαιδευτικού ή όταν απλά συζητούν (Σχήμα 3.41).

Διατύπωση στη Γνωστική Μαθητεία	Διατύπωση στον CoSy_World
<p>Οι μαθητές εξηγούν το τι κάνουν και υποστηρίζουν τις απόψεις τους.</p> <p>Οι μαθητές ενθαρρύνονται να εξωτερικεύουν τη σκέψη τους και τις ιδέες τους για την επίλυση προβλημάτων</p>	 <p>Μαθητές: - εκφράζουν την άποψή τους μέσω chat (Ρωτούν, απαντούν, επιχειρηματολογούν, λαμβάνουν αποφάσεις κ.λπ.) καθώς επιλύουν συνεργατικού τύπου δραστηριότητες</p>
	<p>Εκπαιδευτικός: Ενθαρρύνει τους μαθητές στο να εκφράζονται CoSy_World: προσφέρει ποικιλία δραστηριοτήτων σε πλαίσιο συνθηκών καθημερινής πραγματικότητας (προβλήματα πλαισίου, ποικιλία αναπαραστάσεων) Προσφέρει δυνατότητες εφαρμογής της μαθηματικής γνώσης στην καθημερινή ζωή</p>

Σχήμα 3.41: Διατύπωση στον CoSy_World.

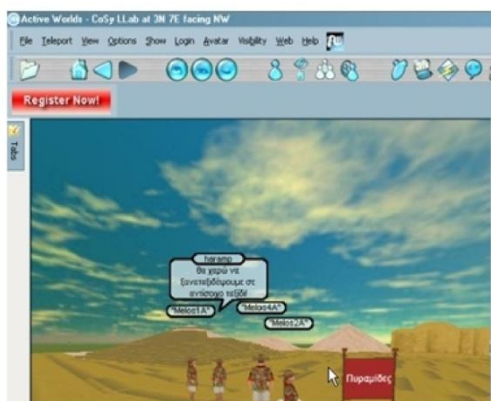
Αναστοχασμός: Οι μαθητές συζητούν σε ομάδες (chatting in groups), συγκρίνουν τις απόψεις τους όταν εκτελούν δραστηριότητες και επιλύουν προβλήματα ή όταν συζητούν για ένα θέμα (π.χ. «Ταξιδιωτικός πράκτορας: ποια η γνώμη σας για το ταξίδι που κάνατε στον CoSy_World;»). Ο εκπαιδευτικός σε εύθετο χρόνο τους δίνει σχετική ανατροφοδότηση μέσω αναστοχαστικών ερωτήσεων (Σχήμα 3.42).

Αναστοχασμός στη Γνωστική Μαθητεία	Αναστοχασμός στον CoSy_World
<p>Οι μαθητές ενθαρρύνονται στο να αναστοχαστούν πάνω στις ενέργειές τους αλλά και πάνω στη σύγκριση των ιδεών τους με τους άλλους και με τους ειδικούς</p>	<div data-bbox="574 638 1021 974"> </div> <p data-bbox="1045 638 1332 828">Εκπαιδευτικός: ανατροφοδοτεί τη διαδικασία θέτοντας ερωτήσεις αναστοχασμού όπου θεωρεί ότι η στιγμή είναι κατάλληλη.</p> <p data-bbox="1045 862 1332 1075">CoSy_World: το 3D περιβάλλον, η χρήση των avatars και των προτεινόμενων δραστηριοτήτων ενδυναμώνουν τον αναστοχασμό</p> <p data-bbox="566 1008 1029 1108">Μαθητές: συγκρίνουν τις απόψεις τους με τα άλλα μέλη της ομάδας τους αξιολογούν τις επιδόσεις τους:</p>

Σχήμα 3.42: Αναστοχασμός στον CoSy_World.

Εξερεύνηση: Οι μαθητές εξερευνούν και ανακαλύπτουν νέους τρόπους επικοινωνίας, οι οποίοι παρέχονται μέσα από το περιβάλλον προσομοίωσης του CoSy_World. Επίσης, εξερευνούν και ανακαλύπτουν εφαρμογές της μαθηματικής γνώσης σε καταστάσεις καθημερινής τους ζωής. Η αξιοποίηση ποικιλίας αναπαραστάσεων που συνδέονται με τα κλάσματα και δίνονται μέσα από προτεινόμενες δραστηριότητες βοηθά επίσης προς την κατεύθυνση αυτή (Σχήμα 3.43).

Πρωθείται η εμπλοκή των μαθητών σε καταστάσεις εξερεύνησης και ανακάλυψης. Ενισχύεται η ανεξαρτησία και η αυτονομία των μαθητών.



Μαθητές: εξερευνούν το περιβάλλον του CoSy_World, ανακαλύπτουν τη γνώση μέσα από ποικιλία δραστηριοτήτων, εφαρμόζουν τη μαθηματική γνώση σε συνθήκες καθημερινής ζωής

Εκπαιδευτικός:

Ενθαρρύνει τους μαθητές να εξερευνήσουν και να ανακαλύψουν νέα μέρη, συνεργατικές στρατηγικές και εναλλακτικούς τρόπους επίλυσης προβλημάτων

CoSy_World: Παρέχει ένα πλαίσιο πολυποίκιλο σε δραστηριότητες και συνθήκες καθημερινής ζωής

Σχήμα 3.43: Εξερεύνηση στον CoSy_World.

3.4.2 Περιεχόμενο και δραστηριότητες στον online 3D CoSy_World για τη διδασκαλία των Μαθηματικών

Σχετικά με το γνωστικό πεδίο, ο προτεινόμενος κόσμος όπως έχουμε αναφέρει σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε για τη διδασκαλία των Μαθηματικών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Ο CoSy_World υποστηρίζει την επίλυση δραστηριοτήτων που συνδέονται με καταστάσεις πραγματικής ζωής μέσα από ένα αυθεντικό πλαίσιο συνεργατικής μάθησης. Οι δραστηριότητες έχουν περιγραφεί στην υποενότητα 3.3.2.

Οι Δραστηριότητες ακολουθούν μια συγκεκριμένη σειρά και αξιοποιούν εικονικές αναπαραστάσεις με σκοπό κυρίως την κατανόηση εννοιών που συνδέονται με τους κλασματικούς αριθμούς και τις μεταξύ τους σχέσεις. Οι έρευνες δείχνουν ότι, αν και στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση αφιερώνεται πάρα πολύς χρόνος στη διδασκαλία των κλασμάτων, οι μαθητές αντιμετωπίζουν πολλές δυσκολίες σχετικά με την κατανόηση των αριθμών αυτών (Brousseau et al., 2004; Gagatsis & Shiakalli, 2004; Streefland, 1993).

Ένας μεγάλος αριθμός μελετών τονίζει τη σημαντικότητα των εικονικών αναπαραστάσεων στην κατανόηση μαθηματικών εννοιών (κλάσματα, δεκαδικοί, κ.λπ.) (Elia, Gagatsis, &

Demetriou, 2007; Panaoura, Gagatsis, Deliyianni, & Elia, 2009). Σύμφωνα με τον Janvier (1987) προκειμένου τα παιδιά να κατανοήσουν την έννοια των κλασματικών αριθμών πρέπει να αναπτύξουν: α) ικανότητα αναγνώρισης της έννοιας μέσα από ποικίλα συστήματα αναπαραστάσεων (1^ο στάδιο) β) ικανότητα ευέλικτου χειρισμού και επεξεργασίας της έννοιας μέσα σε ένα σύστημα αναπαράστασης (2^ο στάδιο) και γ) ικανότητα μετάφρασης της έννοιας από το ένα σύστημα αναπαράστασης στο άλλο (4^ο στάδιο). Τα βήματα αυτά καθόρισαν επίσης τη σειρά με την οποία οι δραστηριότητες τοποθετήθηκαν στον CoSy_World. Συγκεκριμένα, τα avatars συμμετείχαν στην επίλυση ομάδων δραστηριοτήτων καθώς έφταναν με τη σειρά στους ακόλουθους σταθμούς: α) στο Καφενείο και στο Νείλο (Σταθμοί 5, 7) β) στη βιβλιοθήκη (Σταθμός 6 γ) στην πυραμίδα (Σταθμός 8).

Ο σκοπός της πρώτης ομάδας Δραστηριοτήτων συνδέεται με την αναγνώριση της έννοιας βασικών κλασματικών αριθμών ως μέρους όλου επιφάνειας (Σταθμός 5 - στο Καφενείο) (Σχήμα 3.44) και ως μέρος όλου ομάδας πραγμάτων (Σταθμός 7- στο Νείλο) μέσα από ποικίλα συστήματα αναπαραστάσεων (κύκλους, παραλληλόγραμμα, ευθύγραμμα σχήματα, σύνολα από βότσαλα (1^ο στάδιο – βλέπε Janvier, 1987). Επίσης, οι μαθητές αναγνωρίζουν την έννοια της ισοδυναμίας των κλασμάτων μέσα από διάφορα συστήματα αναπαραστάσεων (κύκλους, παραλληλόγραμμα, ευθύγραμμα σχήματα, σύνολα από βότσαλα (1^ο στάδιο – βλέπε Janvier, 1987).



Σχήμα 3.44: Παράδειγμα δραστηριοτήτων που συνδέονται με την αναγνώριση κλασματικών εννοιών μέσα από διάφορα συστήματα αναπαραστάσεων (στο Σταθμό Καφενείο).

Ο σκοπός της δεύτερης ομάδας Δραστηριοτήτων (Σταθμός 6 - στη Βιβλιοθήκη) είναι ο ευέλικτος χειρισμός και η επεξεργασία της έννοιας του κλάσματος ως μέρους όλου, καθώς επίσης και της ισοδυναμίας μέσα σε ένα σύστημα αναπαράστασης (δραστηριότητες αντιστοίχισης) (2^ο στάδιο – βλέπε Janvier, 1987).

Τέλος, ο σκοπός της τρίτης ομάδας Δραστηριοτήτων (Σταθμός 8 - στην Πυραμίδα) είναι η απόκτηση της ικανότητας μετάφρασης της έννοιας του κλάσματος ως μέρους όλου, καθώς επίσης και της ισοδυναμίας των κλασμάτων από το ένα σύστημα αναπαράστασης στο άλλο (δίνεται στους μαθητές φύλλο εργασίας 4: Παράρτημα 2) όπου τους ζητείται να δώσουν την εικονική ή συμβολική ή λεκτική αναπαράσταση κλασματικών εννοιών) (3^ο στάδιο – βλέπε Janvier, 1987).

3.4.3 Κοινωνιολογία της μάθησης: Η εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης στον online 3D CoSy_World για την κατανόηση βασικών μαθηματικών εννοιών

Στο πεδίο αυτό μελετήθηκε η εμπλοκή των μαθητών (students' engagement) στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης μέσα από τις εξής τρεις διαστάσεις της: συναισθηματική (affective), συμπεριφορική (behavioural) και γνωστική εμπλοκή (cognitive engagement) (Coates, 2007; Fredrics et al., 2004).

Η συναισθηματική εμπλοκή συνδέεται με τις δράσεις που αναπτύσσουν οι μαθητές καθώς συνεργάζονται και επιχειρούν να κατανοήσουν βασικές κλασματικές έννοιες. Οι δράσεις αυτές αντανακλούν το βαθμό στον οποίο οι μαθητές α) προσανατολίζονται στο στόχο τους (Kong et al., 2003) β) δείχνουν ενδιαφέρον (Kong et al., 2003; Connell cited in Kong et al., 2003), γ) νιώθουν ανία / παρεκκλίνουν από το στόχο (Connell cited in Kong et al, 2003), δ) εκφράζουν αξίες και συναισθήματα (Finn & Rock, 1997; Coates, 2007) σχετικά με τη μαθηματική εμπειρία που βίωσαν.

Η διάσταση της εμπλοκής των μαθητών που συνδέεται με τη συμπεριφορά αποτυπώνεται μέσα α) από την ενεργή συμμετοχή των μαθητών σε συζητήσεις (Dillenbourg & Fischer, 2007; Coates, 2007) προκειμένου να επιλύσουν δραστηριότητες που συνδέονται με την κατανόηση βασικών μαθηματικών εννοιών, καθώς επίσης και β) από τη συμμετοχή τους

σε δραστηριότητες που βρίσκονται πέρα από τις προβλέψεις του αναλυτικού προγράμματος σπουδών (extracurricular activities) (Coates, 2007; Finn & Rock, 1997) καθώς αυτοί αλληλεπιδρούν με τον 3D CoSy_World.

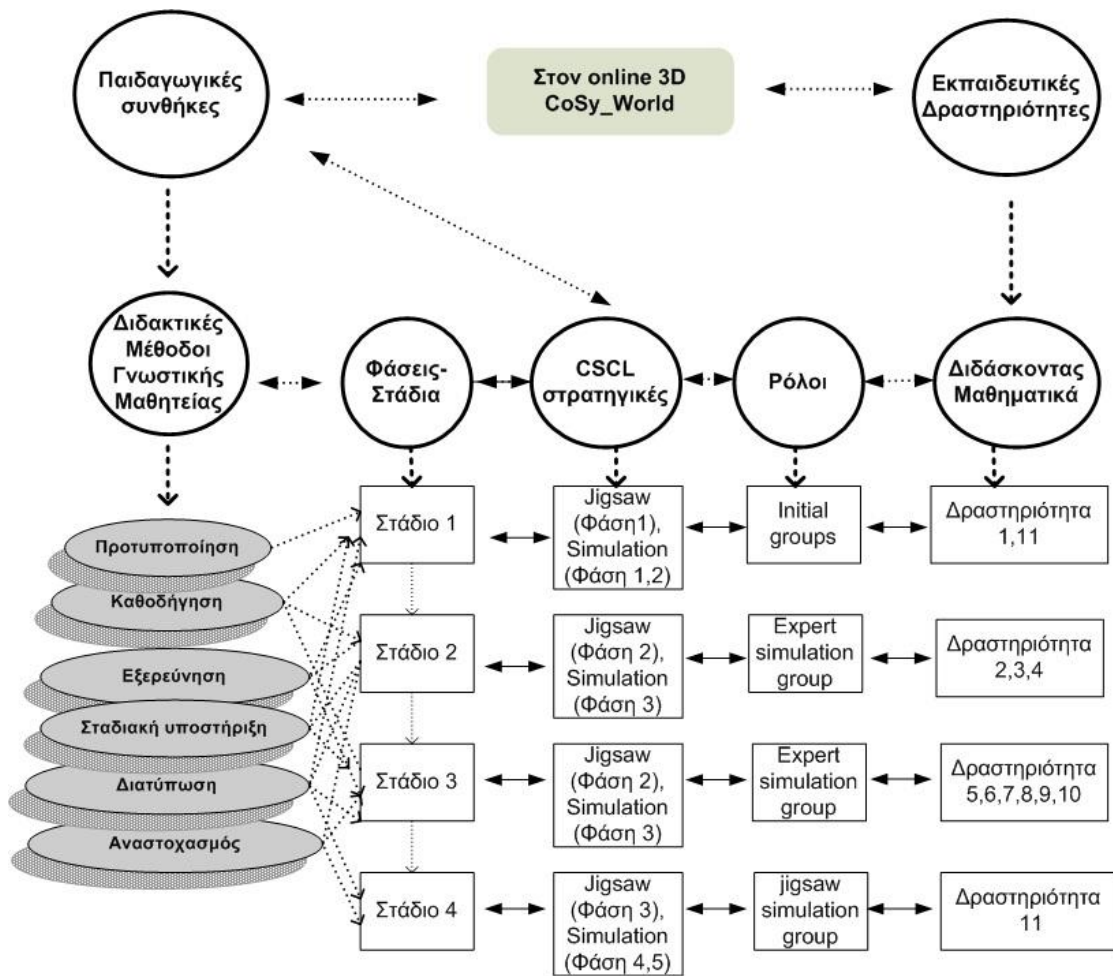
Η γνωστική εμπλοκή των μαθητών (*students' cognitive engagement*) στη διαδικασία της μάθησης συνδέεται με τη μάθηση σε ατομικό επίπεδο και συγκεκριμένα με τον τρόπο που ο καθένας σκέφτεται και τις στρατηγικές που αναπτύσσει προκειμένου να κατανοήσει τη γνώση (Coates, 2007; Kong et al., 2003). Στην παρούσα έρευνα αυτό σημαίνει ότι οι μαθητές αποκτούν (Janvier, 1987) α) την αναγνώριση μιας κλασματικής έννοιας μέσα από ποικιλία αναπαραστάσεων, β) την ικανότητα ευέλικτου χειρισμού και επεξεργασίας της κλασματικής έννοιας μέσα σε ένα σύστημα αναπαράστασης και γ) την ικανότητα μετάφρασης της κλασματικής έννοιας από το ένα σύστημα αναπαράστασης στο άλλο.

Περισσότερες πληροφορίες για την εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης δίνονται στο επόμενο κεφάλαιο στο οποίο περιγράφονται τα κριτήρια και οι δείκτες αποτίμησής της στο πλαίσιο δύο Πειραματικών Διδακτικών Εφαρμογών.

3.5 Σχεδιασμός και Ανάπτυξη: Ένα CSCL σενάριο στον CoSy_World

Η πρότασή μας, όπως ήδη έχει αναφερθεί, εκτός από το σχεδιασμό και την ανάπτυξη του 3D CoSy_World, περιλαμβάνει και το σχεδιασμό αλλά και την ανάπτυξη ενός CSCL μακρο-σεναρίου. Ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη και των δύο υποστηρίχθηκε από τις αρχές της θεωρίας της Γνωστικής Μαθητείας (Collins et al. 1989; Collins et al. 1991; Ghefaili 2003), όπως περιγράφηκε στην ενότητα 3.4 και πιο συγκεκριμένα στην υποενότητα 3.4.1.

Το CSCL μακρο-σενάριο το οποίο προτείνουμε συνδυάζει επίσης τις παιδαγωγικές στρατηγικές Jigsaw και Προσομοίωση (Aronson & Patnoe, 1997; Hernandez-Leo et al. 2006; Linser et al. 2007), προκειμένου να ενορχηστρωθεί η συνεργατική μάθηση καθώς τα avatars συνεργάζονται και αλληλεπιδρούν μέσα από τις διάφορες μορφές ομάδων που σχηματίζονται (Bouta & Retalis, 2012) (Σχήμα 3.45).



Σχήμα 3.45: Συνεργατική μάθηση και διδασκαλία των Μαθηματικών στον CoSy_World.

Οι δύο αυτές παιδαγωγικές στρατηγικές ενδυναμώνουν τη συνεργατική μάθηση αφού δημιουργούν συνθήκες για μια σειρά αλληλεπιδράσεων. Με άλλα λόγια, προάγουν τη συνεργατική μάθηση ενισχύοντας την εμπλοκή των μαθητών (Coates, 2007; Fredricks et al., 2004) στη διαδικασία αυτή.

Επιπλέον λόγοι που επιλέξαμε τη στρατηγική jigsaw συνδέονται με το ότι η στρατηγική αυτή υποστηρίζει την αλληλεξάρτηση μεταξύ των μελών των ομάδων, προάγει τις αλληλεπιδράσεις και τις γνωστικού τύπου επεξεργασίες και ενδυναμώνει τη δόμηση μιας από κοινού γνώσης (common knowledge) (Dillenbourg, 2002; Hinze, Bischoff, & Blakowski, 2002). Επίσης, η επιλογή αυτή συνάδει με την άποψη αρκετών ερευνητών που συνιστούν την αξιοποίηση των jigsaw πρακτικών μέσα από ένα online πλαίσιο (Gallardo, Guerrero, Collazos, Pino, & Ochoa, 2003; Kordaki, Siempos, & Daradoumis, 2009).

Πίνακας 3.21: Κριτήρια επιλογής των στρατηγικών Jigsaw και Προσομοίωση για τις ανάγκες του σεναρίου μας στον CoSy_World.

	Κριτήρια Jigsaw στρατηγικής	Κριτήρια στρατηγικής Προσομοίωσης	Εφαρμογή κριτηρίων στον CoSy_World
Σχετικά με το πλαίσιο	Παρέχει ένα πλαίσιο συνεργατικής μάθησης μέσα στο οποίο πολλές μικρές ομάδες μελετούν διάφορες πληροφορίες για την επίλυση του ίδιου προβλήματος.	Προσφέρει ένα πλαίσιο μέσα στο οποίο μία ή παραπάνω ομάδες υποδύονται έναν χαρακτήρα σε μια κατάσταση προσομοίωσης.	Παρέχει ένα πλαίσιο συνεργατικής μάθησης μέσα στο οποίο οι ομάδες επιλύουν διάφορα προβλήματα υποδύμενοι έναν χαρακτήρα (γίνονται ταξιδιώτες) σε μια κατάσταση προσομοίωσης ενός ταξιδιού.
Σχετικά με το είδος των προβλημάτων	Είναι κατάλληλη μέθοδος για πολύπλοκα προβλήματα τα οποία όμως μπορούν να επιμεριστούν σε ανεξάρτητα υποπροβλήματα (που επιδέχονται ανεξάρτητη λύση).	Είναι κατάλληλη μέθοδος για προβλήματα που απαιτούν την εμπλοκή των συμμετεχόντων σε μια κατάσταση προσομοίωσης.	Το γενικό πρόβλημα (η επιλογή και διεξαγωγή ενός ταξιδιού) στον CoSy_World επιμερίζεται σε υποπροβλήματα που επιδέχονται ανεξάρτητη λύση καθώς το σενάριο κυλάει μέσα από την προσομοίωση ενός ταξιδιού.
Παιδαγωγικά οφέλη:	Προάγει στα μέλη της ομάδας την αίσθηση ότι προκειμένου να υπάρξει επιτυχία ο ένας χρειάζεται τον άλλον (θετική αλληλεξάρτηση). Ενισχύει συνθήκες για συζήτηση προκειμένου οι μαθητές να δομήσουν τη γνώση. Εξασφαλίζει την ατομική συνεισφορά του κάθε μέλους της ομάδας στην ομάδα (individual accountability).	Προάγει στα μέλη της ομάδας την αίσθηση ότι προκειμένου να υπάρξει επιτυχία ο ένας χρειάζεται τον άλλον (θετική αλληλεξάρτηση). Εξασφαλίζει την ατομική συνεισφορά του κάθε μέλους της ομάδας στην ομάδα (προσωπική λογοδοσία).	Ενισχύει την ανάπτυξη παραγόντων (όπως ενεργή συμμετοχή, κοινωνικές και γνωστικές δεξιότητες και δεξιότητες εδραίωσης της ομάδας) για σταθερά συνεργατική μάθηση εξασφαλίζοντας την ενεργή συμμετοχή των συμμετεχόντων. Βοηθά στη δόμηση της γνώσης παρέχοντας αυθεντικά πλαίσια μάθησης.

Στο προτεινόμενο CSCL μακρο-σενάριο αξιοποιούνται οι jigsaw πρακτικές) μέσα από ένα πλαίσιο προσομοίωσης. Για το λόγο αυτό αξιοποιείται ταυτόχρονα και η στρατηγική Προσομοίωσης, η οποία δίνει την ευκαιρία στους συμμετέχοντες να σχηματίσουν ομάδες και να υιοθετήσουν ρόλους που ανταποκρίνονται σε πραγματικές συνθήκες. Στην προκειμένη περίπτωση, οι συμμετέχοντες εκπροσωπούνται από avatars και δρουν μέσα σε ένα πλαίσιο προσομοίωσης ρεαλιστικών συνθηκών ενός ταξιδιού. Σαν αποτέλεσμα, ενδυναμώνεται το ομαδικό πνεύμα και ένα συναίσθημα κοινό όπου ο ένας έχει την ανάγκη του άλλου για να επιτευχθούν κοινοί στόχοι (θετική αλληλεξάρτηση) (Hernandez-Leo et al., 2006; Linser et al., 2007) (Πίνακας 3.21) .

Σαν αποτέλεσμα, στο CSCL μακρο-σενάριο που προτείνουμε η Προσομοίωση είναι η στρατηγική που εμπλέκει τους μαθητές σε εκτέλεση ρόλων και συμβάλλει στο να γίνει η μάθηση εμπειρική (Hernandez-Leo et al., 2006; Linser et al., 2007). Από την άλλη, η Jigsaw είναι η στρατηγική μέσα από την οποία οι μαθητές επεξεργάζονται τη διαφορετική πληροφορία που τους δίνεται, τη συγκεντρώνουν καθώς συνεργάζονται σε ομάδες και καταλήγουν στην επίλυση συγκεκριμένου προβλήματος που τους έχει ανατεθεί. Ταυτόχρονα, η Jigsaw στρατηγική ρυθμίζει τη διαμόρφωση και τις αλληλεπιδράσεις των ομάδων ώστε να διασφαλιστεί η ομαλή ροή των δραστηριοτήτων και να βελτιστοποιηθεί η δυνατότητα ποικιλόμορφης συμμετοχής. Οι μαθησιακοί στόχοι του σεναρίου, όπως έχει προαναφερθεί, εμπεριέχουν την επίλυση προβλημάτων και την κατανόηση των βασικών κλασματικών αριθμών η οποία είναι μια δύσκολη έννοια για τους μαθητές της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης (Brousseau et al., 2004; Panaoura, Gagatsis, Deliyianni & Elia, 2010; Streefland, 1993). Οι μαθητές ασχολούνται με μια σειρά δραστηριοτήτων τοποθετημένων σε ένα πλαίσιο και εμπλέκονται στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης συνδέοντας τα Μαθηματικά με την καθημερινή τους ζωή. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα το προτεινόμενο μακρο-σενάριο να ενσωματώνεται με τα χαρακτηριστικά ενός μικρο-σεναρίου.

Το προτεινόμενο σενάριο CSCL υποστηρίζεται από τον online 3D εικονικό κόσμο του CoSy_World (Σχήμα 3.46). Ο CoSy_World, όπως έχουμε περιγράψει στην ενότητα 3.3, αποτελείται από δύο βασικές περιοχές: ένα ταξιδιωτικό πρακτορείο και ένα μέρος της πόλης του αρχαίου Καΐρου όπου τα παιδιά ταξιδεύουν και αλληλεπιδρούν μέσα από τις ομάδες τους.

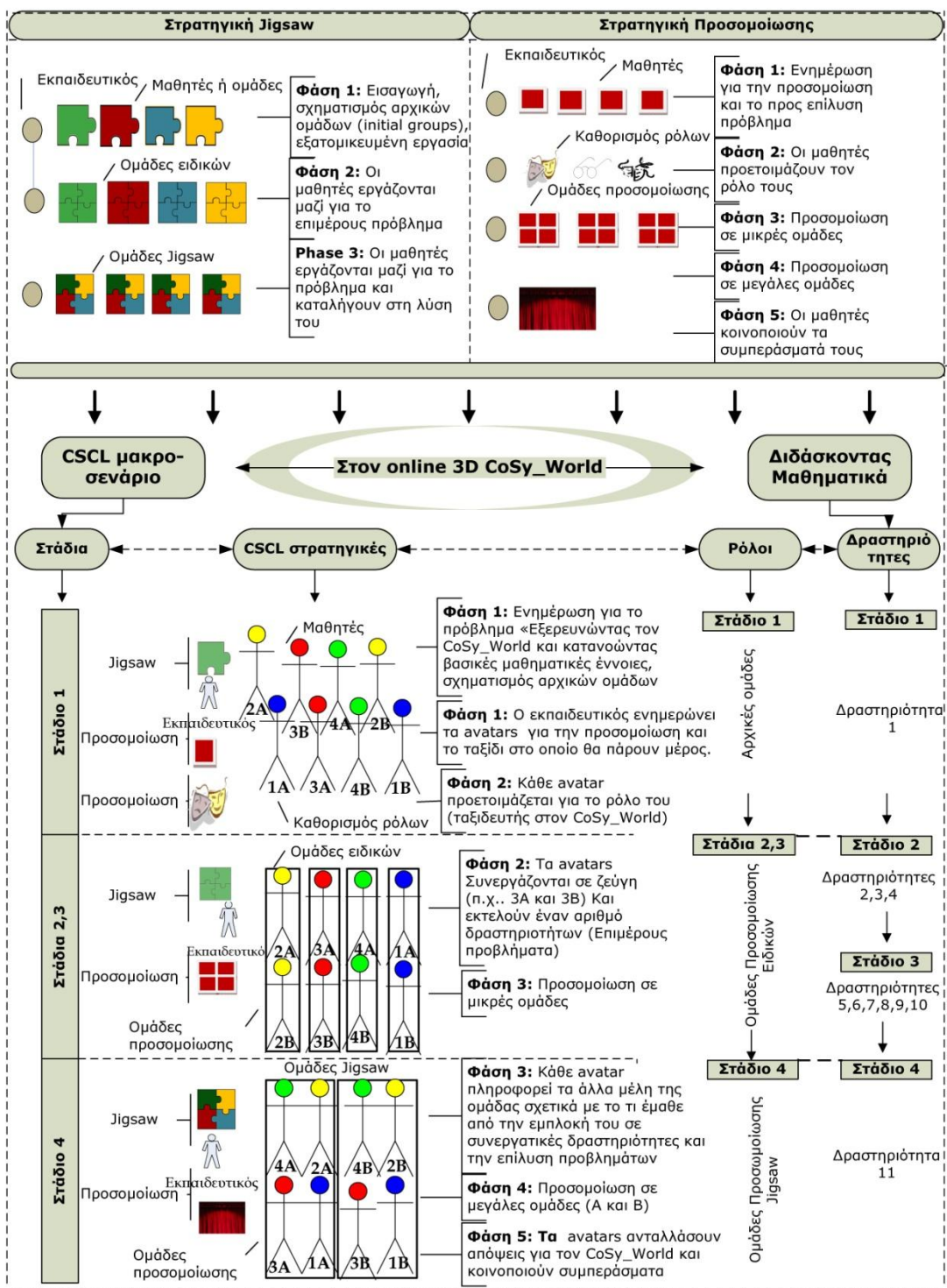


Σχήμα 3.46: Στιγμιότυπα από τον CoSy_World.

Εκπροσωπούμενοι από avatars, τα παιδιά επισκέπτονται το ταξιδιωτικό γραφείο για να διευθετήσουν την περίπτωση ενός ταξιδιού. Η πρώτη σειρά δραστηριοτήτων με τις οποίες τα παιδιά εμπλέκονται καθορίζει τον προορισμό του ταξιδιού τους, που στην παρούσα περίπτωση είναι το Κάιρο και στο οποίο θα περιηγηθούν καθοδηγούμενοι από το σενάριο. Προκειμένου να ολοκληρώσουν το σενάριο, εμπλέκονται σε μια σειρά δραστηριοτήτων και αλληλεπιδρούν σε διάφορα επίπεδα – με τα μέλη των αρχικών ομάδων (πρόσωπο με πρόσωπο), με τα μέλη των ομάδων που εκπροσωπούνται μέσω avatars στον 3D εικονικό κόσμο (μέσω chat) και με το συντονιστή/εκπαιδευτικό/ταξιδιωτικό πράκτορα (μέσω chat). Οι μαθηματικές δραστηριότητες εκτελούνται μέσω Web. Οι μαθητές επικοινωνούν μεταξύ τους αλλά και με τον εκπαιδευτικό μέσω chat, δυνατότητα που παρέχει η πλατφόρμα του Active Worlds.

Το σενάριο που προτείνουμε περιλαμβάνει 4 στάδια (δηλ. 4 online συνεδρίες). Τα παιδιά παίζουν ρόλους, αλληλεπιδρούν με τις πηγές μάθησης που προσφέρει το περιβάλλον και συνεργάζονται προκειμένου να εκτελέσουν μαθησιακές δραστηριότητες (Σχήμα 3.47).

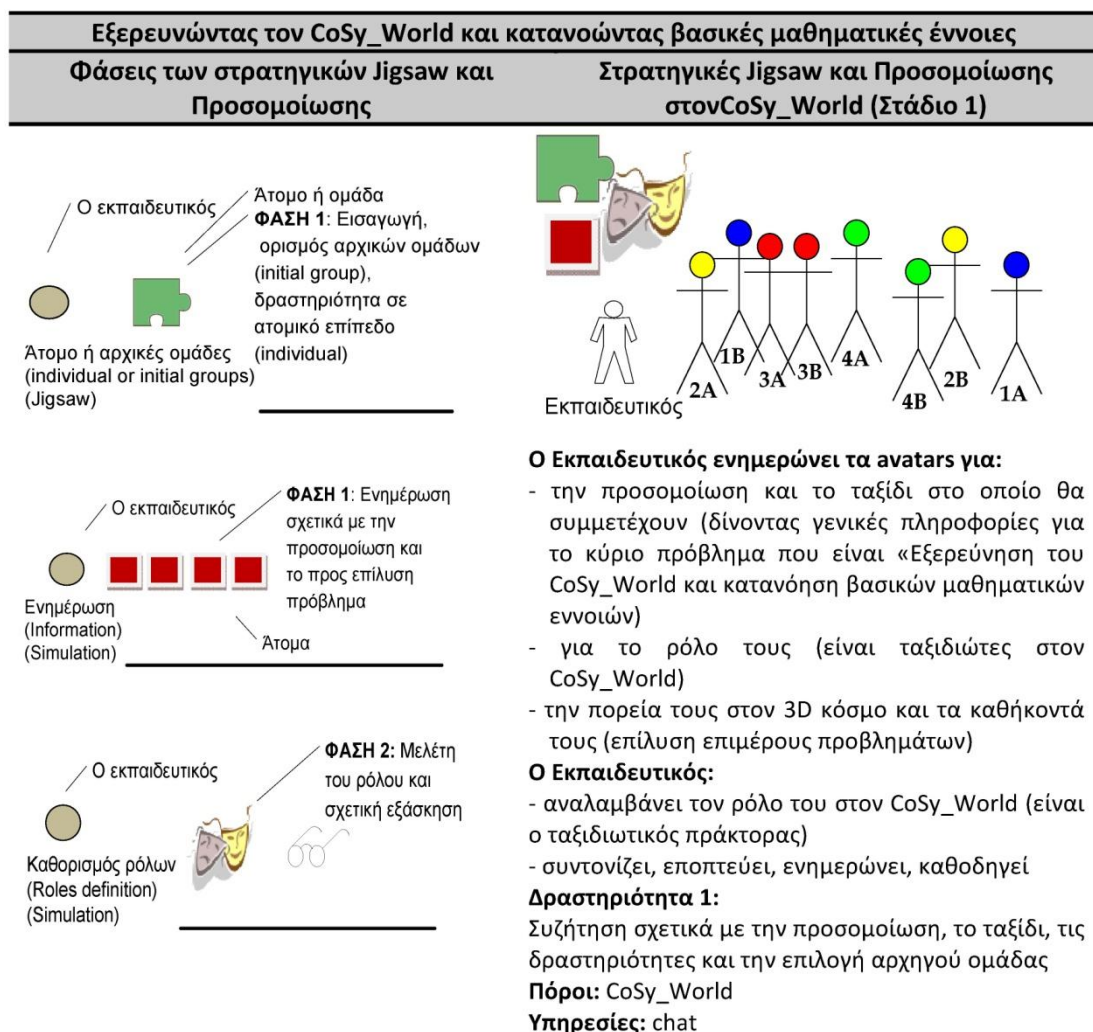
Κατά τη διάρκεια του πρώτου σταδίου, ο εκπαιδευτικός πληροφορεί στους μαθητές για το τι πρόκειται να ακολουθήσει και όλοι μαζί εκπροσωπούμενοι από avatars έχουν την πρώτη εμπειρία τους στον CoSy_World. Κάθε avatar έχει ένα όνομα (Μέλος 1 A, Μέλος 2 A,... Μέλος 4 B) και εκπροσωπεί μια ομάδα 2-3 παιδιών που βρίσκονται μπροστά σε ένα υπολογιστή (P/C - initial groups).



Σχήμα 3.47: Ένα CSCL μακρο-σενάριο στον 3D εικονικό CoSy_World (Bouta et al., 2012).

Τα avatars συμμετέχουν σε μια προκαταρκτική γνωριμία με το περιβάλλον αλλά και μεταξύ τους. Πρόκειται για οχτώ avatars τα οποία σχηματίζουν δύο κύριες ομάδες (Α και Β). Κάθε ομάδα εκλέγει έναν αρχηγό για να την εκπροσωπεί και για να συντονίζει τις δράσεις της. Ο εκπαιδευτικός εκπροσωπείται επίσης από ένα avatar και δρα ως

συντονιστής της όλης διαδικασίας αλλά και σαν ταξιδιωτικός πράκτορας (Σχήμα 3.48). Κάθε avatar ενημερώνεται για το ρόλο του και για τη διαδρομή που πρόκειται να ακολουθήσει στον CoSy_World. Οι μαθητές μαθαίνουν ότι κάθε διαδρομή θα εμφανίζει στα avatars μαθηματικές δραστηριότητες που στην πραγματικότητα είναι επιμέρους υπο-προβλήματα ενός γενικότερου προβλήματος το οποίο καλούνται να επιλύσουν. Κάθε δύο avatars θα καθοδηγούνται στο να ακολουθήσουν μια συγκεκριμένη διαδρομή και θα συνεργάζονται ώστε να επιλύσουν τις ίδιες δραστηριότητες.

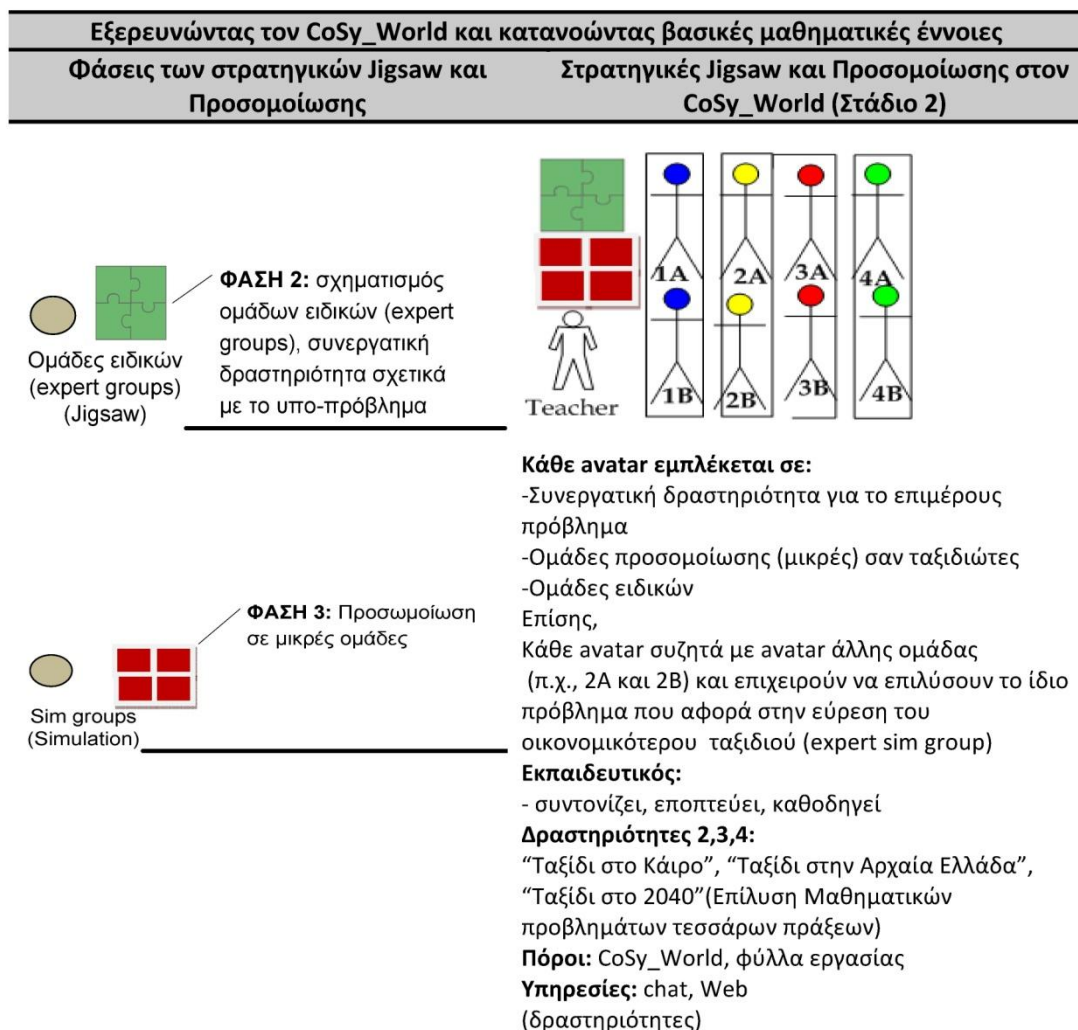


Σχήμα 3.48: Στάδιο 1: Εισαγωγή στον CoSy_World – αρχική ενημέρωση (Bouta et al., 2012).

Στο τέλος, όλα τα avatars θα συναντηθούν για να ανταλλάξουν τις απόψεις τους σχετικά με την εμπειρία τους στον CoSy_World και τις δραστηριότητες που επίλυσαν. Επίσης, θα συγκεντρώσουν τις λύσεις των επιμέρους προβλημάτων που τους είχαν ανατεθεί μέσα από τις διαδρομές που ακολούθησαν και θα τους ζητηθεί να επιλύσουν ένα επιπλέον

πρόβλημα. Μέσα από αυτή τη διαδικασία, τα avatars θα γνωρίσουν τον CoSy_World, ενώ ταυτόχρονα θα αναπτύξουν την κατανόηση βασικών μαθηματικών εννοιών.

Κατά τη διάρκεια του *δεύτερου σταδίου* (Σχήμα 3.49), οι δύο ομάδες (A και B) επισκέπτονται το ταξιδιωτικό πρακτορείο, όπου τα μέλη τους θα συνεργαστούν για να επιλύσουν μαθηματικά προβλήματα, προκειμένου να αποφασίσουν για πιο από τα προτεινόμενα ταξίδια είναι το οικονομικότερο.

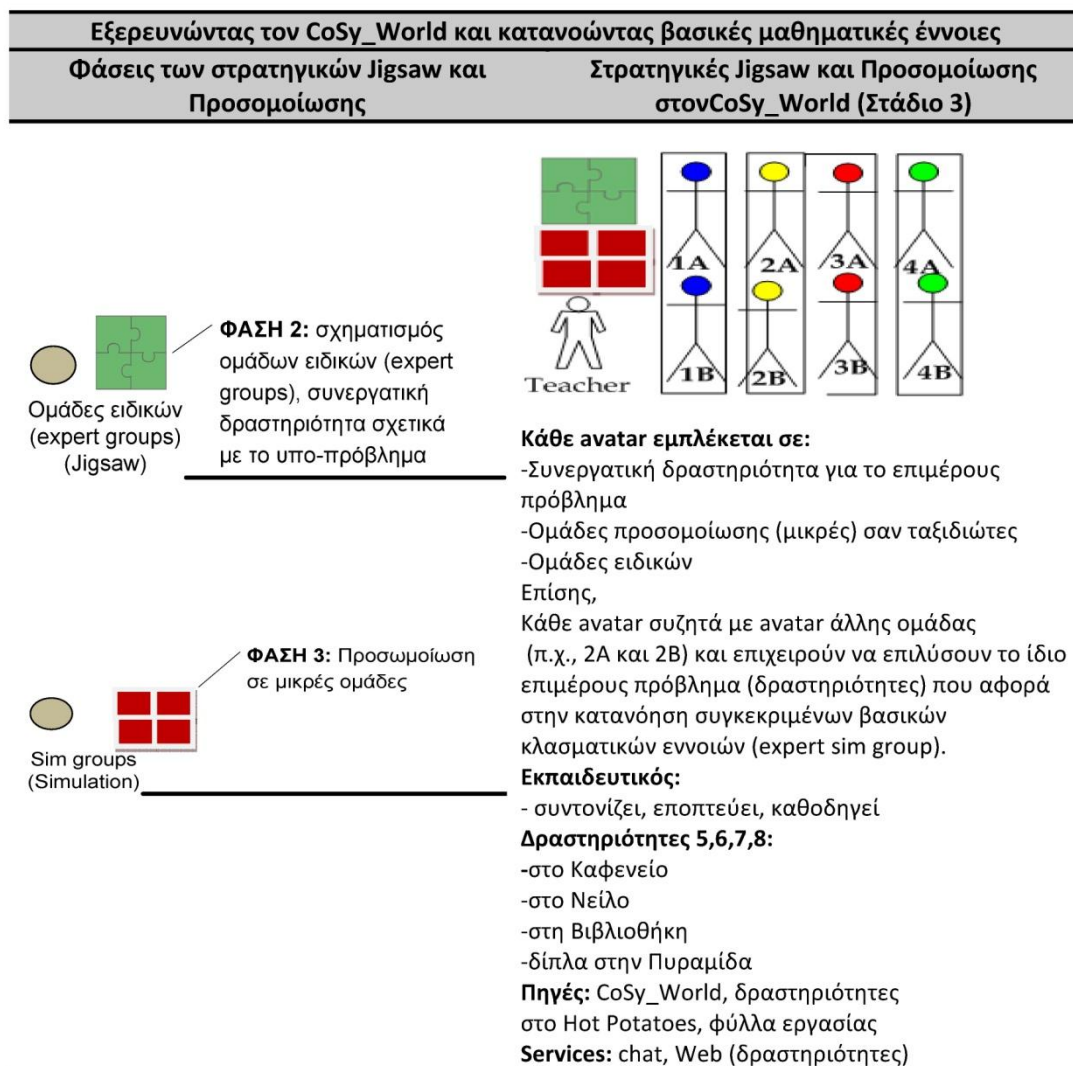


Σχήμα 3.49: Στάδιο 2: Στο ταξιδιωτικό πρακτορείο - ομάδες προσομοίωσης ειδικών (Bouta et al., 2012).

Τα avatars από την ομάδα A μαζί με τα avatars της ομάδας B σχηματίζουν επιμέρους ομάδες των δύο μελών ('sim groups'). Εμπλέκονται σε συνεργατικού τύπου δραστηριότητες, μέσα από τις οποίες συλλέγουν πληροφορίες, και στη συνέχεια όλοι μαζί

θα επιλέξουν το οικονομικότερο ταξίδι. Συγκεκριμένα, κάθε ζευγάρι από avatars συλλέγει πληροφορίες για ένα πιθανό ταξίδι και έτσι το ζευγάρι αυτό γίνεται ένα 'expert sim group' στο τμήμα του γενικότερου προβλήματος που τους αντιστοιχεί (ένα από τα τρία πιθανά ταξίδια). Στη συνέχεια, τα ζευγάρια εκθέτουν τα ευρήματά τους στα άλλα avatars μέσω chat και όλοι μαζί αποφασίζουν για την πιο οικονομική επιλογή. Το avatar από το οποίο εκπροσωπείται ο εκπαιδευτικός είναι ο ταξιδιωτικός πράκτορας που δρα σαν συντονιστής, σαν οδηγός και σαν ειδικός.

Κατά τη διάρκεια του τρίτου σταδίου, το ταξίδι το οποίο τα παιδιά έχουν επιλέξει ξεκινά (Σχήμα 3.50).

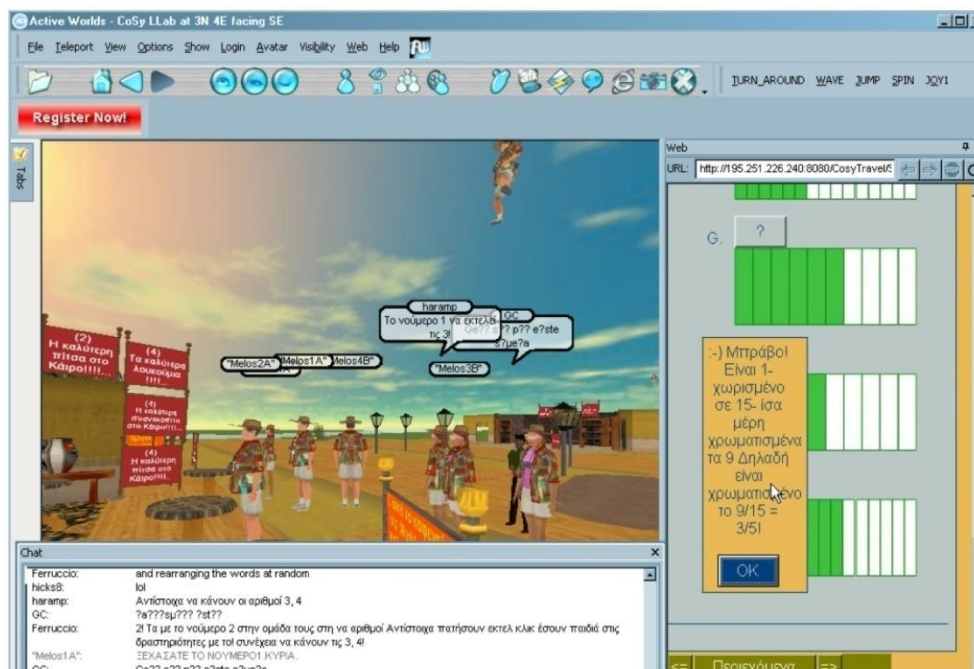


Σχήμα 3.50: Στάδιο 3: Το ταξίδι – ομάδες προσομοίωσης ειδικών (Bouta et al., 2012).

Στο σημείο αυτό τα avatars συνεργάζονται και πάλι σε ζευγάρια (ανά δύο) (expert sim groups), σταματούν σε διάφορα μέρη και εκτελούν έναν αριθμό δραστηριοτήτων που συνδέονται με τα κλάσματα πριν προχωρήσουν στο επόμενο μέρος της περιοδείας τους.

Για παράδειγμα, στο Σταθμό Καφενείο (Σχήμα 3.51), κάθε ομάδα ειδικών έχει να επιλύσει δραστηριότητες που συνδέονται με συγκεκριμένα κλάσματα (π.χ. η ομάδα ειδικών που αποτελείται από τα avatars 1A και 1B πρέπει να συνεργαστούν και να επιλύσουν δραστηριότητες που συνδέονται με το κλάσμα $1/5$, η ομάδα ειδικών που αποτελείται από τα avatars 2A και 2B πρέπει να συνεργαστούν και να επιλύσουν δραστηριότητες που συνδέονται με το κλάσμα $1/2$, κ.λπ.). Οι δραστηριότητες έχουν να κάνουν με τις ποσότητες κομματιών πίτσας, τυρόπιτσας και λουκουμιών που πωλούνται στο Καφενείο μέσα σε συγκεκριμένο διάστημα.

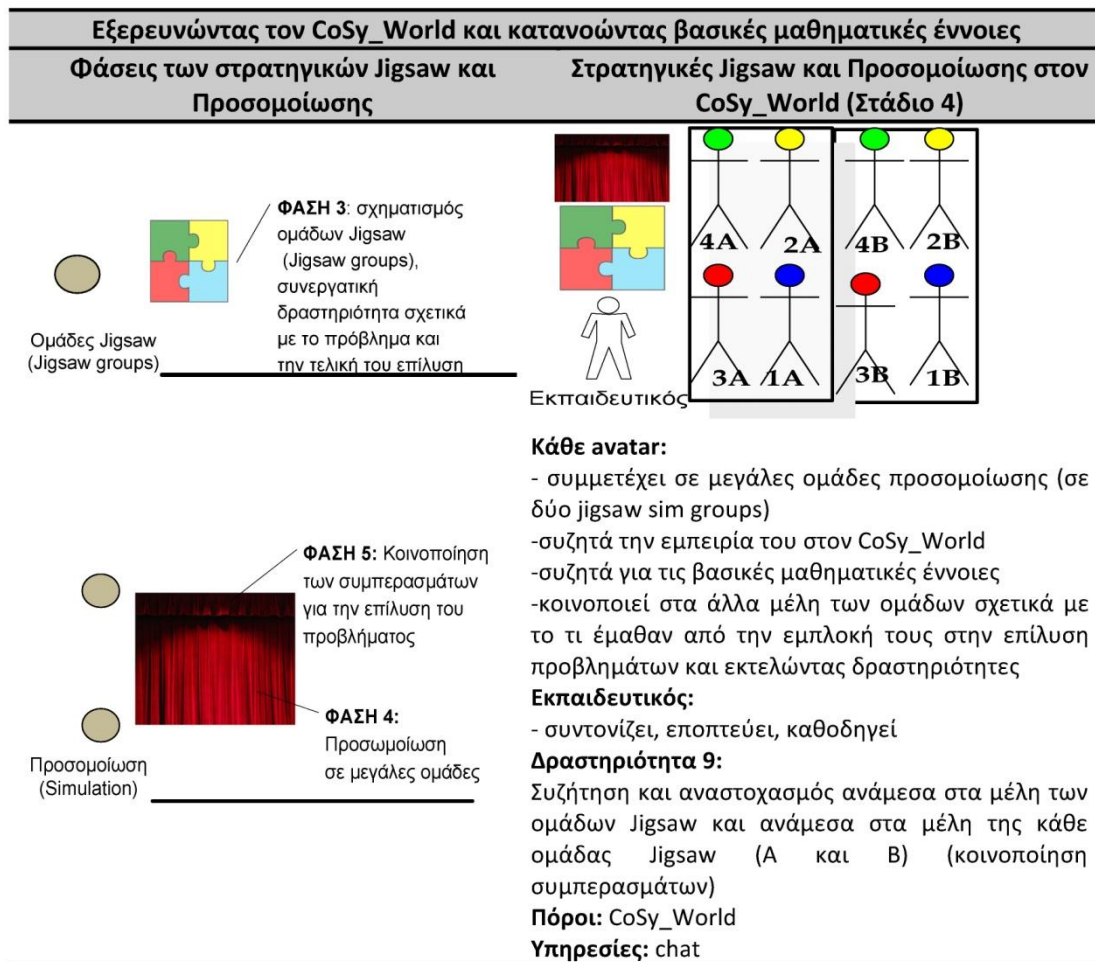
Δραστηριότητα στον CoSy_World: Κομμάτια σπανακόπιτσας... . Ποια δείχνουν το $1/2$?



Σχήμα 3.51: Στιγμιότυπο που δείχνει παράδειγμα δραστηριότητας στο Σταθμό Καφενείο σχετικά με την κατανόηση της έννοιας του κλάσματος σαν μέρος όλου.

Τέλος, κατά τη διάρκεια του τέταρτου σταδίου οι ομάδες A και B (ομάδες προσομοίωσης jigsaw - jigsaw sim groups) συζητούν σχετικά με την εμπειρία που βίωσαν (Σχήμα 3.52). Κάθε avatar εμπλέκεται στη συζήτηση με τα άλλα μέλη της ομάδας του (A και B - ομάδες προσομοίωσης jigsaw - jigsaw sim groups). Κατά τη διάρκεια της συζήτησης τα μέλη του

κάθε jigsaw sim group πρέπει να συγκεντρώσουν τις γνώσεις τους προκειμένου να επιλύσουν πρόσθετα προβλήματα. Για παράδειγμα, σχετικά με το Σταθμό Καφενείο πρέπει να αποφασίσουν για το ποια μέρα έμειναν στον κυρ Μιχάλη τα περισσότερα κομμάτια (πίτσας, τυρόπιτας και λουκουμιών) ώστε να τον συμβουλέψουν να προσαρμόσει ανάλογα τις παραγγελίες του. Τα παιδιά κάνουν και δικές τους υποθέσεις και επιχειρούν την επίλυσή τους (Παράρτημα 4). Μετά από αυτό, τα avatars παίρνουν μέρος σε μια γενικότερη συζήτηση. Στη συζήτηση αυτή τα avatars ανταλλάσσουν απόψεις σχετικά με τον CoSy_World και ενημερώνουν όλη την ομάδα (στα μέλη των ομάδων προσομοίωσης jigsaw) σχετικά με το τι έμαθαν επιλύοντας προβλήματα και συνεργατικού τύπου δραστηριότητες που συνδέονταν με τα κλάσματα. Ο εκπαιδευτικός και εδώ δρα σαν συντονιστής της διαδικασίας.



Σχήμα 3.52: Στάδιο 4: Συζήτηση – 2 ομάδες προσομοίωσης jigsaw (Bouta et al., 2012).

3.6 Σύνοψη

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάστηκε η φιλοσοφία και η ανάπτυξη της ερευνητικής πρότασης της παρούσης μελέτης η οποία συνδέεται με τη δημιουργία ενός 3D εικονικού κόσμου, του CoSy_World και των κατάλληλων παιδαγωγικών συνθηκών σε αυτόν ώστε να πετύχουμε αποτελεσματική συνεργατική μάθηση.

Συγκεκριμένα, αρχικά αναπτύσσεται ο προβληματισμός και η αναγκαιότητα για τη δημιουργία των παραπάνω. Στη συνέχεια, παρουσιάζεται η αρχιτεκτονική του 3D CoSy_World. Η περιγραφή του κόσμου ολοκληρώνεται μέσα από τα κυριότερα σημεία – σταθμούς του αλλά και από τις δραστηριότητες που είναι ενσωματωμένες σε αυτόν.

Προκειμένου να υποστηριχθούν οι κατάλληλες παιδαγωγικές συνθήκες για την επίτευξη των στόχων της έρευνας, λήφθηκαν υπόψη η κοινωνική διάσταση της μάθησης και αξιοποιήθηκαν οι παιδαγωγικές αρχές της Γνωστικής Μαθητείας. Αναπτύχθηκε η εφαρμογή των αρχών αυτών που συνδέονται με το περιεχόμενο της μάθησης, την κοινωνιολογία της μάθησης και τις διδακτικές αρχές όπως αυτές εφαρμόζονται στον 3D CoSy_World. Επίσης, προτείνεται συγκεκριμένο CSCL μακρο-σενάριο το οποίο αξιοποιεί τις διδακτικές μεθόδους της Γνωστικής Μαθητείας και τις παιδαγωγικές στρατηγικές Jigsaw και Προσομοίωση.

Η παρούσα ερευνητική πρόταση συνδέεται με τη διερεύνηση της εμπλοκής των μαθητών στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης μέσα στον 3D CoSy_World για τη διδασκαλία των Μαθηματικών και κυρίως των βασικών κλασματικών εννοιών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση.

Το κεφάλαιο που ακολουθεί περιγράφει τις δύο Διδακτικές Παρεμβάσεις και τα αποτελέσματα αξιολόγησής τους που έγιναν σε μαθητές των Ε΄ και Στ΄ Τάξεων αντίστοιχα Δημόσιου Δημοτικού Σχολείου της Κηφισιάς και στις οποίες αξιοποιήθηκαν ο 3D CoSy_World και το προτεινόμενο CSCL μακρο-σενάριο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

4.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται η φιλοσοφία, ο σχεδιασμός, η εφαρμογή και η αξιολόγηση δύο Πειραματικών Διδακτικών Εφαρμογών που έγιναν με σκοπό τη διερεύνηση της εμπλοκής των μαθητών στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης μέσα από τον 3D CoSy_World.

Το βασικό ερώτημα που διερευνάται αφορά στο κατά πόσο το προτεινόμενο σενάριο CSCL, μέσα από τα διάφορα στάδια, προάγει τους τρεις τύπους της εμπλοκής των μαθητών (τη συναισθηματική, τη συμπεριφορική και τη γνωστική) στη διαδικασία της μάθησης στον 3D CoSy_World. Η διάρκεια της εφαρμογών ήταν εννέα εβδομάδες και τα παιδιά συναντήθηκαν διαδικτυακά τέσσερις φορές από δύο διδακτικές ώρες στο μάθημα των Μαθηματικών. Έλαβαν μέρος μαθητές της Ε΄ τάξης Δημοτικού Σχολείου (Πρώτη Πειραματική Διδακτική Παρέμβαση) και της Στ΄ τάξης (Δεύτερη Πειραματική Διδακτική Παρέμβαση), καθώς και οι εκπαιδευτικοί των τάξεων. Εφαρμόζοντας διαδοχική διερευνητική μικτή μέθοδο (sequential exploratory mixed methods) αξιολόγησης αρχικά έγινε συλλογή ποιοτικών δεδομένων, από τα οποία αντλήθηκαν ποιοτικά και ποσοτικά κριτήρια αλλά και αντίστοιχοι δείκτες, προκειμένου να αποτιμηθούν τα αποτελέσματα. Από την ανάλυση και ερμηνεία των δεδομένων, προέκυψαν χρήσιμα συμπεράσματα. Κατά την Πρώτη Πειραματική Διδακτική Παρέμβαση καταδείχθηκε η σημαντικότητα και συμβολή του προτεινόμενου σεναρίου CSCL αλλά και του 3D CoSy_World στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης στο μάθημα των Μαθηματικών. Ακολούθησε η Δεύτερη Πειραματική Παρέμβαση, προκειμένου να επιβεβαιωθεί η αξιοπιστία και η αποτελεσματικότητα του προτεινόμενου 3D CoSy_World και του μακρο-σεναρίου σχετικά με την ενίσχυση της εμπλοκής των μαθητών στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης, αλλά και προκειμένου να γίνει βαθύτερη μελέτη της γνωστικής εμπλοκής των μαθητών στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης.

Οι δύο Πειραματικές Διδακτικές Εφαρμογές οδήγησαν σε χρήσιμα συμπεράσματα για την αξιοποίηση του 3D CoSy_World μέσα από κατάλληλες παιδαγωγικές συνθήκες στην καθημερινή διδακτική πρακτική. Επίσης, προέκυψαν ζητήματα περιορισμών αλλά και προτάσεις για μελλοντική έρευνα.

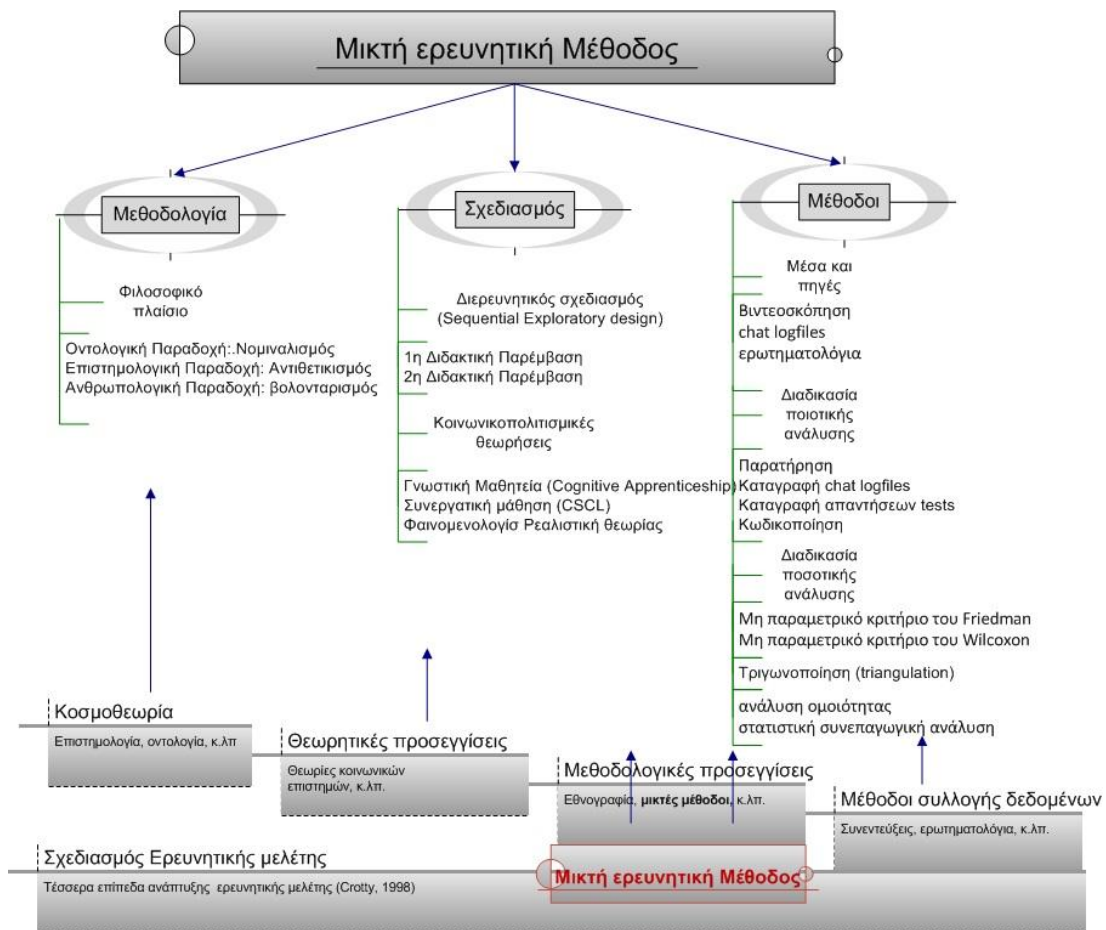
4.2 Φιλοσοφία και σχεδιασμός της έρευνας

Στην παρούσα μελέτη εφαρμόστηκε μικτή ερευνητική μέθοδος. Πριν δώσουμε τον ορισμό της μεικτής ερευνητικής μεθόδου τον οποίο υιοθετήσαμε, θα ήταν χρήσιμο να ξεκαθαρίσουμε τους όρους: *μεθοδολογία, σχεδιασμός και μέθοδοι*. Η *μεθοδολογία* αναφέρεται στο φιλοσοφικό πλαίσιο και τις θεμελιώδεις υποθέσεις της έρευνας (van Manen, 1990). Επειδή το φιλοσοφικό πλαίσιο επηρεάζει τις διαδικασίες της έρευνας, η μεθοδολογία είναι το πλαίσιο που συνδέεται με την εσωτερική διαδικασία της έρευνας. Ο *σχεδιασμός* αναφέρεται στον προγραμματισμό των ενεργειών που συνδέουν τις φιλοσοφικές υποθέσεις με τις συγκεκριμένες μεθόδους (Creswell, 2003; Crotty, 1998). Οι *μέθοδοι* είναι κάτι πιο συγκεκριμένο. Πρόκειται για τις τεχνικές συλλογής και ανάλυσης δεδομένων (Greswell, 2003; van Manen, 1990).

Κάποιοι συγγραφείς, μελετώντας τις μικτές μεθόδους έρευνας, εστιάζουν στη μεθοδολογία δίνοντας περισσότερη έμφαση στις φιλοσοφικές υποθέσεις (Tashakkori & Teddlie, 1998). Κάποιοι άλλοι εστιάζουν στις μεθόδους δίνοντας έμφαση στη συλλογή και ανάλυση δεδομένων (Creswell, 2003; Crotty, 1998; Onwuegbuzie & Teddlie, 2003).

Για τη μελέτη μας, μικτή ερευνητική μέθοδος είναι (Creswell & Plano-Clark, 2011): ο ερευνητικός σχεδιασμός που εμπεριέχει φιλοσοφικές υποθέσεις και συγκεκριμένες μεθόδους. Από τη μεριά της μεθοδολογίας, οι φιλοσοφικές υποθέσεις «κατευθύνουν» τον τρόπο συλλογής και ανάλυσης δεδομένων και τη μίξη ποιοτικών και ποσοτικών προσεγγίσεων κατά τη διαδικασία της έρευνας. Από τη μεριά των μεθόδων, η εστίαση αφορά στη συλλογή, στην ανάλυση και στο συνδυασμό ποιοτικών και ποσοτικών δεδομένων μιας μελέτης ή μιας σειράς μελετών.

Επομένως, για τον ερευνητικό σχεδιασμό της παρούσας μελέτης λήφθηκαν υπόψη φιλοσοφικές υποθέσεις που συνδέονται με την οντολογία, την επιστημολογία αλλά και την κοσμοθεωρία που συνδέεται με τον άνθρωπο και τη σχέση του με το περιβάλλον στο οποίο υπάρχει. Λήφθηκαν επίσης υπόψη κοινωνικοπολιτισμικές θεωρίες που συμπληρώνουν την εποικοδομητική άποψη της μάθησης και το σημαντικό ρόλο των αλληλεπιδράσεων στη δόμηση της πραγματικότητας και της γνώσης, υποστηρίζοντας τις φιλοσοφικές υποθέσεις που υιοθετήθηκαν και που περιγράφονται παρακάτω (Crotty, 1998 στο Creswell & Plano-Clark, 2011). Σαν αποτέλεσμα, τα δεδομένα συλλέχθηκαν από ποικίλες πηγές (ερωτηματολόγια, βιντεοσκόπηση των online συναντήσεων, log files των chat μηνυμάτων) και αναλύθηκαν με ποικίλους τρόπους ακολουθώντας ποιοτικές και ποσοτικές τεχνικές (Σχήμα 4.53).



Σχήμα 4.53: Σχεδιασμός ερευνητικής μελέτης – Μικτή ερευνητική μέθοδος.

Σχετικά με τις φιλοσοφικές υποθέσεις που συνδέονται με την οντολογική παραδοχή της φύσης των ερευνώμενων κοινωνικών φαινομένων («τι είναι») στην παρούσα έρευνα

υιοθετείται η νομιναλιστική άποψη που τοποθετεί την πραγματικότητα ως προϊόν της ατομικής συνείδησης και της ατομικής γνωστικής διαδικασίας.

Σχετικά με την ανθρώπινη φύση (ανθρωπολογική παραδοχή) και συγκεκριμένα σχετικά με τη σχέση ανάμεσα στον άνθρωπο και στο περιβάλλον του, θεωρούμε ότι τα άτομα αντιδρούν κατά έναν βολонταριστικό τρόπο (δημιουργικός ρόλος) αντίθετο του ντετερμινισμού αφού είναι οι κύριοι αυτουργοί των πράξεών τους και οι δημιουργοί του περιβάλλοντός τους. Για το λόγο αυτό, υπογραμμίζουμε τη σχετικιστική φύση του κοινωνικού κόσμου και αποδίδουμε ιδιαίτερη έμφαση στην κατανόηση της ατομικής συμπεριφοράς (ιδιογραφική προσέγγιση).

Ως προς το επιστημολογικό «τι μπορούμε να γνωρίσουμε και πώς» υιοθετούμε την αντιθετικιστική προσέγγιση, σύμφωνα με την οποία ο κοινωνικός κόσμος είναι εύπλαστος, προσωπικός και έχει στο επίκεντρό του τον άνθρωπο στον οποίο αποδίδεται δημιουργικός ρόλος (Burrell & Morgan, 1979). Επομένως, αυτό που κυρίως μας ενδιαφέρει είναι η κατανόηση του τρόπου με τον οποίο το άτομο δημιουργεί, τροποποιεί και ερμηνεύει τον κόσμο μέσα στον οποίο βρίσκεται. Μια τέτοια προσέγγιση απαιτεί τόσο ποσοτικές όσο και ποιοτικές μεθόδους. Απαιτεί επίσης, την ενεργό ανάμειξη του ερευνητή, αφού η θεώρηση της γνώσης είναι προσωπική, υποκειμενική και μοναδική (Burrell & Morgan, 1979; Cohen & Manion, 1994).

Ο ερευνητικός σχεδιασμός της παρούσας μελέτης, προκειμένου να συνδέσει τις παραπάνω φιλοσοφικές παραδοχές με τις μεθόδους συλλογής και ανάλυσης δεδομένων, λαμβάνει υπόψη την κοινωνικοπολιτισμική θεώρηση σύμφωνα με την οποία η γνώση είναι τοποθετημένη σε ένα κοινωνικό πλαίσιο (situated learning) (Greeno et al., 1996). Αυτό σημαίνει ότι η μάθηση είναι αποτέλεσμα κοινωνικο-ιστορικο-πολιτιστικών διαδικασιών (Driscoll, 2000), καθώς τα άτομα συμμετέχουν σε κοινωνικές δραστηριότητες (Lave & Wenger, 1991; Rogoff, 1990). Με άλλα λόγια, η μάθηση προέρχεται και εξελίσσεται μέσα από την κοινωνική και πολιτιστική αλληλεπίδραση στο πλαίσιο που ορίζεται ως «ζώνη επικείμενης ανάπτυξης» (Vygotsky, 1987) (κεφάλαιο 2, υποενότητα 2.2.1.5.1 και κεφάλαιο 3, ενότητα 3.4).

Επομένως, απαιτείται συγκεκριμένο πλαίσιο μέσα στο οποίο πραγματώνεται η μάθηση αλλά και αυθεντικές δραστηριότητες, ώστε τα άτομα να συμμετέχουν καθώς

συνεργάζονται. Από την άλλη, υιοθετείται η φαινομενολογική προσέγγιση της ρεαλιστικής θεωρίας για τη μαθηματική εκπαίδευση, η οποία υποστηρίζει τη μάθηση μέσα σε ένα αυθεντικό πλαίσιο που ενισχύεται μέσα από τα «προβλήματα πλαισίου» τα οποία υποστηρίζουν την ενεργό συμμετοχή των παιδιών στη διαδικασία της μάθησης καθώς αυτά δομούν τις δικές τους κατανοήσεις για τα μαθηματικά (κεφάλαιο 2, υποενότητα 2.3.2.1).

Πιο συγκεκριμένα, η παρούσα μελέτη σχεδιάστηκε στη βάση μιας διαδοχικής διερευνητικής μικτής μεθόδου. Πρόκειται για το, σχεδιασμό που διεξάγεται σε δύο φάσεις, όπου η μία ακολουθεί την άλλη (two-phase sequential design). Ξεκινά από μια ποιοτικού τύπου προσέγγιση (qualitative phase) και στη συνέχεια κτίζεται η ποσοτικού τύπου προσέγγιση (quantitative phase). Για το λόγο αυτό, κατά την πρώτη φάση οι ερευνητές εργάζονται στη βάση του κοινωνικοπολιτισμικών και εποικοδομιστικών θεωρήσεων, για να μελετήσουν τις πολλαπλές όψεις ενός φαινομένου και να επιτύχουν τη βαθιά κατανόησή του. Όταν φτάνουν στην ποσοτική φάση, προκειμένου να αποτιμηθούν με στατιστικά κριτήρια τα αποτελέσματα, οι φιλοσοφικές υποθέσεις ακολουθούν αντιθετιστικές προσεγγίσεις. Συνεπώς, ο σχεδιασμός επηρεάζεται από ποικίλες κοσμοθεωρίες, οι οποίες εναλλάσσονται από τη μια φάση στη άλλη.

Αυτού του είδους ο σχεδιασμός βασίζεται στο συλλογισμό που υποστηρίζει ότι η διερεύνηση χρειάζεται όταν (Creswell, 1999; Creswell, Plano Clark, Gutmann, & Hanson 2003):

- α) Δεν υπάρχουν διαθέσιμα εργαλεία ή συγκεκριμένοι τρόποι μέτρησης.
- β) Οι μεταβλητές δεν είναι επακριβώς ορισμένες και χρειάζεται να αναγνωριστούν.
- γ) Δεν υπάρχει μια ακριβής θεωρία ή ένα συγκεκριμένο καθοδηγητικό πλαίσιο.
- δ) Θέλουμε να γενικεύσουμε αποτελέσματα μέσα από διαφορετικές ομάδες – δείγματα.
- ε) Θέλουμε να διερευνήσουμε ένα φαινόμενο σε βάθος και στη συνέχεια να αποτιμήσουμε πτυχές του.

Γενικότερα, η μικτή διερευνητική μέθοδος σχεδιασμού επιλέχτηκε διότι (Creswell et al., 2003, Creswell & Plano Clark, 2011):

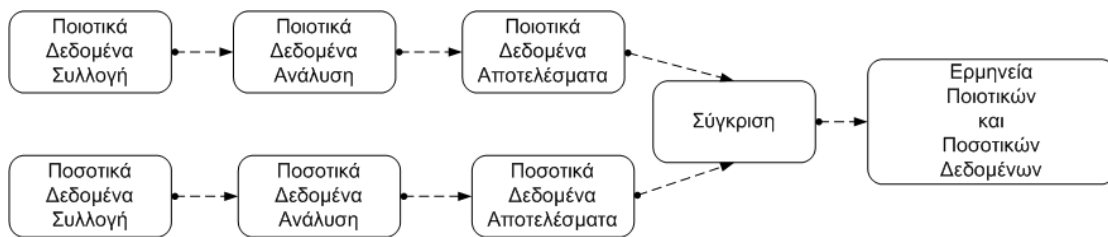
- Είναι κατάλληλη για τις κοινωνικές επιστήμες όταν πρόκειται να διερευνηθεί ένα φαινόμενο, αφού ξεκινά από την ποιοτική προσέγγιση και εστιάζει πρωτίστως σε

αυτήν (Creswell et al., 2003). Δηλαδή όταν το ερευνητικό πρόβλημα είναι ποιοτικά προσανατολισμένο.

- Είναι χρήσιμη όταν χρειάζεται να γενικευτούν ποιοτικά δεδομένα σε διαφορετικές ομάδες (Morse, 1991) (στην περίπτωση μας έγιναν δύο Διδακτικές Παρεμβάσεις σε δύο διαφορετικές ομάδες παιδιών).
- Είναι κατάλληλη όταν χρειάζεται να διερευνηθεί ένα φαινόμενο σε βάθος και να αποτιμηθεί σε όλες του τις διαστάσεις.
- Κύριος σκοπός της είναι να γενικευτούν τα ποιοτικά ευρήματα που βασίζονται στην ποιοτική φάση με τη βοήθεια της ποσοτικής φάσης.

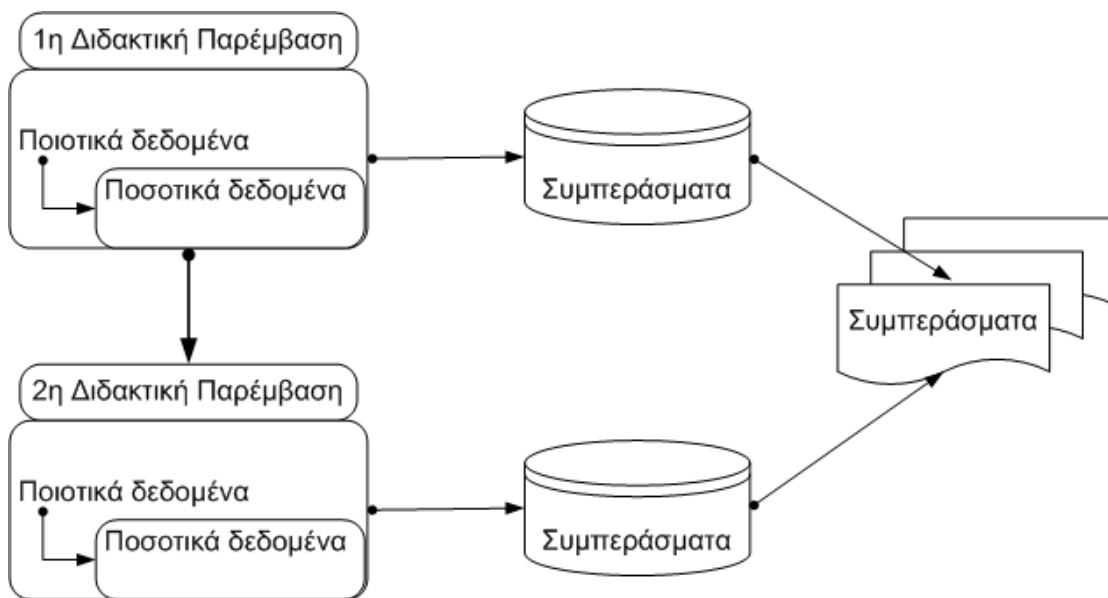
Γενικότερα, οι λόγοι που επιλέχθηκε η μικτή ερευνητική μέθοδος στην παρούσα μελέτη συνοψίζονται στα παρακάτω:

- Θεωρείται κατάλληλη για το πεδίο των κοινωνικών επιστημών και ειδικότερα για τους τομείς που αφορούν στην εκπαίδευση (Creswell, 2002; 2003; Greene & Caracelli, 1997; Tashakkori & Teddlie, 1998; 2003). Η έρευνά μας αφορά στον τομέα των παιδαγωγικών επιστημών αφού στοχεύει σε ζητήματα εμπλοκής των μαθητών σε μαθησιακές διαδικασίες.
- Περιλαμβάνει τη συλλογή και ανάλυση ποσοτικών και ποιοτικών δεδομένων της ίδιας έρευνας της οποίας τα δεδομένα συλλέγονται ταυτόχρονα ή διαδοχικά. Με το συνδυασμό των ποιοτικών και ποσοτικών δεδομένων η έρευνα ωφελείται από τα πλεονεκτήματα τόσο μιας ποσοτικής όσο και μιας ποιοτικής έρευνας όταν πρόκειται να αξιολογηθούν τα αποτελέσματά της (Creswell et al., 2003). Στην έρευνά μας τα δεδομένα συλλέγονται ταυτόχρονα.
- Αξιοποιείται για να συνδυαστούν διαφορετικά δεδομένα (ποιοτικά και ποσοτικά) αλλά με τρόπο συμπληρωματικό, ώστε «να αποκαλυφθούν μοναδικές διαστάσεις, οι οποίες πιθανόν να αγνοούνταν εάν γινόταν χρήση μίας μόνο μεθόδου» (Creswell et al., 2003; Greene, Caracelli, & Graham, 1989; Jick, 1979; Morse, 1991). Η έρευνά μας στηρίζεται στη διεξαγωγή συμπερασμάτων μέσα από τη συλλογή και ανάλυση ποιοτικών και ποσοτικών δεδομένων, τα οποία συνδυάζονται και ερμηνεύονται ακολουθώντας τον τύπο της τριγωνοποίησης (triangulation design: convergence model) (Σχήμα 4.54).



Σχήμα 4.54: Ο τύπος της τριγωνοποίησης (triangulation design: convergence model).

- Εμπεριέχει την ενσωμάτωση των δεδομένων σε ένα ή περισσότερα στάδια στη διαδικασία της έρευνας (Creswell et al., 2003). Όταν τα ποιοτικά και ποσοτικά δεδομένα συλλέγονται ταυτόχρονα και ενσωματώνονται στην ίδια έρευνα, οι ερευνητές μπορούν να εμπλουτίσουν τα αποτελέσματα με τρόπους που η καθεμιά ερευνητική διαδικασία από μόνη της δεν επιτρέπει (Brewer & Hunter, 1989; Creswell & Plano Clark, 2011; Tashakkori & Teddlie, 1998). Η έρευνά μας διεξάγεται σε δύο στάδια, δηλαδή δύο Διδακτικές Παρεμβάσεις, από τις οποίες συλλέγονται ποιοτικά και ποσοτικά δεδομένα και ενσωματώνονται προκειμένου να διεξαχθούν συμπεράσματα (Σχήμα 4.55).



Σχήμα 4.55: Ενσωμάτωση δεδομένων κατά τη μικτή ερευνητική μέθοδο.

- Προσφέρει εκτενή στοιχεία για τη μελέτη ενός ερευνητικού προβλήματος αφού αξιοποιεί ποικιλία εργαλείων και τεχνικών συλλογής και ανάλυσης δεδομένων ακολουθώντας τόσο ποιοτικές όσο και ποσοτικές μεθόδους (Creswell & Plano

Clark, 2011). Στην παρούσα έρευνα αυτά τα δεδομένα συλλέχθηκαν από τις βιντεοσκοπημένες online συναντήσεις, από τα log files των chat μηνυμάτων και από τα pretests και posttests. Ακολούθησε ανάλυση και ερμηνεία μέσα από ποιοτικά και ποσοτικά κριτήρια. Η αποτίμηση έγινε με τη βοήθεια αντίστοιχων δεικτών.

- Μια μικτή ερευνητική μέθοδος είναι περισσότερο «πρακτική» για την επίλυση ενός προβλήματος. Αυτό συμβαίνει, διότι τα άτομα επιχειρούν να επιλύσουν ένα πρόβλημα χρησιμοποιώντας ταυτόχρονα αριθμούς και λέξεις μέσα από επαγωγικούς και συμπερασματικούς συλλογισμούς και αναπτύσσοντας δεξιότητες προκειμένου να παρατηρήσουν και να καταγράψουν ανθρώπινες συμπεριφορές. Σαν συνέπεια, η υιοθέτηση μιας μικτής ερευνητικής διαδικασίας φαίνεται να είναι ένας φυσικός τρόπος κατανόησης του κόσμου. Στην έρευνά μας μια πειστική κατανόηση και αποτίμηση της εμπλοκής των μαθητών στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης μέσα στον 3D CoSy_World φέρνει στο μυαλό μας λέξεις (ερμηνεία) αλλά και αριθμούς (στατιστικά στοιχεία). Με αυτόν τον τρόπο, παρέχεται μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα των αποτελεσμάτων των δύο διδακτικών παρεμβάσεων.

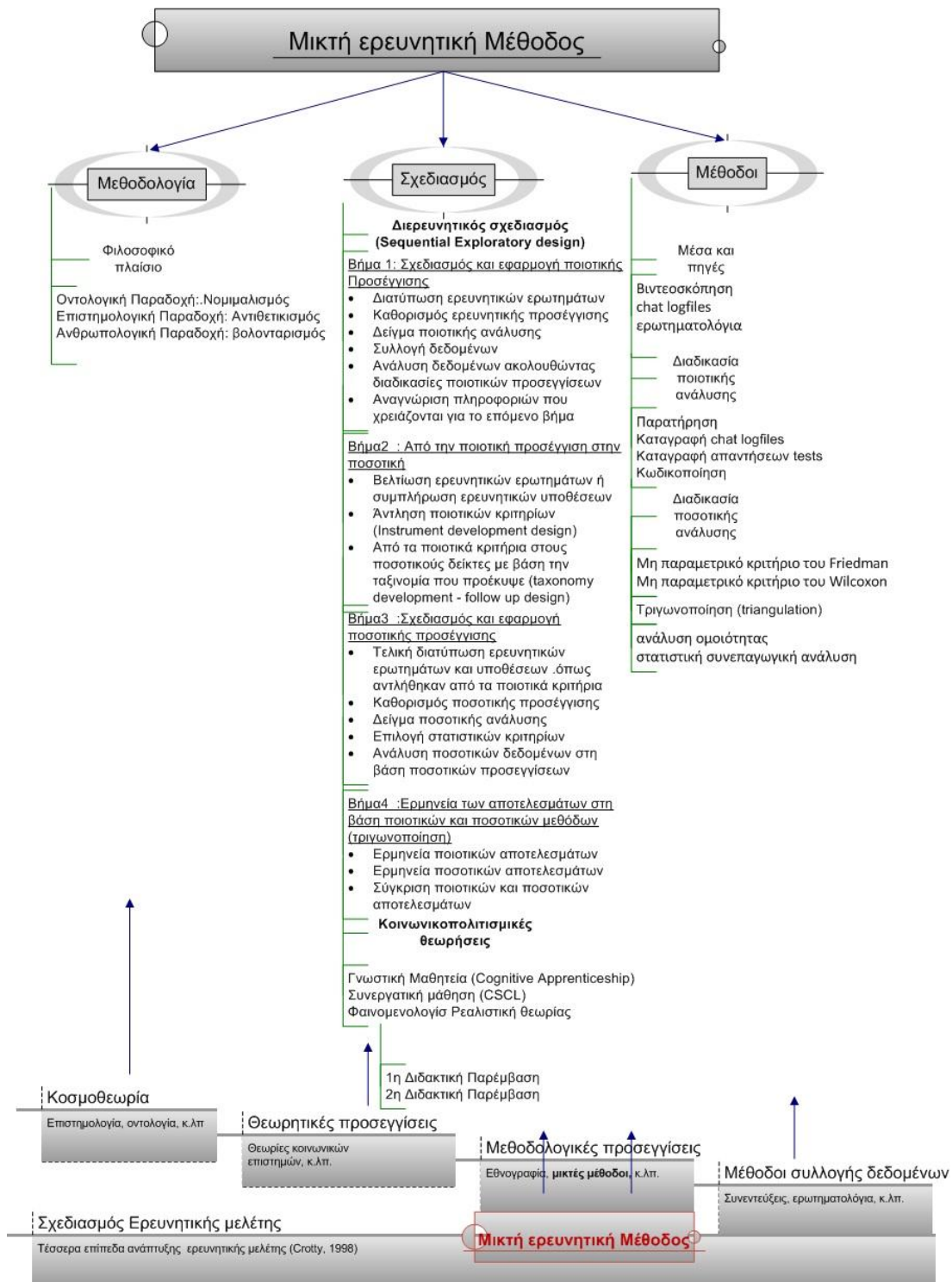
Στην παραπάνω βάση σχεδιάστηκαν δύο Πειραματικές Διδακτικές Παρεμβάσεις, στις οποίες αξιοποιείται το 3D εικονικό περιβάλλον του CoSy_World, και ένα προτεινόμενο διδακτικό σενάριο, τα οποία έχουν περιγραφεί στο κεφάλαιο 3. Στις ενότητες που ακολουθούν περιγράφονται οι δύο Πειραματικές Παρεμβάσεις και η αξιολόγησή τους.

4.3 Αξιολόγηση Πειραματικής Διδακτικής Εφαρμογής (ΦΑΣΗ 1)

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω (ενότητα 4.2), για την παρούσα έρευνα επιλέχτηκε μικτή διερευνητική μέθοδος σχεδιασμού αφού:

- α) Δεν υπήρχαν διαθέσιμα εργαλεία ή συγκεκριμένοι τρόποι μέτρησης.
- β) Οι μεταβλητές δεν ήταν επακριβώς ορισμένες και χρειάστηκε να τις αναγνωρίσουμε και να τις προσδιορίσουμε.
- γ) Δεν υπάρχει μια ακριβής θεωρία ή ένα συγκεκριμένο καθοδηγητικό πλαίσιο.
- δ) Θέλουμε να διερευνήσουμε ένα φαινόμενο σε βάθος και στη συνέχεια να αποτιμήσουμε πτυχές του.

Σαν αποτέλεσμα, ακολουθήθηκαν τα εξής (Σχήμα 4.56):



Σχήμα 4.56: Μικτή ερευνητική μέθοδος και Διερευνητικός σχεδιασμός.

Αρχικά, σχεδιάστηκε και εφαρμόστηκε η Διδακτική Παρέμβαση στη βάση μιας ποιοτικής προσέγγισης (βήμα 1). Διατυπώθηκαν τα ερευνητικά ερωτήματα και προσδιορίστηκε το Σχεδιασμός, Ανάπτυξη, Εφαρμογή και Αξιολόγηση ενός 3D Εικονικού Περιβάλλοντος Συνεργατικής Μάθησης για τη Διδασκαλία των Μαθηματικών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση

δείγμα. Συλλέχθηκαν τα δεδομένα και αναλύθηκαν ακολουθώντας ποιοτικές προσεγγίσεις. Μέσα από αυτή τη διαδικασία αναγνωρίστηκαν πληροφορίες χρήσιμες για το επόμενο βήμα της ποσοτικής ανάλυσης και ερμηνείας (βήμα 2). Αυτό σημαίνει άντληση ποιοτικών κριτηρίων στηριζόμενων σε μια κριτική θεώρηση της βιβλιογραφίας που συνδέονταν με τις διαστάσεις της εμπλοκής των μαθητών στη διαδικασία της μάθησης. Τα κριτήρια αυτά αποτέλεσαν το εργαλείο της ποιοτικής ανάλυσης των δεδομένων και ερμηνείας των αποτελεσμάτων. Επίσης, οδήγησαν στους ποσοτικούς δείκτες οι οποίοι προδιαγράφουν την ανάπτυξη μιας ταξινομίας που συνδέεται με τις διαστάσεις της εμπλοκής των μαθητών στη διαδικασία της μάθησης. Στη συνέχεια, επανεξετάστηκαν τα ερευνητικά ερωτήματα προκειμένου να ελεγχθεί αν υπάρχει αναγκαιότητα επαναδιατύπωσης ή συμπλήρωσης επιμέρους ερευνητικών υποθέσεων.

Αφού έγινε η τελική διατύπωση των ερευνητικών ερωτημάτων και υποθέσεων, επιλέχθηκαν τα στατιστικά κριτήρια και έγινε ανάλυση των ποσοτικών δεδομένων (βήμα 3).

Ακολουθεί ερμηνεία των αποτελεσμάτων στη βάση των ποιοτικών και ποσοτικών μεθόδων που υιοθετήθηκαν και γίνεται σύγκριση των ποιοτικών και ποσοτικών αποτελεσμάτων (βήμα 4). Τέλος, διατυπώνονται σχετικά συμπεράσματα.

4.3.1 Σκοπός Διδακτικής Εφαρμογής

Στην παρούσα έρευνα, επιχειρήθηκε η δημιουργία ενός 3D εικονικού περιβάλλοντος, του CoSy_World και η δημιουργία κατάλληλων παιδαγωγικών συνθηκών με σκοπό την ενίσχυση της εμπλοκής των μαθητών στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης μέσα στο περιβάλλον αυτό. Συγκεκριμένα, επιχειρήθηκε να διερευνηθεί κατά πόσο, στον 3D CoSy_World, το προτεινόμενο μακρο-σενάριο CSCL:

- α) Προάγει τη συμπεριφορική εμπλοκή των μαθητών (behavioral engagement) στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης.
- β) Ενισχύει τη συναισθηματική εμπλοκή (affective engagement) των μαθητών στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης.
- γ) Υποστηρίζει τη γνωστική εμπλοκή (cognitive engagement) των μαθητών στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης.

4.3.2 Το δείγμα

Στην Πρώτη Διδακτική Παρέμβαση συμμετείχαν 24 μαθητές (15 αγόρια και 9 κορίτσια) της Ε΄ Τάξης του 7^{ου} Δημοτικού Σχολείου Κηφισιάς. Διήρκεσε 9 εβδομάδες (τους τελευταίους μήνες της σχολικής χρονιάς). Τα παιδιά συναντήθηκαν online στον CoSy_World 4 φορές από 2 διδακτικές ώρες την κάθε φορά στο πλαίσιο του μαθήματος των μαθηματικών. Την πρώτη εβδομάδα δόθηκε στους μαθητές ερωτηματολόγιο (pre-test), προκειμένου να σκιαγραφηθούν οι κατανοήσεις τους για βασικές κλασματικές έννοιες (Παράρτημα 5 , 6).

Για τις επόμενες δύο εβδομάδες, οι μαθητές ήρθαν σε επαφή με άλλα περιβάλλοντα στο Active Worlds, προκειμένου να εξοικειωθούν με το λογισμικό και να εξασκηθούν ώστε να μάθουν πώς θα πρέπει να λειτουργήσουν μέσα σε ένα 3D περιβάλλον του λογισμικού αυτού (π.χ. πώς να επιλέξουν ένα avatar, πώς να κινηθούν μέσα σε αυτό, πώς να επικοινωνήσουν μέσω chat, κ.λπ.) (πυλοτικά tests), εφόσον ήταν φανερό ότι σχετικά με τον CoSy World δεν είχαν καμιά προηγούμενη γνώση. Ακολούθησαν οι online συναντήσεις τους για τέσσερις εβδομάδες. Αφού οι μαθητές μέσω των avatars συναντήθηκαν 4 φορές και για 4 εβδομάδες στον 3D κόσμο, την επόμενη εβδομάδα έγινε συζήτηση με τους μαθητές και τον εκπαιδευτικό της τάξης προκειμένου να κοινοποιηθούν σε επίπεδο τάξης οι απόψεις τους για την εμπειρία που έζησαν. Τέλος, μετά από μια εβδομάδα δόθηκε στους μαθητές ερωτηματολόγιο (posttest) με σκοπό να μελετηθεί η επίδραση της Διδακτικής Παρέμβασης στις κατανοήσεις που έχουν οι μαθητές για τα βασικά κλάσματα.

Οι συνθήκες δεν ήταν ευνοϊκές, αφού στο σχολείο δεν υπήρχε εργαστήριο πληροφορικής. Για το λόγο αυτό δημιουργήσαμε εργαστήριο, προκειμένου να καλυφθούν οι ανάγκες της έρευνας. Επίσης, οι μαθητές δεν ήταν εξοικειωμένοι με τα 3D περιβάλλοντα. Όμως, είχαν στοιχειώδεις γνώσεις σχετικά με τη χρήση του Ηλεκτρονικού Υπολογιστή (χρήση πληκτρολογίου, Office Word και Internet).

Κατά τη διάρκεια της Πειραματικής Διδακτικής Παρέμβασης, οι μαθητές επέλυσαν μαθηματικά προβλήματα και συμμετείχαν στην εκτέλεση δραστηριοτήτων που συνδέονταν με την κατανόηση βασικών κλασματικών εννοιών. Οι μαθητές είχαν διδαχθεί αντίστοιχες έννοιες ως μέρος του Αναλυτικού Προγράμματος Σπουδών. Παρόλα αυτά, το pretest που δόθηκε έδειξε ξεκάθαρα ότι οι μαθητές αντιμετώπιζαν αρκετές δυσκολίες στην κατανόηση των εννοιών αυτών ή είχαν παρανοήσει αυτές τις έννοιες.

4.3.3 Μέσα και διαδικασία συλλογής δεδομένων

Τα δεδομένα τα οποία συνδέονται με την εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία της μάθησης συλλέχθηκαν από ποικίλες πηγές όπως: τα chat μηνύματα (από τα log files του ActiveWorlds), τις βιντεοσκοπημένες εγγραφές των online συναντήσεων των avatars στον CoSy_World καθώς επίσης από τα ερωτηματολόγια που δόθηκαν πριν και μετά τη Διδακτική Παρέμβαση (Πίνακας 4.22).

Πίνακας 4.22: Μέθοδοι συλλογής Δεδομένων.

Η εμπλοκή των μαθητών (οι τρεις διαστάσεις)	Μέσα και πηγές συλλογής δεδομένων	Διαδικασία αποτίμησης δεδομένων	Διαδικασία αποτίμησης δεδομένων
		Ποιοτική Ανάλυση	Ποσοτική Ανάλυση
Συναισθηματική εμπλοκή των μαθητών (students' affective engagement)	Βιντεοσκόπηση της κάθε online συνάντησης.	Λήψη σημειώσεων από παρατήρηση.	
	Τα μηνύματα από τα chat log files κατά τη διάρκεια της κάθε online συνάντησης.	Καταγραφή των μηνυμάτων από τα log files των chat και κωδικοποίησή τους.	Μη παραμετρικό κριτήριο του Friedman.
Συμπεριφορική εμπλοκή των μαθητών (students' behavioral engagement)	Βιντεοσκόπηση της κάθε online συνάντησης.	Λήψη σημειώσεων από παρατήρηση.	
	Τα μηνύματα από τα chat log files κατά τη διάρκεια της κάθε online συνάντησης.	Καταγραφή των μηνυμάτων από τα log files των chat και κωδικοποίησή τους.	Μη παραμετρικό κριτήριο του Friedman.
Γνωστική εμπλοκή των μαθητών (students' cognitive engagement)	Βιντεοσκόπηση της κάθε online συνάντησης.	Λήψη σημειώσεων από παρατήρηση.	
	Τα μηνύματα από τα chat log files κατά τη διάρκεια της κάθε online συνάντησης.	Καταγραφή των μηνυμάτων από τα log files των chat και κωδικοποίησή τους.	
	Τα ερωτηματολόγια (prê- και posttests).	Καταγραφή των απαντήσεων και κωδικοποίησή τους.	Μη παραμετρικό κριτήριο του Wilcoxon.

Η ποιοτική ανάλυση των δεδομένων έγινε με την αξιοποίηση ποικίλων μεθόδων προκειμένου να δοθούν απαντήσεις στα ερευνητικά ερωτήματα. Επίσης, για τη στατιστική ανάλυση χρησιμοποιήθηκαν τα μη παραμετρικά κριτήρια των Wilcoxon και Friedman (Corder & Foreman 2009), τα οποία βασίστηκαν στα ποιοτικά κριτήρια που αντλήθηκαν από τα chat log files. Τα chat μηνύματα κωδικοποιήθηκαν και συνδέθηκαν με δείκτες οι οποίοι αποτιμήθηκαν για το σκοπό της έρευνας. Επιπλέον, κωδικοποιήθηκαν οι απαντήσεις των μαθητών στα ερωτηματολόγια (pre- και post-tests) που δόθηκαν και στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε το κριτήριο Wilcoxon. Τα ερωτηματολόγια αυτά χρησιμοποιήθηκαν κυρίως για να διερευνηθεί η κατανόηση των μαθητών για βασικές κλασματικές έννοιες (Παράρτημα 5, 6).

4.3.4 Αξιολόγηση του σεναρίου CSCL στον CoSy_World (κριτήρια και δείκτες)

Για τη *συμπεριφορική εμπλοκή των μαθητών* στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης, μελετήθηκε η ενεργή συμμετοχή τους (AP - students' Active Participation) στις συνεργατικού τύπου δραστηριότητες, προκειμένου να επιλύσουν μαθηματικά προβλήματα. Για το σκοπό αυτό αποτιμήθηκαν δείκτες που περιγράφουν τις ερωτήσεις, απαντήσεις, ανακοινώσεις αποτελεσμάτων αλλά και την έκφραση απόψεων και στάσεων ενός avatar προς:

- α) άλλο avatar της ομάδας του και
- β) avatar άλλης ομάδας ή προς τον εκπαιδευτικό.

Επίσης, αποτιμήθηκε η συμμετοχή των avatars σε δραστηριότητες που δείχνουν την αλληλεπίδρασή τους με τον online CoSy_World (ECA - Extracurricular Activities) (για παράδειγμα, τα avatars διαβάζουν πληροφορίες που παρέχονται σε πινακίδες από το 3D εικονικό περιβάλλον).

Τα ποιοτικά κριτήρια και οι δείκτες που αφορούν στη συμπεριφορική εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης εξήχθησαν από τα log files των συζητήσεών τους (Πίνακας 4.23).

Πίνακας 4.23: Ποιοτικά κριτήρια και ποσοτικοί δείκτες που αφορούν στη συμπεριφορική εμπλοκή των μαθητών.

Η συμπεριφορική εμπλοκή των μαθητών			
Ποιοτικά κριτήρια	Ποσοτικοί δείκτες	Διαδικασία συλλογής δεδομένων	Διαδικασία ανάλυσης δεδομένων
Η ενεργή συμμετοχή των μαθητών σε συζητήσεις προκειμένου να επιλύσουν μαθηματικά προβλήματα.	Οι φορές που τα avatars ρωτούν, απαντούν, εκφράζουν απόψεις, απευθύνονται σε avatar της ομάδας τους ή στο δάσκαλό τους (API – Active Participation Individual).	Βιντεοσκόπηση κάθε online συνάντησης.	<i>Ποιοτική Ανάλυση:</i> Λαμβάνοντας σημειώσεις από παρατήρηση και κωδικοποίηση των chat μηνυμάτων.
	Οι φορές που τα avatars ρωτούν, απαντούν, εκφράζουν απόψεις, απευθύνονται σε avatars άλλης ομάδας (APC – Active Participation Collaboration).	Βιντεοσκόπηση κάθε online συνάντησης.	<i>Στατιστική Διαδικασία:</i> Friedman’s μη παραμετρικό κριτήριο.
Η συμμετοχή των μαθητών σε δραστηριότητες που δε συνδέονται με το αναλυτικό πρόγραμμα.	Οι φορές που τα avatars εμπλέκονται σε δραστηριότητες εκτός αναλυτικού προγράμματος (ECA- Extracurricular Activities).	Βιντεοσκόπηση κάθε online συνάντησης.	<i>Ποιοτική Ανάλυση:</i> Λαμβάνοντας σημειώσεις από παρατήρηση. <i>Στατιστική Διαδικασία:</i> Friedman’s μη παραμετρικό κριτήριο.

Η διάσταση της *συναισθηματικής εμπλοκής* συνδέεται με το βαθμό που οι μαθητές:

α) Εστιάζονται στο σκοπό τους (προσανατολισμός στην επίτευξη στόχων που συνδέεται με την ολοκλήρωση των σταδίων του σεναρίου). Αυτό εκφράζεται μέσα από τη συνεργασία των μελών των ομάδων, την υιοθέτηση ρόλων και την επίλυση των προβλημάτων. Συγκεκριμένα, οι δείκτες που αντιστοιχούν σε αυτή τη διάσταση περιγράφουν ηγετικές δεξιότητες (π.χ. το avatar-αρχηγός καθοδηγεί την ομάδα), δεξιότητες λήψης αποφάσεων (π.χ. ένα avatar εμπλέκεται στη διαδικασία επιλογής αρχηγού της ομάδας στην οποία ανήκει) και δεξιότητες δόμησης εμπιστοσύνης μεταξύ των μελών μιας ομάδας (π.χ. όταν εκφράζονται αιτήματα για συναίνεση).

β) Εκδηλώνουν ενδιαφέρον για τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας στην οποία ανήκουν και για τις δραστηριότητες που επιλύουν. Στην περίπτωση αυτή οι δείκτες περιγράφουν δεξιότητες συντονισμού (π.χ. αναζήτηση άλλων avatars), δεξιότητες διατήρησης καλών σχέσεων ανάμεσα στα μέλη των ομάδων (π.χ. συνεισφορές με στόχο την ομαλή συνεργασία στην ομάδα) και δεξιότητες που συνδέονται με συζητήσεις για θέματα εκτός σεναρίου (GU3) (π.χ. γενική κουβέντα).

γ) Εκδηλώνουν ανία (μέσα από μη προβλεπόμενες από το σενάριο συνεισφορές) (π.χ. «Μέλος3B: ΟΤΡΡΦΦ!!!!!!»). Στην περίπτωση αυτή οι συνεισφορές είναι συνήθως άσχετες κουβέντες ή ασυναρτησίες.

δ) Εκφράζουν τα συναισθήματά τους για την εμπειρία στον 3D CoSy_World. Ανάλογη ευκαιρία προκειμένου να εκφραστούν τους δίνεται και κατά τη διάρκεια της 4^{ης} φάσης του σεναρίου.

Προκειμένου να αποτιμηθεί ο βαθμός της συναισθηματικής εμπλοκής των μαθητών, αντλήθηκαν ποιοτικά κριτήρια και ποσοτικοί δείκτες από τα log files των συζητήσεων των avatars (Πίνακας 4.24).

Πίνακας 4.24: Ποιοτικά κριτήρια και ποσοτικοί δείκτες που συνδέονται με τη συναισθηματική εμπλοκή των μαθητών.

Συναισθηματική εμπλοκή των μαθητών			
Ποιοτικά κριτήρια	Ποσοτικοί δείκτες	Διαδικασία συλλογής δεδομένων	Διαδικασία ανάλυσης δεδομένων
Οι μαθητές εστιάζονται στο	Ηγετικές δεξιότητες (SU1 – Skills Unit 1).	Βιντεοσκόπηση	Ποιοτική Ανάλυση: Λαμβάνοντας σημειώσεις

στόχο τους (achievement orientation)	Δεξιότητες λήψης αποφάσεων (SU2 – Skills Unit 2).	κάθε online συνάντησης.	από παρατήρηση και κωδικοποίηση των chat μηνυμάτων.
	Δεξιότητες δόμησης εμπιστοσύνης μεταξύ μελών μιας ομάδας (SU3 – Skills Unit 3).	Ανάγνωση των chat μηνυμάτων από τα log files.	<i>Στατιστική Διαδικασία:</i> Friedman’s μη παραμετρικό κριτήριο.
Οι μαθητές εκδηλώνουν ενδιαφέρον	Συντονισμός ομάδας (GU1-Grounding Unit 1).	Βιντεοσκόπηση κάθε online συνάντησης.	<i>Ποιοτική Ανάλυση:</i> Λαμβάνοντας σημειώσεις από παρατήρηση και κωδικοποίηση των chat μηνυμάτων.
	Διατήρηση καλών σχέσεων (GU2 - Grounding Unit 2).	Ανάγνωση των chat μηνυμάτων από τα log files.	<i>Στατιστική Διαδικασία:</i> Friedman’s μη παραμετρικό κριτήριο.
	Συζητήσεις για θέματα εκτός σεναρίου (GU3 - Grounding Unit 3).		
Οι μαθητές εκδηλώνουν ανία μέσα από ασυναρτησίες και άσχετες κουβέντες	Ανία (OTC – Off Topics Contribution).	Βιντεοσκόπηση κάθε online συνάντησης.	<i>Ποιοτική Ανάλυση:</i> Λαμβάνοντας σημειώσεις από παρατήρηση και κωδικοποίηση των chat μηνυμάτων.
		Ανάγνωση των chat μηνυμάτων από τα log files.	<i>Στατιστική Διαδικασία:</i> Friedman’s μη παραμετρικό κριτήριο.
Οι μαθητές εκφράζουν αξίες και συναισθήματα	Αξίες και συναισθήματα (μόνο ποιοτική ανάλυση).	Βιντεοσκόπηση κάθε online συνάντησης.	<i>Ποιοτική Ανάλυση:</i> Λαμβάνοντας σημειώσεις από παρατήρηση και κωδικοποίηση των chat μηνυμάτων.
		Ανάγνωση των chat μηνυμάτων από τα log files.	

Η διάσταση της *γνωστικής εμπλοκής* συνδέεται με την κατανόηση των μαθητών για τις βασικές κλασματικές έννοιες $1/2$, $1/3$ και $1/5$, τα πολλαπλάσιά τους, τα υποπολλαπλάσιά τους καθώς και των μεταξύ τους σχέσεων. Στην παρούσα έρευνα η κατανόηση των εννοιών αυτών αντιστοιχεί με το βαθμό στον οποίο οι μαθητές εμπλέκονται σε συζητήσεις προκειμένου να διαπραγματευτούν και να δομήσουν τη γνώση (Janvier, 1987; Lesh et al., 1987; Seeger, 1998) και αποκτάται μέσω:

- α) Της ικανότητας να αναγνωρίσουν την έννοια ενός κλάσματος μέσα από ποικιλία εικονικών αναπαραστάσεων.
- β) Της ικανότητας ευέλικτου χειρισμού και επεξεργασίας της έννοιας μέσα σε ένα σύστημα αναπαραστάσεων.
- γ) Της ικανότητας μετάφρασης της έννοιας από ένα σύστημα αναπαράστασης σε ένα άλλο (εικονικό, συμβολικό, λεκτικό).

Αναλύοντας το περιεχόμενο των chat log files η εστίαση έγινε στα παρακάτω ποιοτικά κριτήρια (Πίνακας 4.25).

Πίνακας 4.25: Ποιοτικά κριτήρια που συνδέονται με τη γνωστική εμπλοκή των μαθητών στον CoSy_World.

Η γνωστική εμπλοκή των μαθητών			
Ποιοτικά κριτήρια	Διαδικασία συλλογής δεδομένων	Δραστηριότητες στον CoSy_World	Διαδικασία ανάλυσης δεδομένων
Η αναγνώριση της έννοιας του κλάσματος μέσα από ποικιλία εικονικών αναπαραστάσεων.	Βιντεοσκόπηση κάθε online συνάντησης Ανάγνωση των chat μηνυμάτων από τα log files.	<i>Δραστηριότητα: Στο Σταθμό Καφενείο – εικονικές αναπαραστάσεις.</i>	<i>Ποιοτική Ανάλυση: Λαμβάνοντας σημειώσεις από παρατήρηση και κωδικοποίηση των chat μηνυμάτων.</i>
Η ικανότητα ευέλικτου χειρισμού και επεξεργασίας της κλασματικής έννοιας μέσα από ένα σύστημα αναπαραστάσεων.	Βιντεοσκόπηση κάθε online συνάντησης. Ανάγνωση των chat μηνυμάτων από τα log files.	<i>Δραστηριότητα: Στο Σταθμό Βιβλιοθήκη – συμβολικές αναπαραστάσεις.</i>	<i>Ποιοτική Ανάλυση: Λαμβάνοντας σημειώσεις από παρατήρηση και κωδικοποίηση των chat μηνυμάτων.</i>
Η ικανότητα μετάφρασης της έννοιας ενός κλάσματος από ένα σύστημα αναπαράστασης σε ένα άλλο (εικονικό, συμβολικό, λεκτικό).	Βιντεοσκόπηση κάθε online συνάντησης. Ανάγνωση των chat μηνυμάτων από τα log files.	<i>Δραστηριότητα: Στο Σταθμό Πυραμίδα – μετάφραση εικονικών – συμβολικών – λεκτικών αναπαραστάσεων.</i>	<i>Ποιοτική Ανάλυση: Λαμβάνοντας σημειώσεις από παρατήρηση και κωδικοποίηση των chat μηνυμάτων.</i>

Δεδομένου ότι η μετάφραση μιας μαθηματικής έννοιας από το ένα σύστημα αναπαράστασης σε ένα άλλο είναι ιδιαίτερα σημαντική για την κατανόηση των μαθηματικών εννοιών (Janvier, 1987; Gagatsis & Siakalli, 2004), αντλήθηκαν ποσοτικοί δείκτες (Πίνακας 4.26) από ερωτηματολόγιο που δόθηκε πριν και μετά τη διαδικασία της Διδακτικής Παρέμβασης.

Πίνακας 4.26: Ποιοτικά κριτήρια και ποσοτικοί δείκτες που συνδέονται με την κατανόηση βασικών κλασματικών αριθμών σαν αποτέλεσμα της γνωστικής εμπλοκής των μαθητών στον CoSy_World.

Η γνωστική εμπλοκή των μαθητών			
Ποιοτικά κριτήρια	Ποσοτικοί δείκτες	Ενδεικτικές ερωτήσεις ερωτηματολογίου	ερωτήσεις
C: Κατανόηση των	Επιχειρήματα που διευκρινίζονται	Ερώτηση: Προσπάθησε να φτιάξεις ένα πρόβλημα που να έχει σαν απάντηση το κλάσμα $\frac{2}{8}$.	
- κλασμάτων $\frac{3}{4}$ και $\frac{2}{8}$	- με εικονικές (p - pictorial)	Δημοσθένης: Γέμισα την πισίνα κατά τα $\frac{8}{8}$. Αν μειώσω το νερό στα $\frac{6}{8}$ πόσο μένει για να γεμίσει και πάλι;	
- κλασμάτων $\frac{2}{3}$ and $\frac{4}{6}$	- με συμβολικές (s - symbolic)	Επίσης, τη ζωγραφίζει για να δείξει τη σκέψη του (εικονική και λεκτική αναπαράσταση).	
- κλασμάτων $\frac{3}{5}$ και $\frac{6}{10}$	- με λεκτικές (v-verbal) αναπαραστάσεις. Επίσης, ολοκληρωμένη απάντηση (c - complete)		
	- καμία απάντηση (n – no answer)		
R: Κατανόηση των σχέσεων	Επιχειρήματα που διευκρινίζονται	Ερώτηση: Υπάρχει κάποια σχέση ανάμεσα στα κλάσματα $\frac{1}{10}$ και $\frac{1}{5}$; Προσπάθησε να εξηγήσεις την απάντησή σου με δικά σου λόγια.	
- ανάμεσα στα $\frac{1}{2}$ και $\frac{1}{8}$	- με εικονικές (p)	Γιάννης: Το $\frac{1}{5}$ είναι δύο φορές το $\frac{1}{10}$, διότι το 10 είναι διπλάσιο του 5) (εικονική και συμβολική αναπαράσταση).	
- ανάμεσα στα $\frac{1}{3}$ και $\frac{1}{6}$	- με συμβολικές (s)		
- ανάμεσα στα $\frac{1}{10}$ και $\frac{1}{5}$	- με λεκτικές (v) αναπαραστάσεις. Επίσης, ολοκληρωμένη απάντηση (c)		
	- καμία απάντηση (n)		

RC: Κατανόηση των σχέσεων - ανάμεσα στα $3/4$ και $1/2$ - ανάμεσα στα $2/5$ και $3/5$ - ανάμεσα στα $1/3$ και $1/4$ - ανάμεσα στα $2/5$ και $1/2$	Επιχειρήματα που διευκρινίζονται - με εικονικές (p) - με συμβολικές (s) - με λεκτικές (v) αναπαραστάσεις. Επίσης, - ολοκληρωμένη απάντηση (c) - καμία απάντηση (n)	<u>Ερώτηση:</u> Ποιο από τα κλάσματα $2/5$ ή $3/5$, είναι μεγαλύτερο και κατά πόσο; <u>Ευγενία:</u> $3/5 > 2/5$ κατά $1/5$ Επίσης, ζωγραφίζει: α) έναν κύκλο, τον χωρίζει σε 5 ίσα μέρη και χρωματίζει τα 2. β) έναν κύκλο, τον χωρίζει σε 5 ίσα μέρη και χρωματίζει τα 3. (εικονική, συμβολική και λεκτική αναπαράσταση).
---	--	--

Τα κριτήρια αποτιμήθηκαν στη βάση του πόσο οι μαθητές κατανοούν τα βασικά κλάσματα δίνοντας απαντήσεις με επιχειρήματα όπου αξιοποιούνται εικονικές, συμβολικές και λεκτικές αναπαραστάσεις. Οι δείκτες που αντανακλούν την κατανόηση των κλασματικών εννοιών είναι οι ακόλουθοι: Δείκτης *C κατανόηση (comprehension)* αναφέρεται στο βαθμό που οι μαθητές κατανοούν τα βασικά κλάσματα $1/2$, $1/3$ και $1/5$, τα πολλαπλάσιά τους και τα υποπολλαπλάσιά τους. Παρόμοια, ο δείκτης *R σχέση (relationship)* αναφέρεται στο βαθμό που οι μαθητές κατανοούν τις σχέσεις μεταξύ των κλασματικών αριθμών $1/2$ και $1/8$, $1/3$ και $1/6$ καθώς και μεταξύ των αριθμών $1/10$ $1/5$. Επίσης, ο δείκτης *RC σχέση-σύγκριση (relationship-comparison)* αναφέρεται στο βαθμό που οι μαθητές κατανοούν τις σχέσεις μεταξύ των κλασματικών αριθμών $3/4$ και $1/2$, $2/5$ και $3/5$, $1/3$ και $1/4$, καθώς και των $2/5$ και $1/2$.

4.3.5 Ανάλυση και ερμηνεία αποτελεσμάτων

Προκειμένου να διερευνήσουμε την ανάπτυξη των παραγόντων που ενισχύουν την εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης, χρησιμοποιήσαμε το μη παραμετρικό κριτήριο του Friedman για τρεις διαδοχικές φάσεις (Corder & Foreman, 2009) (Πίνακας 4.27). Χρησιμοποιήθηκε το κριτήριο αυτό διότι το δείγμα ήταν μικρό (9 avatars).

Πίνακας 4.27: Μη παραμετρική ανάλυση των δεικτών που συνδέονται με τη συμπεριφορική και τη συναισθηματική εμπλοκή των μαθητών στη συνεργατική μάθηση.

Indicators	Friendman's chi-square or χ^2 criterion	MR-Means Ranks			Means			Medians		
		Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 1	Stage 2	Stage 3
API	$\chi^2=8.28^*$	1.25	2.13	2.63	2.63	4.88	6.50	2.00	6.00	6.50
APC	$\chi^2=8.00^*$	1.25	2.25	2.5	0.88	3.88	4.75	0.50	3.00	5.00
ECA	$\chi^2=16.0^{**}$	1.00	2.00	3.00	3.00	4.50	19.0	0.00	4.50	0.00
SU1					statistically insignificant					
SU2	$\chi^2=14.30^{**}$	2.44	2.56	1.00	1.12	1.75	0.00	1.00	1.00	0.00
SU3	$\chi^2=7.38^*$	1.44	2.69	1.88	3.63	6.75	5.25	4.00	7.00	5.00
GU1	$\chi^2=13.00^*$	1.25	1.75	3.00	3.63	4.25	8.00	3.00	4.00	6.50
GU2					statistically insignificant					
GU3					statistically insignificant					
OTC					statistically insignificant					

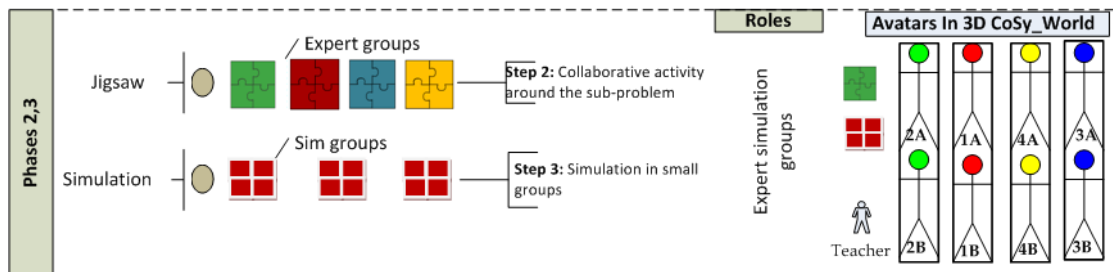
* $p < 0.05$, ** $p < 0.001$

4.3.5.1 Συμπεριφορική εμπλοκή και συνεργατική μάθηση στον CoSy_World

Μελετώντας τα αποτελέσματα παρατηρούμε ότι οι δείκτες που συνδέονται με τη συμπεριφορά των μαθητών κατά τη διαδικασία της μάθησης είναι στατιστικά σημαντικοί. Αυτό σημαίνει ότι το προτεινόμενο μακρο-σενάριο και το 3D εικονικό περιβάλλον παρέχουν την ευκαιρία και το κίνητρο στο κάθε avatar (το οποίο αντιστοιχεί σε μια ομάδα παιδιών) να αναπτύξει συμπεριφορές που τους επιτρέπουν να συμμετέχουν ενεργά στη διαδικασία της συνεργατικής επίλυσης προβλημάτων και δραστηριοτήτων. Πιο συγκεκριμένα, παρατηρείται ότι οι μαθητές εμπλέκονται στη διαδικασία της μάθησης ρωτώντας και απαντώντας σε ερωτήσεις και εκφράζοντας τις απόψεις τους σε avatars της αρχικής τους ομάδας (Α ή Β) (API) καθώς και σε avatars άλλων ομάδων (APC) ανάλογα με το είδος της συνεργασίας που τους υποδεικνύει το σενάριο.

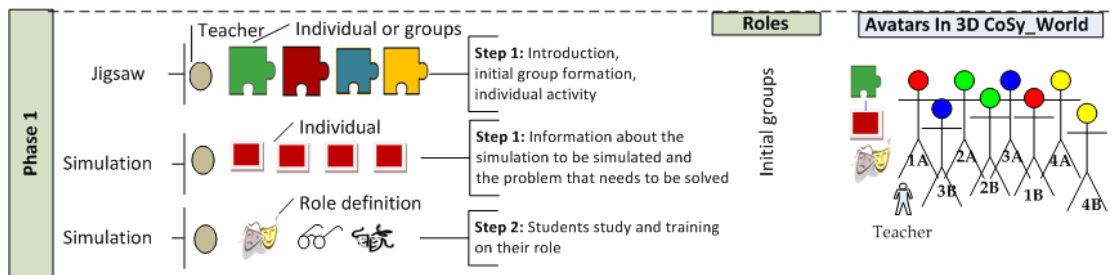
Οι Διάμεσοι που παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.27 δείχνουν ότι ο αριθμός των ανταλλαγών μεταξύ των avatars που παρατηρούνται κατά τη διάρκεια της δεύτερης και της τρίτης online συνάντησης είναι αρκετά υψηλός. Αυτό μπορεί να οφείλεται εν μέρει στη

δομή του σεναρίου και εν μέρει στις δραστηριότητες που είναι ενσωματωμένες στον CoSy_World (κεφάλαιο 3, ενότητα 3.3.2). Κατά τη διάρκεια αυτών των συναντήσεων, τα avatars χρειάζεται να συνεργάζονται σε ζεύγη και οι μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις φαίνεται να αυξάνονται (Σχήμα 4.57).



Σχήμα 4.57: Συνεργατικές στρατηγικές Jigsaw και Προσομοίωση στο στάδιο 2 και στο στάδιο 3.

Επίσης, παρατηρείται ότι τα avatars αναζητούν τα μέλη των αρχικών τους ομάδων για να συζητήσουν και να αναφέρουν τις δικές τους λύσεις ή τις δυσκολίες τους (Σχήμα 4.58).



Σχήμα 4.58: Συνεργατικές στρατηγικές Jigsaw και Προσομοίωση στο στάδιο 1.

Τα παραπάνω ευρήματα επιβεβαιώνονται επίσης μέσα από την ποιοτική ανάλυση των μηνυμάτων που ανταλλάχθηκαν κατά τις chat συζητήσεις των avatars κατά τη διάρκεια των τριών σταδίων του σεναρίου. Καθώς οι μαθητές συνεργάζονται, ανταλλάσσονται μηνύματα, αφού μέσω avatars εκφράζονται απόψεις μέσα στην ομάδα, γίνονται ερωτήσεις και δίνονται απαντήσεις σε ερωτήσεις ή ακόμα εκφράζεται ενδιαφέρον ή επιθυμίες (έκφραση συναισθήματος). Παραδείγματα τέτοιων ανταλλαγών δίνονται παρακάτω (το σύμβολο 2B→4B σημαίνει ότι το avatar 2B απαντά στο avatar 4B):

"Μέλος3B": Χρειάζεσαι βοήθεια;

3B→3A

"Μέλος3Α": Είμαστε ακόμα στο Καφενείο. Έχω μια ερώτηση σχετικά με τη δραστηριότητα αυτή.

3Α→3Β

"Μέλος3Β": Είναι σχετικά με τις πίτες του κυρ Μιχάλη;

3Β→3Α

"Μέλος3Α": Πόσες έχουν απομείνει στο αριστερό ταψί;

3Α→3Β

Ο δείκτης ECA (extracurricular activities) δραστηριότητες εκτός αναλυτικού προγράμματος είναι επίσης στατιστικά σημαντικός. Οι μαθητές μαθαίνουν σχετικά με την αρχαία Αίγυπτο. Για παράδειγμα, μαθαίνουν για τη σημασία που είχαν οι πλημμύρες του Νείλου ποταμού για τους αρχαίους Αιγυπτίους. Οι πληροφορίες δίνονται μέσα από πινακίδες που είναι τοποθετημένες κοντά στο Νείλο ποταμό αλλά και σε διάφορα σημεία του κόσμου. Τις πινακίδες αυτές τις συναντούν κατά τη διάρκεια της διαδρομής τους στον CoSy_World μέσα από τις προτεινόμενες διαδρομές του σεναρίου. Παρουσιάζει ενδιαφέρον το ότι η ανάγνωση αυτών των πινακίδων δεν είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την ολοκλήρωση του ταξιδιού τους αλλά και ούτε τους επιβάλλεται από το σενάριο. Ως εκ τούτου, μπορούμε να συμπεράνουμε πως οι μαθητές το κάνουν είτε γιατί ελπίζουν ότι θα τους βοηθήσει στην επίλυση προβλημάτων που συναντούν στον κόσμο ή επειδή αισθάνονται πως έτσι εκπληρώνουν τους ρόλους τους ως ταξιδιώτες. Το ενδιαφέρον για την ανάγνωση των πινακίδων αυτών φαίνεται να αυξάνεται κατά τη διάρκεια του τρίτου σταδίου του σεναρίου. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο ότι τα avatars στο σημείο αυτό της διαδρομής τους στον κόσμο συναντούν περισσότερες πινακίδες και άρα διαβάζουν περισσότερες πληροφορίες και σε συχνότερα χρονικά διαστήματα.

Αν και δεν είναι προφανές για τους μαθητές, ωστόσο μια τέτοιου είδους πληροφόρηση δεν είναι ξεκομμένη από την επιλεγμένη προς μάθηση γνωστική περιοχή που στοχεύει η παρούσα έρευνα αφού συμπληρώνει τη μαθησιακή διαδικασία και την καθιστά ουσιαστική προβάλλοντας την εφαρμογή των Μαθηματικών στην καθημερινή πραγματικότητα. Για παράδειγμα, οι μαθητές μαθαίνουν πως η αναγκαιότητα επαναπροσδιορισμού των κτημάτων των αρχαίων Αιγυπτίων μετά από τις πλημμύρες αυτές τους οδήγησε στο να εφεύρουν και να δημιουργήσουν τους πρώτους κλασματικούς αριθμούς.

4.3.5.2 Συναισθηματική εμπλοκή και συνεργατική μάθηση στον CoSy_World

Όσον αφορά τους δείκτες που συνδέονται με τη συναισθηματική εμπλοκή των μαθητών, παρατηρούμε (Πίνακας 4.27) ότι μερικοί από αυτούς είναι στατιστικά σημαντικοί και άλλοι δεν είναι. Πιο συγκεκριμένα, οι διάμεσοι στον Πίνακα 4.27 δείχνουν ότι κατά τη διάρκεια της 1^{ης} και της 2^{ης} online συνάντησης το μακρο-σενάριο παρέχει περισσότερες ευκαιρίες για από κοινού λήψη αποφάσεων (δεξιότητες λήψης αποφάσεων) (SU2) των avatars, τα οποία συχνά συζητούν για τις δραστηριότητες και πρέπει να αποφασίσουν πώς να συνεχίσουν την επίλυσή τους.

"Μέλος2B": Το Κάιρο είναι η φτηνότερη επιλογή, σωστά;

2B → 2A

"Μέλος2A": Ναι, το ίδιο βρήκαμε κι εμείς.

2A → 2B

(Τα 2A και 2B ανήκουν στην ίδια ομάδα σε συγκεκριμένο στάδιο του σεναρίου αλλά φτάνουν στη λύση δουλεύοντας ανεξάρτητα αφού το καθένα από τα δύο αυτά avatars είναι ομάδες παιδιών που βρίσκονται μπροστά σε έναν υπολογιστή και δουλεύουν μαζί τις δραστηριότητες που τους αντιστοιχούν.)

Επιπλέον, ο δείκτης που περιγράφει δεξιότητες δόμησης εμπιστοσύνης ανάμεσα στα μέλη μιας ομάδας (SU3) φαίνεται να υποστηρίζεται σε πολύ σημαντικό βαθμό. Αυτό πιθανόν να οφείλεται στο γεγονός του ότι το σενάριο απαιτεί ουσιαστική συνεργασία προκειμένου να παρακολουθήσει κάποιος την εξελικτική πορεία μιας δραστηριότητας, η οποία με τη σειρά της συνεπάγεται αλληλεξάρτηση και αποτελεσματική επικοινωνία μεταξύ των μελών της ομάδας, η οποία είναι δύσκολο να προκύψει χωρίς την ύπαρξη εμπιστοσύνης. Η εμπιστοσύνη συνδέεται επίσης άμεσα με τους ρόλους του κάθε avatar. Η ποιοτική ανάλυση δείχνει ότι οι αρχηγοί των ομάδων είναι παρεμβατικοί και έχουν συμβουλευτική στάση όταν επικρατούν συνθήκες αβεβαιότητας στην ομάδα. Τα μέλη μιας ομάδας επίσης φαίνεται να εμφανίζουν συμπεριφορές που δείχνουν αμοιβαία εμπιστοσύνη μεταξύ τους. π.χ. ένα avatar αβίαστα ακολουθεί ένα άλλο μέλος της ομάδας όταν αυτό κινείται σε επόμενο στάδιο του ταξιδιού.

"Μέλος3A": Πώς θα φτάσουμε στο Νείλο;

3A → 3B

"Μέλος3B": Ακολουθήσε με.

3B → 3A

Ο δείκτης που συνδέεται με τις ηγετικές δεξιότητες (SU1) δεν είναι στατιστικά σημαντικός. Πιθανότατα αυτό συμβαίνει διότι το σενάριο δεν προβλέπει για τον αρχηγό της κάθε ομάδας σημαντικές ευθύνες ή έναν ρόλο ιδιαίτερα έντονο σε σχέση με τα άλλα μέλη.

Ο δείκτης που περιγράφει το ενδιαφέρον του κάθε avatar να συντονίσει τις δράσεις του (δεξιότητες συντονισμού) (GU1) είναι επίσης στατιστικά σημαντικός. Τα αποτελέσματα δείχνουν μια ανιούσα πορεία της αξίας της GU1 από το ένα στάδιο στο επόμενο. Αυτό σημαίνει ότι τα avatars δε χάνονται στον 3D εικονικό κόσμο του CoSy_World. Επίσης σημαίνει ότι αναζητά το ένα το άλλο, συγκεντρώνονται σε ομάδες όταν το σενάριο το απαιτεί και συμμετέχουν στην εκτέλεση των δραστηριοτήτων με τρόπο άμεσο. Ο δείκτης αυτός είναι ιδιαίτερα υψηλός κατά τη διάρκεια του τρίτου σταδίου του σεναρίου όπου η αύξηση του αριθμού των δραστηριοτήτων προφανώς απαιτεί μεγαλύτερο συντονισμό για καλύτερα αποτελέσματα.

"Μέλος3Α": Πού είσαι;

3A → 3B

"Μέλος3B ": Έρχομαι

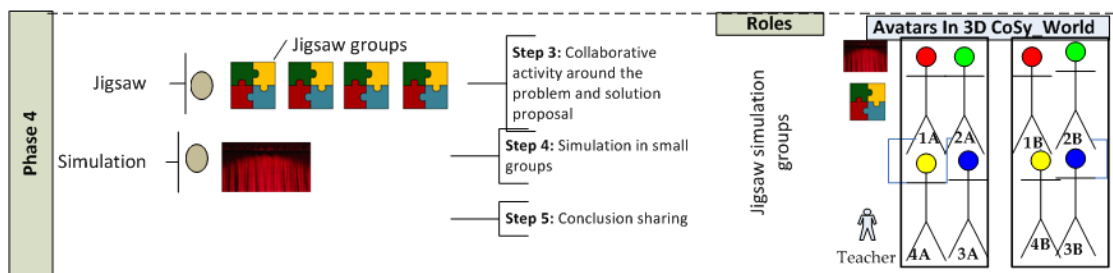
3B → 3A

Στον Πίνακα 4.27 όλοι οι υπόλοιποι δείκτες που συνδέονται με τη συμπεριφορά των avatars καθώς αυτά εμπλέκονται στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης δεν είναι στατιστικά σημαντικοί. Για παράδειγμα, ο δείκτης GU2 (διατήρηση καλών σχέσεων ανάμεσα στα μέλη μιας ομάδας) είναι πάρα πολύ χαμηλός. Ωστόσο, παρακολουθώντας τα βίντεο των online συναντήσεων παρατηρούμε ότι υπάρχουν λίγες περιπτώσεις τριβής που θα απαιτούσαν μια προσπάθεια αποκατάστασης της αρμονίας και συνεργασίας από την πλευρά των άλλων μελών μιας ομάδας. Αυτό συμβαίνει πιθανότατα διότι από τη μια οι μαθητές απορροφώνται από τα καθήκοντα που απαιτούν οι ρόλοι τους και από την άλλη η μεταξύ τους αλληλεξάρτηση που απαιτείται προκειμένου να επιλυθούν οι δραστηριότητες δημιουργεί μια ατμόσφαιρα συλλογικής ευθύνης, η οποία περιορίζει την εκ προθέσεως αδιαφορία ή εγωιστική συμπεριφορά. Θα μπορούσε, επίσης, να έχει να κάνει με το γεγονός του ότι στον CoSy_World τα avatars υιοθετούν ρόλους τους οποίους έχουν αναλάβει με σοβαρότητα, πράγμα που είναι αρκετό για να υπερβούν και να ξεπεράσουν οποιαδήποτε πεισματική ή ιδιοτελή αντίδραση που συχνά παρατηρείται σε ομαδικές

εργασίες παραδοσιακού τύπου. Εξάλλου, μπορεί να έχει να κάνει με τη δομημένη φύση της Διδακτικής Παρέμβασης.

Επίσης, είναι λίγες οι περιπτώσεις που οι μαθητές επικοινωνούν για θέματα εκτός του σεναρίου (GU3). Φαίνεται πως τα avatars επικεντρώνονται στις δραστηριότητες που πρέπει να εκτελέσουν σύμφωνα με το σενάριο χωρίς να χρειάζεται σχετική υπενθύμιση από τον αρχηγό της ομάδας τους ή τον εκπαιδευτικό. Αυτό επιβεβαιώνεται επίσης από το δείκτη OTC (συνεισφορά εκτός θέματος) ο οποίος είναι επίσης στατιστικά ασήμαντος και συνδέεται με τις φορές που τα avatars δείχνουν ανία μέσα στον 3D κόσμο και την εκδηλώνουν με ασυναρτησίες και άσχετες κουβέντες. Το γεγονός του ότι οι δείκτες αυτοί είναι σε χαμηλά επίπεδα μπορεί να οφείλεται στην καινοτομική φύση της εμπειρίας που οι μαθητές βιώνουν αφού μέχρι τώρα είχαν συνηθίσει σε παραδοσιακά μοντέλα και περιβάλλοντα διδασκαλίας.

Τέλος, κατά τη διάρκεια του 4ου σταδίου τα avatars συζητούν για την εμπειρία τους στον CoSy_World (Σχήμα 3.47, Σχήμα 4.59).



Σχήμα 4.59: Συνεργατικές στρατηγικές Jigsaw και Προσομοίωση στο στάδιο 4.

Σαν αποτέλεσμα, συλλέχθηκαν δεδομένα που αφορούν σε αξιολογικές κρίσεις (values) των μαθητών, δηλαδή στο πώς οι μαθητές βλέπουν την εμπειρία τους αυτή. Στα chat log files των μηνυμάτων που αντάλλαξαν μεταξύ τους παρατηρείται ένας μεγάλος αριθμός συμμετοχής των avatars τα οποία εκφράζουν ποικιλία απόψεων. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι μαθητές ήταν αρκετά ενθουσιασμένοι με τη Διδακτική Παρέμβαση:

"Μέλος1A": Μου άρεσε πολύ αυτός ο κόσμος επειδή ζήσαμε πολλές περιπέτειες.

"Μέλος1A": Ένωσα σαν να ήμουν πραγματικά αλλού.

"Μέλος1B": Μου άρεσε ο πολιτισμός και τα κτίσματά τους.

Στους μαθητές άρεσε επίσης η ευκαιρία για επικοινωνία που τους προσφέρονταν:

"Μέλος1Α": Επίσης επειδή συνεργαστήκαμε και επικοινωνήσαμε με την άλλη ομάδα.

"Μέλος2Α": Δεν ήταν θαυμάσιο που επικοινωνήσαμε με τα άλλα παιδιά;

"Μέλος2Β": Μπορούσαμε επίσης να επικοινωνούμε γραπτώς μέσω υπολογιστή.

Είναι ενδιαφέρον να αναφερθούμε και σε κάποιες διαθέσεις που δείχνουν πώς τα παιδιά βιώνουν την εμπλοκή τους με τα Μαθηματικά μέσα από τον CoSy_World:

"Μέλος2Α": Μου άρεσε που χρησιμοποιούσαμε τα Μαθηματικά καθώς προχωρούσαμε.

"Μέλος3Α":...που κάναμε Μαθηματικά με ένα τρόπο που έμοιαζε με παιχνίδι.

"Μέλος3Β": Που λύναμε Μαθηματικά και παίρναμε αποφάσεις.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα μηνύματα που περιγράφουν την επιθυμία των παιδιών να επαναλάβουν μια τέτοια εμπειρία μέσω του CoSy_World.

"Μέλος1Β": Ήταν σπουδαίο! Θα ήθελα να είμαι σε αυτόν τον κόσμο κάθε μέρα!

"Μέλος3Α":...Γιατί πρέπει να φύγουμε;

"Μέλος3Α":...Ήταν φανταστικά! Να ξανάρθουμε!

4.3.5.3 Γνωστική εμπλοκή και συνεργατική μάθηση στον CoSy_World

Στην παρούσα μελέτη αξιοποιήσαμε ένα 3D εικονικό περιβάλλον και την CSCL σε πραγματικές συνθήκες μιας σχολικής τάξης, για να διερευνήσουμε (ανάμεσα σε άλλα) το πώς οι μαθητές, αλληλεπιδρώντας ο ένας με τον άλλον, διαπραγματεύονται και μοιράζονται τις γνώσεις τους προσπαθώντας να κατανοήσουν βασικές κλασματικές έννοιες.

Η ερμηνεία της γνωστικής εμπλοκής των μαθητών στη διαδικασία της κατανόησης των κλασμάτων έγινε μέσα από την ανάλυση του περιεχομένου των *chat log files*.

Κατά τη διάρκεια της πρώτης ομάδας Δραστηριοτήτων (Σταθμός Καφενείο), παρατηρούμε ότι τα avatars χρησιμοποιούν επιχειρήματα που σχετίζονται με την αναγνώριση της έννοιας ενός κλάσματος ως μέρους όλου μιας επιφάνειας και στη συνέχεια ως μέρους ενός συνόλου αντικειμένων (σταθμός Νείλου) μέσω διαφόρων συστημάτων αναπαράστασης (κύκλοι, γραμμές, ευθύγραμμα τμήματα, σύνολα από βότσαλα) (1^ο στάδιο, Janvier, 1987). Επίσης, αναγνωρίζουν την έννοια της ισοδυναμίας των κλασμάτων

μέσα από διάφορα συστήματα αναπαράστασης (κύκλοι, γραμμές, ευθύγραμμα τμήματα, σύνολα από βότσαλα) (1^ο στάδιο, Janvier, 1987).

"Μέλος1A": *Κάνεις λάθος, έχουν απομείνει 5 από τα 15 κομμάτια της τυρόπιτας - μπορείς να το δεις ...*

$1 A \rightarrow 1 B$

"Μέλος1B": *Ναι, το βλέπω τώρα.*

$1 B \rightarrow 1 A$

Στη δεύτερη ομάδα Δραστηριοτήτων (Σταθμός Βιβλιοθήκη), ο στόχος είναι ο ευέλικτος χειρισμός της έννοιας ενός κλάσματος ως μέρους όλου, καθώς επίσης και της έννοιας της ισοδυναμίας μέσα στο ίδιο σύστημα αναπαράστασης (συμβολική αναπαράσταση – δραστηριότητες αντιστοίχισης) (2^ο στάδιο, Janvier, 1987). Στο σημείο αυτό επίσης, τα ανατάρσ επιχειρηματολογούν συζητώντας, προκειμένου να κατανοήσουν τις κλασματικές έννοιες.

"Μέλος3B": *2/4 ισοδύναμο του 1/2. Σκέψου τι κάναμε πριν*

$3B \rightarrow 3A$

"Μέλος3A": *Στις τυρόπιτες και στα ταψάκια;*

$3A \rightarrow 3B$

"Μέλος3B": *Ναι!*

$3B \rightarrow 3A$

Τέλος, στην τρίτη ομάδα Δραστηριοτήτων (Σταθμός Πυραμίδες), ο σκοπός ήταν να αποκτηθεί η ικανότητα μετάφρασης μιας έννοιας από το ένα σύστημα αναπαράστασης στο άλλο. Για το λόγο αυτό δόθηκε στους μαθητές φύλλο εργασίας (Παράρτημα 2), όπου τους ζητούνταν να δώσουν συμβολική, εικονική ή λεκτική αναπαράσταση μιας κλασματικής έννοιας (3^ο στάδιο, Janvier, 1987). Οι απαντήσεις που έδωσαν τα παιδιά δείχνουν ότι οι μαθητές χρησιμοποιούν με μεγάλη ευκολία ποικιλία αναπαραστάσεων που συνάντησαν στον CoSy_World, προκειμένου να περιγράψουν και να επιχειρηματολογήσουν για το νόημα και τη σημασία μιας κλασματικής έννοιας.

"Μέλος2B": *Τι έγραψες στο πρώτο;*

$2B \rightarrow 2A$

"Μέλος2A": Το 1/2 είναι μεγαλύτερο από το 1/4.

2A → 2B

"Μέλος2B": Πώς το έδειξες;

2B → 2A

"Μέλος2A": Με κύκλο.

2A → 2B

Όσον αφορά την επικοινωνία μεταξύ των avatars όταν αυτά επέλυαν δραστηριότητες, πρώτα επικεντρώνονταν το καθένα από τα avatars στην επίλυση μιας δραστηριότητας και στην περίπτωση που ήθελαν να επιβεβαιώσουν ένα αποτέλεσμα ή όταν δυσκολεύονταν στην επίλυση ενός προβλήματος, τότε απευθύνονταν σε avatars της ομάδας τους ή άλλης ομάδας. Δεν είναι σαφές εάν αυτό γινόταν λόγω τη δύναμης της συνήθειας (γιατί οι μαθητές είναι εξοικειωμένοι με τον ανταγωνισμό και όχι με τη συνεργασία) ή αν η πολυπλοκότητα της επικοινωνίας μέσω chat τους αποθάρρυνε από το να επιχειρούν μια μεγαλύτερου εύρους επικοινωνία όταν επέλυαν δραστηριότητες.

Όσον αφορά τα μαθησιακά αποτελέσματα που συνδέονται με τους στόχους της παρούσης έρευνας, προκειμένου να αναλυθούν και να ερμηνευτούν τα δεδομένα που αναφέρονται στη βασική κατανόηση κλασματικών εννοιών ως αποτέλεσμα της γνωστικής εμπλοκής των μαθητών (students' cognitive engagement) στον CoSy_World χρησιμοποιήθηκε το μη παραμετρικό κριτήριο z του Wilcoxon για δύο σχετικά δείγματα (Corder & Foreman, 2009). Ο λόγος που χρησιμοποιήσαμε το μη παραμετρικό κριτήριο z του Wilcoxon ήταν ο μικρός αριθμός του δείγματος (24 μαθητές) και διότι οι μετρήσεις έγιναν σε δύο διαφορετικές χρονικές στιγμές πριν και μετά τη Διδακτική Παρέμβαση.

Πίνακας 4.28: Συνοπτική μη παραμετρική ανάλυση της διακύμανσης (Wilcoxon z), για τους δείκτες που συνδέονται με την κατανόηση κλασματικών εννοιών.

Δείκτες κριτηρίων	critetion	Means	
	Wilcoxon (z)	Pretest	Posttest
C	z= -4.29*	6.33	12.92
R	z= -4.30*	5.04	27.96
RC	z= -4.30*	12.91	21.63

* p<0.001

Όπως παρατηρείται στον Πίνακα 4.28 τα αποτελέσματα που αφορούν στην κατανόηση βασικών κλασματικών εννοιών είναι επίσης αρκετά ενθαρρυντικά. Όπως μπορούμε να δούμε από τα τρία κριτήρια (C,R,RC), μετά τη Διδακτική Παρέμβαση οι μαθητές δίνουν πιο πειστικές απαντήσεις που αφορούν στην κατανόηση που έχουν για τα κλάσματα. Αυτό σημαίνει ότι απαντήσεις τους εμπεριέχουν πειστικά επιχειρήματα όταν απαντούν σε ερωτήσεις που συνδέονται με τις συγκεκριμένες βασικές μαθηματικές έννοιες. Στα επιχειρήματά τους οι μαθητές χρησιμοποιούν επίσης μια σειρά από εικονικές, συμβολικές και λεκτικές αναπαραστάσεις. Το παράδειγμα που ακολουθεί (Πίνακας 4.29) το οποίο αντλείται από την ποιοτική ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών στο ερωτηματολόγιο (pretests και posttests) επιβεβαιώνει τη διαπίστωση αυτή.

Πίνακας 4.29: Παράδειγμα που αφορά στην κατανόηση βασικών κλασματικών εννοιών (από τα pretests και posttests).

Ερώτηση: Ποιο κλάσμα είναι μεγαλύτερο, το 1/2 ή το 3/4 και πόσο;

<u>Νίκος (πριν)</u>	<u>Νίκος (μετά)</u>
1/2 < 3/4	1/2 < 3/4 Διότι το 3/4 είναι περισσότερα (Επίσης, - ζωγραφίζει έναν κύκλο, τον χωρίζει σε 4 ίσα μέρη και χρωματίζει τα 3. - ζωγραφίζει έναν άλλο ίδιο κύκλο, τον χωρίζει σε 2 ίσα μέρη και χρωματίζει τα 1).

Ο Νίκος φαίνεται να έχει κατανοήσει τη σχέση μεταξύ των κλασμάτων 1/2 και 3/4, αφού στα επιχειρήματά του μπορεί να αναγνωρίσει την έννοια της σχέσης αυτής μέσα από ένα σύστημα εικονικής αναπαράστασης (κύκλο), μπορεί να χειριστεί με ευελιξία την έννοια μέσα στο συμβολικό σύστημα αναπαράστασής της και μπορεί να κάνει μετάφραση της έννοιας από το ένα σύστημα αναπαράστασης στο άλλο (εικονική, συμβολική, λεκτική).

Σε γενικές γραμμές, η βελτίωση των μαθητών στην κατανόηση των κλασματικών εννοιών και στην ικανότητα να εκφραστούν και να επιχειρηματολογήσουν ήταν εντυπωσιακή. Σε σύγκριση με τα αντίστοιχα αποτελέσματα που πήραμε από τα pretests οι μαθητές, παρόλο που είχαν παρακολουθήσει τον ίδιο αριθμό συνεδριών διδασκαλίας μέσα στην

παραδοσιακή τάξη, οι κατανοήσεις τους για τις κλασματικές έννοιες δεν ήταν ξεκάθαρες και τα επιχειρήματά τους ήταν φτωχά.

Και πάλι όμως, δεν είναι απόλυτα σαφές αν οι γνωστικοί ή και οι συναισθηματικοί παράγοντες που αναπτύχθηκαν στον CoSy_World ήταν καθοριστικοί στο να έχουμε αυτά τα αποτελέσματα ή αν η κύρια υπεύθυνη ήταν η καινοτομική φύση της εμπειρίας που βίωσαν στον CoSy_World και η συνακόλουθη αφοσίωση των παιδιών μέσα από αυτήν στο στόχο τους.

Στην ομάδα ελέγχου δόθηκε επίσης το ίδιο ερωτηματολόγιο στους μαθητές τις ίδιες χρονικές στιγμές. Στο ενδιάμεσο διάστημα ζητήσαμε από τον εκπαιδευτικό της ομάδας ελέγχου (18 μαθητές) να αφιερώσει αντίστοιχο αριθμό ωρών στη διδασκαλία βασικών κλασματικών εννοιών αξιοποιώντας δραστηριότητες από το σχολικό εγχειρίδιο και ακολουθώντας τη δική του διδακτική μέθοδο.

Πίνακας 4.30: Συνοπτική μη παραμετρική ανάλυση της διακύμανσης (Wilcoxon z), για τους δείκτες που συνδέονται με την κατανόηση κλασματικών εννοιών.

Δείκτες κριτηρίων	critterion	Means	
	Wilcoxon (z)	Pretest	Posttest
C	$z = -3.79^*$	8.61	11.00
R	$z = -3.41^*$	6.23	7.62
RC	$z = -3.54^*$	11.78	12.95

* $p < 0.05$

Από τα τρία κριτήρια (C,R,RC) φαίνεται ότι οι μαθητές της ομάδας ελέγχου δεν εμφανίζουν μεγάλη διαφορά στην πειστικότητα των απαντήσεών τους ανάμεσα στο πριν όσο και στο μετά την ενασχόλησή τους με τις βασικές κλασματικές έννοιες (Πίνακας 4.30). Με άλλα λόγια, οι απαντήσεις τους δεν εμπεριέχουν ποικιλία αναπαραστάσεων και δε φαίνεται να εμφανίζουν ευελιξία στη χρήση τους όταν πρόκειται να επιχειρηματολογήσουν για τις συγκεκριμένες κλασματικές έννοιες.

4.3.6 Συμπεράσματα

Η ποιοτική ανάλυση της συμπεριφοράς των μαθητών και γενικότερα της επικοινωνίας τους στο 3D περιβάλλον του CoSy_World, καθώς και των μαθησιακών τους αποτελεσμάτων όπως φαίνεται μέσα από τα pre- και posttest, δείχνει ότι η Διδακτική Παρέμβαση που προτείνεται υποστηρίζει σε σημαντικό βαθμό την εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία της μάθησης. Αυτό είναι εμφανές από το γεγονός ότι οι περισσότεροι δείκτες εμφανίζουν στατιστική σημαντικότητα, η οποία με τη σειρά της δείχνει μια πιο βαθιά κατανόηση των εννοιών σε σχέση με αυτήν που επιτυγχάνεται μέσα από ένα παραδοσιακό μοντέλο διδασκαλίας. Επίσης, παρατηρείται ότι το ενδιαφέρον των μαθητών ήταν σε υψηλά επίπεδα και στις τέσσερις online συναντήσεις τους στον κόσμο. Οι μαθητές διαπραγματεύονταν τη δόμηση της γνώσης αλληλεπιδρώντας μεταξύ τους αλλά και με το περιβάλλον. Με αυτόν τον τρόπο, συμμετείχαν σε μια διαρκή διαδικασία μάθησης και ανέπτυσαν την κατανόησή τους για τα βασικά κλάσματα καθώς και την ικανότητά τους να εκφράζουν τις κατανοήσεις τους αυτές μέσα από μια σειρά ποικίλων αναπαραστάσεων. Αυτό υποδηλώνει ότι η προτεινόμενη παρέμβαση διευκολύνει τη συνεχή ανατροφοδότηση μεταξύ των δύο κύριων μεταφορών της μάθησης, της απόκτησης της γνώσης και της συμμετοχής σε αυτήν, η οποία οδηγεί σε μια πιο ασφαλή και σίγουρη κατανόηση των εννοιών (Sfard, 1998).

Αξίζει επίσης να σημειωθεί ότι τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν τα ευρήματα από μελέτες που υποστηρίζουν ότι τα online 3D εικονικά περιβάλλοντα μπορούν να υποστηρίξουν με αποτελεσματικό τρόπο τη διδασκαλία των διαφόρων γνωστικών αντικειμένων (Chen et al. 2007; Dieterle & Clark, 2007). Με άλλα λόγια, τα περιβάλλοντα αυτά μπορούν επίσης να υποστηρίξουν τη διδασκαλία των Μαθηματικών που σχετίζεται με ένα διαφορετικό τρόπο σκέψης και με διαφορετικούς μηχανισμούς κατασκευής της γνώσης.

4.3.7 Σύνοψη της Πρώτης Πειραματικής Διδακτικής Εφαρμογής

Στην ενότητα 4.3 αρχικά περιγράφηκαν τα βήματα σχεδιασμού της πρώτης Πειραματικής Διδακτικής Εφαρμογής που έγινε στο πλαίσιο της μικτής διερευνητικής μεθόδου. Το πρώτο βήμα περιλάμβανε το σχεδιασμό και την εφαρμογή της ποιοτικής προσέγγισης. Το δεύτερο βήμα, τη διαδικασία άντλησης ποιοτικών κριτηρίων και ποσοτικών δεικτών για την αξιολόγηση των δεδομένων. Το τρίτο βήμα, την επιλογή του στατιστικού κριτηρίου για

την ανάλυση των δεδομένων στη βάση ποσοτικής προσέγγισης. Τέλος, το τέταρτο βήμα περιελάμβανε τη συγκριτική ερμηνεία των ποιοτικών και ποσοτικών αποτελεσμάτων.

Στη συνέχεια, διατυπώθηκε ο βασικός σκοπός της Διδακτικής Παρέμβασης που συνδεόταν με την ενίσχυση της εμπλοκής των μαθητών στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης, καθώς οι μαθητές επιλύουν δραστηριότητες για τα μαθηματικά. Η επίλυση των δραστηριοτήτων αποτελούσε μέρος ενός μακρο-σεναρίου το οποίο προτάθηκε για να συντελέσει στη δημιουργία κατάλληλων παιδαγωγικών συνθηκών στον 3D CoSy_World.

Στη διδακτική Πειραματική Εφαρμογή πήραν μέρος 24 μαθητές της Ε΄ τάξης του Δημοτικού με το δάσκαλό τους στο πλαίσιο του μαθήματος των Μαθηματικών. Οι μαθητές εργάστηκαν συνεργατικά και εκπροσωπήθηκαν στον 3D CoSy_World από avatars. Κατά τη διάρκεια της Πειραματικής Εφαρμογής, ορίστηκε και μια αντίστοιχη τάξη σαν Ομάδα Ελέγχου 18 μαθητών στην οποία δεν έγινε καμία παρέμβαση.

Τα δεδομένα συλλέχτηκαν από ποικιλία πηγών όπως τα chat μηνύματα από τα log files του λογισμικού, τις βιντεοσκοπημένες εγγραφές των online συναντήσεων των μαθητών στον 3D κόσμο, αλλά και από ερωτηματολόγια που δόθηκαν στην αρχή και στο τέλος της Διδακτικής Παρέμβασης.

Από την ανάλυση των δεδομένων και την ερμηνεία των αποτελεσμάτων προέκυψαν χρήσιμα συμπεράσματα για την αποτελεσματικότητα του 3D CoSy_World αλλά και του προτεινόμενου μακρο-σεναρίου σχετικά με την ενίσχυση της εμπλοκής των μαθητών στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης στο πλαίσιο του μαθήματος των Μαθηματικών. Το βασικό συμπέρασμα είναι ότι ο 3D CoSy_World και το προτεινόμενο μακρο-σενάριο υποστηρίζουν σε μεγάλο βαθμό την εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης. Οι μαθητές συμμετείχαν σε μια συνεχή διαδικασία διαπραγμάτευσης των κατανοήσεών τους για τα βασικά κλάσματα, αλληλεπιδρώντας μεταξύ τους αλλά και με το περιβάλλον. Αυτό το επιβεβαιώνει η ποιοτική ανάλυση αλλά και το γεγονός ότι οι περισσότεροι δείκτες εμφανίζουν στατιστική σημαντικότητα.

Ωστόσο, προκειμένου να επιβεβαιωθεί η αξιοπιστία και η αποτελεσματικότητα του προτεινόμενου CoSy_World και του μακρο-σεναρίου σχετικά με το σκοπό και τους στόχους της παρούσας έρευνας αλλά και να γίνει βαθύτερη μελέτη της γνωστικής

εμπλοκής των μαθητών στη διαδικασία της μάθησης σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε μια Δεύτερη Διδακτική Παρέμβαση. Στην παρακάτω ενότητα ακολουθεί η περιγραφή της, καθώς και η ανάλυση και η ερμηνεία των αποτελεσμάτων της.

4.4 Αξιολόγηση Πειραματικής Διδακτικής Εφαρμογής (ΦΑΣΗ 2)

Η Πρώτη Διδακτική Παρέμβαση έδειξε ότι ο 3D CoSy_World και το προτεινόμενο μακρο-σενάριο ενισχύουν σε μεγάλο βαθμό ποικίλες διαστάσεις της εμπλοκής των μαθητών στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης. Οι περισσότεροι δείκτες εμφανίζουν στατιστική σημαντικότητα και η κατανόηση των βασικών κλασματικών εννοιών φαίνεται να είναι σε γενικές γραμμές βαθύτερη σε σχέση με αυτή που επιτυγχάνεται από ένα παραδοσιακό μοντέλο διδασκαλίας. Ωστόσο, υπήρχαν δείκτες που δεν ήταν στατιστικά σημαντικοί. Από αυτούς ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει ο δείκτης που συνδεόταν με την ανάπτυξη ηγετικών δεξιοτήτων, που σημαίνει ότι οι παιδαγωγικές συνθήκες που δημιουργήθηκαν στον 3D CoSy_World μέσα από το προτεινόμενο μακρο-σενάριο δεν στήριξαν το ρόλο του ηγέτη. Επίσης, οι δείκτες που συνδέονται με τη γνωστική εμπλοκή και τα αποτελέσματα που αφορούσαν στην κατανόηση των βασικών κλασματικών εννοιών εμφάνισαν μεν στατιστική σημαντικότητα, αλλά προκειμένου να αποκτηθεί μια πιο αντικειμενική άποψη προέκυψε η ανάγκη βαθύτερης μελέτης και ανάλυσης. Τέλος, στο πλαίσιο της μικτής διερευνητικής μεθόδου, προτείνεται η γενίκευση των αποτελεσμάτων μέσα από διαφορετικές ομάδες – διαφορετικά δείγματα (ενότητα 4.2).

Για τους παραπάνω λόγους, η Διδακτική Εφαρμογή εφαρμόστηκε ξανά με σκοπό από τη μια την επιβεβαίωση της αξιοπιστίας και της αποτελεσματικότητας του προτεινόμενου 3D CoSy_World και του μακρο-σεναρίου σχετικά με την ενίσχυση της εμπλοκής των μαθητών στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης και από την άλλη τη βαθύτερη μελέτη της γνωστικής εμπλοκής των μαθητών στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης.

Όπως και στην Πρώτη Διδακτική Παρέμβαση (Σχήμα 4.56), αρχικά έγινε ο διερευνητικός σχεδιασμός στη βάση μιας ποιοτικής προσέγγισης (βήμα 1). Αυτό σημαίνει διατύπωση των ερευνητικών ερωτημάτων και προσδιορισμό του δείγματος. Ακολούθησε συλλογή των δεδομένων και ανάλυσή τους με την αξιοποίηση ποιοτικών προσεγγίσεων. Κάνοντας χρήση των ποιοτικών κριτηρίων (δημιουργία εργαλείου) και των ποσοτικών δεικτών

(δημιουργία ταξινομίας) που αναπτύχθηκαν μέσω των διαδικασιών που περιγράφηκαν κατά την Πρώτη Διδακτική Παρέμβαση, έγινε ποιοτική και ποσοτική ανάλυση των δεδομένων (βήμα 3). Το βήμα 2 εδώ δε χρειάστηκε να εφαρμοστεί, εφόσον αντιστοιχεί στη δημιουργία του εργαλείου ποιοτικής αξιολόγησης και της ταξινομίας που συνδέθηκε με τους ποσοτικούς δείκτες, πράγμα που χρειάστηκε να γίνει μόνο κατά την Πρώτη Διδακτική Παρέμβαση). Στη συνέχεια, έγινε ερμηνεία και σύγκριση των ποιοτικών και ποσοτικών αποτελεσμάτων (βήμα 4).

Ακολούθησε σύγκριση των αποτελεσμάτων των δύο διδακτικών Πειραματικών Εφαρμογών. Στο σημείο αυτό, προέκυψε επίσης η ανάγκη για μια επιπλέον ανάλυση και μελέτη των γνωστικών αποτελεσμάτων των δύο Διδακτικών Παρεμβάσεων.

Τέλος, διατυπώνονται συμπεράσματα που αφορούν στο σύνολο των αποτελεσμάτων των δύο Διδακτικών Παρεμβάσεων.

4.4.1 Σκοπός Διδακτικής Εφαρμογής

Βασικός σκοπός της Δεύτερης Διδακτικής Εφαρμογής ήταν να διερευνηθεί η αποτελεσματικότητα του προτεινόμενου 3D CoSy_World και του μακρο-σεναρίου σχετικά με την ενίσχυση της εμπλοκής των μαθητών στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης καθώς οι μαθητές διδάσκονται Μαθηματικά (βασικές κλασματικές έννοιες) στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Συγκεκριμένα, ερευνήθηκε το κατά πόσο οι προτεινόμενες παιδαγωγικές συνθήκες ενισχύουν, προωθούν και υποστηρίζουν τη συναισθηματική εμπλοκή, την εμπλοκή των μαθητών που συνδέεται με τη συμπεριφορά και τη γνωστική εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης.

Μέσα από το σκοπό αυτό επιδιώκεται από τη μια η αξιοπιστία και η αποτελεσματικότητα του προτεινόμενου 3D CoSy_World και του μακρο-σεναρίου σχετικά με την ενίσχυση της εμπλοκής των μαθητών στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης και από την άλλη η βαθύτερη μελέτη της γνωστικής εμπλοκής των μαθητών στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης.

4.4.2 Το δείγμα

Κατά τη Δεύτερη Διδακτική Εφαρμογή πήραν μέρος 19 μαθητές της Στ' Τάξης ενός Δημόσιου Δημοτικού Σχολείου της Κηφισιάς οι οποίοι συμμετείχαν στη εκτέλεση των δραστηριοτήτων του προτεινόμενου σεναρίου, στο χώρο του εργαστηρίου του σχολείου τους. Η Διδακτική Παρέμβαση διήρκεσε 9 εβδομάδες και οι μαθητές συναντήθηκαν διαδικτυακά στον 3D CoSy_World 4 φορές (από δύο διδακτικές ώρες την κάθε φορά) κατά τη διάρκεια του μαθήματος των Μαθηματικών.

Την πρώτη εβδομάδα δόθηκε στους μαθητές ερωτηματολόγιο (pre-test) με σκοπό να αποκομιστεί μια γενική εικόνα για τις κατανοήσεις τους που συνδέονται με βασικές κλασματικές έννοιες (Παράρτημα 5, 6).

Τις επόμενες δύο εβδομάδες, οι μαθητές επισκέφτηκαν διαδικτυακά διάφορους 3D εικονικούς κόσμους δομημένους στην πλατφόρμα του Active Worlds με σκοπό την εξοικείωσή τους με το λογισμικό (επιλογή avatar, επικοινωνία μέσω chat, κ.λπ.) (πιλοτικά τεστ). Ακολούθησαν οι online συναντήσεις τους στον 3D CoSy_World για 4 εβδομάδες. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου οι μαθητές ενεπλάκησαν σε δραστηριότητες που συνδέονταν με την κατανόηση βασικών κλασματικών εννοιών.

Την 9^η εβδομάδα δόθηκε στους μαθητές ερωτηματολόγιο (posttest) με σκοπό τη διεξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την επίδραση της Διδακτικής Παρέμβασης στις κατανοήσεις τους για τις βασικές κλασματικές έννοιες που συνάντησαν μέσα από τις δραστηριότητες.

Αξίζει να σημειωθεί ότι οι μαθητές είχαν ήδη διδαχθεί τις συγκεκριμένες κλασματικές έννοιες σε διάφορα διαστήματα στο παρελθόν και μάλιστα πιο εστιασμένα τους πρώτους δύο μήνες της Στ' τάξης. Στην πραγματικότητα και σύμφωνα με το αναλυτικό πρόγραμμα οι μαθητές διδάσκονται κλάσματα συνολικά περίπου 4 μήνες (2 μήνες κατά την Ε' Τάξη και 2 μήνες κατά την Στ' Τάξη). Ωστόσο, το ερωτηματολόγιο που δόθηκε στην αρχή (pretest) έδειξε ότι οι μαθητές είχαν αρκετές ελλείψεις και λανθασμένες αντιλήψεις σε ό,τι αφορά στις κατανοήσεις τους για βασικές κλασματικές έννοιες.

Από τη άλλη, και στην περίπτωση αυτή οι μαθητές είχαν πολύ βασικές γνώσεις και δεξιότητες σχετικά με τη χρήση του υπολογιστή. Ειδικά η εμπειρία τους στη χρήση 3D

περιβαλλόντων ήταν ανύπαρκτη. Επίσης, αν και στο σχολείο υπήρχε εργαστήριο πληροφορικής (το οποίο δημιουργήθηκε από εμάς για τις ανάγκες της έρευνάς μας), οι εκπαιδευτικοί δεν το χρησιμοποιούσαν διότι δε γνώριζαν από υπολογιστές.

Στην περίπτωση αυτή, χρησιμοποιήσαμε 7 υπολογιστές (6 για τους μαθητές και 1 για το δάσκαλο). Ο κάθε υπολογιστής αντιστοιχούσε σε μια ομάδα 3-4 παιδιών και η κάθε ομάδα αναπαριστανόταν από 1 avatar στον 3D CoSy_World. Πριν από κάθε online συνάντηση, η κάθε ομάδα αποφάσιζε για το ποιος θα ήταν ο χειριστής του υπολογιστή. Βεβαίως, κατά τη διάρκεια των συναντήσεων ο ρόλος αυτός μπορούσε να εναλλάσσεται μεταξύ των μαθητών της ομάδας, αν προέκυπτε κάποια αδυναμία. Οι απαντήσεις που η κάθε ομάδα θα έδινε μέσω chat στον 3D κόσμο θα ήταν κοινές αποφάσεις των μελών των ομάδων, όπως και οι ερωτήσεις ή οι απόψεις που θα χρειαζόταν να διατυπώσουν.

4.4.3 Μέσα και διαδικασία συλλογής δεδομένων

Τα δεδομένα που συνδέονταν με την εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης και στην περίπτωση της Δεύτερης Διδακτικής Παρέμβασης συλλέχτηκαν από ποικίλες πηγές: από τα μηνύματα μέσω chat (από τα the log files του ActiveWorlds), από τις βιντεοσκοπημένες online συναντήσεις των μαθητών καθώς επίσης από τα ερωτηματολόγια που δόθηκαν στην αρχή και στο τέλος της Διδακτικής Παρέμβασης (pretests και posttests) (Πίνακας 4.22). Η ποιοτική ανάλυση έγινε στη βάση των κριτηρίων που αντλήθηκαν από την Πρώτη Διδακτική Παρέμβαση. Επίσης, η ποσοτική ανάλυση των δεδομένων έγινε στη βάση των δεικτών και της αντίστοιχης ταξινόμιας, όπως προέκυψαν από την Πρώτη Διδακτική Παρέμβαση. Για τη στατιστική ανάλυση χρησιμοποιήθηκαν κι εδώ τα στατιστικά μη παραμετρικά κριτήρια των Wilcoxon's και Friedman's (Corder & Foreman, 2009).

4.4.4 Αξιολόγηση του σεναρίου CSCL στον CoSy_World

Θυμίζουμε ότι η *συναισθηματική εμπλοκή των μαθητών* στη διαδικασία της μάθησης συνδέεται με το βαθμό στον οποίο:

α) Οι μαθητές εστιάζονται στους στόχους τους. Προκειμένου οι μαθητές να πετύχουν το στόχο τους μέσα από το ρόλο τους στην ομάδα στην οποία ανήκουν, πρέπει να

αναπτύξουν ηγετικές δεξιότητες (SU1), δεξιότητες λήψης αποφάσεων (SU2) και δεξιότητες δόμησης εμπιστοσύνης μεταξύ των μελών μιας ομάδας (SU3).

β) Οι μαθητές εκδηλώνουν ενδιαφέρον στην ομάδα τους προκειμένου να επιλύσουν τις δραστηριότητες, καθώς βρίσκονται αντιμέτωποι με τη ροή και τα στάδια του προτεινόμενου σεναρίου. Για το λόγο αυτό, επικοινωνούν με τα άλλα μέλη της ομάδας τους προκειμένου να πετύχουν το συντονισμό τους (δεξιότητες συντονισμού) (GU1) και τη διατήρηση καλών σχέσεων μεταξύ των μελών (δεξιότητες καλών σχέσεων) (GU2). Επιπροσθέτως, υπάρχουν φορές που τα avatars επικοινωνούν μεταξύ τους και συζητούν για θέματα εκτός σεναρίου (GU3).

γ) Οι μαθητές εκδηλώνουν ανία (συνεισφορά εκτός θέματος) (OTC). Σαν αποτέλεσμα, ξεφεύγουν από την ομάδα και η συμβολή τους σε συζητήσεις είναι άνευ σημασίας και ασυνάρτητη.

δ) Οι μαθητές εκφράζουν αξίες και συναισθήματα σχετικά με την εμπειρία που βίωσαν στον 3D εικονικό κόσμο. Η ευκαιρία για μια τέτοια συζήτηση τους εμφανίζεται κατά τη διάρκεια της 4^{ης} διαδικτυακής τους συνάντησης.

Θυμίζουμε επίσης ότι για να αποτιμηθεί το επίπεδο της συναισθηματικής εμπλοκής των μαθητών (students' affective engagement), από τα log files των chat συζητήσεων αντλήθηκαν ποιοτικά κριτήρια και ποσοτικοί δείκτες. Ο Πίνακας 4.31 μας υπενθυμίζει τα κριτήρια και τους δείκτες και επιπλέον δείχνει παραδείγματα των chat μηνυμάτων και της διαδικασίας συλλογής δεδομένων.

Πίνακας 4.31: Ποιοτικά κριτήρια και ποσοτικοί δείκτες που συνδέονται με τη συναισθηματική εμπλοκή των μαθητών.

Συναισθηματική εμπλοκή των μαθητών			
Ποιοτικά κριτήρια	Ποσοτικοί Δείκτες	Παραδείγματα μηνυμάτων chat	Διαδικασία συλλογής δεδομένων
Οι μαθητές εστιάζονται στο στόχο τους.	Ηγετικές δεξιότητες (SU1).	2Α: "Ας ελέγξουμε ξανά τα αποτελέσματα".	Λήψη σημειώσεων
	Δεξιότητες λήψης αποφάσεων (SU2).	1Α: "Ψηφίζω το Μέλος 4!".	από παρατήρηση και κωδικοποίηση των chat
	Δεξιότητες δόμησης εμπιστοσύνης (SU3).	3Α: "Πώς θα φτάσω στο Νείλο?".	μηνυμάτων.

	Συντονισμός ομάδας (GU1).	2A: "Πού είσαι 3A?".	
Οι μαθητές εκδηλώνουν ενδιαφέρον .	Διατήρηση καλών σχέσεων (GU2).	2B: "Χρειάζεσαι κάποια βοήθεια; (2B → 1B).	Λήψη σημειώσεων από παρατήρηση και κωδικοποίηση των chat μηνυμάτων.
	Συζητήσεις για θέματα εκτός σεναρίου (GU3).	3A: "Μπορείς να πετάξεις σαν εμένα; (3A → 3B).	
Οι μαθητές εκδηλώνουν ανία.	Ανία (OTC).	3B: ΟΤΤΡΦΦΦΦ!!!!	Λήψη σημειώσεων από παρατήρηση και κωδικοποίηση των chat μηνυμάτων.
Οι μαθητές εκφράζουν αξίες και συναισθήματα.	Αξίες και συναισθήματα (μόνο ποιοτική ανάλυση).	1A: "Μας αρέσει πολύ αυτός ο κόσμος γιατί ζεις μια μεγάλη περιπέτεια!".	Λήψη σημειώσεων από παρατήρηση και κωδικοποίηση των chat μηνυμάτων.

Προκειμένου να μελετήσουμε και να αποτιμήσουμε το βαθμό της *συμπεριφορικής εμπλοκής των μαθητών*, είδαμε τις περιπτώσεις της ενεργής συμμετοχής των μαθητών (AP) στην επίλυση συνεργατικών δραστηριοτήτων. Αναφερόμαστε σε δείκτες που περιγράφουν δράσεις των μαθητών κατά τις οποίες ρωτούν, απαντούν, εκφράζουν απόψεις ή ανακοινώνουν, όταν μέσω των avatars απευθύνονται σε άλλο avatar της ίδιας ομάδας ή στο δάσκαλό τους (API) ή σε avatar της άλλης ομάδας (APC).

Επίσης, εξετάστηκε ο βαθμός στον οποίο τα avatars αλληλεπιδρούν με τον CoSy_World (δραστηριότητες εκτός αναλυτικού προγράμματος - ECA) καθώς συμμετέχουν σε διάφορες δραστηριότητες και περιηγούνται στον 3D εικονικό κόσμο (για παράδειγμα τα avatars συχνά διαβάζουν πινακίδες με πληροφορίες για την προέλευση των κλασματικών αριθμών ή για τη ζωή των κατοίκων του Αρχαίου Καΐρου).

Σαν αποτέλεσμα, για να αποτιμηθεί η συμπεριφορική εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία της μάθησης, έχουν αντληθεί αντίστοιχα κριτήρια και δείκτες. Ο πίνακας που ακολουθεί περιέχει επίσης παραδείγματα των chat μηνυμάτων καθώς και τη διαδικασία συλλογής των δεδομένων (Πίνακας 4.32).

Πίνακας 4.32: Ποιοτικά κριτήρια και ποσοτικοί δείκτες σχετικά με τη συμπεριφορική εμπλοκή των μαθητών.

Συμπεριφορική εμπλοκή των μαθητών			
Ποιοτικά κριτήρια	Ποσοτικοί Δείκτες	Παραδείγματα μηνυμάτων chat	Διαδικασία συλλογής δεδομένων
Ενεργή συμμετοχή των μαθητών σε συζητήσεις προκειμένου να επιλύσουν προβλήματα.	Ρωτούν, απαντούν, εκφράζουν απόψεις απευθύνονται σε avatar της ομάδας τους ή στο δάσκαλό τους (API).	4A: “Τελικά, πού θα ταξιδέψουμε?” (4A → 3A). 3B: “Γιατί το λες αυτό;” (3B → 2A).	Λήψη σημειώσεων από παρατήρηση και κωδικοποίηση των chat μηνυμάτων.
Η συμμετοχή των μαθητών σε δραστηριότητες που δε συνδέονται με το αναλυτικό πρόγραμμα.	Αλληλεπιδρούν με δραστηριότητες εκτός αναλυτικού προγράμματος (ECA).	Οι φορές που τα avatars διαβάζουν πληροφορίες που βρίσκονται στον 3D κόσμο σε πινακίδες.	Λήψη σημειώσεων από παρατήρηση.

Όπως έγινε και στην Πρώτη Διδακτική Παρέμβαση, οι παραπάνω δείκτες (συναισθηματική εμπλοκή των μαθητών και εμπλοκή που συνδέεται με τη συμπεριφορά) αποτιμήθηκαν για τις πρώτες τρεις φάσεις του σεναρίου. Κατά τη διάρκεια της τέταρτης φάσης τα avatars είχαν την ευκαιρία να συζητήσουν για την εμπειρία τους στον CoSy_World. Στη φάση αυτή, τα δεδομένα που συλλέχθηκαν αφορούσαν τις αξίες και τα συναισθήματα που οι μαθητές εξέφρασαν σχετικά με την εικονική εμπειρία του ταξιδιού που βίωσαν μέσα από τον 3D CoSy_World.

Τέλος, θυμίζουμε επίσης ότι η διάσταση της γνωστικής εμπλοκής συνδέεται με τις κατανοήσεις των μαθητών για βασικές κλασματικές έννοιες των $1/2$, $1/3$ και $1/5$, των πολλαπλασίων τους των υποπολλαπλασίων τους και των τρόπων που συνδέονται μεταξύ τους. Στην παρούσα μελέτη, μια τέτοια κατανόηση αποτιμάται σε σχέση με το βαθμό στον οποίο τα avatars εμπλέκονται σε συζητήσεις όπου διαπραγματεύονται και δομούν τη

γνώση (Janvier 1987; Lesh et al. 1987) (Πίνακας 4.25) και απαιτείται: α) η ικανότητα να αναγνωρίζουν την έννοια ενός κλάσματος μέσα από ποικιλία αναπαραστάσεων, β) η ικανότητα ευέλικτου χειρισμού της έννοιας μέσα σε ένα σύστημα αναπαραστάσεων, γ) η ικανότητα μετάφρασης της έννοιας από ένα σύστημα αναπαράστασης σε ένα άλλο.

Τα ποιοτικά κριτήρια τα οποία αναδύθηκαν από τις απαντήσεις των μαθητών στο ερωτηματολόγιο που τους δόθηκε ήταν τα εξής: Κριτήριο C (κατανόηση) αναφέρεται στο βαθμό στον οποίο οι μαθητές κατανοούν τα βασικά κλάσματα $1/2$, $1/3$ και $1/5$, Κριτήριο R (σχέση) αναφέρεται στην κατανόηση των μαθητών για τη σχέση μεταξύ των $1/2$ και $1/8$, $1/3$ και $1/6$ και $1/10$ και $1/5$, ενώ το κριτήριο RC (σχέση-σύγκριση) αναφέρεται στην κατανόηση των μαθητών για τη σχέση μεταξύ των κλασμάτων $3/4$ και $1/2$, $2/5$ και $3/5$, $1/3$ και $1/4$, $2/5$ και $1/2$ (Πίνακας 4.25).

Η έννοια της κατανόησης συνδέεται με το βαθμό στον οποίο οι μαθητές απαντούν με επιχειρήματα, αξιοποιώντας εικονικές, λεκτικές και συμβολικές αναπαραστάσεις (Janvier 1987).

4.4.5 Ανάλυση και ερμηνεία αποτελεσμάτων

Προκειμένου να δούμε κατά πόσο ο προτεινόμενος διδακτικός σχεδιασμός προάγει τη συμπεριφορική και τη συναισθηματική εμπλοκή των μαθητών, χρησιμοποιήσαμε τη μη παραμετρική ανάλυση διακύμανσης του Friedman (Corder & Foreman, 2009) για τρεις διαδοχικές φάσεις (Πίνακες 4.29, 4.30) και τη συνδυάσαμε με την ποιοτική ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Χρησιμοποιήσαμε το κριτήριο αυτό λόγω του μικρού δείγματος (9 avatars) και λόγω του ότι είχαμε να κάνουμε με τρεις διαδοχικές μετρήσεις (σε τρία διαφορετικά χρονικά σημεία) με τις ίδιες μεταβλητές και τους ίδιους συμμετέχοντες.

4.4.5.1 Συμπεριφορική εμπλοκή και συνεργατική μάθηση στον CoSy_World

Ερμηνεύοντας τα αποτελέσματα του Πίνακα 4.33, επισημαίνουμε ότι οι δείκτες που αναφέρονται στη συμπεριφορική εμπλοκή των μαθητών εμφανίζουν στατιστική σημαντικότητα.

Πίνακας 4.33: Αποτελέσματα μη-παραμετρικής ανάλυσης Friedman σχετικά με τη συμπεριφορική εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης.

Students' behavioral engagement	Friendman's - χ^2 criterion	MR-Means Ranks			Means		
		Phase1	Phase2	Phase3	Phase1	Phase2	Phase3
API	$\chi^2=10,75^*$	1.13	2.13	2.75	5.88	11.0	17.1
APC	$\chi^2=13.31^{**}$	1.56	3.00	1.44	1.00	5.38	0.88
ECA	$\chi^2=13.07^{**}$	1.63	1.38	3.00	5.75	5.25	19.0

* $p<0.05$, ** $p<0.001$

Δηλαδή, και κατά τη Δεύτερη Παρέμβαση παρατηρείται έντονη ενεργή συμμετοχή των μαθητών σε συζητήσεις κατά την εκτέλεση των προτεινόμενων δραστηριοτήτων. Με άλλα λόγια, έχουν δημιουργηθεί κατάλληλες συνθήκες για εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία της μάθησης αναπτύσσοντας συμπεριφορές που εκδηλώνονται μέσα από τη διατύπωση ερωτήσεων, απαντήσεων ή απλά απόψεων προς τα μέλη των ομάδων στις οποίες ανήκουν. Τέτοιες συμπεριφορές εμφανίζονται ιδιαίτερα ενισχυμένες κατά τη διάρκεια της 2^{ης} και της 3^{ης} φάσης.

“Μέλος 3A”: «Τι βρήκες;»

3A → 1A

“Μέλος 1A”: «Βρήκαμε ότι είναι καλύτερα να πάμε στο Κάιρο. Εσείς;» 1A → 3A

“Μέλος 3A”: «Πιστεύουμε πως έχεις δίκιο»

Επιπλέον, παρατηρείται η εμπλοκή των μαθητών μέσα από έναν σημαντικό αριθμό δράσεων σε δραστηριότητες που είναι εκτός του αναλυτικού προγράμματος (ECA). Δηλαδή τα avatars αλληλεπιδρούν με πληροφορίες που βρίσκονται αναρτημένες σε πινακίδες σε διάφορα σημεία του 3D εικονικού περιβάλλοντος. Μια προσεκτική μελέτη των βιντεοσκοπημένων online συναντήσεων δείχνει ότι το υψηλό ενδιαφέρον των avatars στο να μάθουν πράγματα σχετικά με τη ζωή των αρχαίων Αιγυπτίων (π.χ. στοιχεία για τις πλημμύρες του Νείλου ποταμού στην αρχαιότητα, κ.λπ.) Μια τέτοιου είδους εμπλοκή βοηθά τους μαθητές να επιλύσουν προβλήματα ενσωματωμένα σε ρεαλιστικά πλαίσια μάθησης.

4.4.5.2 Συναισθηματική εμπλοκή και συνεργατική μάθηση στον CoSy_World

Πίνακας 4.34: Αποτελέσματα σύμφωνα με τη μη-παραμετρική ανάλυση διακύμανσης του σχετικά με τη συναισθηματική εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης.

Students' affective engagement	Friedman's - χ^2 criterion	MR-Means Ranks			Means		
		Phase1	Phase2	Phase3	Phase1	Phase2	Phase3
SU1	$\chi^2=4.90^{**}$	1.69	2.38	1.94	1.00	1.63	1.25
SU2	$\chi^2=14.3^{**}$	2,44	2,56	1	1.13	1.75	0
SU3	$\chi^2=4.96^{**}$	1.44	2.44	2.13	4.88	6.50	6.25
GU1	$\chi^2=10.29^*$	1.25	2.00	2.75	4.38	6.50	8.00
GU2	$\chi^2=13.0^*$	1,25	1.75	3.00	3.88	5.50	11.8
GU3		statistically insignificant					
OTC		statistically insignificant					

* $p<0.05$, ** $p<0.001$

Οι περισσότεροι δείκτες (SU1, SU2, SU3 και GU1, GU2) εμφανίζουν στατιστική σημαντικότητα (Πίνακας 4.34). Αυτό σημαίνει ότι δημιουργήθηκαν κατάλληλες παιδαγωγικές συνθήκες που υποστηρίζουν την εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία της μάθησης καθώς αυτοί συνεργάζονται μέσα από την ομάδα τους. Σαν αποτέλεσμα οι μαθητές εστιάζονται στο σκοπό τους και δείχνουν ενδιαφέρον για την εμπειρία της συνεργατικής μάθησης που βιώνουν. Με άλλα λόγια, συμμετέχουν σε έναν αυξανόμενο αριθμό δράσεων και αναπτύσσουν: α) ηγετικές δεξιότητες, β) δεξιότητες λήψης αποφάσεων, γ) δεξιότητες εμπιστοσύνης δ) δεξιότητες συντονισμού και ε) δεξιότητες διατήρησης καλών σχέσεων (πρόκειται για συνεισφορές που ενισχύουν τη συνοχή της ομάδας).

Συγκεκριμένα, ο δείκτης SU1 (ηγετικές δεξιότητες) εμφανίζεται να είναι ιδιαίτερα υψηλός κατά τη 2^η φάση του σεναρίου. Στο στάδιο αυτό φαίνεται ότι τα avatars – οδηγοί προβάλλονται πιο πολύ μέσα από το ρόλο τους, αφού παρατηρείται ότι απευθύνονται συχνότερα στα άλλα μέλη των ομάδων τους για να ανακοινώσουν κάτι, να ρωτήσουν ή να δώσουν οδηγίες. Παραδείγματα τέτοιων μηνυμάτων ακολουθούν παρακάτω:

“Μέλος 2A”: «Φίλοι μου, τελικά θα πάμε στο Κάιρο! Υπέροχα!»

“Μέλος 2A”: «Πού είσαι 1 A1;»

2A → 1A

“Μέλος 4B”: «Πρέπει να συνεργαστείς με το 1 A!»

4B → 1B

(2A και 4B είναι οι αρχηγοί των ομάδων A και B αντίστοιχα)

Επίσης, φαίνεται ότι τα avatars συχνά βρίσκονται στη θέση να αποφασίσουν από κοινού (SU2 - δεξιότητες λήψης αποφάσεων) πάνω σε θέματα για την επίλυση προβλημάτων ή για διάφορα ζητήματα που προκύπτουν καθώς συνεργάζονται. Ο δείκτης αυτός φαίνεται να είναι ιδιαίτερα υψηλός ειδικά κατά τη διάρκεια των δύο πρώτων φάσεων. Αυτό μπορεί να συμβαίνει διότι στις φάσεις αυτές οι μαθητές εμπλέκονται σε περισσότερες καταστάσεις στις οποίες απαιτείται να προβούν σε κοινές αποφάσεις.

“Μέλος 2B”: «Το ταξίδι για την Αρχαία Ελλάδα είναι ακριβό!» 2B → 2A

“Μέλος 2A”: «Ναι συμφωνούμε. Ας δούμε και τα άλλα ταξίδια» 2A → 2B

Οι δεξιότητες δόμησης εμπιστοσύνης (SU3) εμφανίζονται να συνδέονται με τους ρόλους που τα avatars υιοθετούν καθώς αυτά συνεργάζονται μέσα από τις ομάδες. Ειδικά ο σχηματισμός των ομάδων των ειδικών ('expert sim groups') φαίνεται να βοηθά στη δημιουργία δεσμών εμπιστοσύνης μεταξύ των avatars που βρίσκονται σε μια τέτοια ομάδα. Επίσης, η προσπάθεια επίτευξης κοινών σκοπών και στόχων των μελών των ομάδων αυτών φαίνεται να συμβάλλει στην ανάπτυξη τέτοιων δεξιοτήτων.

“Μέλος 3B”: «Έχουμε καθόλου χρόνο να δούμε τι υπάρχει δίπλα από τις πυραμίδες;» 3B → 3A

“Μέλος 3A”: «Ναι, είμαστε ok με το χρόνο μας»

3A → 3B

Οι δεξιότητες συντονισμού (GU1) φαίνεται να εμφανίζονται σε μεγαλύτερο βαθμό όσο προχωράμε από το ένα στάδιο στο επόμενο. Ειδικά στην 3^η φάση του σεναρίου, ο δείκτης αυτός φαίνεται αρκετά υψηλός κι αυτό μπορεί να οφείλεται στο ότι στο σημείο αυτό τα avatars χρειάζεται να επιλύσουν από κοινού περισσότερα προβλήματα. Σαν αποτέλεσμα,

δημιουργούνται περισσότερες ανάγκες για συντονισμό μεταξύ των μελών των ομάδων προκειμένου να υπάρξει αποτελεσματική συνεργασία.

“Μέλος 2B”: « Γιατί καθυστερείς τόσο πολύ; Δώσε μου μια απάντηση!» 2B→2A

“Μέλος 2A”: «Σκέφτομαι....»

2A→2B

Επίσης, επισημαίνουμε ότι οι συνθήκες που δημιουργήσαμε στον 3D εικονικό μας κόσμο είναι ευνοϊκές για την ανάπτυξη καλών σχέσεων (GU2) μεταξύ των avatars. Σαν αποτέλεσμα, τα avatars συνεργάζονται αρμονικά και δε χάνουν ευκαιρία να βοηθάει το ένα το άλλο. Αξίζει να σημειωθεί επίσης ότι πολλές φορές παρατηρείται ενδιαφέρον του ενός προς το άλλο χωρίς απαραίτητα να απαιτείται ή να υποδεικνύεται μέσα από τα καθήκοντα των ρόλων τους.

1B: «Έχω τελειώσει. Χρειάζεσαι κάποια βοήθεια;» 1B→1A

1A: «Όχι τώρα – ευχαριστώ!»

1A→1B

Οι δείκτες (GU3) και (OTC) συνδέονται με τις συζητήσεις των avatars που γίνονται πέρα από τις προδιαγραφές του σεναρίου. Αυτό σημαίνει στιγμές αδιαφορίας και ανίας. Ωστόσο, οι δείκτες αυτοί εμφανίζονται στατιστικά ασήμαντοι και υποδεικνύουν ότι οι μαθητές δεν αισθάνονται χαλαροί ως προς την εκτέλεση των δραστηριοτήτων και οι συνθήκες που έχουν δημιουργηθεί τους κεντρίζουν το ενδιαφέρον και τους προτρέπουν για μια πραγματική εμπλοκή στη διαδικασία της μάθησης.

Κατά τη διάρκεια της 4^{ης} διαδικτυακής συνάντησης, τα avatars έχουν την ευκαιρία να συζητήσουν για την εμπειρία που έζησαν (δείκτης που συνδέεται με τις «αξίες και συναισθήματα»). Τα log files των συζητήσεων αυτών αναλύθηκαν ποιοτικά και δείχνουν πρωτίστως το έντονο ενδιαφέρον των μαθητών στο να εκφράσουν τις απόψεις τους. Οι μαθητές φάνηκαν ιδιαίτερα ενθουσιασμένοι και πολλοί εκφράζουν έντονα την επιθυμία τους να τους ξαναδοθεί στο μέλλον μια παρόμοια ευκαιρία, ώστε να βιώσουν ξανά μια τέτοια εμπειρία.

“Μέλος 2A”: «Ένωσα σαν να ήμουν πραγματικά κάπου αλλού» 3B: «Θα μου άρεσε να ταξιδέψω ξανά σε ένα παρόμοιο ταξίδι!!»

“Μέλος 2B”: «Μου άρεσε που χρησιμοποιούσαμε Μαθηματικά όσο προχωρούσαμε...»

“Μέλος 4B”: «Που κάναμε Μαθηματικά με τρόπο σαν παιχνίδι»

Επίσης, τα σχόλιά τους δείχνουν το ενδιαφέρον τους σχετικά με την εμπλοκή τους σε μαθηματικές δραστηριότητες μέσα από ένα τέτοιο περιβάλλον.

4.4.5.3 Γνωστική εμπλοκή και συνεργατική μάθηση στον CoSy_World

Η ανάλυση του περιεχομένου των chat log files που ερμηνεύει τη γνωστική εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία της μάθησης, όπως αυτά καταγράφηκαν κατά τη διάρκεια των online συναντήσεων των avatars, περιγράφεται παρακάτω.

Μέσα από την πρώτη ομάδα Δραστηριοτήτων, οι μαθητές επιχειρηματολογούν προκειμένου να εκφράσουν την έννοια του κλάσματος ως μέρος όλου μιας επιφάνειας (σταθμός Καφενείο) και ως μέρος ενός συνόλου αντικειμένων (Σταθμός Νείλου). Η αναγνώριση των εννοιών αυτών υποστηρίζεται μέσα από μια ποικιλία αναπαραστατικών συστημάτων (κύκλοι, παραλληλόγραμμα, ευθύγραμμα τμήματα, σύνολα από βότσαλα (1^ο στάδιο, Janvier, 1987). Με ανάλογο τρόπο, οι μαθητές αναγνωρίζουν και εκφράζουν την έννοια της ισοδυναμίας βασικών κλασματικών εννοιών μέσα από αντίστοιχα συστήματα αναπαράστασης (1^ο στάδιο, Janvier, 1987).

Ένα τέτοιο παράδειγμα παρατηρείται στο διάλογο που ακολουθεί. Οι μαθητές εμπλέκονται σε μια δραστηριότητα πάνω στην οποία συζητούν. Η δραστηριότητα συνδέεται με την αναγνώριση της έννοιας του κλάσματος $\frac{3}{9}$ ως μέρος όλου. Συγκεκριμένα, οι μαθητές βρίσκονται στο καφενείο του κυρ Μιχάλη (στο Κάιρο) προκειμένου να ξεκουραστούν και να φάνε κάτι. Η δραστηριότητα απαιτεί από τους μαθητές να υπολογίσουν (με κλασματικούς αριθμούς) πόσα κομμάτια πίτσας, τυρόπιτσας και λουκουμιών έχει πουλήσει ο κυρ Μιχάλης και πόσα του έχουν απομείνει. Η εικονική αναπαράσταση που προσφέρεται για να υποστηρίξει τη δραστηριότητα αυτή φαίνεται να βοηθά στη συζήτηση των μαθητών.

“Μέλος 1A”: Δες το ξανά. 3 από τα 9 κομμάτια τυρόπιτας έμειναν. Φαίνεται στο σχήμα...

“Μέλος 1B”: Έχεις δίκιο. Είναι 3/9.

“Μέλος 1A”: Ο κυρ Μιχάλης έχει ακόμα κομμάτια τυρόπιτας για να πουλήσει!!!

Ο σκοπός της δεύτερης ομάδας Δραστηριοτήτων (Σταθμός Βιβλιοθήκη) είναι να εξοικειωθούν οι μαθητές με τον ευέλικτο χειρισμό ενός κλασματικού αριθμού ως μέρους όλου, αλλά και της ισοδυναμίας μέσα από ένα σύστημα αναπαράστασης (δραστηριότητες αντιστοίχισης) (2st stage, Janvier, 1987). Στο στάδιο αυτό, οι μαθητές έχουν επίσης την ευκαιρία να συζητούν και να εκφράζονται χρησιμοποιώντας επιχειρήματα και προσπαθώντας να κατανοήσουν τις κλασματικές έννοιες που συναντούν. Στο παράδειγμα που ακολουθεί, οι μαθητές εμπλέκονται σε μια δραστηριότητα μέσα από την οποία ασχολούνται με την ισοδύναμη σχέση μεταξύ των $1/5$ και $5/25$. Τα avatars παρατηρούν τα ταψιά με τις πίτες (στον 3D κόσμο αλλά και στην εικονική αναπαράσταση στη Web page) και εργάζονται πάνω στην ισοδυναμία των $1/5$ και $5/25$.

“Μέλος 3B”: Το $1/5$ είναι ισοδύναμο με το $5/25$. Σκέψου τι κάναμε πριν.

“Μέλος 3A”: Εννοείς με τις πίτσες και τα ταψιάκια;

“Μέλος 3B”: Ε, ναι.

“Μέλος 3A”: Ναι!!... οι ποσότητες είναι ίδιες.... Να το πούμε στον κυρ Μιχάλη!

Ο σκοπός της τρίτης ομάδας Δραστηριοτήτων (Σταθμός πυραμίδας) συνδέεται με την απόκτηση της ικανότητας μετάφρασης μιας κλασματικής έννοιας (ως μέρους όλου επιφανείας αλλά και της ισοδυναμίας) από το ένα σύστημα αναπαράστασης στο άλλο. Οι μαθητές συμπλήρωσαν φύλλο εργασίας (Παράρτημα 2) όπου έδωσαν συμβολική, εικονική και λεκτική αναπαράσταση της έννοιας (3^o στάδιο, Janvier, 1987). Φάνηκε ότι για τις απαντήσεις τους επικαλούνται ποικιλία αναπαραστάσεων που συνάντησαν στον CoSy_World. Η ανάλυση των διαλόγων τους (από τα chat log files) έδειξε ότι οι μαθητές αξιοποιούν σε μεγάλο βαθμό αναπαραστάσεις κλασματικών εννοιών, όταν πρόκειται να υποστηρίξουν και να διαμορφώσουν τη δικιά τους αντίληψη για την έννοια των κλασματικών αριθμών. Παράδειγμα τέτοιας συζήτησης (όπως διεξήχθη από τα chat log files) είναι το παρακάτω:

“Μέλος 4B”: Member4: Τι σκέφτηκες για το $1/4$;

“Μέλος 4A”: Είναι μικρότερο από το $1/2$

“Μέλος 4B”: Πώς το έδειξες;

“Μέλος 2A”: Με παραλληλόγραμμο

Οι ερευνητές συμφωνούν ότι η μετάφραση μιας μαθηματικής έννοιας από το ένα σύστημα αναπαράστασης στο άλλο παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στη μάθηση της έννοιας αυτής (Gagatsis & Shiakalli, 2004; Janvier, 1987). Στη βάση αυτή, τα αποτελέσματα της γνωστικής εμπλοκής των μαθητών στη διαδικασία της μάθησης αποτιμήθηκαν και από το ερωτηματολόγιο.

Συγκεκριμένα, προκειμένου να αναλυθούν και να ερμηνευτούν τα δεδομένα που αναφέρονται στη γνωστική εμπλοκή των μαθητών εφαρμόσαμε μη-παραμετρικά κριτήρια αφού το δείγμα ήταν μόλις 19 μαθητές και τα δεδομένα αφορούσαν σε δύο φάσεις (pre-test και posttest). Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήσαμε κι εδώ το μη-παραμετρικό κριτήριο Wilcoxon z (για δύο σχετικά δείγματα) (Corder & Foreman, 2009). Τα αποτελέσματα περιγράφονται παρακάτω και δείχνουν το βαθμό κατανόησης των μαθητών σε σχέση με βασικές κλασματικές έννοιες που έχουν εμπλακεί (Bouta & Paraskeva, 2012).

4.4.5.3.1 Κατανόηση κλασματικών εννοιών σχετικά με τα πολλαπλάσια και τα υποπολλαπλάσια των βασικών κλασμάτων $1/2$, $1/3$ and $1/5$ (C- comprehension)

Αναφορικά με το κριτήριο C, παρατηρούνται διαφορές ανάμεσα στις απαντήσεις των μαθητών πριν και μετά τη Διδακτική Παρέμβαση οι οποίες παρουσιάζουν στατιστική σημαντικότητα (Πίνακας 4.35).

Παρατηρώντας τον Πίνακα 4.35, ιδιαίτερο ενδιαφέρον φαίνεται να εμφανίζει η αξιοποίηση από τους μαθητές των εικονικών αναπαραστάσεων όταν καλούνται να επιχειρηματολογήσουν για τη σημασία των βασικών κλασματικών εννοιών $1/2$, $1/3$ και $1/5$ καθώς επίσης για τα πολλαπλάσιά τους και τα υποπολλαπλάσιά τους.

Πίνακας 4.35: Μη-παραμετρική ανάλυση διακύμανσης (Wilcoxon z), για δείκτες κατανόησης βασικών κλασματικών εννοιών.

Quantitative indicators	Qualitative criterion	C: Comprehension of common fractions						
		3/4	2/8	2/3	4/6	3/5	6/10	
By pictorial (v)	criterion Wilcoxon (z)	-3.87**	0.00**	-3.60**	-3.46**	-3.60**	-2.45*	
	means	pretest	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Posttest	0.89	0.84	0.68	0.63	0.68	0.32
By symbolic (s)	criterion Wilcoxon	-1.64	-1.34	-2.45*	-1.67	0.00	0.45	
	means	pretest	0.11	0.63	0.10	0.58	0.16	0.58
		Posttest	0.32	0.79	0.42	0.84	0.16	0.63
By verbal (v)	criterion Wilcoxon (z)	0.00**	-1.00	-1.13	0.00	-1.41	-2.12*	
	means	pretest	0.94	0.74	0.89	0.63	0.53	0.53
		Posttest	0.94	0.84	0.74	0.63	0.74	0.84
complete answer (c)	criterion Wilcoxon (z)	-3.87*	-3.00*	-2.66**	-3.00**	-1.89*	-2.24*	
	means	pretest	0.58	0.37	0.47	0.21	0.42	0.32
		Posttest	0.89	0.84	0.84	0.68	0.68	0.58
no answer (n)	criterion Wilcoxon (z)	-1.00	-1.00	-1.00	-1.41	-1.00	1.41	
	means	pretest	5.263E-02	5.263E-02	0.00	0.10	5.263E-02	0.11
		Posttest	0.00	0.00	5.263E-02	0.00	0.00	0.00

**p<0.001, *p<0.05

Επιπλέον, οι στατιστικοί μέσοι όροι δείχνουν μία αύξηση της χρήσης των συμβολικών και των λεκτικών αναπαραστάσεων όταν οι μαθητές αισθάνονται ότι πρέπει να ισχυροποιήσουν τα επιχειρήματά τους. Μερικά τέτοια παραδείγματα δείχνονται παρακάτω (Πίνακας 4.36).

Πίνακας 4.36: Παραδείγματα απαντήσεων μαθητών σχετικά με την κατανόησή τους για τα πολλαπλάσια και τα υποπολλαπλάσια των βασικών κλασμάτων $1/2$, $1/3$.

Ερώτηση: Εξήγησε αναλυτικά και με όποιον τρόπο νομίζεις, τι σημαίνει το κλάσμα $2/3$.

Έλενα (πριν)

Από τα 3 παίρνω τα 2.

Έλενα (μετά)

Σημαίνει παίρνω τα 2 από τα 3 κομμάτια.
(Επίσης, ζωγραφίζει έναν κύκλο, τον διαιρεί σε τρία ίσα μέρη και χρωματίζει τα 2 από αυτά).

Ερώτηση: Προσπάθησε να φτιάξεις ένα πρόβλημα που να έχει σαν απάντηση το κλάσμα $4/6$.

Αποστόλης (πριν)

Ο κύριος Γιάννης είχε τα $7/11$ μιας ποσότητα αλλά του πήραν τα $3/5$. Τι του έμεινε;
 $7/11 - 3/5 = 4/6$

Αποστόλης (μετά)

Έφαγα το $1/6$ μιας σοκολάτας. Μετά από μια ώρα έφαγα άλλα $3/6$. Πόση σοκολάτα έφαγα;
 $1/6 + 3/6 = 4/6$
(Επίσης, ζωγραφίζει ένα παραλληλόγραμμο το οποίο το χωρίζει σε 6 ίσα μέρη και χρωματίζει το 1, ένα άλλο παραλληλόγραμμο το οποίο χωρίζει σε 6 ίσα μέρη και χρωματίζει τα 3 και ένα άλλο παραλληλόγραμμο το οποίο χρωματίζει σε 6 ίσα μέρη και χρωματίζει τα 4).

Όπως μπορούμε να δούμε, πριν την παρέμβαση η Έλενα χρησιμοποιεί πολύ απλή γλώσσα («από τα 3 τα 2») όταν απαντά στην ερώτηση που της δίνεται. Αυτό σημαίνει ότι δεν μπορεί να μας δώσει να καταλάβουμε ποια είναι η κατανόησή της για τη συγκεκριμένη κλασματική έννοια παρόλο που της ζητείται να δώσει κάποια εξήγηση. Ωστόσο, η απάντησή της δεν περιέχει καμιά εξήγηση και φυσικά κανένα επιχειρήμα που να αιτιολογεί την άποψή της. Όμως είναι φανερό ότι μετά την παρέμβαση η Έλενα είναι σε θέση να απαντήσει με τρόπο πειστικό αφού επιχειρηματολογεί και μάλιστα χρησιμοποιώντας ποικιλία αναπαραστάσεων προκειμένου να εξηγήσει την έννοια του κλασματικού αριθμού $2/3$.

Στο παράδειγμα του Απόστολου, αρχικά φαίνεται πως έχει ταυτίσει την αφαίρεση των κλασματικών αριθμών με την αφαίρεση μεταξύ των φυσικών αριθμών. Σαν αποτέλεσμα, «επινόησε» έναν δικό του τρόπο για την αφαίρεση των κλασμάτων κατά τον οποίο αφαιρεί τους αριθμητές και τους παρονομαστές. Η βιβλιογραφία (Brousseau et al., 2004;

Gagatsis & Shiakalli, 2004; Streefland, 1993) δείχνει πως μια τέτοια παρερμηνεία είναι συνηθισμένη από τους μαθητές που διδάσκονται κλάσματα. Ωστόσο, μετά την παρέμβαση φαίνεται πως η εμπλοκή του Αποστόλη με τα προβλήματα, τη σύνδεσή τους με καταστάσεις πραγματικής ζωής και την ποικιλία των αναπαραστάσεων που προσέφεραν, το βοήθησε να δώσει μια ξεκάθαρη και κατανοητή απάντηση. Ο μαθητής μπορεί πια να εκφράσει το κλάσμα 4/6 μέσα από ένα πραγματικό πρόβλημα ακολουθώντας βήματα και πράξεις που φαίνεται να έχουν πραγματικό νόημα για αυτόν.

4.4.5.3.2 Κατανόηση των σχέσεων μεταξύ των 1/2 και 1/8, 1/3 και 1/6 και μεταξύ των 1/10 και 1/5 (R- relationship - comprehension)

Πίνακας 4.37: Μη παραμετρική ανάλυση διακύμανσης (Wilcoxon z) για δείκτες που δείχνουν σχέσεις μεταξύ βασικών κλασματικών εννοιών.

Quantitative indicators	Qualitative criterion	R: Comprehension of relationships between common fractions			
		1/2 and 1/8	1/3 and 1/6	1/10 and 1/5	
By pictorial (v)	Wilcoxon (z)	3.46**	-3.46**	-3.16**	
	means	pretest	0.00	0.00	0.00
		Posttest	0.63	0.63	0.52
By symbolic (s)	Wilcoxon (z)	-1.64	-2.65*	-1.00	
	means	pretest	0.21	0.16	0.26
		Posttest	0.42	0.53	0.37
By verbal (v)	Wilcoxon (z)	-0.45	-1.41	-1.73*	
	means	pretest	0.21	0.11	0.16
		Posttest	0.26	0.21	0.32
complete answer (c)	Wilcoxon (z)	-2.64**	-1.73*	-1.73*	
	means	pretest	5.26E-0.2	0.16	0.00
		Posttest	0.42	0.32	0.15
no answer (n)	Wilcoxon (z)	-2.24**	-2.00*	-1.63	
	means	pretest	0.31	0.26	0.31
		Posttest	5.26E-0.2	5.26E-0.2	0.11

** p<0.001, * p<0.05

Σχετικά με το κριτήριο R (σχέση) οι μαθητές πρέπει να απαντήσουν ξεκάθαρα και πειστικά κατά πόσον ή όχι αυτοί οι κλασματικοί αριθμοί έχουν κάποια σχέση μεταξύ τους. Οι απαντήσεις των μαθητών πρέπει να είναι σαφείς και να αποδεικνύουν τη σχέση αυτή, αν υπάρχει (Πίνακας 4.37).

Και στην περίπτωση αυτή παρατηρούμε ότι οι μαθητές πριν την παρέμβαση δε χρησιμοποιούν σχεδόν ποτέ εικονικές αναπαραστάσεις για να εξηγήσουν την απάντησή τους. Ωστόσο, μετά τη Διδακτική Παρέμβαση οι οπτικές αναπαραστάσεις χρησιμοποιούνται εκτενώς και επιπλέον υπάρχει μια αυξανόμενη χρήση συμβολικών και λεκτικών αναπαραστάσεων. Αυτή η επισήμανση γίνεται για να καταδείξει ότι οι μαθητές πλέον είναι σε θέση να δώσουν απαντήσεις τεκμηριωμένες και γεμάτες νόημα γι' αυτούς.

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 4.38, ο Απόστολος είναι πολύ πιο σίγουρος για την απάντησή του μετά τη Διδακτική Παρέμβαση. Πέρα από τη λεκτική επιχειρηματολογία αξιοποιεί και 2 κύκλους τους οποίους σχεδιάζει και τους χωρίζει στα κατάλληλα ίσα μέρη προκειμένου να δώσει και με εικονικό τρόπο την εξήγησή του. Με τον τρόπο αυτό, φαίνεται ξεκάθαρα η βαθιά του κατανόηση για τη σχέση που υπάρχει ανάμεσα στο $1/5$ και $1/10$ και η συνειδητοποίησή του ότι στην πραγματικότητα το $1/5$ είναι διπλάσιο της αξίας του $1/10$.

Πίνακας 4.38: Παράδειγμα απάντησης παιδιού σχετικά με την κατανόησή του για τη σχέση μεταξύ των $1/10$ και $1/5$.

Ερώτηση: Υπάρχει κάποια σχέση ανάμεσα στα κλάσματα $1/10$ και $1/5$; Προσπάθησε να εξηγήσεις την απάντησή σου με δικά σου λόγια.

Αποστολής (πριν)

Όχι, διότι το $1/10$ είναι μικρότερο από το $1/5$

Αποστολής (μετά)

Ναι, ο παρονομαστής από το $1/10$ είναι διπλάσιος από τον παρονομαστή του $1/5$.

(Επίσης,

- ζωγραφίζει έναν κύκλο, το χωρίζει σε 10 ίσα μέρη και χρωματίζει το 1.

- ζωγραφίζει έναν άλλο ίδιο κύκλο, το χωρίζει σε 5 ίσα μέρη και χρωματίζει τα 1).

4.4.5.3.3 Κατανόηση των σχέσεων μεταξύ των κλασμάτων 3/4 ακαι 1/2, 2/5 και 3/5, 1/3 και 1/ 4, καθώς επίσης και των 2/5 και 1/2 (RC – comprehension relationships)

Η αποτίμηση του κριτηρίου RC (σχέση-σύγκριση) εμφανίζει επίσης στατιστική σημαντικότητα (Πίνακας 4.39).

Πίνακας 4.39: Μη-παραμετρική ανάλυση διακύμανσης (Wilcoxon z) για δείκτες που συνδέονται με τη σχέση μεταξύ διαφορετικών βασικών κλασματικών εννοιών.

Quantitative indicators	Qualitative criterion	RC: Comprehension of relationships between different common fraction				
		3/4 and 1/2	2/5 and 3/5	1/3 and 1/4	2/5 and 1/2	
By pictorial (p)	Wilcoxon (z) criterion	-3.16**	-3.31**	-3.00**	-3.16**	
	means	pretest	0.00	0.00	0.00	0.00
		posttest	0.53	0.58	0.51	0.53
	By symbolic (s)	Wilcoxon (z) criterion	-2.34*	-0.82	-1.34	-0.34
means		pretest	0.47	0.63	-0.82	0.53
		posttest	0.84	0.53	0.53	0.58
By verbal (v)		Wilcoxon (z) criterion	-0.81	-2.00*	-0.45	-1.00
	means	pretest	0.37	0.32	0.37	0.37
		posttest	0.26	0.48	0.42	0.47
	complete answer (c)	Wilcoxon (z) criterion	-2.23*	-2.45*	-1.63	-2.12*
means		pretest	0.11	0.11	0.21	0.16
		posttest	0.36	0.42	0.42	0.53
no answer (n)		Wilcoxon (z) criterion	-1.73**	0.00	-1.00	0.00
	means	pretest	0.16	0.21	0.11	5.263E-02
		posttest	0.00	0.21	5.263E-02	5.263E-02

**p<0.001, *p<0.05

Όπως είδαμε προηγουμένως, η ποικιλία των αναπαραστάσεων που οι μαθητές συνάντησαν στον 3D κόσμο τους ήταν αρκετά χρήσιμες για να κατανοήσουν βαθύτερα τις κλασματικές έννοιες και να εκφράσουν τις κατανοήσεις τους για αυτές. Για άλλη μια φορά,

φαίνεται ότι το προτεινόμενο παιδαγωγικό πλαίσιο και οι δραστηριότητες ήταν στην πραγματικότητα αρκετά ωφέλιμες για τους μαθητές, αφού τους βοήθησαν να κατανοήσουν τις μεταξύ τους σχέσεις των κλασμάτων που ανήκουν και σε αυτή την ομάδα.

Η παραπάνω παρατήρηση επιβεβαιώνεται επίσης μέσα από την ποιοτική ανάλυση του παρακάτω παραδείγματος.

Πίνακας 4.40: Παράδειγμα απαντήσεων μαθητών σχετικά με την κατανόησή τους για τη σχέση μεταξύ των κλασμάτων $1/3$ και $1/4$, αλλά και των $3/4$ και $1/2$.

Ερώτηση: Ποιο από τα κλάσματα $1/4$ και $1/3$ είναι το μεγαλύτερο και πόσο μεγαλύτερο από το άλλο; Εξήγησε την απάντησή σου.

Έλενα (πριν)

$1/4 < 1/3$

Έλενα (μετά)

$1/3 > 1/4$

(Επίσης, ζωγραφίζει έναν κύκλο, το διαιρεί σε 3 ίσα μέρη και χρωματίζει το 1 και έναν άλλο κύκλο τον οποίο χωρίζει σε 4 ίσα μέρη και ζωγραφίζει το 1 από αυτά).

Ερώτηση: Ποιο από τα κλάσματα $3/4$ και $1/2$ είναι το μεγαλύτερο και πόσο μεγαλύτερο από το άλλο; Εξήγησε την απάντησή σου.

Ευγενία (πριν)

Το $1/2$ διότι το κλάσμα με το μεγαλύτερο παρονομαστή είναι μικρότερο.

Ευγενία (μετά)

$3/4 > 1/2$

(Επίσης, ζωγραφίζει έναν κύκλο, το διαιρεί σε 4 ίσα μέρη και χρωματίζει τα 3 και έναν άλλο κύκλο τον οποίο χωρίζει σε 2 ίσα μέρη και ζωγραφίζει το 1 από αυτά).

Όπως βλέπουμε στον Πίνακα 4.40, η Έλενα αρχικά, προκειμένου να απαντήσει σε σχετική ερώτηση, γράφει απλά $1/4 < 1/3$, χωρίς ωστόσο να είναι σε θέση να εξηγήσει την απάντησή της. Μετά τη Διδακτική Παρέμβαση φαίνεται να δίνει μια ολοκληρωμένη απάντηση με επιχειρήματα. Στην περίπτωση της Ευγενίας, βλέπουμε ότι αρχικά καταφεύγει σε κάποιον κανόνα που προφανώς έχει μάθει, αλλά δεν το θυμάται όπως στην πραγματικότητα είναι, αφού σκέφτεται ότι: «ανάμεσα σε δύο κλάσματα με τον ίδιο αριθμητή, μεγαλύτερο είναι εκείνο που έχει το μικρότερο παρονομαστή»). Σαν αποτέλεσμα, έχει παρερμηνεύσει τον κανόνα ο οποίος κατ' επέκταση δεν τη βοηθά στο να απαντήσει και να εξηγήσει ποιο από τα κλάσματα $3/4$ και $1/2$ είναι μεγαλύτερο και γιατί. Όμως, μετά την εμπλοκή της στις

δραστηριότητες του CoSy_World, φαίνεται ότι μπορεί να κατανοήσει το μέγεθος των δύο κλασμάτων, να απαντήσει με σωστό τρόπο σχετικά με το ποιο είναι μεγαλύτερο και να δώσει μια επίσης ξεκάθαρη εξήγηση σχετικά με το γιατί το ένα από τα δύο αυτά κλάσματα είναι μεγαλύτερο.

Συνοπτικά, τα αποτελέσματα για τα κριτήρια C, R, RC παρουσιάζονται στον παρακάτω Πίνακα 4.41.

Πίνακας 4.41: Συνοπτική μη παραμετρική ανάλυση της διακύμανσης (Wilcoxon z) για τους δείκτες που συνδέονται με την κατανόηση κλασματικών εννοιών.

Δείκτες κριτηρίων	critterion	Means	
	Wilcoxon (z)	Pretest	Posttest
C	$z = -3.83^{**}$	15.68	26.47
R	$z = -3.31^{**}$	4.16	8.05
RC	$z = -3.60^{**}$	9.79	16.47

** $p < 0.001$

Όπως και στην Πρώτη Πειραματική Εφαρμογή δόθηκε στην ομάδα ελέγχου το ίδιο ερωτηματολόγιο τις ίδιες χρονικές στιγμές. Ζητήθηκε επίσης από τον εκπαιδευτικό της τάξης αυτής να αφιερώσει αντίστοιχο αριθμό ωρών στη διδασκαλία βασικών κλασματικών εννοιών. Στο διάστημα αυτό, οι μαθητές θα διδάσκονταν βασικές κλασματικές έννοιες αξιοποιώντας δραστηριότητες του σχολικού εγχειριδίου.

Πίνακας 4.42: Συνοπτική μη παραμετρική ανάλυση της διακύμανσης (Wilcoxon z), για τους δείκτες που συνδέονται με την κατανόηση κλασματικών εννοιών.

Δείκτες κριτηρίων	critterion	Means	
	Wilcoxon (z)	Pretest	Posttest
C	$z = -2.89^*$	10.16	12.00
R	$z = -3.84^*$	5.52	7.16
RC	$z = -3.77^*$	9.37	11.42

* $p < 0.05$

Παρατηρείται, και στην περίπτωση αυτή ότι οι μαθητές τόσο πριν όσο και μετά την ενασχόλησή τους με τις βασικές κλασματικές έννοιες δε δίνουν πειστικές απαντήσεις στις ερωτήσεις που τους τίθενται (Πίνακας 4.42). Δηλαδή, δε χρησιμοποιούν ποικιλία αναπαραστάσεων (εικονικές, συμβολικές, λεκτικές), όταν πρόκειται να επιχειρηματολογήσουν για τις συγκεκριμένες κλασματικές έννοιες.

4.4.6 Συμπεράσματα

Η ανάλυση και ερμηνεία των αποτελεσμάτων της Δεύτερης Διδακτικής Εφαρμογής έδειξε επίσης ότι ο 3D CoSy_World και το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο ενισχύουν και επηρεάζουν θετικά την εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία της μάθησης. Η ποιοτική αλλά και η ποσοτική ανάλυση επιβεβαιώνουν την αποτελεσματικότητα των παιδαγωγικών συνθηκών που δημιουργήθηκαν στον 3D CoSy_World, ώστε να αναπτυχθεί ποικιλία αλληλεπιδράσεων καθώς οι μαθητές συνεργάζονται.

Οι περισσότεροι δείκτες εμφανίζουν κι εδώ στατιστική σημαντικότητα και αυτό αντανakλά την έντονη συμμετοχή των μαθητών σε συζητήσεις προκειμένου να εκτελούν δραστηριότητες και να συνεργάζονται. Επίσης, σημαντικό ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα αποτελέσματα της γνωστικής εμπλοκής των μαθητών στη διαδικασία της μάθησης των βασικών κλασματικών εννοιών. Η ανάλυση και ερμηνεία των τιμών των δεικτών δείχνει από τη μια την υψηλή υποστήριξη της γνωστικής διάστασης της εμπλοκής των μαθητών στον 3D CoSy_World και από την άλλη την αντανάκλασή της στη βαθιά κατανόηση των βασικών κλασματικών εννοιών.

Σαν αποτέλεσμα, επιβεβαιώνεται και πάλι η άποψη πολλών ερευνητών που υποστηρίζουν ότι τα online 3D περιβάλλοντα μπορούν να αξιοποιηθούν στη σχολική τάξη μέσα από διάφορα γνωστικά αντικείμενα (Barab et al. 2011; Chen et al. 2007; Di Blas et al. 2006; Dieterle & Clark 2007; Garzotto & Forfori 2006). Επίσης, με την παρούσα μελέτη συμβάλλουμε στην πρόταση των ερευνητών για περισσότερη έρευνα που συνδέεται με την ένταξη των online περιβαλλόντων μέσα από την CSCI στη Μαθηματική Εκπαίδευση (Faggiano et al. 2005; Stahl, 2006).

4.4.7 Σύνοψη της Δεύτερης Πειραματικής Διδακτικής Εφαρμογής

Στην ενότητα 4.4 περιγράφεται η Δεύτερη Πειραματική Διδακτική Εφαρμογή σαν συνέχεια της Πρώτης Πειραματικής Διδακτικής Εφαρμογής. Σκοπός της ήταν από τη μια η επιβεβαίωση της αξιοπιστίας και της αποτελεσματικότητας του 3D CoSy_World και του προτεινόμενου μακρο-σεναρίου και από την άλλη η βαθύτερη μελέτη της γνωστικής εμπλοκής των μαθητών στη διαδικασία της μάθησης βασικών κλασματικών εννοιών και των αποτελεσμάτων της.

Αρχικά περιγράφονται τα βήματα σχεδιασμού της, διατυπώνεται ο βασικός σκοπός της και προσδιορίζεται το δείγμα. Πρόκειται για 19 μαθητές της Στ' Τάξης ενός Δημόσιου Σχολείου της Κηφισιάς. Οι μαθητές εκπροσωπούμενοι από avatars εργάστηκαν συνεργατικά και επίλυσαν μαθηματικές δραστηριότητες. Κατά τη διάρκεια της Πειραματικής Εφαρμογής, μια αντίστοιχη τάξη στην οποία δεν έγινε καμιά απολύτως παρέμβαση έπαιξε το ρόλο της Ομάδα Ελέγχου.

Τα δεδομένα συλλέχτηκαν από τα log files του λογισμικού Active Worlds, από τις βιντεοσκοπημένες εγγραφές των avatars στο 3D περιβάλλον του CoSy_World και από ερωτηματολόγια που δόθηκαν πριν και μετά τη Διδακτική Παρέμβαση.

Η ανάλυση και ερμηνεία των αποτελεσμάτων επιβεβαίωσαν την αξιοπιστία και την αποτελεσματικότητα του 3D CoSy_World και του προτεινόμενου μακρο-σεναρίου στην υποστήριξη των διαστάσεων της εμπλοκής (συναισθηματικής, συμπεριφορικής, γνωστικής) των μαθητών στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης. Επίσης, προέκυψαν χρήσιμα συμπεράσματα που αφορούν στη βαθιά κατανόηση των μαθητών για τα βασικά κλάσματα σαν αποτέλεσμα της εμπλοκής τους με ποικιλία αναπαραστάσεων μέσα από τις δραστηριότητες του 3D CoSy_World.

Διαπιστώσεις που αφορούν στα αποτελέσματα των δύο Πειραματικών Διδακτικών Παρεμβάσεων όπως αυτά δόθηκαν στις ενότητες 4.3 και 4.4 αλλά και στην προσπάθεια μιας βαθύτερης συγκριτικής ερμηνείας τους περιγράφονται στην ενότητα που ακολουθεί.

4.5 Συγκρίνοντας τις δύο Πειραματικές Διδακτικές Εφαρμογές

Στην ενότητα αυτή δίνεται μια συγκριτική περιγραφή των αποτελεσμάτων των δύο Διδακτικών παρεμβάσεων και επιχειρείται μια βαθύτερη ανάλυση των διαστάσεων της συναισθηματικής εμπλοκής και της εμπλοκής που συνδέεται με τη συμπεριφορά μέσα από επιμέρους δείκτες προκειμένου να αποκτηθεί μια βαθύτερη κατανόηση των συμπεριφορών και των αλληλεπιδράσεων των avatars στον 3D CoSy_World. Επίσης, προκειμένου να δούμε και διαγραμματικά τον τρόπο που οι μαθητές χρησιμοποίησαν τις αναπαραστάσεις για τις κατανοήσεις τους σχετικά με τους κλασματικούς αριθμούς, πραγματοποιήθηκε η ανάλυση ομοιότητας και η στατιστική συνεπαγωγική ανάλυση.

4.5.1 Συμπεριφορική εμπλοκή και συνεργατική μάθηση στον CoSy_World

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι και στις δύο Πειραματικές Διδακτικές Εφαρμογές οι δείκτες που συνδέονταν με τη συμπεριφορά των avatars στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης εμφάνισαν στατιστική σημαντικότητα (Πίνακας 4.43).

Πίνακας 4.43: Μη παραμετρική ανάλυση των δεικτών που συνδέονται με τη συμπεριφορική εμπλοκή των μαθητών στη συνεργατική μάθηση.

Indicators	ETI ¹	Friendman's	MR-Means Ranks			Means		
		chi-square or χ^2 criterion	Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 1	Stage 2	Stage 3
API	1 st	$\chi^2=8.28^*$	1.25	2.13	2.63	2.63	4.88	6.50
	2 nd	$\chi^2=10,75^*$	1.13	2.13	2.75	5.88	11.0	17.1
APC	1 st	$\chi^2=8.00^*$	1.25	2.25	2.5	0.88	3.88	4.75
	2 nd	$\chi^2=13.31^{**}$	1.56	3.00	1.44	1.00	5.38	0.88
ECA	1 st	$\chi^2=16.0^{**}$	1.00	2.00	3.00	3.00	4.50	19.0
	2 nd	$\chi^2=13.07^{**}$	1.63	1.38	3.00	5.75	5.25	19.0

¹Experimental Teaching Interventions, * p<0.05, ** p<0.001

Αυτό σημαίνει ότι στον 3D CoSy_World έχουν δημιουργηθεί κατάλληλες παιδαγωγικές συνθήκες που ενισχύουν τις συμπεριφορές των μαθητών οι οποίες εκδηλώνονται μέσω ερωτήσεων, απαντήσεων ή απόψεων προς τα άλλα avatars (είτε είναι της ομάδας τους είτε ανήκουν σε άλλη ομάδα), καθώς επιλύουν προβλήματα και εκτελούν δραστηριότητες.

Ιδιαίτερα έντονες οι συμπεριφορές αυτές εμφανίζονται, και στις δύο περιπτώσεις, κατά τη διάρκεια της 2ης και της 3ης διαδικτυακής τους συνάντησης. Αυτό, όπως έχει αναφερθεί, πιθανότατα οφείλεται στη δομή του σεναρίου που προτείνει στις φάσεις αυτές τη συνεργασία των avatars σε ζεύγη, οπότε εμφανίζονται πιο έντονες αλληλεπιδράσεις. Από την άλλη, οι συμπεριφορές αυτές μπορεί να ενισχύονται και από την εμπλοκή των μαθητών σε δραστηριότητες που είναι ενσωματωμένες στον CoSy_World και που στις φάσεις αυτές είναι ποικιλότερες και περισσότερες.

Επίσης, παρατηρείται έντονη η εμπλοκή των μαθητών σε δραστηριότητες που είναι εκτός του αναλυτικού προγράμματος (ECA- extracurricular activities). Πρόκειται για πληροφορίες που τα avatars συναντούν κατά τη διάρκεια των προτεινόμενων διαδρομών του σεναρίου και τις οποίες, αν και δεν είναι απαραίτητη προϋπόθεση για τη συνέχιση της πορείας τους στον CoSy_World, διαβάζουν με αποτέλεσμα τον εμπλουτισμό των γνώσεών τους για τη ζωή των αρχαίων Αιγυπτίων αλλά και για την ιστορική διαδρομή της δημιουργίας των πρώτων κλασματικών αριθμών. Και στις δύο περιπτώσεις, η ενασχόλησή τους με τις πληροφορίες αυτές φαίνεται να είναι ιδιαίτερα ενισχυμένη κατά την τρίτη διαδικτυακή τους συνάντηση. Αυτό πιθανότατα έχει να κάνει με το ότι στη φάση αυτή του σεναρίου τα avatars ακολουθούν την προτεινόμενη διαδρομή μέσα από την οποία συναντούν περισσότερες πινακίδες με αναρτημένες πληροφορίες.

Όπως έχει περιγραφεί τα αποτελέσματα αυτά επιβεβαιώνονται και από την ποιοτική ανάλυση των μηνυμάτων από τις chat συζητήσεις των avatars κατά τη διάρκεια των τριών σταδίων του σεναρίου.

Ωστόσο, προκειμένου να έχουμε μια βαθύτερη μελέτη των συμπεριφορών αυτών, μελετήσαμε τους επιμέρους δείκτες (Παράρτημα 7) που χαρακτηρίζουν τις συμπεριφορές αυτές.

Πίνακας 4.44: Μη παραμετρική ανάλυση των δεικτών που συνδέονται με τη συμπεριφορική εμπλοκή στη συνεργατική μάθηση.

Indicators	Friendman's			Means				
	ETI ¹	chi-square or χ^2 criterion	MR-Means Ranks	Stage 1	Stage 2	Stage 3		
API_q	1 st			statistically insignificant				
	2 nd	$\chi^2=10.75^*$	1.13	2.13	2.75	0.50	2.50	5.38
API_a	1 st	$\chi^2=1.20^*$	2.00	2.19	1.81	0.25	0.88	0.13
	2 nd	$\chi^2=4.21^*$	1.44	2.25	2.31	0.38	2.13	2.25
API_o	1 st	$\chi^2=5.60^*$	1.88	2.38	1.75	0.13	0.88	0.00
	2 nd	$\chi^2=6.33^*$	2.63	1.63	1.75	1.88	0.38	0.75
API_an	1 st	$\chi^2=6.38^*$	1.44	2.13	2.44	0.25	1.25	1.50
	2 nd	$\chi^2=13.27^{**}$	1.06	2.13	2.81	0.00	2.00	3.13
API_q_t	1 st			statistically insignificant				
	2 nd	$\chi^2=6.38^*$	2.63	1.63	1.75	1.88	0.38	0.75
API_a_t	1 st	$\chi^2=12.34^{**}$	1.50	1.63	2.88	0.13	0.38	2.88
	2 nd			statistically insignificant				
API_o_t	1 st			statistically insignificant				
	2 nd	$\chi^2=6.34^*$	2.63	1.63	1.75	1.88	0.38	0.75
APC_q	1 st	$\chi^2=8.40^*$	1.50	1.88	2.63	0.13	0.75	1.38
	2 nd			statistically insignificant				
APC_a	1 st	$\chi^2=9.19^*$	1.25	2.13	2.63	0.00	1.50	1.63
	2 nd	$\chi^2=10.36^*$	1.63	2.25	2.44	0.75	2.00	5.30
APC_o	1 st	$\chi^2=4.50^*$	1.56	2.06	2.38	0.00	0,75	0.75
	2 nd	$\chi^2=10.16^{**}$	1.56	2.81	1.63	0.38	2.00	0.38
APC_an	1 st	$\chi^2=16.00^{**}$	2.50	2.50	1.00	1.00	1.00	0.00
	2 nd	$\chi^2=8.27^*$	2.63	1.44	1.94	1.50	0.25	0.87
APC_le	1 st			statistically insignificant				
	2 nd			statistically insignificant				
ECA	1 st	$\chi^2=16.0^{**}$	1.00	2.00	3.00	3.00	4.50	19.0
	2 nd	$\chi^2=13.07^{**}$	1.63	1.38	3.00	5.75	5.25	19.0

¹Experimental Teaching Interventions, * p<0.05, ** p<0.001

Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 4.44, οι δείκτες που αναφέρονται στις αλληλεπιδράσεις των avatars που ανήκουν στην ίδια ομάδα και που συνδέονται με τις συμπεριφορές οι

οποίες εκδηλώνονται μέσω ερωτήσεων, απαντήσεων ή απόψεων, είναι στατιστικά σημαντικοί. Μόνο ο δείκτης που συνδέεται με τις ερωτήσεις των avatars προς τα άλλα avatars της ομάδας τους δείχνει στατιστικά ασήμαντος. Αυτό σημαίνει ότι οι μαθητές δεν αισθάνονται (σε μεγάλη συχνότητα) την ανάγκη να ρωτήσουν (API_q) τα άλλα μέλη της ομάδας τους. Ωστόσο, φαίνεται να υπάρχει μεγάλη προθυμία στο να απαντούν (API_a) σε μια ερώτηση που τίθεται από κάποιον στην ομάδα.

Η ίδια κινητικότητα παρατηρείται και όταν τα avatars χρειάζεται να αλληλεπιδράσουν με avatars της άλλης ομάδας. Θυμίζουμε ότι οι βασικές ομάδες είναι δύο. Οι Α και Β. Προφανώς το προτεινόμενο σενάριο ευνοεί την αλληλεπίδραση μεταξύ των μελών των διαφορετικών ομάδων μέσα από τις συνεργατικές στρατηγικές που υιοθετεί και οι οποίες έχουν περιγραφεί στο κεφάλαιο 3.

Ωστόσο, οι αλληλεπιδράσεις των avatars με τον εκπαιδευτικό είναι επίσης στατιστικά ασήμαντες (API_q_t, API_a_t, API_o_t). Αυτό μπορεί να οφείλεται στη δομή του σεναρίου που βάζει στο κέντρο της μάθησης το μαθητή δίνοντάς του έναν ρόλο δυναμικό και αναπτύσσοντάς του την αυτονομία στη διαδικασία της μάθησης. Τέλος, παρατηρείται ότι οι αρχηγοί των ομάδων (Α και Β) έχουν λίγες ευκαιρίες για επικοινωνία μεταξύ τους (APC_le).

4.5.2 Συναισθηματική εμπλοκή και συνεργατική μάθηση στον CoSy_World

Οι δείκτες που συνδέονται με την συναισθηματική εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης παρατηρούμε ότι εμφανίζουν σε γενικές γραμμές την ίδια στατιστική σημαντικότητα και στις δύο Παρεμβάσεις (Πίνακας 4.45).

Αναφερόμαστε στους δείκτες που συνδέονται με την ανάπτυξη δεξιοτήτων λήψης αποφάσεων (SU2), δεξιοτήτων εμπιστοσύνης (SU3) μεταξύ των μελών των ομάδων αλλά και δεξιοτήτων συντονισμού (GU1), οι οποίοι και περιγράφηκαν αναλυτικά στις προηγούμενες ενότητες. Ιδιαίτερα για το δείκτη που συνδέεται με τη λήψη αποφάσεων (SU2) φαίνεται ότι το σενάριο δίνει περισσότερες ευκαιρίες για την ανάπτυξή του κατά τις δύο πρώτες διαδικτυακές συναντήσεις των avatars. Επίσης, σχετικά με το δείκτη SU3 φαίνεται ότι, ειδικά κατά τη Δεύτερη Διδακτική Παρέμβαση, τα avatars εργάζονται έχοντας μεγαλύτερη εμπιστοσύνη το ένα προς το άλλο, προκειμένου να εκτελέσουν τις

προτεινόμενες δραστηριότητες. Για τη δημιουργία δεσμών εμπιστοσύνης πιθανότατα βοηθά ο σχηματισμός των «ομάδων ειδικών». Αντίστοιχες παρατηρήσεις ισχύουν και για την ενίσχυση του δείκτη GU3, που περιγράφει το συντονισμό των ομάδων από στάδιο σε στάδιον καθώς τα avatars ακολουθούν την πορεία του σεναρίου.

Πίνακας 4.45: Μη παραμετρική ανάλυση των δεικτών που συνδέονται με τη συναισθηματική εμπλοκή των μαθητών στη συνεργατική μάθηση.

Indicators	Friendman's			Means				
	ETI ¹	chi-square or χ^2 criterion	MR-Means Ranks	Stage 1	Stage 2	Stage 3		
SU1	1 st		statistically insignificant					
	2 nd	$\chi^2=4.90^{**}$	1.69	2.38	1.94	1.00	1.63	1.25
SU2	1 st	$\chi^2=14.30^{**}$	2.44	2.56	1.00	1.12	1.75	0.00
	2 nd	$\chi^2=14.30^{**}$	2.44	2.56	1.00	1.13	1.75	0.00
SU3	1 st	$\chi^2=7.38^*$	1.44	2.69	1.88	3.63	6.75	5.25
	2 nd	$\chi^2=4.96^{**}$	1.44	2.44	2.13	4.88	6.50	6.25
GU1	1 st	$\chi^2=13.00^*$	1.25	1.75	3.00	3.63	4.25	8.00
	2 nd	$\chi^2=10.29^*$	1.25	2.00	2.75	4.38	6.50	8.00
GU2	1 st		statistically insignificant					
	2 nd	$\chi^2=13.0^*$	1.25	1.75	3.00	3.88	5.50	11.8
GU3	1 st		statistically insignificant					
	2 nd		statistically insignificant					
OTC	1 st		statistically insignificant					
	2 nd		statistically insignificant					

¹Experimental Teaching Interventions, * p<0.05, ** p<0.001

Ωστόσο, κάποιοι από τους δείκτες ήταν στατιστικά ασήμαντοι στην Πρώτη Διδακτική Παρέμβαση, ενώ βελτιώθηκαν κατά τη Δεύτερη Διδακτική Παρέμβαση. Ένας από αυτούς είναι ο δείκτης που συνδέεται με την ανάπτυξη ηγετικών δεξιοτήτων (SU1). Τα avatars – αρχηγοί των ομάδων Α και Β κατά την Πρώτη Διδακτική Παρέμβαση φάνηκαν να αναπτύσσουν σε στατιστικά ασήμαντο βαθμό τις ηγετικές τους δεξιότητες. Προφανώς, το σενάριο δεν έδινε πολλές ευκαιρίες για να υποστηριχθεί ο ρόλος αυτός ή οι μαθητές δεν είχαν αντιληφθεί τις δεσμεύσεις τους μέσα από το ρόλο αυτό. Παρατηρείται ότι κατά τη Δεύτερη Διδακτική Παρέμβαση ο δείκτης αυτός είναι αρκετά ενισχυμένος. Λαμβάνοντας

υπόψη τα αποτελέσματα της Πρώτης Διδακτικής Παρέμβασης, κατά τη διάρκεια των πιλοτικών τεστ έγινε ειδική επισήμανση στους μαθητές που θα αναλάμβαναν τους ρόλους των αρχηγών. Συγκεκριμένα, προτάθηκε σε αυτούς να είναι πιο ενεργοί μέσα από το ρόλο τους και να αισθάνονται πιο πολύ υπεύθυνοι για το συντονισμό των μελών των ομάδων, για την ανάπτυξη θετικού κλίματος μεταξύ των μελών και γενικότερα να αναλαμβάνουν πρωτοβουλίες για οτιδήποτε προκύπτει στην ομάδα (π.χ. κάποιος χάνει τον προσανατολισμό του, κάποιος αφαιρείται, κ.λπ.).

Επίσης, ο δείκτης που συνδέεται με τη διατήρηση καλών σχέσεων, ενώ την πρώτη φορά δεν ήταν στατιστικά σημαντικός, τη δεύτερη φορά εμφανίζει μεγάλη άνοδο στην τιμή του. Την πρώτη φορά προφανώς δεν υπήρξε μεγάλη αναγκαιότητα για προσπάθεια ανάπτυξης καλών σχέσεων μεταξύ των μελών των ομάδων. Όπως επιβεβαιώνεται και από τις βιντεοσκόπηση των διαδικτυακών συναντήσεων, οι ομάδες εργάζονται αρκετά αρμονικά και είναι λίγες οι φορές που χρειάζεται να επιβληθεί τάξη και να επιβληθούν ισορροπίες. Αντίστοιχα, παρατηρείται και στη Δεύτερη Διδακτική Παρέμβαση. Ωστόσο εδώ, ο δείκτης εμφανίζει στατιστική σημαντικότητα διότι τα avatars κινούνται γενικά πιο ενεργητικά και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να εμφανίζονται μικρές τριβές μεταξύ τους οι οποίες ωστόσο εξομαλύνονται άμεσα και έτσι εξασφαλίζονται ομαλές συνεργασίες και διατηρούνται καλές σχέσεις μεταξύ τους.

Τέλος, κάποιοι από τους δείκτες δεν ήταν στατιστικά σημαντικοί στην Πρώτη Διδακτική Παρέμβαση και εξακολούθησαν να είναι στατιστικά ασήμαντοι και στη Δεύτερη Διδακτική Παρέμβαση. Πρόκειται για τους δείκτες GU3 και OTC, που δείχνουν το κατά πόσο τα avatars συζητούν για θέματα εκτός σεναρίου αλλά και το κατά πόσο αισθάνονται ανία. Αυτό σημαίνει ότι τα avatars επανέρχονται γρήγορα στα καθήκοντά τους χωρίς να αποσπώνται για πολύ, πράγμα που μπορεί να οφείλεται στην καινοτομική φύση της εμπειρίας.

Τα παραπάνω αποτελέσματα επιβεβαιώνονται και από την ποιοτική ανάλυση των μηνυμάτων από τις chat συζητήσεις των avatars κατά τη διάρκεια των τριών σταδίων του σεναρίου.

Ωστόσο, προκειμένου να έχουμε μια βαθύτερη κατανόηση της συναισθηματικής εμπλοκής των μαθητών στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης, μελετήσαμε τους επιμέρους

δείκτες (Παράρτημα 7) που τη χαρακτηρίζουν (Πίνακες 4.46, 4.47, 4.48).

Πίνακας 4.46: Μη παραμετρική ανάλυση των δεικτών (SU1, SU2, SU3) που συνδέονται με τη συναισθηματική εμπλοκή των μαθητών στη συνεργατική μάθηση.

Indicators	Friendman's			Means				
	ETI ¹	chi-square or χ^2 criterion	MR-Means Ranks	Stage 1	Stage 2	Stage 3		
SU1_an	1 st		statistically insignificant					
	2 nd	$\chi^2 = 3.71^*$	1.81	1.94	2.25	0.25	0.38	0.75
SU1_g	1 st		statistically insignificant					
	2 nd	$\chi^2 = 4.31^*$	2.00	1,75	2.25	0.38	0.14	0.75
SU1_f	1 st		statistically insignificant					
	2 nd		statistically insignificant					
SU2_dm	1 st	$\chi^2 = 14.30^{**}$	1.13	1.75	0.00	2.44	2.56	1.00
	2 nd	$\chi^2 = 3.65^*$	1.69	2.38	1.94	1.00	1.63	1.25
SU3_r	1 st	$\chi^2 = 11.31^*$	1.31	1.88	2.81	0.13	0.88	2.00
	2 nd	$\chi^2 = 14.55^*$	1.06	2.06	2.88	1.25	2.38	3.25
SU3_tl	1 st		statistically insignificant					
	2 nd	$\chi^2 = 15.08^{**}$	2.38	2.63	1.00	2.75	3.25	1.50
SU3_ta	1 st	$\chi^2 = 7.53^*$	1.38	2.44	2.19	0.00	1.75	0.75
	2 nd		statistically insignificant					

¹Experimental Teaching Interventions, * $p < 0.05$, ** $p < 0.001$

Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 4.46, οι περισσότεροι από τους επιμέρους δείκτες που αναφέρονται στην ανάπτυξη ηγετικών δεξιοτήτων (SU1) είναι στατιστικά ασήμαντοι. Τα avatars που έχουν ηγετικό ρόλο μέσα στην ομάδα περιορίζονται περισσότερο στο να ανακοινώνουν (SU1_an) ή να καθοδηγούν (SU1_g). Ωστόσο, οι δείκτες αυτοί έχουν ενισχυθεί κατά τη Δεύτερη Πειραματική Εφαρμογή. Ο δείκτης (SU2_dm) που αφορά στην ανάπτυξη δόμησης εμπιστοσύνης στον αρχηγό της ομάδας φαίνεται επίσης να είναι αναπτυγμένος κατά τη δεύτερη εφαρμογή.

Σχετικά με τους επιμέρους δείκτες (Πίνακας 4.47) που συνδέονται με την ανάπτυξη συντονισμού (GU1), τη διατήρηση καλών σχέσεων (GU2) και με τις συζητήσεις για θέματα που προκύπτουν (GU3), παρατηρούμε τα εξής (Πίνακας 4.47). Τα avatars έχουν αρκετές ευκαιρίες να συγκεντρώνονται σε ομάδες (GU1_a). Αυτό πιθανότητα οφείλεται στη δομή

του σεναρίου το οποίο επιβάλλει τη συνεργασία των avatars σε ομάδες, προκειμένου να εκτελεστούν οι προτεινόμενες δραστηριότητες. Από την άλλη, τα avatars δε φαίνεται να «χάνονται» στον 3D_CoSy_World, οπότε και δεν προκύπτουν περιπτώσεις αναζήτησής τους (GU1_sk). Στατιστική σημαντικότητα δείχνει επίσης ο δείκτης που αφορά στην άμεση ανταπόκριση των avatars, όταν αυτά πρόκειται να συμμετάσχουν σε συζητήσεις που προκύπτουν.

Πίνακας 4.47: Μη παραμετρική ανάλυση των δεικτών (GU1, GU2, GU3) που συνδέονται με τη συναισθηματική εμπλοκή των μαθητών στη συνεργατική μάθηση.

Indicators	Friendman's			Means				
	ETI ¹	chi-square or χ^2 criterion	MR-Means Ranks	Stage 1	Stage 2	Stage 3		
GU1_sk	1 st			statistically insignificant				
	2 nd			statistically insignificant				
GU1_a	1 st	$\chi^2 = 16.00^{**}$	1.00	2.50	2.50	1.00	2.00	2.00
	2 nd	$\chi^2 = 9.25^*$	2.06	1.31	2.63	2.75	2.38	3.25
GU1_d	1 st			statistically insignificant				
	2 nd			statistically insignificant				
GU1_sp	1 st	$\chi^2 = 16.00^{**}$	1.50	1.50	3.00	2.00	2.00	4.00
	2 nd	$\chi^2 = 15.55^{**}$	1.00	2.06	2.94	1.00	2.50	3.75
GU2_b	1 st			statistically insignificant				
	2 nd			statistically insignificant				
GU2_ic	1 st			statistically insignificant				
	2 nd			statistically insignificant				
GU2_ec	1 st	$\chi^2 = 14.25^{**}$	1.63	2.94	1.44	0.25	2.00	0.00
	2 nd	$\chi^2 = 15.08^{**}$	1.63	1.38	3.00	0.25	0.00	6.13
GU3_g	1 st	$\chi^2 = 8.82^*$	1.81	1.50	2.69	0.63	0.25	1.88
	2 nd	$\chi^2 = 10.76^*$	1.38	2.88	1.75	0.63	3.13	1.50
GU3_si	1 st			statistically insignificant				
	2 nd			statistically insignificant				
GU3_gi	1 st			statistically insignificant				
	2 nd			statistically insignificant				

¹Experimental Teaching Interventions, * p<0.05, ** p<0.001

Από τον Πίνακα 4.47, φαίνεται ότι τα avatars δεν έχουν ιδιαίτερα προβλήματα διατήρησης καλών σχέσεων (GU2). Δηλαδή οι συνθήκες που δημιουργήθηκαν στον 3D CoSy_World είναι ευνοϊκές για αρμονική συνεργασία, οπότε δεν υπάρχει αναγκαιότητα προσπάθειας αποκατάστασής της.

Τέλος, στατιστικά ασήμαντοι είναι οι δείκτες που συνδέονται με ανία, πειράγματα και ασυναρτησίες καθώς τα avatars επικοινωνούν (Πίνακας 4.48). Αυτό σημαίνει ότι οι μαθητές και στις δύο Διδακτικές Παρεμβάσεις, εμπλέκονται στη διαδικασία της μάθησης με πραγματικό ενδιαφέρον και είναι επικεντρωμένοι στο στόχο τους χωρίς να πλήττουν.

Πίνακας 4.48: Μη παραμετρική ανάλυση δείκτη (OTC) που συνδέεται με τη συναισθηματική εμπλοκή των μαθητών στη συνεργατική μάθηση.

Indicators	Friendman's			Means		
	ETI ¹	chi-square or χ^2 criterion	MR-Means Ranks	Stage 1	Stage 2	Stage 3
OTC_f	1 st			statistically insignificant		
	2 nd			statistically insignificant		
OTC_t	1 st			statistically insignificant		
	2 nd			statistically insignificant		
OTC_m	1 st			statistically insignificant		
	2 nd			statistically insignificant		

Κατά τη διάρκεια του 4^{ου} σταδίου του σεναρίου τα avatars συζήτησαν για την εμπειρία τους στον 3D CoSy_World. Τα chat log files έδειξαν και για τις δύο περιπτώσεις (πρώτη και Δεύτερη Διδακτική Παρέμβαση) αντίστοιχες απόψεις και συναισθήματα.

Σχετικά με την αξιοπιστία του εργαλείου μετρήσεων, για να ελεγχθεί η αξιοπιστία των μετρήσεων, δηλαδή για να δούμε αν ο τρόπος που το εργαλείο μέτρησε την εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης διαθέτει αξιοπιστία, εφαρμόστηκε το κριτήριο Wilcoxon (z) (Πίνακας 4.49). Με τον τρόπο αυτό μελετήθηκε αν ανάμεσα στις δύο Πειραματικές Διδακτικές Παρεμβάσεις υπήρξε σταθερή διαφοροποίηση.

Πράγματι, φάνηκε ότι οι μετρήσεις εμφανίζουν σταθερότητα παρότι που μπορεί να διαφέρουν μεταξύ τους, αλλά αυτό πιθανότητα έχει να κάνει με την ωρίμανση των μαθητών από τη μια τάξη στην άλλη.

Πίνακας 4.49: Πίνακας αξιοπιστίας μετρήσεων.

Δείκτες κριτηρίων	Κριτήριο Wilcoxon (z)		
	Stage 1	Stage 2	Stage 3
AP_2 – AP_1	z= -2.11*	z= -2.11*	z= -1.83*
S_2– S_1	z= -1.90*	z= -0.99	z= -2.20*
G_2– G_1	z= -0.95	z= -2.11*	z= -2.40*
API_2 – API_1	z= -1.87*	z= -2.38*	z= -2.52*
APC_2– APC_1	z= -0.58	z= -0.92	z= -2.39*
ECA_2 – ECA_1	z= -2.64**	z= -1.10	z= -0.00
SU1_2– SU1_1	z= -0.00	z= -0.73	z= -0.73
SU2_2 – SU2_1	z= -1.00	z= -0.11	z= -2.64**
SU3_2– SU3_1	z= -1.36*	z= -0.42*	z= -1.48*
GU1_2– GU1_1	z= -1.21*	z= -1.63*	z= -1.21*
GU2_2 – GU2_1	z= -0.43*	z= -1.87*	z= -2.56*
GU3_2 – GU3_1	z= -2.20*	z= -1.40*	z= -1.69*
OTC_2 - OTC_1	z= -2.10*	z= -1.38*	z= -1.42*

* p<0.05 , ** p<0.001

Οι τιμές εμφανίζουν άλλοτε στατιστική σημαντικότητα και άλλοτε όχι, αλλά αυτό πιθανότατα είναι τυχαίο. Δηλαδή, παρατηρούμε παντού το κριτήριο z να εμφανίζει αρνητικές τιμές που σημαίνει ότι η Πρώτη Παρέμβαση έχει τιμές αριθμητικά μικρότερες από τη δεύτερη και κατά συνέπεια οι μαθητές σε άλλες περιπτώσεις διαφοροποιήθηκαν περισσότερο και σε άλλες λιγότερο λόγω ωρίμανσης.

4.5.3 Γνωστική εμπλοκή και συνεργατική μάθηση στον CoSy_World

Η εμπλοκή των μαθητών σε γνωστικές διαδικασίες μάθησης μέσα από την ποιοτική ερμηνεία των chat log files εμφάνισε επίσης αρκετό ενδιαφέρον και στις δύο Διδακτικές Παρεμβάσεις. Οι μαθητές επιχειρηματολογούν προκειμένου να κατανοήσουν βασικές κλασματικές έννοιες και τεκμηριώνουν την άποψή τους αξιοποιώντας την ποικιλία αναπαραστάσεων που προσφέρεται μέσα από τον CoSy_World. Παραδείγματα

συζητήσεων που αφορούν σε τέτοιου είδους μαθησιακές διαδικασίες έχουν περιγραφεί στις προηγούμενες ενότητες.

Ωστόσο, οι ερευνητές συμφωνούν ότι η ικανότητα μετάφρασης μιας μαθηματικής έννοιας από το ένα σύστημα αναπαράστασης σε ένα άλλο παίζει σημαντικό ρόλο στην κατανόηση της μαθηματικής έννοιας (Gagatsis & Shiakalli, 2004; Janvier, 1987). Για το λόγο αυτό αντλήθηκαν ποσοτικοί δείκτες από τις απαντήσεις των μαθητών στα pre- και post-tests που τους δόθηκαν. Οι απαντήσεις των μαθητών αξιολογήθηκαν με βάση το επίπεδο κατανόησή τους για τα βασικά κλάσματα, ανάλογα με το βαθμό που οι μαθητές χρησιμοποιούσαν εικονικές, λεκτικές και συμβολικές αναπαραστάσεις όταν εξέφραζαν τα σχετικά επιχειρήματά τους.

Για την ανάλυση και ερμηνεία των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε και τις δύο φορές το μη παραμετρικό κριτήριο του Wilcoxon z για δύο σχετικά δείγματα (Corder & Foreman, 2009), αφού και στις δύο περιπτώσεις το δείγμα ήταν μικρό. Η ποσοτική ανάλυση των pre- και post-tests που έγινε επιβεβαίωσε την ποιοτική ανάλυση των log files που αποκομίστηκαν από τον CoSy_World. Ο Πίνακας 4.50 που ακολουθεί δείχνει μια συνοπτική εικόνα των μη-παραμετρικών αναλύσεων των δύο Πειραματικών Διδακτικών Παρεμβάσεων .

Πίνακας 4.50: Μη-παραμετρική ανάλυση κατά Wilcoxon z για τους δείκτες που συνδέονται με την κατανόηση βασικών κλασματικών εννοιών.

	Indicators	critereon	Means	
		Wilcoxon (z)	Pretest	Posttest
2 nd class session	C	z= -3.83 ^{**}	15.68	26.47
	R	z= -3.31 ^{**}	4.16	8.05
	RC	z= -3.60 ^{**}	9.79	16.47
1 st class session	C	z= -4.29 [*]	6.33	12.92
	R	z= -4.30 [*]	5.04	27.96
	RC	z= -4.30 [*]	12.91	21.63

* p<0.05 , ** p<0.001

Κατανόηση των κλασματικών εννοιών που αφορούν στα πολλαπλάσια και υποπολλαπλάσια των βασικών κλασματικών αριθμών 1/2, 1/3 και 1/5 (C- κατανόηση): Σχετικά με το δείκτη C, παρατηρείται και στις δύο Διδακτικές Παρεμβάσεις μεγάλη

στατιστική σημαντικότητα ανάμεσα στις κατανοήσεις των μαθητών πριν και μετά την εκάστοτε Διδακτική Παρέμβαση (Πίνακας 4.50). Συγκεκριμένα, μετά τις Διδακτικές Παρεμβάσεις, οι απαντήσεις των μαθητών είναι πιο πλήρεις και πιο πειστικές, καθώς περιέχουν επιχειρήματα στα οποία χρησιμοποιούν λεκτικές, συμβολικές και εικονικές αναπαραστάσεις. Παράδειγμα τέτοιων απαντήσεων δίνεται παρακάτω στον Πίνακα 4.51. Είναι φανερό ότι οι δραστηριότητες που αντιστοιχούν στα στάδια του Janvier 1987, και όπως αυτές προσφέρθηκαν από τον CoSy_World, αλλά και όπως αξιοποιήθηκαν από το προτεινόμενο μακρο-σενάριο, βοήθησαν την Κατερίνα και το Νίκο να κατανοήσουν τις κλασματικές έννοιες.

Πίνακας 4.51: Παραδείγματα σχετικά με την κατανόηση βασικών κλασματικών εννοιών (από τα pretest και posttest).

Ερώτηση: Εξήγησε αναλυτικά και με όποιον τρόπο νομίζεις, τι σημαίνει το κλάσμα 3/4.	
<u>Κατερίνα (πριν)</u>	<u>Κατερίνα (μετά)</u>
<i>(Δεν έδωσε καμιά απάντηση)</i>	Είναι 3 από τα 4 ίσα μέρη. <i>(Επίσης, ζωγραφίζει ένα παραλληλόγραμμο, το χωρίζει σε 4 ίσα μέρη και χρωματίζει τα 3 από αυτά).</i>
Ερώτηση: Προσπάθησε να φτιάξεις ένα πρόβλημα που να έχει σαν απάντηση το κλάσμα 2/8.	
<u>Νίκος (πριν)</u>	<u>Νίκος (μετά)</u>
Έφαγα το 1/5 μιας πίτσας και μετά από λίγο έφαγα άλλο 1/3. Πόση πίτσα έφαγα συνολικά;	Έφαγα το 1/8 μιας πίτσας και μετά έφαγα και άλλο 1/8. Πόση πίτσα έφαγα συνολικά;
$1/5 + 1/3 = 2/8$	$1/8 + 1/8 = 2/8$ της πίτσας <i>(Επίσης, ζωγραφίζει έναν κύκλο, το χωρίζει σε 8 ίσα μέρη και χρωματίζει το ένα από αυτά. Μετά ζωγραφίζει έναν άλλο ίδιο κύκλο και επαναλαμβάνει τη διαδικασία).</i>

Πριν τη Διδακτική Παρέμβαση, η Κατερίνα φαίνεται να δυσκολεύεται στο να απαντήσει τι σημαίνει γι αυτήν το κλάσμα 3/4. Μετά τη συμμετοχή της στις δραστηριότητες του CoSy_World, η Κατερίνα μπορεί να δώσει τη δική της απάντηση και μάλιστα με επιχειρήματα που περιέχουν εικονικές, συμβολικές αλλά και λεκτικές αναπαραστάσεις. Σαν αποτέλεσμα, η απάντησή της είναι ξεκάθαρη και φαίνεται να κατανοεί αυτό που εκφράζει. Δείχνει την έννοια του κλασματικού αριθμού απεικονίζοντάς τον σε ένα παραλληλόγραμμο το οποίο χωρίζει σε 4 ίσα μέρη και σκιαγραφεί τα 3.

Σχετικά με το Νίκο, πριν την παρέμβαση φαίνεται να θεωρεί ότι το κλάσμα $2/8$ είναι το άθροισμα δύο άλλων κλασμάτων όπου προσθέτουμε τους αριθμητές και τους παρονομαστές. Πρόκειται για μια συνηθισμένη λανθασμένη αντίληψη που έχουν οι μαθητές για την πρόσθεση των κλασμάτων την οποία πολλές φορές συγχέουν με την πρόσθεση των φυσικών αριθμών. Ο Νίκος, δεν αναστοχάζεται πάνω στη διαδικασία της πρόσθεσης των κλασμάτων και για το λόγο αυτό δεν ενδιαφέρεται να επιχειρηματολογήσει και να δείξει τη σχετική διαδικασία. Ωστόσο, μετά τη Διδακτική Παρέμβαση ο Νίκος περιγράφει ένα πρόβλημα του οποίου η απάντηση είναι $2/8$. Είναι φανερό ότι οι δραστηριότητες με τις οποίες έχει εμπλακεί στον CoSy_World τον βοήθησαν στο να παρουσιάζει τους κλασματικούς αριθμούς με τρόπο που έχουν νόημα για αυτόν μέσα από ποικιλία αναπαραστάσεων (εικονικές, συμβολικές, λεκτικές).

Κατανόηση των σχέσεων μεταξύ των κλασματικών αριθμών $1/2$ και $1/8$, $1/3$ και $1/6$ και μεταξύ των $1/10$ και $1/5$ (R- σχέση): Σχετικά με το δείκτη R (σχέση) οι μαθητές έπρεπε να απαντήσουν με τρόπο ξεκάθαρο αν και με ποιον τρόπο σχετίζονται τα κλάσματα αυτά μεταξύ τους. Αν υπάρχει κάποια σχέση μεταξύ τους, θα πρέπει να το αποδείξουν και να δώσουν σχετικά επιχειρήματα και εξηγήσεις. Το posttest έδειξε ότι οι απαντήσεις των μαθητών ήταν πληρέστερες και πιο πειστικές (Πίνακας, 4.50). Το παράδειγμα που παρουσιάζεται στον Πίνακα 4.52 είναι αντιπροσωπευτικό και δείχνει τους μαθητές να δίνουν περισσότερο ολοκληρωμένες απαντήσεις μετά την εμπειρία τους στον CoSy_World, αξιοποιώντας ποικιλία αναπαραστάσεων (όπως έχουν περιγραφεί από τον Janvier, 1987)

Πίνακας 4.52: Παραδείγματα σχετικά με την κατανόηση βασικών κλασματικών εννοιών (από τα pretest και posttest).

Ερώτηση: Υπάρχει κάποια σχέση ανάμεσα στα κλάσματα $1/10$ και $1/5$; Προσπάθησε να εξηγήσεις την απάντησή σου με δικά σου λόγια.

<u>Αλεξάνδρα (πριν)</u>	<u>Αλεξάνδρα (μετά)</u>
Νομίζω ότι το $1/10$ είναι μεγαλύτερο από το $1/5$.	Το $1/5$ είναι μεγαλύτερο από το $1/10$, είναι το μισό από το $1/5$. (Μετά, χρωματίζει ένα παραλληλόγραμμο, το χωρίζει σε 5 ίσα μέρη και χρωματίζει το 1 από αυτά. Στη συνέχεια, χωρίζει το κάθε πέμπτο στη μέση χρησιμοποιώντας διαφορετικό χρώμα μολυβιού. Είναι φανερό ότι παρατηρεί πως το $1/10$ είναι μισό από το $1/5$).

Ερώτηση: Υπάρχει κάποια σχέση ανάμεσα στα κλάσματα $1/3$ και $1/6$; Προσπάθησε να το εξηγήσεις με δικά σου λόγια.

Αντρέας (πριν)

Αντρέας(μετά)

Όχι, διότι στην περίπτωση του $1/3$ υπάρχει κάτι που το χωρίζω σε τρία ίσα μέρη ενώ με το $1/6$ χωρίζουμε κάτι σε 6 ίσα μέρη.

Αν χωρίσω το $1/3$ σε δύο ίσα μέρη, θα έχω $1/6$. (Κατόπιν, χωρίζει ένα παραλληλόγραμμο σε 3 ίσα μέρη και μετά σε 6. Στη συνέχεια, χρωματίζει τα 2).

Αρχικά, η Αλεξάνδρα φαίνεται αβέβαιη για την απάντησή της. Για το λόγο αυτό, γράφει «Νομίζω...» και δε δίνει καμιά παραπάνω εξήγηση. Μετά την εμπειρία της στον CoSy_World, η Αλεξάνδρα εμφανίζεται σίγουρη γι' αυτό που γράφει: « $1/5$ είναι μεγαλύτερο από το $1/10$, το $1/10$ είναι το μισό του $1/5$ ». Στη συνέχεια επιχειρηματολογεί σχεδιάζοντας ένα παραλληλόγραμμο και δείχνοντας πάνω σε αυτό το κλάσμα $1/5$ και το κλάσμα $1/10$.

Ένας άλλος μαθητής, ο Αντρέας, αρχικά δείχνει να μην κατανοεί καμιά σχέση ανάμεσα στα κλάσματα $1/3$ και $1/6$. Η εμπλοκή του στην εκτέλεση των δραστηριοτήτων οι οποίες ακολουθούν τα στάδια του Janvier τον οδήγησαν στο να συμπεράνει ότι: «αν διαιρέσω το $1/3$ σε δύο ίσα μέρη θα πάρω το $1/6$ ». Η εικονική αναπαράσταση των κλασματικών εννοιών $1/3$ και $1/6$ πάνω σε ένα παραλληλόγραμμο τον βοήθησε να κατανοήσει τη μεταξύ τους σχέση.

Κατανόηση των σχέσεων μεταξύ των κλασμάτων $3/4$ και $1/2$, $2/5$ και $3/5$, $1/3$ και $1/4$, as καθώς επίσης και $2/5$ και $1/2$ (RC – σχέση-σύγκριση): Η τιμή του δείκτη RC (σχέση-σύγκριση) είναι επίσης στατιστικά σημαντική και στις δύο Διδακτικές Παρεμβάσεις (Πίνακας 4.50). Οι μαθητές αξιοποιούν ποικιλία αναπαραστάσεων προκρινόμενου να εκφράσουν τις κατανοήσεις τους για τις κλασματικές έννοιες. Οι απαντήσεις τους στο posttest δείχνουν μια πληρότητα στις κατανοήσεις τους η οποία επιβεβαιώνεται και από την ποιοτική ανάλυση τους. Στο παράδειγμα που ακολουθεί φαίνεται ότι το παιδαγωγικό πλαίσιο και οι δραστηριότητες που αξιοποιήθηκαν βοήθησαν τη Νικόλ και τη Λίνα να κατανοήσουν τις σχέσεις μεταξύ των κλασματικών αριθμών $1/3$ και $1/4$ (Πίνακας 4.53).

Πίνακας 4.53: Παραδείγματα σχετικά με την κατανόηση βασικών κλασματικών εννοιών (από τα pretest και posttest).

Ερώτηση: Ποιο από τα κλάσματα $1/3$ και $1/4$ είναι το μεγαλύτερο και πόσο μεγαλύτερο από το άλλο; Εξήγησε την απάντησή σου.

Νικόλ (πριν)

Νικόλ (μετά)

Το $1/3$ είναι μεγαλύτερο διότι τα 4 είναι περισσότερα από τα 3.

Είναι $1/3 > 1/4$, αφού είναι $4/12 > 3/12$

Δηλαδή είναι κατά $1/12$ μεγαλύτερο.

(Ζωγραφίζει δύο παραλληλόγραμμα και χωρίζει το ένα από αυτά σε τρία ίσα μέρη και το άλλο σε 4 ίσα μέρη. Στη συνέχεια τα χωρίζει σε δωδέκατα).

Ερώτηση: Ποιο από τα κλάσματα $2/5$ και $1/2$ είναι το μεγαλύτερο και πόσο μεγαλύτερο από το άλλο; Εξήγησε την απάντησή σου.

Λίνα (πριν)

Λίνα (μετά)

$2/5 < 1/2$

$2/5 < 1/2$ διότι το $1/2$ είναι μισό και άρα είναι μεγαλύτερο.

(Επίσης, ζωγραφίζει δύο ίσους κύκλους. Χωρίζει τον ένα σε 5 ίσα μέρη και χρωματίζει τα δύο και χωρίζει τον άλλο σε 2 ίσα μέρη και χρωματίζει το 1 από αυτά).

Πιο συγκεκριμένα, η Νικόλ στην αρχική της απάντηση εμφανίζεται να επαναλαμβάνει τον κανόνα που είχε συναντήσει στο σχολικό εγχειρίδιο των Μαθηματικών: «όταν δύο κλάσματα έχουν τον ίδιο αριθμητή, μεγαλύτερο είναι αυτό που έχει το μικρότερο παρονομαστή». Ωστόσο, χρησιμοποιεί τον κανόνα αυτόν χωρίς να καταλαβαίνει το νόημά του και αυτό επιβεβαιώνεται από την αδυναμία της να δώσει μια απάντηση σχετικά με το πόσο μεγαλύτερο είναι το ένα κλάσμα από το άλλο. Μετά τη Διδακτική Παρέμβαση, η Νικόλ χρησιμοποιεί δύο παραλληλόγραμμα προκειμένου να μετατρέψει τα δύο κλάσματα σε ισοδύναμα ($1/3 \rightarrow 4/12$ και $1/4 \rightarrow 3/12$) και στη συνέχεια να εξηγήσει γιατί το $1/3$ είναι μεγαλύτερο από το $1/4$ κατά $1/12$.

Η Λίνα είναι μια πολύ μέτρια μαθήτρια. Η αρχική της απάντηση είναι τυχαία και δεν εμπεριέχει καμιά εξήγηση. Στη συνέχεια όμως φαίνεται να είναι σε θέση να δώσει μια σωστή απάντηση: «το $1/2$ είναι μισό και επομένως μεγαλύτερο», αν και δεν καταφέρνει να απαντήσει στο δεύτερο σκέλος της ερώτησης.

4.5.4 Διαγράμματα ομοιότητας και συνεπαγωγικά για τα αποτελέσματα της γνωστικής εμπλοκής στη διαδικασία της μάθησης.

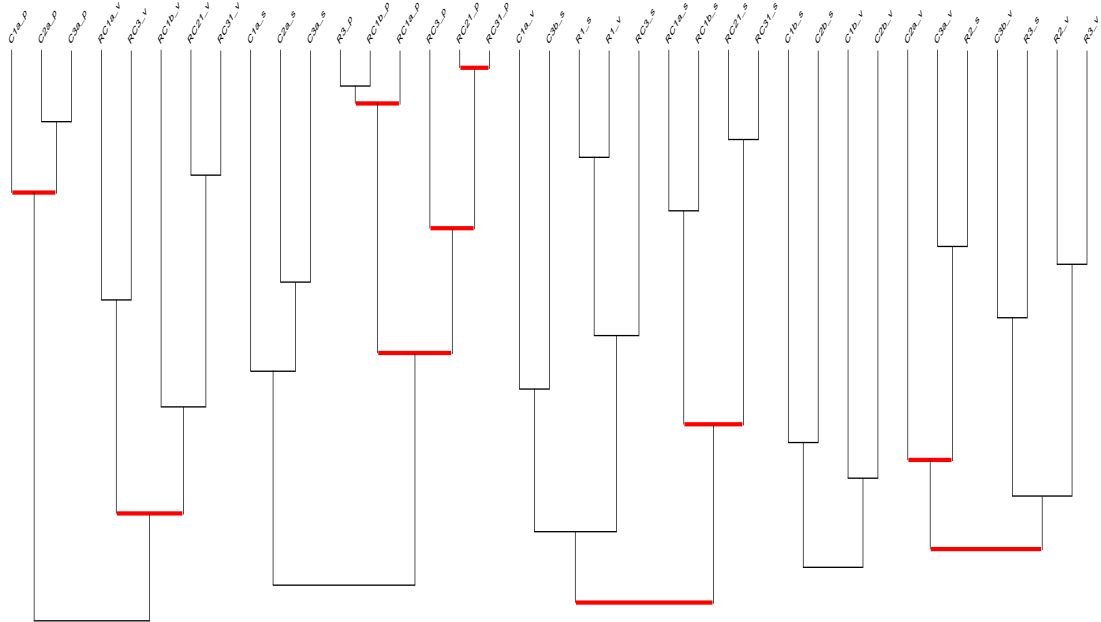
Συμπερασματικά, διαπιστώθηκε ότι τελικά η ποικιλία αναπαραστάσεων που προσφέρθηκε μέσα από τον CoSy_World βοήθησε τους μαθητές να κατανοήσουν βασικές κλασματικές έννοιες, αλλά και να υποστηρίξουν με επιχειρήματα τις κατανοήσεις που απέκτησαν ή που είχαν για αυτές. Η αξιοποίηση ποικιλίας αναπαραστάσεων μιας μαθηματικής έννοιας, και ιδιαίτερα η ικανότητα μετάφρασης από τη μια αναπαράσταση στην άλλη, αποκτά ιδιαίτερη σημασία στην κατανόηση της έννοιας (Janvier, 1987; Duvai, 2002). Ωστόσο, η ανάπτυξη δεξιοτήτων που συνδέονται με μια τέτοια δυνατότητα φαίνεται να αποτελεί πρόβλημα για τους μαθητές. Ο Duvai (2002) υποστηρίζει την ύπαρξη στεγανοποίησης στη χρήση διαφορετικών συστημάτων αναπαράστασης (κεφάλαιο 2, υποενότητα 2.3.3.2) Θυμίζουμε ότι με τον όρο "στεγανοποίηση" εννοούμε ότι ο μαθητής συνηθίζει να αναφέρεται και να εργάζεται σε ένα πεδίο αναπαράστασης χωρίς να μπορεί να μεταφέρει με επιτυχία τις κατανοήσεις του για μια έννοια σε ένα άλλο πεδίο αναπαράστασης.

Προκειμένου να δούμε και διαγραμματικά τον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές χρησιμοποίησαν τις αναπαραστάσεις στα επιχειρήματά τους, πραγματοποιήθηκε η ανάλυση ομοιότητας (Lerman, 1981) και η στατιστική συνεπαγωγική ανάλυση του R. Gras με τη χρήση του λογισμικού προγράμματος C.H.I.C. (Classification Hiérarc hique, Implicative et Cohésitive) (Bodin, Coutourier, & Gras, 2000), από τις οποίες προέκυψαν διαγράμματα ομοιότητας και συνεπαγωγικά διαγράμματα αντίστοιχα.

Μέσα από τα διαγράμματα ομοιότητας, παρατηρούνται οι ομάδες των βασικών κλασματικών αριθμών (όπως αυτές αντιμετωπίστηκαν μέσα από αντίστοιχες ερωτήσεις) σε σχέση με τον τύπο αναπαραστάσεων που χρησιμοποιούν οι μαθητές για την ερμηνεία τους.

Από την άλλη, τα συνεπαγωγικά διαγράμματα παρουσιάζουν συνεπαγωγικές σχέσεις που υποδεικνύουν κατά πόσο και σε ποιο βαθμό η αξιοποίηση ενός τύπου αναπαράστασης συνεπάγεται την αξιοποίηση ενός άλλου τύπου αναπαράστασης ή άλλων τύπων αναπαράστασης.

Το Διάγραμμα στο Σχήμα 4.60, το οποίο παρουσιάζει τα αποτελέσματα του pretest για τους μαθητές της Πρώτης Διδακτικής Παρέμβασης, αποτελείται από πέντε ομάδες ομοιότητας (οι δείκτες περιγράφονται στο Παράρτημα 6).



Σχήμα 4.60: Διάγραμμα Ομοιότητας για τις απαντήσεις των μαθητών της Πρώτης Διδακτικής Εφαρμογής στο pretest.

Η πρώτη ομάδα ομοιότητας αντιστοιχεί σε δύο ειδών απαντήσεις. Τις απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές σε ερωτήσεις που αφορούσαν στην κατανόηση βασικών κλασμάτων και στις οποίες τα επιχειρήματα δόθηκαν μέσα από εικονικές αναπαραστάσεις. Επίσης, από τις απαντήσεις που αφορούσαν στις βασικές κατανοήσεις σχέσεων μεταξύ κλασματικών αριθμών και στις οποίες τα επιχειρήματα αξιοποιούσαν λεκτικές αναπαραστάσεις. Δηλαδή, η πρώτη ομάδα ομοιότητας αποτελείται από δύο υποομάδες: την υποομάδα που αναφέρεται στις βασικές κατανοήσεις που έχουν οι μαθητές για τα κλάσματα $3/4$, $2/3$, $3/5$ (πολλαπλάσια των $1/2$, $1/3$, και $1/5$) και για τα οποία επιχειρηματολόγησαν με εικονικές αναπαραστάσεις (C1a_p, C2a_p, C3a_p), και την υποομάδα που αναφέρεται στις βασικές κατανοήσεις που έχουν οι μαθητές για τις σχέσεις μεταξύ των κλασμάτων $3/4$ και $1/2$, $1/2$ και $2/4$, $1/3$ και $1/4$ καθώς και $2/5$ και $1/2$ όπου οι μαθητές επιχειρηματολογούν με λεκτικές αναπαραστάσεις (RC1a_v, RC3_v, RC1b_v, RC21_v, RC31_v).

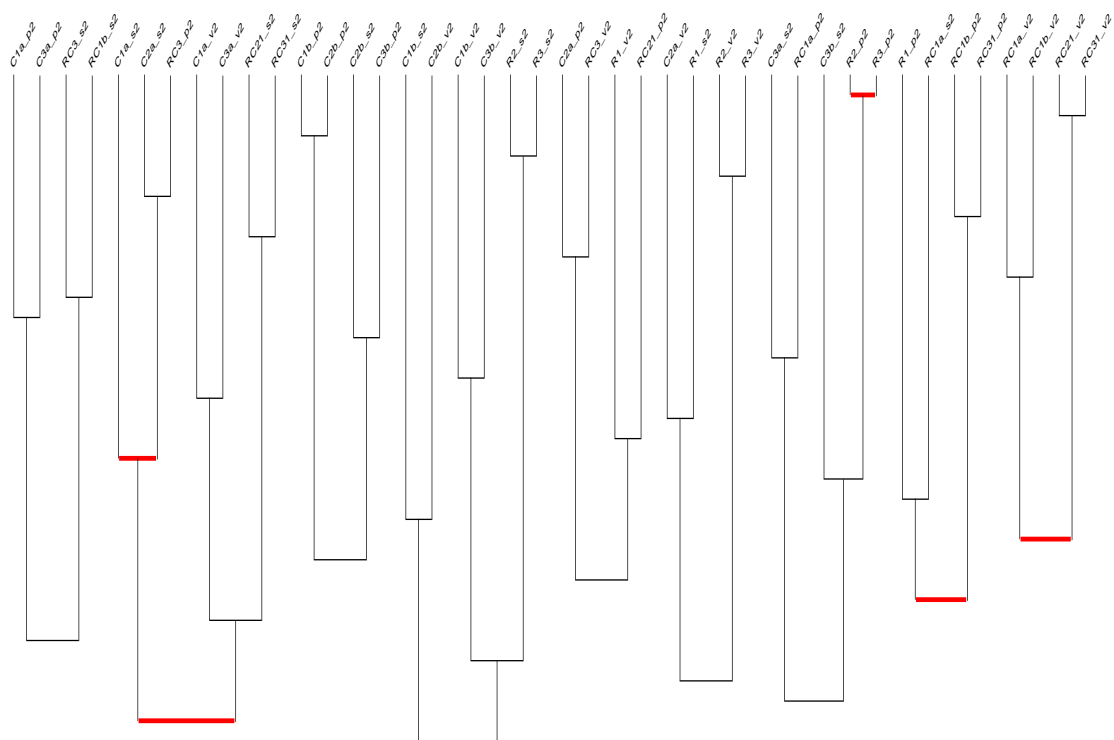
Η δεύτερη ομάδα ομοιότητας αντιστοιχεί επίσης σε δύο είδη απαντήσεων. Στις απαντήσεις όπου οι μαθητές επιχειρηματολόγησαν χρησιμοποιώντας συμβολικές αναπαραστάσεις και αφορούν στους δείκτες C1a_s, C2a_s, C3a_s που αντιστοιχούν στα κλάσματα $\frac{3}{4}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{5}$ (πολλαπλάσια των $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, και $\frac{1}{5}$) και στις απαντήσεις όπου τα επιχειρήματα δίνονται μέσω εικονικών αναπαραστάσεων και που συνδέονται με τους δείκτες RC1a_p, RC3_p, RC1b_p, RC21_p, RC31_p και R3_p.

Στην τρίτη ομάδα περιλαμβάνονται οι απαντήσεις των μαθητών στις οποίες τα επιχειρήματα δόθηκαν είτε με λεκτική είτε με συμβολική αναπαράσταση. Ειδικότερα, στην πρώτη υποομάδα παρατηρούμε ότι οι μαθητές απαντούν για τα κλάσματα $\frac{3}{4}$ και για τις σχέσεις μεταξύ κλασμάτων πολλαπλασίων ή υποπολλαπλασίων του $\frac{1}{2}$, μέσω λεκτικών αναπαραστάσεων (C1a_v, R1_v). Με λεκτικές αναπαραστάσεις απαντούν σε ερωτήσεις που αντιστοιχούν στις βασικές κατανοήσεις τους για τα κλάσματα $\frac{6}{10}$, για τις σχέσεις μεταξύ πολλαπλασίων ή υποπολλαπλασίων του $\frac{1}{2}$ αλλά και για τις σχέσεις μεταξύ των κλασμάτων $\frac{1}{2}$ και $\frac{1}{4}$ (C3b_s, R1_s, RC3_s). Επίσης, με λεκτικές αναπαραστάσεις απαντούν στα κλάσματα και στις μεταξύ τους σχέσεις, όπως ορίζονται από τους δείκτες RC1a_s, RC1b_s, RC21_s και RC31_s.

Η επόμενη ομάδα ομοιότητας δημιουργείται από τις απαντήσεις των μαθητών και τα σχετικά επιχειρήματα στα οποία χρησιμοποιούν συμβολικές (C1b_s, C2b_s) ή λεκτικές αναπαραστάσεις (C1b_v, C2b_v).

Στην τελευταία ομάδα, οι σχέσεις ομοιότητας δημιουργούνται από τις απαντήσεις των μαθητών στις οποίες επιχειρηματολογούν είτε με λεκτικές (C2a_v, C3a_v, C3b_v, και R2_v, R3_v) είτε με συμβολικές αναπαραστάσεις (R2_s, R3_s).

Γενικότερα στο διάγραμμα (Σχήμα 4.60) παρατηρείται ότι οι μαθητές της Πρώτης Διδακτικής Παρέμβασης (Ε΄ Τάξη) αρχικά εμφανίζουν μια ομοιότητα στη χρήση συγκεκριμένου τύπου αναπαράστασης για τα επιχειρήματά τους, σε συγκεκριμένες τύπου ασκήσεις. Βλέπουμε, δηλαδή, μια σταθερότητα, μια συνοχή στη συμπεριφορά των μαθητών, που αφορά στην επιλογή συγκεκριμένης αναπαράστασης για ίδιου τύπου ασκήσεις. Παρατηρείται, συνεπώς, το φαινόμενο της στεγανοποίησης (compartmentalization) ως προς τη χρήση διαφορετικών αναπαραστάσεων στις ασκήσεις κλασμάτων.



Σχήμα 4.61: Διάγραμμα Ομοιότητας για τις απαντήσεις των μαθητών της Πρώτης Διδακτικής Εφαρμογής στο posttest.

Στο παραπάνω διάγραμμα (Σχήμα 4.61) εμφανίζονται οι σχέσεις ομοιότητας στις απαντήσεις των μαθητών οι οποίες δόθηκαν μετά την Πρώτη Διδακτική Παρέμβαση. Τα αποτελέσματα του posttest εμφανίζονται διαφοροποιημένα σε σχέση με τα αποτελέσματα του pretest, αφού δε φαίνεται να παρατηρείται η ίδια συνέπεια στη συμπεριφορά των μαθητών ως προς τη χρήση των διαφόρων τύπων αναπαραστάσεων όταν επιχειρηματολογούν για τις κατανοήσεις τους σχετικά με τις κλασματικές έννοιες.. Συγκεκριμένα, οι απαντήσεις των μαθητών χωρίζονται σε 9 ομάδες ομοιότητας.

Ενδεικτικά παρατηρείται ότι, στην πρώτη ομάδα ομοιότητας περιλαμβάνονται τα επιχειρήματα που δόθηκαν μέσα από εικονικές αναπαραστάσεις για τα κλάσματα που αντιστοιχούν στους δείκτες C1a_p2 και C3a_p2 αλλά και στους δείκτες των κατηγοριών RC1b_s2 και RC3_s2.

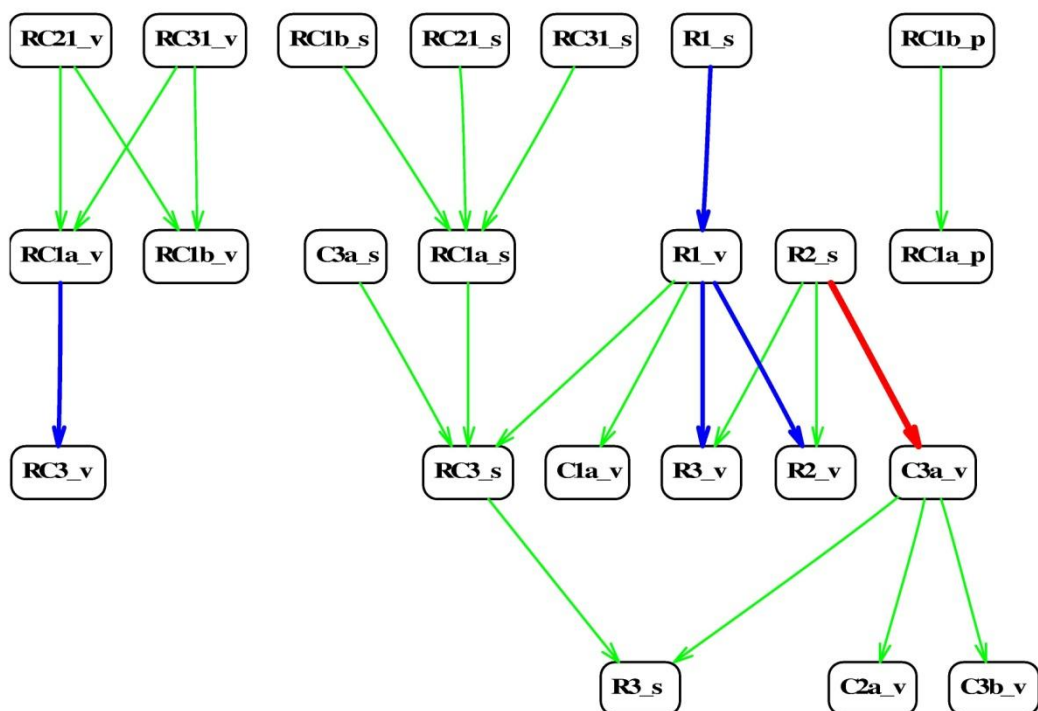
Επίσης, η δεύτερη ομάδα ομοιότητας αποτελείται από τις απαντήσεις των μαθητών στις οποίες τα επιχειρήματα δόθηκαν είτε με συμβολικές αναπαραστάσεις (C1a_s2, C2a_s2), είτε με λεκτικές (C1a_v2, C3a_v2). Στην ομάδα αυτή περιλαμβάνονται επίσης απαντήσεις των μαθητών που συνδέονται με τις κατανοήσεις τους για τα κλάσματα που αντιστοιχούν

στους δείκτες RC21_s2, RC31_s2 (απαντήσεις με συμβολικές αναπαραστάσεις) ή στο δείκτη RC3_p2 (απαντήσεις με εικονική αναπαράσταση).

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα των pretest και posttest παρατηρείται ότι οι μαθητές, πριν τη Διδακτική Παρέμβαση, εμφανίζουν μια πιο συντονισμένη συμπεριφορά σε ό,τι αφορά τη χρήση των αναπαραστάσεων όταν επιχειρηματολογούν σχετικά με τις κατανοήσεις τους για τα κλάσματα. Δηλαδή, η χρήση των διαφόρων τύπων αναπαράστασης παρουσιάζει ένα βαθμό στεγανοποίησης στις απαντήσεις τους.

Αντίθετα, μετά τη Διδακτική Παρέμβαση η συμπεριφορά των μαθητών γενικότερα, δε χαρακτηρίζεται από ιδιαίτερη συνέπεια. Παρατηρούμε σχέσεις ομοιότητας μεταξύ απαντήσεων, που αντιστοιχούν σε διαφορετικές ερωτήσεις, στις οποίες το κοινό στοιχείο είναι η χρήση του ίδιου τύπου αναπαράστασης αλλά και σε πολλές περιπτώσεις παρατηρούμε σχέσεις ομοιότητας όπου γίνεται χρήση αναπαραστάσεων διαφορετικού τύπου. Αν και υπάρχουν περιπτώσεις στις οποίες η συνέπεια διατηρείται, ωστόσο σε γενικές γραμμές, τόσο ο 3D CoSy_World όσο και το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο φαίνεται να βοήθησαν τους μαθητές στο να απο-στεγανοποιήσουν τη χρήση αναπαραστάσεων και να χρησιμοποιούν ποικιλία αναπαραστάσεων στα επιχειρήματά τους.

Επισημαίνεται ότι σε αντίστοιχα συμπεράσματα οδήγησε και η συνεπαγωγική ανάλυση. Το φαινόμενο της στεγανοποίησης στη χρήση διαφορετικών τύπων αναπαράστασης στις απαντήσεις των μαθητών στο test πριν τη Διδακτική Παρέμβαση είναι εμφανές (Σχήμα 4.62). Μέσα από τις συνεπαγωγικές αλυσίδες που σχηματίζονται, οι απαντήσεις των μαθητών φανερώνουν μια συνέπεια ως προς τη χρήση ίδιου τύπου αναπαράστασης όταν πρόκειται να περιγράψουν τις κατανοήσεις τους για βασικές κλασματικές έννοιες.



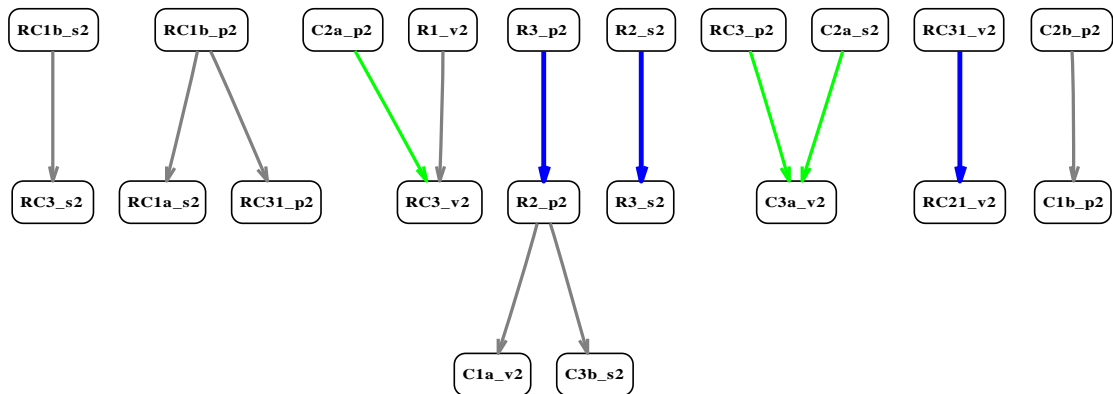
Τα κόκκινα βέλη παρουσιάζουν σχέσεις σε επίπεδο σημαντικότητας 99%, τα μπλε σε 95%, τα πράσινα σε 90% και τα γκριζα σε 85%.

Σχήμα 4.62: Συνεπαγωγικό διάγραμμα για τις απαντήσεις των μαθητών της Πρώτης Διδακτικής Εφαρμογής στο pretest.

Για παράδειγμα, στην 1^η συνεπαγωγική αλυσίδα παρατηρούνται σχέσεις συνεπαγωγής μεταξύ των απαντήσεων που συνδέονται με τους δείκτες RC21_v, RC31_v, RC1a_v, RC1b_v και RC3_v οι οποίοι αντιστοιχούν στη χρήση λεκτικών αναπαραστάσεων για συγκεκριμένου τύπου ερωτήσεις. Οι σχέσεις αυτές δείχνουν τη συνέπεια με την οποία οι μαθητές χρησιμοποιούν λεκτικές αναπαραστάσεις για να απαντήσουν με επιχειρήματα. Μεγάλη συνέπεια παρατηρείται και όσον αφορά στη χρήση συμβολικών αναπαραστάσεων (RC1b_s, RC21_s, RC31_s, RC1a_s, και RC3_s).

Οι μαθητές χρησιμοποιούν επίσης με σταθερότητα τη λεκτική αναπαράσταση στις απαντήσεις τους που αφορούν στις σχέσεις μεταξύ των κλασμάτων που είναι πολλαπλάσια ή υποπολλαπλάσια βασικών κλασματικών αριθμών, αφού σχηματίζονται ισχυρές σχέσεις συνεπαγωγής μεταξύ των R1_v, R2_v και R3_v. Το ίδιο ισχύει και για τις απαντήσεις των μαθητών που αντιστοιχούν στους δείκτες C3a_v, C2a_v και C3b_v οι οποίες εμφανίζουν μεταξύ τους σχέσεις συνεπαγωγής. Συνέπεια εντοπίζεται και ως προς

τη χρήση της εικονικής αναπαράστασης όταν οι μαθητές επιχειρηματολογούν για τις σχέσεις μεταξύ των κλασμάτων της κατηγορίας RC1 και RC1b.



Σχήμα 4.63: Συνεπαγωγικό διάγραμμα για τις απαντήσεις των μαθητών της Πρώτης Διδακτικής Εφαρμογής στο posttest.

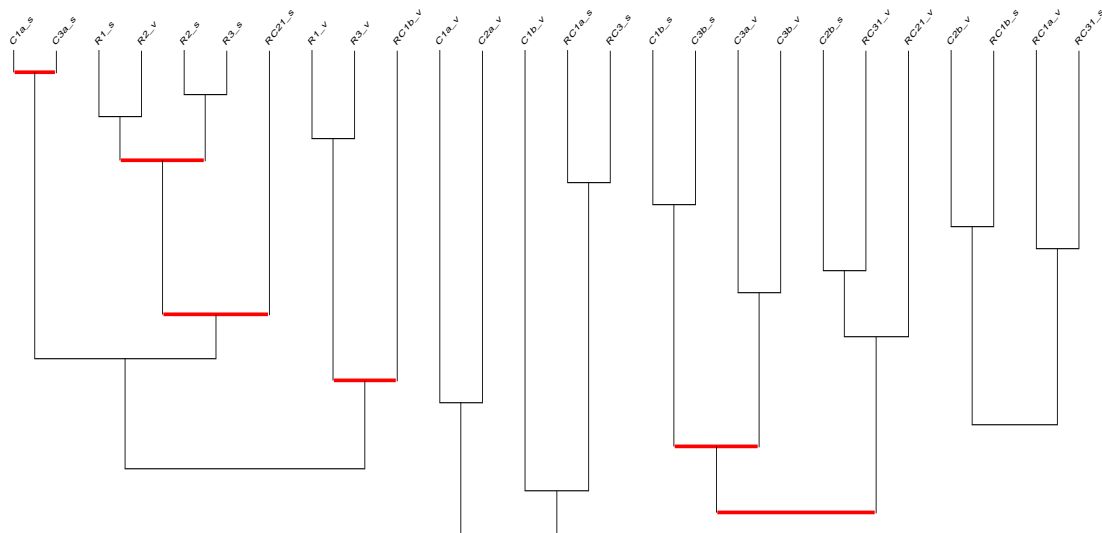
Στο διάγραμμα του Σχήματος 4.63 φαίνονται οι συνεπαγωγικές σχέσεις των απαντήσεων των μαθητών μετά την Πρώτη Διδακτική Παρέμβαση. Οι διάφορες συνεπαγωγικές αλυσίδες που σχηματίζονται στο διάγραμμα αυτό φανερώνουν μια διαφοροποίηση στις απαντήσεις των μαθητών σε σχέση με τα αποτελέσματα του pretest. Συγκεκριμένα, παρατηρούμε περιπτώσεις όπου γίνεται χρήση ίδιου τύπου αναπαράστασης σε απαντήσεις που αντιστοιχούν στην κατανόηση κλασματικών εννοιών ίδιας κατηγορίας (π.χ. μεταξύ RC1b_s2 – RC3_s2, RC1_p2 – RC31_p2, R3_p – R2_p, R2_s2 – R3_s2, RC31_v2 – RC21_v2, C2b_p2 – C1b_p2), γεγονός που προσδίδει έναν βαθμό συνέπειας στη χρήση ίδιων τύπων αναπαραστάσεων στις απαντήσεις αυτές. Εντούτοις, η συνέπεια αυτή δεν παρουσιάζεται στον ίδιο βαθμό, σε σχέση με τα αποτελέσματα του pretest, αφού οι συνεπαγωγικές σχέσεις μεταξύ των μεταβλητών αυτών εμφανίζονται ασθενέστερες.

Επιπλέον, εμφανίζονται και σχέσεις συνεπαγωγής μεταξύ απαντήσεων που αντιστοιχούν στην κατανόηση κλασματικών εννοιών ίδιας κατηγορίας, στα οποία ο τύπος αναπαράστασης που χρησιμοποιείται από τους μαθητές είναι διαφορετικός. Συγκεκριμένα οι σχέσεις αυτές παρουσιάζονται ανάμεσα στους δείκτες RC1b_p2 – RC1a_s2 και C2a_s2 – C3a_v2, όπου σε απαντήσεις που αντιστοιχούν στην κατανόηση κλασματικών εννοιών ίδιας κατηγορίας γίνεται χρήση εικονικής και συμβολικής ή συμβολικής και λεκτικής αναπαράστασης αντίστοιχα. Ακόμη, σχηματίζεται μια συνεπαγωγική αλυσίδα μεταξύ

απαντήσεων που αντιστοιχούν στην κατανόηση κλασματικών εννοιών διαφορετικών κατηγοριών (C2a_p, R1_v2, RC3_v2), όπου χρησιμοποιούνται διαφορετικές αναπαραστάσεις γεγονός που παρέχει ενδείξεις για αποστεγανοποίηση (decompartmentalization) της συμπεριφοράς των μαθητών ως προς τη χρήση των αναπαραστάσεων ίδιου τύπου σε ίδιου τύπου κατηγοριών κλασμάτων.

Επομένως, και μέσα από τα συνεπαγωγικά διαγράμματα φαίνονται διαφορές και αλλαγές στον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές αντιμετωπίζουν τη χρήση των αναπαραστάσεων στις ερωτήσεις που αντιστοιχούν στις κατανοήσεις βασικών κλασματικών εννοιών. Το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο και ο 3D CoSy_World φαίνεται να επιδρούν στο συντονισμό της χρήσης διαφόρων τύπων αναπαραστάσεων όταν οι μαθητές επιχειρηματολογούν για τις κατανοήσεις τους γι' αυτά και συνεπώς φαίνεται να επιδρούν στην αποστεγανοποίηση της χρήσης αυτής.

Σχετικά με τα αποτελέσματα του pretest για τους μαθητές της Δεύτερης Διδακτικής Παρέμβασης, παρατηρείται ότι το Διάγραμμα Ομοιότητας (Σχήμα 4.64) αποτελείται από τέσσερις ομάδες ομοιότητας (οι δείκτες περιγράφονται στο Παράρτημα 6).



Σχήμα 4.64: Διάγραμμα Ομοιότητας για τις απαντήσεις των μαθητών της Δεύτερης Διδακτικής Εφαρμογής στο pretest.

Πιο συγκεκριμένα, η πρώτη ομάδα αποτελείται από 3 υποομάδες: α) τις απαντήσεις στις οποίες επιχειρηματολογούν για τις κατανοήσεις τους για τα βασικά κλάσματα με τη χρήση συμβολικής αναπαράστασης (C1a_s, C3a_s) β) τις απαντήσεις στις οποίες

επιχειρηματολογούν για τις σχέσεις μεταξύ των πολλαπλασίων και υποπολλαπλασίων αλλά και διαφορετικών κατηγοριών βασικών κλασματικών εννοιών (R1_s, R2_s, R3_s) κυρίως με συμβολικές αναπαραστάσεις (εδώ υπάρχει και ο δείκτης R2_v) και γ) τις απαντήσεις στις οποίες επιχειρηματολογούν για τις σχέσεις μεταξύ των πολλαπλασίων και υποπολλαπλασίων, αλλά και διαφορετικών κατηγοριών βασικών κλασματικών εννοιών με τη χρήση λεκτικής αναπαράστασης (R1_v, R3_v, RC1b_v, C1a_v)

Η δεύτερη ομάδα περιλαμβάνει τις απαντήσεις στις οποίες επιχειρηματολογούν για τις κατανοήσεις τους για τα βασικά κλάσματα με τη χρήση λεκτικής αναπαράστασης (C1a_v, C2a_v, C1b_v), αλλά και συμβολικής (RC1a_s, RC3_s).

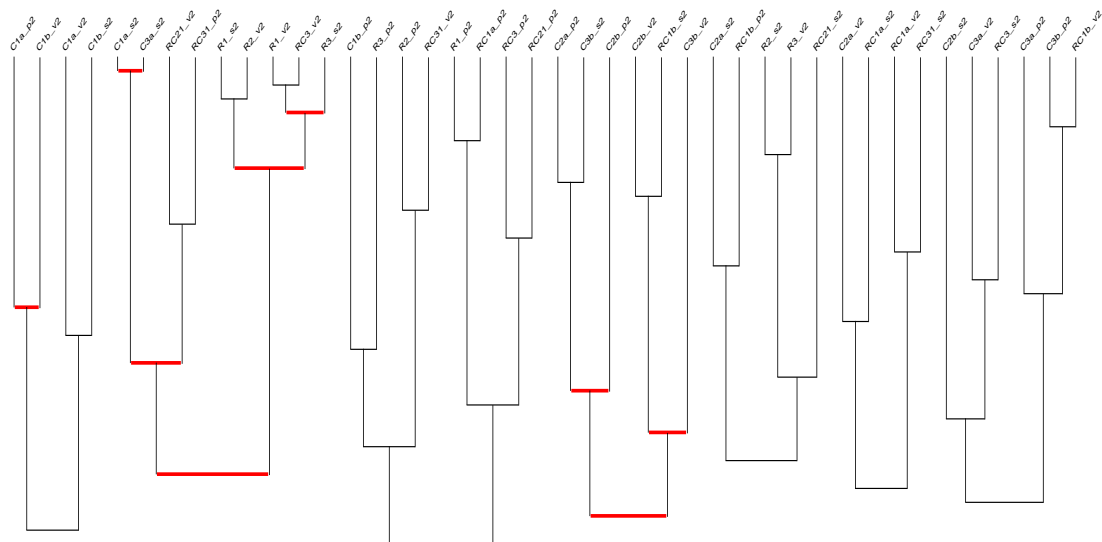
Η τρίτη ομάδα απαντήσεων αποτελείται από 2 υποομάδες: α) απαντήσεις που εμπεριέχουν χρήση λεκτικής (C2a_v, C3b_v) ή συμβολικής αναπαράστασης (C1b_s, C3b_s) και β) απαντήσεις που εμπεριέχουν χρήση λεκτικής (RC31_v, RC21_v) ή συμβολικής αναπαράστασης (C2b_s).

Τέλος, η τέταρτη ομάδα περιλαμβάνει τις απαντήσεις στις οποίες επιχειρηματολογούν με τη χρήση λεκτικής (C1b_s, C2a_v, C1b_v), αλλά και συμβολικής αναπαράστασης (RC1β_s, RC31_s).

Μέσα από το Σχήμα 4.65 παρατηρείται μια συνοχή σχετικά με τον τύπο αναπαράστασης που χρησιμοποιούν οι μαθητές. Παρατηρείται, δηλαδή, και πάλι το φαινόμενο της στεγανοποίησης στον τύπο αναπαράστασης τις οποίες οι μαθητές χρησιμοποιούν στις ίδιες κατηγορίες κλασματικών εννοιών.

Ωστόσο, στο διάγραμμα (Σχήμα 4.65) εμφανίζονται οι σχέσεις ομοιότητας στις απαντήσεις των μαθητών οι οποίες δόθηκαν μετά την Δεύτερη Διδακτική Παρέμβαση. Τα αποτελέσματα του posttest, και στην περίπτωση αυτή, εμφανίζονται διαφοροποιημένα σε σχέση με τα αποτελέσματα του pretest.

Στην περίπτωση αυτή, δημιουργούνται επτά ομάδες ομοιότητας στις οποίες εμφανίζεται έντονα το φαινόμενο της αποστεγανοποίησης της χρήσης συγκεκριμένου τύπου αναπαράστασης σε ίδιες κατηγορίες κατανοήσεων κλασματικών εννοιών.



Σχήμα 4.65: Διάγραμμα Ομοιότητας για τις απαντήσεις των μαθητών της Δεύτερης Διδακτικής Εφαρμογής στο post-test.

Για παράδειγμα, στην πρώτη ομάδα ομοιότητας παρατηρείται συντονισμός της χρήσης των τριών τύπων αναπαραστάσεων στις ίδιες κατηγορίες κλασματικών εννοιών (C1a_p, C1b_v, C1a_v, C1b_s).

Ισχυρές σχέσεις παρατηρούνται επίσης μεταξύ της χρήσης των τριών τύπων αναπαραστάσεων στις απαντήσεις (δεύτερη ομάδα ομοιότητας) που αντιστοιχούν σε κατανοήσεις πολλαπλασίων και υποπολλαπλασίων βασικών κλασματικών εννοιών (C1a_s, C3a_s) και στις μεταξύ τους σχέσεις (RC21_v, RC31_p, R1_s, R2_v, R1_v, RC3_v, R3_s).

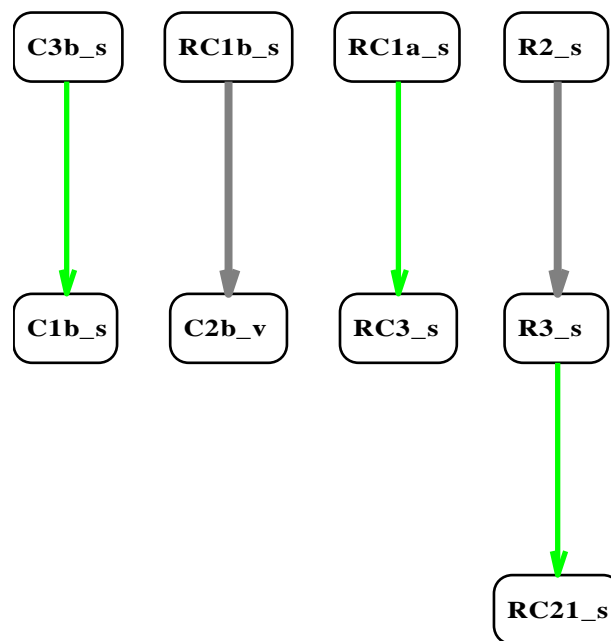
Σχέσεις ομοιότητας παρατηρούμε και στην Τρίτη ομάδα για τους δείκτες C1b_p, R3_p, R2_p, RC31_v, R1_p, RC1a_p, RC3_p, RC21_p).

Ανάλογα αποτελέσματα παρατηρούνται και στις υπόλοιπες ομάδες. Η αποστεγανοποίηση στη χρήση ποικίλων αναπαραστάσεων (εικονικών, συμβολικών και λεκτικών) από τους μαθητές είναι εμφανής σε όλες τις ομάδες. Στις περισσότερες μάλιστα εμφανίζονται ισχυρές σχέσεις στη χρήση τους. Σε σχέση με τα αποτελέσματα του pretest, παρατηρείται επίσης η έντονη αξιοποίηση της εικονικής αναπαράστασης. Η χρήση αυτού του είδους αναπαράστασης κατά την Πρώτη Διδακτική Παρέμβαση ήταν μηδαμινή (γι αυτό και δεν εμφανίζεται στο αντίστοιχο διάγραμμα).

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι και στη Δεύτερη Διδακτική Παρέμβαση ο 3D CoSy_World και το προτεινόμενο μακρο-σενάριο βοηθούν στην αποστεγανοποίηση της χρήσης ίδιων τύπων αναπαραστάσεων για τις κατανοήσεις των μαθητών που αφορούν στις βασικές κλασματικές έννοιες.

Σε αντίστοιχα συμπεράσματα οδήγησε και η συνεπαγωγική ανάλυση. Το φαινόμενο της στεγανοποίησης στη χρήση διαφορετικών τύπων αναπαράστασης πριν τη Διδακτική Παρέμβαση είναι εμφανές (Σχήμα 4.66). Οι συνεπαγωγικές αλυσίδες που σχηματίζονται, φανερώνουν μια συνέπεια των μαθητών ως προς τη χρήση ίδιου τύπου αναπαράστασης, όταν πρόκειται να περιγράψουν τις κατανοήσεις τους για βασικές κλασματικές έννοιες.

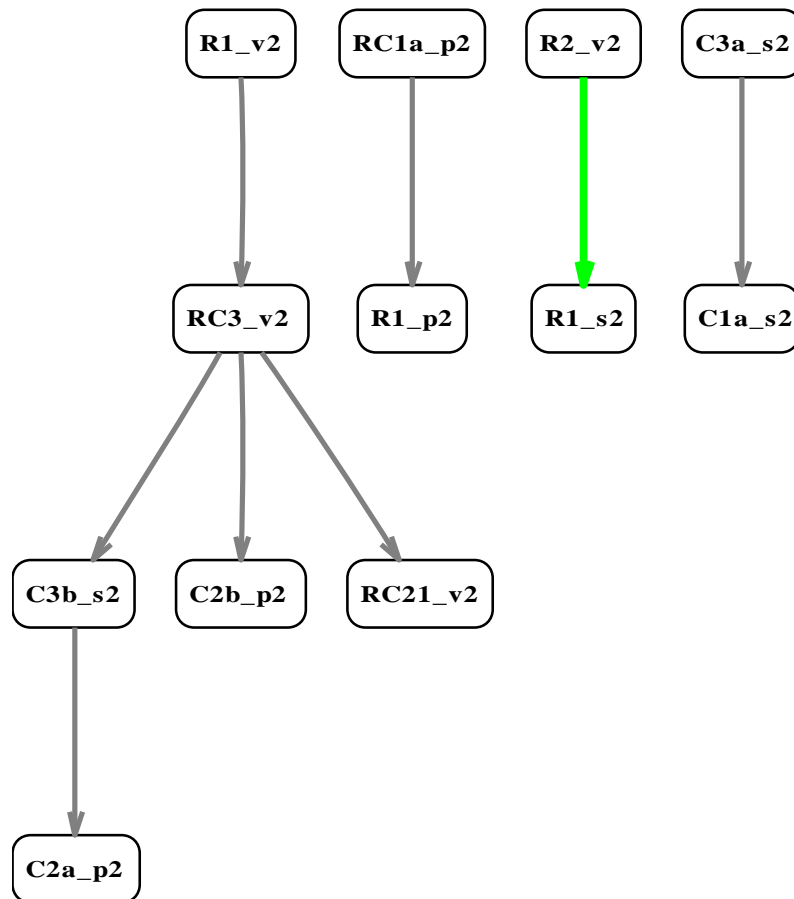
Σχετικά με τα αποτελέσματα από τη συνεπαγωγική ανάλυση παρατηρήθηκαν τα παρακάτω.



Σχήμα 4.66: Συνεπαγωγικό διάγραμμα για τις απαντήσεις των μαθητών της Δεύτερης Διδακτικής Εφαρμογής στο pretest.

Συγκεκριμένα, δημιουργούνται 4 συνεπαγωγικές αλυσίδες που αφορούν στις απαντήσεις σχετικά με τις κατανοήσεις των μαθητών για βασικά κλάσματα, όπου γίνεται χρήση κυρίως συμβολικής αναπαράστασης, και που σε ορισμένες περιπτώσεις συνδέεται με τη χρήση λεκτικής αναπαράστασης.

Αντίθετα, μετά την εμπειρία των μαθητών στον 3D CoSy_World παρατηρείται διαφοροποίηση σε μεγάλο βαθμό (Σχήμα 4.67).



Σχήμα 4.67: Συνεπαγωγικό διάγραμμα για τις απαντήσεις των μαθητών της Δεύτερης Διδακτικής Εφαρμογής στο posttest.

Στην περίπτωση αυτή, δημιουργούνται 4 συνεπαγωγικές αλυσίδες. Στην πρώτη αλυσίδα, παρατηρούνται οι σχέσεις μεταξύ των απαντήσεων των μαθητών και της χρήσης των διάφορων τύπων αναπαραστάσεων όπου γίνεται χρήση και των τριών τύπων αναπαράστασης.

Στη δεύτερη αλυσίδα, παρατηρείται η χρήση της εικονικής αναπαράστασης στις απαντήσεις που αντιστοιχούν σε δύο διαφορετικές κατηγορίες ερωτήσεων. Επίσης, στην τρίτη αλυσίδα παρατηρείται η χρήση της λεκτικής και συμβολικής αναπαράστασης σε ερωτήσεις της ίδιας κατηγορίας. Τέλος στην τέταρτη αλυσίδα, παρατηρείται η χρήση συμβολικής αναπαράστασης σε απαντήσεις που αντιστοιχούν σε ερωτήσεις ίδιας

κατηγορίας. Εδώ, υπάρχει μια ένδειξη για συνέπεια, αλλά οι σχέσεις δεν είναι πολύ ισχυρές.

Συνεπώς, μέσα από την παραπάνω συνεπαγωγική ανάλυση έχουμε ενδείξεις για διαφοροποίηση της χρήσης ποικίλων αναπαραστάσεων, αφού για τις διαφορετικές κατηγορίες ερωτήσεων χρησιμοποιούνται πλέον και τα τρία είδη αναπαραστάσεων. Δηλαδή, αποστεγανοποιείται η χρήση ενός τύπου αναπαράστασης σε ίδιου τύπου ασκήσεις.

Η μελέτη των αποτελεσμάτων των δύο Πειραματικών Διδακτικών Παρεμβάσεων οδήγησαν σε συμπεράσματα που περιγράφονται συνοπτικά στην παρακάτω ενότητα.

4.6 Συμπεράσματα

Στην έρευνα αυτή επιχειρήσαμε να ερευνήσουμε κατά πόσον η εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία της μάθησης προωθείται και ενισχύεται μέσα από τις τρεις διαστάσεις της (συμπεριφορική, συναισθηματική, γνωστική) μέσω της αξιοποίησης της CSCL. Για το σκοπό αυτό, δημιουργήσαμε ένα online 3D εικονικό περιβάλλον μάθησης το οποίο ονομάσαμε CoSy_World και ένα μακρο-σενάριο που ενορχηστρώνει τους ρόλους των μαθητών-χρηστών και τις δραστηριότητες σε αυτό το περιβάλλον και προωθεί την ανάπτυξη ποικιλίας αλληλεπιδράσεων.

Σύμφωνα με τους ερευνητές, οι αλληλεπιδράσεις αυτές μπορεί να είναι το κλειδί για μια αποτελεσματική συνεργατική μάθηση (Jermann et al., 2001; Dillenburger & Fischer, 2007). Για την εξασφάλιση κατάλληλων παιδαγωγικών συνθηκών, προκειμένου να ενισχυθεί η ποικιλία αλληλεπιδράσεων στον 3D CoSy_World και να επιτευχθεί αποτελεσματική συνεργατική μάθηση στη διδασκαλία των μαθηματικών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση, προτάθηκε η θεωρία της γνωστικής μαθητείας δίνοντας έμφαση στις διδακτικές μεθόδους της: α) μοντελοποίηση διαδικασιών β) καθοδήγηση και σταδιακή υποστήριξη γ) διατύπωση και δ) αναστοχασμός. Επίσης, η θεωρία της γνωστικής μαθητείας υποστηρίζει την ανάπτυξη ενός αυθεντικού πλαισίου και την ενσωμάτωση αντίστοιχων αυθεντικών δραστηριοτήτων.

Ως εκ τούτου, λάβαμε υπόψη την κοινωνική διάσταση της μάθησης και το ότι η μάθηση είναι το αποτέλεσμα τόσο εσωτερικής διαδικασίας όσο και συνεχούς συμμετοχής του ατόμου στην ομάδα (Sfard, 1998). Τέλος, ενσωματώθηκαν μαθηματικές δραστηριότητες με σκοπό την προώθηση της κατανόησης των μαθητών για τα βασικά κλάσματα, οι οποίες δομήθηκαν με τέτοιο τρόπο ώστε να ακολουθούν συγκεκριμένα στάδια της μάθησης (Janvier 1987; Lesh et al., 1987; Seeger, 1998). Ο CoSy_World μαζί με το macro-script χρησιμοποιήθηκαν στο πλαίσιο δύο Πειραματικών Διδακτικών Εφαρμογών.

Οι αναλύσεις και η ερμηνεία των αποτελεσμάτων των δύο Πειραματικών Διδακτικών Εφαρμογών περιγράφηκαν στις παραπάνω ενότητες. Συνοψίζοντας, ωστόσο, επισημαίνουμε ότι τα αποτελέσματα έδειξαν πως η συμπεριφορική εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης υποστηρίζεται σε μεγάλο βαθμό και στις δύο περιπτώσεις. Τόσο η ποιοτική όσο και η ποσοτική ανάλυση επιβεβαιώνουν την αποτελεσματικότητα του 3D_CoSy_World αλλά και του μακρο-σεναρίου στην ανάπτυξη αλληλεπιδράσεων στον κόσμο και ιδιαίτερα κατά τη δεύτερη και τρίτη φάση του σεναρίου. Αυτό σημαίνει ότι στις φάσεις αυτές τα avatars έχουν περισσότερες ευκαιρίες για εμπλοκή στη διαδικασία της μάθησης ρωτώντας, απαντώντας και εκφράζοντας τις απόψεις τους. Επίσης, έχουν αρκετές ευκαιρίες για αλληλεπίδραση με δραστηριότητες που δεν αντιστοιχούν στο περιεχόμενο του αναλυτικού προγράμματος.

Επίσης, η συναισθηματική εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης εμφανίζεται ιδιαίτερα έντονη. Οι μαθητές φαίνεται να εμπλέκονται ενεργά και να βρίσκουν αρκετό ενδιαφέρον σε αυτό που κάνουν αφού το βιώνουν μέσα από ένα πλαίσιο αυθεντικό και ταυτόχρονα συνεργατικό.

Σχετικά με τη γνωστική εμπλοκή, τα αποτελέσματα παρουσιάζουν αντίστοιχο ενδιαφέρον. Οι μαθητές συνεργάζονται και εκτελούν με αποτελεσματικό τρόπο δραστηριότητες που συνδέονται με τα μαθηματικά. Ο 3D CoSy_World πρόσφερε στους μαθητές τη δυνατότητα να εξοικειωθούν με ποικίλα είδη αναπαραστάσεων τα οποία φαίνεται να βοήθησαν τους μαθητές στο να κατανοήσουν βασικές κλασματικές έννοιες. Η διαπίστωση αυτή ενισχύει την άποψη που υποστηρίζει ότι τα 3D εικονικά περιβάλλοντα μπορούν να αξιοποιηθούν αποτελεσματικά στη διδασκαλία ποικίλων γνωστικών αντικειμένων (Barab et al., 2007a,b; , Chen, et al., 2007; Dieterle & Clarke, 2007; Garzotto & Forfori, 2006).

Επομένως, ο 3D CoSy_World είναι ένα περιβάλλον μέσα στο οποίο υποστηρίζεται η εμπλοκή των μαθητών σε διαδικασίες συνεργατικής μάθησης στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση.

Ωστόσο, υπάρχει μια σειρά από παράγοντες οι οποίοι πιθανόν να έχουν επηρεάσει τα αποτελέσματά μας και θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τη χρήση του 3D εικονικού περιβάλλοντος ως εργαλείου διδασκαλίας:

- Το αυξημένο ενδιαφέρον των μαθητών μπορεί να οφείλεται περισσότερο στην καινοτομία του μέσου διδασκαλίας (3D CoSy_World) παρά στις εγγενείς ιδιότητες του μακροσεναρίου. Ως εκ τούτου, θα ήταν σκόπιμο να επαναληφθεί η έρευνα σε μαθητές που είναι πιο εξοικειωμένοι με τη μάθηση μέσα σε τέτοια περιβάλλοντα.
- Δεν είναι σαφές εάν η ομαλή συνεργασία μεταξύ των avatars μπορεί να αποδοθεί στο παιχνίδι ρόλων που αποθαρρύνει την εγωιστική συμπεριφορά ή αποκλειστικά και μόνο στην καλά δομημένη φύση της παρέμβασης. Περαιτέρω έρευνα θα μπορούσε να συμβάλει στην αποσαφήνιση αυτού του σημείου.
- Επίσης, η τάση των avatars να προσπαθούν να λύσουν τα προβλήματα αρχικά μεμονωμένα και όχι μέσω της συνεργασίας μπορεί να είναι λόγω της δύναμης της συνήθειας ή της σύνθετης φύσης της επικοινωνίας στον εικονικό κόσμο. Ως εκ τούτου, προτείνεται να διερευνηθούν τρόποι διευκόλυνσης της αλληλεπίδρασης στο επίπεδο της πραγματικής επίλυσης προβλημάτων με την τροποποίηση των δραστηριοτήτων και την εισαγωγή νέων στοιχείων.
- Όσον αφορά την εξαιρετική βελτίωση των μαθητών είναι ασαφές το κατά πόσον αυτή μπορεί να αποδοθεί στην ανάπτυξη γνωστικών ή συναισθηματικών παραγόντων στον κόσμο CoSy_World ή αν ο κύριος υπεύθυνος ήταν η καινοτομική φύση της εμπειρίας που βίωσαν στον CoSy_World και η συνακόλουθη αφοσίωση των παιδιών μέσα από αυτήν στο στόχο τους. Ως εκ τούτου, πιστεύουμε ότι χρειάζεται περαιτέρω έρευνα προτού μπορέσουμε να καταλήξουμε σε ασφαλή συμπεράσματα σχετικά με την αξιοποίηση των 3D εικονικών περιβαλλόντων στη διδασκαλία διαφόρων γνωστικών αντικειμένων. Ως προς αυτό, συμφωνούμε με μια σειρά από ερευνητές οι οποίοι έχουν έρθει σε παρόμοια συμπεράσματα (Faggiano et al, 2005; Stahl, 2006).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

5.1 Πορεία της έρευνας

Η παρούσα έρευνα είχε στόχο τη διερεύνηση της αποτελεσματικής συνεργατικής μάθησης μέσα σε ένα online 3D εικονικό περιβάλλον μάθησης. Αρχικά έγινε αναλυτική μελέτη της βιβλιογραφίας εστιάζοντας στην αξιοποίηση των 3D περιβαλλόντων μάθησης στις διάφορες βαθμίδες εκπαίδευσης και ιδιαίτερα στην Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. Συγκεκριμένα, εντοπίστηκαν τα κύρια ερευνητικά προβλήματα αλλά και ζητήματα σχεδιασμού και αξιολόγησης των μαθησιακών αποτελεσμάτων που απασχολούν την ερευνητική κοινότητα στο πεδίο αυτό. Διαμορφώθηκε το βασικό ερευνητικό ερώτημα της παρούσας έρευνας και ακολούθησε η σχεδίαση και κατασκευή του 3D CoSy_World αξιοποιώντας την πλατφόρμα του Active Worlds (<http://www.activeworlds.com/>) για τη διδασκαλία των Μαθηματικών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Κατά το σχεδιασμό του κόσμου, λήφθηκαν υπόψη το περιεχόμενο της επιδιωκόμενης μάθησης, το παιδαγωγικό πλαίσιο, ο σκοπός και οι ειδικότεροι στόχοι.

Στη συνέχεια, σχεδιάστηκε εκπαιδευτικό σενάριο (macro-script) λαμβάνοντας υπόψη την κοινωνική διάσταση της μάθησης αλλά και τη δημιουργία κατάλληλων συνθηκών για αποτελεσματική συνεργατική μάθηση. Ως αποτέλεσμα, αξιοποιήθηκαν οι παιδαγωγικές αρχές της Γνωστικής Μαθητείας (Cognitive Apprenticeship) αλλά και οι στρατηγικές μάθησης Jigsaw και Προσομοίωση.

Ακολούθησε ο σχεδιασμός στη βάση μικτής ερευνητικής μεθόδου και η εφαρμογή δύο Πειραματικών Διδακτικών παρεμβάσεων σε μαθητές της Ε΄ και Στ΄ Τάξης αντίστοιχα Δημοτικού Σχολείου. Οι Διδακτικές Παρεμβάσεις έγιναν στο πλαίσιο του μαθήματος των Μαθηματικών και συγκεκριμένα αφορούσαν κυρίως στις ενότητες που συνδέονταν με τη διδασκαλία των κλασματικών αριθμών.

Η αξιολόγηση των Διδακτικών Παρεμβάσεων και η εξαγωγή συμπερασμάτων έγιναν στη βάση ποιοτικών και ποσοτικών αναλύσεων και ερμηνειών. Προσδιορίστηκαν κριτήρια και

αποτιμήθηκαν δείκτες που αφορούσαν στην αποτελεσματικότητα της συνεργατικής μάθησης και συνδέονταν με την εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία αυτή.

Συγκεκριμένα, κατά την Πρώτη Διδακτική Παρέμβαση πήραν μέρος 24 μαθητές της Πέμπτης Δημοτικού. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν από τα chat logs, την παρατήρηση, τις βιντεοσκοπημένες online συναντήσεις των μαθητών και τα αποτελέσματα των τεστ που δόθηκαν στην αρχή και στο τέλος της Διδακτικής Παρέμβασης. Με βάση τα δεδομένα προσδιορίστηκαν τα ποιοτικά κριτήρια και οι ποσοτικοί δείκτες που αφορούσαν στην αποτίμηση των τριών διαστάσεων της εμπλοκής των μαθητών στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης.

Στη Δεύτερη Διδακτική Παρέμβαση πήραν μέρος 19 μαθητές της Έκτης Δημοτικού. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν από τα chat logs, την παρατήρηση από τις βιντεοσκοπημένες online συναντήσεις των μαθητών και τα αποτελέσματα των τεστ που δόθηκαν στην αρχή και στο τέλος της Διδακτικής Παρέμβασης. Η ερμηνεία και ανάλυση των δεδομένων έγινε με βάση τα κριτήρια και τους δείκτες που προσδιορίστηκαν και χρησιμοποιήθηκαν στην Πρώτη Διδακτική Παρέμβαση. Δόθηκε ωστόσο μεγαλύτερη έμφαση στην αξιολόγηση της γνωστικής εμπλοκής (cognitive engagement) των μαθητών στη διαδικασία της μάθησης που στην περίπτωση της παρούσας έρευνας συνδεόταν με τη διδασκαλία βασικών κλασματικών εννοιών.

Ακολούθησε σύγκριση των αποτελεσμάτων των δύο Πειραματικών Διδακτικών Εφαρμογών η οποία οδήγησε σε μια σειρά σημαντικών συμπερασμάτων αλλά και προτάσεων για μελλοντική έρευνα.

5.2 Συνεισφορά και Καινοτομικά στοιχεία της έρευνας

Η παρούσα έρευνα απαντά στο βασικό ερώτημα της αξιοποίησης των 3D εικονικών περιβαλλόντων, ώστε να επιτευχθεί αποτελεσματική συνεργατική μάθηση για τη διδασκαλία των Μαθηματικών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Εστιάζει κυρίως σε ζητήματα δημιουργίας κατάλληλων παιδαγωγικών συνθηκών για αποτελεσματική εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία της μάθησης.

Συγκεκριμένα, η συνεισφορά και η καινοτομία της διατριβής έγκειται κυρίως στα εξής: Εστιάζει στην ανάγκη για καλό διδακτικό σχεδιασμό στα 3D περιβάλλοντα αξιοποιώντας καλά δομημένες δραστηριότητες (Barab et al., 2007a,b; Chen et al., 2007; Chittaro et al., 2007; Di Blas et al., 2006b). Στη βάση αυτή, καινοτομεί προτείνοντας τη δημιουργία συγκεκριμένων παιδαγωγικών συνθηκών σε ένα 3D εικονικό περιβάλλον μάθησης, αξιοποιώντας τις βασικές αρχές και διδακτικές μεθόδους της Γνωστικής Μαθητείας (Cognitive Apprenticeship).

Επίσης, λαμβάνοντας υπόψη την ανάγκη για περαιτέρω μελέτη και έρευνα των 3D περιβαλλόντων μάθησης στη διδασκαλία διαφόρων γνωστικών αντικειμένων (Caprotti & Serrälä, 2007; Chang, 2006; Kieran, 2007) επιχειρεί τη δημιουργία του online 3D CoSy_World και την αξιοποίησή του στη διδασκαλία των Μαθηματικών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση.

Συμβάλλει, επίσης, στην περαιτέρω μελέτη και έρευνα σχετικά με το πώς μπορεί ένα 3D περιβάλλον μάθησης να αξιοποιηθεί αποτελεσματικά σε επίπεδο συνεργατικής μάθησης (Chen et al., 2007; Di Blas et al., 2006b). Για το λόγο αυτό, παρέχει μια καινοτόμα ερευνητική προσέγγιση η οποία συνδυάζει την εφαρμογή ενός μακρο-σεναρίου με ένα 3D εικονικό κόσμο το οποίο ενσωματώνεται με τα χαρακτηριστικά ενός μικρο-σεναρίου. Επίσης, συνδυάζει τα χαρακτηριστικά των 3D εικονικών περιβαλλόντων μάθησης με τα πλεονεκτήματα της συνεργατικής μάθησης αλλά και με βασικά χαρακτηριστικά της Μαθηματικής Εκπαίδευσης.

Γενικά, οι εμπειρικές έρευνες που μελετούν την αξιοποίηση των online και 3D περιβαλλόντων μάθησης στην εκπαιδευτική πρακτική είναι πολύ λίγες σε σύγκριση με τις έρευνες που συνδέονται με την αξιοποίηση των 2D περιβαλλόντων μάθησης (Dalgarno & Lee, 2010). Στη βάση αυτή, η παρούσα έρευνα συστήνει καλές πρακτικές που αφορούν στον εκπαιδευτικό σχεδιασμό των 3D περιβαλλόντων μάθησης και συγκεκριμένα στο πλαίσιο της συνεργατικής μάθησης (σχεδιασμός περιβάλλοντος, διδακτικός σχεδιασμός).

Επίσης, οι περισσότερες από τις έρευνες που μελετούν την αξιοποίηση των online και 3D περιβαλλόντων μάθησης, συζητούν τα αποτελέσματά τους σε γενική μορφή, με αποτέλεσμα το πώς τελικά αυτές οι τεχνολογίες μπορούν να υποστηρίξουν τη μάθηση να παραμένει μια διφορούμενη απάντηση (Jacobson, 2006; Dalgarno & Lee, 2010). Στη βάση

αυτή, η παρούσα έρευνα παρέχει εμπειρικά δεδομένα που συνδέονται με την εμπλοκή των μαθητών στη συνεργατική μάθηση στο Μάθημα των Μαθηματικών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Η εμπλοκή των μαθητών μελετάται μέσα από τις τρεις διαστάσεις της (συναισθηματική, συμπεριφορική, γνωστική) και αποτιμάται με συγκεκριμένους δείκτες που έχουν αντληθεί από συγκεκριμένα κριτήρια ακολουθώντας μικτή ερευνητική μέθοδο αξιολόγησης.

5.3 Μελλοντικές προτάσεις για έρευνα

Στην παρούσα έρευνα δημιουργήθηκε ο 3D CoSy_World και προτάθηκαν συγκεκριμένες παιδαγωγικές συνθήκες σε αυτόν, ώστε να επιτευχθεί η αποτελεσματική εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης. Τα αποτελέσματα ήταν αρκετά ενθαρρυντικά. Ωστόσο, οι προτάσεις μας για μελλοντική έρευνα που συνδέεται με την αξιοποίηση των 3D εικονικών περιβαλλόντων μάθησης στην εκπαιδευτική διαδικασία συνοψίζονται στα παρακάτω:

- Χρειάζεται να καθοριστεί ποιες γνωστικές πτυχές της μάθησης ενισχύονται ιδιαίτερα από την αξιοποίηση των 3D εικονικών περιβαλλόντων. Για το σκοπό αυτό, πιστεύουμε ότι είναι απαραίτητο να διεξαχθούν παράλληλες έρευνες με μαθητές από διαφορετικά εκπαιδευτικά συστήματα που χρησιμοποιούν διαφορετικές μεθοδολογίες διδασκαλίας και διαφορετικές παιδαγωγικές στρατηγικές, και αξιολογούν τα αποτελέσματα λαμβάνοντας υπόψη τη διακύμανση των επιτευγμάτων τόσο εντός όσο και μεταξύ των ομάδων.
- Στη Διδακτική μας Παρέμβαση τα avatars βρίσκονταν και δρούσαν στον 3D κόσμο, αλλά οι δραστηριότητες που καλούνταν να εκτελέσουν ήταν στο 2D περιβάλλον μιας ιστοσελίδας (τμήμα του λογισμικού Active Worlds). Αξίζει να διερευνηθεί κατά πόσο η συμπερίληψη των δραστηριοτήτων στο 3D περιβάλλον θα έχει θετικό αντίκτυπο, καθώς κάτι τέτοιο θα ενίσχυε τη βιωματική διάσταση της μάθησης.
- Συμφωνούμε, επίσης, με τους ερευνητές που κάνουν επιτακτική την ανάγκη για περισσότερη έρευνα σχετικά με την αξιοποίηση των online περιβαλλόντων στην εκπαίδευση και ιδιαίτερα στη CSCL στα μαθηματικά της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης (Faggiano et al. 2005; Stahl 2006).

- Καθώς για τη διδασκαλία των κλασματικών εννοιών βασιζόμαστε σε μεγάλο βαθμό στην αξιοποίηση αναπαραστάσεων (εικονικών, λεκτικών και συμβολικών) οι οποίες μπορούν να ενισχυθούν από ένα 3D περιβάλλον, θα ήταν ενδιαφέρον να εξετάσουμε την αποτελεσματικότητα των εν λόγω περιβαλλόντων στη διδασκαλία και άλλων γνωστικών αντικειμένων, όπως στη Γλώσσα, στην Ιστορία και στη Φιλοσοφία.
- Επιπλέον, ο ρόλος του δασκάλου θα μπορούσε να είναι αντικείμενο έρευνας, έτσι ώστε να μπορεί να προσδιοριστεί ο βαθμός στον οποίο αυτή η μεταβλητή έχει αντίκτυπο στο επίπεδο της εμπλοκής των μαθητών στη διαδικασία της μάθησης. Επίσης, εστιάζοντας στην αξιοποίηση των 3D περιβαλλόντων μάθησης στην καθημερινή διδακτική πρακτική προτείνεται περαιτέρω μελέτη με εστίαση στην υποστήριξη της επαγγελματικής ανάπτυξης των εκπαιδευτικών μέσα από τα περιβάλλοντα αυτά (Paraskeva, F., Mysirlaki, S., Talanti, I., Mrouta, H., 2009).

Συνολικά, φαίνεται ότι τα online 3D εικονικά περιβάλλοντα προσφέρουν μια συναρπαστική ευκαιρία για την εδραίωση εναλλακτικών παιδαγωγικών μεθόδων και την επέκτασή τους με νέους τρόπους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΕΣ

- Anderson, J.R. (1980). *Cognitive psychology and its implications*. New York, Freeman.
- Antonacci, D., & Modaress, N. (2005). Second Life: The educational Possibilities of Massively Multiplayer virtual Worlds (MMVW), *EDUCAUSE Western Regional Conference*, April 26, 2005 San Francisco, CA.
- Aronson, E., & Bridgeman, D.L. (1979). Jigsaw groups and the desegregated classroom: in pursuit of common goals. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 5(4), 438–466.
- Aronson, E., & Patnoe, S. (1997). *The jigsaw classroom: Building cooperation in the classroom* (2nd ed.). New York: Longman.
- Aronson, E., & Thibodeau, R. (1992). The Jigsaw classroom: a cooperative strategy for an educational psychology course. In J. Lynch, C. Modgil & S. Modgil (Eds.), *Cultural diversity and the schools*, (pp. 231-256). Washington, USA: Palmer.
- Arvaja, M., Haekkinen, P., Rasku Puttonen, H., & Etelaepelto, A. (2002). Social processes and knowledge building during small group interaction in a school science project. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 46(2), 161-179.
- Avouris, N., Dimitracopoulou, A., & Komis, V. (2003). On evaluation of collaborative problem solving: Methodological issues of interaction analysis. *Computers in Human Behavior*, 19(2).
- Ayala, G. (2007). Scripting collaborative learning in agent-based systems. In *Scripting Computer-Supported Collaborative Learning* (pp. 101-115). Springer US.
- Ayala, G., & Yano, Y. (1998). A collaborative learning environment based on intelligent agents. *Expert systems with applications*, 14(1), 129-137.

Barab, S. A., Dodge, T., & Ingram-Goble, A. (2006). Reflexive Play Spaces Reflexive Play Spaces: A 21st Century Pedagogy. *Educational Research*. Retrieved from http://inkido.indiana.edu/research/onlinemanu/papers/rps_barab22-small.pdf

Barab, S. A., Dodge, T., Thomas, M, Jackson, C., & Tuzun, H. (2007a). Our Designs and the Social Agendas They Carry. *The Journal of the Learning Sciences*, 16 (2), 263-305.

Barab, S. A., Gresalfi, M., Dodge, T., & Ingram-Goble, A. (2010). Narratizing disciplines and disciplinizing narratives: Games as 21st century curriculum. *International Journal of Gaming and Computer-Mediated Simulations (IJGCMS)*, 2(1), 17-30.

Barab, S. A., Scott, B., Siyahhan, S., Goldstone, R., Ingram-Goble, A., Zuiker, S. J., & Warren, S. (2009). Transformational Play as a Curricular Scaffold: Using Videogames to Support Science Education. *Journal of Science Education and Technology*, 18(4), 305-320.

Barab, S., Dodge, T., Tuzun, H., Job-Sluder, K., Jackson, C., Arici, A., Job-Sluder, L., Carteaux, R., Jr., Gilbertson, J., & Heiselt, C. (2007b). The Quest Atlantis Project: A socially-responsive play space for learning. In B. E. Shelton & D. Wiley (Eds.), *The Educational Design and Use of Simulation Computer Games* (pp. 159-186). Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers.

Barab, S., Pettyjohn, P., Gresalfi, M., Volk, C., & Solomou, M. (2012). Game-Based Curriculum and Transformational Play: Designing to Meaningfully Positioning Person, Content. *Computers & Education*, 58(1), 518-533.

Barab, S., Thomas, M., Dodge, T., Carteaux, R., & Tuzun, H. (2005). Making learning fun: Quest Atlantis, a game without guns. *Educational Technology Research and Development*, 53(1), 86-107.

Barros, B., & Verdejo, M. F. (2000). Analyzing student interaction processes in order to improve collaboration. The DEGREE approach. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 11(3), 221-241.

Bedford, C., Birkedal, R., Erhard, J., Graff, J., Hempel, C., Minde, B., Pitz, O., Pouliot, K., Retamales-Toro, D. & York, J. (2006). Second Life as an educational environment: A student

perspective. In *Second Life Education Workshop at the Second Life Community Convention San Francisco August 20th, 2006* (p. 25).

Behr, M. J., Lesh, R. A., Post, T. R., & Silver, E. A. (1983). Rational number concepts. In R.A. Lesh & M. Landau (Eds.), *Acquisition of mathematics concepts and processes* (pp. 91-126). Orlando: Academic Press, Inc.

Bertelsen, O. W. & Bodker, S. (2003). Activity theory. In J.M. Carroll, (Ed.), *HCI models theories, and frameworks: toward a multidisciplinary science* (pp. 291-324). San Francisco: Morgan Kaufmann.

Bodin, A., Coutourier, R., & Gras, R. (2000). *CHIC: Classification Hiérarchique Implicative et Cohésive-Version sous Windows – CHIC 1.2*. Rennes: Association pour la Recherche en Didactique des Mathématiques.

Bødker, S. (1991). Through the interface: A human activity approach to user interface design. *questiacom* (Vol. 4, p. 186). L. Erlbaum.

Boulos, M. N. K., Hetherington, L., & Wheeler, S. (2007). Second Life: an overview of the potential of 3-D virtual worlds in medical and health education. *Health Information & Libraries Journal*, 24(4), 233-245.

Bouta, H., Paraskeva, P. (2012). Cognitive Apprenticeship Theory for the Teaching of Mathematics in an online 3D Virtual Environment. *Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 44(2), 159-178.

Bouta, H., Retalis, S., & Paraskeva, F. (2012). Utilising a collaborative macro-script to enhance student engagement: A mixed method study in a 3D virtual environment. *Computers & Education*, 58(1), 501-517.

Bouta, H., Retalis, S., (2012). Enhancing primary school children collaborative learning experiences in maths via a 3D virtual environment. *Journal of Education and Information Technologies (Springer, Netherlands)*, 1-26. DOI:10.1007/s10639-012-9198-8.

Bransford, J. D., Brown, A. L. & Cocking, R.R.(2000). *How People Learn*. Washington, D.C., National Academy Press.

Bransford, J.D., Sherwood, R.S., Hesselbring, T.S., Kinzer, C.K., & Williams, S.M. (1990). Anchored instruction: Why we need it and how technology can help. In D.Nix & R.Spiro(Eds.), *Cognition, Education, and Multi-Media: Exploration ideas in high technology* (pp. 115-141). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Brenton, H., Hernandez, J., Bello, F., Strutton, P., Purkayastha, S., Firth, T., & Darzi, A. (2007). Using multimedia and Web3D to enhance anatomy teaching. *Computers & Education*, 49(1), 32-53.

Brewer, J., & Hunter, A. (1989). *Multimethod research: A synthesis of styles*. Newbury Park, NJ: Sage.

Brom, C., Preuss, M., & Klement, D. (2011). Are educational computer micro-games engaging and effective for knowledge acquisition at high-schools? A quasi-experimental study. *Computers & Education*, 57(3), 1971-1988.

Brousseau, G., Brousseau, N., & Warfield, V. (2004). Rationals and decimals as required in the school curriculum. Part 1: Rationals as measurement. *Journal of Mathematical Behavior* 23(2), 1-20.

Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated learning and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18(1), 32-42.

Burrell, G., & Morgan, G. (1979). *Sociological Paradigms and Organizational Analysis: Elements of the Sociology of Corporate Life*. London: Heinemann.

Burton, R., Brown, J. S., & Fisher, G. (1984). Skiing as a model of instruction. In B. Rogoff & J. Lave (Eds.), *Everyday cognition: Its development and social context*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Calongne, C., & Hiles, J., (2007). Blended Realities: A Virtual Tour of Education in Second Life, *12th annual, TCC Worldwide Online Conference*, Refereed Proceedings, available at: <http://etec.hawaii.edu/proceedings/2007/calongne.pdf>.

Caprotti, O., & Seppälä, M. (2007). Mathematics education in second life. In *Sixth Open Classroom Conference on real learning in virtual worlds: Teacher Professional Development and the Role of Mentors and Avatars in Schooling 21C*. available at: http://jem-thematic.net/files_private/EDEN_CaprottiSeppala.pdf

Carraher, D. W., & Schliemann, A. D. (2000). Lessons From Everyday Reasoning in Mathematics Education: Realism Versus Meaningfulness. In D. Jonassen and S. Land (Eds.), *Theoretical foundations of learning environments* (pp.173-195). Mahwah, N.J.: L. Erlbaum Associates.

Carassa, A., Morganti, F., & Tirassa, M. (2004). Movement, action, and situation: Presence in virtual environments. In M. Alcaniz Raya & B. Rey Solaz (Eds.), *Proceedings of Presence 2004* (pp. 7-12). Valencia, Spain: Editorial Universidad Politecnica.

Casey, C. (1996). Incorporating cognitive apprenticeship in multi-media. *Educational Technology Research & Development*, 44(1), 71-84.

Cathcart, W. G., Pothier, Y., Vance, J. H., & Bezuk, N. S. (2006). *Learning mathematics in elementary and middle schools: A learner-centred approach* (4th ed., Multimedia ed.). Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall.

Cawthon, St., Harris, A., & Jones, R. (2010). Cognitive Apprenticeship in an Online Research Lab for Graduate Students in Psychology, *International Journal of Web-Based Learning and Teaching Technologies (IJWLTT)*, 5(1), 1-15.

Chaiklin, S., & Lave, J. (1993). Understanding practice: Perspectives on activity and context. (S. Chaiklin & J. Lave, Eds.) *Learning in doing Social cognitive and computational perspectives* (Vol. 0, p. 414). Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Chang, L. (2006). Second Life Learning Community: a peer based approach to involving more Faculty members in Second Life. In D. Livingstone & J. Kemp (Eds.), *Proceedings of the Second Life Education Workshop at the Second Life Community Convention* (pp. 6-10). The University of Paisley.

Chen, C. H., Yang, J. C., Shen, S., & Jeng, M. C. (2007). A Desktop Virtual Reality Earth Motion System in Astronomy Education. *Educational Technology & Society*, 10(3), 289-304.

Chi, M. T. H., Bassok, M., Lewis, M. W., Reimann, P., & Glaser, R. (1989). Self-explanations: How students study and use examples in learning to solve problems. *Cognitive Science*, 13(2), 145-182.

Chittaro, L., & Ranon, R. (2007). Web3D technologies in learning, education and training: Motivations, issues, opportunities. *Computers & Education*, 49(1), 3-18.

Choi, B., & Baek, Y. 2011 Exploring factors of media characteristic influencing Flow in learning through virtual worlds. *Computers & Education*, 57(4), 2382-2394.

Coates, H. (2007). A model of online and general campus-based student engagement. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 32(2), 121-141.

Cobb, P. & Yackel, E. (1998). A Constructivist Perspective on the Culture of the Mathematics Classroom. In F. Seeger, J. Voigt & U. Waschescio (Eds.), *The Culture of the Mathematics Classroom* (pp. 158–190). Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Cobb, P., Wood, T., & Yackel, E. (1991). A constructivist approach to second grade mathematics. In von Glaserfeld, E. (Ed.), *Radical Constructivism in Mathematics Education*, (pp. 157-176). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Coffman, T., & Klinger, M. B. (2007). Utilizing Virtual Worlds in Education: The Implications for Practice. *International Journal of Social Sciences*, 2(1), 29-33.

Collazos, C. A., Guerrero, L. A., Pino, J. A., & Ochoa, S. F. (2002). Evaluating collaborative learning processes. In *Groupware: Design, Implementation, and Use* (pp. 203-221). Springer Berlin Heidelberg.

Collins, A. (1991). Cognitive apprenticeship and instructional technology. In Lorna Idol and Beau Fly Jones (Eds.) *Educational values and cognitive instruction: Implications for reform* (pp. 121-138). Hillsdale, N.J. Lawrence Erlbaum Associates.

Collins, A., & Brown, J. S. (1988). The computer as a tool for learning through reflection. In H. Mandl & A. Lesgold (Eds.), *Learning Issues for Intelligent Tutoring Systems* (pp. 1-18).

Collins, A., & Stevens, A. L. (1982). Goals and strategies of inquiry teachers. In R. Glaser (Ed.), *Advances in instructional psychology* (Vol. 2, pp. 65-119). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Collins, A., & Stevens, A. L. (1983). A cognitive theory of interactive teaching. In C.M. Reigeluth (Ed.), *Instructional design theories and models: An overview*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Collins, A., & Smith, E.E. (1982). Teaching the Process of Reading Comprehension. In *How and How Much Can Intelligence Be Increased*, edited by D.K. Detterman and R.J. Sternberg, (pp. 173–185). Norwood, N.J.: Ablex.

Collins, A., Brown, J. S., & Holum, A. (1991). Cognitive apprenticeship: Making thinking visible. *American Educator: The Professional Journal of the American Federation of Teachers*, 15(3), 6-11, 38-46

Collins, A., Brown, J. S., & Newman, S. E. (1989). Cognitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing, and mathematics. In L. B. Resnick (Ed.), *Knowing learning and instruction Essays in honor of Robert Glaser* (pp. 453-494). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Conklin, M. S. (2007). 101 Uses for Second Life in the College Classroom. *Games Learning and Society*, 1-31. Elon University, Department of Computing Sciences. available at: <http://trumpy.cs.elon.edu/metaverse>

Constantino-Gonzalez, M., & Suthers, D. (2000). A coached collaborative learning environment for Entity-Relationship modeling. *Proceedings of the 5th International Conference on Intelligent Tutoring Systems*, 324-333, Montreal: Canada.

Corder, G.W. & Foreman, D.I. (2009). *Nonparametric Statistics for Non-Statisticians: A Step-by-Step Approach*, New Jersey: Wiley.

Creswell, J. W. (2002). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative approaches to research*. Upper Saddle River, NJ: Merrill/Pearson Education.

Creswell, J. W. (2003). *Research design: Quantitative, qualitative, and mixed methods approach* (2nd Ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.

Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2011). *Designing and conducting mixed methods research* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage

Creswell, J. W., Plano Clark, V. L., Gutmann, M. L., & Hanson, W. E. (2003). Advanced mixed methods research designs. In A. Tashakkori & C. Teddlie (Eds.), *Handbook of mixed methods in social and behavioral research* (pp. 209–240). Thousand Oaks, CA: Sage.

Creswell, J.W. (1999). Mixed-method research: Introduction and application. In G. J. Cizek (Ed.), *Handbook of educational policy* (pp. 455-472). San Diego, CA: Academic Press.

Crosier, J. K., Cobb, S., & Wilson, J. R. (2002). Key lessons for the design and integration of virtual environments in secondary science. *Computers & Education*, 38(1-3), 77-94.

Crotty, M. (1998). *The foundations of social research: Meaning and perspective in the research process*. SAGE Publications Limited.

Dalgarno, B., & Lee, M. J. W. (2010). What are the learning affordances of 3-D virtual environments? *British Journal of Educational Technology*, 41(1), 10-32.

Daradoumis, T., Martinez A., & Xhafa F. (2006). A layered framework for evaluating on-line collaborative learning interactions. *International Journal of Man- Machine Studies*, 64(7), 622-635.

Davidson, J.E., Deuser, R., & Sternberg, R.J. (1994). The role of metacognition in problem solving. In J. Metcalfe & A. P. Shimamura (Eds.), *Metacognition: Knowing about knowing* (pp. 207-226). Cambridge, MA: MIT.

De Corte, E. (1996). *Instructional psychology: Overview*. In E. De Corte & F.E. Weinert (Eds.), *International encyclopedia of developmental and instructional psychology* (pp. 33-43). Oxford, UK: Elsevier Science.

De Lucia, A., Francese, R., Passero, I., & Tortora, G. (2009). Development and evaluation of a virtual campus on Second Life: The case of SecondDMI. *Computers & Education*, 52(1), 220-233.

DeWindt-King, A.M., & Goldin, G. A. (2003). Children's visual imagery: Aspects of cognitive representation in solving problems with fractions. *Mediterranean Journal for Research in Mathematics Education*, 2 (1), 1-42.

Di Blas N. & Poggi, C.,(2006a). 3D for Cultural Heritage and Education: Evaluating the Impact, Museums and the Web: *Proceedings, Archives & Museum Informatics*, Albuquerque, New Mexico, USA. In M. Pagani (Ed.), *Encyclopedia of multimedia technology and networking* (2nd ed). Hershey, PA: Idea Group.

Di Blas, N., Hazan, S., & Paolini, P. (2003b). The SEE experience. Edutainment in 3D virtual worlds. In D. Bearman & J. Trant (Eds.), *Selected papers from Museums and the Web 2003*. Pittsburgh: Archives & Museum Informatics.

Di Blas, N., Paolini, P. & Poggi, C. (2004). Learning by Playing. An Edutainment 3D Environment for Schools. In L. Cantoni & C. McLoughlin (Eds.), *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2004* (pp. 1313-1320). Chesapeake, VA: AACE.

Di Blas, N., Paolini, P. & Poggi, C. (2003a). SEE (Shrine Educational Experience): an Online Cooperative 3D Environment Supporting Innovative Educational Activities. In D. Lassner & C. McNaught (Eds.), *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2003* (pp. 1527-1534). Chesapeake, VA: AACE.

Di Blas, N., Paolini, P., & Poggi, C. (2005b). Educational benefits: testing and evaluation of a collaborative 3D world. In *Proceedings of ED-MEDIA 2005 - World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications*. Montreal: AACE.

Di Blas, N., Paolini, P., & Poggi, C. (2005c). 3D Worlds for Edutainment: Educational, Relational and Organizational Principles. In *PerCom Workshops 2005 - Proceedings IEEE International Workshop on Pervasive eLearning* (pp. 291-295). New York: IEEE Press.

Di Blas, N., Paolini, P., & Poggi, C. (2005a). A Virtual Museum where Students can Learn. In Tan Wee Hin and R. Subramaniam (Eds.), *E-learning and Virtual Science Centers* (pp. 308-326). Hershey, PA: Idea Group.

Di Blas, N., Poggi, & Reeves, C. T. (2006b). Collaborative learning in a 3D virtual environment: Design factors and evaluation results. *Proceedings of the 7th international conference on Learning sciences* (pp.127-133). Bloomington, Indiana.

Dieterle, E. & Clarke, J. (2007). Multi-user virtual environments for teaching and learning. In M. Pagani (Eds.). *Encyclopedia of multimedia technology and networking (2nd ed.)*. Hershey, PA: Idea Group, Inc.

Diezmann, C., & English, L. (2001). Promoting the use of diagrams as tools thinking. In A.A. Cuoco (Ed.), *The roles of Representations in School Mathematics* (p. 77-79). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

Dillenbourg, P. & Hong, F. (2008). The mechanism of CSCL macro scripts. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning* 3(1), 5-23.

Dillenbourg, P. (1999). Introduction: What do you mean by "collaborative learning"? In P. Dillenbourg (Ed.), *Collaborative Learning: Cognitive and computational approaches* (pp. 1-

19) Amsterdam: Pergamon, Elsevier Science. Available at :
<http://tecfa.unige.ch/tecfa/publicat/dil-papers-2/Dil.7.1.14.pdf>

Dillenbourg, P. (2002). Over-scripting CSCL: The risks of blending collaborative learning with instructional design . (P. A. Kirschner, Ed.)*Three worlds of CSCL Can we support CSCL*, 117(6), 61-91. Open Universiteit Nederland, Heerlen.

Dillenbourg, P., & Jermann, P. (2007). Designing integrative scripts. In *Scripting computer-supported collaborative learning* (pp. 275-301). Springer US.

Dillenbourg, P., & Traum, D. (1996). Grounding in multi-modal task-oriented collaboration. In P.Brna, A. Paiva & J. Self (Eds.), *Proceedings of the European Conference on Artificial Intelligence in Education* (pp. 401-407). Lisbon, Portugal.

Dillenbourg, P., Baker, M., Blaye, A., & O'Malley, C. (1996). The evolution of research on collaborative learning. In E. Spada & P. Reiman (Eds.) *Learning in humans and machine: Towards an interdisciplinary learning science* (pp. 189-211). Oxford: Elsevier.

Dillenbourg, P., Jarvela, S., & Fisher, F. (2009). The evolution of research on computer-supported collaborative learning: from design to orchestration. In N. Balacheff, S. Ludvigsen & De Jong, T. Lazonder, A & Barnes, S. (Eds.), *Technology-Enhanced Learning: Principles and Products* (pp.3-19). Dordrecht: Springer.

Dillenbourg, P., & Fischer, F. (2007). Basics of Computer-Supported Collaborative Learning. *Zeitschrift für Berufs und Wirtschaftspädagogik*, 21, 111- 130.

Dimitriadis, Y., Asensio, J.I., Martínez, A., & Osuna, C. (2003). Component Based Software Engineering and CSCL: component identification and dimensioning - Upgrade. *Digital journal of European Profesional Informatics Societies*, 4 (5), 21-28.

Doherty, P., Scientist, S., Rothfarb, R., Barker, D., & Artist, S. (2006). Building an Interactive Science Museum in Second Life. In D. Livingstone & J. Kemp (Eds.), *Proceedings of the Second Life Education Workshop at the Second Life Community Convention San Francisco August 20th 2006* (Vol. 2006, pp. 19-24). University of Paisley, UK.

Donmez, P., Rose C.P., Stegmann, K., Weinberger, A., & Fischer, F. (2005). Supporting CSCL with Automatic Corpus Analysis Technology. *In Proceedings of Computer Supported Collaborative Learning*, 125-134, Taipei, Taiwan.

Driscoll, M. (2000). *Psychology of Learning for Instruction*. Needham Heights, MA, Allyn & Bacon.

Druin A. (1999). *The Design of Children Technology*, Kaufman Publisher (Eds.), S. Francisco (CA).

Dufuor-Janvier, B., Bednarz, N., & Belanger, M. (1987). Pedagogical considerations concerning the problem of representations. In C. Janvier (Ed.), *Problems of Representation in the Teaching and Learning of Mathematics* (pp. 109-122). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Duval, R. (2002). The cognitive analysis of problems of comprehension in the learning of mathematics. *Mediterranean Journal for Research in Mathematics Education*, 1 (2), 1-16.

Elia, I., Gagatsis, A., & Demetriou, A. (2007). The effects of different modes of representation on the solution of one-step additive problems. *Learning and Instruction*, 17, 658-672.

Ellis, C.A, & Wainer, J. (1994). Goal-based models of collaboration. *Collaborative computing*, 1(1), 61–86.

Engeström, Y. (1987). *Learning by expanding: An activity-theoretical approach to developmental research*. Helsinki, Finland: Orienta-Konsultit.

Engeström, Y. (2004). New forms of learning in co-configuration work. *Journal of Workplace Learnin*, 16(2), 11-21.

Engeström, Y., & Middleton, D. (Eds.). (1996). *Cognition and communication at work*. Cambridge: Cambridge University Press.

Ernest, P. (2000). Teaching and Learning Mathematics. In Koshy, V. Ernest, P. and Casey, R. (Eds.), *Mathematics for Primary Teachers*. London Routledge.

Faggiano E., Pertichino, M. & Roselli, T. (2005). CSCL in Math Education. *Proceedings of the 35th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*, 38-46, Indianapolis.

Fin, J. D., Pannozzo, G. M., & Voelkl, K. E. (1995). Disruptive and inattentive –withdrawn behavior and achievement among fourth graders. *Elementary School Journal*, 95, 421-454.

Finn, J. D., Pannozzo, G. M., & Voelkl, K. E. (1995). Disruptive and inattentive –withdrawn behavior and achievement among fourth graders. *Elementary School Journal*, 95, 421-454.

Finn, J.D., & Rock, D.A. (1997). Academic success among students at risk for school failure. *Journal of Applied Psychology*, 82, 221–234.

Fischer, F. & Dillenbourg, P. (2006). Challenges of orchestrating computer-supported collaborative learning. *Paper presented at the 87th Annual Meeting of the American Educational Research Association (AERA)*, San Francisco, USA.

Fredricks, J., Blumenfeld, P., & Paris, A. (2004). School Engagement: Potential of the Concept and State of the Evidence. *Review of Educational Research* 74(1), 59-109.

Freudenthal, H. (1973). *Mathematics as an educational tasks*. Dordrecht, Reidel.

Freudenthal, H. (1991). *Revisiting mathematics education. China lectures*. Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Gagatsis, A., & Shiakalli, M (2004). Ability to translate from one representation of the concept of function to another and mathematical problem solving. *Educational Psychology*, 24(5), 645-657.

Gagatsis, A., & Elia, I. (2004). The effect of different modes of representation on mathematical problem solving. In M. J. Hoines and A. B. Fuglestad (Eds.), *Proceedings of the*

28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, 2, 447-454.

Gallardo, T., Guerrero, L. A., Collazos, C., Pino, J. A., & Ochoa, S. (2003). Supporting JIGSAW-type collaborative learning. In *System Sciences, 2003. Proceedings of the 36th Annual Hawaii International Conference on* (pp. 8). IEEE, DOI: 10.1109/HICSS.2003.1173691.

Garzotto, F., & Forfori, M. (2006). Hyperstories and social interaction in 2D and 3D edutainment spaces for children. *Proceedings of the seventeenth conference on Hypertext and hypermedia*, 57-68.

Ghefaili, A. (2003). Cognitive Apprenticeship, Technology, and the Contextualization of Learning Environments. *Journal of Educational Computing, Design & Online Learning*, 4, 1-27.

Goldin, G., & Shteingold, N. (2001). Systems of representations and the development of mathematical concepts. In A. Cuoco & F. R. Curcio (Eds.), *The roles of representation in school mathematics* (pp. 1-23). Reston: The National Council of Teachers of Mathematics.

Goldin, G.A. & Kaput, J.J. (1996). A joint perspective of the idea of representation in learning and doing mathematics. In von. L.P. Steffe & Mahwah (Eds.), *Theories of Mathematical Learning* (pp. 397–430). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Goldin, G.A. (1998). Representational systems, learning, and problem solving in mathematics. *Journal of Mathematical Behavior*, 17(2), 137-165.

Gould, P. (2005). How do you know? The problem of the mathematics dis-ease. *Reflections*, 31(2), 13-16.

Gravemeijer, K. (1994). *Developing realistic mathematics education*. Culemborg, Technipress.

Gravemeijer, K. (2004). *Creating Opportunities for Students to Reinvent Mathematics*. Utrecht, The Netherlands: Freudenthal Institute.

Gravemeijer, K. (1998). Developmental Research as a Research Method. In J. Kilpatrick and A. Sierpinska (Eds.), *Mathematics Education as a Research Domain: A Search for Identity*, Vol. 2, (pp. 277-295). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Greene, J. C., & Caracelli, V. J. (1997). *Advances in mixed-method evaluation: The challenges and benefits of integrating diverse paradigms (New Directions for Evaluation)*. San Francisco: Jossey- Bass.

Greene, J.C., Caracelli, V.J., & Graham, W.F. (1989). Toward a conceptual framework for mixed-method evaluation designs. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 11(3), 255–274.

Greeno, J. G., Collins, A., & Resnick, L. B. (1996). Cognition and learning. In D. C. Berliner & R. C. Calfee (Eds.), *Handbook of Educational Psychology* (pp. 15–46). New York: Macmillan.

Greeno, J.G., & Hall, R.P. (1997). Practicing representation: learning with and about representational forms. *Phi Delta Kappan*, 78, 361-367.

Greeno, J. G., McDermott, R., Cole, K. A., Engle, R. A., Goldman, S., Knudsen, J., Lauman, B., & Linde, C. (1999). Research, reform, and aims in education: Modes of action in search of each other. In E. Lagemann & L. Shulman (Eds.), *Issues in education research: Problems and possibilities* (pp. 299–335). San Francisco: Jossey-Bass.

Gunter, M.A., Estes, T. H., & Schwab, J. H. (1999). *Instruction: A Models Approach*, (3rd ed.). Boston: Allyn & Bacon.

Haake, J., & Pfister, H.-R. (2007). Flexible scripting in net-based learning groups. In Fischer, F., Mandl, H., Haake, J. M., & Kollar, I. (Eds.), *Scripting Computer-Supported Collaborative Learning – Cognitive, Computational, and Educational Perspectives* (pp. 155-175), Springer, USA, Boston.

Hackathorn E., (2006). Designing an educational island inside Second Life for the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) Earth System Research Laboratory (ESRL),

In Daniel L. and Jeremy K. (Eds.), *Proceedings of the Second Life Education Workshop at the Second Life Community Convention*, (pp.12) San Francisco, Paisley, UK: The University of Paisley.

Hernandez-Leo, D., Asensio-Perez, J. I. & Dimitriadis, Y. (2005). Computational Representation of Collaborative Learning Flow Patterns using IMS Learning Design. *Journal of Educational Technology & Society*, 8 (4), 75-89.

Hernández-Leo, D., Villasclaras-Fernández, E.D., Jorrín-Abellán, I.M., Asensio-Pérez, J.I., Dimitriadis, Y., Ruiz-Requies, I. & Rubia-Avi, B. (2006). Collage: A collaborative learning design editor based on patterns. *Educational Technology & Society*, 9(1), 58-71.

Herrington, J., & Oliver, R. (2000). An instructional design framework for authentic learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 48(3), 23-48.

Hiebert, J. & Carpenter, T. (1988). Learning and Teaching with understanding. In D.A. Grouwns, & T.J. Cooney (Eds.), *Effective Mathematics Teaching* (pp. 65-97). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Hinze, U., Bischoff, M., & Blakowski, G. (2002). Jigsaw Method in the Context of CSCL. *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications* (1), 789-794.

Hinze-Hoare, V., (2006). A Review of Papers that have a bearing on An analysis of User Interactions in A Collaborative On-line Laboratory, *School of Electronics and Computer Science*, Southampton. Retrieved from <http://arxiv.org/abs/cs/0612090>.

Hollan, J., Hutchins, E., & Kirsh, D. (2000). Distributed cognition: toward a new foundation for human-computer interaction research (J. M. Carroll, Ed.) *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 7(2), 174-196. ACM.

Hoppe, U., & Ploetzner, R. (1999). Can analytic models support learning in groups? In P. Dillenbourg (Ed) *Collaborative-learning: cognitive and computational approaches* (pp. 147–169). Oxford: Elsevier.

Hung, D., Tan, S.C., Cheung, W.S., & Hu, C. (2004). Supporting problem-solving with case-stories learning scenario and video-based collaborative learning technology. *Educational Technology & Society*, 7(2), 120-128.

Hutchins, E. (1995). *Cognition in the wild*. Cambridge, MA: MIT Press.

Ieronutti, L., & Chittaro, L. (2007). Employing virtual humans for education and training in X3D/VRML worlds, *Computers & Education*, 49(1), 93-109.

Inaba, A., Supnithi, T., Ikeda, M., Mizoguchi, R., & Toyoda, J. (2000). How can we form effective collaborative learning groups? *Proceedings of the 5th international conference on intelligent tutoring systems*, 282–291.

Isaksen, S.G., & Gaulin, J.P. (2005). A re-examination of brainstorming research: Implications for research and practice. *The Gifted Child Quarterly*, 49, 315-329.

Jacobson, M.J. (2006). *Empirical research into learning in 3D virtual and game environments: selected review of the literature [working paper]*. Singapore: Learning Sciences Laboratory, National Institute of Education, Nanyang Technological University.

Janvier, C. (1987). Translation Processes in Mathematics Education. In C. Janvier (Ed.), *Problems of Representation in the Teaching and Learning of Mathematics* (pp. 27-32). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Jarmon, L., Traphagan, T., Mayrath, M., & Trivedi, A. (2009). Virtual world teaching, experiential learning, and assessment: An interdisciplinary communication course in Second Life. *Computers & Education* 53, 169–182.

Jermann, P. (2004). *Computer support for interaction regulation in collaborative problem solving*. Doctoral Dissertation. University of Geneva, Switzerland.

Jermann, P., Soller, A. & Mahlenbrock, N. (2001). From mirroring to guiding: A review of the state of the art of supporting collaborative learning. In P. Dillenbourg, A. Eurelings, & K. Hakkarainen (Eds.), *Proceedings of Euro CSCL* (pp.324-331). Maastricht, NL.

Jick, T. D. (1979). Mixing qualitative and quantitative methods: Triangulation in action. *Administrative Science Quarterly*, 24, 602–611.

Johnson, B. (2005). Place-Based Storytelling Tools: A New Look at Monticello. In D. Bearman & J. Trant (Eds.), *Museums and the Web 2005*. Selected Papers from an International Conference (pp. 165-172). Toronto: Archives & Museums Informatics.

Johnson, D. W., & Johnson, R. (1999). *Learning together and alone: Cooperative, competitive, and individualistic learning* (5th ed.). Boston: Allyn and Bacon.

Jonassen, D. H. (1997). Instructional Design Models for Well-Structured and Ill-Structured Problem-Solving Learning Outcomes. *Educational Technology Research and Development* 45 (1), 65–94.

Jonassen, D. H. (2000). Revisiting Activity Theory as a Framework for Designing Student-Centered Learning Environments. In D. H. Jonassen & S. M. Land (Eds.), *Theoretical Foundations of Learning Environments* (pp. 89-121). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Jonassen, D., Peck, K., & Wilson, B. (1999). *Learning with technology: A constructivist perspective*. Upper Saddle River, N.J. : Merrill.

Jonassen, D.H., Howland, J., Moore, J., & Marra, M. (2003). *Learning to solve problems with technology: A Constructivist Approach* (2nd ed.). NJ: Merrill Prentice Hall.

Kaput, J.J. (1985). Representation and problem solving: methodological issues related to modelling. In E.A. Silver (Ed.), *Teaching and Learning Mathematical Problem Solving: Multiple Research Perspectives* (pp. 381-398). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Kaufmann, H., Schmalstieg, D., & Wagner, M. (2000). Construct3D: A Virtual Reality Application for Mathematics and Geometry Education. *Education and Information Technologies*, 5(4), 263-276.

Kelton, A. J. (2007). Second Life: Reaching into the Virtual World for Real-World Learning. *Education*, 2007(17), 1-13.

Ketelhut, D., Dede, C., Clarke, J., Nelson, B., & Bowman, C. (2007). Studying situated learning in a multi-user virtual environment. In E. Baker, J. Dickieson, W. Wulfbeck & H. O'Neil (Eds.), *Assessment of problem solving using simulations* (pp. 37-58.). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Kieran, C., (2007). Second Life and Google Earth are Transforming the Idea of Architectural Collaboration, *Journal of Architectural Record*, 195(1), 28-142.

King, A. (1997). ASK to THINK-TEL WHY: A model of transactive peer tutoring for scaffolding higher level complex learning. *Educational Psychologist*, 32(4), 221-235.

King, A. (2007). Scripting collaborative learning processes: A cognitive perspective. *Scripting computer-supported collaborative learning*, 13-37.

Kirkpatrick, D. (2007). *Second Life: It's not a game*. CNNMoney.com, Fortune. Retrieved from http://money.cnn.com/2007/01/22/magazines/fortune/whatsnext_secondlife.fortune/index.htm .

Kirriemuir, J. (2007). A July 2007 " snapshot " of UK Higher and Further Education Developments in Second Life. *Methodology*, 2(July), 1–39. Eduserv Foundation.

Knittle, B., (2008). *An Introduction to Second Life for Educators*, Second Life, SL, Slurl, Linden Lab are trademarks of Linden Research.

Kollar, I., Fischer, F., & Hesse, F. W. (2006). Collaboration scripts - a conceptual analysis. *Educational Psychology Review*, 18 (2), 159-185.

Kong, Q., Wong, N., & Lam, C. (2003). Student engagement in mathematics: Development of instrument and validation of construct. *Mathematics. Education Research Journal*, 15(1), 4-21.

Konstantinidis, A., Tsiatsos, Th., Terzidou, Th. & Pomportsis, A. (2010). Fostering collaborative learning in Second Life: Metaphors and affordances. *Computers & Education*, 55, 603-615.

Kordaki, M., Siempos, H. & Daradoumis, T. (2009). Collaborative learning design within open source e-learning systems: lessons learned from an empirical study. In G. Magoulas (Eds.), *E-Infrastructures and Technologies for Lifelong Learning: Next Generation Environments*, IDEA-Group Publishing.

Koschmann, T. (1996). Paradigm shifts and instructional technology. In T. Koschmann (Ed.), *CSCL: Theory and practice of an emerging paradigm* (pp. 1-23). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Koschmann, T. (2002). Dewey's Contribution to the Foundations of CSCL Research. *Proceedings of the Conference on Computer Support for Collaborative Learning Foundations for a CSCL Community CSCL*, 17-22. Association for Computational Linguistics.

Kouba, L. V., Zawojewski, S, J. & Strutchens E. M. (1997). What Do Students Know About Numbers and Operations? In Patricia Ann Kenney and Edward A. Silver (Eds.), *Results from the Sixth Mathematics Assessment of the National Assessment of Educational Progress* (pp. 87-140). Reston, VA: National Council of Teachers of mathematics.

Kuutti, K. (1996). Activity Theory as a Potential Framework for Human-Computer Interaction Research. In B. A. Nardi (Ed.), *Context and Consciousness: Activity Theory and Human-Computer Interaction* (pp. 17-44). Cambridge, MA: MIT Press.

Lamon, S.J. (1993). Ratio and Proportion: Children's Cognitive and Metacognitive Process, in T. P. Carpenter, E. Fennema and T. A. Romberg (Eds.), *Rational Numbers: An Integration of Research*, (pp. 131-156). Lawrence Erlbaum Associates, New Jersey.

Lamon, S.L. (2001). Presenting and Representing: From Fractions to Rational Numbers. In A. Cuoco & F. Curcio (Eds.), *The Roles Of Representations in School Mathematics-2001 Yearbook* (pp. 146-165). Reston: NCTM.

Larkin, M. (2002). *Using scaffolded instruction to optimize learning*. Arlington, VA: ERIC Clearinghouse on Disabilities and Gifted Education.

Lave, J. & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. New York: Cambridge University Press.

Lave, J. (1988). *Cognition in practice: Mind, mathematics, and culture in everyday life*. Cambridge University Press. Cambridge University Press.

Lave, J. (1993). The practice of learning. In Understanding practice. In S. Chaiklin & J. Lave (Eds.), *Perspectives on activity and context* (pp. 3-32). New York: Cambridge University Press.

Lee, J. W. M., (2009). How can 3D Virtual Worlds be used to support collaborative learning? An analysis of cases from the literature. *Journal of e-learning and Knowledge Society*, 5(1), 149-158.

Lehtinen, E., Hakkarainen, K., Lipponen, L., Rahikainen, M., & Muukkonen, H. (1999). Computer Supported Collaborative Learning. (S. Anastopoulou, M. Sharples, & G. N. Vavoula, Eds.). *Environment*, 33(6), 318-23.

Leontiev, A.N. (1978). *Activity, consciousness and personality*. NJ: Prentice-Hall.

Leontiev, A.N. (1981). The problem of activity in psychology. In J. Wertsch (Ed.), *The concept of activity in Soviet psychology*. Armonk, NY: Sharpe.

Lepper, M. R., & Greene, D. (1979). *The hidden costs of reward*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Lerman, I.C. (1981). *Classification et analyse ordinale des données*. Paris: Dunod.

Lesh, R., Landau, M. & Hamilton, E. (1983). *Conceptual models and applied mathematics Problem-Solving Research*. In R. Lesh & M. Landau (Eds.), *Acquisition of Mathematics Concepts & Processes* (pp. 263-343). NY: Academic Press.

Lesh, R., Post, T., & Behr, M. (1987). Representations and Translations Among Representations in Mathematics Learning and Problem Solving. In C. Janvier (Eds.).

Problems of Representation in the Teaching and Learning of Mathematics (pp. 33-40). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Lester, F.K. (1994). Musing about mathematical problem solving research: 1970-1994. *Journal for Research in Mathematics Education*, 25, 660-675.

Lester, F.K.Jr., Masingila, J.O., Mau, S.T., Lambdin, D.V., dos Santos, V.M. & Raymond, A.M. (1994). Learning how to teach via problem solving. In Aichele, D. and Coxford, A. (Eds.), *Professional Development for Teachers of Mathematics*, (pp. 152-166). Reston, Virginia: NCTM.

Linser, R., Ree-Lindstad, N., & Vold, T. (2007). Black Blizzard: Designing Role-play Simulations for Education. *International Educational Technology Conference Proceedings* (pp. 354-359). Nicosia, North Cyprus: Near East University.

Lipponen, L. (2002). Exploring foundations for computer-supported collaborative learning. In G. Stahl (Ed.), *Computer Support for Collaborative Learning: Foundations for a CSCL community. Proceedings of the Computer-supported Collaborative Learning 2002 Conference* (pp. 72-81). Hillsdale, NJ: Erlbaum

Lipshitz, R., & Bar Ilan, O. (1996). How problems are solved: Reconsidering the phase theorem. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 45, 48-60.

Lucey-Roper M. (2006). Discover Babylon: Creating a vivid user experience by exploiting features of video games and uniting museum and library collections. In J. Trant and D. Bearman (Eds.), *Museums and the Web 2006: Proceedings*, Toronto: Archives & Museum Informatic. Retrieved from <http://www.archimuse.com/mw2006/papers/lucey-roper/lucey-roper.html>.

Lyman, F.T. (1981). The responsive classroom discussion: The inclusion of all students. In A. Anderson (Ed.), *Mainstreaming Digest* (pp. 109-113). College Park: University of Maryland Press.

- MacGregor, J. (1990). Collaborative learning: Shared inquiry as a process of reform. In Svinicki, M. D. (Ed.), *The changing face of college teaching, New Directions for Teaching and Learning* No. 42. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.
- Malone, R. (1981). Toward a theory of intrinsically motivating instruction. *Cognitive Science*, 4, 333-369, Elsevier.
- Marshall, S.P.: (1993). Assessment of Rational Number Understanding: A Schema Based Approach, in T. P. Carpenter, E. Fennema and T. A. Romberg (Eds.), *Rational Numbers: An Integration of Research* (pp. 261-288). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Mason, H., Moutahir, M., Livingstone, D., & Kemp, J. (2006). Multidisciplinary Experiential Education in Second Life: A Global Approach. *Second Life Community Convention* (Vol. 2006, pp. 30-34). The University of Paisley.
- Mayer, R.E. (2003). *Mathematical Problem Solving*. . In J. M. Royer (Ed.), *Mathematical cognition* (pp. 69-92). Greenwich, CT: Information Age Publishing.
- McLellan, H. (1996). Virtual Realities. *Handbook of Research for Educational Communications and Technology*, New York, NY: Macmillan.
- Mennecke B., Hassall L. M., & Triplett J. (2008), The mean business of Second Life: teaching entrepreneurship, technology and e-commerce in immersive environments. *Journal of Online Learning and Teaching*, 4(3), 339–348.
- Merchant, G. (2010). 3D virtual worlds as environments for literacy learning. *Journal of Educational Research*. 52(2), 135-150.
- Morse, J.M. (1991). Approaches to qualitative-quantitative methodological triangulation. *Nursing Research*, 40(3), 120-123.
- Moseley, B. (2005). Students' early mathematical representation knowledge: The effects of emphasizing single or multiple perspectives of the rational number domain in problem solving. *Educational Studies in Mathematics*, 60(1), 37-69.

Mpouta, H., Paraskeva, F., & Retalis, S. (2007). An online 3D virtual learning environment for teaching children Mathematics., In M. Iskander (Ed.), *Innovations in E-learning, Instruction Technology, Assessment and Engineering Education* (pp. 123-126). The Netherlands: Springer.

Muehlenbrock, M. (2006). Learning Group Formation based on Learner Profile and Context. *International Journal on ELearning*, 5(1), 19-24.

National Research Council (1996). *National science education standards: Observe, interact, change, learn*. Washington, DC: National Academy Press.

National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Washington, DC: National Academy Press.

NCTM (National Council of Teachers of Mathematics). (2000). *Principles and standards for school Mathematics*. Reston, VA: NCTM.

NCTM (National Council of Teachers of Mathematics). (2002). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.

Nelson, B., Ketelhut, D.J., Clarke, J., Bowman, C. & Dede, C. (2005). Design-based research strategies for developing a scientific inquiry curriculum in a multi-user virtual environment. *Educational Technology* 45(1), 21- 27.

Nigel W. John,(2007), The impact of Web3D technologies on medical education and training, *Journal of Computers & Education*, 49, 19-31.

NMC Campus Observer. (2007). Teachers Buzz Jan 22 – Composing Second life. Retrieved from <http://www.nmc.org/sl/2007/01/23/teachers-buzz-jan-22composing-second-life-with-bryan-mnemonic-and-ali-andrews/>.

NMC Virtual Worlds. (2007). NMC Virtual Worlds: A Program of the New Media Consortium. Retrieved from <http://virtualworlds.nmc.org>.

Oriol, M.D. Tumulty, G., & Snyder, K. (2010). Cognitive Apprenticeship as a Framework for Teaching, Online. *MERLOT Journal of Online Learning and Teaching*, 6(1), 210-217.

Orrill, C.H., Sexton, S., Lee, S-J, & Gerde, C. (2008). Mathematics teachers' abilities to use and make sense of drawn representations. In *The International Conference of the Learning Sciences 2008: Proceedings of ICLS 2008*. Mahwah, NJ: International Society of the Learning Sciences.

Onwuegbuzie, A. J., & Teddlie, C. (2003). A framework for analyzing data in mixed methods research. In A. Tashakkori & Charles Teddlie (Eds.), *Handbook of mixed methods in social and behavioral research* (pp. 351-383). Thousand Oaks, CA: Sage.

Paavola, S., Lipponen, L., & Hakkarainen, K. (2002) Epistemological Foundations for CSCL: A Comparison of Three Models of Innovative Knowledge Communities. In G. Stahl, (Ed.) *Knowledge Creation Diffusion Utilization*, (vol.2 pp. 1-10). International Society of the Learning Sciences.

Palinscar, A. S., & Brown, A. L. (1984). Reciprocal Teaching of Comprehension-Fostering and Comprehension-Monitoring Activities. *Cognition and Instruction*, 1(2), 117-175.

Panaoura, A., Gagatsis, A., Deliyianni, E., & Elia, I. (2009). The structure of students' beliefs about the use of representations and their performance on the learning of fractions. *Educational Psychology*, 29(6), 713-728.

Panaoura, A., Gagatsis, A., Deliyianni, E., & Elia, I. (2010). A model on the cognitive and affective factors for the use of representations at the learning of decimals. *Educational Psychology*, 30(6), 713-734.

Paraskeva, F., Mysirlaki, S., Talanti, I. & Mpouta, H. (2009). Ne(x)t Generation Skills for Teachers' Professional Development: Applying a Learning Theory in 3d Learning Environment. *Proceedings The 2nd Annual Forum on e-Learning Excellence in the Middle East 2009*, e-TQM College, Dubai, UAE, 427-440.

Pea, R. (1993). Practices of Distributed Intelligence and Designs for Education. In G. Salomon (ed.), *Distributed Cognitions: Psychological and Educational Considerations*, (pp. 47-87). Cambridge: Cambridge University Press.

Pearn, C., & Stephens, M. (2004). Why you have to probe to discover what year 8 students really think about fractions. *Paper presented at the Mathematics Education for the Third Millennium: Towards 2010*, Townsville.

Pearn, C., Stephens, M., & Lewis, G. (2003). Assessing rational number knowledge in the middle years of schooling. In C. Australian Association of Mathematics Teachers (Ed.), *Mathematics - Making Waves* (pp. 170-178). Brisbane.

Perry, M. (2003). Distributed Cognition. In J.M. Carroll (Ed.) *HCI Models, Theories, and Frameworks: Toward an Interdisciplinary Science*. Morgan Kaufmann. pp. 193-223.

Petrakou, A. (2010). Interacting through avatars: Virtual worlds as a context for online education. *Computers & Education*, 54(4), 1020-1027.

Polya, G. (1957). *How to Solve it*. Princeton University Press.

Prasolova-Forland, E. (2002). Supporting awareness in education: overview and mechanisms. *Proceedings of the International Conference in Engineering Education*, Manchester, U.K , 18-21.

Prensky, M. (2003). Digital game-based learning. *ACM Computers in Entertainment*, 1(1), 21.

Rogoff, B. & Lave, J.(1988). *Everyday cognition: its development in social context*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Rogoff, B. (1990). *Apprenticeship in thinking: cognitive development in social context*. New York, NY: Oxford University Press.

Roschelle, J., (1990). Designing for conversations. Paper presented *at the AAAI Symposium on Knowledge-based environments for learning and teaching*. Stanford, CA, March 1990.

Rourke, L., Anderson, T., Garrison, D.R., & Archer, W. (1999). Assessing social presence in asynchronous, text-based computer conferencing. *Journal of Distance Education*, 14(3), 51-70.

Salomon, G. (1993). *Distributed Cognitions*. Cambridge University Press.

Salomon, G. (1996). *Distributed cognitions: Psychological and educational considerations*. Cambridge University Press.

Salt, B., Atkins, C., & Blackall, L. (2008). Engaging with Second Life : Real Education in a Virtual World Literature Review. *Education*, 1-99. The SLENZ Project for the New Zealand Tertiary Education Commission 2008.

Scardamalia, M. & Bereiter, C. (1994). Computer support for knowledge building communities. *The Journal of the Learning Sciences*, 1, 37-68.

Schmeil, A., & M.J. Eppler, M.J. (2008). Knowledge Sharing and Collaborative Learning in Second Life: A Classification of Virtual 3D Group Interaction Scripts. *Journal of Universal Computer Science* 15(3), 665-677.

Schoenfeld, A. (1985). *Mathematical Problem Solving*. New York: Academic Press. Retrieved from <http://jwilson.coe.uga.edu/emt725/PSSyn/Pssyn.html>.

Schoenfeld, A.H. (1994). Reflections on doing and teaching mathematics. In A. Schoenfeld (Ed.), *Mathematical Thinking and Problem Solving* (pp. 53-69). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Seeger, F. (1998). Representations in the Mathematical Classroom: Reflections and Constructions. In von F. Seeger, J. Voight & U. Waschescio (Eds.), *The culture of the mathematical classroom* (pp. 308-343). Cambridge: UP.

Seo, K.K., Byk, A., & Collins, C. (2011). *Cognitive Apprenticeship Inspired Simulations*, in *Information Resources Managements Association, Gaming and Simulations: Concepts, Methodologies, Tools and Applications* (pp. 346–358). IGI Global, London.

Sfard, A. (1998). On two metaphors for learning and the dangers of choosing just one. *Educational Researcher*, 2(2), 4-13.

Sfard, A. (2002). There is more to discourse than meets the ears: Looking at thinking as communicating to learn more about mathematical learning. In C. Kieran, E. Forman and A. Sfard (Eds.), *Learning discourse: Discursive approaches to research in mathematics education* (pp. 13-57). Dordrecht, Netherlands: Kluwer.

Sims, M. E., (2007). Reusable, Lifelike virtual human for mentoring and role-playing. *Computers and Education* 49, 75-92.

Simteach. (2008). Second Life Education Wiki. Retrieved from http://www.simteach.com/wiki/index.php?title=Second_Life_Wducation_Wiki.

Slavin, R.E. (1995). *Cooperative learning: Theory, research, and practice* (2nd ed.). Boston: Allyn & Bacon.

Soller, A. (2001). Supporting Social Interaction in an Intelligent Collaborative Learning System. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 12(1), 40-62.

Spiro, R. J., Feltovich, P. J., Jacobson, M. J., & Coulson, R. L. (1992). Cognitive flexibility, constructivism, and hypertext: Random access instruction for advanced knowledge acquisition in ill-structured domains. In T. M. Duffy & D. H. Jonassen (Eds.), *Constructivism and the technology of instruction: A conversation* (pp. 57-76). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Stahl G. (2002). Contributions to a theoretical framework for CSCL. In G. Stahl (Ed.), *Computer support for collaborative learning: foundations for a CSCL community, Cslc 2002 Proceedings* (pp. 62-71). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

- Stahl, G. (2006). *Group cognition: Computer support for building collaborative knowledge*. Cambridge, MA: MIT Press, available at: <http://www.cis.drexel.edu/faculty/gerry/mit/>.
- Stahl, G., & Hesse, F. (2008). The many levels of CSCL. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 3(1), 1-4.
- Stevens, V. (2006). Second Life in education and language learning. *TESL-EJ*, 10(3), 1-4.
- Streefland, L. (1991). *Realistic Mathematics Education in Primary School*. Utrecht: CD-b Press / Freudenthal Institute, Utrecht University.
- Streefland, L. (1993). Fractions: A Realistic Approach. In T. P. Carpenter, E. Fennema and T. A. Romberg (Eds.), *Rational Numbers: An Integration of Research* (pp. 326-289). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Srijbos, J.W., Martens, R.L., Jochems, W.M.G., & Broers, N.J. (2004). The effect of functional roles on perceived group efficiency: Using multilevel modeling and content analysis to investigate computer-supported collaboration in small groups. *Small Group Research*, 35, 195-229.
- Suthers, D. (1999). Representational Bias as Guidance for Learning Interactions: A Research Agenda. *Proceedings of the 9th World Conference on Artificial Intelligence in Education (AIED'97)*, Le Mans France.
- Tashakkori, A., & Teddlie, C. (1998). *Mixed methodology: Combining qualitative and quantitative approaches*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Tashakkori, A., & Teddlie, C. (2003). *Handbook of mixed methods in social and behavioral research*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- The New Media Consortium and the EDUCAUSE Learning Initiative. (2007). The Horizon Report. Retrieved from http://www.nmc.org/pdf/2007_Horizon_Report.pdf.

Treffers, A. (1987). *Three Dimensions. A Model of Goal and Theory Description in Mathematics Instruction – The Wiskobas Project*. Reidel Publishing Company, Dordrecht, The Netherlands.

Treffers, A. (1991). Realistic mathematics education in The Netherlands 1980-1990. In L. Streefland (Ed.), *Realistic mathematics education in primary school* (pp. 11-20). Utrecht, The Netherlands: Freudenthal Institute.

Treffers, A. & Goffree, F. (1985). Rational analysis of realistic mathematics education – The Wiskobas program. In L. Streefland (Ed.), *Proceedings of the 9th annual conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 2, pp. 97-121). Utrecht, the Netherlands: PME.

Tschan, F. (1995). Communication enhances small group performance if it conforms to task requirements: the concept of ideal communication cycles. *Basic and Applied Social Psychology*, 17(3), 371–393.

Tschan, F. (2002). Ideal cycles of communication (or cognition) in triads, dyads, and individuals. *Small Group Research*, 33(6), 615–643.

Turkle, S., & Papert, S. (1991). Epistemological pluralism and the revaluation of the concrete. In I. Harel & S. Papert (Eds.), *Constructionism* (pp. 161-191):. Norwood, NJ: Ablex.

Urban, R., Murty, P., & Twidale, M. (2007). A Second Life for Your Museum: 3D – Multi-User Virtual Environments and Museums: *Proceedings of the Museum and the Web Conference 2007*, in San Francisco, California.

Van den Heuvel-Panhuizen, M. (2001). Realistic Mathematics Education in the Netherlands. In J. Anghileri (Ed.), *Principles and Practices in Arithmetic Teaching: Innovative Approaches for the Primary Classroom* (pp. 49-63). Buckingham/Philadelphia: Open University Press.

Van Hiele, P.M. (1986). *Structure and insight*. Orlando, Florida: Academic Press.

Van Manen, M. (1990). *Researching Lived Experience: Human Science for Action Sensitive Pedagogy*. State university of New York Press, Albany, New York.

Van Zoest, L., Jones, G. & Thornton, C. (1994). Beliefs about mathematics teaching held by pre-service teachers involved in a first grade mentorship program. *Mathematics Education Research Journal*, 6 (1), 37-55.

VanLehn, K., & Brown, J. S. (1980). Planning nets: A representation for formalizing analogies and semantic models for procedural skills. In R. E. Snow, P. A. Federico, & W. E. Montague (Eds.), *Aptitude learning and instruction* (Vol. 2): *Cognitive process analyses of learning and problem solving*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Veerman, A. L. & Treasure-Jones, T. (1999). Software for problem solving through collaborative argumentation. In P. Coirier & J. E. B. Andriessen (Eds.), *Foundations of argumentative text processing* (pp.203-230). Amsterdam: University Press, the Netherlands.

Vergnaud, G. (1996). The theory of conceptual fields. In L. Steffe, P. Nesher, P. Cobb, G. Goldin, B. Greer, (Eds.), *Theories of Mathematical Learning* (pp. 221-238). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Vygotsky, L. S. (1987). The Collected Works of L. S. Vygotsky. In R. W. Rieber & A. S. Carton (Eds.), *Problems of General Psychology*. NY: Plenum Press.

Vygotsky, L.S. (1978). *Mind and society: The development of higher mental processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Wann, J.P. & Mon-Williams, M. (1996). What does Virtual Reality NEED? Human factors issues in the design of 3D computer environments. *International Journal of Human Computer Studies*, 44, 829-847.

Warburton, St. (2009). Second Life in higher education: Assessing the potential for and the barriers to deploying virtual worlds in learning and teaching. *British Journal of Educational Technology*, 40(3), 414-426.

Wasson, B. (1998). Identifying Coordination Agents for Collaborative Telelearning. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, (9), 275-299.

Weinberger, A. (2003). *Scripts for computer-supported collaborative learning. Effects of social and epistemic collaboration scripts on collaborative knowledge construction* (Doctoral thesis). Ludwig-Maximilian University, Munich. Available at: http://edoc.ub.unimuenchen.de/archive/00001120/01/Weinberger_Armin.pdf.

Weinberger, A., Ertl, B., Fischer, F., & Mandl, H. (2005). Epistemic and social scripts in computer-supported collaborative learning. *Instructional Science*, 33(1), 1-30.

Weinberger, A., Fischer, F., & Mandl, H. (2002). Fostering computer supported collaborative learning with cooperation scripts and scaffolds. In G. Stahl (Ed.), *Computer support for collaborative learning: foundations for a CSCL community. Proceedings of the International Conference on Computer Support for Collaborative Learning (CSCL)* (pp. 573-574). Boulder, CO.

Weinberger, A., Stegmann, K., & Fischer, F. (2007). Knowledge convergence in collaborative learning: Concepts and assessment. *Learning & Instruction*, 17, 416-426.

Wenger, E. (1998). *Communities of practice: Learning, meaning, and identity*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Wessner, M., & Pfister, H.-R. (2001). Group formation in computer-supported collaborative learning. *Proceedings of the 2001 International ACM SIGGROUP Conference on Supporting Group Work* (pp. 24-31), Boulder, Colorado, USA, ACM Press.

White, B. Y. (1984). Designing computer games to help physics students understand Newton's laws of motion. *Cognition and instruction*, 1(1), 69-108.

Yelland, N., & Masters, J. (2007). Rethinking scaffolding in the information age. *Computers & Education*, 48, 362-382.

Youngblut, C. (1998). *Educational uses of virtual reality technology* (Technical Report No. IDA Document D-2128), Institute for Defence Analyses. Retrieved from <http://www.hitl.washington.edu/scivw/youngblut-edvr/D2128.pdf>

Zhang, J., & Norman, D.A. (1994). Representations in distributed cognitive tasks. *Cognitive Science*, 18, 87-122.

Zhang, J., & Norman, D.A. (1995). A representational analysis numeration systems. *Cognition* 57, 271-295.

ΕΛΛΗΝΟΓΛΩΣΣΕΣ

Cohen, L., & Manion, L. (1994). *Μεθοδολογία Εκπαιδευτικής Έρευνας*. Αθήνα:Μεταίχμιο

Κόμης Β., Αβούρης Ν. & Κατσάνος Χ., (2007). *Συστήματα και Εργαλεία Υποστήριξης της συνεργασίας, στο Εισαγωγή στη Συνεργασία Υποστηριζόμενη από Υπολογιστή: Συστήματα και Μοντέλα Συνεργασίας για Εργασία, Μάθηση, Κοινότητες Πρακτικής και Δημιουργία Γνώσης*, Εκδόσεις Κλειδάριθμος , available at: <http://karagian.users.uth.gr/cscl/>

Μπούτα Χ., Παρασκευά Φ., & Ρετάλης Σ. (2010). Ο CoSy_World και ένα διδακτικό μοντέλο σε ένα 3D περιβάλλον για την υποστήριξη της CSCL στο μάθημα των μαθηματικών στο δημοτικό σχολείο. *Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή, Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, Κόρινθος.

Streefland, L. (2000). *Ρεαλιστικά Μαθηματικά στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση*, Streefland L., Μεταφραστική επιμέλεια: Ευγενία Κολέζα.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

ΟΙ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ 2, 3, 4 ΚΑΙ ΟΙ ΟΔΗΓΙΕΣ ΠΟΥ ΔΟΘΗΚΑΝ ΣΤΟΥΝ ΜΑΘΗΤΕΣ ΜΕΣΑ ΑΠΟ ΤΗ ΣΕΛΙΔΑ WEB

Εκδρομή 1^η – Αρχαία Ελλάδα

Έχουμε μια καταπληκτική εκδρομή 8 ημερών για ... αρχαία Ελλάδα... Το πακέτο περιλαμβάνει (για το κάθε άτομο):

- Εισιτήρια (αεροπορικά αλλά και διάφορα άλλα έξοδα μετακίνησης για όλες τις μέρες): 228 Ευρώ
- Έξοδα διαμονής: 76 Ευρώ τη βραδιά
- Έξοδα για πρωινό: 4,5 Ευρώ την ημέρα
- Έξοδα για φαγητό: 48 Ευρώ την ημέρα

Προσπάθησε να βρεις πόσα χρήματα θα χρειαστείτε όλοι μαζί για την εκδρομή αυτή.

Στη συνέχεια βρες τι ποσό θα σου περισσέψει από τα 40800 Ευρώ που έχετε στη διάθεσή σας από το Σύλλογο Γονέων.

Για να βοηθηθείς, να θυμάσαι ότι:

Βήμα 1^ο: πρέπει να καταλάβουμε το πρόβλημα

Αυτό σημαίνει ότι:

1. Διαβάζουμε προσεκτικά το πρόβλημα
2. Κοιτάζουμε με προσοχή τι στοιχεία μας δίνει και τι μας ζητάει.

Δηλαδή, ποια είναι τα δεδομένα του προβλήματος και ποια τα ζητούμενα.

Πρέπει επίσης, να σκεφτούμε σχετικά με το πώς συνδέονται τα δεδομένα του προβλήματος με τα ζητούμενα

- ***Ο πίνακας 1 που έχεις στο φύλλο εργασίας ίσως σε βοηθήσει να καταλάβεις καλύτερα το πρόβλημα***

Βήμα 2^ο: προσπαθούμε να σκεφτούμε πώς θα το λύσουμε

- ***Σχεδίασε στη 2^η σελίδα του φύλλου εργασίας που έχεις μπροστά σου τον τρόπο που σκέφτεσαι να το λύσεις***
- ***Προσπάθησε να σκεφτείς με το μυαλό σου περίπου πόσα χρήματα θα χρειαστεί το κάθε άτομο.***
- ***Δες μήπως ο πίνακας 2 του φύλλου εργασίας σε βοηθήσει να κάνεις υπολογισμούς βρίσκοντας «περίπου» τι χρήματα θα χρειαστεί το κάθε άτομο.***

Βήμα 3^ο: το λύνουμε με τον τρόπο που σκεφτήκαμε

- *Γράψε στην τρίτη σελίδα του φύλλου εργασίας τον τρόπο λύσης που σκέφτηκες.*
- *Αν δυσκολεύεσαι δεξ στη σελίδα 3 του φυλλαδίου τι έκανε ένας συμμαθητής σου και κάνε κι εσύ το ίδιο.*

Βήμα 4^ο: είναι καλό να ξαναδούμε και να επανεξετάσουμε τη λύση

- *Ξανακοιτάζω το πρόβλημα και επανεξετάζω τη λύση που έδωσα.*

Εκδρομή 2^η – ταξίδι στο2040

Προτείνουμε ταξίδι 10 ημερών με προορισμό το 2040 ... ένα ταξίδι δηλαδή στο μέλλον που περιλαμβάνει (για το κάθε άτομο):

- Εισιτήρια (αεροπορικά αλλά και διάφορα άλλα έξοδα μετακίνησης για όλες τις μέρες): 326 Ευρώ
- Έξοδα διαμονής: 123 Ευρώ τη βραδιά
- Έξοδα για πρωινό: 7,25 Ευρώ την ημέρα
- Έξοδα για φαγητό: 82 Ευρώ την ημέρα

Προσπάθησε να βρεις πόσα χρήματα θα χρειαστείτε όλοι μαζί για την εκδρομή αυτή.

Στη συνέχεια βρες τι ποσό θα σου περισσέψει από τα 40800 Ευρώ που έχετε στη διάθεσή σας από το Σύλλογο Γονέων.

Για να βοηθηθείς, να θυμάσαι ότι:

Βήμα 1^ο: πρέπει να καταλάβουμε το πρόβλημα

Αυτό σημαίνει ότι:

1. Διαβάζουμε προσεκτικά το πρόβλημα
2. Κοιτάζουμε με προσοχή τι στοιχεία μας δίνει και τι μας ζητάει.

Δηλαδή, ποια είναι τα δεδομένα του προβλήματος και ποια τα ζητούμενα.

Πρέπει επίσης, να σκεφτούμε σχετικά με το πώς συνδέονται τα δεδομένα του προβλήματος με τα ζητούμενα

- ***Ο πίνακας 1 που έχεις στο φύλλο εργασίας ίσως σε βοηθήσει να καταλάβεις καλύτερα το πρόβλημα***

Βήμα 2^ο: προσπαθούμε να σκεφτούμε πώς θα το λύσουμε

- ***Σχεδίασε στη 2^η σελίδα του φύλλου εργασίας που έχεις μπροστά σου τον τρόπο που σκέφτεσαι να το λύσεις***
- ***Προσπάθησε να σκεφτείς με το μυαλό σου περίπου πόσα χρήματα θα χρειαστεί το κάθε άτομο.***
- ***Δες μήπως ο πίνακας 2 του φύλλου εργασίας σε βοηθήσει να κάνεις υπολογισμούς βρίσκοντας «περίπου» τι χρήματα θα χρειαστεί το κάθε άτομο.***

Βήμα 3^ο: το λύνουμε με τον τρόπο που σκεφτήκαμε

- *Γράψε στην τρίτη σελίδα του φύλλου εργασίας τον τρόπο λύσης που σκέφτηκες.*
- *Αν δυσκολεύεσαι δεξ στη σελίδα 3 του φυλλαδίου τι έκανε ένας συμμαθητής σου και κάνε κι εσύ το ίδιο.*

Βήμα 4^ο: είναι καλό να ξαναδούμε και να επανεξετάσουμε τη λύση

- *Ξανακοιτάζω το πρόβλημα και επανεξετάζω τη λύση που έδωσα.*

Εκδρομή 3^η – Αρχαίο Κάιρο

Έχουμε κι ένα άλλο πακέτο που θα σας ταξιδέψει στο αρχαίο Κάιρο για 8 μέρες. Περιλαμβάνει (για το κάθε άτομο) τα εξής:

- Εισιτήρια (αεροπορικά αλλά και διάφορα άλλα έξοδα μετακίνησης για όλες τις μέρες): 235 Ευρώ
- Έξοδα διαμονής: 57 Ευρώ τη βραδιά
- Έξοδα για πρωινό: 5,3 Ευρώ την ημέρα
- Έξοδα για φαγητό: 52 Ευρώ την ημέρα

Προσπάθησε να βρεις πόσα χρήματα θα χρειαστείτε όλοι μαζί για την εκδρομή αυτή.

Στη συνέχεια βρες τι ποσό θα σου περισσέψει από τα 40800 Ευρώ που έχετε στη διάθεσή σας από το Σύλλογο Γονέων.

Για να βοηθηθείς, να θυμάσαι ότι:

Βήμα 1^ο: πρέπει να καταλάβουμε το πρόβλημα

Αυτό σημαίνει ότι:

1. Διαβάζουμε προσεκτικά το πρόβλημα
2. Κοιτάζουμε με προσοχή τι στοιχεία μας δίνει και τι μας ζητάει.

Δηλαδή, ποια είναι τα δεδομένα του προβλήματος και ποια τα ζητούμενα.

Πρέπει επίσης, να σκεφτούμε σχετικά με το πώς συνδέονται τα δεδομένα του προβλήματος με τα ζητούμενα

- ***Ο πίνακας 1 που έχεις στο φύλλο εργασίας ίσως σε βοηθήσει να καταλάβεις καλύτερα το πρόβλημα***

Βήμα 2^ο: προσπαθούμε να σκεφτούμε πώς θα το λύσουμε

- ***Σχεδίασε στη 2^η σελίδα του φύλλου εργασίας που έχεις μπροστά σου τον τρόπο που σκέφτεσαι να το λύσεις***
- ***Προσπάθησε να σκεφτείς με το μυαλό σου περίπου πόσα χρήματα θα χρειαστεί το κάθε άτομο.***
- ***Δες μήπως ο πίνακας 2 του φύλλου εργασίας σε βοηθήσει να κάνεις υπολογισμούς βρίσκοντας «περίπου» τι χρήματα θα χρειαστεί το κάθε άτομο.***

Βήμα 3^ο: το λύνουμε με τον τρόπο που σκεφτήκαμε

- *Γράψε στην τρίτη σελίδα του φύλλου εργασίας τον τρόπο λύσης που σκέφτηκες.*
- *Αν δυσκολεύεσαι δεξ στη σελίδα 3 του φυλλαδίου τι έκανε ένας συμμαθητής σου και κάνε κι εσύ το ίδιο.*

Βήμα 4^ο: είναι καλό να ξαναδούμε και να επανεξετάσουμε τη λύση

- *Ξανακοιτάζω το πρόβλημα και επανεξετάζω τη λύση που έδωσα.*

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

Φύλλο εργασίας 1

Όνομα: _____ Τάξη: _____

Σχολείο: _____

Ημερομηνία: _____

Εκδρομή 1^η – Αρχαία Ελλάδα

Βήμα 1^ο: Πρέπει να καταλάβουμε το πρόβλημα.

Ο παρακάτω πίνακας ίσως σε βοηθήσει να καταλάβεις καλύτερα το πρόβλημα σημειώνοντας ποια από τα παρακάτω στοιχεία είναι κατά τη γνώμη σου δεδομένα του προβλήματος, ποια ζητούμενα και ποια αποτελούν συνθήκη ή συνθήκες του προβλήματος:

	δεδομένα	ζητούμενα	συνθήκη
Διαθέσιμο ποσό χρημάτων			
Εισιτήρια (για τον καθένα)			
Έξοδα διαμονής (για τον καθένα)			
Έξοδα για πρωινό (για τον καθένα)			
Έξοδα για φαγητό (για τον καθένα)			
Χρήματα που θα χρειαστείτε για την εκδρομή (όλοι μαζί)			
X- είναι τα χρήματα που θα χρειαστείτε όλοι μαζί για την εκδρομή με βάση τα παραπάνω έξοδα			

<p>Ψ- είναι τα χρήματα που θα σας περισσέψουν από τα 40. 800 Ευρώ που έχετε στη διάθεσή σας</p>			
---	--	--	--

Πίνακας 1: Δεδομένα, ζητούμενα, συνθήκες.

Βήμα 2^ο: Προσπαθούμε να σκεφτούμε πώς θα το λύσουμε.

- Σχεδιάσε τον τρόπο που σκέφτεσαι να το λύσεις.

- Δες μήπως ο πίνακας 2 σε βοηθήσει να κάνεις υπολογισμούς βρίσκοντας «περίπου» τι χρήματα θα χρειαστεί το κάθε άτομο.

Πίνακας εξόδων ταξιδιού				
	για 1 ημέρα	για 2 ημέρες	για 4 ημέρες	για 8 ημέρες
διαμονή				
πρωινό				
φαγητό				
Εισιτήρια				230 Ε
Συνολικά έξοδα				

Πίνακας 2: Πίνακας εύρεσης προσεγγιστικής λύσης.

Βήμα 3^ο: Το λύνουμε με τον τρόπο που σκεφτήκαμε.

- Ένας συμμαθητής σου συμπλήρωσε με ακρίβεια τον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας εξόδων ταξιδιού				
	για 1 ημέρα	για 2 ημέρες	για 4 ημέρες	για 8 ημέρες
διαμονή				
πρωινό				
φαγητό				
Εισιτήρια				228 Ε
Συνολικά έξοδα				Χ
Χρήματα που θα περισσέψουν				Ψ

Πίνακας 3: Πίνακας εύρεσης αποτελεσμάτων με ακρίβεια.

Βήμα 4^ο: Είναι καλό να ξαναδούμε και να επανεξετάσουμε τη λύση.

- Ξανακοιτάζουμε το πρόβλημα και επανεξετάζουμε τη λύση που δώσαμε.
- τα αποτελέσματα που βρήκες είναι «κοντά» στα αποτελέσματα που έδωσες στον πίνακα 2, όταν σκέφτηκες «κατά προσέγγιση»;

.....

.....

.....

Φύλλο εργασίας 2

Όνομα: _____ Τάξη: _____

Σχολείο: _____

Ημερομηνία: _____

Εκδρομή 2^η – ταξίδι στο2040

Βήμα 1^ο: Πρέπει να καταλάβουμε το πρόβλημα.

Ο παρακάτω πίνακας ίσως σε βοηθήσει να καταλάβεις καλύτερα το πρόβλημα σημειώνοντας ποια από τα παρακάτω στοιχεία είναι κατά τη γνώμη σου δεδομένα του προβλήματος, ποια ζητούμενα και ποια αποτελούν συνθήκη ή συνθήκες του προβλήματος:

	δεδομένα	ζητούμενα	συνθήκη
Διαθέσιμο ποσό χρημάτων			
Εισιτήρια (για τον καθένα)			
Έξοδα διαμονής (για τον καθένα)			
Έξοδα για πρωινό (για τον καθένα)			
Έξοδα για φαγητό (για τον καθένα)			
Χρήματα που θα χρειαστείτε για την εκδρομή (όλοι μαζί)			
Χ- είναι τα χρήματα που θα χρειαστείτε όλοι μαζί για την εκδρομή με βάση τα παραπάνω έξοδα			

Ψ- είναι τα χρήματα που θα σας περισσέψουν από τα 40. 800 Ευρώ που έχετε στη διάθεσή σας			
--	--	--	--

Πίνακας 1: Δεδομένα, ζητούμενα, συνθήκες.

Βήμα 2^ο: Προσπαθούμε να σκεφτούμε πώς θα το λύσουμε.

- Σχεδιάσε τον τρόπο που σκέφτεσαι να το λύσεις.

- Δες μήπως ο πίνακας 2 σε βοηθήσει να κάνεις υπολογισμούς βρίσκοντας «περίπου» τι χρήματα θα χρειαστεί το κάθε άτομο.

Πίνακας εξόδων ταξιδιού					
	για 1 ημέρα	για 2 ημέρες	για 4 ημέρες	για 8 ημέρες	για 10 ημέρες
διαμονή					
πρωινό					
φαγητό					
Εισιτήρια					330 Ευρώ
Συνολικά έξοδα					

Πίνακας 2: Πίνακας εύρεσης προσεγγιστικής λύσης.

Βήμα 3^ο: Το λύνουμε με τον τρόπο που σκεφτήκαμε.

- Ένας συμμαθητής σου συμπλήρωσε με ακρίβεια τον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας εξόδων ταξιδιού					
	για 1 ημέρα	για 2 ημέρες	για 4 ημέρες	για 8 ημέρες	για 10 ημέρες
διαμονή					
πρωινό					
φαγητό					
Εισιτήρια					326 Ευρώ
Συνολικά έξοδα					Χ
Χρήματα που θα περισσέψουν					Ψ

Πίνακας 3: Πίνακας εύρεσης αποτελεσμάτων με ακρίβεια.

Βήμα 4^ο: Είναι καλό να ξαναδούμε και να επανεξετάσουμε τη λύση.

- Ξανακοιτάζουμε το πρόβλημα και επανεξετάζουμε τη λύση που δώσαμε.
- τα αποτελέσματα που βρήκες είναι «κοντά» στα αποτελέσματα που έδωσες στον πίνακα 2, όταν σκέφτηκες «κατά προσέγγιση»;

.....

.....

.....

Φύλλο εργασίας 3

Όνομα: _____ Τάξη: _____

Σχολείο: _____

Ημερομηνία: _____

Εκδρομή 1^η – Αρχαίο Κάιρο

Βήμα 1^ο: Πρέπει να καταλάβουμε το πρόβλημα.

Ο παρακάτω πίνακας ίσως σε βοηθήσει να καταλάβεις καλύτερα το πρόβλημα σημειώνοντας ποια από τα παρακάτω στοιχεία είναι κατά τη γνώμη σου δεδομένα του προβλήματος, ποια ζητούμενα και ποια αποτελούν συνθήκη ή συνθήκες του προβλήματος:

	δεδομένα	ζητούμενα	συνθήκη
Διαθέσιμο ποσό χρημάτων			
Εισιτήρια (για τον καθένα)			
Έξοδα διαμονής (για τον καθένα)			
Έξοδα για πρωινό (για τον καθένα)			
Έξοδα για φαγητό (για τον καθένα)			
Χρήματα που θα χρειαστείτε για την εκδρομή (όλοι μαζί)			
X- είναι τα χρήματα που θα χρειαστείτε όλοι μαζί για την εκδρομή με βάση τα παραπάνω έξοδα			

Ψ- είναι τα χρήματα που θα σας περισσέψουν από τα 40. 800 Ευρώ που έχετε στη διάθεσή σας			
--	--	--	--

Πίνακας 1: Δεδομένα, ζητούμενα, συνθήκες.

Βήμα 2^ο: προσπαθούμε να σκεφτούμε πώς θα το λύσουμε

- Σχεδίασε τον τρόπο που σκέφτεσαι να το λύσεις.

- Δες μήπως ο πίνακας 2 σε βοηθήσει να κάνεις υπολογισμούς βρίσκοντας «περίπου» τι χρήματα θα χρειαστεί το κάθε άτομο.

Πίνακας εξόδων ταξιδιού				
	για 1 ημέρα	για 2 ημέρες	για 4 ημέρες	για 8 ημέρες
διαμονή				
πρωινό				
φαγητό				
Εισιτήρια				235 Ευρώ
Συνολικά έξοδα				

Πίνακας 2: Πίνακας εύρεσης προσεγγιστικής λύσης.

Βήμα 3^ο: το λύνουμε με τον τρόπο που σκεφτήκαμε

- Ένας συμμαθητής σου συμπλήρωσε με ακρίβεια τον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας εξόδων ταξιδιού				
	για 1 ημέρα	για 2 ημέρες	για 4 ημέρες	για 8 ημέρες
διαμονή				
πρωινό				
φαγητό				
Εισιτήρια				235 Ευρώ
Συνολικά έξοδα				X
Χρήματα που θα περισσέψουν				Ψ

Πίνακας 3: Πίνακας εύρεσης αποτελεσμάτων με ακρίβεια.

Βήμα 4^ο: είναι καλό να ξαναδούμε και να επανεξετάσουμε τη λύση

- Ξανακοιτάζουμε το πρόβλημα και επανεξετάζουμε τη λύση που δώσαμε.
- τα αποτελέσματα που βρήκες είναι «κοντά» στα αποτελέσματα που έδωσες στον πίνακα 2, όταν σκέφτηκες «κατά προσέγγιση»;

.....

.....

.....

Φύλλο εργασίας 4

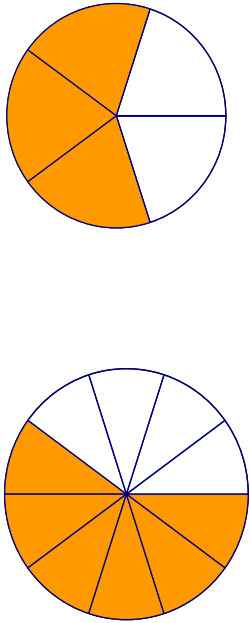
Όνομα: _____ Τάξη: _____

Σχολείο: _____

Ημερομηνία: _____

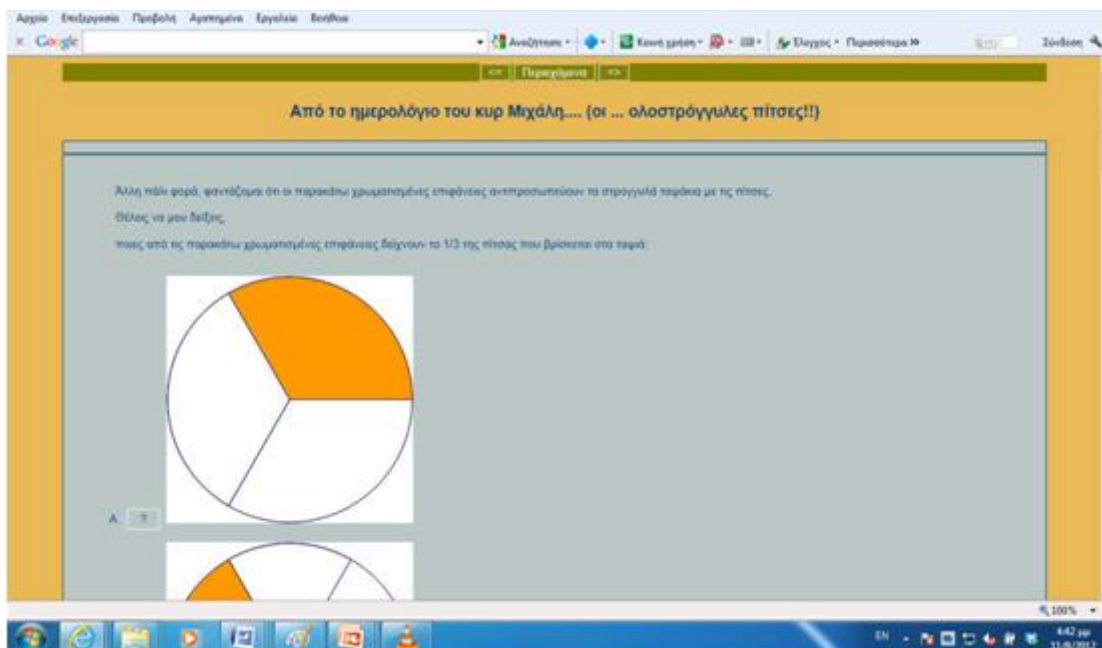
Κοντά στην πυραμίδα

Συμπλήρωνε τον παρακάτω πίνακα:

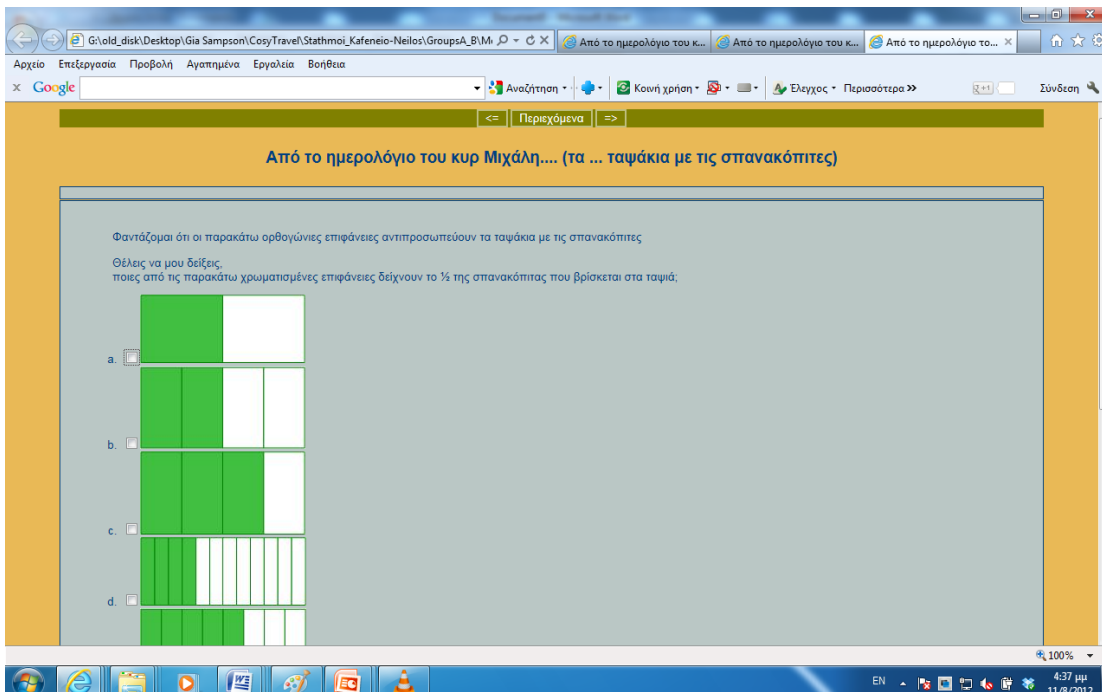
Στήλη Α	Στήλη Β (με εικόνα)	Στήλη Γ (με λόγια...)
$1/2 > 1/4$		
		
		Δύο φίλοι έφαγαν από την ίδια σοκολάτα. Ο ένας έφαγε τα $1/4$ της σοκολάτας κι ο άλλος το $1/2$ της σοκολάτας. Ποιος έφαγε την περισσότερη σοκολάτα και πόσο περισσότερη από τον άλλον;

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΙΣ ΟΜΑΔΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ 5, 6, 7 ΠΟΥ ΔΟΘΗΚΑΝ ΣΤΟΥΝ ΜΑΘΗΤΕΣ ΜΕΣΑ ΑΠΟ ΤΗ ΣΕΛΙΔΑ WEB



Δραστηριότητα ομάδας 5: Από το ημερολόγιο του κυρ Μιχάλη (οι... ολοστρόγγυλες πίτσες).



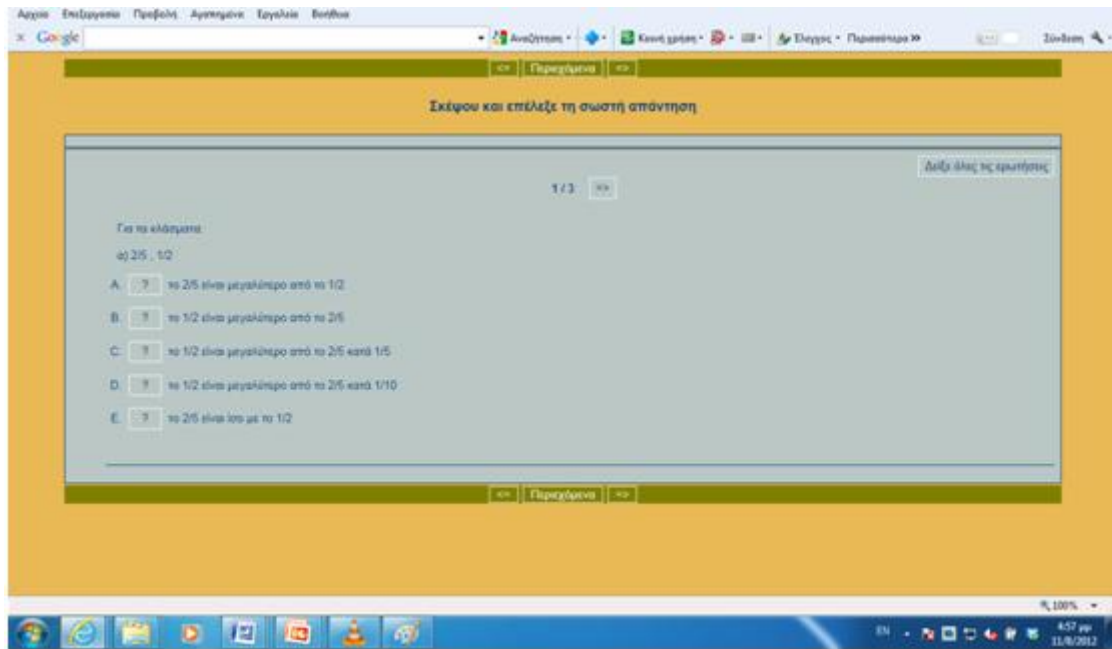
Δραστηριότητα ομάδας 6: Από το ημερολόγιο του κυρ Μιχάλη (τα... ταψάκια με τις σπανακόπιτες).



Δραστηριότητα ομάδας 7: Από το ημερολόγιο του κυρ Μιχάλη (τα... μακρουλά λουκούμια).



Δραστηριότητα ομάδας 9: Οι σωροί με τα βότσαλα.



Δραστηριότητα ομάδας 8: Επέλεξε τη σωστή απάντηση.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4

Αρχείο Επεξεργασία Προβολή Αγαπημένα Εργαλεία Βοήθεια

x Google Αναζήτηση

Στο καφέ.....

Ο κυρ Μιχάλης πίσω από τον πάγκο κοιτάζει στα μικρά ταψάκια με τις πίτσες, με τις στρογγυλές τυρόπιτες και τις λουρίδες των λουκουμιών που έχει μπροστά του και σκέφτεται... ανάμεσα στα δόντια του ακούγεται να λέει:

.... $1/2 + 1/3$ τι πιστεύεις ότι μπορεί να σκέφτεται; Τι να ψάχνει να βρει!!..

1. Γράψε σε ένα φύλλο χαρτί τι πρόβλημα ή τι προβλήματα μπορεί να προκύπτουν μέσα από αυτά που φαίνεται να σκέφτεται ο κυρ Μιχάλης....
2. Στη συνέχεια προσπάθησε να επιλύσεις το πρόβλημα ή τα προβλήματα που μόλις εξέφρασες...



Βοήθεια:

Πιθανό πρόβλημα που βρίσκεται στη σκέψη του κυρ Μιχάλη:

Το πρόβλημα του κυρ Μιχάλη

Ο κυρ Μιχάλης θυμάται ότι πριν λίγο πέρασαν από εκεί 2 παιδιά και το ένα παρήγγειλε την μισή πίτσα από το μικρό ταψάκι ενώ για το άλλο παιδί έκοψε το $1/3$ από το διπλανό ίδιο ταψάκι. Τώρα σκέφτεται, πόση πίτσα έφαγαν συνολικά τα δύο παιδιά;

Παράδειγμα: Για να κάνουν τα παιδιά τις δικές τους υποθέσεις...

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

Όνομα: _____ Τάξη: _____

Σχολείο: _____

Ημερομηνία: _____

1. Πιστεύεις ότι τα κλάσματα τα χρησιμοποιούμε στην καθημερινή μας ζωή; Αν ναι, γράψε μερικές εκφράσεις που να στηρίζουν την άποψή σου.

2. Εξήγησε αναλυτικά και με όποιον τρόπο νομίζεις, τι σημαίνει το κλάσμα $\frac{3}{4}$.

3. Προσπάθησε να φτιάξεις ένα πρόβλημα που να έχει σαν απάντηση το κλάσμα $\frac{2}{8}$.

4. Εξήγησε αναλυτικά και με όποιον τρόπο νομίζεις τι σημαίνει το κλάσμα $\frac{2}{3}$.

5. Προσπάθησε να φτιάξεις ένα πρόβλημα που να έχει σαν απάντηση το κλάσμα $\frac{4}{6}$.

6. Εξήγησε αναλυτικά και με όποιον τρόπο νομίζεις τι σημαίνει το κλάσμα $\frac{3}{5}$.

7. Προσπάθησε να φτιάξεις ένα πρόβλημα που να έχει σαν απάντηση το κλάσμα $\frac{6}{10}$.

8. Υπάρχει κάποια σχέση ανάμεσα στα κλάσματα $\frac{1}{2}$ και $\frac{1}{8}$; Προσπάθησε να εξηγήσεις την απάντησή σου με δικά σου λόγια.

9. Υπάρχει κάποια σχέση ανάμεσα στα κλάσματα $1/10$ και $1/5$; Προσπάθησε να εξηγήσεις την απάντησή σου με δικά σου λόγια.

10. Υπάρχει κάποια σχέση ανάμεσα στα κλάσματα $1/3$ και $1/6$; Προσπάθησε να το εξηγήσεις με δικά σου λόγια.

11. Ποιο από τα παρακάτω κλάσματα είναι το μεγαλύτερο και πόσο μεγαλύτερο από το άλλο; Εξήγησε την απάντησή σου

- $3/4$, $1/2$

- $2/5$, $3/5$

- $1/2, 2/4$

- $1/3, 1/4$

- $2/5, 1/2$

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 6

Οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου αναφέρονται στα εξής:

Ερώτηση 1: πρόκειται για μια γενική ερώτηση για αυτό το κριτήριο αυτό ονομάζεται **G (G= general)**.

Ερωτήσεις 2,3: αναφέρονται στις βασικές κατανοήσεις που μπορεί οι μαθητές να έχουν σχετικά με τα κλάσματα $\frac{3}{4}$ και $\frac{2}{8}$ (δηλαδή αφορά στην κατανόηση των πολλαπλασίων ή υποπολλαπλασίων του κλάσματος $\frac{1}{2}$). Εδώ, χρησιμοποιούνται τα κριτήρια **C1a και C1b (C-comprehension, 1- αναφέρεται στο κλάσμα $\frac{1}{2}$ και στα πολλαπλάσια ή τα υποπολλαπλάσιά του, a-για το $\frac{3}{4}$, b-για το $\frac{2}{8}$)**.

Ερωτήσεις 4,5: αναφέρονται στις βασικές κατανοήσεις που μπορεί οι μαθητές να έχουν σχετικά με τα κλάσματα $\frac{2}{3}$ και $\frac{4}{6}$ (δηλαδή αφορά στην κατανόηση των πολλαπλασίων ή υποπολλαπλασίων του κλάσματος $\frac{1}{3}$). Εδώ, χρησιμοποιούνται τα κριτήρια **C2a και C2b (C-comprehension, 2- αναφέρεται στο κλάσμα $\frac{1}{3}$ και στα πολλαπλάσια ή τα υποπολλαπλάσιά του, a- για το $\frac{2}{3}$, b-για το $\frac{4}{6}$)**.

Ερωτήσεις 6,7: αναφέρονται στις βασικές κατανοήσεις που μπορεί οι μαθητές να έχουν σχετικά με τα κλάσματα $\frac{3}{5}$ και $\frac{6}{10}$ (δηλαδή αφορά στην κατανόηση των πολλαπλασίων ή υποπολλαπλασίων του κλάσματος $\frac{1}{5}$). Εδώ, χρησιμοποιούνται τα κριτήρια **C2a και C2b (C-comprehension, 2- αναφέρεται στο κλάσμα $\frac{3}{5}$ και στα πολλαπλάσια ή τα υποπολλαπλάσιά του, a- για το $\frac{3}{5}$, b-για το $\frac{6}{10}$)**.

Ερωτήσεις 8,9,10: αναφέρονται στις βασικές κατανοήσεις που μπορεί οι μαθητές να έχουν σχετικά με τις σχέσεις των κλασμάτων που είναι πολλαπλάσια ή υποπολλαπλάσια των $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{5}$. Εδώ, χρησιμοποιούνται τα κριτήρια **R1, R2, R3 (R- relationship, 1- αναφέρεται στα πολλαπλάσια ή τα υποπολλαπλάσιά του $\frac{1}{2}$, 2- αναφέρεται στα πολλαπλάσια ή τα υποπολλαπλάσιά του του $\frac{1}{3}$, 3- αναφέρεται στα πολλαπλάσια ή τα υποπολλαπλάσιά του $\frac{1}{5}$)**.

Ερώτηση 11: αναφέρεται στις βασικές κατανοήσεις που μπορεί οι μαθητές να έχουν σχετικά με τις σχέσεις των κλασμάτων που ανήκουν σε διαφορετικές κατηγορίες (πολλαπλάσια ή υποπολλαπλάσια του $\frac{1}{2}$, του $\frac{1}{3}$ και του $\frac{1}{5}$). Συγκεκριμένα,

αναφέρεται στη σύγκριση αυτών των κλασμάτων (μεγαλύτερο, μικρότερο και πόσο). Το κριτήριο αυτό ονομάζεται **RC (RC- relationship, calculate)**. Σχηματίζω επίσης, τα επιμέρους κριτήρια: **RC1a, RC1b, RC3a, RC2_1, RC3_1**, αξιοποιώντας και τους παραπάνω συμβολισμούς.

Έτσι για παράδειγμα, **RC1** - αναφέρεται στη σχέση που έχουν μεταξύ τους δύο κλάσματα τα οποία είναι πολλαπλάσια ή υποπολλαπλάσια της πρώτης κατηγορίας κλασμάτων όπως την περιέγραφα προηγουμένως. Δηλαδή του 1/2. Επίσης, εδώ ζητείται να απαντηθεί και το πόσο είναι μεγαλύτερο ή μικρότερο το ένα κλάσμα από το άλλο.

Οι απαντήσεις των μαθητών αξιολογήθηκαν στη βάση του κατά πόσο προσπαθώντας να απαντήσουν με επιχειρήματα αξιοποίησαν ποικιλία αναπαραστάσεων (εικονικές ή λεκτικές ή συμβολικές) αφού οι δραστηριότητες που επεξεργάστηκαν στον CoSy_World εμπεριείχαν ποικιλία τέτοιων αναπαραστάσεων.

Προκειμένου να υπολογιστεί η αξιοπιστία του test (test retest reliability) χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης συνάφειας Φ. Σαν αποτέλεσμα, διαπιστώθηκε ότι το συγκεκριμένο test γενικά, διαθέτει υψηλό βαθμό αξιοπιστίας επαναληπτικών μετρήσεων όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

Correlations	PHAS	PHAS	GENE	GENE	C1_1	C1_2	C2_1	C2_2	C3_1	C3_2	R1_1	R1_2	R2_1	R2_2	R3_1	R3_2	RC1_1	RC1_2	RC3_1	RC3_2	RC123_1	RC123_2	
PHASE1																							
PHASE2	0,71																						
GENER1																							
GENER2		0,47																					
C1_1																							
C1_2				0,35																			
C2_1																							
C2_2						0,70																	
C3_1																							
C3_2									0,70														
R1_1																							
R1_2											0,28												
R2_1																							
R2_2													0,51										
R3_1																							
R3_2																0,28							
RC1_1																							
RC1_2																					0,48		
RC3_1																							
RC3_2																						0,49	
RC123_1																							
RC123_2																							0,24

Πίνακας 1: Η αξιοπιστία του test (test retest reliability).

PHASE1			
PHASE2			
GENER1	Άποψη για τη χρήση των κλασμάτων πριν την παρέμβαση		
GENER2	Άποψη για τη χρήση των κλασμάτων μετά την παρέμβαση		
C1_1	Κατανόηση των κλασμάτων $\frac{3}{4}$ και $\frac{2}{8}$ πριν την παρέμβαση		
C1_2	Κατανόηση των κλασμάτων $\frac{3}{4}$ και $\frac{2}{8}$ μετά την παρέμβαση		
C2_1	Κατανόηση των κλασμάτων $\frac{2}{3}$ και $\frac{4}{6}$ πριν την παρέμβαση		
C2_2	Κατανόηση των κλασμάτων $\frac{2}{3}$ και $\frac{4}{6}$ μετά την παρέμβαση		
C3_1	Κατανόηση των κλασμάτων $\frac{3}{5}$ και $\frac{6}{10}$ πριν την παρέμβαση		
C3_2	Κατανόηση των κλασμάτων $\frac{3}{5}$ και $\frac{6}{10}$ μετά την παρέμβαση		
R1_1	Κατανόηση των σχέσεων μεταξύ των $\frac{1}{2}$ και $\frac{1}{8}$ πριν την παρέμβαση		
R1_2	Κατανόηση των σχέσεων μεταξύ των $\frac{1}{2}$ και $\frac{1}{8}$ μετά την παρέμβαση		
R2_1	Κατανόηση των σχέσεων μεταξύ των $\frac{1}{3}$ και $\frac{1}{6}$ πριν την παρέμβαση		
R2_2	Κατανόηση των σχέσεων μεταξύ των $\frac{1}{3}$ και $\frac{1}{6}$ μετά την παρέμβαση		
R3_1	Κατανόηση των σχέσεων μεταξύ των $\frac{1}{10}$ και $\frac{1}{5}$ πριν την παρέμβαση		
R3_2	Κατανόηση των σχέσεων μεταξύ των $\frac{1}{10}$ και $\frac{1}{5}$ μετά την παρέμβαση		
RC1_1	Κατανόηση σχέσεων μεταξύ των $\frac{3}{4}$ και $\frac{1}{2}$ πριν την παρέμβαση		
RC1_2	Κατανόηση σχέσεων μεταξύ των $\frac{3}{4}$ και $\frac{1}{2}$ μετά την παρέμβαση		
RC3_1	Κατανόηση σχέσεων μεταξύ των $\frac{2}{5}$ και $\frac{3}{5}$ πριν την παρέμβαση		
RC3_2	Κατανόηση σχέσεων μεταξύ των $\frac{2}{5}$ και $\frac{3}{5}$ μετά την παρέμβαση		
RC123_1	Κατανόηση σχέσεων μεταξύ των $\frac{1}{3}$ και $\frac{1}{4}$ καθώς και $\frac{2}{5}$ και $\frac{1}{2}$ πριν την παρέμβαση		
RC123_2	Κατανόηση σχέσεων μεταξύ των $\frac{1}{3}$ και $\frac{1}{4}$ καθώς και $\frac{2}{5}$ και $\frac{1}{2}$ μετά την παρέμβαση		

Πίνακας 2: Οι δείκτες αξιοπιστίας του test (test retest reliability).

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 7

Πίνακες επιμέρους δεικτών αποτίμησης συμπεριφορικής και συναισθηματικής εμπλοκής των μαθητών στη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης

Πίνακας 1: Επιμέρους δείκτες που αφορούν στη συμπεριφορική εμπλοκή των μαθητών (*students' behavioral engagement*).

students' behavioral engagement		
Δείκτες	Description	items
API	Active Participation	
API_q	Active Participation - Individual – question (item 1)	(1) Avatar απευθύνεται προς άλλο avatar της ομάδας του
API_a	Active Participation - Individual – answer (item 1)	(1) Avatar απευθύνεται προς άλλο avatar της ομάδας του
API_o	Active Participation - Individual – opinion (item 1)	(1) Avatar απευθύνεται προς άλλο avatar της ομάδας του
API_an	Active Participation - Individual – announcement (item 1)	(1) Avatar απευθύνεται προς άλλο avatar της ομάδας του
API_q_t	Active Participation - Individual – question – teacher (item 2)	(2) Avatar απευθύνεται προς avatar - εκπαιδευτικό
API_a_t	Active Participation - Individual – answer - teacher (item 2)	(2) Avatar απευθύνεται προς avatar - εκπαιδευτικό
API_o_t	Active Participation - Individual – opinion - teacher (item 2)	(2) Avatar απευθύνεται προς avatar - εκπαιδευτικό
APC_a	Active Participation - Collaborative – question (item 3)	(3) Avatar απευθύνεται προς avatar της άλλης ομάδας
APC_o	Active Participation - Collaborative – answer (item 3)	(3) Avatar απευθύνεται προς avatar της άλλης ομάδας
APC_an	Active Participation - Collaborative – opinion (item 3)	(3) Avatar απευθύνεται προς avatar της άλλης ομάδας
APC_le	Active Participation - Collaborative – announcement (item 3)	(3) Avatar απευθύνεται προς avatar της άλλης ομάδας
ECA	Active Participation – Extracurricular activities (item 4)	(4) Avatars ασχολούνται με δραστηριότητες εκτός αναλυτικού προγράμματος ανεξαρτήτου ομάδας

Πίνακας 2: Επιμέρους δείκτες που συνδέονται με τη συναισθηματική εμπλοκή των μαθητών (students' affective engagement).

students' affective engagement		
Δείκτες	Description	items
SU	Leadership skills, decision making, trust building	
SU1_an	Social skills – Leadership - announcement (item 1)	(1) Ηγετικές δεξιότητες του avatar
SU1_g	Social skills – Leadership – guide (item 1)	(1) Ηγετικές δεξιότητες του avatar
SU1_f	Social skills – Leadership - function (item 1)	(1) Ηγετικές δεξιότητες του avatar
SU2_dm	Social skills – decision making (item 2)	(2) Δεξιότητες λήψης αποφάσεων
SU3_r	Social skills – trust building – role (item 3)	(3) Δεξιότητες δόμησης εμπιστοσύνης
SU3_tl	Social skills – trust building – trust leader (item 3)	(3) Δεξιότητες δόμησης εμπιστοσύνης
SU3_ta	Social skills – trust building – trust avatar (item 3)	(3) Δεξιότητες δόμησης εμπιστοσύνης
GU	Coordination, maintenance good relationship, topics outside the scenario, boredom	
GU1_sk	Grounding – Coordination – αναζήτηση avatar (sk_seeking) (item 4)	(4) Δεξιότητες συντονισμού ομάδας
GU1_a	Grounding – Coordination – συγκέντρωση avatars (a_assembly) (item 4)	(4) Δεξιότητες συντονισμού ομάδας
GU1_d	Grounding – Coordination – προβληματισμός για την εξέλιξη των δράσεων (d_discussion) (item 4)	(4) Δεξιότητες συντονισμού ομάδας
GU1_sp	Grounding – Coordination – άμεση συμμετοχή (sp_speed) (item 4)	(4) Δεξιότητες συντονισμού ομάδας
GU2_b	Grounding – Relationship – έλεγχος καλής συμπεριφοράς των άλλων (b_behaviour) (item 5)	(5) Δεξιότητες διατήρησης καλών σχέσεων
GU2_ic	Grounding – Relationship – αυτοέλεγχος (ic_internal control) (item 5)	(5) Δεξιότητες διατήρησης καλών σχέσεων
GU2_ec	Grounding – Relationship – έλεγχος συμπεριφοράς ως προς την ομάδα (ic_external control) (item 5)	(5) Δεξιότητες διατήρησης καλών σχέσεων
GU3_g	Grounding – topics outside the scenario –	(6) Συζητήσεις για θέματα εκτός

	χαιρετισμοί (greetings) (item 6)	σεναρίου
GU3_si	Grounding – topics outside the scenario – social interesting (item 6)	(6)Συζητήσεις για θέματα εκτός σεναρίου
GU3_gi	Grounding – topics outside the scenario – general interesting (item 6)	(6)Συζητήσεις για θέματα εκτός σεναρίου
OTC_f	Grounding – boredom – feelings (item 7)	(7) Ανία
OTC_t	Grounding – boredom – πειράγματα (teasing) (item 7)	(7) Ανία
OTC_m	Grounding – boredom – χωρίς νόημα (miscellaneous) (item 7)	(7) Ανία

Στο CD που συνοδεύει το παρόν έγγραφο περιέχεται η διδακτορική διατριβή σε ηλεκτρονική μορφή.