

Γνωστική ετοιμότητα και εκπαιδευτική παρέμβαση: ένα μοντέλο επιτυχούς εκμάθησης των μαγνητών

Α. Ραφτόπουλος*, Κ. Π. Κωνσταντίνου*, Δ. Κολιόπουλος,
Γ. Σπανούδης***

***Πανεπιστήμιο Κύπρου, **Πανεπιστήμιο Πατρών**

Έρευνες σχετικά με τις αναπαραστάσεις του φυσικού κόσμου σε παιδιά μικρότερα των 6 ετών δείχνουν το πλούσιο εννοιολογικό υπόβαθρο που διαθέτουν για να κατανοούν τον κόσμο και τους γνωστικούς, αντιληπτικούς και κινητικούς περιορισμούς που προσδιορίζουν τον τρόπο με τον οποίο μπορούν να τον αντιληφθούν και ερμηνεύσουν. Ανάμεσα στους περιορισμούς περιλαμβάνονται η αδυναμία συνδυασμού πληροφοριών από δύο διαφορετικές πηγές και η έμφυτη τάση αντίληψης των φαινομένων ως εκδηλώσεων ουσιαστικών ιδιοτήτων των σωμάτων, μία τάση που συνεπάγεται την αδυναμία κατανόησης ιδιοτήτων που ανάγονται σε σχέσεις μεταξύ σωμάτων.

Οι προσπάθειες επιτυχούς διδασκαλίας ορισμένων εννοιών που ξεπερνά αυτές τις δυσκολίες επικεντρώνονται στην ενεργό συμμετοχή των παιδιών σε μία απλουστευμένη μορφή του πραγματικού πλαισίου ανακάλυψης των εννοιών. Το παιδί καλείται ουσιαστικά να οικοδομήσει τις σχετικές έννοιες.

Στην εργασία αυτήν περιγράφεται μία έρευνα που διεξήχθη από την Ερευνητική Ομάδα Μάθησης στις Φυσικές Επιστήμες με 45 παιδιά 4-5 ετών που στόχευε στη διερεύνηση της δυνατότητας των υποκειμένων να κατανοήσουν την έννοια “μαγνήτης”, ως αποτέλεσμα διδακτικής παρέμβασης που δημιούργησε ένα μικροπλάσιο ανακάλυψης των φαινομένων που οδηγούν στην έννοια.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση η πλειοψηφία των παιδιών μπορεί να οικοδομήσει και χρησιμοποιήσει ένα λειτουργικό ορισμό για τον μαγνήτη, ο οποίος στηρίζεται στην αντίληψη του μαγνητισμού ως ουσιαστικής ιδιότητας ενός σώματος. Αντίθετα λίγα μόνο παιδιά μπόρεσαν να κάνουν το ίδιο σε σχέση με ένα δεύτερο ορισμό που στηριζόταν στη σχέση της αλληλεπίδρασης δύο σωμάτων (συσχετιστική ιδιότητα).

Το θεωρητικό πλαίσιο

Τα ευρήματα της γνωστικής επιστήμης σχετικά με τον τρόπο με τον οποίον τα παιδιά αναπαριστούν το περιβάλλον σε συνάρτηση με την πολυπλοκότητά του και τους γνωστικούς περιορισμούς τους, παρέχουν το υπόβαθρο μέσα από το οποίο αναφέρεται η αναγκαιότητα της έρευνας. Οι Halford and McDonald (1977) έδειξαν με πειράματα, στα οποία παιδιά 3-5 ετών έπρεπε να αναπαράγουν πρότυπα διαφόρων επιπέδων πολυπλοκότητας, ότι μόνον πεντάχρονα παιδιά μπορούν να συντονίσουν πληροφορίες από δύο ανεξάρτητες πηγές (λογικός πολλαπλασιασμός). Παιδιά 3-4 ετών μπορούν να χρησιμοποιήσουν πληροφορίες από μία μόνο πηγή. Το ίδιο υποστηρίζει και ο Fisher (1980), αφού σύμφωνα με τη θεωρία του τα παιδιά μεταξύ 4 και 5 ετών, αποκτούν την ικανότητα συσχετισμού δύο συνόλων. Ο Case (1997), αντίθετα, ισχυρίζεται ότι τα παιδιά αποκτούν την ικανότητα του λογικού πολλαπλασιασμού (μπορούν να

τοποθετήσουν ένα αντικείμενο σε ένα πλαίσιο χρησιμοποιώντας τις συντεταγμένες του σε σχέση με τους δύο Καρτεσιανούς άξονες) κατά το δέκατο έτος της ηλικίας τους. Τα εξάχρονα παιδιά δεν έχουν αποκτήσει ακόμη αυτήν την ικανότητα και συνεπώς αναπαριστούν τη θέση αντικειμένων στο χώρο, π.χ., σε σχέση με έναν άξονα αναφοράς μόνον.

Σε ό,τι αφορά στην κατανόηση του πότε ένα αντικείμενο είναι ένας μαγνήτης, τα πιο πάνω σημαίνουν ότι παιδιά μικρότερα των 5 ετών δεν μπορούν να οικοδομήσουν λειτουργικούς ορισμούς που απαιτούν από το παιδί να συνδυάσει πληροφορίες από δύο ανεξάρτητες πηγές, κάτι που μπορούν να κάνουν τα πεντάχρονα παιδιά.

Οι Carey (1986), Nersessian (1992), Chi (1992) ισχυρίζονται ότι ο τρόπος με τον οποίον τα παιδιά αντιλαμβάνονται τον κόσμο που τα περιβάλλει χαρακτηρίζεται από ορισμένες διαισθητικές αντιλήψεις ή “πρωτοθεωρίες”, αν και αμφισβητείται το κατά πόσον αυτές συνιστούν θεωρίες. Επιχειρηματολογούν δε υπέρ της θέσης ότι η φυλογενετική ανάπτυξη του ανθρώπου είναι σε κάποιο βαθμό παράλληλη με την οντογενετική ανάπτυξη του παιδιού και έτσι τα στάδια γνωστικής ανάπτυξης του παιδιού αντανakλούν τα στάδια ανάπτυξης της επιστήμης.

Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά τόσο της σκέψης των παιδιών όσο και των προώμων επιστημών είναι η τάση αντίληψης των διαφόρων φαινομένων ως ουσιωδών ιδιοτήτων των σωμάτων, ως ιδιοτήτων δηλαδή που προσιδιάζουν σε αυτά, ανεξάρτητα από άλλα σώματα. Στη σύγχρονη επιστήμη, όμως, ένας σημαντικός αριθμός ιδιοτήτων δεν είναι ουσιώδεις αλλά συσχετιστικές, ανάγονται δηλαδή σε σχέσεις μεταξύ σωμάτων (διάκριση μεταξύ ιδιοτήτων της ύλης ως οντοτήτων και ιδιοτήτων της ύλης ως γεγονότων). Έτσι, οι διαισθητικές αντιλήψεις των παιδιών για τη δύναμη, π.χ., είναι παρόμοιες με αυτές των Σχολαστικών, στο βαθμό που η δύναμη νοείται ως μία ουσιώδης ιδιότητα, η ενόθηση των σωμάτων, που είναι αποθηκευμένη σε αυτά. Η επανάσταση της Νευτώνειας Φυσικής οφείλεται στο ότι ακριβώς μετέτρεψε την έννοια της δύναμης από ουσιώδη σε συσχετιστική έννοια. Το ίδιο συνέβη και με τη βαρύτητα, η οποία μετασχηματίστηκε από την ουσιώδη ιδιότητα του βάρους σε μία σχέση μεταξύ σωμάτων.

Το φαινόμενο συνάδει με το ότι ο συνδυασμός δύο ανεξαρτήτων πηγών πληροφορίας είναι γνωστικά απαιτητικότερος από τη χρήση πληροφοριών από μία πηγή, με την έννοια ότι μία ιδιότητα που προσιδιάζει σε ένα σώμα ορίζεται σε σχέση με το σώμα αυτό μόνον (μία πηγή πληροφορίας), ενώ η κατανόηση συσχετιστικών ιδιοτήτων απαιτεί την ταυτόχρονη χρήση δύο ή περισσότερων ανεξαρτήτων πληροφοριακών πηγών (στο βαθμό που η ιδιότητα συνίσταται σε μία σχέση).

Αυτό δεν σημαίνει ότι τα πεντάχρονα παιδιά μπορούν από μόνα τους να κατανοήσουν τα συσχετιστικά φαινόμενα. Το ότι, δηλαδή, έχουν την ικανότητα του λογικού πολλαπλασιασμού, δε σημαίνει ότι αυτόματα μπορούν να την εφαρμόσουν στις εμπειρίες τους. Απλά τα παιδιά αυτά είναι γνωστικά έτοιμα να επωφεληθούν από την κατάλληλη διδασκαλία και να αναπτύξουν την ικανότητα εφαρμογής του λογικού πολλαπλασιασμού σε διάφορα πεδία. Σε μικρότερα παιδιά καμία διδασκαλία δεν μπορεί να είναι επιτυχής (Siegler, 1976; Shultz et. al., 1995). Τα προβλήματα που θεωρούνται τα καταλληλότερα για να διευκολύνουν την απόκτηση κάποιας δεξιότητας από παιδιά που είναι γνωστικά έτοιμα είναι τα προβλήματα πρόκλησης, κύριο χαρακτηριστικό των οποίων είναι ότι, αφ’ ενός ενθαρρύνουν το παιδί να

χρησιμοποιήσει καινούργιες στρατηγικές και αφ' ετέρου η δυσκολία τους έγκειται στο ότι η επιτυχής αντιμετώπισή τους εστιάζεται γύρω από τα σημεία εκείνα που το παιδί πρέπει να υπερβεί για να αποκτήσει την καινούργια δεξιότητα.

Όλα αυτά μας οδηγούν σε συγκεκριμένες προβλέψεις σχετικά με την κατανόηση της έννοιας του μαγνήτη από παιδιά 4-5 ετών. Δεδομένων των λειτουργικών ορισμών τους οποίους ωθούνται να κατασκευάσουν, αναμένουμε ότι μετά από τη διδακτική παρέμβαση τα περισσότερα τετράχρονα παιδιά θα μπορέσουν να κατανοήσουν μόνον τον πρώτο ορισμό (ο μαγνητισμός ως ουσιώδης ιδιότητα), αφού δεν έχουν ακόμη την ικανότητα του λογικού πολλαπλασιασμού και δεν μπορούν να επωφεληθούν από τη διδασκαλία έτσι ώστε να οικοδομήσουν το δεύτερο συσχετιστικό ορισμό. Αντίθετα, τα περισσότερα πεντάχρονα (έχοντας αυτήν τη δεξιότητα) θα επωφεληθούν από τη διδασκαλία και θα τον οικοδομήσουν.

Η έρευνα

Η έρευνα στηρίχθηκε σε έξι μαθήματα στα κάτωθι αντικείμενα: Εξερευνώντας τους μαγνήτες—Μέταλλα και μη-μέταλλα—Έλκονται όλα τα μέταλλα από τους μαγνήτες;—Πώς γνωρίζουμε εάν ένα αντικείμενο είναι μαγνήτης;—Μαγνήτες μαζί με άλλους μαγνήτες—Υπάρχει κάποιος τρόπος να πούμε εάν κάτι είναι μαγνήτης;

Στόχος της έρευνας ήταν η διερεύνηση της ικανότητας των μαθητών να κατασκευάσουν και να εφαρμόσουν με συνέπεια κάποιο λειτουργικό ορισμό του μαγνήτη. Τα υποκείμενα καθοδηγήθηκαν να διατυπώσουν τους κάτωθι λειτουργικούς ορισμούς: I. Βρείτε δύο αντικείμενα που δεν έλκουν το ένα το άλλο. Το αντικείμενο που έχετε έλκει και τα δύο; Εάν ναι, τότε είναι μαγνήτης. Εάν όχι, τότε δεν μπορούμε να είμαστε βέβαιοι. (Αυτός ο λειτουργικός ορισμός υπήρξε ο κύριος αντικειμενικός στόχος κατά τη διάρκεια του τέταρτου μαθήματος.) II. Βρείτε δύο αντικείμενα που όταν τα φέρουμε κοντά με έναν ορισμένο προσανατολισμό έλκουν το ένα το άλλο και όταν τα φέρουμε κοντά με έναν άλλο προσανατολισμό τότε απωθούν το ένα το άλλο. Και τα δύο αυτά αντικείμενα είναι μαγνήτες (πέμπτο μάθημα).

Οι δύο λειτουργικοί ορισμοί αγνοούν φαινόμενα ηλεκτροστατικής και άλλες δυνάμεις πεδίου με το σκεπτικό ότι δεν εμπίπτουν στις εμπειρίες των παιδιών. Στο πρώτο μάθημα τα παιδιά εξερεύνησαν ελεύθερα την αλληλεπίδραση μεταξύ ενός μαγνήτη και σιδηρομαγνητικών ή μη αντικειμένων και ακολούθως μεταξύ διαφόρων μαγνητών. Καθοδηγήθηκαν να ταξινομήσουν μια μικρότερη ομάδα αντικειμένων με κριτήριο την αλληλεπίδρασή τους με ένα μαγνήτη. Στο δεύτερο μάθημα τα παιδιά επικεντρώθηκαν στο υλικό κατασκευής των αντικειμένων, εξοικειώθηκαν με διάφορα υλικά ώστε να μπορούν να αναγνωρίζουν μεταλλικά και μη αντικείμενα και έκαναν μια ομαδική γραφική παράσταση που αντιπροσώπευε την ταξινόμηση διαφόρων αντικειμένων με βάση το υλικό.

Στο τρίτο μάθημα τέθηκε ένα πρόβλημα και τα παιδιά έθεσαν το ερώτημα, “Ένας μαγνήτης έλκει όλα τα μέταλλα;” Προτού ολοκληρωθεί η αρχική συζήτηση σχεδίασαν ένα έγκυρο πείραμα και ακολούθως εργάστηκαν σε ομάδες για να απαντήσουν στο ερώτημα πειραματικά. Όλες οι ομάδες βρήκαν μεταλλικά αντικείμενα που δεν έλκονται από το μαγνήτη και εξήγησαν πώς το πείραμά τους απαντά στο ερώτημα που είχε τεθεί. Το τέταρτο μάθημα επικεντρώθηκε στη διδασκαλία του πρώτου ορισμού. Μετά από μια σύντομη ιστορία στο κουκλοθέατρο τα παιδιά

κλήθηκαν να βοηθήσουν τη γιαγιά-κούκλα να βρει μαγνήτη για να μαζέψει τις καρφίτσες της. Τα παιδιά έδιναν οδηγίες στην κούκλα και αυτή τις παρερμήνευε με κάθε ευκαιρία. Γίνονταν αποδεκτές μόνο σαφείς οδηγίες.

Στο πέμπτο μάθημα έγινε επαναφορά της αλληλεπίδρασης μεταξύ μαγνητών. Τα παιδιά έκαναν ομαδικές παρατηρήσεις και ακολούθως εξήγησαν ποιες διαφορές εντόπισαν μεταξύ αυτών των αντικειμένων (μόνο μαγνήτες) και των αντικειμένων που ταξινομήσαν στο πρώτο μάθημα (μαγνήτες, σιδηρομαγνητικά αντικείμενα και μη σιδηρομαγνητικά). Όπου δεν συνέβηκε αυθόρμητα, τα παιδιά καθοδηγήθηκαν να διακρίνουν την απώθηση από την έλξη. Στο έκτο μάθημα, τα παιδιά συζήτησαν με τη νηπιαγωγό το δεύτερο λειτουργικό ορισμό δίνοντας οδηγίες για να αναγνωρίσει κανείς δύο μαγνήτες ταυτόχρονα.

Μεθοδολογία

Η έρευνα διεξήχθη από τις 17/2-30/5 του 1997 από δύο νηπιαγωγούς σε δύο τάξεις με παιδιά 4-5 ετών. Οι δύο τάξεις αποτελούνταν από 27 και 30 παιδιά. Από αυτά μόνο 23 και 22 ήταν παρόντα σε όλα τα μαθήματα και υπολογίστηκαν στην ανάλυση των δεδομένων. Την 1η/4 1997, οι ηλικίες των 45 παιδιών κυμαίνονταν από 3 έτη και 11 μήνες μέχρι και 5 έτη και 1 μήνα. Ο μέσος όρος ηλικίας ήταν 4.52 έτη και η τυπική απόκλιση 0.34 έτη, περίπου και για τις δύο τάξεις. Τα στοιχεία συλλέχθηκαν δια μέσου ατομικών και ομαδικών συνεντεύξεων, καθώς και από συστηματικές παρατηρήσεις τόσο κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης όσο και των συζητήσεων τις δύο εβδομάδες που ακολούθησαν την παρέμβαση.

Τα παιδιά αξιολογήθηκαν προπειραματικά. Χωρίστηκαν σε δυάδες και τους δόθηκε ένα κουτί με αντικείμενα, συμπεριλαμβανομένων μαγνητών, και τους ζητήθηκε να τα κατατάξουν με βάση τις αλληλεπιδράσεις τους. Μόνο 4 και 6 παιδιά από κάθε τάξη παρατήρησαν ότι υπήρχαν μαγνήτες και χρησιμοποίησαν αυτήν την παρατήρησή στη ζητούμενη ταξινόμηση. Τα περισσότερα παρατήρησαν τους μαγνήτες αλλά τους αγνόησαν όταν κατηγοριοποίησαν τα αντικείμενα. 6 παιδιά από κάθε τάξη δεν παρατήρησαν την ύπαρξη μαγνητών. Οι ταξινομήσεις στηρίχθηκαν κυρίως στις ιδιότητες του χρώματος, υλικού, ή σχήματος.

Τα υποκείμενα εξετάστηκαν μετά τη διεξαγωγή των μαθημάτων, είτε σε ομάδες των δύο παιδιών είτε ατομικά, με ημιδομημένες συνεντεύξεις. Ο ερευνητής έδενε τα μάτια του και ζητούσε να του δοθούν οδηγίες έτσι ώστε να επιλέξει ένα μαγνήτη μέσα από το δοχείο αντικειμένων που είχε χρησιμοποιηθεί και στο προπειραματικό στάδιο. Όταν τα παιδιά κατέληγαν (είτε αυθόρμητα είτε μέσω καθοδήγησης) στον πρώτο λειτουργικό ορισμούς που είχαν διδαχθεί ενθαρρύνονταν να σκεφτούν μια εναλλακτική σειρά οδηγιών με στόχο να εξετασθεί η κατανόησή του δεύτερου λειτουργικού ορισμού. Από τα 45 παιδιά τα 38 ανακάλεσαν με επιτυχία τον πρώτο λειτουργικό ορισμό και εξήγησαν το σκεπτικό τους. Μόνο 22 παιδιά ανακάλεσαν με επιτυχία το δεύτερο λειτουργικό ορισμό με την κατάλληλη επεξήγηση. Δεν υπήρχαν παιδιά που ανακάλεσαν το δεύτερο αλλά όχι τον πρώτο λειτουργικό ορισμό.

Αποτελέσματα

Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν έδειξαν ότι μετά τη διδασκαλία τα παιδιά δυσκολεύονταν πολύ περισσότερο με το δεύτερο ορισμό. Βρήκαμε ότι 38 από τα 45 παιδιά (ποσοστό 84%) μπορούσαν να εφαρμόσουν συστηματικά και με συνέπεια τον

πρώτο λειτουργικό ορισμό και να περιγράψουν το σκεπτικό τους. Αντίθετα, μόνον 21 παιδιά (το 49%) μπορούσαν να κάνουν το ίδιο με το δεύτερο ορισμό.

Πίνακας 1
Συνολική Ομάδα Παιδιών

Πρώτος Λειτουργικός Ορισμός	Δεύτερος Λειτουργικός Ορισμός	
	<i>Επιτυχία</i>	<i>Αποτυχία</i>
<i>Επιτυχία</i>	22 (49%)	16 (36%)
<i>Αποτυχία</i>	0 (0%)	7 (16%)

Στον Πίνακα 1 φαίνονται οι αριθμοί των παιδιών που αξιολογήθηκαν, με τους διάφορους πιθανούς συνδυασμούς επιτυχίας και αποτυχίας ως προς τον πρώτο και το δεύτερο λειτουργικό ορισμό κατά την μεταπειραματική φάση. Μόνο 16% των παιδιών απέτυχαν να εφαρμόσουν και τους δύο λειτουργικούς ορισμούς σε μια νέα κατάσταση. Ποσοστό 36% των παιδιών μπόρεσαν να ανακαλέσουν και τους δύο λειτουργικούς ορισμούς με επιτυχία και να εξηγήσουν πειστικά το σκεπτικό τους.

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 1, κανένα παιδί δεν μπόρεσε να ανακαλέσει με επιτυχία το δεύτερο λειτουργικό ορισμό αν δεν είχε πρώτα ανακαλέσει επιτυχώς τον πρώτο. Αυτό το αποτέλεσμα υποδεικνύει ότι τα δύο έργα είναι αλληλοεξαρτώμενα και ειδικότερα ότι το δεύτερο απαντάται επιτυχώς μόνο εφόσον έχει κατακτηθεί το πρώτο. Ο συντελεστής ϕ για τα δύο έργα υπολογίστηκε στο $\phi=0.42$ σε επίπεδο σημαντικότητας <0.005 . Η μέτρια εξάρτηση μεταξύ των δύο έργων, όπως φαίνεται από την τιμή του συντελεστή ϕ , καθώς και το προηγούμενο αποτέλεσμα συνάδουν με την υπόθεση ότι τα δύο έργα σχετίζονται αφενός με την ίδια ικανότητα αλλά αντιστοιχούν σε διαφορετικά επίπεδα δυσκολίας.

Τα ποσοστά επιτυχίας (84% για τον πρώτο λειτουργικό ορισμό και 49% για τον δεύτερο) αποτελούν σαφή ένδειξη της αποτελεσματικότητας της διδακτικής παρέμβασης. Τα ποσοστά επιτυχίας για την κάθε τάξη ξεχωριστά (87% και 48% για τη μια τάξη και 82% και 50% για την άλλη, αντίστοιχα) υποδεικνύουν ότι δεν προκύπτουν μεγάλες διακυμάνσεις λόγω της αλλαγής της εκπαιδευτικού. Συνεπώς, στο εξής θα χειριστούμε ολόκληρο το δείγμα των 45 παιδιών ως ενιαίο.

Για να εξετάσουμε τη συσχέτιση της οικοδόμησης κάποιου από τους λειτουργικούς ορισμούς με την ηλικία χωρίσαμε τα υποκείμενα για σκοπούς ανάλυσης σε δύο ηλικιακές ομάδες, μέχρι 4.5 ετών (19 παιδιά) και πάνω από 4.5 ετών (26 παιδιά). Οι μέσοι όροι ηλικίας και οι τυπικές αποκλίσεις για τις δύο ομάδες ήταν 4.18 ± 0.16 και 4.77 ± 0.18 , αντίστοιχα.

Πίνακας 2
Ομάδα Α: Μικρά παιδιά

Πρώτος Λειτουργικός Ορισμός	Δεύτερος Λειτουργικός Ορισμός	
	<i>Επιτυχία</i>	<i>Αποτυχία</i>
<i>Επιτυχία</i>	0 (0%)	12 (63%)
<i>Αποτυχία</i>	0 (0%)	7 (37%)

Πίνακας 3
Ομάδα Β: Μεγάλα παιδιά

Πρώτος Λειτουργικός Ορισμός	Δεύτερος Λειτουργικός Ορισμός	
	<i>Επιτυχία</i>	<i>Αποτυχία</i>
<i>Επιτυχία</i>	22 (85%)	4 (16%)
<i>Αποτυχία</i>	0 (0%)	0 (0%)

Οι Πίνακες 2 και 3 συνοψίζουν τις επιδόσεις των μικρών και των μεγάλων παιδιών αντίστοιχα. Κανένα από τα παιδιά μέχρι την ηλικία των 4.5 δεν μπόρεσε να ανταποκριθεί με επιτυχία στο δεύτερο λειτουργικό ορισμό. Αντίθετα κανένα από τα παιδιά ηλικίας πάνω από 4.5 δεν απέτυχε στον πρώτο λειτουργικό ορισμό.

Πίνακας 4
Αποτελέσματα στατιστικής τεχνικής Mann-Whitney

	Mean Rank	Mann Whitney U	p
Πρώτος Λειτουργικός Ορισμός	18.21	56	< 0.01
<i>Επιτυχία</i>	26.50		
<i>Αποτυχία</i>			
Δεύτερος Λειτουργικός Ορισμός	12.00	38	< 0.001
<i>Επιτυχία</i>	31.04		
<i>Αποτυχία</i>			

Στον Πίνακα 4 φαίνονται τα αποτελέσματα της μη παραμετρικής στατιστικής τεχνικής Mann-Whitney. Η επίδοση των δύο ομάδων στον πρώτο λειτουργικό ορισμό είναι στατιστικά σημαντική σε επίπεδο $p < 0.01$, ενώ στο δεύτερο λειτουργικό ορισμό είναι στατιστικά σημαντική σε επίπεδο $p < 0.001$. Με βάση αυτά τα αποτελέσματα, η λύση των έργων φαίνεται να εξαρτάται από την ηλικία.

Συζήτηση-Συμπέρασμα

Η επεξεργασία των δεδομένων έδειξε ότι μετά τα μαθήματα το 63% των τετράχρονων παιδιών μπόρεσε να οικοδομήσει τον πρώτο λειτουργικό ορισμό, ενώ το υπόλοιπο 36% απέτυχε. Αυτό το ποσοστό επιτυχίας είναι πολύ κοντά στο κριτήριο του 2/3, κάτι που επιτρέπει να συμπεράνουμε ότι τα τετράχρονα παιδιά μπορούν να επωφεληθούν της εκπαιδευτικής παρέμβασης και να οικοδομήσουν την σχετική έννοια. Αυτό οφείλεται στο ότι τα παιδιά αυτά είναι γνωστικά έτοιμα να κατανοήσουν την έννοια του μαγνήτη, ως ενός αντικειμένου που έχει την ιδιότητα να έλκει άλλα αντικείμενα. Το γεγονός ότι τα παιδιά δεν κατείχαν αυτήν την έννοια πριν από την εκπαιδευτική παρέμβαση, αν και είχαν εμπειρίες με μαγνήτες, δείχνει ότι η γνωστική ετοιμότητα και η εμπειρία σε φαινόμενα ενός πεδίου δεν οδηγούν απαραίτητα στην κατανόηση εννοιών. Για να επιτευχθεί αυτό χρειάζεται κατευθυνόμενη διδασκαλία που θα λαμβάνει υπ' όψιν τις σχετικές εμπειρίες των παιδιών και το γνωστικό τους προφίλ. Το ότι κανένα παιδί σε αυτήν την ηλικιακή ομάδα δεν μπόρεσε να οικοδομήσει το δεύτερο ορισμό δείχνει ότι η εκπαίδευση και εξάσκηση σε έργα που προϋποθέτουν γνωστικές ικανότητες που δεν περιλαμβάνονται ακόμη στο γνωστικό προφίλ των παιδιών (το λογικό πολλαπλασιασμό) δεν έχει κανένα αποτέλεσμα.

Μία πιθανή εναλλακτική εξήγηση των παρατηρήσεων είναι ότι τα μικρότερα παιδιά έχουν κάποια εννοιολογική ή πρακτική δυσκολία με το φαινόμενο της απώθησης, που απαιτείται στον δεύτερο ορισμό. Η ερμηνεία αυτή όμως δεν συνάδει με την παρατήρησή ότι κατά τη διάρκεια των μαθημάτων τα παιδιά ήταν σε θέση να αντιληφθούν και να περιγράψουν τα φαινόμενα απώθησης.

Σε ό,τι αφορά στη δεύτερη ηλικιακή ομάδα, όλα τα παιδιά οικοδομούν τον πρώτο ορισμό, ενώ το 85% οικοδομεί και τον δεύτερο. Θεωρούμε ότι αυτό το ποσοστό μπορεί να εξηγηθεί με βάση το ότι τα παιδιά αυτής της ηλικίας συνδυάζουν πληροφορίες από δύο ανεξάρτητες πηγές. Έτσι με τα κατάλληλα προβλήματα πρόκλησης μπορεί να οδηγηθούν στην οικοδόμηση του συσχετιστικού ορισμού. Όπως και προηγουμένως, το γεγονός ότι κανένα από τα παιδιά της ομάδας αυτής δεν είχε κατανοήσει την έννοια του μαγνήτη, είτε ως ιδιότητα αντικειμένων είτε ως σχέση μεταξύ δύο αντικειμένων, δείχνει ότι η γνωστική ετοιμότητα και η ύπαρξη σχετικών εμπειριών δεν οδηγεί απαραίτητα από μόνη της στην κατανόηση των σχετικών με το συγκεκριμένο εμπειρικό πεδίο εννοιών.

Βιβλιογραφικές αναφορές

- Carey, S. (1985). *Conceptual Change in Childhood*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Case, R. (1997). "The Development of Conceptual Structures." In R. S. Siegler and D. Kuhn (eds.) *Handbook of Child Psychology* (Fifth Edition), Volume 2: Cognition, Perception, and Language. New York: Wiley.
- Chi, M. T. H. (1992). Conceptual Change within and across Ontological Categories. In R. Glaser (Ed.), *Cognitive Models of Science*, Minnesota University Press, 129-86.
- Fisher, K. W. (1980). A theory of cognitive development: The control and construction of hierarchies of skills. *Psychological Review*, 87, 477-531.
- Halford, G. S., and Macdonald, C. (1977). Children's pattern construction as a function of age and complexity. *Child Development*, 48, 1096-1100.

- Nersessian, N. (1992). How do scientists think? Capturing the dynamics of conceptual change in science. In R. Giere (ed.) *Cognitive Models of Science*, Minneapolis, MN: The Minnesota State University Press, 3-45.
- Shultz, T. R., Schmidt, W. C., Buckingham, D., and Mareschal, D. (1995). Modeling cognitive development with a generative connectionist algorithm. In T. J. Simon and G. S. Halford (eds.) *Developing Cognitive Competence: New Approaches to Process Modeling*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 205-262.
- Siegler, R. S. (1976). Three aspects of cognitive development. *Cognitive Psychology*, 4, 481-520.