ePublishing

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Vol 1 (2000)

2ο Συνέδριο ΕΤΠΕ «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»

Μεθοδολογικές επιλογές κατά τη διαδικασία ανάπτυξης ενός μαθησιακού περιβάλλοντος για την επεξεργασία της έννοιας του μήκους από παιδιά προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας

Μαρία Παπανδρέου

To cite this article:

Παπανδρέου Μ. (2025). Μεθοδολογικές επιλογές κατά τη διαδικασία ανάπτυξης ενός μαθησιακού περιβάλλοντος για την επεξεργασία της έννοιας του μήκους από παιδιά προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 529–538. Retrieved from https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/8290

https://epublishing.ekt.gr | **e-Publisher:** EKT | **Downloaded at:** 26/03/2026 07:19:43

Μεθοδολογικές επιλογές κατά τη διαδικασία ανάπτυξης ενός μαθησιακού περιβάλλοντος για την επεξεργασία της έννοιας του μήκους από παιδιά προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας

Μαρία Παπανδρέου,
υποψήφια διδάκτωρ, Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών, Παν/μιο Πατρών
Πλ. Παντοκράτορος 43, 26331, Πάτρα. e-mail: mcosmos@otenet.gr

Περίληψη

Στόχος του εκπαιδευτικού προγράμματος που παρουσιάζουμε είναι η επεξεργασία της έννοιας του μήκους από παιδιά προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας. Στα πλαίσια μιας κοινωνικο-οικοδομιστικής προσέγγισης για τη μάθηση, αντιμετωπίσαμε την αλληλεπίδραση Η/Υ – μαθητή ως μια μορφή συνεργασίας αμφίδρομων ανταλλαγών, όπου η καθοδήγηση πηγάζει άλλοτε από το ίδιο το πρόγραμμα και άλλοτε από το παιδί που χειρίζεται το πρόγραμμα. Η παρουσίασή μας επικεντρώνεται σε μια προσπάθεια τεκμηρίωσης της συμβολής συγκεκριμένων συνθηκών επί της διαδικασίας μάθησης της έννοιας του μήκους, μέσα από τα δεδομένα ερευνών που εξετάζουν αφενός αυτή τη διαδικασία κι αφετέρου την ανάπτυξη διδακτικών προσεγγίσεων για τη διδασκαλία των μαθηματικών εννοιών σε αυτές τις ηλικίες. Η επεξεργασία του μήκους σε καταστάσεις κίνησης σε συνδυασμό με την ανάπτυξη στρατηγικών μέτρησης είναι οι κεντρικοί άξονες πάνω στους οποίους στηρίχθηκαν οι μεθοδολογικές μας επιλογές κατά την ανάπτυξη των λειτουργιών του προγράμματος.
Λέξεις κλειδιά: εκπαιδευτικό λογισμικό, μήκος, απόσταση, στρατηγικές μέτρησης, διδασκαλία μαθηματικών, προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία.

Summary

The educational software we developed aims at helping children aged from to 5 to 7 in elaboration of the concept of length. Within a socio-constuctivistic approach of learning we viewed child-computer interaction as a collaborative relation of interchange: In some cases children's activity is guided by the software and in other cases children guide a moving object on the screen. We attempted to specify and analyse specific conditions' impact on the learning of length concepts by focusing on bibliography which concerns on the one hand research on the construction of the length concepts and on the other hand research in mathematics education for young children. The educational software we present consists of measurement activities that enable the elaboration of the length concepts within situations of movement in combination with the development of measurement strategies.
Key words: educational software, length concepts, measurement strategies, early childhood mathematics education.

Εισαγωγή

Η έρευνα που εξετάζει τις σχέσεις μεταξύ μάθησης και ανάπτυξης, μέσα στα πλαίσια κυρίως της κοινωνικο-οικοδομιστικής προσέγγισης, είναι ιδιαίτερα ανεπτυγμένη τουλάχιστον όσον αφορά τα παιδιά προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας. Σημαντικές προεκτάσεις αντλούνται από αυτό το χώρο της έρευνας όσον αφορά την παιδαγωγική πρακτική, γεγονός που καλύπτει κατά κάποιο τρόπο τα κενά που δημιουργούνται από το χώρο της διδακτικής μιας και φαίνονται περιορισμένες οι ερευνητικές δραστηριότητες που αφορούν στη διδασκαλία των μαθηματικών ή των φυσικών εννοιών στο νηπιαγωγείο και στις πρώτες τάξεις του Δημοτικού. Τα περιορισμένα ερευνητικά δεδομένα για αυτές τις ηλικίες, όσον αφορά αυτούς τους γνωστικούς τομείς επηρεάζουν άμεσα και την ποιότητα των εκπαιδευτικών λογισμικών, αλλά και τον τρόπο χρήσης τους μέσα στη σχολική τάξη.

Το αντικείμενο αυτής της παρουσίασης αφορά στη διαδικασία ανάπτυξης ενός εκπαιδευτικού προγράμματος με στόχο την επεξεργασία της έννοιας του μήκους από παιδιά προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας. Η ανάπτυξη του συγκεκριμένου λογισμικού στηρίχθηκε στη

θεωρητική παραδοχή, σύμφωνα με την οποία η γνωστική ανάπτυξη και κατά συνέπεια η διαδικασία μάθησης επηρεάζεται από συνδυασμούς παραγόντων. Αν η δράση του υποκειμένου μέσα σε ένα δεδομένο κοινωνικό-πολιτισμικό περιβάλλον είναι η κύρια αιτία της ανάπτυξης, για τη διδακτική προσέγγιση ενός συγκεκριμένου γνωστικού αντικειμένου χρειάζεται κάθε φορά η διερεύνηση τόσο γνωστικών, όσο και κοινωνικών παραγόντων που συνδέονται με αυτή τη διαδικασία καθώς και επιστημολογικών ζητημάτων, που έχουν να κάνουν με το ίδιο το γνωστικό αντικείμενο.

Παράλληλα, στα πλαίσια μιας κοινωνικο-οικοδομιστικής προσέγγισης για τη μάθηση, όπου προτείνεται η χρήση των Η/Υ στη διδασκαλία, ανακύπτει αυτόματα το θέμα της αλληλεπίδρασης του παιδιού με τον Η/Υ. Πιστεύουμε ότι, αυτή η αλληλεπίδραση μπορεί να αποτελέσει μια μορφή «συνεργασίας», κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες. Υιοθετήσαμε, λοιπόν, την άποψη του Gilly (1990), σύμφωνα με την οποία τα θετικά αποτελέσματα κάθε τύπου συνεργασίας είτε πρόκειται για κοινωνικο- γνωστική σύγκρουση είτε όχι προέρχονται από τις δύο κύριες λειτουργίες της διαμεσολάβησης του άλλου, την αποσταθεροποίηση των αυθόρμητων αναπαραστάσεων και τον έλεγχο της δράσης του υποκειμένου.

Τα λάθη των παιδιών αυτής της ηλικίας σε προβλήματα εκτίμησης του μήκους οφείλονται στις επικεντρώσεις που κάνουν στα αρχικά ή στα τελικά σημεία των γραμμών, γεγονός που τα εμποδίζει να λάβουν υπόψη τους το εσωτερικό διάστημα μιας γραμμής (Piaget et al., 1967, Inhelder et al., 1974, Lunzer, 1965). Οι παραστάσεις, που οικοδομούν έτσι τα παιδιά για το μήκος μιας γραμμής, τα οδηγούν σε λανθασμένες εκτιμήσεις.

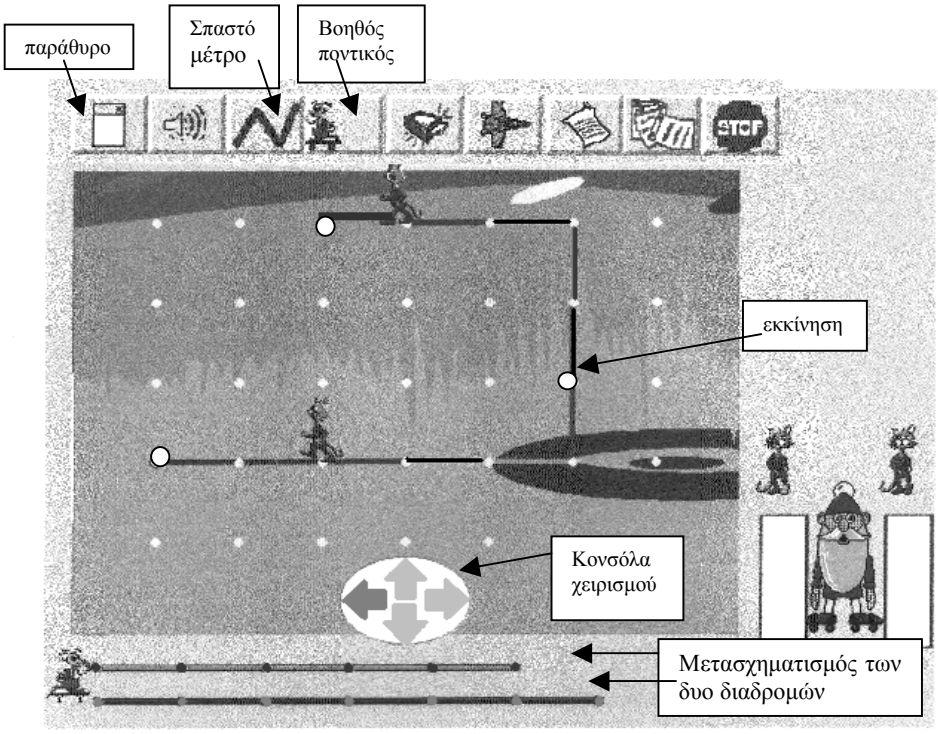
Έτσι, το κύριο μέλημά μας ήταν να δημιουργήσουμε τις κατάλληλες συνθήκες, οι οποίες, μέσα από την καθοδήγηση του προγράμματος ή του δασκάλου, μπορούν να συμβάλλουν στην αποσταθεροποίηση των αυθόρμητων αναπαραστάσεων, που δημιουργεί το παιδί για την έννοια του μήκους στα πλαίσια συγκεκριμένων καταστάσεων, μέσω των οποίων καταλήγει σε λανθασμένες εκτιμήσεις. Παράλληλα, ενσωματώσαμε στο μαθησιακό περιβάλλον διαδικασίες ελέγχου των δράσεων του παιδιού, σε συνδυασμό με τη συστηματική βοήθεια στις περιπτώσεις λανθασμένων επιλογών.

Αυτές οι μορφές διαμεσολάβησης της νοητικής λειτουργίας του μικρού παιδιού, οι οποίες έμμεσα ή άμεσα προτείνονται από το πρόγραμμα, υπαγορεύονται από τα δεδομένα των ερευνών που αφορούν τόσο στη διαδικασία μάθησης της έννοιας του μήκους, όσο και στη διαδικασία ανάπτυξης διδακτικών προσεγγίσεων για τη διδασκαλία μαθηματικών εννοιών σε αυτή την ηλικία. Με βάση αυτές τις παραμέτρους και παράλληλα με μια επιλεκτική παρουσίαση συγκεκριμένων λειτουργιών του προγράμματος θα προσπαθήσουμε στη συνέχεια να δικαιολογήσουμε τις διδακτικές μας επιλογές κατά την διαδικασία ανάπτυξης του εκπαιδευτικού λογισμικού.

Περιγραφή του προγράμματος

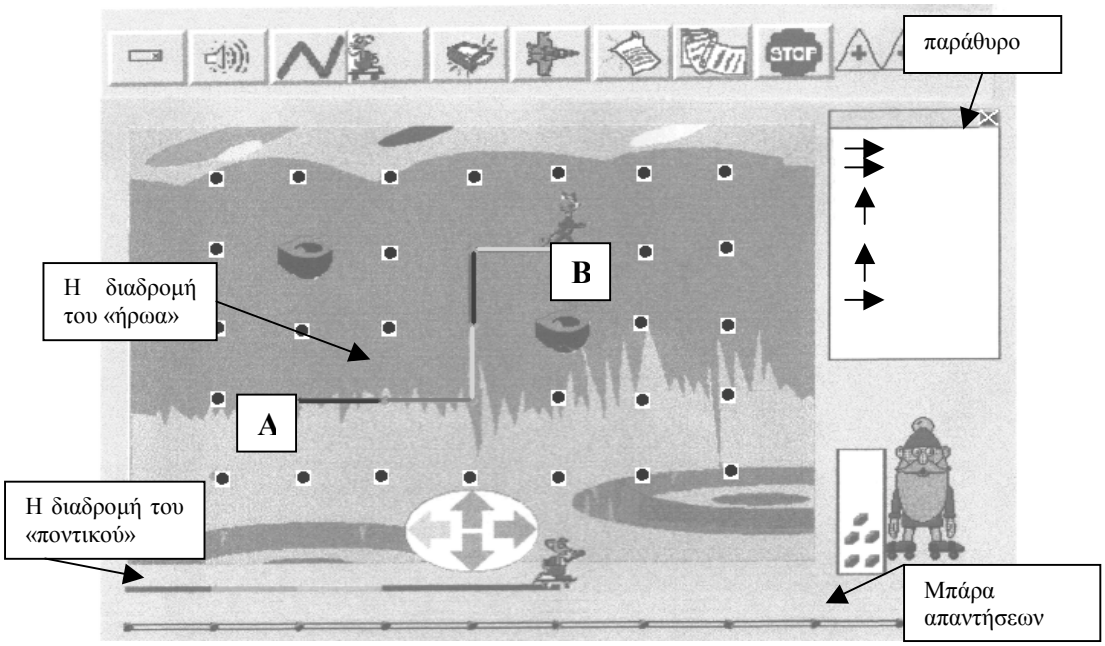
Στα πλαίσια του εκπαιδευτικού μικρόκοσμου που αναπτύξαμε τα παιδιά μπορούν να συνθέσουν ποικίλες διαδρομές, να προσανατολιστούν στα πλαίσια ενός δεδομένου «χάρτη», να εξετάσουν το μήκος μιας διαδρομής ως όλο και άλλοτε ως το αποτέλεσμα της σύνθεσης επιμέρους ευθύγραμμων τμημάτων, να γνωρίσουν διάφορες διαδικασίες μέτρησης των διαδρομών, να συγκρίνουν διαδρομές με κοινά σημεία έναρξης και άφιξης. Όλες αυτές οι δραστηριότητες ενσωματώνονται σε ένα πρωτότυπο σενάριο, όπου ένα διαστημόπλοιο και οι αστροναύτες τους καλούνται να αντιμετωπίσουν την επίλυση προβλημάτων έχοντας σαν αποστολή να εξερευνήσουν τους πλανήτες του διαστήματος. Οι προβληματικές καταστάσεις που συναντούν έχουν να κάνουν σταδιακά με α) την εκτίμηση αποστάσεων (ευθύγραμμα διαστήματα) μεταξύ πλανητών, β) την εκτίμηση του μήκους μη-ευθύγραμμων διαδρομών, γ) την εξεύρεση και τη σύνθεση της πιο σύντομης διαδρομής μεταξύ δύο σημείων με διαφορετικού μήκους βηματισμό δ) συγκρίσεις μεταξύ άνισων και ίσων, ευθύγραμμων ή τεθλασμένων γραμμών. Αυτές οι καταστάσεις αποτελούν τέσσερα επίπεδα ανεξάρτητα

μεταξύ τους, από τα οποία μπορεί ο χρήστης να διαλέξει όποιο θέλει μέσα από την κεντρική οθόνη: «το διαστημόπλοιο».



Εικόνα 1: Ο χρήστης πρέπει να επιλέξει την πιο σύντομη διαδρομή. Έχει ζητήσει βοήθεια από τον ποντικό και αφού έκανε τη εφαρμογή του «σπαστού μέτρου» στις δύο διαδρομές αυτές μετασχηματίστηκαν σε ευθύγραμμα τμήματα. Εκτελώντας την διαδρομή της επιλογής του καθοδηγώντας τον ήρωα, μετακινείται παράλληλα κι ένας άλλος. Όποιος από τους δύο τερματίσει πρώτος θα έχει διανύσει την πιο σύντομη διαδρομή.

Το κύριο μέσο αλληλεπίδρασης του προγράμματος με το χρήστη αφορά σε μια «κονσόλα χειρισμού» του διαστημόπλοιου και του αστροναύτη με τέσσερα βελάκια. Ο χρήστης ενεργοποιώντας τα βελάκια με το ποντίκι μπορεί να μετακινήσει τα κινούμενα αντικείμενα της οθόνης προς την κατεύθυνση που επιθυμεί (βήμα-βήμα). Η κίνηση του ήρωα της ιστορίας γίνεται πάνω σε ένα καμβά από σημεία που ορίζουν ίσες αποστάσεις κάθετα και οριζόντια. Η απόσταση μεταξύ δυο γειτονικών σημείων ορίζει ένα βήμα (βλ. εικόνα 1).
Το δεύτερο μέσο επικοινωνίας του χρήστη με το πρόγραμμα είναι η «μπάρα των απαντήσεων», στο κάτω μέρος της οθόνης (βλ. εικόνα 2). Πρόκειται για μια γραμμή χωρισμένη σε ίσα μέρη, ίδιου μήκους με το βήμα των ηρώων πάνω στον καμβά. Η μπάρα χρησιμοποιείται, κυρίως, για να δώσει ο χρήστης την απάντησή του σχετικά με το μήκος μιας διαδρομής και σε μια μόνο περίπτωση για να ορίσει το μέγεθος του βήματος του ήρωα. Τα υπόλοιπα εργαλεία τώρα που έχει στη διάθεσή του ο χρήστης, βρίσκονται σε μια μπάρα στο επάνω μέρος της οθόνης (βλ. εικόνα 1). Ανάμεσα στα άλλα ξεχωρίζουμε: το «παράθυρο εντολών», όπου ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να βλέπει τις εντολές που δίνει στον ήρωα με τα βελάκια, το «σπαστό μέτρο», με το οποίο μπορεί να μετρήσει το μήκος μιας διαδρομής αφού το εφαρμόσει σταδιακά επάνω στη διαδρομή, έναν «βοηθό-ποντικό», ο οποίος διευκολύνει ή καθοδηγεί το χρήστη σε κάποιες δραστηριότητες κτλ.



Εικόνα 2: Ο «ήρωας» πρέπει περπατήσει από το Α στο Β σημείο, χωρίς να περάσει από τις παγίδες. Αφού εκτελεστεί η διαδρομή, ο χρήστης πρέπει να δηλώσει το μήκος τα διαδρομής πάνω στην «μπάρα των απαντήσεων». Στη συγκεκριμένη οθόνη, ο χρήστης έχει καλέσει για βοήθεια τον «ποντικό». Αυτός διανύει μια ευθύγραμμή διαδρομή βήμα-βήμα μαζί με τον ήρωα. Επίσης το «παράθυρο», παρουσιάζει κωδικοποιημένες τις εντολές του χρήστη, κατά τη διάρκεια που αυτός καθοδηγούσε τον ήρωα στο σημείο Β.

Η "LOGO" και η ιδέα της καθοδήγησης της χελώνας

Το εκπαιδευτικό λογισμικό αναπτύχθηκε με την γλώσσα προγραμματισμού Comenius Logo (Blaho et al. 1993)[2] . Σύμφωνα με τον Papert (1980), το περιβάλλον της LOGO είναι ένας προνομιακός χώρος διερεύνησης της μαθηματικής γνώσης για τα παιδιά. Τις τελευταίες δεκαετίες η έρευνα επεκτάθηκε προς την κατεύθυνση αυτή. Τα αντιφατικά δεδομένα ως προς τη χρήση της LOGO και τα πιθανά μαθησιακά οφέλη αυτής οδήγησαν του ερευνητές σε ποικίλα συμπεράσματα (Clements & Meredith, 1993, Campbell, Fein & Schwartz, 1991). Έτσι, το ενδιαφέρον κάποιων ερευνητών επικεντρώθηκε τόσο στην δόμηση αυστηρών αναλυτικών προγραμμάτων για τη διδασκαλία της LOGO με συγκεκριμένους εκπαιδευτικούς στόχους (Campbell, Fein & Schwartz, οπ.π.), όσο και στην ανάπτυξη κατάλληλων μικρόκοσμων προσανατολισμένων στην επεξεργασία συγκεκριμένων μαθηματικών ή γεωμετρικών εννοιών (Clements et al 1997, Laborde & Capponi, 1994). Παράλληλα, διερευνήθηκε και ο ρόλος της διαμεσολάβησης τόσο του ενήλικου – δασκάλου, όσο και άλλων διδακτικών εργαλείων -έξω από τα πλαίσια του Η/Υ-, έτσι ώστε να διευκολυνθεί η διαδικασία σύνδεσης της διαδικαστικής γνώσης που εξασφαλίζεται μέσα από τη LOGO και μιας πιο παραδοσιακής εννοιολογικής ή επιχειρησιακής γνώσης (Clements & Sarama,1995, Hoyles & Noss, 1992). Έτσι στις μέρες μας γεννήθηκε η ανάγκη της δημιουργίας δυναμικών μαθησιακών περιβαλλόντων (De Corte, 1993), προσαρμοσμένων στις ανάγκες ειδικών περιοχών μάθησης.

Η σύλληψη του προγράμματος στηρίχθηκε αρκετά στην αντίληψη της γλώσσας LOGO. Δανειστήκαμε από αυτήν, αφενός την κίνηση της χελώνας στην οθόνη μέσα από τις εντολές του χρήστη, και αφετέρου την καταγραφή αυτής της κίνησης. Στη συγκεκριμένη περίπτωση,

οι εντολές του χρήστη καθοδηγούν ένα κινούμενο αντικείμενο, που σύμφωνα με το σενάριο άλλοτε είναι ένα όχημα κι άλλοτε ένα ζώο. Η κίνηση του αντικειμένου περιορίζεται σε κάθετο και οριζόντιο άξονα, σε τέσσερις δηλαδή κατευθύνσεις. Για να μην γίνει το περιβάλλον σύνθετο, μιας που απευθύνεται σε παιδιά προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας, δεν ενσωματώσαμε τη λειτουργία της στροφής στο κινούμενο αντικείμενο. Άλλωστε στη συγκεκριμένη περίπτωση, η έννοια της γωνίας δεν εμπλέκεται στο «εννοιολογικό πεδίο» των γραμμικών διαστημάτων (Papandreou, 1994).

Η επεξεργασία του μήκους σε καταστάσεις κίνησης

Η ιδέα της μετακίνησης του αντικειμένου μέσα από τις «οδηγίες-εντολές» του παιδιού, μαζί με την ταυτόχρονη καταγραφή της διαδρομής, που αναγκάζεται να ακολουθήσει το αντικείμενο στην οθόνη, εξυπηρετούν ταυτόχρονα την πλήρωση δύο συγκεκριμένων συνθηκών: την επεξεργασία της έννοιας του μήκους μέσα σε περιεχόμενο κίνησης και την βίωση από το χρήστη της κίνησης του αντικειμένου στην οθόνη.

Από τη μια μεριά, οι καταστάσεις κίνησης επιτρέπουν την σύνδεση προβλημάτων μήκους και απόστασης με άτυπες αλλά ήδη διαμορφωμένες καθημερινές γνώσεις, που συνδέουν την έννοια του μήκους με άλλες έννοιες όπως εκείνη της χρονικής διάρκειας (Παπανδρέου, 1999). Πράγματι τα παιδιά αυτής της ηλικίας γνωρίζουν, ίσως διαισθητικά και με λανθάνοντα τρόπο, ότι υπάρχουν συχνά περισσότεροι δρόμοι από ένας για να φτάσει κάποιος στο σπίτι του και ότι από το μικρότερο δρόμο φτάνει πιο γρήγορα, ή ότι η ευθεία είναι πιο σύντομη από την τεθλασμένη κτλ. Επιπλέον όταν αναφερόμαστε σε καταστάσεις κίνησης, στο «εννοιολογικό πεδίο» των γραμμικών διαστημάτων εμπλέκονται αναγκαστικά οι έννοιες της χρονικής διάρκειας, της ταχύτητας, της χρονικής διαδοχής και του ταυτόχρονου (Piaget, 1946). Είναι γνωστό επίσης, ότι τα νήπια γνωρίζουν τις σχέσεις χρόνου, χώρου, ταχύτητας και ότι καταφέρνουν να διατυπώνουν χρονικούς ή χωρικούς συλλογισμούς (σε ορισμένες περιπτώσεις σωστούς), όταν λαμβάνουν υπόψη τους ανά ζεύγη αυτές τις έννοιες (Montangero, 1984). Φαίνεται όμως, ότι τα παιδιά επικεντρώνουν κυρίως στα αρχικά και τελικά σημεία της χωρικής διαδρομής και της χρονικής διάρκειας.

Πιο συγκεκριμένα, μέσα από αντιληπτικά δεδομένα και όταν η ταχύτητα παραμένει σταθερή, διατυπώνουν σωστούς συλλογισμούς που αφορούν στην ταυτόχρονη ή στη διαδοχική άφιξη δύο οχημάτων, τα οποία διανύουν αντίστοιχα ίσες ή άνισες διαδρομές (Βελλοπούλου & Παπανδρέου, 1999). Αυτός ο συλλογισμός μπορεί να λειτουργήσει και αντίστροφα. Δηλαδή, ο τύπος της άφιξης δύο οχημάτων στα τελικά σημεία δύο διαφορετικών διαδρομών μπορεί να αποτελέσει κριτήριο, αντιληπτικό πάντα, για το μήκος των διαδρομών. Στο συγκεκριμένο λογισμικό, τέτοιου είδους καταστάσεις χρησιμοποιούνται για να προκαλέσουν συγκρούσεις με τις αρχικές λανθασμένες προβλέψεις των παιδιών, οι οποίες βασίζονται επίσης σε αντιληπτικά δεδομένα.

Όταν δηλαδή, ένα παιδί για δυο ισομήκεις γραμμές διατυπώνει το συλλογισμό: «αυτές οι δύο γραμμές δεν είναι ίσες, … γιατί τα τελικά σημεία δεν συμπίπτουν» (αιτιολόγηση αντιληπτικής φύσης), προβλέπει ταυτόχρονα και ότι: «κάποιο όχημα θα φτάσει πρώτο» ή «κάποιο θα κάνει περισσότερη ώρα». Αν η κατάσταση επιτρέπει την υλοποίηση της μετακίνησης, το παιδί μετά την εκτέλεση της θα διαπιστώσει, μέσα από αντιληπτικά δεδομένα, ότι έφτασαν ταυτόχρονα. Αυτές οι δύο απόψεις, η πρόβλεψη και η διαπίστωση, διατυπωμένες σε δυο διαδοχικές στιγμές σε μια δεδομένη στιγμή της ανάπτυξης, όπου το παιδί μπορεί άλλοτε μόνο του κι άλλοτε με την παρέμβαση κάποιου άλλου να αναγνωρίσει τη διαφοροποίηση, μπορούν να προκαλέσουν γόνιμη γνωστική σύγκρουση. Έτσι δυο αντιφατικοί συλλογισμοί, βασισμένοι και οι δύο σε ίδιας φύσης δεδομένα –αντιληπτικά- μπορούν να αποτελέσουν τη κατάλληλη συνθήκη για τη γέννηση ενός νέου νοητικού συλλογισμού που θα ξεπεράσει το εμπόδιο των τελικών σημείων.

Από την άλλη μεριά, η καθοδήγηση του αντικειμένου στην οθόνη, αναγκάζει τον χρήστη να μπει στη θέση του για να μπορέσει να το κατευθύνει αποτελεσματικά. Σύμφωνα με τους

Piaget και Inhelder (1967), οι αρχικές αναπαραστάσεις των παιδιών για τον χώρο δεν είναι αποτέλεσμα της παθητικής αντιγραφής και ερμηνείας των αντιληπτικών δεδομένων αντίθετα, δομούνται μέσα από τη διαδοχική οργάνωση των ίδιων των κινητικών και εσωτερικευμένων δράσεων του παιδιού, καταλήγοντας έτσι στην οικοδόμηση επιχειρησιακών σχημάτων. Δεδομένου ότι το περιβάλλον της LOGO στηρίζεται στη δράση του ίδιου του παιδιού, τότε το παιδί σχεδιάζοντας διαδρομές χρησιμοποιώντας την LOGO μπορεί να μάθει να σκέπτεται για τις πράξεις της χελώνας σαν να ήταν δικές του (Clements & Battista, 1992, Papert, 1980).
Έτσι λοιπόν και στη δική μας περίπτωση, αφού το ίδιο το παιδί καθοδηγεί το κινούμενο αντικείμενο εκτελώντας εντολές και παρατηρώντας το αποτέλεσμα τους στην οθόνη, μπορεί να μεταφράζει τη κίνηση του αντικειμένου σε φυσική κίνηση σαν να ήταν δική του. Η καταγραφή της κίνησης του αντικειμένου, ως ένα γραμμικό ίχνος, βοηθάει το παιδί να συνειδητοποιήσει ότι το ίσιο μονοπάτι είναι εκείνο που δεν έχει καθόλου στροφές. Παράλληλα, το μικρό παιδί που επικεντρώνει στα αρχικά και τελικά σημεία μιας διαδρομής, θα μπορούσε μέσα από αυτή τη διαδικασία να αποκεντρώσει και να αναγνωρίσει το εσωτερικό της διαδρομής συνθέτοντάς την βήμα-βήμα. Η καταγραφή των βημάτων με διαφορετικά χρώματα έρχεται να ενισχύσει το διαμεσολαβητικό ρόλο της κίνησης, δίνοντας τη δυνατότητα στο παιδί μετά την εκτέλεση της διαδρομής να επαναλάβει τη διαδικασία σύνθεσης και ανάλυσης της συνολικής διαδρομής (βλ. εικόνα 2).
Μέσα, λοιπόν, από τις επαναληπτικές εντολές μπορούμε να υποθέσουμε ότι τα παιδιά δημιουργούν περισσότερο αναπαραστάσεις για το συνολικό μήκος των διαδρομών από ότι αναπαραστάσεις αρχικών και τελικών σημείων (Clements & Battista, οπ.π.). Συνεπώς, ίσως ένα τέτοιο περιβάλλον να συντελεί έτσι ώστε η απλή διαδικαστική γνώση να μετατραπεί σε επιχειρησιακή, δίνοντας στα παιδιά τη δυνατότητα να οικοδομήσουν την έννοια της ευθείας και του μήκους.

Ένα περιβάλλον ανάπτυξης στρατηγικών μέτρησης του μήκους

Το περιβάλλον του προγράμματος ενσωματώνοντας κάποιες από τις βασικές ιδέες της Logo που ήδη περιγράψαμε, έχει παράλληλα τη μορφή του εκπαιδευτικού παιχνιδιού. Διατηρεί όμως αρκετά χαρακτηριστικά ενός ανοιχτού περιβάλλοντος, όπου ο χρήστης, παρόλο που έχει να επιλύσει συγκεκριμένα προβλήματα έχει τη δυνατότητα να ακολουθήσει διαφορετικές στρατηγικές. Αυτές προτείνονται μέσα από το πρόγραμμα με τη μορφή εργαλείων, τα οποία εκτελούν τις αντίστοιχες λειτουργίες.
Πρέπει να σημειωθεί, ότι οι λειτουργίες αυτών των εργαλείων δεν διαμορφώθηκαν απλώς για να διευκολύνουν το χρήστη στην επίλυση του προβλήματος. Στόχος μας, κατά την ανάπτυξη του εκπαιδευτικού λογισμικού, ήταν να ενσωματώσουμε σ' αυτό τους παράγοντες εκείνους που η έρευνα έχει δείξει ότι μπορούν να διευκολύνουν αφενός την επεξεργασία της έννοιας του μήκους κι αφετέρου τη διαδικασία μάθησης μαθηματικών εννοιών. Έτσι προσπαθήσαμε με την διαμόρφωση αυτών των εργαλείων να εκμεταλλευθούμε αυτούς τους παράγοντες.
Παρόλο που σύμφωνα με τον Piaget (1948), η οικοδόμηση της επιχειρησιακής μέτρησης προϋποθέτει την κατανόηση της έννοιας της διατήρησης, η έρευνα αμφισβητώντας αυτήν την άποψη έχει δείξει ότι ακόμα κι αν τα παιδιά δεν έχουν οικοδομήσει το σχήμα της μέτρησης, μπορούν να εκτελέσουν διαδικασίες μέτρησης μέσα σε συγκεκριμένες καταστάσεις (Miller, 1984, Hiebert, 1981, 1984, Clements et al., 1997). Ο λειτουργικός χαρακτήρας της μέτρησης προσδιορίζεται από επικοινωνιακής και ρυθμιστικής φύσης χαρακτηριστικά, τα οποία επιτρέπουν στο μικρό παιδί να λάβει, αλλά και να μεταδώσει πληροφορίες σχετικά με το μήκος αντικειμένων καθώς και να ρυθμίσει τις πράξεις του μέσα από αυτές τις πληροφορίες. Η μέτρηση μπορεί να γίνει ένα εργαλείο σκέψης και να διευκολύνει την επεξεργασία της έννοιας του μήκους (Miller, οπ.π.). Η επαλήθευση αυτής της άποψης από προηγούμενα ερευνητικά δεδομένα υπαγόρευσε την ενσωμάτωση συγκεκριμένων στρατηγικών μέτρησης ή εκτίμησης του μήκους διαδρομών, στα εργαλεία του λογισμικού: άμεσες ή έμμεσες, ποσοτικές ή ημι-ποσοτικές, υποβάλλοντας «κανόνες δράσης»[3] που απορρέουν από σχήματα

που, ήδη, έχουν οικοδομήσει τα παιδιά, χωρίς ίσως να διατυπώνονται ρητά, όπως η αντιστοίχηση 1-1 ή η αριθμητική μέτρηση κτλ.
Όπως υποστηρίζουν ερευνητές που ασχολούνται με την ανάπτυξη της μαθηματικής σκέψης (Vergnaud 1994, Nunes 1997), η χρήση συγκεκριμένου υλικού μπορεί να καθορίσει το χειρισμό του προβλήματος από το μαθητή και να του επιτρέψει να εξοικειωθεί με τη διαδικασία, τα λειτουργικά χαρακτηριστικά και τις λογικές αρχές που διέπουν αφενός εργαλεία καθημερινής χρήσης (π.χ χάρακας, σχεδιαγράμματα ή πίνακες και λίστες οργάνωσης των δεδομένων) και αφετέρου μαθηματικής σκέψης (Παπανδρέου, υπό έκδοση). Έτσι, μπορεί να αναπτύξει συγκεκριμένες στρατηγικές, εφαρμόζοντας ήδη γνωστά σχήματα ή επεκτείνοντάς τα και να διευκολυνθεί στην ανάπτυξη συγκεκριμένων μαθηματικών αρχών, σχέσεων ή εννοιών. Κάτω από αυτή την προοπτική, οι συνθήκες ή οι περιορισμοί των προβλημάτων του λογισμικού υποβάλλουν συχνά την εφαρμογή τέτοιων στρατηγικών, μέσα από τη χρήση των διαφορετικών εργαλείων.
Όπως ευρέως υποστηρίζεται, η κατανόηση των μαθηματικών εννοιών απαιτεί τη μεταφορά τους από τις συγκεκριμένες λογικές πράξεις σε συμβολικό επίπεδο. Ο Vygotsky (1992) υποστήριξε ότι ακόμα και το παιδί της προσχολικής ηλικίας διαθέτει ικανότητα αναπαράστασης και αυτή διαπιστώνεται μέσα από τη σχέση του παιδιού με το παιχνίδι. Αυτή η ιδέα έχει ασφαλώς παιδαγωγικές προεκτάσεις, οι οποίες μπορούν να βρουν εφαρμογή στην πρώιμη σχολική ηλικία. Η μεταφορά των μαθηματικών εννοιών σε συμβολικό επίπεδο δεν σημαίνει απαραίτητα και μόνο την χρήση της μαθηματικής γλώσσας (τυπικός μαθηματικός κώδικας). Υπάρχουν και άλλα συμβολικά συστήματα ή μέσα αναπαράστασης, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν, κυρίως κατά το μεταβατικό στάδιο που το παιδί αρχίζει να χειρίζεται ιδέες και όχι μόνο αντικείμενα. Ένα μέσο αναπαράστασης μπορεί να γίνει εργαλείο σκέψης και επικοινωνίας, μπορεί να λειτουργήσει ως γέφυρα μετάβασης από την καθημερινή άτυπη γλώσσα στην μαθηματική, διευκολύνοντας αυτή τη μετάβαση (Hughes, 1992).
Τα εργαλεία που ενσωματώσαμε στο λογισμικό, επιτρέποντας την εφαρμογή διαφορετικών διαδικασιών μέτρησης του μήκους συμβάλλουν στην οικοδόμηση διαφορετικών τύπων αναπαράστασης για την ίδια έννοια. Έτσι, δίνουν τη δυνατότητα στο παιδί να δοκιμάζει και να εφαρμόζει την έννοια του μήκους, μέσα σε διαφορετικές καταστάσεις, δημιουργώντας πιθανόν γέφυρες αντιστοίχησης αλλά και διαδικασίες σύγκρισης μεταξύ των διαφορετικών στρατηγικών. Ένα τέτοιο εργαλείο, είναι το «παράθυρο». Όταν είναι ενεργοποιημένο κωδικοποιεί τις εντολές του χρήστη και τις αντίστοιχες κινήσεις του αντικειμένου στην οθόνη προσφέροντας μια αριθμητική αναπαράσταση του μήκους (βλ. εικόνα 2). Με αυτό τον τρόπο, ενεργοποιώντας το σχήμα της αριθμητικής μέτρησης, μπορεί να χειριστεί τα δεδομένα της ίδιας της πράξης του και να υπολογίσει τελικά το μήκος. Παράλληλα, ένα άλλο εργαλείο, το οποίο μπορεί ο χρήστης να επιλέξει για να υπολογίσει το μήκος μιας διαδρομής, είναι το «σπαστό μέτρο» (βλ. εικόνα 1). Προσαρμόζεται σε ευθείες και σε τεθλασμένες γραμμές προσφέροντας μια γραμμική και ταυτόχρονα αριθμητική αναπαράσταση για το μήκος μιας διαδρομής, η οποία μπορεί να συγκριθεί με την αντίστοιχη αναπαράσταση του μήκους μιας άλλης διαδρομής έμμεσα ή άμεσα και ενεργοποιώντας ποικίλους «κανόνες δράσης» ανάλογα με τους περιορισμούς της κατάστασης.

Διαδικασίες ελέγχου

Στις περιπτώσεις λανθασμένων επιλογών του χρήστη, το πρόγραμμα, αφού επισημάνει το πρόβλημα τον κατευθύνει στην επιλογή συγκεκριμένου εργαλείου, το οποίο εμμέσως τον καθοδηγεί προς την επίλυση του προβλήματος. Σε αυτές λοιπόν τις περιπτώσεις, οι στρατηγικές που προτείνονται εμμέσως από τα εργαλεία του προγράμματος, διαμορφώθηκαν έτσι ώστε να αποτελούν μια γέφυρα μεταξύ των προηγούμενων γνώσεων και αυτών που είναι έτοιμα να κατακτήσουν. Έτσι το λάθος χρησιμοποιείται δημιουργικά από το πρόγραμμα, μέσα από μια προσπάθεια ενσωμάτωσης της ιδέας της «ζώνης εγγύτερης ανάπτυξης» του Vygotsky (1985).

Επιπλέον, οι λειτουργίες όλων των διευκολυντικών εργαλείων στηρίζονται κυρίως στην οπτική ανατροφοδότηση, που είναι συνήθως το αποτέλεσμα της πράξης του χρήστη. Αντίθετα, ο λόγος τις περισσότερες φορές έχει διευκρινιστικό χαρακτήρα. Σε λίγες μόνο περιπτώσεις, η λεκτική επισήμανση συνδυάζεται με τις δράσεις του χρήστη ή των βοηθητικών εργαλείων. Σύμφωνα με τη Hatwell (1964), οι εικόνες είναι απαραίτητες για την οικοδόμηση του χώρου. Πρόκειται για μια άποψη που στηρίζεται ολοκληρωτικά στη φύση της έννοιας του χώρου. Η στοιχειώδης ευκλείδεια γεωμετρία, για την οποία οι χωρικές μετρήσεις αποτελούν βασικές έννοιες, θεωρείται ως το τμήμα εκείνο των μαθηματικών, που συνδέεται με τον πραγματικό κόσμο των συγκεκριμένων αντικειμένων και τις δράσεις των υποκειμένων πάνω σ' αυτά, πολύ περισσότερο από ότι η βασική αριθμητική (Grize, 1964). Έτσι λοιπόν η άμεση επαφή του παιδιού με τον πραγματικό περιβάλλον ή μια φανταστική εικόνα του, το βάζει σε αντιπαράθεση με τα προηγούμενα σχήματα (αυτά που έχει ήδη δομήσει) και η οποία συμβάλλει εν τέλει στην οικοδόμηση του χώρου (χωρικών εννοιών – χειρισμών).

Για παράδειγμα, στην περίπτωση μιας λανθασμένης εκτίμησης που αφορά στο μήκος μιας διαδρομής, το πρόγραμμα προτείνει στον χρήστη να ζητήσει βοήθεια από τον «ποντικό». Σε αυτή την περίπτωση, διαλέγοντας ο χρήστης το αντίστοιχο εργαλείο (βλ. εικόνα 2) παρατηρεί τον ποντικό να διανύει ταυτόχρονα με το κινούμενο αντικείμενο (το οποίο καθοδηγεί ο ίδιος), βήμα προς βήμα επάνω στη μπάρα των απαντήσεων, μια ευθύγραμμη διαδρομή ίδιου μεγέθους με διαφορετικά σημεία έναρξης και άφιξης. Έτσι, το παιδί ενεργοποιώντας το σχήμα της «αντιστοίχησης 1-1» μπορεί να διαπιστώσει ότι για κάθε ένα βήμα του κινούμενου αντικειμένου αντιστοιχεί ένα βήμα του ποντικού και συνεπώς να μεταφέρει το μήκος της πρώτης διανυόμενης διαδρομής επάνω στη μπάρα των απαντήσεων ορίζοντας σαν τελικό σημείο εκείνο στο οποίο τερμάτισε ο ποντικός. Με παρόμοιο τρόπο, σε κάποια άλλα προβλήματα του προγράμματος, δρα για παράδειγμα, ο διαδοχικός μετασχηματισμός δυο τεθλασμένων γραμμών σε ίσιες (με τη βοήθεια του «ποντικού», βλ. εικόνα 1).

Συμπεράσματα

Τα πρόγραμμα που περιγράψαμε και του οποίου αναλύσαμε τις βασικές λειτουργίες, για να χρησιμοποιηθεί στην τάξη για τη διδασκαλία της έννοιας του μήκους, πρέπει να αξιολογηθεί και να αναπροσαρμοστεί σύμφωνα με τις απαιτήσεις των πραγματικών συνθηκών. Η χρήση του Η/Υ για τη διδασκαλία αυτής της γνωστικής ενότητας επιλέχθηκε γιατί επέτρεπε την επεξεργασία της έννοιας τους μήκους σε καταστάσεις κίνησης. Μένει να τεκμηριωθεί ο διευκολυντικός ρόλος αυτής της συνθήκης με ερευνητικά δεδομένα. Τα μαθησιακά οφέλη της χρήσης του συγκεκριμένου εκπαιδευτικού λογισμικού διερευνήθηκαν παράλληλα με την εφαρμογή άλλων μαθησιακών καταστάσεων χωρίς τον Η/Υ, σε παιδιά του Νηπιαγωγείου. Τα δεδομένα αυτής της ερευνητικής προσπάθειας βρίσκονται στη φάση της επεξεργασίας και πιστεύουμε ότι τα συμπεράσματα που θα προκύψουν θα επιτρέψουν την διατύπωση δομημένων προτάσεων, τόσο για την αναμόρφωση και την επέκταση του εκπαιδευτικού λογισμικού και σε άλλες συγγενείς μαθηματικές περιοχές, όσο και για τον τρόπο χρήσης του στη σχολική τάξη σε συνδυασμό με άλλες δραστηριότητες που αφορούν στις έννοιες του μήκους, της απόστασης και της μέτρησης. Αυτό σημαίνει ότι μπορεί να δημιουργηθεί ένα ολοκληρωμένο, πολυδύναμο μαθησιακό περιβάλλον για τη διδασκαλία αυτών των εννοιών στη προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία.

Σημειώσεις

[1] Η εργασία αυτή αποτελεί μέρος του ερευνητικού προγράμματος ΥΠΕΡ210: «Η επεξεργασία ενός δυναμικού μαθησιακού περιβάλλοντος για τη διδασκαλία πρώτων μαθηματικών εννοιών σε παιδιά προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας», το οποίο χρηματοδοτήθηκε από τη ΓΓΕΤ με συν-χρηματοδότηση της «Πληροφορικής Τεχνογνωσίας»

[2] Περιβάλλον παραθυριακής LOGO. Την ανάπτυξη της εφαρμογής ανέλαβε αποκλειστικά η Mgr Ruzena Zimanova, Department of Informatics Education, Faculty of Mathematics, Physics and Informatics, Comenius University in Bratislava.

[3]Απόδοση του όρου "règles d'action", χρησιμοποιείται για να αποδώσει την έννοια προσωρινών σχημάτων δράσης, με περιορισμένη συνήθως εμβέλεια εφαρμογής.

Βιβλιογραφία

Blaho, A., Kalas, I. &Tomcsanyi, P. (1993). «Comenius Logo: Environment for teachers and environment for learners». Στο P. Georgiadis et al (Eds). *Proceedings of the Fourth European Logo Conference (supplement)*. Athens: Doukas School. σσ.1-12.

Campbell, P. F., Fein, G.G. & Schwartz, S.S. (1991). «The effects of Logo experience on first-grade children' s ability to estimate distance». *Journal of educational computing research,* Vol. 7 (3), 331-349.

Clements, D. & Battista, M. (1992). «Geometry and spatial reasoning». Στο D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning*. New York: Macmilian. σσ. 420-464.

Clements, D. & Meredith, J. S. (1993). «Research on Logo: Effect and Efficacy». *Journal of Computing in Childhood Education, 4,* 263-290.

Clements, D. & Sarama, J. (1995). «Design of a Logo environment for elementary geometry». *Journal of Mathematical behavior, 14*, 381-898.

Clements, D. H., Battista, M. T., Swaminathan, S. & McMillen, S. (1997). «Students development of length concepts in a logo-based unit on geometric paths». *Journal for research in mathematics education.* Vol. 78, N. 1, 70-95.

De Corte, A. (1993). «Toward embendding enriched logo-based learning environments in the scool curriculum: retrospect and prospect». Στο P. Georgiadis et al (Eds). *Proceedings of the Fourth European Logo Conference*. Athens: Doukas School . σσ. 335-349.

Gilly, M. (1990). «Mécanismses psychosociaux des constructions cognitives: Perspectives de recherches à l`âge scolaire». Στο Gaby Nethine-Grynberg (Ed.), *Dévelopement et fonctionnement cognitifs chez l' enfant*. Paris: PUF. σσ 201-222.

Grise, J.B.(1964). «Rémarques sur la structures de la géometrie élémantaire». Στο Ving Bang et al., *L'épistémologie de l'espace***.** Paris: PUF. σσ. 41-92.

Hatwell, Y. (1964). «Rôles des éléments figuratifs dans la génése des opérations spatiales». Στο Ving Bang et al., *L'épistémologie de l'espace***.** Paris: PUF. σσ. 173-201.

Hiebert, J.(1981). «Cognitive development and learning linear measurement». *Journal for research in Mathematics education".* Vol. 12, No 3, 197-211.

Hiebert, J.(1984). «Why do some children have trouble learning measurement concepts?» *Arithmetic Teacher***.** Vol. 31, N. 7, 19-24.

Hoyles, C., & Noss, R. (1992). «A pedagogy for mathematical microworlds». *Educational studies in mathematics,* 23, 31-57.

Hughes, M. (1992). «Ποια δυσκολία υπάρχει στη μάθηση της αριθμητικής;» Στο Σ. Βοσνιάδου (επιμ.), *Κείμενα Εξελικτικής Ψυχολογίας*: *Σκέψη*. Αθήνα: Gutenberg. σσ. 165-190.

Inhelder, B., Bovet, M. & Singlair, A.(1974). *Apprentissages et structures de la connaissance.* Paris: PUF.

Laborde, C. & Capponi, B. (1994). «Cabri-géomètre constiuant d`un milieu pour l`apprentissage de la notion de figure géomètrique». *Recherches en Didactiques des Math*ématiques, Vol. 14, 165-210.

Lunzer, E. (1965). «Les co-ordinations et les conservations dans les domaine de la géometrie». Στο Vinh Bang & Lunzer, E. (1965). *Conservations spatiales. Etudes d'épistemologie génétiqoe* XIXParis: PUF. σσ. 59-147.

Miller, K. (1984). «Child as a measurer of all things: measurement procedures and development of quantitative concepts». Στο C. Sophian. (1984). *Origins of cognitive skills***.** Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, N.J. σσ. 193-228.

Montangero, J. (1984). «Perceptives actuelles sur la psychogenèse du temps». *L'Anée Psychologique,* 84, 433-460.

Papandreou, M. (1994). «*Quel apprentissage de la notion de longueur à l` école maternelle»*. Memoire de D.E.A. Université de Provence, Aix-Marseille I.

Papert, S. (1980). *Mindstorms. Childrens, computers and powerful ideas*. New York: Basic Books.

Piaget, J & Inhelder, B. (1967). *The child conception of space.* New York: W.W. Norton & Co.

Piaget, J. (1946). *Le développement de la notion de temps chez l'enfant.* Paris: PUF.

Piaget, J., Inhelder, B. & Szeminnska, A. (1948). *La géometrie spontaneé*. Paris: A. Collin.

Vergnaud, G. (επιμ) (1994). *Apprentissages et didactiques, où en est-on.* Paris: Hachette Livre.

Vygotsky, L. (1985). *Pensée et langage.* Paris: Editions sociales.

Vygotsky, L.S. (1992). «Ο ρόλος του παιχνιδιού στην ανάπτυξη». Στο Βοσνιάδου ό.π. σσ. 84-97.

Βελλοπούλου, Α. & Παπανδρέου, Μ. (1999). «Οι Φυσικές Επιστήμες στο Νηπιαγωγείο. "Και μετά τον πειραματισμό τι;" Αξιολόγηση ενός εκπαιδευτικού προγράμματος για τη διδασκαλία του χρόνου». Παρουσίαση στο *1ο Συνέδριο για τις Φυσικές Επιστήμες στην Προσχολική Εκπαίδευση.* Διοργάνωση: Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών Παν/μίου Πατρών, Πάτρα 10-12 Δεκεμβρίου, 1999

Nunes, T. (1997). «Systems of signs and mathematical reasoning». Στο T. Nunes & P. Bryant (επιμ.), *Learning and Teaching Mathematics: An International Perspective.* East Sussex: Psychology Press. σσ. 29-44.

Παπανδρέου, Μ. (1999). «Διαδικασία μάθησης πρώτων μαθηματικών εννοιών: μήκος απόσταση, μέτρηση». Στο ΟΜΕΡ, *2. Μεταπτυχιακά: Εξελίξεις και προοπτικές στη προσχολική και πρωτοσχολική ηλικία.* Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα. σσ. 116-123.

Παπανδρέου, Μ. (υπό έκδοση) *«Μάθηση και Δημιουργικότητα: Εκπαιδευτικές δραστηριότητες για την εξοικείωση παιδιών ηλικίας 5-8 ετών με μαθηματικές έννοιες και στρατηγικές επίλυσης προβλημάτων».* Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.