

Η ΔΙΑΔΟΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΣΤΑ ΣΤΕΡΕΑ. ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΝΟΗΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΣΤΑΣΕΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΠΡΟΣΧΟΛΙΚΗΣ ΗΛΙΚΙΑΣ

Μ. Μαυροπούλου, Μ. Τερζούδη, Κ. Ραβάνης, Γ. Μπαγάκης, Γ. Παπαμιχαήλ

Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών, Πανεπιστήμιο Πατρών

Είναι γνωστό ότι η συστηματική εμφάνιση των Φυσικών Επιστημών στα αναλυτικά προγράμματα δεν γίνεται πριν από τις τελευταίες τάξεις της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Όμως ακόμα και στην προσχολική εκπαίδευση, τα αναλυτικά προγράμματα, αφενός προβλέπουν δραστηριότητες μύησης των παιδιών στο φυσικό κόσμο και αφετέρου, λόγω του ελαστικού χαρακτήρα τους, παρέχουν ευκαιρίες και δυνατότητες για μια πρώτη εξοικείωση με τις έννοιες και τα φαινόμενα του φυσικού κόσμου. Όμως τα εκπαιδευτικά εργαλεία για την ανάπτυξη δραστηριοτήτων από τις Φυσικές Επιστήμες τα οποία έχουν διαθέσιμα συνήθως οι παιδαγωγοί της προσχολικής ηλικίας, είναι ελάχιστα.

Στην προσπάθειά μας να μελετήσουμε τα γνωστικά εμπόδια των παιδιών που σχετίζονται με τα φυσικά φαινόμενα, με σκοπό τη διδακτική αξιοποίησή τους, οργανώσαμε μία ερευνητική προσπάθεια με αντικείμενο την κατανόηση της έννοιας της διάδοσης της θερμότητας στα στερεά υλικά.

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Οι έρευνες για την αντίληψη των βιωματικών νοητικών παραστάσεων τις οποίες συγκροτούν οι μαθητές για τα φαινόμενα και τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών, αποτέλεσαν κατ' αρχήν το κύριο ερευνητικό αντικείμενο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών (Driver et al., 1993, Clement, 1995). Όμως οι έρευνες αυτές απευθύνθηκαν κυρίως σε μαθητές πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, ενώ ελάχιστες ασχολούνται με το συλλογισμό των νηπίων. Ειδικά σε θέματα που σχετίζονται με την έννοια της θερμότητας υπάρχουν κάποιες έρευνες με υποκείμενα νήπια, οι οποίες στρέφονται κυρίως προς τα προβλήματα της κατανόησης της αλλαγής κατάστασης των υλικών (Bar, 1989. Βαΐτση και αλ., 1993).

Σε αντίθεση με τα εμπόδια τα οποία παρουσιάζουν οι μεγαλύτεροι μαθητές, τα προβλήματα που τίθενται στην προσχολική ηλικία σχετίζονται με το ότι το παιδί έχει εν γένει μεγαλύτερους περιορισμούς γνωστικής συγκρότησης (π.χ. δυσχέρειες διατύπωσης αφηρημένων ή αιτιακών συλλογισμών) και επικοινωνιακών μέσων (περιορισμένος γλωσσικός κώδικας, σχεδόν ανύπαρκτος γραπτός λόγος). Παρόλα αυτά η σύγχρονη έρευνα στα πλαίσια της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών δείχνει ότι τα παιδιά από πολύ μικρή ηλικία αναπτυσσόμενα στο φυσικό και κοινωνικό τους περιβάλλον συγκροτούν βιωματικές νοητικές παραστάσεις για το φυσικό κόσμο, τα χαρακτηριστικά των οποίων αφενός βρίσκονται σε αντίθεση με τα μοντέλα των Φυσικών Επιστημών και αφετέρου μετασχηματίζονται στα πλαίσια διδακτικών παρεμβάσεων (Weil-Barais, 1984. Ψύλλος, 1988. Giordan & Girault, 1995).

Έτσι η συστηματική μελέτη της συγκρότησης των διαισθητικών παραστάσεων στην προσχολική ηλικία μπορεί να συνεισφέρει σε δυο τουλάχιστον κατευθύνσεις. Η πρώτη σχετίζεται με μία εξελικτική μελέτη της νοητικής συγκρότησης των εννοιών της Φυσικής

μέχρι την ηλικία κατά την οποία το παιδί θα εμπλακεί στις οργανωμένες διδακτικές παρεμβάσεις. Η δεύτερη θα μπορούσε να είναι διδακτική και σχετίζεται με την αξιοποίηση αυτής της γνώσης προς την κατεύθυνση της παρέμβασης στην προσχολική εκπαίδευση.

Σχετικά με το πρόβλημα της κατανόησης του φαινομένου της διάδοσης της θερμότητας, έρευνες οι οποίες έχουν πραγματοποιηθεί με μαθητές μεγαλύτερων ηλικιών έχουν δείξει ότι η αγωγή της θερμότητας αποδίδεται σε ιδιότητες οι οποίες κακώς συσχετίζονται με τη θερμική αγωγιμότητα (ανθεκτικότητα, μαγνητική ικανότητα, λεία επιφάνεια) ή στην αντιμετώπιση της θερμότητας ως υλικού που διατρέχει τα αντικείμενα (Tiberghien, 1984. Erickson & Tiberghien, 1993). Στην έρευνά μας αυτή, επιχειρήσαμε να μελετήσουμε τις νοητικές παραστάσεις των παιδιών για το πρόβλημα της διάδοσης της θερμότητας σε μεταλλικούς ευθύγραμμους σωλήνες.

ΜΕΘΟΔΟΣ

Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 25 νήπια πέντε περίπου ετών, από Νηπιαγωγεία της Πάτρας. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε με ατομικές συνεντεύξεις στις οποίες ζητούσαμε από τα παιδιά προβλέψεις και εξηγήσεις για πειράματα με απλά υλικά. Οι συνεντεύξεις μαγνητοφωνήθηκαν και η ανάλυση των αποτελεσμάτων έγινε με βάση τα απομαγνητοφωνημένα πρωτόκολλα. Η πειραματική διαδικασία γινόταν σε δύο φάσεις :

Στην πρώτη φάση δείχναμε στο κάθε νήπιο δύο χάλκινους σωλήνες μήκους 30cm και διαμέτρου 1cm. Τα άκρα του ενός από αυτούς τους σωλήνες ήταν κλειστά, ενώ του άλλου ανοικτά. Στη συνέχεια ζητούσαμε από κάθε παιδί να προβλέψει τι θα γίνει στη μια άκρη του κάθε σωλήνα, αν θερμάνουμε την άλλη άκρη του σε ένα γκαζάκι (camping gas) το οποίο ανάβαμε μπροστά του.

Αν το παιδί προέβλεπε σωστά ότι η άλλη άκρη των σωλήνων "θα ζεσταθεί" του ζητούσαμε να μας αιτιολογήσει πώς έγινε αυτό για όποιο σωλήνα είχε κάνει σωστή πρόβλεψη. Στη συνέχεια το παιδί κρατούσε και τους δυο σωλήνες (ένα με κάθε του χέρι), το άλλο άκρο των οποίων ζεσταινόταν στο camping gas. Αφού το παιδί αισθανόταν την αύξηση της θερμοκρασίας του άλλου άκρου που κρατούσε, του ζητούσαμε να μας αιτιολογήσει τη μεταβολή αυτή.

Στη δεύτερη φάση, η πειραματική διαδικασία είχε την ίδια ροή αλλά παρουσίαζε δύο διαφορές. Η πρώτη διαφορά ήταν η χρήση δύο σωλήνων διαφορετικού μήκους (30cm και 20cm) οι οποίοι είχαν και τα δύο άκρα τους ανοικτά. Η δεύτερη διαφορά ήταν ότι στα παιδιά που προέβλεπαν τη διάδοση οι ερωτήσεις της αιτιολόγησης δεν γίνονταν για το ζήτημα της διάδοσης της θερμότητας, αλλά σε σχέση με το σε ποιόν σωλήνα θα διαδοθεί πιο γρήγορα και γιατί. Αφού τα παιδιά επιβεβαίωσαν πειραματικά ότι πρώτος ζεσταίνεται ο σωλήνας μικρότερου μήκους, θέσαμε ερωτήματα του τύπου "γιατί ζεστάθηκε πρώτα ο κοντός σωλήνας;".

Παρουσιάζουμε στη συνέχεια τα αποτελέσματα που πήραμε από την ανάλυση των συνεντεύξεων.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στην πρώτη φάση της συνέντευξης, η οποία αναφερόταν στη διάδοση της θερμότητας σε ανοικτό και κλειστό σωλήνα, η μεγάλη πλειοψηφία των παιδιών προβλέπει τη διάδοση (18 από τα 25 παιδιά στον κλειστό και 17 από τα 25 στον ανοικτό σωλήνα). Και στις

δύο περιπτώσεις κανένα παιδί δεν μπορεί να δώσει εξηγήσεις για τη διάδοση της θερμότητας (15 από τα 17 στον κλειστό και 14 από τα 18 στον ανοιχτό σωλήνα, απαντούν ότι δεν ξέρουν). Στις ελάχιστες περιπτώσεις που το αποπειρώνται, οι αιτιολογήσεις που δίνουν είναι του τύπου: "η φωτιά περνά από μέσα, από πάνω ή από κάτω από το σωλήνα" (2 από τα 17 στον κλειστό και 4 από τα 16 στον ανοιχτό).

Επίσης, μετά τη θέρμανση των σωλήνων με το γκαζάκι όταν τα παιδιά αισθάνονται τη διάδοση της θερμότητας εξακολουθούν να μη μπορούν να δώσουν εξηγήσεις. Αυτό όμως που αλλάζει στην περίπτωση αυτή, είναι ο αριθμός των παιδιών που δίνουν αιτιολογήσεις. Έτσι, 12 από τα 25 στην περίπτωση του κλειστού σωλήνα και 20 από τα 25 παιδιά στην περίπτωση του ανοιχτού σωλήνα δίνουν αιτιολογήσεις του τύπου "φωτιά πέρασε από μέσα, από πάνω ή από κάτω από το σωλήνα".

Στη δεύτερη φάση της συνέντευξης, η οποία αναφερόταν στη διάδοση της θερμότητας σε ανοιχτούς σωλήνες διαφορετικού μήκους, η μεγάλη πλειοψηφία των παιδιών προβλέπει τη διάδοση (19 από τα 25 στο μακρύ και 21 από τα 25 στον κοντό σωλήνα). Σε σχέση με την πρόβλεψη για το σε ποιόν σωλήνα η θερμότητα θα μεταδοθεί πιο γρήγορα, 6 από τα 19 παιδιά πρόβλεψαν ότι θα διαδοθεί πιο γρήγορα στον κοντό σωλήνα, 8 από τα 19 παιδιά προβλέπουν ότι θα διαδοθεί πιο γρήγορα στο μακρύ σωλήνα, 3 από τα 19 παιδιά προβλέπουν ότι θα διαδοθεί ταυτοχρόνως και τέλος 2 από τα 19 δεν μπορούν να προβλέψουν.

Οι αιτιολογήσεις που δίνουν τα παιδιά για τις προβλέψεις τους πριν το πείραμα όπως και για αυτό που αισθανθήκαν μετά το πείραμα (το ότι ζεσταίνεται πρώτα ο μικρός μήκους σωλήνας), δεν είναι εύκολο να ταξινομηθούν στο δείγμα που είχαμε. Είναι όμως του τύπου "γιατί είναι μικρό", "γιατί είναι μεγάλο" (ταυτολογίες), "γιατί είναι καμμένο", "γιατί έχει σκουριά", "γιατί είναι ξεφλουδισμένο", "γιατί το μικρό είναι από μέταλλο ενώ το μεγάλο από σίδηρο", "γιατί το μικρό είναι χρυσό και το μεγάλο σκούρο" (μαγικοφαινομενολογικού τύπου). Μονο σε δυο περιπτώσεις είχαμε αναλυτικό συλλογισμό: π.χ. "το μεγάλο δεν πρόφτασε και έφτασε πρώτα στο μικρό".

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Καταρχήν, όπως είδαμε, το πρώτο συμπέρασμα στο οποίο καταλήγουμε είναι ότι η πλειοψηφία των παιδιών αυτής της ηλικίας μπορεί να προβλέψει τη διάδοση της θερμότητας σε μεταλλικούς σωλήνες. Φαίνεται ότι οι εμπειρίες από την καθημερινή τους ζωή, εξασφαλίζουν στα παιδιά μια παράσταση της οποίας τα περιγραφικά χαρακτηριστικά είναι συμβατά με την πραγματική εξέλιξη του φαινομένου.

Ένα δεύτερο γενικό συμπέρασμα είναι ότι τα νήπια δεν κατανοούν το μηχανισμό της διάδοσης της θερμότητας στα στερεά υλικά. Βεβαίως το αποτέλεσμα αυτό είναι αναμενόμενο, αν λάβουμε υπόψη μας τα εννοιολογικά εργαλεία, όπως η σωματιδιακή συγκρότηση της ύλης και η φύση της θερμότητας, τα οποία απαιτούνται για τη νοητική συγκρότηση ενός τέτοιου μοντέλου.

Παρουσιάζει επίσης ενδιαφέρον η κωδικοποίηση των απαντήσεων των παιδιών όταν επιχειρούν να αιτιολογήσουν τη διάδοση της θερμότητας. Αν εξαιρέσουμε τις περιπτώσεις όπου τα παιδιά δεν απαντούν, στις υπόλοιπες οι απαντήσεις είτε υπακούουν σε ένα μοντέλο ασύμβατο με αυτό της Φυσικής (η θερμότητα καταλήγει στο άκρο του σωλήνα μέσω του αέρα), είτε είναι ταυτολογικού χαρακτήρα (π.χ., η θερμότητα έφτασε πρώτα στο άκρο του μεγάλου σωλήνα επειδή είναι μεγάλος), είτε σπανιότερα αναγνωρίζουν σχέσεις ανάμεσα σε παραμέτρους οι οποίες πράγματι έχουν σημασία (χρόνος διάδοσης της θερμότητας και μήκος του σωλήνα). Θα μπορούσαμε επίσης να σημειώσουμε ότι οι απόπειρες διατύπωσης

εξηγήσεων αυξάνονται μετά την εκτέλεση των πειραμάτων.

Προσθέτουμε, ότι οι παραστάσεις που έχουν τα παιδιά για τη θερμότητα, όπου πολύ συχνά αυτή ταυτίζεται με τη φωτιά ή με ρευστό, είναι πιθανώς και η αιτία για την οποία προβλέπουν ευκολότερα τη διάδοση της θερμότητας στον ανοιχτό σωλήνα παρά στον κλειστό. Επιπλέον, είναι σαφές ότι τα παιδιά δεν μπορούν να προβλέψουν τη διαφορά χρόνου που απαιτείται για τη διάδοση της θερμότητας σε σωλήνες διαφορετικού μήκους και η δυσκολία αυτή φαίνεται ότι σχετίζεται με τη αδυναμία χρησιμοποίησης ενός νοητικού σχήματος το οποίο αναγνωρίζει τη μεταβίβαση φυσικών ποσοτήτων στο χώρο (Piaget & Garcia, 1971).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- BAR, V. 1989. Children's views about water cycle. *Science Education*, 73, 4, 481-500.
- ΒΑΪΤΣΗ, Μ. ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΙΟΥ, Ε. ΜΠΑΓΑΚΗΣ, Γ. ΡΑΒΑΝΗΣ, Κ. ΠΑΠΑΜΙΧΑΗΛ, Γ. 1993. Η διδακτική αποσταθεροποίηση των αυθόρμητων παραστάσεων παιδιών προσχολικής ηλικίας για τα φαινόμενα της τήξης και της εξαέρωσης. *Παιδαγωγική Επιθεώρηση*, 19, 308-338.
- CLEMENT, P. 1995. Représentations, conceptions, connaissances. In A. Giordan, Y. Girault & P. Clément (eds), *Conceptions et connaissances*, 15-45, P. Lang, Berne.
- DRIVER, R. GUESNE, E. TIBERGHIE, A. 1993. Οι ιδέες των παιδιών στις Φυσικές Επιστήμες. Τροχαλία-Ένωση Ελλήνων Φυσικών, Αθήνα.
- ERICKSON, G. TIBERGHIE, A. 1993. Θερμότητα και θερμοκρασία. Στο, R. Driver, E. Guesne & A. Tiberghien (eds), *Οι ιδέες των παιδιών στις Φυσικές Επιστήμες*. Τροχαλία-Ένωση Ελλήνων Φυσικών, Αθήνα, 72-122.
- GIORDAN, A. GIRAULT, Y. 1995. Utilisation des conceptions en didactique des Sciences. In A. Giordan, Y. Girault & P. Clément (eds), *Conceptions et connaissances*, 47-69, P. Lang, Berne.
- PIAGET, J. GARCIA, R. 1971. *Les explications causales*. PUF, Paris.
- TIBERGHIE, A. 1984. Revue critique sur les recherches visant à élucider le sens des notions de température et chaleur chez les élèves de 10 à 16 ans. In, *Recherches en didactique de la Physique : les actes du premier atelier international*, CNRS, Paris, 55-74.
- ΨΥΛΛΟΣ, Δ. 1988. Οι επιπτώσεις των ιδεών των μαθητών στο σχεδιασμό της διδακτικής διαδικασίας. *Διεθνές workshop Διδακτικής της Φυσικής*, Ρόδος.
- WEIL-BARAIS, A. 1984. L'étude des connaissances des élèves comme préalable à l'action didactique. *Bulletin de Psychologie*, 368, 157-160.