Από το άρθρο του

Carbonneau, K. J., Marley, S. C. & Selg, S. C. (2013). A meta-analysis of the efficacy of teaching mathematics with concrete manipulatives. *Journal of Educational Psychology. Vol 105 (2)*. pp380-400.

Σύμφωνα με τους Carbonneau, Marley, & Selg, (2013) τα συγκεκριμένα χειραπτικά υλικά διευκολύνουν τη μάθηση επειδή:

α) υποστηρίζουν την ανάπτυξη της αφηρημένης σκέψης

β) ενθαρρύνουν τον πραγματικό κόσμο της γνώσης των μαθητών

γ) παρέχουν στον εκπαιδευόμενο την ευκαιρία να αναπαραστήσει την έννοια για τη βελτίωση της κωδικοποίησης

και δ) παρέχουν ευκαιρίες στους μαθητές να ανακαλύψουν τις μαθηματικές έννοιες μέσω της εξερεύνησης από τον καθοδηγούμενο μαθητή.

Κάθε μία από αυτές τις θεωρητικές εξηγήσεις παρέχει εκπαιδευτικά χαρακτηριστικά που μπορούν να μειώσουν ή να αυξήσουν την αποτελεσματικότητα των μαθηματικών χειρισμών.

**Aνάπτυξη της αφηρημένης σκέψης**

Σύμφωνα με τους θεωρητικούς της ανάπτυξης (Bruner, 1964, Montessori, 1964, Piaget, 1962), αναμένεται ότι τα μικρά παιδιά αποκτούν γνωστικά οφέλη από την εξερεύνηση των μαθηματικών εννοιών με τα χειριστικά υλικά. Η εμπειρική έρευνα που εξετάζει συγκεκριμένα χειριστικά υλικά συνήθως, μέσω των αναπτυξιακών σταδίων του Piaget, επικεντρώνεται στα παιδιά με ηλικίες που σχετίζονται με τις συγκεκριμένες λειτουργίες (Fennema, 1972; Fujimura, 2001; Garcia, 2004). Επιπλέον, θεωρητικές προσεγγίσεις δείχνουν ότι τα παιδιά στη νηπιακή ηλικία (ηλικίας 7 και νεότερα) θα πρέπει να επωφελούνται από την εξερεύνηση των μαθηματικών εννοιών με χειριστικά υλικά (Montessori, 1964).

Τα παιδιά ανάμεσα στις δύο ηλικιακές ομάδες αναμένεται να αποκομίσουν μεγαλύτερα οφέλη από τα χειριστικά υλικά σε σχέση με τα μεγαλύτερα παιδιά (Fennema, 1972; Resnick & Omanson, 1987). Ο λόγος για αυτή την προσδοκία είναι ότι τα μικρότερα παιδιά υποτίθεται ότι έχουν μεγαλύτερη εξάρτηση από την φυσική αλληλεπίδραση με το περιβάλλον τους για την κατασκευή νοήματος (Bruner, 1964; Piaget & Coltman, 1974).

Μέσα από αυτές τις φυσικές αλληλεπιδράσεις με το περιβάλλον, τα μικρά παιδιά αναμένεται να αποκτήσουν επάρκεια με υψηλότερο επιπέδου αναπαραστάσεις σε μια προβλέψιμη αλληλουχία. Αυτή η αλληλουχία προβλέπει ότι η ικανότητα των παιδιών να επωφελούνται από οπτικές αναπαραστάσεις πρέπει να προηγείται των συμβολικών αναπαραστάσεων.

Εγγενής σε αυτές τις θεωρητικές προσεγγίσεις, είναι η πρόβλεψη ότι η αναπτυξιακή κατάσταση των μαθητών θα πρέπει να μετριάσει την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας μαθηματικών θεμάτων με συγκεκριμένα χειριστικά υλικά. Αναμένεται ότι οι μαθητές μεγαλύτερης ηλικίας, οι οποίοι έχουν αναπτύξει την ικανότητα να σκέφτονται αφηρημένα μπορούν να επωφεληθούν από τη διδασκαλία που αποτελείται αποκλειστικά από συμβολικές αναπαραστάσεις. Τα μικρότερα παιδιά, ωστόσο, προβλέπεται να αντιμετωπίσουν περισσότερες δυσκολίες όταν παρέχονται οδηγίες που αποτελούνται αποκλειστικά από συμβολικές αναπαραστάσεις. Ως εκ τούτου, τα υποθετικά γνωστικά οφέλη από το χειρισμό συγκεκριμένων αντικειμένων στην αναπαράσταση μαθηματικών εννοιών θα πρέπει να είναι μεγαλύτερα για τα μικρότερα παιδιά τα οποία αναπτύσσουν ακόμη την ικανότητα της αναπαράστασης σε υψηλότερο επίπεδο.

**Ενθάρρυνση της γνώσης του πραγματικού κόσμου**

Η χρήση των χειριστικών υλικών στη διδασκαλία των μαθηματικών θεωρείται μια στρατηγική που επιτρέπει τους μαθητές να αναπτύξουν την πρακτική τους γνώση. Τα συγκεκριμένα αντικείμενα που μοιάζουν με καθημερινά πράγματα βοηθούν τους μαθητές να κάνουν συνδέσεις μεταξύ των αφηρημένων μαθηματικών εννοιών και του πραγματικού κόσμου.

Ωστόσο, τα εμπειρικά αποτελέσματα των ερευνών που εξετάζουν τη σχέση μεταξύ της μάθησης των μαθητών και τον τύπο των χειριστικών αντικειμένων που χρησιμοποιήθηκαν στη διδασκαλία είναι αντιφατικά.

Η έρευνα συγκρίνει τα ρεαλιστικά χειραπτικά (π.χ. χειραπτικά που μοιάζουν με πίτσα ή χρήματα) τα οποία είναι πλούσια αντιληπτικά με τα χειραπτικά που είναι ακαθόριστα ή ήπια στη φύση τους (π.χ. χειραπτικά που αναπαριστούν γεωμετρικά σχήματα ή θεσιακή αξία).

Τα αποτελέσματα των ερευνών αυτών δείχνουν ότι τα πλούσια αντιληπτικά χειραπτικά μπορούν να εμποδίσουν τη μάθηση των επιδιωκόμενων μαθηματικών εννοιών και τη συμπεριφορά στην επίλυση προβλήματος. Αυτό συμβαίνει επειδή τα πλούσια αντιληπτικά υλικά επικεντρώνουν και γενικεύουν τη μάθηση σε κάποιο πλαίσιο που είναι ακατάλληλο για τον επιδιωκόμενο στόχο. Τα παιδιά δεν αναγνωρίζουν ότι τα συγκεκριμένα αντικείμενα μπορεί αν είναι αντιπροσωπευτικά των αφηρημένων μαθηματικών εννοιών.

**Επιδράσεις αναπαράστασης (θεσμοθέτησης)**

Οι εκπαιδευτικές στρατηγικές που χρησιμοποιούν χειραπτικά μπορεί να είναι αποτελεσματικές εξαιτίας της φυσικής αναπαράστασης. Με άλλα λόγια, η κωδικοποίηση και η επακόλουθη ανάκτηση μιας πληροφορίας στόχου μπορεί να συμβεί μέσω της μη λεκτικής κωδικοποίησης ή ενός κινητικού καναλιού.

Υπάρχει μια βιβλιογραφία που εξετάζει αυτό που είναι γνωστό ως αυτό-εκτελούμενες εργασίες (self-performed tasks, SPTs). Οι SPD είναι οι εργασίες που εκτελούν σωματικά οι συμμετέχοντες κατά τη διάρκεια μιας μαθησιακής δραστηριότητας.

Η θεωρία της διπλής κωδικοποίησης προσφέρει μια εξήγηση για τα οφέλη της μνήμης από τις SPTs. Σύμφωνα με αυτή τη θεωρία, οι λεκτικές και μη λεκτικές αναπαραστάσεις αποθηκεύονται σε ξεχωριστούς αλλά συνδεόμενους χώρους στην μακροπρόθεσμη μνήμη. Κατά συνέπεια, η ενεργοποίηση της μίας μορφής αναπαράστασης οδηγεί στην ενεργοποίηση και της άλλης, με αποτέλεσμα τη βελτίωση στην ανάκτηση της στοχευμένης πληροφορίας.

Στην εκπαίδευση, ένα παιδί που μελετά τα αριθμητικά γεγονότα χειραπτικά υλικά χρησιμοποιώντας για να αντιπροσωπεύει τις ποσότητες μαθαίνει στοχευμένη έννοια και με τις δύο μορφές αναπαράστασης παρούσες. Αργότερα, όταν ζητηθεί από το παιδί να θυμηθεί την στοχευμένη πληροφορία, αυτό θα έχει πρόσβαση σε ένα λεκτικό κωδικό που αποτελείται από το στοχευμένο αριθμητικό γεγονός και ένα μη λεκτικό κωδικό αποτελούμενο από τις αλληλεπιδράσεις με το χειραπτικό υλικό. Η επιτυχής ανάκτηση μιας μορφής αναπαράστασης αναμένεται να ενεργοποιήσει και την άλλη, που με τη σειρά της θα πρέπει να οδηγήσει σε μεγαλύτερη απόδοση στα μαθησιακά αποτελέσματα.

Αρκετοί συγγραφείς έχουν επισημάνει ένα πιθανό πρόβλημα με την σωματική αναπαράσταση (Martin, 2009; Sarama & Clements, 2009). Μόνο η απλή δράση με τα χειραπτικά υλικά φαίνεται να μην είναι αρκετή για την ανάπτυξη της μάθησης.

Χωρίς ρητή διδασκαλία τα παιδιά τα παιδιά δεν μπορούν να χειρίζονται τα αντικείμενα με τέτοιο τρόπο ώστε να αναπαριστούν κατάλληλα τις μαθηματικές έννοιες που διδάσκονται. Με άλλα λόγια η διδακτική καθοδήγηση αναμένεται να επηρεάσει την αποτελεσματικότητα των χειραπτικών υλικών και τη διαδικασία της συμμετοχής στις αυτό-εκτελούμενες εργασίες SPTs.

**Εξερεύνηση από τον καθοδηγούμενο μαθητή**

Πολλοί υποστήριξαν ότι όταν δίνεις στους μαθητές ευκαιρίες να ανακαλύψουν μαθηματικές έννοιες μέσω αδόμητων εξερευνήσεων του καθοδηγούμενου μαθητή αυτές καταλήγουν σε ισχυρά μαθησιακά αποτελέσματα (Bruner, 1961; Piaget & Coltman, 1974). Αυτοί οι θεωρητικοί υποστηρίζουν ότι οι μαθητευόμενοι κατασκευάζουν γνώση με νόημα όταν τους δίνονται ευκαιρίες να ανακαλύψουν τις έννοιες (Lefrancois, 1997).

Εμπειρικές έρευνες φέρνουν στοιχεία που αντικρούουν αυτή την ιδέα, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι όταν παρέχουμε στους εκπαιδευόμενους διδακτική καθοδήγηση αντί να εργάζονται μέσα σε ένα καθαρά αδόμητο πλαίσιο καταλήγουν σε επίδοση υψηλότερου επιπέδου (Mayer, 2004).

Η παρεχόμενη εκπαιδευτική καθοδήγηση στους εκπαιδευόμενους ως το ποσό της διδακτικής υποστήριξης που παρέχεται κατά τη διάρκεια της μάθησης προσδιορίζεται πάνω σε ένα συνεχές ελεγχόμενης μάθησης μεταξύ του εκπαιδευτικού και του μαθητή (Kirschner, Sweller, & Clark, 2006; Mayer, 2004).

Στη μια άκρη αυτού του συνεχούς βρίσκονται οι στρατηγικές του ελεγχόμενου μαθητή που επιτρέπουν τον εκπαιδευόμενο να χρησιμοποιεί τα χειριστικά υλικά σε ένα αδόμητο ή λίγο δομημένο περιβάλλον (π.χ. περιβάλλον με χαμηλή καθοδήγηση ή ανακάλυψη της μάθησης. Στους μαθητές σε χαμηλής καθοδήγησης σενάρια, που συχνά χαρακτηρίζονται ως σενάρια μαθηματικής ανακάλυψης, δίνονται χειριστικά υλικά με λίγες ή καθόλου οδηγίες στο πώς θα χειριστούν τα αντικείμενα για να αναπαραστήσουν τις μαθηματικές έννοιες που μελετούνται (Hinzman, 1997; Kuhfittig, 1974; LeBlanc, 1968).

Στην άλλη άκρη του συνεχούς βρίσκονται οι ελεγχόμενες από τον εκπαιδευτικό στρατηγικές στις οποίες οι μαθητές αλληλεπιδρούν με τα υλικά όταν διδάσκονται (δηλαδή άμεση διδασκαλία).

Μια πρόσφατη σύνθεση της βιβλιογραφίας της καθοδηγούμενης διδασκαλίας δείχνει ότι αυτή καταλήγει σε μεγαλύτερη απόδοση στα μαθησιακά αποτελέσματα σε σχέση με την καθαρή ανακάλυψη (Alfieri, Brooks, Aldrich, & Tenenbaum, 2011).

Ωστόσο, ο Martin (2009) προειδοποίησε ότι η πολύ διδακτική καθοδήγηση στα χειραριστικά υλικά μπορεί να εμποδίσει τη μάθηση περιορίζοντας τους μαθητές σε ερμηνείες που δεν μεταφέρονται σε νέες συνθήκες. Αν είναι έτσι, αναμένεται ότι η παροχή υψηλής διδακτικής καθοδήγησης στα χειριστικά υλικά θα καταλήξει σε χαμηλότερες επιδόσεις σχετικά με τη μεταφορά της γνώσης.