

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

Τόμ. 1 (2019)

6ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία»



**Αξιοποίηση Ψηφιακής Αφήγησης στη διδασκαλία μαθηματικών. Η περίπτωση της κάθετης αφαίρεσης με δανεισμό**

*Θαρρενός Μπράτιτσης, Πελαγία - Μαριάννα Μαντέλλου*

## Βιβλιογραφική αναφορά:

Μπράτιτσης Θ., & Μαντέλλου Π. -. Μ. (2022). Αξιοποίηση Ψηφιακής Αφήγησης στη διδασκαλία μαθηματικών. Η περίπτωση της κάθετης αφαίρεσης με δανεισμό. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, 1, 422–432. ανακτήθηκε από <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/3662>

# Αξιοποίηση Ψηφιακής Αφήγησης στη διδασκαλία μαθηματικών. Η περίπτωση της κάθετης αφαίρεσης με δανεισμό

Θαρρενός Μπράτισης<sup>1</sup>, Πελαγία - Μαριάννα Μαντέλλου<sup>2</sup>

[bratitsis@uowm.gr](mailto:bratitsis@uowm.gr), [mantelloumarianna@gmail.com](mailto:mantelloumarianna@gmail.com)

<sup>1</sup> Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, <sup>2</sup> Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση

## Περίληψη

Στην παρούσα εργασία περιγράφεται μια διδακτική παρέμβαση που αξιοποιεί την ψηφιακή αφήγηση ως διδακτική προσέγγιση. Συγκεκριμένα, σχεδιάστηκε και αξιοποιήθηκε μια ψηφιακή ιστορία για τη διδασκαλία της κάθετης αφαίρεσης με δανεισμό στη Β' Δημοτικού. Πρόκειται για έναν αλγόριθμο που δυσκολεύει αρκετά τους μαθητές. Έτσι επιχειρήθηκε να διερευνηθεί αν μέσω της αφηγηματικής προσέγγισης οι μαθητές είναι ευκολότερο να κατανοήσουν τις δύο μεθόδους δανεισμού στην κάθετη αφαίρεση. Τα αποτελέσματα ήταν θετικά και αναδεικνύουν τη χρησιμότητα της Ψηφιακής Αφήγησης ως διδακτικής προσέγγισης στο χώρο των θετικών επιστημών.

**Λέξεις κλειδιά:** Ψηφιακή Αφήγηση, Δημοτικό Σχολείο, Μαθηματικά

## Εισαγωγή

Είναι γενικά αποδεκτό ότι το αντικείμενο των μαθηματικών είναι ένα από αυτά που προκαλούν δυσφορία στους μαθητές όλων των βαθμίδων της εκπαίδευσης, παρά τη μεγάλη χρησιμότητά τους στην καθημερινότητα των ανθρώπων. Έρευνες δείχνουν ότι ακόμα και για τους μαθητές με καλές επιδόσεις, το αντικείμενο των μαθηματικών θεωρείται κουραστικό (Ignacio et al., 2006). Επιπλέον, η συχνή αποτυχία οδηγεί συχνά σε μια ενισχυμένη αρνητική στάση απέναντι στο σχετικό γνωστικό αντικείμενο. Σύμφωνα με τον Charpman (1988) είναι δύσκολο να αποδεχτούν οι μαθητές ότι ενδεχόμενη αποτυχία στην επίλυση ενός μαθηματικού προβλήματος προέρχεται από τη δική τους ικανότητα, ενώ αποδίδουν την επιτυχία σε διάφορους παράγοντες, μεταξύ των οποίων και η τύχη. Με τον τρόπο αυτό χτίζεται σταδιακά ένα αίσθημα κατωτερότητας και αρνητικής στάσης των μαθητών απέναντι στα μαθηματικά.

Ο αλγόριθμος της κάθετης αφαίρεσης με δανεισμό εκτελείται με λάθος τρόπο από πολλούς μαθητές. Οι λανθασμένες εκτελέσεις οφείλονται σε παραλλαγές του σωστού αλγορίθμου και είναι γνωστοί στη βιβλιογραφία με τον όρο “bugs” (Λεμονίδης, 1994). Αυτοί εμφανίζονται όταν ένα άτομο, το οποίο έχει κατανοήσει ή όχι έναν αλγόριθμο αντιμετωπίζει ένα αδιέξοδο, είτε γιατί έχει ξεχάσει τον τρόπο επίλυσης είτε δεν τον έχει μάθει τελικά. Στην περίπτωση αυτή, αντί να διακόψει την επίλυση επιχειρεί να ανακατασκευάσει μια λύση, η οποία μπορεί να απέχει περισσότερο ή λιγότερο από το σωστό αλγόριθμο. Συνεπώς, η διδακτική προσέγγιση του αντικειμένου αυτού αποτελεί ένα καίριο ερευνητικό ερώτημα.

Η ψηφιακή αφήγηση (ΨΑ) είναι μια σχετικά νέα τάση που ενσωματώνεται στην εκπαιδευτική πραγματικότητα μέσω έντονης ερευνητικής δραστηριότητας, την τελευταία δεκαετία περίπου. Πρόκειται για μια μορφή τέχνης που συνδυάζει διαφορετικά είδη πολυμεσικού υλικού, όπως εικόνες, κείμενο, βίντεο, μουσική και ηχογραφημένη αφήγηση για τη δημιουργία μιας σύντομης ιστορίας (Robin & MacNeil, 2012). Οι ιστορίες που

δημιουργούνται με τον τρόπο αυτό αξιοποιούνται σε όλες τις βαθμίδες και σχεδόν σε όλα τα γνωστικά αντικείμενα, με διαφορετικούς τρόπους (Robin, 2006). Και στην Ελλάδα τα τελευταία χρόνια παρατηρείται έντονη ερευνητική δραστηριότητα που αφορά στην αξιοποίηση της ΨΑ στη διδασκαλία διαφόρων γνωστικών αντικειμένων, ειδικά σε μικρές ηλικίες (Μπράττισης, 2014; Bratitsis & Prapas, 2018; Ρούσση & Μπράττισης, 2017; Σαββοπούλου & Μπράττισης, 2017).

Στο πλαίσιο αυτό, η παρούσα εργασία περιγράφει μια διδακτική παρέμβαση που αξιοποιεί την ΨΑ για τη διδασκαλία μαθηματικών στο Δημοτικό Σχολείο και συγκεκριμένα τον αλγόριθμο της κάθετης αφαίρεσης με δανεισμό, σε μαθητές της Β΄ Δημοτικού. Η εργασία δομείται ως εξής: αρχικά αναπτύσσονται οι θεωρητικοί άξονες της έρευνας. Ακολούθως περιγράφεται η ερευνητική μεθοδολογία και η παρέμβαση. Τέλος, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα και η εργασία ολοκληρώνεται με την καταληκτική συζήτηση.

### **Θεωρητικό πλαίσιο**

Στην ενότητα αυτή αναπτύσσονται οι θεωρητικοί άξονες της εργασίας. Ο ένας αφορά στη διδασκαλία των μαθηματικών στο Δημοτικό Σχολείο και συγκεκριμένα στο θέμα που επιλέχθηκε, αυτό της εκμάθησης του αλγόριθμου της κάθετης αφαίρεσης με δανεισμό. Ο άλλος αφορά στη σχέση της ΨΑ με την εκπαίδευση.

### **Μαθηματικά και αφήγηση στο δημοτικό**

Τα μαθηματικά αποτελούν, κατά γενική ομολογία, ένα από τα δυσκολότερα πεδία διδασκαλίας στο σχολείο που προκαλεί δυσφορία στους μαθητές όλων των βαθμίδων, παρά τη χρησιμότητά του στην καθημερινότητα του ανθρώπου. Ακόμα και για τους μαθητές με καλές επιδόσεις, το μάθημα των μαθηματικών θεωρείται συχνά μια κουραστική αγγαρεία (Ignacio et al., 2006). Ακόμα, η συχνή αποτυχία οδηγεί σε ενίσχυση της αρνητικής στάσης απέναντι στα μαθηματικά. Όταν τελικά οι μαθητές επιτυγχάνουν την επίλυση ενός προβλήματος, δεν αποδέχονται πάντα ότι αυτό προήλθε από τη δική τους ικανότητα, αλλά συχνά το αποδίδουν στην ευκολία του προβλήματος, στη λήψη βοήθειας από κάποιον άλλο ή ακόμα και στην τύχη. Έτσι, σταδιακά χτίζεται μια αρνητική διάθεση για τα μαθηματικά (Charman, 1988).

Η μαθηματική εκπαίδευση εστιάζει όλο και περισσότερο στην καλλιέργεια θετικών στάσεων και αντιλήψεων για τα μαθηματικά, καθώς και στη βίωση θετικών συναισθημάτων κατά την ενασχόληση των μαθητών με σχετικές δραστηριότητες (McLeod, 1994). Η συνηθέστερα στάση των παιδιών απέναντι στα μαθηματικά αποδίδεται με τον όρο *μαθηματικοφοβία* (math anxiety ή mathphobia) (Lazarus, 1974; Tobias, 1993). Κατά τον Moses (2001), η διδασκαλία των μαθηματικών που στηρίζεται στην απομνημόνευση και όχι στην κατανόηση μέσω ανακάλυψης, προξενεί αποστροφή για το γνωστικό αντικείμενο. Έτσι, ενισχύεται περαιτέρω η αρνητική στάση απέναντί του.

Η αφήγηση φαίνεται να αποτελεί ένα από τα μέσα που προτείνονται για τη θεραπεία αυτής της ιδιόμορφης σχέσης των μαθητών με τα μαθηματικά. Υποστηρίζεται ότι τα παιδιά μπορούν έτσι να κατανοήσουν καλύτερα αφηρημένες έννοιες μαθηματικών, παράλληλα με την καλλιέργεια μιας σειράς άλλων δεξιοτήτων (Miller, 2002). Οι ιστορίες μπορούν να τους βοηθήσουν να αναπτύξουν την ικανότητα πρόβλεψης της λύσης ενός προβλήματος, όπως ακριβώς συμβαίνει στο στάδιο της κορύφωσης μιας ιστορίας, όπου ο αναγνώστης δύναται να προβλέψει την έκβαση της ιστορίας. Ακολουθώντας την προσέγγιση του Dewey, οι Kokkotas et al. (2010) αναφέρουν ότι η πρόβλεψη οδηγεί στην ανάπτυξη της ρομαντικής κατανόησης η οποία συμβάλλει σημαντικά στην εννοιολογική κατανόηση δύσκολων εννοιών και γι' αυτό

οι μαθητές πρέπει να έχουν επαρκείς ευκαιρίες για την απόκτηση της εμπειρίας της πρόβλεψης. Έτσι θα βρίσκονται σε θέση να μπορούν να λύσουν μαθηματικά προβλήματα.

Στο ίδιο μήκος κύματος, ο Vygotsky (1998) μελέτησε τη φαντασία και τον τρόπο που αυτή σχετίζεται με την αφήγηση, υποστηρίζοντας ότι η ανάπτυξη της ενισχύει την ενεργοποίηση και ανάπτυξη της αφηρημένης σκέψης. Η τελευταία οδηγεί στην αυξημένη πιθανότητα κατανόησης αφηρημένων εννοιών στις Θετικές Επιστήμες (Κόκκοτας κ.ά., 2008).

Στην παραδοσιακή προσέγγιση, ο δάσκαλος αντιπροσωπεύει την εξ' ολοκλήρου πηγή γνώσης για τα μαθηματικά. Η συνηθής πρακτική αφορά στην επαναληπτική προσέγγιση της ύλης και τη συνεχή εξάσκηση. Τα τελευταία είκοσι χρόνια όμως, παρατηρείται μια μεταστροφή στην προσέγγιση που ακολουθείται. Οι ειδικοί σκοποί του μαθήματος των μαθηματικών στο Δημοτικό, όπως ορίζουν τα νέα ΑΠΣ και ΔΕΠΠΣ εστιάζουν στην εξέταση των μαθηματικών με όχι τόσο μηχανιστική προσέγγιση και στην κατανόηση από την πλευρά των παιδιών της πολύπλευρης (επικοινωνιακή, συλλογιστική, ανακαλυπτική, κλπ) αξίας των μαθηματικών και της καλλιέργειας θετικής στάσης απέναντί τους (Καργιωτάκης κ.ά., 2006). Σήμερα, επιδιώκεται τα μαθηματικά να αποκτήσουν νόημα για τα παιδιά (Van de Walle, 2005). Η κατανόηση στα πλαίσια της μαθηματικής εκπαίδευσης ερευνάται κάτω από διάφορες οπτικές γωνίες και αποτελεί αναπόσπαστο στοιχείο στη διδακτική των μαθηματικών (Κολέζα, 2000). Η κατανόηση εννοιών μέσα σε πολλαπλά πλαίσια (συσχετιστική κατανόηση) βοηθά στην οικοδόμηση της γνώσης και έχει πολλαπλά οφέλη για τους μαθητές (Van de Walle, 2005).

Με τον όρο αλγόριθμος περιγράφονται οι μηχανικές διαδικασίες, στις οποίες εκτελούνται κατά σειρά, προκαθορισμένα βήματα. Για να εκτελεστεί ο αλγόριθμος μιας αριθμητικής πράξης είναι απαραίτητη η γνώση των επιμέρους απλών πράξεων που απαιτούνται. Επομένως, οι απλές πράξεις εμπεριέχονται στους αλγόριθμους των αντίστοιχων πράξεων (Λεμονίδης, 1994). Στις αριθμητικές πράξεις ο όρος αλγόριθμος χρησιμοποιείται ευρέως για να περιγράψει τις σταθερές, γραπτές, υπολογιστικές διαδικασίες, αλλά και τις νοερές διαδικασίες, για την εκτέλεση μιας πράξης.

Ειδικότερα στον αλγόριθμο της αφαίρεσης είναι απαραίτητη η γνώση της αξίας θέσης ψηφίου και των βασικών συνδυασμών της αφαίρεσης. Η αφαίρεση χωρίς δανεισμό είναι η πιο εύκολη μορφή και δε φαίνεται να δυσκολεύει τους μαθητές. Όταν οι αριθμοί αποκτούν περισσότερα του ενός ψηφία, ο αλγόριθμος γίνεται δυσκολότερος αφού συχνά απαιτείται δανεισμός σημαντικότερου ψηφίου. Στα σχολικά εγχειρίδια αναφέρονται σήμερα ο *γνήσιος δανεισμός* (δανεισμός μονάδας ανώτερης τάξης) και η *πρόσθεση ίσων ποσών* (πρόσθεση του «κρατούμενου» στον μειωτέο και τον αφαιρετέο). Για την πραγματοποίηση της αφαίρεσης με δανεισμό, η βιβλιογραφία καταγράφει ότι οι μαθητές συναντούν δυσκολίες (Χατζηγεωργίου 1990; Καφούση & Ντζιαχρήτος, 1998). Το πιο κοινό λάθος είναι η αφαίρεση του μικρότερου αριθμού από τον μεγαλύτερο, ανεξάρτητα αν ο μικρότερος βρίσκεται στον μειωτέο ή τον αφαιρετέο. Επίσης, λάθη καταγράφονται συχνά όταν υπάρχει μηδέν στον μειωτέο.

Στην παρούσα διδακτική παρέμβαση, σχεδιάστηκε μια ψηφιακή ιστορία για να αναδείξει τη λογική των δύο μεθόδων και να διερευνηθεί αν οι μαθητές μπορούν να αντιμετωπίσουν έτσι τα συνηθέστερα λάθη εκτέλεσης του συγκεκριμένου αλγορίθμου (Λεμονίδης, 1994).

### **Ψηφιακή Αφήγηση**

Οι ιστορίες αποτελούν για κάθε πολιτισμό το παλαιότερο μέσο ψυχαγωγίας, εκπαίδευσης, διαφύλαξης πολιτιστικής κληρονομιάς και διαμόρφωσης ηθικών αξιών. Στην εκπαίδευση, η αφήγηση ιστοριών αποτελεί σημαντικό εργαλείο που συμβάλλει στη γνωστική ανάπτυξη των παιδιών καθώς τους δίνει την ευκαιρία να αναλύσουν και να εξηγήσουν (Bruner, 1990), να ερμηνεύσουν (Gudmundsdottir, 1995), να οργανώσουν και να ενισχύσουν τη μνήμη τους (Schank, 1999) και να διερευνήσουν αξιοποιώντας διαφορετικές οπτικές (McEwan & Egan,

1995). Παράλληλα συμβάλλει στην κατανόηση ιδεών και ιδιοτήτων, στη σύγκριση, στην εξαγωγή συμπερασμάτων και στη γενίκευση (Banyard & Hayes, 1997), και τελικά στην καλλιέργεια δημιουργικής και κριτικής σκέψης (Μπιρμπίλη, 2008). Σε συνδυασμό με τη σύγχρονη τεχνολογία, η αφήγηση μπορεί δυνητικά να αξιοποιηθεί σε όλες τις καταστάσεις συμπεριλαμβάνοντας την τοπική, μη-τοπική και άτοπη εκπαίδευση, αλλά και τα εργασιακά περιβάλλοντα (Μπράττιτς, 2014).

Η ΨΑ (*Digital Storytelling*) αποτελεί το συνδυασμό της παραδοσιακής προφορικής αφήγησης με πολυμεσικό υλικό και εργαλεία τηλεπικοινωνίας και χαρακτηρίζεται ως μια αναδυόμενη μορφή τέχνης (Lathem, 2005; Robin & McNeil, 2012). Στις ψηφιακές ιστορίες η αφήγηση έχει διαδραστικό χαρακτήρα και η ποικιλία των πολυμεσικών στοιχείων όπως κείμενο, γραφικά, βίντεο, ηχογραφημένη αφήγηση και μουσική τις καθιστά ελκυστικές και ενδιαφέρουσες. Η ΨΑ αποτελεί μια σύγχρονη διδακτική προσέγγιση, η οποία φαίνεται να ενισχύει τη γνωστική προσοχή των μαθητών και να ενεργοποιεί το συναισθηματικό τους ενδιαφέρον (Smeda et al., 2014). Ο διαδραστικός χαρακτήρας της αφήγησης επιτρέπει τη χρήση της τεχνολογίας για το συνδυασμό γραπτής και προφορικής επικοινωνίας, με τρόπο τέτοιο ώστε να ενισχύεται η μάθηση και η κατανόηση και να αναπτύσσεται η κριτική σκέψη και οι δεξιότητες επίλυσης προβλήματος. (Μουταφίδου & Μπράττιτς, 2013; Pitler, 2006; Smeda et al., 2014).

Οι ψηφιακές ιστορίες μπορούν να δημιουργηθούν από τους εκπαιδευτικούς ή τα παιδιά (Μπράττιτς, 2014). Στην πρώτη περίπτωση, ως εργαλείο διδασκαλίας χρησιμοποιούνται για την παρουσίαση ενός αντικειμένου ή μιας νέας ιδέας με τρόπο ελκυστικό (Robin, 2008) ενώ παράλληλα διευκολύνεται η αλληλεπίδραση των μαθητών και η καλύτερη κατανόηση του περιεχομένου (Burmark, 2004). Στη δεύτερη περίπτωση, ενισχύονται ένα σύνολο δεξιοτήτων γραμματισμού (Μουταφίδου & Μπράττιτς, 2013). Όταν οι μαθητές δημιουργούν δικές τους ψηφιακές ιστορίες έχουν τη δυνατότητα να εκφράσουν σκέψεις, ιδέες και απόψεις και να τις μοιραστούν με ένα ευρύτερο κοινό, βελτιώνοντας ταυτόχρονα τις δεξιότητες συγγραφής τους (Gakhar & Thompson, 2007). Επιπλέον, γίνονται πιο ενεργοί και παραγωγικοί τόσο στις ατομικές όσο και στις συνεργατικές δραστηριότητες (Bratitsis et al., 2011).

Στην παρούσα εργασία ακολουθείται η πρώτη προσέγγιση, όπου ο εκπαιδευτικός αξιοποιεί την ψηφιακή ιστορία για τη διδασκαλία ενός δύσκολου αντικειμένου με εναλλακτικό τρόπο.

## Ερευνητική προσέγγιση

### Μεθοδολογία

Η εργασία αναφέρεται σε μια πειραματική έρευνα. Επιλέχθηκε με τυχαίο τρόπο ένα τμήμα της Β' Δημοτικού. Η πειραματική διαδικασία αφορούσε στη διεξαγωγή pre- και post- test. Ενδιάμεσα οι μαθητές είδαν την ψηφιακή ιστορία. Κατά την αρχική αξιολόγηση συμμετείχαν οι μισοί μαθητές του ίδιου τμήματος, προκειμένου να ελεγχθεί αν υπήρχε διαφορά στην εκτέλεση του αλγορίθμου της αφαίρεσης μετά τη διδακτική παρέμβαση. Αυτοί αποτέλεσαν την πειραματική ομάδα. Για το λόγο αυτό ζητήθηκε από τον εκπαιδευτικό της τάξης να χωρίσει τους μαθητές σε δύο ισοδύναμες ομάδες, με βάση την προσωπική του εκτίμηση.

Η εφαρμογή έγινε με τη συμμετοχή της πειραματικής ομάδας, ενώ στην τελική αξιολόγηση (post-test) συμμετείχαν και οι 22 μαθητές του τμήματος. Συνεπώς, τα άλλα μισά παιδιά αποτέλεσαν την ομάδα ελέγχου. Στο στάδιο αυτό τα παιδιά της πειραματικής ομάδας παρακολούθησαν σε ολομέλεια την ψηφιακή ιστορία και μετά τους ζητήθηκε να την αναδηγηθούν προφορικά ως ομάδα. Στη συνέχεια ακολούθησε η διανομή και ολοκλήρωση του post-test.

Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν αναλύθηκαν ως προς το ποσοστό επιτυχίας των μαθητών στην επίλυση των ασκήσεων του κάθε φύλλου εργασίας.

### Συμμετέχοντες

Η διδακτική παρέμβαση πραγματοποιήθηκε με τη συμμετοχή 22 μαθητών της Β' Δημοτικού σε σχολείο αστικού κέντρου, κατά το σχολικό έτος 2018-2019.

### Εργαλεία συλλογής ερευνητικών δεδομένων

Η συλλογή δεδομένων έγινε με τη χρήση pre- και post-test, με τη μορφή φύλλων αξιολόγησης. Και τα δύο φύλλα περιείχαν ασκήσεις αφαίρεσης (12 συνολικά στο κάθε φύλλο) με διψήφιους αριθμούς στις περισσότερες περιπτώσεις (οι 11 από τις 12). Επιπλέον αξιοποιήθηκαν οι καταγραφές ερευνητή σε ημερολόγιο.

### Ερευνητικά ερωτήματα

Το κεντρικό ερώτημα της παρούσας παρέμβασης ήταν, «Μπορεί αξιοποίηση της ΨΑ στη διδασκαλία των μαθηματικών να οδηγήσει μαθητές δημοτικού σε αποτελεσματικές επιστημονικές εμπειρίες;». Ειδικότερα, διερευνήθηκαν τα ακόλουθα:

- Μπορεί να σχεδιαστεί μια ψηφιακή ιστορία που να αξιοποιηθεί αποτελεσματικά για τη διδασκαλία των μαθηματικών στο Δημοτικό Σχολείο (με εφαρμογή στον αλγόριθμο της κάθετης αφαίρεσης με δανεισμό);
- Η ψηφιακή ιστορία μπορεί να είναι ένα αποτελεσματικό μέσο παρουσίασης της νέας γνώσης;
- Βοήθησε η ψηφιακή ιστορία στη διάγνωση ή στην πρόκληση εννοιολογικής αλλαγής;
- Κατάφερε η προσέγγιση της ΨΑ να εμπλέξει τα παιδιά ενεργά και τους παρείχε μια απολαυστική εμπειρία, άρα κατά συνέπεια αποτελεί ένα ελκυστικό μέσο διδασκαλίας;

### Η ψηφιακή ιστορία

Η ιστορία που σχεδιάστηκε διαδραματίζεται στην Αριθμούπολη, στην οποία οι κάτοικοι είναι αριθμοί. Σε μια πολυκατοικία ζουν δύο οικογένειες που καθημερινά παίζουν ένα παιχνίδι, αυτό της αφαίρεσης. Το αποτέλεσμα της τελευταίας είναι πάντα σταθερό (28, βλ. Εικόνα 1) και αντιπροσώπευε στο νούμερο της συγκεκριμένης πολυκατοικίας. Μέσα από το καθημερινό τους παιχνίδι, παρουσιάζονται οι δύο μέθοδοι δανεισμού με ευχάριστο και αναπαραστατικό τρόπο. Στην πρώτη μέθοδο, η μητέρα του πάνω ορόφου δανειζει μια δεκάδα στο παιδί της κι έτσι αυτή γίνεται το 6 και το παιδί το 13. Στη δεύτερη μέθοδο, η μητέρα παίρνει πίσω τη δεκάδα και το παιδί αναζητά λύση μόνο του. Έτσι απευθύνεται στην τράπεζα δεκάδων για να πάρει μια δεκάδα, την οποία όμως πρέπει να επιστρέψει σε ένα άλλο σπίτι.

Στην πλοκή της ιστορίας, τα παιδιά των οικογενειών δεν παίζουν μαζί γιατί το ένα είναι μικρότερο. Όταν το παιδί του κάτω ορόφου μεγαλώνει και γίνεται 5, το παιδί του πάνω ορόφου (το 3) τρομοκρατείται γιατί είναι μικρότερο. Έτσι, στην πρώτη περίπτωση η μητέρα του του δανειζει μια δεκάδα για να γίνει 13 και να μπορεί να παίξει με το 5. Με τον τρόπο αυτό ολοκληρώνεται και η αφαίρεση. Στη δεύτερη περίπτωση, το 3 επισκέπτεται την τράπεζα δανεικών για να δανειστεί μια δεκάδα. Ακολούθως, η δεκάδα πρέπει να επιστραφεί στη μητέρα του 5 για να ολοκληρωθεί η αφαίρεση.

Για την υλοποίηση της ψηφιακής ιστορίας χρησιμοποιήθηκε η τεχνική του Stop Motion Animation. Κατασκευάστηκαν δισδιάστατες φιγούρες και τοποθετήθηκαν σε τριδιάστατα σκηνικά. Χρησιμοποιήθηκε μια ομώνυμη εφαρμογή για φορητές συσκευές για τη δημιουργία του βίντεο. Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν 866 φωτογραφίες και η διάρκεια της ψηφιακής

ιστορίας έφτασε τα 7 λεπτά και δεκατρία δευτερόλεπτα. Συνεπώς θεωρείται ότι εμπίπτει στο πεδίο της ΨΑ οριακά, αφού η μέση διάρκεια ιστοριών κυμαίνεται γύρω στα 5 λεπτά.



Σχήμα 1. Κάπου στην Αριθμούπολη

## Αποτελέσματα

### Δεδομένα

Στην πρώτη φάση της παρέμβασης διανεμήθηκε στους μισούς μαθητές pre-test με τη μορφή φύλλου εργασίας με κάθετες αφαιρέσεις. Τα αποτελέσματα συνοψίζονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Επιδόσεις πειραματικής ομάδας στα pre- και post-test

Μαθ.	Σύγχυση με απλή αφαίρεση	Pre-Test			Post-Test		
		Λάθος διαδικασία δανεισμού	Σύνολο λαθών	Σύγχυση με απλή αφαίρεση	Λάθος διαδικασία δανεισμού	Σύνολο λαθών	
1	3	2	5	2	2	4	
2	3	3	5	0	3	3	
3	1	2	3	1	1	2	
4	1	1	2	0	0	0	
5	1	2	3	1	2	3	
6	5	1	6	3	0	3	
7	1	1	2	1	0	1	
8	1	1	2	0	1	1	
9	4	0	4	4	0	4	
10	1	2	3	0	0	0	
11	2	4	6	1	2	3	
<b>Σύνολο</b>	<b>23</b>	<b>18</b>	<b>41</b>	<b>13</b>	<b>11</b>	<b>24</b>	

Στη συνέχεια, αφού οι μαθητές παρακολούθησαν την ψηφιακή ιστορία τους διανεμήθηκε ένα παρόμοιο φύλλο εργασίας, χωρίς να γίνει κάποια άλλη παρέμβαση. Τα αποτελέσματα φαίνονται επίσης στον Πίνακα 1, όπου παρατηρείται σαφής βελτίωση των επιδόσεων.

Το ίδιο φύλλο εργασίας συμπλήρωσαν και τα μέλη της ομάδας ελέγχου, χωρίς όμως να έχουν παρακολουθήσει την ψηφιακή ιστορία. Στο σημείο αυτό, είναι σημαντικό να τονιστεί ότι οι μαθητές δεν έρχονταν σε επαφή με την αφαίρεση για πρώτη φορά, αλλά την είχαν διδαχθεί από τον εκπαιδευτικό τους σε πρότερο χρόνο. Προφανώς η ίδια συνθήκη ίσχυε και για την πειραματική ομάδα. Στον Πίνακα 2 φαίνονται οι επιδόσεις της ομάδας ελέγχου.

**Πίνακας 2. Επιδόσεις ομάδας ελέγχου στο post-test**

Μαθ.	Σύγκριση με απλή αφαίρεση	Post-Test	
		Λάθος διαδικασία δανεισμού	Σύνολο λαθών
1	2	0	2
2	5	1	6
3	6	0	6
4	7	0	7
5	6	0	6
6	5	0	5
7	6	0	6
8	4	2	6
9	3	2	5
10	6	1	7
11	4	2	6
<b>Σύνολο</b>	<b>54</b>	<b>8</b>	<b>62</b>

Το φύλλο εργασίας περιείχε και ορισμένες απλές αφαιρέσεις για να διαπιστωθεί αν οι μαθητές μπορούν να τις διακρίνουν από αυτές που απαιτούν τον αλγόριθμο με δανεισμό. Όπως φαίνεται από τους πίνακες, το 87% των λανθασμένων απαντήσεων οφείλεται στην παρανόηση αυτή. Δηλαδή, δεν αντιλήφθηκαν ότι για να γίνει αφαίρεση πρέπει να δανειστούν μία δεκάδα και ενήργησαν σαν να ήταν απλή αφαίρεση, χωρίς δανεισμό. Επιπλέον, το 12,9% των λανθασμένων απαντήσεων οφείλεται σε λάθος διαδικασία δανεισμού. Συγκεκριμένα, οι μαθητές δανείστηκαν μία δεκάδα αλλά είτε δεν την επέστρεψαν είτε την επέστρεψαν αλλού και κατά συνέπεια εξήγαγαν λανθασμένο αποτέλεσμα.

**Πίνακας 3. Σύγκριση επιδόσεων των ομάδων**

Ομάδα	Σωστές απαντήσεις	Λανθασμένες απαντήσεις	Σύνολο
Πειραματική	51	24	75
Ελέγχου	15	62	77
<b>Σύνολο</b>	<b>66</b>	<b>86</b>	<b>152</b>

Εξετάζοντας το σύνολο των απαντήσεων στα post- test (Πίνακας 3), παρατηρείται ότι συνολικά (και για τις δύο ομάδες αθροιστικά), οι περισσότερες πράξεις (86/152) ήταν

λανθασμένες. Το μεγαλύτερο ποσοστό των λανθασμένων απαντήσεων προέρχεται από τα μέλη της ομάδας ελέγχου, οι οποίοι διέπραξαν περίπου το 70% των λαθών. Αντίστοιχα, το 77% περίπου των σωστών απαντήσεων προέρχεται από τα μέλη της πειραματικής ομάδας.

Ακολούθως, εξετάστηκε η κατανομή των λαθών ώστε να διαπιστωθεί περαιτέρω η επίδραση της ψηφιακής ιστορίας στην επίδοση των μαθητών (Πίνακας 4). Παρατηρήθηκε ότι οι 4/11 μαθητές της πειραματικής ομάδας έκαναν κανένα ή ένα λάθος, ενώ ο αντίστοιχος αριθμός μελών της ομάδας ελέγχου ήταν μηδέν. Το 82% των μελών της ομάδας ελέγχου έκανε πάνω από 5 λάθη, κάτι που δεν ίσχυε για κανένα από τα μέλη της πειραματική ομάδας.

**Πίνακας 4. Κατανομή λαθών**

Ομάδα	0-1	2-5	5-7	Σύνολο
Πειραματική	4	7	0	11
Ελέγχου	0	2	9	11
<b>Σύνολο</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>22</b>

Συγκεκριμένα, οι μαθητές δανείστηκαν μία δεκάδα αλλά είτε δεν την επέστρεψαν είτε την επέστρεψαν αλλού και κατά συνέπεια εξήγαγαν λανθασμένο αποτέλεσμα.

### **Απαντήσεις ερευνητικών ερωτημάτων**

Αναφορικά με το πρώτο ερώτημα, αν μπορεί να σχεδιαστεί και να αξιοποιηθεί μια ψηφιακή ιστορία αποτελεσματικά για τη διδασκαλία των μαθηματικών στο Δημοτικό Σχολείο, εστιάζοντας στον αλγόριθμο της κάθετης αφαίρεσης με δανεισμό, η απάντηση φαίνεται να είναι θετική. Παρά τους τεχνικούς περιορισμούς του σχολείου στο οποίο πραγματοποιήθηκε η παρέμβαση, τα παιδιά παρακολούθησαν (σε φορητό υπολογιστή γιατί το σχολείο δεν διέθετε βιντεοπροβολέα) με ευχαρίστηση και άνεση την ιστορία. Όταν κλήθηκαν να κάνουν αναδιήγηση, δεν αντιμετώπισαν κάποιο πρόβλημα.

Στο ερώτημα αν η ψηφιακή ιστορία μπορεί να είναι ένα αποτελεσματικό μέσο παρουσίασης της νέας γνώσης, επίσης οι ενδείξεις που προκύπτουν από την παρούσα μελέτη είναι θετικές. Συγκεκριμένα, από τον Πίνακα 1 προκύπτει σαφής βελτίωση της επίδοσης των παιδιών που παρακολούθησαν την ψηφιακή ιστορία (24 έναντι 41 λαθών μετά και πριν την ψηφιακή ιστορία). Ειδικότερα, στον Πίνακα 4 φαίνεται ξεκάθαρα ότι κανένα μέλος της πειραματικής ομάδας δεν εμπίπτει στην ανώτερη κατηγορία λαθών (5-7), σε αντίθεση με τα μέλη της ομάδας ελέγχου. Υπάρχει σαφής διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων στις επιδόσεις στο post-test, τόσο ποσοτικά (πλήθος λαθών), όσο και μορφολογικά (είδη λαθών).

Αναφορικά με τη συναισθηματική εμπλοκή και την πρόκληση του ενδιαφέροντος των μαθητών, διαπιστώθηκε ότι υπήρξε σύνδεση τους με τους ήρωες της ιστορίας. Χαρακτηριστικά, αρκετά από τα παιδιά ανέφεραν ότι είχαν άγχος μήπως «μπουν φυλακή» αν δεν επιστρέψουν το δανεικό. Πολλά παιδιά εξέφρασαν τη λύπη τους που το μικρό 3 (το παιδί της οικογένειας στον κάτω όροφο στην Εικόνα 1) δεν έβρισκε τη δεκάδα που χρειαζόταν. Κάποια άλλα παιδιά ρώτησαν αν ο δικός τους αριθμός στην πολυκατοικία που μένουν δημιουργείται με τον ίδιο τρόπο. Φάνηκαν να κατανόησαν ικανοποιητικά το εννοιολογική περιεχόμενο της κάθετης αφαίρεσης με δανεισμό και ανέπτυξαν θετικά συναισθήματα για τους ήρωες της ιστορίας. Μάλιστα, ρώτησαν αν υπάρχουν κι άλλες ιστορίες για άλλα αντικείμενα του μαθήματος των μαθηματικών, κάτι που σημαίνει ότι καλλιεργήθηκε μια θετική στάση προσμονής σε σχέση με τα μαθηματικά, λόγω της προσέγγισης που ακολουθήθηκε.

## Συζήτηση

Στην παρούσα εργασία έγινε μια απόπειρα να διερευνηθεί η δυνατότητα αξιοποίησης της ΨΑ στη διδασκαλία των μαθηματικών στο Δημοτικό Σχολείο. Συγκεκριμένα, σχεδιάστηκε και δημιουργήθηκε μια ψηφιακή ιστορία που παρουσιάζει τις δύο βασικές παραλλαγές του αλγόριθμου για την κάθετη αφαίρεση με δανεισμό. Πρόκειται για ένα ζήτημα που, όπως προαναφέρθηκε, δυσκολεύει αρκετά τους μαθητές της Β' τάξης του Δημοτικού και συνεισφέρει κι αυτό στην καλλιέργεια αρνητικής διάθεσης απέναντι στα μαθηματικά. Ο αλγόριθμος της κάθετης αφαίρεσης με δανεισμό εκτελείται με λάθος τρόπο από πολλούς μαθητές, κάτι που ήταν εμφανές και στην παρούσα έρευνα.

Από την άλλη μεριά, σημαντικός στόχος της διδακτικής των μαθηματικών φαίνεται να είναι η αντιμετώπιση της μαθηματικοφοβίας, μέσα από τα σύγχρονα αναλυτικά προγράμματα. Δεδομένης της αξιοποίησης των αφηγηματικών προσεγγίσεων για τη νοηματοδότηση αφηρημένων εννοιών και την έντονη συναισθηματική εμπλοκή μαθητών, στην παρούσα έρευνα αξιοποιήθηκε μια ψηφιακή ιστορία για να διαπιστωθεί αν μπορεί να θεραπεύσει ακριβώς αυτό το πρόβλημα.

Ιδιαίτερη αναφορά πρέπει να γίνει στο γεγονός ότι η μεταβλητή που διαφοροποιήθηκε μεταξύ πειραματικής ομάδας και ομάδας ελέγχου ήταν η θέαση και αναδίγηση της ψηφιακής ιστορίας και μόνο. Δεν πραγματοποιήθηκε καμία άλλη παρέμβαση, ενώ η τάξη στην οποία πραγματοποιήθηκε η μελέτη είχε ήδη διδαχτεί την κάθετη αφαίρεση με δανεισμό.

Τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν τη δυσκολία που αντιμετωπίζουν τα παιδιά στο συγκεκριμένο αντικείμενο. Από την άλλη μεριά, η διαφορά στην επίδοση της πειραματικής ομάδας μεταξύ του pre- και του post- test δείχνει ότι τα παιδιά επηρεάστηκαν θετικά από την ψηφιακή ιστορία. Η στάση τους συνολικά έδειξε ότι η συγκεκριμένη προσέγγιση ήταν ευχάριστη γι αυτά και ενίσχυσε την ενεργό συμμετοχή και την εμπλοκή τους. Ζήτησαν να πληροφορηθούν αν υπάρχουν κι άλλες ιστορίες για τα μαθηματικά, κάτι που αποτελεί ισχυρή ένδειξη για τον τρόπο που η ΨΑ μπορεί να αξιοποιηθεί προς την κατεύθυνση της αντιμετώπισης της μαθηματικοφοβίας. Επιπλέον, υπήρχε έντονη συναισθηματική εμπλοκή των παιδιών με τους ήρωες της ιστορίας, τις ενέργειες των οποίων ανακαλούσαν για να εξηγήσουν τις λύσεις που πρότειναν στις ασκήσεις του post- test.

Συνολικά, η παρούσα εργασία δίνει σημαντικές ενδείξεις για τον θετικό τρόπο με τον οποίο η ΨΑ μπορεί να αξιοποιηθεί στη διδασκαλία μαθηματικών εννοιών. Φυσικά, αποτελεί μια πολύ μικρή μελέτη περίπτωσης και τα αποτελέσματα δύσκολα μπορούν να γενικευτούν. Όμως, αν αναλογιστεί κανείς το πλήθος των εργασιών που εμφανίζονται τα τελευταία χρόνια στη βιβλιογραφία που αναδεικνύουν τα θετικά οφέλη της αξιοποίησης της ΨΑ, μπορεί κανείς να καταλήξει στο συμπέρασμα ότι μόνο τυχαία δεν είναι τα παρατηρούμενα αποτελέσματα. Η παρούσα μελέτη έλαβε χώρα στα πλαίσια μεταπτυχιακής, διπλωματικής εργασίας και περιελάμβανε διδακτική παρέμβαση σε ένα μόνο σχολείο. Στα άμεσα σχέδια των συγγραφέων είναι η εφαρμογή της παρέμβασης και σε άλλα σχολεία για την παραπέρα επιβεβαίωση των ενδείξεων που καταγράφηκαν.

## Αναφορές

- Banyard, P., & Hayes, N. (1997). *Σκέψη και λύση προβλημάτων* (Επιμ. Α. Κωσταριδου-Ευκλείδη). Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
- Bratitsis, T., & Prappas, I. (2018). Creative Writing enhancement through Digital Storytelling tools in Primary Education. *International Digital Storytelling Conference - "Current Trends in Digital Storytelling: Research & Practices"*, 21-23 September 2018. Zante, Greece.
- Bratitsis, T., Kotopoulos, T., & Mandila, K. (2011). Kindergarten children as story Makers: The effect of the digital medium. In F. Xhafa, L. Barolli, M. Köppen (eds), *Proceedings of the IEEE 3rd International*

- Conference On Intelligent Networking and Collaborative Systems - INCoS 2011* (pp. 84–91). Fukuoka, Japan, November 30 - December 2.
- Bruner, J. (1990). *Acts of meaning*. Cambridge: Harvard University Press.
- Burmark, L. (2004) Visual presentations that prompt, flash & transform. *Media and Methods*, 40(6), 4–5.
- Chapman J. W. (1988). Learning Disabled Children's Self-Concept. *Review of Educational Research*, 58(3), 347–371.
- Gakhar, S., & Thompson, A. (2007.) Digital storytelling: Engaging, communicating, and collaborating. In R. Carlsen & D. A. Willis (eds.), *Proceedings of Society for Information Technology and Teacher Education International Conference 2007* (pp. 607–612). Chesapeake, VA: AACE.
- Gudmundsdottir, S. (1995). The narrative nature of pedagogical content knowledge. In H. McEwan & K. Egan (Eds.) *Narrative in Teaching, Learning, and Research*. NY: Teachers College Press.
- Ignacio, N. G., Blanco, L. J., & Barona, E. G. (2006). The affective domain in mathematics learning. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 1(1), 16–32
- Kokkotas, P., Rizaki, A., & Malamitsa, K. (2010). Storytelling as a Strategy for Understanding Concepts of Electricity and Electromagnetism. *Interchange*, 41(4), 379–405,
- Latham, S. A. (2005). Learning communities and digital storytelling: New media for ancient tradition. In C. Crawford, R. Carlsen, I. Gibson, K. McFerrin, J. Price, R. Weber and D. A. Willis (Eds.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2005* (pp. 2286–2291). Chesapeake, VA: AACE.
- Lazarus, M. (1974). Mathophobia: Some personal speculations. *National Elementary Principal*, 53(2), 16–22.
- McEwan, H., & Egan, K. (Eds.) (1995). *Narrative in teaching, learning, and research*. New York: Teacher's College Press.
- McLeod, D. B. (1994) Research on affect and mathematics learning in the JRME: 1970 to the present. *Journal for Research in Mathematics Education*, 25(6), 637–647.
- Miller, D. (2002). *Reading with Meaning*. Portland, ME: Stenhouse Publishers
- Moses, R. P. (2001). *Radical equations: Math literacy and civil rights*. Boston: Beacon.
- Pitler, H. J. (2006). Viewing technology through three lenses. *Principal*, 85(5), 38–42.
- Robin, B. (2006). The educational uses of digital storytelling. In C. Crawford et al. (eds.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2006* (pp. 709–716). Chesapeake, VA: AACE.
- Robin, B. R. & McNeil, S. G. (2012). What educators should know about teaching digital storytelling. *Digital Education Review*, 22, 37–51.
- Schank, R. C. (1999). *Dynamic memory revisited*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Smeda, N., Dakich, E., & Sharda, N. (2014). The effectiveness of digital storytelling in the classrooms: A comprehensive study. *Smart Learning Environments*, 1(1), 1–21.
- Tobias, S. (1993). *Overcoming math anxiety*. New York: W.W: Norton Company.
- Van de Walle, J. (2005). *Μαθηματικά από το Νηπιαγωγείο ως το Γυμνάσιο. Μια εξελικτική διδασκαλία*. Αθήνα: Τυπώθητω.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Καργιωτάκης, Γ., Μαραγκού, Α., Μπελίτσου, Ν., & Σοφού, Β. (2006). *Μαθηματικά Β' Δημοτικού – Βιβλίο Δασκάλου*. Αθήνα: ΟΕΔΒ
- Καφούση, Σ., & Ντζιαχρήστος, Β. (1998). Οι μαθηματικές γνώσεις των παιδιών της Γ' τάξης του Δημοτικού σχολείου σχετικά με την αξία θέσης ψηφίου, την πρόσθεση και την αφαίρεση τριψήφιων αριθμών, *Μαθηματική Επιθεώρηση*, 49-50, 205–217.
- Κόκκοτας, Β., Μαλαμίτσα, Κ., & Ριζάκη, Α. (2008). Η διήγηση ως παιδαγωγικό και διδακτικό εργαλείο – Η περίπτωση των Φυσικών Επιστημών. *Ερευνα και Πράξη*, 28, 8–19.
- Κολέζα, Ε. (2000). *Γνωσιολογική και Διδακτική προσέγγιση των Στοιχειωδών Μαθηματικών Εννοιών*. Αθήνα: Leader Books.
- Λεμονίδης, Χ. (1994). *Περίπατος στη Μάθηση της Στοιχειώδους Αριθμητικής*. Θεσσαλονίκη: Κυριακίδης.
- Μουταφίδου, Α., & Μπράττισης, Θ. (2013). Ψηφιακή Αφήγηση και δημιουργική γραφή: δύο παράλληλοι κόσμοι με κοινό τόπο. *Πρακτικά 1<sup>ου</sup> Διεθνούς Συνεδρίου Δημιουργικής Γραφής*, Αθήνα 4-6 Οκτωβρίου 2013.
- Μπιρμπίλη, Μ. (2008). *Προς μια παιδαγωγική του διαλόγου. Η σημασία και ο ρόλος των ερωτήσεων στην προσχολική εκπαίδευση*. Αθήνα: Gutenberg.

- Μπράττισης, Θ. (2014). Εμπειρίες από σεμινάρια ψηφιακής αφήγησης σε εκπαιδευτικούς. Η περίπτωση της Ελλάδας. Στο Π. Αναστασιάδης, Ν. Ζαράνης, Β. Οικονομίδης & Μ. Καλογιαννάκης, (Επιμ.), *Πρακτικά 9ου Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή «Τεχνολογίες της Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση»* (σσ. 284-286). Πανεπιστήμιο Κρήτης, Ρέθυμνο, 3-5 Οκτωβρίου 2014.
- Ρούσση, Μ., Μπράττισης, Θ. (2017). Διδασκαλία κανόνα γραμματικής μέσω ψηφιακής αφήγησης: Τα ρήματα σε -ίζω. Στο Παπανικολάου, Κ., Γόγουλου, Α., Ζυμπίδης, Δ., Λαδιάς, Α., Τζωρτζιάκης, Ι., Μπράττισης, Θ., Παναγιωτακόπουλος, Χ. (επιμ), *5<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία»* (σσ. 430-440).
- Σαββοπούλου, Μ., & Μπράττισης, Θ. (2017). *Η ψηφιακή αφήγηση ως μέσο πολιτιστικής μάθησης*. Στο Παπανικολάου, Κ., Γόγουλου, Α., Ζυμπίδης, Δ., Λαδιάς, Α., Τζωρτζιάκης, Ι., Μπράττισης, Θ., Παναγιωτακόπουλος, Χ. (επιμ), *5<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία»* (σσ. 405-416).
- Χατζηγεωργίου, Α. (1990). Η πρόσθεση και η αφαίρεση στους Ακεραίους. Δυσκολίες και λάθη των μαθητών. *Ενκλειδης γ'*, 7(27), 8-20.