

# Μαθηματικές Έννοιες, Αυθεντικά Πλαίσια Μάθησης και Ψηφιακή Τεχνολογία: το περιβάλλον ANIMath

Χρονάκη Άννα<sup>1</sup>, Αλιμήση Ρενέ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Καθηγήτρια, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

[chronaki@uth.gr](mailto:chronaki@uth.gr)

<sup>2</sup> Μηχανικός Η/Υ εφαρμογών στην Εκπαίδευση, Ινστιτούτο Έρευνας, Τεχνολογίας και Ανάπτυξης Θεσσαλίας

[ralimisi@gmail.com](mailto:ralimisi@gmail.com)

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα μελέτη έχει διπλό στόχο; πρώτον, περιγράφει τα βασικά σημεία σχεδιασμού ενός ψηφιακού μαθησιακού περιβάλλοντος, το ANIMath, το οποίο εστιάζει στην διερεύνηση των μαθηματικών ιδεών μέσω χρήσης αναπαραστάσεων αυθεντικών πλαισίων και συγκεκριμένα του κόσμου της ζωής των πεταλούδων (anima). Δεύτερον, παρουσιάζει κάποια πιλοτικά αποτελέσματα ανάλυσης της εφαρμογής αυτού του περιβάλλοντος σε μια τάξη δημοτικού όπου καταγράφεται η έκφραση των μαθηματικών ιδεών των ίδιων των παιδιών. Στις πρώτες ενότητες αναλύουμε την έννοια του 'αυθεντικού πλαισίου μάθησης' και τη σχέση του με την μαθηματική γνώση στο μεταίχμιο καθημερινής και επιστημονικής γνώσης. Ταυτόχρονα συζητάμε την λειτουργική χρήση των σύγχρονων ψηφιακών εργαλείων τα οποία επιτρέπουν τόσο την πρόσβαση σε αυθεντικά δεδομένα όσο και την οργάνωση πληροφορίας (κείμενα, πίνακες, εικόνες, βίντεο) στη σύνθεση πολυτροπικών κειμένων για τα Μαθηματικά. Στόχος μας είναι ο προβληματισμός σχετικά με την ψηφιακή αναπαραστάση επιμέρους πτυχών του αυθεντικού πλαισίου, και την αναπλαισίωσή τους σε κατάλληλες δραστηριότητες και σενάρια τα οποία παρουσιάζουν ενδιαφέρον για μαθησιακή δραστηριότητα.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** αυθεντικά πλαίσια μάθησης, ψηφιακό πολυτροπικό κείμενο, μαθησιακή δραστηριότητα, έκφραση μαθηματικών ιδεών

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η πλειοψηφία των μαθητών και μαθητριών συσχετίζει ακόμη και σήμερα την μαθησιακή διαδικασία με ρουτίνες «ερωταπαντήσεων» και παράδοσης καθέδρας, αδυνατώντας να φανταστεί πιθανούς συσχετισμούς μεταξύ τυπικής μάθησης και πραγματικών καταστάσεων του περιβάλλοντα κόσμου (Gardner, 1991). Πολύ συχνά απευθύνουν ερωτήσεις του τύπου «Γιατί πρέπει να το μάθω αυτό; Πού θα μου χρειαστεί κάτι τέτοιο;» με αποτέλεσμα, άλλοτε να προσαρμόζονται αφομοιώνοντας μάλλον άχρηστες γνώσεις οι οποίες γρήγορα θα ξεχαστούν, κι άλλοτε να αντιστέκονται παραμένοντας στο περιθώριο της τάξης. Τα ερωτήματα αυτά κάνουν την εμφάνισή τους ιδιαίτερα έντονα στις τάξεις των μαθηματικών. Εδώ και δύο δεκαετίες πολλοί ερευνητές (Lave 1988, Saxe 1990) εκφράζουν ανησυχία για το γεγονός ότι τα σχολικά μαθηματικά αντιπροσωπεύονται στα επίσημα προγράμματα

σπουδών σχεδόν αποκομμένα από τις κοινωνικές και πολιτιστικές πρακτικές και ότι οι μαθητές/τριες στερούνται της δυνατότητας να αναγνωρίσουν και να εφαρμόσουν τα μαθηματικά που διδάσκονται στο σχολείο σε άλλα πεδία (Chronaki, 2000a). Τέτοιες απόψεις και ανησυχίες είχαν σαν απόρροια την εμφάνιση διαφόρων μελετών και ερευνών οι οποίες επικοινωνούν την ιδέα ενός εκπαιδευτικού σχεδιασμού που ενθαρρύνει την σύνδεση των μαθηματικών με μία σειρά θεμάτων καθημερινής ζωής και την μάθηση μέσα από μία ποικιλία θεματικών πλαισίων τα οποία προσομοιάζουν αυθεντικές καταστάσεις, αλλά ταυτόχρονα υπενθυμίζουν τις δυσκολίες που ενέχει ένα τέτοιο εγχείρημα. Για παράδειγμα, ο Cooper (1985) υποστηρίζει ότι στην Μ. Βρετανία η έμφαση που δόθηκε στις αυθεντικές εφαρμογές των σχολικών μαθηματικών ήταν απλά στα πλαίσια της αποδυνάμωσης των ορίων συσχέτισης των μαθηματικών με την οικονομία κι έγινε με πολύ αδύναμο τρόπο (Chronaki, 2000a).

Σύμφωνα με τους Brown et al (1989) με τον όρο αυθεντικό πλαίσιο μάθησης εννοούμε *«τις κανονικές πρακτικές μιας κουλτούρας όπου τα νοήματα και οι στόχοι αποτελούν κοινωνικές κατασκευές και διαπραγματεύσεις μεταξύ παλαιών και νέων μελών μίας κοινότητας»* (σελ. 34). Τα αυθεντικά περιβάλλοντα μάθησης είναι από την φύση τους πολυθεματικά ή/και διαθεματικά και δεν στοχεύουν στη διδασκαλία ενός μόνο γνωστικού αντικειμένου. Ένα τέτοιο περιβάλλον μάθησης, αποτελεί εφαρμογή ή/και η ανάδειξη διαστάσεων του πραγματικού κόσμου, όπως για παράδειγμα: η διαχείριση των οικονομικών ενός νοικοκυριού, η κατασκευή ενός κτιρίου, η πτήση ενός αεροπλάνου, η εξιχνίαση ενός εγκλήματος κτλ. Ανεξαρτήτως περιεχομένου, τα αυθεντικά περιβάλλοντα έχουν ως στόχο να φέρουν στο προσκήνιο της εκπαιδευτικής διαδικασίας ποικίλη θεματολογία, πολλαπλούς τρόπους αντίληψης, εργασίας, κατανόησης και σκέψης για διάφορες μεθόδους «βιωματικής διάδρασης» στις πρακτικές μίας κουλτούρας (Lombardi, 2007).

Η παραπάνω παρατήρηση μας επιτρέπει να υποστηρίξουμε ότι τα αυθεντικά πλαίσια (π.χ. η εργασία του ξυλουργού, του οικοδόμου ή και του αρχιτέκτονα) αποτελούν το κατεξοχήν περιβάλλον για διερεύνηση τόσο της πρακτικής όσο και της θεωρητικής γνώσης και παράλληλα δημιουργούν τις συνθήκες για να αντιληφθεί κανείς την αξία και σημασία της γνώσης αυτής καθ' αυτής μέσα από συγκεκριμένες εφαρμογές. Έτσι, η χρήση και αξιοποίηση αυθεντικών πλαισίων στην εκπαίδευση μπορεί να θεωρηθεί ότι ενθαρρύνει με ποικίλους τρόπους το κίνητρο μάθησης. Από την άλλη μεριά, η συσχέτιση καθημερινής και επιστημονικής, πρακτικής και θεωρητικής γνώσης, βιωματικής και αφαιρετικής δεν αποτελεί ευθυγραμμισμένη και διάφανη διαδικασία. Αντίθετα απαιτεί λεπτούς χειρισμούς οι οποίοι επιτρέπουν στους μαθητευόμενους να αντιληφθούν τις δυνατότητες και τα όρια εφαρμογών θεωρητικών, επιστημονικών και αφαιρετικών ιδεών και μεθόδων σε πρακτικά και καθημερινά πλαίσια. Επίσης, θα πρέπει να επισημάνουμε ότι το αυθεντικό πλαίσιο μάθησης δεν είναι πάντα προσβάσιμο για διερεύνηση, πειραματισμό και μάθηση. Κατ' αρχάς πολύ σπάνια μπορούμε να έχουμε άμεση και προσωπική πρόσβαση στο αυθεντικό πλαίσιο. Για παράδειγμα, τόσο το ηφαίστειο, όσο και το φεγγάρι, ο Βόρειος Πόλος αλλά και ο εργασιακός πάγκος του μανάβη σε μια λαϊκή δεν είναι πάντα εύκολα προσβάσιμοι. Η πρόσβαση γίνεται δυσχερής άλλοτε λόγω συνθηκών (π.χ. είναι επικίνδυνο να πάει κανείς κοντά στο ηφαίστειο, είναι δύσκολο οικονομικά να επισκεφτεί η τάξη την Ανταρκτική, ή είναι επικίνδυνο να δει κανείς από πολύ κοντά μια κυψέλη μελισσών), και άλλοτε λόγω προσωπικής παρουσίας (π.χ. δεν είναι πάντα

εύκολο να οργανωθεί σειρά επισκέψεων στο ξυλουργείο για να δει κανείς από κοντά και στη βάση πολλών επισκέψεων πως κόβονται τα ξύλα για μικρά και μεγάλα τραπέζια με στόχο να παρατηρηθεί εις βάθος η εφαρμογή άτυπης γεωμετρικής γνώσης). Επίσης, η γνώση στο αυθεντικό πλαίσιο (αλλά και στις αναπαραστάσεις του) είναι πλαίσιοθετημένη (situated) στο σύνθετο πλαίσιο της βιωματικής, τεχνικής, πρακτικής και ταυτόχρονα εξειδικευμένης εμπειρίας που απαιτεί η διαχείριση του πλαισίου. Η γνώση αυτή είναι πάντα συγκεκριμένη, συχνά κατακερματισμένη ή/και διάχυτη στο πλαίσιο κι έτσι δύσκολα γενικεύσιμη σε ξεκάθαρα αλγοριθμικά βήματα/μεθόδους. Υπάρχει, λοιπόν, ένα σημαντικό ζήτημα στο κατά πόσο, τελικά, το άτομο μπορεί, καθώς εμπλέκεται σε δράσεις που αφορούν το βίωμα και την κατανόηση του αυθεντικού πλαισίου, να κατασκευάζει ταυτόχρονα αφαιρετική γνώση σε θέματα που αφορούν μαθηματικές έννοιες και δεξιότητες. Η μαθησιακή αξία των θεματικών/αυθεντικών πλαισίων εγείρει προκλήσεις σε δύο επίπεδα: σε επίπεδο σχεδιασμού αυθεντικών περιβαλλόντων μάθησης ως αναπαραστάσεις πολυτροπικών κειμένων και σε επίπεδο εφαρμογής αυτών στην σχολική πραγματικότητα.

Όπως πολλοί ερευνητές υποστηρίζουν η 'μεταφορά γνώσης' (knowledge transfer) δεν επιτυγχάνεται πάντα καθώς οι δεξιότητες δεν είναι φορητές (portable skills) αλλά επίσης πλαίσιοθετημένες (situated). Συνεπώς, δεν είναι καθόλου αυτονόητο ότι εμπειρίες με/σε αυθεντικά πλαίσια αποτελούν ταυτόχρονα πλαίσια μάθησης για γνωστικά αντικείμενα όπως τα μαθηματικά. Για να υποστηρίξει κανείς τη δυνατότητα μετακίνησης προς κάτι τέτοιο απαιτείται προσεκτική σχεδίαση. Έτσι, ο σχεδιασμός ενός αυθεντικού περιβάλλοντος μάθησης απαιτεί προσοχή και συνέπεια αν στοχεύουμε σε μία ουσιαστική προσέγγιση του υπό διδασκαλία αντικειμένου στο αυθεντικό πλαίσιο διερεύνησης. Συνήθως, οι μαθητές/τριες μέσα από δραστηριότητες που προσεγγίζουν το αυθεντικό πλαίσιο ενθαρρύνονται να εξερευνήσουν, να συζητήσουν και να κατασκευάσουν πολυθεματικά σενάρια και σχέσεις, να αποτελέσουν μέλη κοινοτήτων (εικονικών ή μη) και να διαχειριστούν ρεαλιστικά δεδομένα (Reeves et al, 2002; Nicaise et al, 2000). Επιπρόσθετα, καλλιεργούν πρακτικές ικανότητες και νοητικές δεξιότητες, οι οποίες μπορούν να φανούν χρήσιμες σε διάφορα άλλα πλαίσια εφόσον ο σχεδιασμός γίνεται με στόχο να μεταφερθούν από το ένα πλαίσιο στο άλλο (Herington and Kevin, 2007; Reeves et al, 2002). Σε παλαιότερη εργασία μας έχει αναγνωριστεί η μαθησιακή αξία των θεματικών πηγών στη διδασκαλία τονίζοντας την δυνατότητα που παρέχεται στους μαθητές να συνδέσουν τα μαθηματικά με στοιχεία της δικής τους κουλτούρας και να αναγνωρίσουν αντανάκλασεις των μαθηματικών σε πτυχές αυθεντικών πλαισίων όπως τα εικαστικά (Chronaki, 2000b). Προς αυτή την κατεύθυνση σύγχρονα ψηφιακά εργαλεία μπορούν να αξιοποιηθούν έτσι ώστε πτυχές των αυθεντικών πλαισίων να αναπαριστούνται ως πολυτροπικά κείμενα βασισμένα σε τεχνολογίες υπερκειμένων, βάσεων δεδομένων εκπαιδευτικού υλικού και διαχείρισης εργαλείων και υπηρεσιών στο διαδίκτυο (Χρονάκη κ.α, 2010). Ένας επιτυχής σχεδιασμός περιβάλλοντος για τα μαθηματικά είναι πιθανό να ενθαρρύνει την κριτική μαθηματική παιδεία των συμμετεχόντων (μαθητών και εκπαιδευτικών) μέσα από την διαδικασία παρουσίασης της μαθηματικής έννοιας όχι μόνο ως αφαιρετική διαδικασία αλλά κυρίως ως 'τεχνική' (ως εργαλείο) για την κατανόηση/επανασχεδίαση της πραγματικότητας ή/και της δραστηριότητας στην οποία εμπλέκονται. Βεβαίως, ανοιχτός προβληματισμός παραμένει πως, τελικά, η ψηφιακή τεχνολογία μπορεί να

υποστηρίζει τόσο στο επίπεδο σχεδιασμού όσο και στο επίπεδο εφαρμογής μια τέτοια προσέγγιση στην διδακτική αξιοποίηση αυθεντικών πλαίσίων και στην μετατροπή τους σε αυθεντικά πλαίσια μάθησης. Η επιτυχής αξιοποίηση των θεματικών πηγών εναπόκειται επιπρόσθετα στον τρόπο εισαγωγής τους στην σχολική αίθουσα, το χειρισμό τους από τον εκπαιδευτικό και τις παιδαγωγικές αντιλήψεις και πρακτικές που εφαρμόζονται στη σχολική τάξη των μαθηματικών (Chronaki, 2000b).

## ΨΗΦΙΑΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΑΥΘΕΝΤΙΚΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΜΑΘΗΣΗΣ

Τις τελευταίες δύο δεκαετίες τα αναλυτικά προγράμματα για τα μαθηματικά τείνουν να αναμορφώνουν το περιεχόμενό τους και στρέφονται στη διασύνδεση αφαιρετικών μαθηματικών εννοιών με εφαρμογές σε πλαίσια καθημερινών πρακτικών. Τα πολλαπλά οφέλη των αυθεντικών πλαίσίων μάθησης εξετάζονται και προτείνονται μαθησιακές πρακτικές για την ενσωμάτωσή τους. Ψηφιακά περιβάλλοντα που ενθαρρύνουν την αυθεντική μάθηση μέσα από πραγματικά δεδομένα και θεματικά πλαίσια, κάνουν την εμφάνισή τους, πρεσβεύοντας την ιδέα προώθησης αυθεντικής μάθησης. Το ερώτημα που εγείρεται είναι: 'Μπορεί η τεχνολογία δυνητικά να υποστηρίξει τη δημιουργία ενός αυθεντικού πλαισίου μάθησης; Κι αν ναι, πώς;'

Οι Resnick and Shaffer (1999) απαντούν ότι η τεχνολογία από μόνη της δεν μπορεί. Παράλληλα όμως επισημαίνουν ότι ένας σωστός συνδυασμός εργαλείων μπορεί να εσωκλείει μία τέτοια δυναμική και συνοψίζουν μια σειρά από βασικά σχεδιαστικά σημεία στη βάση μιας βιβλιογραφικής ανασκόπησης (Reeves et al, 2002), τα οποία αναφέρουμε παρακάτω:

- *Σύνδεση με τον πραγματικό κόσμο (Real-world relevance)*: Οι αυθεντικές δραστηριότητες αποτελούν μία όσο το δυνατόν δυναμικότερη σύνδεση της εκπαιδευτικής πράξης με σενάρια του πραγματικού κόσμου. Η μάθηση έχει διαστάσεις 'αυθεντικής μάθησης', όταν οι μαθητές καλούνται να δραστηριοποιηθούν με αφηρημένα σενάρια, γεγονότα και φόρμουλες μέσα σε ένα ρεαλιστικό -και ιδιαίτερος κοινωνικό- πλαίσιο αναπαριστώντας τις «κανονικές πρακτικές μίας κουλτούρας».
- *Ασθενώς οριοθετημένο πρόβλημα (Ill-defined problem)*: Οι διάφορες προκλήσεις δεν επιδέχονται ως λύση την εφαρμογή μίας υπάρχουσας μεθοδολογίας ή αλγορίθμου. Οι αυθεντικές δραστηριότητες δεν είναι οριοθετημένες αλλά ανοιχτές σε πολλαπλές ερμηνείες θέτοντας τους μαθητές να προσδιορίσουν οι ίδιοι τις βασικές και τις επιμέρους ενέργειες που απαιτούνται για την ολοκλήρωση ενός έργου ή κομματιού αυτού.
- *Επίμονη έρευνα (Sustained investigation)*: Η επίλυση των προβλημάτων δεν είναι ζήτημα μερικών λεπτών ή ωρών. Οι αυθεντικές δραστηριότητες ενσωματώνουν σύνθετα προβλήματα τα οποία διερευνώνται μέσα σε ένα απαλλαγμένο από χρονικούς περιορισμούς διάστημα. Η λύση και η διερεύνηση των προβλημάτων επενδύει στο χρόνο και στην επιπόνηση.
- *Πολλαπλές πηγές πληροφορίας και οπτικές (Multiple sources and perspectives)*: Δεν συνηθίζεται να δίνεται στους μαθητές μία λίστα από έτοιμες πηγές οπτικής του προβλήματος. Αντιθέτως, δίνεται στους μαθητές η δυνατότητα να εξερευνήσουν ένα πρόβλημα από ποικίλες θεωρητικές και πρακτικές οπτικές με χρήση πολλαπλών πηγών πληροφοριών.

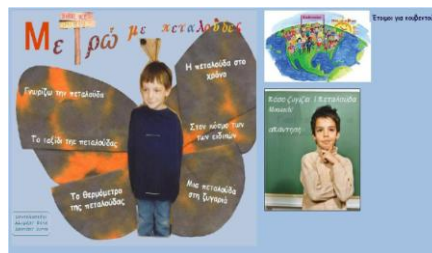
- *Συνεργασία (Collaboration)*: Η επιτυχής ολοκλήρωση μίας δραστηριότητας δεν μπορεί να επιτευχθεί από έναν μόνο μαθητή. Η συνεργασία αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της επιτυχούς διεκπεραίωσης της δραστηριότητας.
- *Αναστοχασμός (Reflection)*: Οι αυθεντικές δραστηριότητες επιτρέπουν στους μαθητές να κάνουν επιλογές και να στρέφουν την σκέψη τους αναστοχάζονται σχετικά με τη διαδικασία μάθησης είτε ατομικά είτε στα πλαίσια μίας ομάδας ή κοινότητας.
- *Διεπιστημονική προοπτική (Interdisciplinary perspective)*: Η υπό μάθηση έννοια, δεν περιορίζεται στα όρια ενός βασικού τομέα ή ενός εξειδικευμένου αντικειμένου μελέτης. Αντιθέτως, οι αυθεντικές δραστηριότητες επεκτείνονται σε ποικίλες θεματικές ενότητες, ενθαρρύνοντας τους μαθητές να σκεφτούν υπό το πρίσμα της διαθεματικότητας.
- *Ενσωματωμένη αξιολόγηση (Integrated assessment)*: Ευκαιρίες για αξιολόγηση των μαθητών στις αυθεντικές δραστηριότητες υπάρχουν σε διάφορα επιμέρους κομμάτια των δραστηριοτήτων, δομημένες με τέτοιο τρόπο ώστε να προσομοιώνουν διαδικασίες αξιολόγησης από τον πραγματικό κόσμο.
- *Πολλαπλές ερμηνείες και αποτελέσματα (Multiple interpretations and outcomes)*: Οι αυθεντικές δραστηριότητες επιτρέπουν μία ποικιλία αποτελεσμάτων όντας ανοιχτές σε διάφορες προσεγγίσεις λύσεων, και όχι μία μοναδική λύση που προκύπτει από την εφαρμογή κανόνων και μεθοδολογίας.

## **ΠΕΤΑΛΟΥΔΕΣ ΚΑΙ ΜΕΤΡΗΣΗ: ΨΗΦΙΑΚΟ ΥΛΙΚΟ ΚΑΙ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ**

Τις παραπάνω αρχές προσπαθήσαμε να λάβουμε υπόψη κατά τον σχεδιασμό του ANIMath, ενός ψηφιακού περιβάλλοντος που απευθύνεται σε μαθητές και μαθήτριες της Δ' και Ε' δημοτικού. Οι κύριες αρχές σχεδιασμού συνάδουν με την αντίληψη μας αναφορικά με την αυθεντική μάθηση για τα Μαθηματικά. Το ANIMath είναι απόρροια της ακόλουθης παρατήρησης: «*Τα Μαθηματικά «συχνάζουν» στην καθημερινή ζωή, και αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της ανάγκης κατανόησης του κοινωνικού και φυσικού κόσμου που μας περιβάλλει*». Με αφορμή αυτό το γεγονός έγινε μία προσπάθεια εντοπισμού μαθηματικών εννοιών σε αυθεντικά πλαίσια της μελέτης της ζωής των πεταλούδων με στόχο να προβληματιστούν οι μαθητές εποικοδομητικά και να προαχθεί η επικοινωνία για τα μαθηματικά και να τεθούν σε λειτουργία νοητικές διαδικασίες ερμηνείας μέσω χρήσης και ανάγνωσης διαφόρων μέσων αναπαράστασης (Αλιμήση κ.α 2007). Το περιβάλλον αυτό αξιοποιεί τη σύγχρονη τεχνολογία για την κατασκευή μιας βάσης εκπαιδευτικού υλικού και παρέχει πρόσβαση σε πληροφορία (αυθεντικές πηγές και δραστηριότητες) με στόχο τη διαπραγμάτευση, τη συζήτηση και τον κριτικό αναστοχασμό επιμέρους θεμάτων για τα μαθηματικά. Βασικός στόχος είναι να διερευνήσουν οι μαθητές και οι μαθήτριες μαθηματικά ζητήματα μέσα από το πρίσμα της καθημερινής ζωής. Ο κόσμος των πεταλούδων επιλέχθηκε ως ένα τέτοιο 'αυθεντικό' πλαίσιο μάθησης για τα μαθηματικά, καθώς πέρα από τη γοητεία που ασκεί η ίδια η οντότητα της πεταλούδας, η διάσωσή της παραπέμπει σε μια σειρά από κοινωνικά διλήμματα και απαιτεί ενεργή δραστηριοποίηση για το περιβάλλον.

Το ANIMath υποστηρίζεται από την περιγραφική γλώσσα HTML (**Hyper Text Markup Language**) που είναι η βασική γλώσσα δόμησης σελίδων του *World Wide Web* (ή απλά ιστού: Web) και τη διερμηνευόμενη γλώσσα JavaScript. Η πληροφορία στη διεπαφή του ANIMath παρουσιάζεται με πολλαπλές μορφές αξιοποιώντας την δυνατότητα της τεχνολογίας σε πολυτροπικότητα (multimodality). Το υπερκείμενο (hypertext), ο τρόπος της σύνθεσης κειμένου, εικόνας, βίντεο, ήχου με μη γραμμικό τρόπο με συνδέσμους, γίνεται μόνο ψηφιακά και με την χρήση του διαδικτύου (Snyder,1998). Στο ANIMath αυτή η πολυτροπικότητα επιτυγχάνεται με την χρήση κειμένου, βίντεο, εικόνων, χαρτών, πινάκων, γραφικών αναπαραστάσεων και συνδέσμων προς δικτυακούς τόπους, εξειδικευμένες έγκυρες ηλεκτρονικές εγκυκλοπαίδειες αλλά και ψηφιακές κοινότητες επιστημονικών ενώσεων.

Ιδιαίτερη μέριμνα δόθηκε ώστε το επιλεγμένο εκπαιδευτικό υλικό που παρέχουμε να είναι αξιόπιστο και κατανοητά δομημένο για να μπορεί να λειτουργήσει αποτελεσματικά στην αποσαφήνιση της εφαρμογής εννοιών σε συγκεκριμένες περιπτώσεις, στην διερεύνηση μαθηματικών ιδεών και εργαλείων, και στην ενίσχυση επιμέρους διαδικασιών μάθησης. Οι έξι ενότητες οργάνωσης πληροφοριακού υλικού είναι: α) στον κόσμο των ειδικών, β) μια πεταλούδα στην ζυγαριά, γ) το θερμόμετρο της πεταλούδας, δ) η πεταλούδα στο χρόνο, ε) το ταξίδι της πεταλούδας και στ) γνωρίζω την πεταλούδα (Σχήμα 1). Συνοπτικά αναφέρουμε την οργάνωση περιεχομένου για την κάθε ενότητα:



**Σχήμα 1:**Κεντρική σελίδα πλοήγησης του ANIMath

Α) Στον κόσμο των ειδικών: Οι μαθητές/τριες έχουν στην διάθεση τους υλικό από επιστημονικά πειράματα, κείμενα με τις απόψεις επιστημόνων καθώς και με απαντήσεις ερευνητών σε απορίες συνομηλίκων τους. Το κρίσιμο ερώτημα εδώ είναι πώς οι ειδικοί καταφέρνουν και μετρούν το πλήθος των διαφόρων ειδών πεταλούδων. Στόχος είναι ο προβληματισμός των μαθητών σχετικά με τα προσεγγιστικά μοντέλα υπολογισμών και τις πρακτικές καταμέτρησης μονάδων μεγάλου πλήθους από ειδικούς. Οι μαθητές εισάγονται σε μεθοδολογίες που χρησιμοποιούν in situ ειδικοί περιβαλλοντολόγοι/ορνιθολόγοι για την καταμέτρηση των πεταλούδων. Στην ενότητα αυτή υπάρχει επίσης κείμενο όπου οι ειδικοί αναφέρονται στη δυσκολία του εγχειρήματος και σε παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν τις μετρήσεις αυτές. Για την διεκπεραίωση του στόχου έχει διαμορφωθεί σχετική δραστηριότητα και φύλλο εργασίας.



**Σχήμα 2:** Προβολή υλικού από τον ‘κόσμο των ειδικών’.

Β) Μια πεταλούδα στην ζυγαριά: Σ’ αυτή την ενότητα το πληροφοριακό υλικό οργανώνεται γύρω από θέματα που αφορούν τη μάζα και το μέγεθος διαφόρων ειδών πεταλούδας. Στόχος είναι ο προβληματισμός σχετικά με το πως μετράμε την μάζα και το μήκος των φτερών μιας πεταλούδας και τι τιμές αποφέρουν συνήθως αυτές οι μετρήσεις. Επιπρόσθετα στοχεύουμε στην εξοικείωση των μαθητών-τριών με ποικίλες μονάδες μέτρησης μέσα από συσχετίσεις που προκύπτουν από πραγματικά δεδομένα. Φωτογραφίες, κείμενα, βίντεο, δραστηριότητες και τρία φύλλα εργασίας είναι σχεδιασμένα για την διεκπεραίωση των στόχων αυτής της ενότητας.



**Σχήμα 3:** Βίντεο για το ζύγισμα πεταλούδας / Εστίαση στη μέτρηση των φτερών

Γ) Το θερμομότρο της πεταλούδας: Οι μαθητές/τριες έχουν στην διάθεση τους κείμενα και οπτικοακουστικό υλικό σχετικά με την επίδραση της θερμοκρασίας στην ανάπτυξη και επιβίωση μιας πεταλούδας. Ένας παγκόσμιος χάρτης αλλάζει χρώματα καθώς αλλάζουν οι μήνες και οι εποχές. Κάθε χρώμα αντιστοιχεί σε κάποια θερμοκρασία. Οι μαθητές/τριες καλούνται να απαντήσουν ερωτήσεις που αφορούν την επιβίωση της πεταλούδας σε διάφορα μέρη του κόσμου δείχνοντας παράλληλα ότι μπορούν να διαβάσουν και να ερμηνεύσουν την πληροφορία που αναπαριστά ο χάρτης (δηλ. αξιοποίηση αναλογιών μεταξύ πολλαπλών αναπαραστάσεων).



**Σχήμα 4:** Διαβάζοντας τη συσχέτιση θερμοκρασίας και επιβίωση πεταλούδας

Δ) Η πεταλούδα στο χρόνο: Σε αυτή την ενότητα οι μαθητές/τριες καλούνται να ερμηνεύσουν πολλαπλές αναπαραστάσεις, να διατυπώσουν συμπεράσματα και να κάνουν μελλοντικές προβλέψεις. Στην διάθεση τους έχουν στοιχεία που αφορούν το πλήθος των διαφόρων ειδών της πεταλούδας από το 1994 έως και το 2007. Η γνώση αναπαρίσταται πολυτροπικά καθώς τα απαραίτητα δεδομένα παρουσιάζονται σε κείμενο, πίνακες και γραφικές παραστάσεις. Οι μαθητές/τριες καλούνται να συμμετέχουν σε δραστηριότητες, να απαντήσουν ερωτήσεις, και να κάνουν μελλοντικές προβλέψεις. Τέλος και δεδομένου ότι εγείρονται κάποια θέματα προς



συζήτηση που σχετίζονται με την προστασία του περιβάλλοντος, έχει ενσωματωθεί στην ενότητα σχετικό εκπαιδευτικό υλικό καθώς και προτροπή για συζήτηση στο forum της εφαρμογής.



**Σχήμα 5:** Οι πεταλούδες στο χρόνο

Ε) Το ταξίδι της πεταλούδας: Οι μαθητές/τριες έχουν στην διάθεση τους υλικό με τις παρατηρήσεις των ειδικών και των εθελοντικών ομάδων παρατήρησης σχετικά με το ταξίδι μετανάστευσης της πεταλούδας τύπου Monarchs. Το υλικό περιλαμβάνει κείμενα, φωτογραφικά ντοκουμέντα και χάρτες καθώς και βίντεο. Οι μαθητές/τριες καλούνται να ερμηνεύσουν τον αλληλεπιδραστικό χάρτη φθινοπωρινής μετανάστευσης των πεταλούδων συνθέτοντας τις πληροφορίες που έχουν αποκομίσει και συμπληρώνοντας το αντίστοιχο φύλλο εργασίας.



**Σχήμα 6:** Η μετανάστευση των πεταλούδων

ΣΤ) Γνωρίζω την πεταλούδα: Στην ενότητα αυτή οι μαθητές/τριες έρχονται σε επαφή με την μορφολογία της πεταλούδας και τον κύκλο ζωής της. Πολυμεσικές εφαρμογές, αλληλεπιδραστικές εικόνες, συνεντεύξεις με ειδικούς και κείμενα βρίσκονται στην διάθεση των μαθητών.



**Σχήμα 7:** Η μορφολογία και ο κύκλος ζωής της πεταλούδας

## Η ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΩΝ ΠΕΤΑΛΟΥΔΩΝ: ΚΑΤΑΓΡΑΦΟΝΤΑΣ ΤΙΣ ΕΜΠΕΙΡΙΕΣ ΤΩΝ ΠΑΙΔΙΩΝ

Όπως έχει ήδη αναφερθεί πέρα από το σχεδιασμό του ψηφιακού περιβάλλοντος μέσω του οποίου δίδεται πρόσβαση σε αυθεντικές πηγές και σε συγκεκριμένες προσεγγίσεις αυτών των πηγών με στόχο το μετασχηματισμό του αυθεντικού πλαισίου σε αυθεντικό πλαίσιο μάθησης, η διαδικασία εφαρμογής σε συνθήκες τάξης αποτελεί το κατεξοχήν 'αυθεντικό' πλαίσιο όπου μπορεί να μελετηθούν οι ερευνητικές



μας υποθέσεις. Έτσι, στο πλαίσιο έρευνας μικρής κλίμακας εστίασαμε στην εφαρμογή ενός διδακτικού πειράματος (Χρονάκη, 2010) το οποίο μας επιτρέπει να μελετήσουμε εθνογραφικά την παιδαγωγική και διδακτική αξιοποίηση αυτού του περιβάλλοντος και να καταγράψουμε συστηματικά τις εμπειρίες των παιδιών παρατηρώντας τις δράσεις τους και τις εκφράσεις τους (Αλιμήση, 2008). Σ' αυτή την ενότητα θα επικεντρωθούμε στο τι λένε τα παιδιά, πως εκφράζουν τις σκέψεις τους για την έννοια της μέτρησης εστιάζοντας σε ίχνη μετατόπισης αυτών των εκφράσεων σε περισσότερο ευρεία νοητικά σχήματα.

Ανάμεσα στα ερωτήματα που απευθύναμε στους μαθητές είναι: *‘Πώς θα μετρούσατε το πλήθος των εντόμων που υπάρχουν στο προαύλιο χώρο του σχολείου σας;’*. Στόχος μας είναι με αυτό το ερώτημα να προβληματίσουμε αναφορικά με πρακτικές που ακολουθούνται για την επιτυχή καταμέτρηση -έστω και προσεγγιστικά- ενός τέτοιου πλήθους. Ζητήσαμε από τις ομάδες να μας πουν πόσοι μαθητές υπάρχουν στην τάξη τους και κατόπιν πόσα έντομα υπάρχουν στον προαύλιο χώρο του σχολείου τους. Τους παροτρύναμε να μας περιγράψουν τον τρόπο που θα κάνανε τους δύο αυτούς υπολογισμούς. Διαπιστώθηκε ότι όλες οι ομάδες θεώρησαν τον δεύτερο υπολογισμό δύσκολο και φάνηκε ότι αδυνατούσαν να βρουν μία λύση ώστε να διεξαχθεί η μέτρηση με ακρίβεια. Η δυσκολία του υπολογισμού αποδίδεται στους μαθητές στην κινητικότητα των εντόμων, στο μεγάλο πλήθος τους, στην ομοιογένεια τους και στο μικρό τους μέγεθος. Αντιπροσωπευτικό είναι το επιλεγμένο απόσπασμα διαλόγου που ακολουθεί:

- |              |   |
|--------------|---|
| Ερευνήτρια   | <b>Πόσοι μαθητές είστε στην τάξη σας;</b>   |
| Όλοι μαζί    | 23  |
| Ερευνήτρια   | <b>Πώς το ξέρετε ότι είστε 23;</b>  |
| Γιάννης      | Έχουμε μετρηθεί.  |
| Ερευνήτρια   | <b>Πώς έχετε μετρηθεί;</b>  |
| Κωνσταντίνος | Μπορούμε να μετρήσουμε ή ένα -ένα ή με τις 6 ομάδες που είμαστε. Είμαστε 5 ομάδες των τεσσάρων και μια των τριών. $5*4 = 20$ και $1*3=3$ . Ορίστε 23! |
| Ερευνήτρια   | <b>Μάλιστα! Πόσα έντομα υπάρχουν στο προαύλιο του σχολείου σας;</b>   |
| Γιάννης      | Χιλιάσες... [μεγάλο πλήθος]   |
| Χρήστος      | Δεν μπορούμε να τις μετρήσουμε.   |
| Κωνσταντίνος | Γιατί να δούμε μία και μετά από ένα λεπτό να δούμε και άλλη; Μπορεί να είναι η ίδια και να έκανε κύκλους! [ομοιογένεια πληθυσμού]                     |
| Ερευνήτρια   | <b>Είναι εύκολο να μετρήσουμε πόσοι μαθητές είναι στην τάξη αλλά δύσκολο να μετρήσουμε τα έντομα;</b>   |
| Χρήστος      | Ναι. Είναι πολύ δύσκολο   |
| Κωνσταντίνος | Οι μαθητές δεν είναι όλοι ίδιοι ούτε κρύβονται για να μην μπορείς να τους μετρήσεις [μικρό μέγεθος- δύσκολα γίνονται αντιληπτά]                       |

**Διάλογος 1:** Πώς μετρώ κάτι που είναι πολύ μικρό;

Έχοντας θέσει τους παραπάνω προβληματισμούς στην πρώτη φάση της εφαρμογής η οποία πραγματοποιήθηκε στην τάξη των παιδιών με την παρουσία του δασκάλου τους, προχωρήσαμε στην εφαρμογή του διδακτικού πειράματος κάνοντας χρήση του ψηφιακού περιβάλλοντος ANIMath. Στη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης το ενδιαφέρον μας επικεντρώθηκε στο κατά πόσο η πρόσβαση σε αυθεντικά πλαίσια μέσω του λογισμικού ANIMath μπορεί να διευρύνει τη σκέψη των παιδιών αναφορικά με την πολυπλοκότητα της έννοιας της μέτρησης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι γνώσεις τους εμπλουτίστηκαν και αυτό ήταν κάτι που διαπιστώθηκε τόσο κατά την διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης όσο και κατά την διάρκεια της τελικής φάσης του διδακτικού πειράματος όπου συζητήθηκε αναστοχαστικά το ζήτημα της μέτρησης. Οι παρακάτω διάλογοι επικεντρώνουν στα λεγόμενα των συμμετεχόντων μαθητών (δες διάλογο 3, 4).

Ερευνήτρια **Μάθατε κάτι καινούργιο σχετικά με τον τρόπο που δουλεύουν οι ειδικοί;**

Γιώργος Ναι, πώς την περιεργάζονται (εννοεί την πεταλούδα), πώς την πιάνουν οι ειδικοί

Ερευνήτρια **Είδατε κάποια εργαλεία που χρησιμοποιούν οι ειδικοί;**

Γιώργος Το παχύμετρο, την ειδική ζυγαριά

Θανάσης Εντάξει και τις απόχες, το αυτοκόλλητο και το σακουλάκι

**Διάλογος 3:** Χρήση εργαλείων (παχύμετρο) και μεθόδων (σημάδεμα)

Κωνσταντίνα Μάθαμε πολλά για τις πεταλούδες, για τις Monarchs, ποια είναι η μεγαλύτερη πεταλούδα

Ερευνήτρια **Τα οποία δεν γνωρίζατε πριν;**

Αλεξάνδρα Δεν τα γνωρίζαμε, όχι!

Κωνσταντίνα Εγώ εμπλούτισα τις γνώσεις μου γιατί είδα ένα διαφορετικό περιβάλλον μέσα από όλα αυτά και κατάλαβα πόσο δύσκολη είναι η δουλειά των επιστημόνων στο να βρουν πόσες είναι οι πεταλούδες.

Αλεξάνδρα Εμένα με παραξένεψε πώς δεν τις τραυματίζουν έτσι όπως τις ταιΐζουν ή τις βάζουν μέσα στον ειδικό φάκελο (αναφέρεται σε πρακτική των επιστημόνων)

**Διάλογος 4:** Το πρακτικό μέρος της δουλειάς των επιστημόνων

Όπως φαίνεται από τους παραπάνω διαλόγους τα παιδιά πραγματικά μοιάζει να διευρύνουν τις γνώσεις τους γύρω από ένα τόσο τετριμμένο ζήτημα όπως η 'μέτρηση' η οποία αναπαρίσταται στον περιορισμένο έντυπο χώρο ενός σχολικού βιβλίου κυρίως ως αλγοριθμική μέθοδος σε από-πλαισιωμένα ή μερικώς – πλαισιωμένα προβλήματα τα οποία έχουν στόχο την τεχνική μεταχείριση της έννοιας (π.χ. μονάδες, μετατροπές κλπ). Η επιλογή τέτοιων προβλημάτων είναι σωστή, κατά τη γνώμη μας, διότι η περιπλοκότητα του αυθεντικού πλαισίου δεν μπορεί να επιτρέψει μια λεπτή διαχείριση των επιμέρους τεχνικών χρήσης μονάδων και μετατροπής τους. Αντίθετα, το από-πλαισιωμένο ή/και το μερικώς ή/και το ψευδώς-πλαισιωμένο πρόβλημα δεν μπορεί να υποστηρίξει τα παιδιά σε μια βαθύτερη εμπειρία του τι σημαίνει 'μέτρηση' σε πραγματικές συνθήκες όπως είναι η εμπειρία χρήσης εργαλείων

για μέτρηση πέρα από το μέτρο (π.χ. παχύμετρο στο διάλογο 3), ή η εμπειρία του τι μπορεί να είναι η επιστημονική πρακτική (π.χ. εμπεριέχει ένα σημαντικό πρακτικό μέρος στο διάλογο 4). Έτσι τα παιδιά δυνητικά μπορούν να ξεκινήσουν ένα ταξίδι απομυθοποίησης της μαθηματικής (και επιστημονικής) γνώσης ως μονοδιάστατα αφαιρετική. Το ταξίδι αυτό, όπως φαίνεται από το Διάλογο 5 έχει ήδη ξεκινήσει –καθώς το υλικό του αυθεντικού πλαισίου εγείρει τη φαντασία να ‘μιμηθούν τους ειδικούς’!

Ερευνήτρια **Πώς θα μετρούσατε το πλήθος εντόμων στο σχολείο σας;**

Κωνσταντίνα Θα έπιανα το έντομο που θα έβλεπα, θα του έβαζα πάνω κάτι σαν μικρό αυτοκολλητάκι με σελοτέηπ. Χμμμ καλύτερα ένα μικρό τσιρότο. Αυτό, για να το ξεχωρίζω και θα έβαζα σε κάθε έντομο που έπιανα. Την άλλη μέρα θα έβγαινα και θα τα έπιανα με το δίχτυ μου και θα κοιτούσα να δω ποια έχουν το τσιρότο [...]

Ερευνήτρια **Τι προσπαθείς να πετύχεις δηλαδή;**

Κωνσταντίνα Όσο μπορούσα αυτό που κάνουν οι ειδικοί!

**Διάλογος 5: Μιμούμενοι τους ειδικούς**

### ΑΝΤΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΩΝ

Η εμπειρία μας τόσο στον σχεδιασμό όσο και στην εφαρμογή αυτού του ψηφιακού μαθησιακού περιβάλλοντος μας παραπέμπει να υποστηρίξουμε ότι ο μετασχηματισμός ‘αυθεντικών καταστάσεων’ σε ‘αυθεντικά πλαίσια μάθησης’ με την υποστήριξη και διαμεσολάβηση σύγχρονων τεχνολογιών είναι μια σημαντική και τελικά εφικτή διαδικασία στο πλαίσιο ενός προσεκτικού σχεδιασμού. Ο μετασχηματισμός αυτός παρατηρήθηκε αρχικά στο πλαίσιο αναπαράστασης του πληροφοριακού υλικού στην μορφή πολυτροπικού κειμένου και στη σχεδίαση μαθησιακών δραστηριοτήτων. Το ψηφιακό περιβάλλον επιτρέπει τον συνεχή εμπλουτισμό με επιπλέον υλικό, την επανασχεδίαση ή την επέκταση των μαθησιακών δραστηριοτήτων, την μη-γραμμική πλοήγηση στο πολυτροπικό κείμενο, αλλά και την λειτουργική διασύνδεση με web2.0 εργαλεία όπου αυτό είναι σχεδιαστικά ζητούμενο. Στη συνέχεια, το δυναμικό αυτού του μετασχηματισμού παρατηρήθηκε κατά τη φάση εφαρμογής του λογισμικού σε συνθήκες συνεργατικών εργασιών στην τάξη όπου καταγράφηκαν μετατοπίσεις στην έκφραση της σκέψης των παιδιών αναφορικά με την έννοια της μέτρησης όπως φάνηκε από τους διαλόγους παραπάνω. Οι μαθητές/τριες μοιάζει να ξεκινούν μια περισσότερο κριτική προσέγγιση της μαθηματικής έννοιας της μέτρησης ξεφεύγοντας από τη μέτρηση στη βάση του ‘μέτρου’. Η μετατόπιση αυτή παρατηρήθηκε στο πλαίσιο της συζήτησης του πώς καταμετρώ ένα μεγάλο πλήθος εντόμων (π.χ πεταλούδων) το οποίο κινείται, μοιάζει ομοιόμορφο και δεν είναι εύκολα απτό. Φάνηκε ότι οι μαθητές/τριες πήραν μια γεύση για το τι σημαίνει ‘μέτρηση’ σε πραγματικές συνθήκες όπου εμπλέκεται η ανάγκη χρήσης πολύ διαφορετικών εργαλείων από αυτά που συνήθως διδάσκονται, και πολύ διαφορετικών μεθοδολογιών καταμέτρησης όπου η ‘πρακτική’ γνώση έχει πια διαφορετική ισχύ και το αποτέλεσμα καταμέτρησης έχει προκύψει με χρήση προσεγγιστικών μοντέλων υπολογισμού. Οι μαθητές/τριες φαίνεται επίσης να κατανοούν ότι κάποιες μετρήσεις

είναι δύσκολο να γίνουν και πώς πολλοί παράγοντες μπορεί να επηρεάσουν το τελικό αποτέλεσμα μέτρησης προσδίδοντας σε αυτό έναν προσεγγιστικό χαρακτήρα.

Αξίζει να σημειώσουμε ότι σχεδόν όλες οι ομάδες ήταν «γαντζωμένες» στο αυθεντικό πλαίσιο- «ο κόσμος της πεταλούδας». Κάτι τέτοιο είναι αναμενόμενο να συμβεί δεδομένου ότι η αυθεντική αυτή εμπειρία με χρήση του ψηφιακού περιβάλλοντος ANIMath είχε πρόσφατα ολοκληρωθεί. Το γεγονός αυτό θα μπορούσε να ήταν ανησυχητικό μόνο αν οι μαθητές/τριες δεν καταφέρουν μελλοντικά να μεταφέρουν τις γνώσεις τους και σε άλλα θεματικά πλαίσια. Η επιτυχής εφαρμογή της αποκτηθείσας διευρυμένης έκφρασης της σκέψης των παιδιών για τη μέτρηση και σε άλλα θεματικά πλαίσια είναι αυτό που θα καταστήσει το εγχείρημα μας απόλυτα επιτυχές αφού η πρακτική γνώση θα έχει πια διαφορετική ισχύ και ευρύτητα –αλλά αυτό αποτελεί αντικείμενο μελέτης σε επόμενη εργασία μας.

## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Αλιμήση Ρ., Χρονάκη Α., Χρηστούλη Ε., Χάλκη Π., (2007) 'ANIMATH: Ένα διαδικτυακό περιβάλλον μάθησης και διδασκαλίας στο χώρο των μαθηματικών', Πρακτικά 4<sup>ου</sup> πανελληνίου Συνεδρίου 'ΤΠΕ στην Εκπαίδευση', Σύρος, τόμος Α, σελ. 363-368.

Αλιμήση, Ρ. (2008) 'Αυθεντικά πλαίσια μάθησης με την υποστήριξη ψηφιακής τεχνολογίας: ο σχεδιασμός και η εφαρμογή του ANIMath για τα μαθηματικά', πτυχιακή εργασία, διαθέσιμη στη Βιβλιοθήκη του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Χρονάκη Α., Κωτσάνης Γ., Κόκκωνας Α., Λαγουδάκος Γ., Πριοβόλου Β., Κουρμπέτης Κ., (2000), «ΙΠΙΣ: Η τέχνη των Μαθηματικών και τα μαθηματικά της Τέχνης», Μελέτη Ένταξης, Εφαρμογής και Αξιολόγησης του προγράμματος ΙΠΙΣ.

Χρονάκη, Α. (2010). Το «διδακτικό πείραμα»: Η ποιοτική μελέτη της μαθησιακής διαδικασίας στο πλαίσιο της διδακτικής πράξης. Στο Μ. Πουρκός & Μ. Δαφέρμος. Ποιοτική Μέθοδος στην Ψυχολογία και στην Εκπαίδευση, Αθήνα. Τόπος, σελ. 605-628.

Brown, J.S., Collins, A. and Duguid, P. (1989). Situated Cognition and the Culture of Learning, *Educational Researcher*, 18(1), 32-34.

Chronaki, A. (2000a). Computers in Classrooms: Learners and Teachers in new Roles. In B. Moon, M. Ben-Peretz, and S. Brown (eds.) *Routledge International Companion to Education*. Routledge. London (pp. 558-572).

Chronaki, A. (2000b). Teaching maths through theme-based resources: Pedagogic style, 'theme' and 'maths' in lessons. *Educational Studies in Mathematics Vol. 42. pp 141-163*.

Cooper (1985) *Renegotiating Secondary School Mathematics: A Study of Curriculum Change and Stability* Falmer Press.

Gardner, H. (1991). *The unschooled mind: How children think and how schools should teach*. New York: BasicBooks.

Herrington, J. and Kervin, L. (2007), 'Authentic Learning Supported by Technology: Ten suggestions and cases of integration in classrooms'. *Educational Media International*, 44(3), 219- 236.

Lave, J. (1988). *Cognition in Practice: Mind, mathematics, and culture in everyday life*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Lombardi, M.(2007).Authentic Learning for the 21<sup>st</sup> Century: An Overview, EDUCAUSE LearningInitiative.

Mims,C.(2003).Authentic Learning: A practical introduction & guide for implementation, Meridian, Computer Technologies Journal.

Nicaise, M., Gibney, T., Crane M. (2000) Toward an Understanding of Authentic Learning: Student Perceptions of an Authentic Classroom, Journal of Science Education and Technology, Vol 9, No 1.

Reeves, T.C., Herrington, J.and Oliver, R. (2002). 'Authentic activities and online learning',

[\[http://www.herdsa.org.au/wpcontent/uploads/conference/2002/papers/Reeves.pdf\]](http://www.herdsa.org.au/wpcontent/uploads/conference/2002/papers/Reeves.pdf) last accessed 10.02.2009.

Saxe, G. (1990) Culture and cognitive development: Studies in mathematical understanding. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Shaffer, D. W. and Resnick, M. (1999), "Thick" authenticity: New media and authentic learning'. *Journal of Interactive Learning Research*, 10(2), 195-215.

Snyder, I. (1998). Page to Screen, London, (pp xxvi -xxvii).