

"Ανιχνεύοντας Τρόπους Αξιοποίησης της Μεταγνώσης στην Επίλυση Μαθηματικών Προβλημάτων"

Λαζακίδου-Καφετζή Γεωργία
Υπ. Διδάκτωρ Παν/μίου
Πειραιά Πειραιάς, Ελλάδα
rgeo@unipi.gr

Παρασκευά Φωτεινή
Λέκτορας Παν/μίου Πειραιά,
Πειραιάς, Ελλάδα,
fparaske@unipi.gr

Ρετάλης Συμεών
Επίκουρος Καθηγητής
Παν/μίου Πειραιά
retal@unipi.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται έντονο ενδιαφέρον των μαθηματικών, κυρίως μέσω των αναλυτικών προγραμμάτων, στην ανάπτυξη δεξιοτήτων λύσης προβλημάτων. Αν και η τάση για την ανάπτυξη ανώτερων νοητικών δεξιοτήτων, είναι το ζητούμενο της μαθηματικής εκπαίδευσης, παρ' όλα αυτά προβληματίζει ιδιαίτερα τους ερευνητές ο τρόπος σύμφωνα με τον οποίο κάτι τέτοιο μπορεί να επιτευχθεί. Η μεταγνώση φαίνεται πως επικεντρώνει την προσοχή των ειδικών της γνωστικής ψυχολογίας στον τομέα αυτό. Ο έλεγχος του τι και πώς μαθαίνει κανείς προβάλλει ως το ζητούμενο όχι μόνο για την ανάπτυξη των παραπάνω αλλά και για την ανταπόκριση στις σύγχρονες απαιτήσεις του εκπαιδευτικού και του ευρύτερα επαγγελματικού πεδίου. Παράλληλα, η παρουσία των Νέων Τεχνολογιών στα εκπαιδευτικά δρώμενα κερδίζει ολοένα και μεγαλύτερο μερίδιο συμβολής καθώς επιφέρει μεγαλύτερα οφέλη από αυτά της παραδοσιακής μεθόδου διδασκαλίας, σύμφωνα πάντα με τις έρευνες. Σε αυτή την εργασία παρουσιάζεται μία έρευνα μέσω της οποίας επιδιώκεται η αναζήτηση τρόπων αύξησης της ικανότητας λύσης προβλημάτων των μαθητών, στα μαθηματικά, με την παρουσία μεταγνωστικών στρατηγικών μέσα από την εφαρμογή εκπαιδευτικών λογισμικών προγραμμάτων.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Μεταγνώση, Νέες Τεχνολογίες, Επίλυση Μαθηματικών Προβλημάτων, Portfolio.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τις τελευταίες δύο δεκαετίες το ενδιαφέρον για την επίλυση προβλημάτων στο γνωστικό αντικείμενο των Μαθηματικών γίνεται όλο και πιο έντονο. Είναι χαρακτηριστική η τοποθέτηση του National Council of Teachers of Mathematics (NCTM, 2000): «Η τέχνη της λύσης προβλημάτων είναι η καρδιά των Μαθηματικών». Η ικανότητα επίλυσης θεωρείται τόσο σημαντική, ώστε ο Gardner (Gardner & Hatch, 1989), λίγο παλαιότερα, την ταυτίζει με την ίδια τη νοημοσύνη. Διαπιστώνεται, σύμφωνα με την ίδια θεωρία, ότι η ανάπτυξη αυτής της ικανότητας είναι το αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης βιολογικών και περιβαλλοντικών παραγόντων. Οι βιολογικοί παράγοντες ερμηνεύονται ως αλληπάλληλες συνάψεις των νευρικών κυττάρων (Κολιάδης, 2002), ενώ οι κοινωνικοί-περιβαλλοντικοί ως επιδράσεις διαφορετικών περιβαλλόντων (οικογένεια, σχολείο, ευρύτερος κοινωνικός περίγυρος κ.ά.). Έτσι, σύμφωνα με τα σύγχρονα νευροβιολογικά δεδομένα σε κάθε λειτουργία ειδικεύεται και διαφορετικό κάθε φορά τμήμα του εγκεφάλου. Από την άλλη, οι οπαδοί του κονστρουκτουβισμού εστιάζουν στον ενεργό ρόλο που μπορεί να διαδραματίσει το ίδιο το άτομο στην ανάπτυξη της σκέψης του. Κατά το Vygotsky (1962), εξάλλου, οι κοινωνικές επαφές συμβάλλουν σημαντικά στην ανάπτυξη και εξέλιξη του ατόμου. Έτσι, το μαθησιακό περιβάλλον (εκπαιδευτής-υλικό-ενέργειες) αναδεικνύεται κυρίαρχο ως προς την ανάπτυξη των νοητικών διαδικασιών.

Η απόκτηση ανώτερων νοητικών δεξιοτήτων αφορά στα στάδια μετά την απόκτηση γνώσης (τα στάδια που μεσολαβούν ανάμεσα σε αυτό που γνωρίζει κάποιος και σε αυτό που θα μπορούσε να γνωρίζει) καθώς και στην απεικόνιση της σκέψης. Ο όρος «ανώτερες νοητικές δεξιότητες» περιλαμβάνει: τις ικανότητες λύσης προβλημάτων, τη στοχοθέτηση και την επίβλεψη εκπλήρωσης αυτών, τη λήψη αποφάσεων, την επιλογή των κατάλληλων στρατηγικών λύσης προβλημάτων, την ανάλυση αιτιών και τη συσχέτισή τους με τις συνέπειες, τον έλεγχο και την επίβλεψη της δηλωτικής, διαδικαστικής και υποθετικής γνώσης και άλλα παρεμφερή.

Ανώτερη νοητική δεξιότητα θεωρείται και η μεταγνωστική ικανότητα που μερικές φορές ονομάζεται και μεταγνωστική νόηση (Derry, 1992). Κατά τον Schoenfeld (1987) τρεις διακριτές κατηγορίες χαρακτηρίζουν τη μεταγνώση:

- Η γνώση του ατόμου για τον ατομικό του τρόπο σκέψης.
- Ο έλεγχος – αυτορρύθμιση.
- Οι διαισθητικές σκέψεις.

Για τη λύση προβλημάτων απαραίτητη είναι η ανάπτυξη μεταγνωστικών στρατηγικών που θα βοηθήσουν το άτομο στην υλοποίηση του στόχου του (Derry and Hawkes, 1993), αλλά και στην εν γένει γνωστική του συμπεριφορά. Διεθνείς έρευνες δείχνουν ότι η χρήση μεταγνωστικών στρατηγικών κατά τη μαθησιακή διαδικασία αυξάνει την αποτελεσματικότητά της, καθώς οι μαθητές με τη βοήθειά τους μπορούν να συνειδητοποιούν το *πώς*, *πότε* και *γιατί* της διαδικασίας (π.χ. Pressley, 1994). Σε άλλες μελέτες (Garofallo & Lester 1985) οι μεταγνωστικές δεξιότητες αντιμετωπίζονται όχι ως μέσο για τη λύση προβλημάτων αλλά ως το αποτέλεσμα της ικανότητας αυτής. Ταυτόχρονα η εφαρμογή των μεταγνωστικών στρατηγικών, απαιτεί και το κατάλληλο υποστηρικτικό περιβάλλον. Έτσι, σε μια έρευνα του King (1994) μελετήθηκε ο ρόλος της συνεργατικής μάθησης, ως υποστηρικτικός της μεταγνώσης. Πράγματι, επισημάνθηκε ότι θετικά αποτελέσματα επέρχονται από τις δράσεις των μικρών ομάδων, όπου τα μέλη είναι πιο συχνά εκτεθειμένα σε διαδικασίες αποστολής και λήψης ανάδρασης. Η μέθοδος IMPROVE, των Mevarech and Kramarski (1997) τονίζει τη σημασία υποβολής μεταγνωστικών ερωτήσεων στους μαθητές, τη σύνδεση της παλαιάς με τη νέα γνώση, τη χρήση κατάλληλων στρατηγικών λύσης προβλημάτων και την αναθεώρηση των διαδικασιών και της τελικής λύσης, στη μαθηματική αιτίαση. Το σημαντικότερο, όμως, βήμα είναι όταν ο εκπαιδευόμενος αναχαιτίζει τη διαδικασία λύσης προβλήματος, προς στιγμή, και αναθεωρεί το *πώς*, το *πότε* και το *γιατί* των επιλογών του (Collins & Brown, 1988). Στην ίδια έρευνα επισημαίνεται η χρησιμότητα του ηλεκτρονικού υπολογιστή ως προς την καταγραφή των ενεργειών του μαθητή για την αποπεράτωση μιας εργασίας. Τα οφέλη, έτσι, συνοψίζονται σε δύο πτυχές :

- α) στη δυνατότητα σύγκρισης είτε σε ατομικό επίπεδο (με προηγούμενες ενέργειες-προσπάθειες του ίδιου του ατόμου), είτε σε διατομικό επίπεδο (σύγκριση με άλλους μαθητές),
- β) στη βελτίωση του αυτοελέγχου και των μεταγνωστικών στρατηγικών.

Και για τα δύο οφέλη η λειτουργία της μεθόδου Portfolio είναι δυνατόν να ασκήσει ένα σημαντικό ρόλο ως παρατηρητήριο στοιχείων και διαδικασιών του εαυτού του μαθητή, συλλογής των στοιχείων αυτών και ποιοτικής αξιοποίησής τους στην εν γένει εξελικτική πορεία του ατόμου (National Center for Research on Evaluation, Standards, and Student Testing, 2002). Ανάμεσα στα οφέλη που αποκομίζει ο μαθητής από τη λειτουργία της μεθόδου είναι και η συνειδητοποίηση του *πώς* μαθαίνει, η δημιουργία ευκαιριών για ανάπτυξη συνεργασίας, η κατάσταση ευθύνης που βιώνει το άτομο πρώτα απέναντι στον εαυτό του και η ανάπτυξη θετικών μορφών συμπεριφοράς.

Η μέθοδος αυτή ανταποκρίνεται στις τρεις αρχές του Sternberg: αναλυτική(με το να προβαίνουν, οι μαθητές, σε παρατηρήσεις και να αξιολογούν τη δεδομένη κατάστασή τους), τη δημιουργική(επινοούν τρόπους για να προσεγγίσουν τους στόχους που έθεσαν, αξιοποιώντας τη γνώση που απέκτησαν) και πρακτική σκέψη(οι μαθητές υλοποιούν ιδέες προκειμένου να κατακτήσουν τους στόχους). Έτσι, ενώ η μεταγνώση είναι η σκέψη του πώς σκέφτεται κανείς, η Portfolio είναι ο προβληματισμός γύρω από το πώς μαθαίνει. Η μέθοδος, λοιπόν, αυτή αντιμετωπίζεται ως αναγκαίο συμπληρωματικό στοιχείο της αυτό-αξιολόγησης και αυτό-ανάλυσης.

Στη σημαντικότητα της παρουσίας των ηλεκτρονικών υπολογιστών στην εκπαίδευση έχουν αναφερθεί πολυάριθμες μελέτες. Ήδη από το 1991, ο Johnson υποστήριξε πως η εφαρμογή των Η.Υ. στην εκπαίδευση βοηθά στην ενίσχυση του ακαδημαϊκού περιεχομένου και στην ανάδειξη ανώτερων νοητικών δεξιοτήτων. Φαίνεται, όμως, πως ο αριθμός των μελετών που αφορούν σε μαθητές πρώιμης σχολικής ηλικίας -πρώτες τάξεις του Δημοτικού- είναι μικρός και σίγουρα πολύ μικρότερος από αυτόν που αφορά στους μαθητές πιο προχωρημένων τάξεων. Αυτή η διαπίστωση αποτέλεσε το εφαλτήριο για να διεξαχθεί η έρευνα που παρουσιάζεται στην παρούσα εργασία. Η έρευνα επικεντρώνεται στο χώρο της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης και εξετάζει τις ακόλουθες υποθέσεις:

- τη συμβολή της μεταγνώσης τόσο κατά τη διάρκεια της μαθησιακής διαδικασίας όσο και στο τέλος αυτής,
- την αναγκαιότητα της συνειδητοποίησης του μαθητή του γνωστικού του επιπέδου (με τις δυνατότητες και αδυναμίες που αυτό συνεπάγεται), τη στοχοθεσία από τον ίδιο και εκπλήρωση των στόχων αυτών,
- τη σπουδαιότητα απόκτησης ικανότητας λύσης προβλημάτων για τη μαθηματική σκέψη,
- την αναγκαιότητα ενίσχυσης της μαθησιακής διαδικασίας δίνοντας έμφαση στην επίλυση των προβλημάτων χάρη στα επιτεύγματα των Νέων Τεχνολογιών.

Σε αυτό το σημείο αξίζει να επισημανθεί ότι στην έρευνα αυτή το μαθηματικό πρόβλημα δεν αντιμετωπίζεται ως μεμονωμένη περίπτωση μιας επιστήμης, εν προκειμένω των Μαθηματικών, αλλά ως πτυχή του γλωσσικού συστήματος και άρα της έκφρασης της σκέψης. Δεν έχει σημασία αν αυτή η εξωτερικήυση παίρνει τη μορφή αριθμητικών ή άλλων συμβόλων αλλά η διαδοχή των διαδικασιών εκπλήρωσης ενός στόχου. Προς αυτή την κατεύθυνση συμβάλλει και η συζήτηση που μπορεί να έχει ο μαθητής με το άλλο-δεύτερο- μέλος της ομάδας του, ώστε να καταστήσει ορατή τη σκέψη του και να την αποσαφηνίσει (Chi & Bassok, 1989; Chi, DeLeeuw, Chiu & LaVancher, 1994)

Η παρούσα εργασία στοχεύει να παρουσιάσει μία έρευνα, που έχει ήδη ξεκινήσει, για την ανακάλυψη αποτελεσματικών τρόπων για την ανάπτυξη δεξιοτήτων λύσης προβλημάτων στα Μαθηματικά των μαθητών του Δημοτικού. Η δομή της συγκεκριμένης εργασίας έχει ως εξής: Στην ενότητα 2 θα παρουσιαστούν οι στόχοι της έρευνας. Στην ενότητα 3 αναλύεται η μεθοδολογία (παρουσιάζεται το μαθητικό δυναμικό στο οποίο στοχεύει η παρέμβαση και το αναγκαίο εκπαιδευτικό λογισμικό, αναλύεται ο ρόλος του δασκάλου, και παρουσιάζονται οι τρόποι αξιολόγησης της διδακτικής διαδικασίας-παρέμβασης). Η ενότητα 4 αναφέρεται στις δυσκολίες που αναμένονται να παρουσιαστούν κατά την τελική εφαρμογή του πειράματος όπως αυτές διαφαίνονται από την πιλοτική εφαρμογή που υλοποιείται. Τα αναμενόμενα αποτελέσματα της έρευνας, και για τις τρεις κατηγορίες του μαθητικού πληθυσμού, παρουσιάζονται στην 5^η ενότητα και, τέλος, στην 6^η ενότητα αναφέρονται τα συμπεράσματα της υπό εφαρμογή έρευνας.

ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Με την παρούσα έρευνα επιδιώκεται η αναζήτηση τρόπων αύξησης της ικανότητας λύσης προβλημάτων των μαθητών, στα μαθηματικά, με την παρουσία μεταγνωστικών στρατηγικών μέσα από την εφαρμογή εκπαιδευτικών λογισμικών προγραμμάτων. Επιμέρους στόχοι της είναι:

- Να διερευνηθεί ο ρόλος-επίδραση των μεταγνωστικών στρατηγικών, σε περιβάλλοντα συνεργατικής μάθησης, στην ενίσχυση της ικανότητας λύσης μαθηματικών προβλημάτων.
- Να διερευνηθεί ο ρόλος-επίδραση των μεταγνωστικών στρατηγικών, σε περιβάλλοντα συνεργατικής μάθησης υποστηριζόμενα από τη χρήση κατάλληλου λογισμικού, στην ενίσχυση της ικανότητας λύσης μαθηματικών προβλημάτων.
- Να διερευνηθεί ο ρόλος-επίδραση των μεταγνωστικών στρατηγικών, σε περιβάλλοντα συνεργατικής μάθησης υποστηριζόμενα από τη χρήση κατάλληλου λογισμικού με την αξιοποίηση της μεθόδου Portfolio, στην ενίσχυση της ικανότητας λύσης μαθηματικών προβλημάτων.

Οι παραπάνω διερευνήσεις αφορούν στη στάση των μαθητών απέναντι στα προβλήματα, στη γενίκευση των στάσεων αυτών προς άλλες γνωστικές κατευθύνσεις, στα εσωτερικά κίνητρα, στην από τους μαθητές θέση στόχων ανώτερων από τις ήδη υπάρχουσες δυνατότητές τους (Ζώνη Επικείμενης Ανάπτυξης, Vygotsky 1962), στη δημιουργία και χρήση πολλαπλών προσεγγίσεων-προτάσεων του προς επίλυση προβλήματος, στην αποτελεσματική αντιμετώπιση των δυσκολιών που θα προκύψουν, στην αύξηση της ικανότητας λύσης προβλημάτων ως προς το σύνολο των μαθητών(οι οποίοι εξετάζονται), με ιδιαίτερες αναφορές σε κάθε κατηγορία, στην εύρεση λειτουργικότητας της λύσης σε άλλης φύσεως προβλήματα, ακόμη και στη βελτίωση της γλωσσικής έκφρασης των υποκειμένων.

ΜΕΘΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

Η έρευνα που περιγράφεται είναι σε εξέλιξη. Πραγματοποιείται ήδη σε ένα Δημοτικό Σχολείο (πilotική εφαρμογή) και πρόκειται να επεκταθεί σε δημόσια και ιδιωτικά σχολεία της ευρύτερης περιφέρειας του νομού Αττικής. Τα σχολεία αυτά έχουν επισήμως αναγνωριστεί ως σχολεία Ευέλικτης ζώνης (έχουν εξασφαλιστεί όλες εκείνες οι αναγκαίες αρχές συμπεριφοράς για επιτυχή συνεργατική μάθηση, αλλά και να αποτελεί βίωμα του δασκάλου και αναγκαιότητα η σύνδεση της γνώσης με την πραγματικότητα). Το δείγμα επελέγει με τυχαία δειγματοληψία (150 μαθητές της Δ' τάξης).

Η Δ' τάξη επιλέγεται για τους εξής λόγους: α) Οι έννοιες των βασικών μαθηματικών πράξεων έχουν περάσει από το στάδιο της πραξιακής, εικονιστικής και συμβολικής αναπαράστασης. Β) Το εύρος των αριθμητικών δεδομένων επεκτείνεται ως το 1.000.000 και γ) Οι μαθητές δεν είναι έμπειροι λύτες. Το τελευταίο είναι απαραίτητο για τον εμπλουτισμό των υπό ανάπτυξη στρατηγικών με μεταγνωστικές δραστηριότητες, ώστε το ρεπερτόριο της διαδικαστικής και υποθετικής τους γνώσης να ενισχυθεί σημαντικά και να συμβάλλει στην ικανότητα επίτευξης του στόχου που είναι η χρησιμοποίηση πολλαπλών μέσων για την επίλυση του προβλήματος. Αυτή η διακύμανση της ικανότητας διερευνάται στους τρεις τύπους μαθητών: «αδύναμοι» μαθηματικά λύτες-«μέτριοι» μαθηματικά λύτες-«ικανοί» μαθηματικά λύτες. Η κατηγοριοποίηση αυτή γίνεται βάσει δύο παραγόντων: της κρίσης του δασκάλου και του τεστ που αρχικά δίδεται στα παιδιά με την έναρξη της πειραματικής διαδικασίας. Το τεστ αυτό περιέχει ένα σχετικά εύκολο πρόβλημα (απαιτεί τη χρήση μιας πράξης και είναι απλά διατυπωμένο), ένα μέτριο πρόβλημα (απαιτεί τη χρήση μιας πράξης αλλά είναι πιο σύνθετα διατυπωμένο, ώστε να υπαινίσσεται κάτι) και ένα δύσκολο πρόβλημα (πρόβλημα που απαιτεί σύνθεση των βασικών

πράξεων για την επίλυσή του, αλλά και υπαινίσσεται δεδομένα που πρέπει ο μαθητής να αποκωδικοποιήσει). Τα προβλήματα αυτά είναι προσαρμοσμένα στα δεδομένα της τρίτης τάξης, που έχει ήδη διδαχθεί ο μαθητής. Εφόσον ο μαθητής δεν είναι σε θέση να λύσει κανένα από τα προβλήματα εκτιμάται ότι ανήκει στην πρώτη κατηγορία. Στην περίπτωση της λύσης του πρώτου προβλήματος και της πορείας προς το δεύτερο – τουλάχιστον σε κάποιο βαθμό επίλυσης - τότε εκτιμάται ότι ανήκει στη δεύτερη κατηγορία. Τέλος όταν ο μαθητής λύνει και τους τρεις τύπους προβλημάτων τότε εκτιμάται ότι ανήκει στην τρίτη κατηγορία.

Οι πειραματικές ομάδες, λοιπόν, έχουν ως εξής: η πρώτη πειραματική ομάδα αποτελείται από το δάσκαλο, ο οποίος έχει ενημερωθεί για τις μεταγνωστικές τεχνικές τις οποίες πρέπει να ακολουθεί κατά την πορεία επίδειξης, του προς μάθηση υλικού (scaffolding teaching) και τις μεταγνωστικές ερωτήσεις, τις οποίες πρέπει να συμπεριλαμβάνει στις διδακτικές του ενέργειες.

Το έργο του δασκάλου εδώ, υποστηρίζεται από τη χρήση του σχεδιαζόμενου λογισμικού (δύο φορές την εβδομάδα το τμήμα έρχεται σε επαφή με το λογισμικό και εκεί αφού ακολουθήσουν τη διαδικασία που υποστηρίζει το λογισμικό, σε ομάδες δύο ατόμων που συνεργάζονται μεταξύ τους για τη λύση ενός προβλήματος συζητείται η διαδικασία λύσης του, οι δυσκολίες που παρουσιάστηκαν, οι ενδεχόμενες εναλλακτικές στρατηγικές κ.ά.). Η δεύτερη πειραματική ομάδα αποτελείται από το δάσκαλο, στον οποίο έχουν δοθεί οδηγίες χρήσης μεταγνωστικών στρατηγικών. Το έργο του οποίου, επίσης, υποστηρίζεται από το λογισμικό. Στις διδακτικές του ενέργειες συμπεριλαμβάνει και τη μέθοδο Portfolio στην αρχή, τη μέση και το τέλος της μαθησιακής διαδικασίας. Οι ομάδες συνεργασίας στη χρήση του λογισμικού δεν πρέπει να αποτελούνται από παραπάνω από δύο μέλη διότι η αποτελεσματικότητά του, τότε, περιορίζεται κατά πολύ και η προσοχή των παιδιών αποσπάται. Έτσι, δύο παιδιά συνεργάζονται απαντώντας περιοδικά στα ζητούμενα του προγράμματος. Τέλος, η ομάδα ελέγχου, στην οποία απλώς έχουν δοθεί στο δάσκαλο οδηγίες χρήσης μεταγνωστικών ερωτήσεων και τεχνικών για τη διδακτική διευκόλυνση, αλλά που το έργο του δεν υποστηρίζεται από άλλη μέθοδο ή τεχνική.

Το Υποστηρικτικό Λογισμικό

Το λογισμικό στηρίζεται στην κυκλική διάταξη των βημάτων λύσης ενός προβλήματος (Sternberg, 1999), στο ήδη υπάρχον λογισμικό Project Solve (με επιπλέον συνοδευτικό υλικό, όπως ερωτηματολόγια, φύλλα δραστηριοτήτων κ.ά) και στην ενίσχυση αυτών με μεταγνωστικές ερωτήσεις και προτάσεις για δράση του τύπου «Τι είναι αυτό που δεν ξέρουμε; Πού θα μπορούσε να ψάξεις για να βρεις τη λύση; Πώς συνδέεται αυτό που σου ζητάει με αυτά που έχεις ήδη μάθει; Ποια άλλη λύση θα πρότεινες; Πόσος χρόνος σου απομένει για την επίλυση του προβλήματος; Σε ποιες παγίδες θα μπορούσε να πέσει κάποιος άλλος μαθητής; Ανταποκρίνεται η απάντησή σου σε αυτό που σου ζητά το πρόβλημα; κ.ά.» Επίσης, το λογισμικό παρέχει τη δυνατότητα αναπαράστασης της μαθησιακής πορείας του μαθητή και τον εντοπισμό-ανακοίνωση των ελλείψεων, ούτως ώστε να επιληφθεί του θέματος ο μαθητής και να αναλάβει πρωτοβουλίες εγκαίρως. Ένα ακόμη πλεονέκτημα του συγκεκριμένου λογισμικού είναι ότι υποστηρίζει ανοιχτού τύπου ερωτήσεις, ώστε σε ορισμένες περιπτώσεις να μπορεί ο μαθητής να πληκτρολογεί τα δεδομένα, να προβαίνει σε πράξεις και να καταγράφει τα αποτελέσματα των πράξεων του. Στο τέλος γνωστοποιείται στο μαθητή ο χρόνος που αφιέρωσε στο κάθε πρόβλημα, η διαδικασία - εντός ή εκτός του χρόνου- λύσης του/των προβλημάτων, καθώς και ο αριθμός των προσπαθειών που κατέβαλε για κάθε πρόβλημα.

Για τους μαθητές, όμως, της δεύτερης πειραματικής ομάδας η διαδικασία συνεχίζεται περαιτέρω με τη γραφική αναπαράσταση της απόδοσής τους. Έτσι ο λύτης είναι σε θέση να διαπιστώνει αν παρεκκλίνει του στόχου του ή όχι, που έθεσε στην αρχή. Ταυτόχρονα με την ενημέρωση δίνεται η ευκαιρία στο μαθητή να συλλογιστεί το σημείο της αδυναμίας του και να

προσφύγει στο δάσκαλο αν αυτό είναι δηλωτικής φύσης πρόβλημα. Άρα, με τη χρήση του Portfolio απεικονίζεται η μαθησιακή πορεία του μαθητή/ομάδας σε ένα εύρος χρόνου, σε αντίθεση με τις συνηθισμένες δοκιμασίες που αντικατοπτρίζουν τη μαθησιακή κατάσταση του εκπαιδευόμενου σε συγκεκριμένη ώρα και στιγμή. Παράλληλα, όμως, επιφέρει μοιραία και τη συνειδητοποίηση-διασκεπτική αυτοσυνειδησία- των μαθησιακών αναγκών του μαθητή/ομάδας, που είναι και το τελικό ζητούμενο των μεταγνωστικών παρεμβάσεων (Κολιάδης, 1997). Εν γένει, πρόκειται για ένα λογισμικό προώθησης των γνωστικών και μεταγνωστικών δεξιοτήτων ταυτόχρονης, όμως, αξιοποίησης των εναλλακτικών μεθόδων αξιολόγησης, και ειδικότερα αυτοαξιολόγησης, με απώτερο στόχο την κριτική στάση απέναντι στην επιστήμη των μαθηματικών και την ανάπτυξη δεξιοτήτων «σε ένα κόσμο προβλημάτων».

Ο Ρόλος του Δασκάλου

Όσον αφορά στις οδηγίες για χρήση μεταγνωστικών στρατηγικών που δίνονται στο δάσκαλο αυτές αφορούν τόσο στη διευκόλυνση του μαθητή για στοχοθέτηση, στην υποβοήθησή του για επίτευξη του στόχου και στη συνειδητοποίηση από πλευράς του μαθητή του τρόπου λειτουργίας του συλλογιστικού πεδίου. Ο δάσκαλος εδώ, αντί να εμμένει στην επίλυση ενός προβλήματος με συγκεκριμένο τρόπο, αλλάζει στάση και αντιμετωπίζει το πρόβλημα σφαιρικά. Εμμένει στην πολλαπλή επίλυση του προβλήματος (Κωσταρίδου-Ευκλείδη, 1992), στις εφαρμογές στην καθημερινή ζωή, στη σύνδεση του προβλήματος με την πρότερη γνώση, προκαλεί την εξωτερική του σκέψης και επέρχεται συζήτηση επ' αυτής. Αν μετά απ' όλα αυτά ο μαθητής διαπιστώσει γνωστική ανεπάρκεια δηλωτικής φύσης και αδυνατεί να την καλύψει ο ίδιος, αν και προσπαθεί, τότε παρεμβαίνει ο δάσκαλος με τη διδασκαλία γνωστικών τεχνικών και μεταγνωστικών στρατηγικών.

Η παρέμβαση περιλαμβάνει τρεις φάσεις: την προκαταρκτική-δηλαδή την εξοικείωση του μαθητή με τις νέες συνθήκες εργασίας- τη μέση φάση-δηλαδή τη χρήση του λογισμικού δυο φορές την εβδομάδα- και την τελική φάση-που περιλαμβάνει την υποκατάσταση του λογισμικού με τις ανθρώπινες ενέργειες. Στην τελευταία αυτή φάση, που θεωρείται και εξαιρετικά σημαντική, διαφαίνεται ο βαθμός αφομοίωσης των αναγκαίων ενεργειών προσέγγισης ενός (μαθηματικού) προβλήματος αλλά και η ένταξη των ενεργειών αυτών στο γνωστικό ρεπερτόριο του μαθητή, ως αναγκαία και ικανή συνθήκη αντιμετώπισης μιας κατάστασης.

Ο ρόλος του δασκάλου και στις δύο περιπτώσεις των παραπάνω πειραματικών ομάδων είναι καθοδηγητικός, δηλαδή βοηθά τους μαθητές, όταν αντιμετωπίζουν ένα απλό πρόβλημα χειρισμού στη χρήση του προγράμματος, αλλά και ανατροφοδοτικός αφού αξιοποιεί τα αποτελέσματα του προγράμματος και τα εντάσσει στις διδακτικές του ενέργειες με παρόμοιο, του προγράμματος, τρόπο. Γίνεται σαφές ότι η χρήση του προγράμματος αναμένεται να είναι επικουρική και όχι πρωταγωνιστική στη μαθησιακή διαδικασία, με την έννοια της υποκατάστασης του δασκάλου. Είναι βέβαιο ότι ο δάσκαλος θα διαδραματίσει έναν από τους πρωταγωνιστικούς ρόλους μαζί με το μαθητή. Παρακινεί, δηλαδή, το μαθητή με τις ερωτήσεις του σε αυτορρύθμιση και μεταγνωστική δράση, διευκολύνει και ενθαρρύνει το διάλογο ανάμεσα στους μαθητές, ενισχύει τα θετικά αποτελέσματα ενός εγχειρήματος και παροτρύνει για αποσαφήνιση και επανεξέταση των λανθασμένων χειρισμών. Τέλος, οι παρεχόμενες από το πρόγραμμα πληροφορίες βοηθούν το δάσκαλο στην αυτοαξιολόγηση και αναθεώρηση των προτεραιοτήτων του για την επιτυχή έκβαση του μαθήματος προς όλους τους μαθητές.

Αξιολόγηση της Διδακτικής Διαδικασίας

Μια λίστα από ερωτηματολόγια συνοδεύουν την έρευνα, τόσο κατά την αρχή της όσο και στο τέλος της πειραματικής διαδικασίας. Έτσι στην αρχή, δίνονται στους μαθητές

ερωτηματολόγια τόσο για τη συμπλήρωση δημογραφικών χαρακτηριστικών, όσο και για την εκτίμησή τους σε κάποιο γνωστικό επίπεδο. Το γνωστικό επίπεδο των μαθητών συνδυάζεται με τις κρίσεις των ίδιων των δασκάλων. Από τα δημογραφικά χαρακτηριστικά λαμβάνονται πληροφορίες που βοηθούν στη διαπίστωση ύπαρξης ή όχι παρασιτικών παραγόντων π.χ. επανάληψη της διαδικασίας σε διαφορετικά σχολεία προκειμένου να υποσκελιστεί ο παράγοντας «προσωπικότητα» του δασκάλου κ.λ.π. Τα παιδιά επίσης δίνουν απαντήσεις σε ερωτήσεις που μετρούν τη χρήση μεταγνωστικών στρατηγικών πριν την εφαρμογή της παρέμβασης (Caeti Work-National Center for Research on Evaluation, Standards, and Student Testing, 1996). Τα ερωτηματολόγια χρησιμοποιούνται και κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσης για τη μέτρηση του βαθμού στον οποίο χρησιμοποιούν τις μεταγνωστικές δεξιότητες.

Τα ερωτηματολόγια αποτελούνται από δύο βασικά μέρη: Στο πρώτο μέρος –πριν, κατά και μετά το τέλος της έρευνας- δίνονται στους μαθητές 40 ερωτήσεις και τους ζητείται να κυκλώσουν την απάντηση που περιγράφει καλύτερα τις σκέψεις τους όταν αντιμετωπίζουν ένα μαθηματικό πρόβλημα μέσα στην τάξη (1=ποτέ, 2=μερικές φορές, 3=συχνά, 4=πάντοτε). Αυτό το μέρος μετρά τις μεταγνωστικές τους δεξιότητες (σχεδιασμός, χρήση γνωστικών στρατηγικών, αυτοέλεγχος, επιλυτική διαδικασία, αξιολόγηση) στη λύση μαθηματικών προβλημάτων. Στο δεύτερο μέρος, όπου και ερευνώνται οι γνωστικές τους δεξιότητες, απαντούν σε 6 ερωτήσεις –συνέντευξη- που αφορούν στις σκέψεις που τους δημιουργήθηκαν στην προσπάθεια να το λύσουν νοερά (π.χ. «προσπάθησα να εντοπίσω τι είναι αυτό που μου ζητά» ή «σκέφτηκα να ζωγραφίσω το πρόβλημα για να το καταλάβω καλύτερα»).

Η μεθοδολογική τεχνική «ανάλυση πρωτοκόλλου» κρίνεται απαραίτητη για τη διερεύνηση της ένταξης των νέων γνωστικών διαδικασιών στο γνωστικό ρεπερτόριο του μαθητή και την αλλαγή στάσης ως προς την αντιμετώπιση των μαθηματικών προβλημάτων.

Εικάζεται, λοιπόν, η επιλογή της πολλαπλής μεθόδου συγκέντρωσης των δεδομένων της έρευνας προκειμένου να εξαχθούν κατά το δυνατόν αντικειμενικότερα συμπεράσματα, με το λιγότερο κόπο για τους μαθητές και την αφιέρωση του λιγότερου δυνατού χρόνου (λόγω της ηλικίας πρέπει να συμπεριληφθούν και οι ανωτέρω παράγοντες).

ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ

Λόγω του ότι η προαναφερθείσα έρευνα είναι πολύπλευρη αλλά και απαιτητική αναμένονται δυσκολίες όπως:

- α) Η εύρεση κατάλληλων σχολείων με αίθουσες πληροφορικής που να μπορούν να υποστηρίξουν τη διδασκαλία με το συγκεκριμένο λογισμικό.
- β) Η δυνατότητα των δεκάχρονων μαθητών να χειρίζονται ένα τέτοιο πρόγραμμα, δεδομένου ότι το μάθημα της πληροφορικής δεν είναι ενταγμένο στο αναλυτικό πρόγραμμα του Δημοτικού σχολείου, παρά μόνον πιλοτικά (στις τάξεις Ε' και ΣΤ').
- γ) Η ανταπόκριση των δασκάλων στη στήριξη μιας διδασκαλίας με μεταγνωστικές κατευθύνσεις.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Η ένταξη νέων τεχνικών στη διδακτική προσέγγιση, αναμένεται να επιφέρει θετικά αποτελέσματα και για τις τρεις ομάδες (πειραματικές και ελέγχου). Η αποτελεσματικότητα της συνεργατικής μάθησης σε συνδυασμό με τη μεταγνωστική στροφή της διδασκαλίας έχει ήδη μελετηθεί (θετική συσχέτιση) (Kramarski, Mevarerech & Liberman, 2001). Με τη δυναμική αξιοποίηση και τον εναρμονισμό των Νέων Τεχνολογιών και της μεθόδου Portfolio εκτιμάται ότι θα βελτιωθούν τα αποτελέσματα της παρέμβασης ως προς τη διαδικαστικο-υποθετική φύση της σκέψης και της κατεύθυνσης αυτής προς την επίτευξη του οριζόμενου, κάθε φορά, στόχου. Είναι

βέβαιο ότι η χρήση μαθητοκεντρικά προσανατολισμένων μεθόδων από μόνη της βαίνει προς όφελος του μαθητή και θέτει τις βάσεις για τη μετάβαση σε επόμενο εξελικτικό στάδιο. Αυτό που δεν αναμένεται είναι η κατάδειξη μιας μεθόδου-πανάκειας με στατιστική υπεροχή - διαφορά από τις άλλες. Αναμένεται, ωστόσο, η μέθοδος της δεύτερης πειραματικής ομάδας (μέθοδος Portfolio) να παρουσιάσει διαφορές από την πρώτη διότι δημιουργεί προϋποθέσεις για εσωτερική κινητοποίηση και δημιουργία εσωτερικών κινήτρων (Weinert, 1987), που από τη φύση τους είναι δύσκολο να σχηματιστούν σε αυτή την ηλικία. Ακόμη, αναμένεται η υιοθέτηση των νέων αυτών τεχνικών να συμβάλλει θετικά προς την κατεύθυνση της ενοποίησης των «γνωστικών μερών» π.χ. των επιμέρους γνωστικών αντικειμένων και της δημιουργίας συνεκτικών κρίκων μεταξύ τους (πραγματικότητα που επιχειρείται στα σχολεία της Ευέλικτης Ζώνης).

Ως προς τη συμμετοχή των μαθητών, αναμένεται να υπάρξει σαφής βελτίωση της εικόνας των μέτριων και ικανών λυτών προβλήματος. Αυτό αναμένεται γιατί η μεταγνώση σε αυτή την έρευνα αντιμετωπίζεται όχι ως το αποτέλεσμα της επιλυτικής ικανότητας του μαθητή αλλά ως το μέσο για την απόκτηση αυτής της ικανότητας.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Έχουμε ήδη περάσει στον εικοστό πρώτο αιώνα και η ανάγκη να αναθεωρηθεί όλο το εύρος της εκπαίδευσης είναι άμεση (στόχοι, μέσα, προτεραιότητες κ.ά.), αφού τίθενται νέες βάσεις με νέα δεδομένα, ενώ, ταυτόχρονα, δοκιμάζονται και απορρίπτονται φόρμουλες μέσα από πολυάριθμες ερευνητικές προσπάθειες κ.λ.π. Το παλιό μοντέλο του δασκάλου (“Stand and Deliver”) έχει κριθεί στη νέα εποχή ως αναποτελεσματικό και ανεπαρκές. Ο σύγχρονος δάσκαλος απαιτείται όχι πια να δίνει έτοιμη τροφή και να προσδοκά την επανάληψη, αλλά να ανοίγει νέους δρόμους, να δείχνει τον τρόπο, ώστε να αφήνει πεδίο δράσης ελεύθερο στο μαθητή. Η συλλογή πληροφοριών δεν είναι το ζητούμενο της εκπαιδευτικής πραγματικότητας αλλά ο τρόπος (Rieber, 1992).

Έτσι με την έρευνα αυτή, στρέφεται το ενδιαφέρον από τη λύση στη διαδικασία που οδηγεί σε αυτή. Μια διαδικασία που προϋποθέτει όχι μόνον την ωρίμανση βασικών νοητικών λειτουργιών αλλά και την αντίστοιχη μεθοδολογική διευκόλυνση αυτών μέσω των αναγκαίων διδακτικών δραστηριοτήτων. Η επίταξη των Νέων Τεχνολογιών στην υπηρεσία της εκπαιδευτικής διαδικασίας θεωρείται αναπόφευκτη λόγω της διερευνηθείσας αποτελεσματικότητάς τους στο πεδίο της διδασκαλίας και μάθησης (Jonassen & Reeves, 1996; Wenglinsky, 1998). Παράλληλα, η χρησιμοποίησή τους κρίνεται αναγκαία για όσο είναι σε θέση να προσφέρουν στον παράγοντα άνθρωπο. Τελικός σκοπός είναι η σταδιακή αντικατάστασή τους από την ίδια την ανθρώπινη σκέψη (που αντιμετωπίζεται πλέον ενεργητικά) και την υιοθέτηση μοντέλων συμπεριφοράς που θα αποδειχθούν πιο τελεσφόρα και ευέλικτα. Και όλα τα παραπάνω ξεκινούν από τη βασική παραδοχή ότι σημαντικότερη δεξιότητα για το μέλλον είναι αυτή της σκέψης. Μιας σκέψης, όμως, που θα ελέγχεται και θα κατευθύνεται από το ίδιο το άτομο, το οποίο θα είναι σε θέση να γνωρίζει τη διαδικαστική αντιμετώπιση δυσκολιών αλλά και την ποικιλότητα στους τρόπους αντιμετώπισης.

Αξίζει, τέλος, να επισημανθεί ότι ενώ αυτή η έρευνα αφορά σ' ένα είδος «ενδο-τμηματικής», intra-classroom, εκπαίδευσης θα μπορούσε να αποτελέσει εφελτήριο και γι' άλλες έρευνες που αφορούν στη «δια-τμηματική», inter-classroom, αλλά και «υπερ-τμηματική», extra-classroom, δηλαδή την ανοιχτή και εξ' αποστάσεως εκπαίδευση (βασική ή και ενηλίκων).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Chi, M. & Bassok, M. (1989). Learning from examples via self-explanations. In L.B. Resnick (Ed.) *Knowing, learning and instruction: Essays in Honor of Robert Glaser*, pp.251-282. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Chi, M., DeLeeuw, N., Chiu, M-H. & LaVancher, C. (1994). Eliciting self-explanations Improves understanding. *Cognitive Science*, 18, 439-477.
- Collins, A. & Brown, J.S. (1988). The Computer as Tool for Learning Through Reflection. In Heinz Mandk and Alan Lesgold, editors, *Learning Issues for Intelligent Tutoring Systems*, Springer Verlag.
- Derry, S.J. (1992). Metacognitive models of learning and instructional systems design. In Marlene Jones and Philip H. Winne, editors, *Adaptative Learning Environments – Foundations and Frontiers*, volume F 85 of NATO ASI Series Books, pp 257-286. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg.
- Derry, S.J. and Hawkes, L.W. (1993). Local Cognitive Modeling of Problem-Solving Behavior: An Application of Fuzzy Theory. In: *Computers as Cognitive Tools*, Lajoie, Susanne P. and Derry, Sharon J. (Eds.), Lawrence Erlbaum Associates.
- Fortunato, I., Hecht, D., Tittle, C., & Alvarez, L. (1991). Metacognition and problem solving. *Arithmetic Teacher*, 39 (4), 38-40.
- Gardner, H. & Hatch, T. (1989). Multiple intelligences go to school: Educational implications of the theory of multiple intelligences. *Educational Researcher*, 18(8), 4-9.
- Garofalo, J., & Lester, Jr., F.K. (1985). Metacognition, cognitive monitoring, and mathematical performance. [Journal for Research in Mathematics Education](#), 16, 163-176.
- Groves, P.M. and Rebec, G.V. (1992). *Introduction to Biological Psychology*, Indiana, USA: Wm.C. Brown Publishers.
- Johnson, S.D. (1991). Productivity, the workforce, and technology education. [Journal of Technology Education](#), 2(2), 32-49.
- Jonassen, D.H., & Reeves, T.C. (1996). Learning with technology: Using computers as cognitive tools. In D.H. Jonassen (Ed.), *Handbook of research for educational communications and technology* (pp. 693-719). New York, NY: Simon&Schuster MacMillan.
- King, A. (1994). Guiding knowledge construction in the classroom: Effects of teaching children how to question and how to explain. *American Educational Research Journal*, 31, 338-368.
- Κολιάδης, Ε. (1997). Θεωρίες μάθησης και Εκπαιδευτική Πράξη. Β΄ τόμος. Κοινωνικογνωστικές θεωρίες. Αθήνα.
- Κολιάδης, Ε. (2002). Γνωστική Ψυχολογία, Γνωστική Νευροεπιστήμη και Εκπαιδευτική Πράξη. Δ΄ τόμος. Γνωστική Ψυχολογία-Γνωστική Νευροεπιστήμη. Το Μοντέλο Επεξεργασίας Πληροφοριών. Αθήνα.
- Kramarski, B., Mevarech, Z.R. & Liberman, A. (2001). The Effects of Multilevel-versus Unilevel Metacognitive Training on Mathematical Reasoning, *The Journal of Educational Research*, 94(5), 292-300.
- Κωσταρίδου- Ευκλείδη, Α. (1992). Γνωστική Ψυχολογία. Θεσσαλονίκη: Art of Text.
- Mevarech, Z.R. & Kramarski, B. (1997). IMPROVE: A multidimensional method for teaching mathematics in heterogeneous classrooms. *American Educational Research Journal*, 34 (2), 365-395.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- National Research Council (1991). *Moving Beyond Myths: Revitalizing Undergraduate Mathematics*. Washington, DC: National Academy Press.
- Pressley, M. (1994). Embracing the Complexity of Individual Differences in Cognition: Studying good information processing and how it might develop. *Learning and Individual Differences*, 6, 259-284.

- Rieber, L.P. (1992). Computer-based microworlds: A bridge between constructivism and direct instruction. *Educational Technology Research and Development*, 40(1), 93-106.
- Schoenfeld, A.H. (1987). What's all the fuss about metacognition? In A. H. Schoenfeld (Ed.), *Cognitive Science and Mathematics Education* (pp.189-215). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Sternberg, R. (1999). *Cognitive Psychology*. (2nd ed.). NY: Harcourt Brace College Publishers.
- Vygotsky, L.S. (1962). *Thought and Language*. New York: Wiley.
- Weinert, F.E. (1987). Introduction and Overview: Metacognition and Motivation as determinants of effective learning and understanding. In F. Weinert & R. Kluwe (Eds.) *Metacognition, motivation and understanding*, pp. 1-16. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Wenglinsky, H. (1998). *Does it compute? The relationship between educational technology and student achievement in mathematics*. Princeton, NJ: Policy Information Center, Educational Testing Service.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΙΣ

<http://ericae.net/edo/ED410226.htm>

<http://www.problemsolve.rit.edu/student.php3>

<http://www.cogs.susx.ac.uk/users/claudiag/metacognition/Davidson.htm>

<http://www.aldea.com/guides/ag/b593.html>

