ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΉ ΤΕΚΜΗΡΊΩΣΗ ΤΗΣ ΠΑΡΈΜΒΑΣΗΣ

Τα τελευταία χρόνια ένα μέρος της εκπαιδευτικής έρευνας έχει στραφεί στα Μαθηματικά στο χώρο εργασίας και πώς αυτά διαφοροποιούνται ή συνδέονται με τα σχολικά μαθηματικά. Η έρευνα επικεντρώνεται είτε στους ενήλικες εργαζομένους με αντικείμενο την παρατήρηση των μαθηματικών τους πρακτικών (Jurdac & Sahin, 2001) και την μετάβαση από την σχολική γνώση στην εφαρμογή της και τους παράγοντες που διευκολύνουν ή παρεμποδίζουν αυτήν την μετάβαση (Triantafillou & Potari, 2010) ενώ σε άλλες, η εστίαση γίνεται στον μαθητή ή στον εκπαιδευτικό (Jurdac & Sahin, 2001; Nicol, 2002). Σε κάθε περίπτωση η κοινή προβληματική των ερευνών αυτών είναι το πώς η μαθηματική σχολική εκπαίδευση μπορεί να επωφεληθεί από την δυναμική των μαθηματικών ως εργαλείο, όπως αυτό συμβαίνει στο χώρο εργασίας, με απώτερο σκοπό την καλύτερη κατανόηση των μαθηματικών νοημάτων από περισσότερους μαθητές.

Υπό το πρίσμα της Θεωρίας Δραστηριότητας, σχολείο και χώρος εργασίας νοούνται ως δύο διαφορετικά συστήματα, το καθένα με το δικό του κοινωνικο-ιστορικό υπόβαθρο μέσα στο οποίο λαμβάνει χώρα η μαθηματική δραστηριότητα ως μια έκφανση της ανθρώπινης συμπεριφοράς και σκέψης που συμβαίνει μέσα σε ένα περιβάλλον με νόημα, κατευθυνόμενη από στόχους και υποβοηθημένη από εργαλεία -ψυχολογικά και υλικά (Wage, 2014). Το δίπολο αυτό, σε άλλες έρευνες το συναντάμε ως άτυπα -τυπικά μαθηματικά , ως ακαδημαϊκά - καθημερινά ή πρακτικά μαθηματικά, ως σχολικά - μαθηματικά στο χώρο εργασίας, αν και οι ταμπέλες αυτές δεν είναι αμοιβαία αποκλειόμενες (Moschkovich, 2002b).

Και ενώ στο χώρο εργασίας τα μαθηματικά χρησιμοποιούνται ως εργαλείο (Wake, 2014) και η όποια μαθηματική δραστηριότητα έχει διαμεσολαβητικό ρόλο για την επίτευξη του τελικού προϊόντος, στο σχολείο τα μαθηματικά αποτελούν αντικείμενο μάθησης (κατασκευή, συμβολισμός, εφαρμογή και γενίκευση μαθηματικών ιδεών) και συχνά η τυπική μαθηματική δραστηριότητα στην οποία εμπλέκονται οι μαθητές συνίσταται στην συμπλήρωση φύλλων εργασίας, στην απάντηση σε ερωτήσεις του εκπαιδευτικού και στην επίλυση των παραδοσιακών λεκτικών προβλημάτων (traditional word problems) που έχουν προφανή λύση ή ασκήσεων (exercises) για την εξάσκηση σε συγκριμένες αλγοριθμικές τεχνικές. Στα σχολικά μαθηματικά, πρώτα παρουσιάζεται και εξηγείται η μέθοδος και μετά ακολουθούν προβλήματα που επιλύονται με αυτήν την μέθοδο. Τα προβλήματα αυτά σχεδιάστηκαν για να εξυπηρετήσουν την υπεροχή των μεθόδων έναντι των προβληματικών καταστάσεων. «*Διδάσκουμε μεθόδους, όχι πώς να αντιμετωπιστεί ένα πρόβλημα ... Οι διδακτικές επιλογές ανάμεσα στα ακαδημαϊκά και τα καθημερινά μαθηματικά είναι ζωτικής σημασίας*»(Moschkovich, 2002b).

Το ζητούμενο είναι να κατασκευαστούν γέφυρες ανάμεσα στα δύο συστήματα, να επιτευχθεί μια λογική ισορροπία μεταξύ της ισχύος των μαθηματικών και της απόδοσης νοήματος των μαθηματικών. Τα σχολικά μαθηματικά είναι πιο γενικεύσιμα και έχουν μεγαλύτερη ισχύ, ενώ συχνά η απόδοση του νοήματος παραγκωνίζεται ή αναβάλλεται για το απώτερο μέλλον. Από την άλλη το να βασίσεις την μαθηματική εκπαίδευση μόνο σε βιωματικές καταστάσεις είναι όχι μόνο εξωπραγματικό αλλά αφαιρούν από τα μαθηματικά την ισχύ τους (Jurdak & Shahin, 2001). Μπορούν όμως να χρησιμοποιηθούν ως σημείο εκκίνησης της μαθηματικής δραστηριότητας (δίνοντας κίνητρο στους μαθητές, αποδίδοντας νόημα σε μια προβληματική κατάσταση) «*που ξεκινά ως άτυπη και εξελίσσεται σταδιακά στην πιο τυπική της μορφή*» (Moschkovich, 2002b).

Υπάρχει χώρος να χτιστούν αυτές οι γέφυρες; Για τον Wake (2014), η μαθηματική δραστηριότητα αποτελεί συνισταμένη α) του μαθηματικού περιεχομένου, β) των μαθηματικών ικανοτήτων και γ) του πλαισίου. Στην αλληλεπίδραση αυτών των συνιστωσών αναφέρεται η διαλεκτική σχετικά με τα ακαδημαϊκά και τα μαθηματικά στο χώρο εργασίας, αλλάζοντας το γ) πλαίσιο.

Η σύνθεση των δύο μοντέλων θα μπορούσε να είναι η μαθηματική δραστηριότητα των μαθητών με προβλήματα που σχεδιάζονται στο πλαίσιο του πραγματικού κόσμου (καθημερινότητα ή χώρος εργασίας), για την επίλυση των οποίων οι μαθητές θα εμπλακούν και θα αναπτύξουν μαθηματικό συλλογισμό, με τρόπο παρόμοιο με αυτό των ακαδημαϊκών μαθηματικών: Κατασκευάζοντας αφηγήσεις και επιχειρήματα για την διαδικασία επίλυσης, κάνοντας υποθέσεις, συγκρίνοντας την αποτελεσματικότητα ή την γενικευσιμότητα των διαφορετικών προσεγγίσεων που μπορούν να αναπτυχθούν στην επίλυση.

Ωστόσο, πολλοί ερευνητές επισημαίνουν την δυσκολία μεταφοράς αυθεντικών προβλημάτων στη σχολική τάξη καθώς απαιτούνται εξειδικευμένες γνώσεις του εκάστοτε χώρου εργασίας για την μεταφορά του προβλήματος στο πλαίσιο, δεξιότητες κατασκευής και αναδόμησης πραγματικών (του χώρου εργασίας) και μαθηματικών μοντέλων περίπλοκων καταστάσεων (Wake, 2015) ενώ ελλοχεύει ο κίνδυνος να αποκοπούν τα προβλήματα από το πραγματικό τους περιβάλλον και να χάσουν το νόημά τους.

Επιπλέον, υπό το πρίσμα των κοινωνικο-πολιτισμικών θεωρητικών προσεγγίσεων κάποιοι ερευνητές εκτιμούν ότι το σχολείο (όχι μόνο στην επαγγελματική που είναι αυτονόητο αλλά και στην γενική υποχρεωτική εκπαίδευση) πρέπει να προετοιμάσει τους μαθητές για τον μελλοντικό μετασχηματισμό γνώσης που θα κληθούν να κάνουν ως ενήλικες στο χώρο εργασίας τους (Triantafillou & Potari 2014; Wake, 2014) αλλά και ότι η χρήση των καθημερινών μαθηματικών στο σχολείο εμπλέκει περισσότερους μαθητές μιας και τα ακαδημαϊκά, καθαρά μαθηματικά απευθύνονται κυρίως στους «καλούς» που στοχεύουν στην τριτοβάθμια εκπαίδευση (Nicol, 2002).

Τα ευρήματα των ερευνών της PISA - που καταγράφουν την μαθηματική ικανότητα των 15χρονων να χρησιμοποιούν τις γνώσεις και δεξιότητές τους για να απαντήσουν με επιτυχία σε προκλήσεις της καθημερινής ζωής - έστρεψαν διεθνώς την προσοχή στις δεξιότητες επεξεργασίας και επίλυσης προβλημάτων. Η πιο λιτή η ερμηνεία του όρου «Επίλυση προβλήματος» (problem solving) είναι: να εργάζεσαι σε προβλήματα που σου έχουν ανατεθεί ή στο πνεύμα του Polya , να μάθεις να αντιμετωπίζεις καινούργιες και ασυνήθιστες καταστάσεις (tasks) όταν οι σχετικές μέθοδοι επίλυσης δεν είναι γνωστές. Στην παραδοσιακή θεώρηση, η επίλυση προβλημάτων δεν είναι αυτοσκοπός, αλλά νοείται ως πλαίσιο για την επίτευξη άλλων σκοπών (problem solving as context), σε μια δεύτερη νοείται ως δεξιότητα (problem solving as skill) ενώ σε μια τρίτη, ως η ουσία των μαθηματικών, δηλαδή ως τέχνη (problem solving as art) (Schoenfeld, 1992).

Η επίλυση προβλήματος θεωρείται μαθηματική δραστηριότητα υψηλού επιπέδου καθώς προϋποθέτει γνωστικές (ανάγνωση προβλήματος) και μεταγνωστικές διεργασίες (ανάλυση των πληροφοριών-κατανόηση προβλήματος, σχεδιασμός στρατηγικής) , εξίσου (διερεύνηση πιθανών στρατηγικών, υλοποίηση επιλεγόμενης στρατηγικής) (Artzt and Armour -Thomas, 1992 στο Albert and Kim, 2013). Τα στάδια που ακολουθούνται κατά την διαδικασία επίλυσης προβλήματος μπορούν αν αναλυθούν ως : Ανάγνωση, Ανάλυση, Διερεύνηση πιθανών στρατηγικών, Σχεδιασμός, Εφαρμογή και Επαλήθευση (Schoenfeld, 1992).

Το περιβάλλον στο οποίο θα λάβει χώρα η δραστηριότητα αυτή, δηλαδή η οργάνωση και η κουλτούρα της τάξης δεν είναι αυτονόητη. Ενώ πολλές έρευνες υποστηρίζουν ότι η συνεργατική μάθηση είναι κατάλληλη μόνο για χαμηλού επιπέδου δραστηριότητες, άλλοι εκτιμούν ότι η εργασία σε μικρές ομάδες είναι κατάλληλη για την επίλυση προβλήματος (Albert & Kim, 2013; Goos, Galbraith & Renshaw, 2002; Schoenfeld, 1992). Η σύνθεση των ομάδων με κριτήριο την επίδοση, οδηγεί σε διαφορετικά μοντέλα: Ετερογενείς ομάδες υποστηρίζουν την αλληλοδιδακτική (peer mentoring), ενώ ισότιμες ομάδες εξυπηρετούν την συνεργασία (peer collaboration).

Στο σκηνικό της συνεργατικής τάξης που λειτουργεί μαθητοκεντρικά, ο ρόλος του εκπαιδευτικού αλλάζει: Χάνει τον πρωταγωνιστικό του ρόλο και γίνεται ο διαμεσολαβητής για την συνεργασία μεταξύ των μαθητών. Ωστόσο, το μοντέλο αυτό δέχεται κριτική ως προς τον βαθμό καθοδήγησης του εκπαιδευτικού, με τον ισχυρισμό ότι απουσία καθοδήγησης οι μαθητές έρχονται σε σύγχυση. Οι Albert & Kim (2013) υποστηρίζουν ότι δουλεύοντας με ομάδες άπειρες στην συνεργατική μάθηση για την επίλυση προβλημάτων, η καθοδήγηση του εκπαιδευτικού είναι απαραίτητη : βοηθά τους μαθητές να κατανοήσουν το πρόβλημα, θέτει ερωτήματα που διεγείρουν την σκέψη και διερεύνηση και αργότερα, εμπλέκει την τάξη σε μια συζήτηση επισκόπησης και αξιολόγησης ή γενίκευσης των διαφορετικών προσεγγίσεων που επιλέχθηκαν από τις ομάδες. Αλλά και κατά την διάρκεια της επίλυσης, ελέγχει την πρόοδο της εργασίας εντοπίζοντας τα δυνατά και αδύνατα σημεία, δίνει συμβουλές για να ξεπεραστούν εμπόδια αν κριθεί απαραίτητο και ενθαρρύνει με τις ερωτήσεις του τους μαθητές να ξαναδούν την εργασία τους (Lester et al., 1989 στο Schoenfeld, 1992). Σε κάθε περίπτωση, το αν ο εκπαιδευτικός θα παρέμβει, με ποιον τρόπο και σε ποιο χρόνο, αποτελεί αποτέλεσμα μιας διαδικασίας λήψης απόφασης εκ μέρους του εκπαιδευτικού αλλά και αντικείμενο περαιτέρω έρευνας (Goos et al., 2002).

Η αξιολόγηση ενός συνθετικού μοντέλου εφαρμογής στην τάξη της συνεργατικής επίλυσης μαθηματικών προβλημάτων στο χώρο εργασίας θα μπορούσε να αξιολογηθεί ως προς τις επιμέρους συνιστώσες του, όπως α) την αποτελεσματικότητα, λειτουργία και απόδοση της ομαδικής εργασίας, β) τις μεταγνωστικές δεξιότητες που καλλιεργήθηκαν και γ) τις ενδεχόμενες αλλαγές στις πεποιθήσεις και στάσεις (όπως η ενεργός εμπλοκή) των μαθητών ως προς τα

Μαθηματικά λόγω της ανάδειξης της εφαρμοσμένης άποψης των Μαθηματικών. Οι Fennema & Sherman (1976) ανέπτυξαν ένα εργαλείο (Fennema-Sherman Mathematics Attitude Scales) που μετρά τις πεποιθήσεις των μαθητών για τα Μαθηματικά δομημένο σε 9 κλίμακες. Η τελευταία κλίμακα μετρά τις πεποιθήσεις των μαθητών ως προς την χρησιμότητα των Μαθηματικών τώρα και στο μέλλον (στις σπουδές και στην επαγγελματική τους ζωή).

Η αποτελεσματικότητα των ομάδων εργασίας απασχόλησε πολλούς ερευνητές από διαφορετικά πεδία που ανέδειξαν παράγοντες όπως: το κριτήριο σχηματισμού των ομάδων, το γνωστικό επίπεδο , οι κοινωνικές δεξιότητες του κάθε μέλους, και η οργάνωση της ομάδας (π.χ. διακριτοί ρόλοι, ηγεσία ομάδας). Οι Fransen, Kirschne, & Erkensc (2011) αντλώντας από το εννοιολογικό πλαίσιο των «5 μεγάλων ιδεών στην ομαδική εργασία» των Salas, Sims, & Burke (2005) και προσαρμόζοντάς το στις ομάδες μάθησης, καταλήγουν σε τρεις παράγοντες που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα των ομάδων μάθησης : κοινά νοητικά μοντέλα, την αμοιβαία εμπιστοσύνη και την αμοιβαία παρακολούθηση επίδοσης μεταξύ των μελών της ομάδας.

Το ερωτηματολόγιο που κατασκεύασαν επικεντρώνεται στην αποτελεσματικότητα των ομάδων μάθησης και αποτελείται από 20 ερωτήσεις σε 4 άξονες που απαντώνται στην 7βάθμια κλίμακα Likert. Ενδεικτικά αναφέρονται: Η δήλωση «Η ομάδα αφιερώνει χρόνο για να διασφαλίσει ότι όλα τα μέλη της έχουν κατανοήσει τους επιδιωκόμενους στόχους του έργου που έχει ανατεθεί» αφορά στον άξονα «Κοινά νοητικά μοντέλα», ενώ οι δηλώσεις: «Είμαι ευχαριστημένος από την απόδοση της ομάδας μου» ή «θέλω να αλλάξω ομάδα» υπάγονται στον άξονα «Αποτελεσματικότητα ομάδας».

Βιβλιογραφία

Albert, L.R. and Kim, R (2013) . Developing creativity through collaborative problem solving. *Journal of Mathematics Education at Teachers College, 4* (2), pp. 32-38

Fennema, E., & Sherman, J. A. (1976). Fennema-Sherman Mathematics Attitude Scales: Instruments designed to measure attitudes toward the learning of mathematics by females and males. *JSAS Catalog of Selected Documents in Psychology*, 6, 31.

Fransen, J., Kirschner, P.A., & Erkensc, G.(2011) Mediating team effectiveness in the context of collaborative learning: The importance of team and task awareness. *Computers in Human Behavior 27* (3), pp. 1103-1113

Goos, M., Galbraith, P., & Renshaw, P. (2002). Socially mediated meta-cognition: Creating collaborative zones of proximal development in small group problem solving. *Educational Studies in Mathematics, 49*(2), 192–223.

Jurdak, M. and Shahin, I.: 2001, 'Problem solving activity in the workplace and the school: The case of constructing solids,' *Educational Studies in Mathematics 47*, 297–315.

Moschkovich, J (2002b). An introduction to examining everyday and academic mathematical practices', in Brenner, M and Moschkovich, J.(eds), Everyday and academic mathematics in the classroom, JRME, Monograph Number 11, Reston, VA, NCTM, pp 1-11

Nicol, C. (2002). Where's the math? Prospective teachers visit the workplace. *Educational Studies in Mathematics, 50*: 289-309

Schoenfeld, A. H. (1992): Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics. In: Grouws, D. A. (Ed.): Handbook of Research on Mathematics, Teaching and Learning (NCTM). — New York, pp. 334–370.

Triantafillou, C. (2011). Mathematical literacy skills in a workplace context: The case of reading and interpreting data. In B. Ubuz (Ed.) Proceedings of the 35th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (Vol. 4, pp. 265–272). Ankara, Turkey, PME.

Triantafillou, C., & Potari, D. (2010). Mathematical practices in a technological workplace: the role of tools. *Educational Studies in Mathematics, 74*, 275–294.

Triantafillou, C., & Potari, D. (2014). Revisiting the place value concept in the workplace context: The issue of transfer development. *Educational Studies in Mathematics, 86*, 337–358.

Wake, G. (2014). Making sense of and with mathematics: The interface between academic mathematics and mathematics in practice. *Educational Studies in Mathematics*. doi: 10.1007/s10649-014-9540-8.

Wake, G. (2015). Preparing for workplace numeracy: a modelling perspective. *ZDM Mathematics Education, 47(4)*. doi: 10.1007/s11858-015-0704-5.