

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

Τόμ. 1 (2006)

5ο Συνέδριο ΕΤΠΕ «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»



Η έννοια της παράλληλης επεξεργασίας μέσα από διαδικασίες ταξινόμησης με χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού

Γιάννης Σώλος, Μαρία Κορδάκη

## Βιβλιογραφική αναφορά:

Σώλος Γ., & Κορδάκη Μ. (2026). Η έννοια της παράλληλης επεξεργασίας μέσα από διαδικασίες ταξινόμησης με χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, 1, 909-914. ανακτήθηκε από <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/9215>

## ■ Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΠΑΡΑΛΛΗΛΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΜΕΣΑ ΑΠΟ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

### **Γιάννης Σώλος**

Μαθηματικός 4<sup>ο</sup> ΕΛ Αγρινίου  
SolosJohn@yahoo.gr

### **Μαρία Κορδάκη**

Σχολική Σύμβουλος, διδ. Επ. καθ. (ΠΔ.407/80)  
Τμήμα Μηχ/κών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών και Πληροφορικής  
Πανεπιστήμιο Πατρών  
kordaki@cti.gr

### **Περίληψη**

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται ένα περιβάλλον μάθησης σε υπολογιστή για την έννοια της παράλληλης επεξεργασίας μέσα από τη δυνατότητα εκτέλεσης κατάλληλων αλγόριθμων ταξινόμησης. Επίσης παρουσιάζονται αποτελέσματα από μια πρώτη δοκιμή του περιβάλλοντος με 31 μαθητές της Α' τάξης Γυμνασίου. Οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα εκτέλεσης αλγόριθμων ταξινόμησης όπου οι συγκρίσεις των οντοτήτων προς ταξινόμηση εκτελούνται με δύο τρόπους: παράλληλα και σειριακά. Συγκρίνοντας την εκτέλεση των δύο αλγορίθμων, οι μαθητές μπορούν να εισαχθούν στην έννοια και στη σημασία της παράλληλης επεξεργασίας. Η ταξινόμηση των οντοτήτων γίνεται βήμα-βήμα και με εικονικό τρόπο ώστε οι μαθητές να μπορούν να αντιληφθούν τις διαδικασίες ταξινόμησης και την έννοια της παράλληλης επεξεργασίας. Η ανάλυση των δεδομένων από τη δοκιμασία σε πραγματική τάξη του περιβάλλοντος που προαναφέρθηκε έδειξε τη θετική του επίδραση στην κατανόηση από τους μαθητές του ότι η ταξινόμηση μέσω παράλληλων συγκριτών είναι πιο σύντομη από την σειριακή ταξινόμηση.

### **Λέξεις Κλειδιά**

Εκπαιδευτικό λογισμικό, παράλληλη επεξεργασία, Αλγόριθμοι ταξινόμησης, Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση.

### **ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Η Πληροφορική θεωρείται ως η επιστήμη που μελετά τους υπολογιστές και τις αλγοριθμικές διαδικασίες συμπεριλαμβανομένων των αρχών του σχεδιασμού υλικού και λογισμικού των εφαρμογών τους και την επιρροή τους στην κοινωνία (ACM 2003). Με βάση αυτό τον ορισμό ως ουσιώδη, βασικά και διαχρονικά αντικείμενα ενός αναλυτικού προγράμματος σπουδών Πληροφορικής στη Δευτεροβάθμια και Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση προτείνονται: προγραμματισμός, σχεδιασμός υλικού και λογισμικού, γραφικά, δίκτυα, βάσεις δεδομένων και ανάκτηση πληροφορίας ασφάλεια υπολογιστών, λογική, εκλαΐκευση και συγκεκριμενοποίηση αφηρημένων εννοιών, τεχνητή νοημοσύνη, τα όρια

του υπολογισμού, εφαρμογές στα πληροφοριακά συστήματα και κοινωνικές επιπτώσεις της Πληροφορικής (ασφάλεια Internet, προστασία προσωπικών δεδομένων) (ACM 2003). Ως βασικοί στόχοι αυτών των αναλυτικών προγραμμάτων προτείνονται: 1) Η εισαγωγή βασικών εννοιών της Επιστήμης των Υπολογιστών (ΕΥ) σε όλους τους μαθητές, ξεκινώντας από το νηπιαγωγείο, 2) Παρουσίαση εννοιών της ΕΥ στο επίπεδο της Δ/μιας εκπαίδευσης ώστε να είναι κατανοητά αλλά να έχουν αξία όπως τα άλλα βασικά μαθήματα πχ. Μαθηματικά, 3) Προσφορά επιπλέον μαθημάτων τα οποία να επιτρέπουν στους μαθητές μελέτη σε βάθος του αντικειμένου ώστε να μπορούν να πάρουν εφόδια για την Τριτοβάθμια εκπαίδευση η/και τον εργασιακό χώρο και 4) Διεύρυνση της σχετικής γνώσης με τις ΕΥ ειδικά για μαθητές που ανήκουν σε μειονεκτικές ομάδες λόγω φύλου, εθνικότητας ή/και κοινωνικής τάξης. Οσον αφορά στην κατανόηση βασικών εννοιών και δεξιοτήτων που αφορούν τις ΕΥ έμφαση δίνεται στην κατανόηση της αλγοριθμικής σκέψης μέσα από απλές ιδέες και δραστηριότητες (Papert 1991, Bell, Witten & Fellows 2002). Επιπλέον, η κατανόηση της έννοιας της κωδικοποίησης, της ανίχνευσης λαθών, της χαρτογράφησης και της παράλληλης επεξεργασίας θεωρούνται ως βασικές έννοιες οι οποίες μπορούν να προσεγγιστούν μέσα από απλές και οικείες δραστηριότητες – παιχνίδια για μαθητές του Δημοτικού η/και του Γυμνασίου (Bell, Witten & Fellows 2002).

Η έννοια της παράλληλης επεξεργασίας είναι δυνατόν να κατανοηθεί από μαθητές μικρής ηλικίας διότι έχει νόημα και αξία, όχι μόνον για τη χρονική βελτίωση της λύσης ενός προβλήματος με χρήση υπολογιστών, αλλά, και για τη χρονική βελτίωση της λύσης μιας σειράς προβλημάτων της καθημερινής ζωής. Για παράδειγμα, ένα γεύμα ετοιμάζεται γρηγορότερα με τη χρήση περισσότερων του ενός μαγειρικού σκεύους (για το κάθε τμήμα του γεύματος δεν χρειάζεται να ολοκληρωθεί το προηγούμενο για να ξεκινήσει η προπαρασκευή ενός άλλου τμήματος), ένα σπίτι χτίζεται πιο γρήγορα όταν αρκετοί εργάτες κάνουν διαφορετικές εργασίες ταυτόχρονα, ενώ ένας λάκκος μήκους 10 μέτρων μπορεί να ανοιχθεί πιο γρήγορα εάν αντί ένας εργάτης να σκάβει και τα 10 μέτρα, κάθε μέτρο να σκάβεται από έναν εργάτη. Για την κατανόηση της έννοιας της παράλληλης επεξεργασίας έχουν προταθεί μια σειρά απλές δραστηριότητες ορισμένες από τις οποίες εστιάζουν στις δραστηριότητες ταξινόμησης αριθμών. Στην παρούσα μελέτη παρουσιάζουμε ένα εκπαιδευτικό λογισμικό το οποίο δίνει δυνατότητες στους μαθητές να εξερευνήσουν ταξινομήσεις σε εικονικά, λεκτικά και προτασιακά συστήματα με παράλληλους και σειριακούς συγκριτές. Η σημαντική επίδραση του κατάλληλα σχεδιασμένου εκπαιδευτικού λογισμικού στην κατανόηση βασικών εννοιών κάθε γνωστικού αντικειμένου και ειδικότερα της Πληροφορικής έχει αναγνωριστεί από μια σειρά επιστημονικές οργανώσεις και ερευνητές (Papert 1991, Dyfour - Janvier, Bednarz & Belanger 1987, Kordaki 2005). Ειδικότερα, έχει αναγνωριστεί ο ρόλος του εκπαιδευτικού λογισμικού πολλαπλών και διασυνδεδεμένων αναπαραστάσεων, όπως και ο ρόλος των αναπαραστάσεων που εξεικονίζουν όλα τα βήματα μιας διαδικασίας για τη μείωση της γνωστικής αδιαφάνειας διαδικασιών οι οποίες είναι δυσνόητες για τους μαθητές. Στην επόμενη ενότητα παρουσιάζονται οι βασικές λειτουργίες του λογισμικού ενώ στη συνέχεια ακολουθεί η περιγραφή των αποτελεσμάτων από τη δοκιμασία του με μαθητές της Α Γυμνασίου. Τέλος, οι λειτουργίες του λογισμικού συζητούνται ενώ συμπεράσματα και προτάσεις για παραπέρα έρευνα και ανάπτυξη παρουσιάζονται.

## ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ

Το λογισμικό κατασκευάστηκε σύμφωνα με τις σύγχρονες κοινωνικές και εποικοδομιστικές θεωρήσεις για τη γνώση και τη μάθηση (Vygotsky 1978, von Glasersfeld 1990) και δίνει δυνατότητες στους μαθητές να ταξινομήσουν βήμα - βήμα αριθμούς που αυτοί επιλέγουν, με σειριακούς και παράλληλους συγκριτές. Στη δραστηριότητα αυτή γίνεται χρήση σειριακών και παράλληλων αλγορίθμων για ταξινόμηση αριθμών με σκοπό να δοθεί έμφαση στα πλεονεκτήματα της παράλληλης έναντι της σειριακής επεξεργασίας. Ο λογισμικό παρέχει τη δυνατότητα σειριακής ταξινόμησης αριθμών - ελεγχόμενης βήμα - βήμα από το μαθητή - και εικονικής αναπαράστασης της διαδικασίας ταξινόμησης. Στο Σχήμα 1 παρουσιάζονται τα βήματα σειριακής ταξινόμησης 6 αριθμών ενώ στο ίδιο σχήμα εμφανίζεται λεκτική περιγραφή της μεθόδου ταξινόμησης που ακολουθείται και προβολή της διάταξης των αριθμών ύστερα από κάθε βήμα σύγκρισης.

The screenshot shows a software window titled 'Form3'. On the left, there is a list of numbers: 27, 3, 34, 56, 21, 6. Below this list, there are several comparison steps labeled 'σύγκριση του [number] με του [number]'. The results of these comparisons are shown in a grid of cells, with some cells shaded grey to indicate the result of the comparison. A text box on the left explains the sequential comparison process: 'Με την σηριακή ταξινόμηση συγκρίνουμε ανά δύο τους αριθμούς από αριστερά προς τα δεξιά και ο μικρότερος παίρνει την θέση του αριστερού'. A small dialog box 'ΔΙΑΤΑΞΗ ΑΡΙΘΜΩΝ' is also visible, with the text 'συνεχίζουμε' and an 'OK' button.

Σχήμα 1. Ταξινόμηση με σειριακούς συγκριτές.

Επιπλέον, το λογισμικό παρέχει τη δυνατότητα σύγκρισης αριθμών με παράλληλους συγκριτές και εικονική αναπαράσταση της διαδικασίας των συγκρίσεων ελεγχόμενης βήμα - βήμα από το μαθητή. Στο Σχήμα 2 παρουσιάζεται η ταξινόμηση 6 αριθμών με παράλληλους συγκριτές. Επίσης παρουσιάζεται στο ίδιο σχήμα η λεκτική περιγραφή της μεθόδου και η προβολή της διάταξης των αριθμών ύστερα από κάθε βήμα σύγκρισης σε ξεχωριστό παράθυρο. Το λογισμικό δείχνει ποιος αριθμός συγκρίνεται με ποιον με το σύμβολο  $\Sigma$  πάνω από ένα κόμβο ο οποίος συνδέει τους προς σύγκριση αριθμούς. Ακόμη, χρησιμοποιούνται βέλη για να δείξουν σε ποια θέση μετατίθεται κάθε αριθμός ύστερα από κάθε σύγκριση που πραγματοποιείται. Το χρώμα του πλαισίου κάθε αριθμού διατηρείται κατά τη μετάθεση του αριθμού σε άλλη θέση ώστε να γίνεται πιο ξεκάθαρη η πορεία κάθε αριθμού και επομένως ο συγκεκριμένος αλγόριθμος. Οι δύο μέθοδοι ταξινόμησης εξεικονίζονται σε διαφορετικά παράθυρα ώστε να δίνεται η ευκαιρία στους μαθητές να τους μελετούν ταυτόχρονα και να εξάγουν σχετικά συμπεράσματα.

27-3-34-56-21-6	Αρχικοί αριθμοί
3-34-27-6-56-21	1η Ομάδα Σύγκρισης
3-6-34-21-27-56	2η Ομάδα Σύγκρισης
3-21-6-27-34-56	3η Ομάδα Σύγκρισης
3-6-27-21-34-56	4η Ομάδα Σύγκρισης
3-6-21-27-34-56	5η Ομάδα Σύγκρισης

Με την παράλληλη ταξινόμηση συγκρίνουμε ανά δύο ζεύγη τους αριθμούς από αριστερά προς τα δεξιά σε κάθε ζευγάρι τον μικρότερο τον στέλνουμε αριστερά κάτω από την θέση του προηγούμενου ζεύγους ή κάτω από το ίδιο αν είναι ακραίο ζεύγος, ενώ τον μεγαλύτερο δεξιά κάτω από την θέση του επόμενου ζεύγους ή κάτω από το ίδιο αν είναι ακραίο ζεύγος.

παράλληλα    επανάληψη    Τέλος

Σ = Σύγκριση

Σχήμα 2. Ταξινόμηση με παράλληλους συγκριτές.

## ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

Το λογισμικό δοκιμάστηκε με 31 μαθητές της Α' τάξης του Γυμνασίου Αγίου Κωνσταντίνου Αγρινίου. Κάθε μαθητής έδωσε 6 αριθμούς στο σύστημα και παρατήρησε ατομικά και βήμα – βήμα την ταξινόμησή τους με σειριακό (Α) και με παράλληλο αλγόριθμο (Β) και στη συνέχεια κλήθηκε να απαντήσει στις παρακάτω ερωτήσεις: α) Ποια μέθοδος ταξινόμησης σας άρεσε? β) Ποια μέθοδος ταξινόμησης είναι πιο γρήγορη και γιατί? Στους μαθητές δεν χρησιμοποιήθηκαν οι όροι 'σειριακή' και 'παράλληλη' ταξινόμηση για να μην επηρεαστούν στις απαντήσεις τους. Οι μαθητές ενημερώθηκαν ότι η δραστηριότητα αυτή γίνεται στα πλαίσια ερευνητικής διαδικασίας της οποίας τα αποτελέσματα θα δημοσιευτούν.

Οι απαντήσεις των μαθητών και τα επιχειρήματα με τα οποία αιτιολόγησαν την άποψή τους εντάχθηκαν στις παρακάτω 4 κατηγορίες:

K1. Η ταξινόμηση Α (με σειριακό τρόπο) είναι πιο σύντομη διότι είναι πιο κατανοητή. Η προσέγγιση αυτή εκφράστηκε από 3 μαθητές. Εδώ ενδεχομένως, οι μαθητές απάντησαν με κριτήριο το πια ταξινόμηση θα έκαναν οι ίδιοι πιο σύντομα.

K2. Η ταξινόμηση Β (με παράλληλο τρόπο) είναι πιο σύντομη διότι γίνονται πολλές συγκρίσεις με μιας. Αξίζει να σημειωθεί ότι για τον ισχυρισμό αυτό υπήρξαν ποικίλες αιτιολογήσεις των μαθητών. Ορισμένοι μαθητές (6 μαθητές) ισχυρίστηκαν ότι η ταξινόμηση τύπου Β είναι πιο γρήγορη διότι 'γίνονται πολλές συγκρίσεις με μιας' ενώ στην ταξινόμηση τύπου Α γίνεται μία σύγκριση τη φορά. Άλλοι μαθητές (9 μαθητές) ισχυρίστηκαν ότι η ταξινόμηση τύπου Β είναι πιο γρήγορη διότι έχουμε 'ζευγάρια συγκρίσεων' ενώ στην ταξινόμηση τύπου Α γίνεται μία σύγκριση τη φορά. Ορισμένοι μαθητές πρόσθεξαν επιπλέον, ότι ο αριθμός των συγκρίσεων στην ταξινόμηση τύπου Α είναι μικρότερος από τον αριθμό των συγκρίσεων στην ταξινόμηση τύπου Β. Οι μαθητές που εξέφρασαν απόψεις που εντάχθηκαν σε αυτή την κατηγορία φαίνεται ότι μπορούν να κατανοήσουν ότι η παράλληλη επεξεργασία στην ταξινόμηση αποτε-

λεί βασικό λόγο υπεροχής της ως προς την ταχύτητα σε σχέση με τη σειριακή ταξινόμηση.

Κ3. Η ταξινόμηση Β (με παράλληλο τρόπο) είναι πιο σύντομη διότι η αναπαράστασή της στην οθόνη του υπολογιστή είναι μικρότερη από την αναπαράσταση της ταξινόμησης τύπου Α. Οι μαθητές (4 μαθητές) που προσέγγισαν το ερώτημα που τους τέθηκε με αυτό τον τρόπο κατανόησαν τη σειριακή σύγκριση 'μια σύγκριση κάθε φορά' αλλά δεν προχώρησαν στο να κατανοήσουν τι συμβαίνει στην παράλληλη διαδικασία ταξινόμησης. Το κριτήριο με το οποίο σύγκριναν τους δύο τύπους ταξινόμησης που μελέτησαν, ήταν το μέγεθος της εικόνας μέσω της οποίας αναπαρίσταται η κάθε διαδικασία ταξινόμησης. Αυτό δείχνει ότι η κατάλληλη εξεικόνιση διαδικασιών μπορεί να υποστηρίξει τους μαθητές στη διεξαγωγή συμπερασμάτων σε σχέση με την ταχύτητά τους.

Κ4. Η ταξινόμηση Β (με παράλληλο τρόπο) είναι πιο σύντομη. Στην περίπτωση αυτή οι μαθητές αυτοί (9 μαθητές) ενώ εξέφρασαν ορθή άποψη σχετικά με τον ταχύτερο τύπο ταξινόμησης δεν μπόρεσαν να συνειδητοποιήσουν ξεκάθαρα και να εκφράσουν με λεκτικό τρόπο κάποια αιτιολόγηση αλλά στάθηκαν σε διαισθητικά κριτήρια.

Συνολικά, σχεδόν όλοι οι μαθητές (28 μαθητές) αναγνώρισαν ότι η ταξινόμηση τύπου Α είναι πιο σύντομη ενώ οι μισοί μαθητές (15 μαθητές) αναγνώρισαν ότι ο λόγος που η ταξινόμηση τύπου Α είναι ταχύτερη της ταξινόμησης τύπου Β είναι το ότι γίνονται πολλές συγκρίσεις μαζί. Επιπλέον, στους περισσότερους μαθητές (22 μαθητές) άρεσε περισσότερο η παράλληλη ταξινόμηση. Τη βρήκαν πιο έξυπνη, πιο περίπλοκη, πιο αποτελεσματική αλλά πιο δύσκολη και πιο μπερδεμένη από τη σειριακή ταξινόμηση. Από την άλλη μεριά η σειριακή ταξινόμηση θεωρήθηκε κυρίως εύκολη και κατανοητή, όμως, χρονοβόρα και κουραστική. Γενικά, οι μαθητές βρήκαν ελκυστικό το λογισμικό και τους συγκεκριμένους τρόπους αναπαράστασης με τα χρώματα, τους κόμβους και τα βελάκια που χρησιμοποιούνται για τις αναπαραστάσεις.

## ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα μελέτη έγινε παρουσίαση ενός λογισμικού ταξινόμησης με παράλληλους και σειριακούς συγκριτές για την κατανόηση της έννοιας της παράλληλης επεξεργασίας. Το λογισμικό διαθέτει πολλαπλά αναπαραστασιακά συστήματα για την αναπαράσταση ταξινόμησης αριθμών με παράλληλες και σειριακές συγκρίσεις. Αυτά τα συστήματα είναι: α) φυσική γλώσσα, β) εξεικόνιση των ταξινομούμενων οντοτήτων με χρήση των αντίστοιχων αλγορίθμων εκτελουμένων βήμα – βήμα και ελεγχόμενων από το μαθητή και γ) εικονική αναπαράσταση σε μορφή ακολουθίας αριθμών της τρέχουσας κατάστασης των αριθμών προς ταξινόμηση για κάθε βήμα εκτέλεσης των χρησιμοποιούμενων αλγορίθμων. Το λογισμικό χρησιμοποιήθηκε σε μαθητές της Α Γυμνασίου οι οποίοι το χρησιμοποίησαν για την ταξινόμηση με παράλληλο και σειριακό τρόπο μιας ομάδας 6 αριθμών. Όπως προέκυψε από τα δεδομένα της έρευνας σχεδόν όλοι οι μαθητές διαπίστωσαν ότι η ταξινόμηση με παράλληλους συγκριτές είναι πιο σύντομη από τη σειριακή ταξινόμηση ενώ οι μισοί από αυτούς αναγνώρισαν ότι η ταχύτητα αυτού του τύπου της ταξινόμησης οφείλεται στη δυνατότητα πραγματοποίησης πολλών συγκρίσεων μαζί σε κάθε βήμα εκτέλεσης του προγράμματος. Αξίζει να σημειωθεί, ότι οι μαθητές βρήκαν το πρόγραμμα και τη μέθοδο παράλληλης ταξινόμησης ελκυστική, έξυπνη και

περίτεχνη και μπόρεσαν να κάνουν ορθές συγκρίσεις της σειριακής και της παράλληλης μεθόδου ως προς την ταχύτητα εκτέλεσης. Συνολικά, το λογισμικό που κατασκευάστηκε φαίνεται ότι μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές να προσεγγίσουν την έννοια της παράλληλης επεξεργασίας και να καταλάβουν την αξία της σε σχέση με τη σειριακή επεξεργασία μέσα από τις δραστηριότητες παράλληλης και σειριακής ταξινόμησης τις οποίες υποστηρίζει. Τέλος, το λογισμικό είναι σκόπιμο να επεκταθεί στο να επιτρέπει στο μαθητή να πραγματοποιεί τις δικές του ταξινομήσεις με χρήση παράλληλων και σειριακών αλγορίθμων και να λαμβάνει κατάλληλη ανατροφοδότηση ώστε να αυτοδιορθώνεται.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ACM (2003). A Model Curriculum for K-12 Computer Science: Final Report of the ACM K-12 Task Force Curriculum Committee.
- Bell, T., Witten, I. & Fellows, M. (2002). Computer Science Unplugged. <http://www.unplugged.canterbury.ac.nz>
- Dyfour-Janvier, B., Bednarz, N., & Belanger, M. (1987). Pedagogical considerations concerning the problem of representation. In C. Janvier (Eds), *Problems of representation in teaching and learning of mathematics* (pp. 109-122). London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Kordaki, M. (2005). A Special Purpose E-Learning Environment: Background, Design and Evaluation. In Zongmin Ma (Ed.), *Web-Based Intelligent e-Learning Systems: Technologies and Applications*. Idea Group Publishing, pp. 348-375, (Peer Review).
- Papert S. (1991), *Νοητικές Θύελλες: Παιδιά, ηλεκτρονικοί υπολογιστές και δυναμικές ιδέες*, Αθήνα: Εκδόσεις Οδυσσέας (Ελληνική μετάφραση).
- von Glasersfeld, E. (1990). An Exposition of Constructivism: Why Some Like It Radical. In R. B. Davis, C. A. Maher, and N. Noddings (Eds), *Constructivist views on the teaching and Learning of Mathematics* (pp. 1-3). Reston VA: N.C.T.M.
- Vygotsky, L. (1978). *Mind in Society*. Cambridge: Harvard University Press.