

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### Η Νοητική Οικοδόμηση του Φαινομένου της Θερμικής Διαστολής και Συστολής των Στερεών στη Σκέψη των Παιδιών Προσχολικής Ηλικίας. Μια Εμπειρική Έρευνα

#### 2.1. Θεωρητική Προβληματική

ΟΙ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΕΣ έρευνες οι οποίες πραγματοποιούνται στα πλαίσια της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών, έχουν ως βασικό στόχο την ανίχνευση των δυσκολιών της σκέψης των μαθητών, όπως επίσης και τη διδακτική αντιμετώπισή τους. Οι έρευνες αυτές εκτείνονται σε όλο το φάσμα των ηλικιών και των σχολικών επιπέδων, με κέντρο βάρους, βεβαίως, τις βαθμίδες εκείνες όπου οι Φυσικές Επιστήμες διδάσκονται συστηματικά. Μελετώντας τη σχετική βιβλιογραφία, παρατηρούμε ότι ενώ συναντάμε πολυάριθμες έρευνες οι οποίες αναφέρονται στη σκέψη των ενηλίκων, οι ερευνητές πολύ διστακτικά προσεγγίζουν τη σκέψη των παιδιών μικρών ηλικιών και παρά το ότι συχνά αναγνωρίζεται η σημασία της πρώιμης μύησης των παιδιών στο φυσικό κόσμο. Ενδέχεται βεβαίως η διστακτικότητα αυτή να μην οφείλεται σε επιλογή, αλλά στην προέλευση των ερευνητών από τις Φυσικές Επιστήμες και τη συνακόλουθη έλλειψη εξοικείωσης με την προσέγγιση των προβλημάτων της σκέψης των παιδιών προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας. Το πρόβλημα όμως, ούτως ή άλλως υπάρχει. Αλλά, ποια είναι

η ηλικία από την οποία μπορούμε να ξεκινήσουμε την εισαγωγή στις Φυσικές Επιστήμες; Οι απαντήσεις στο ερώτημα αυτό δεν μπορεί να είναι ούτε οριστικές ούτε κοινής αποδοχής, καθώς υπό διαφορετικές οπτικές γωνίες δίνονται αποκλίνουσες απαντήσεις. Δεν μπορούν όμως, επίσης, να είναι εμπειρικές ή να αποτελούν πεποιθήσεις χωρίς κάποιο είδους θεωρητική τεκμηρίωση.

Ας προσεγγίσουμε το πρόβλημα. Κατ' αρχήν, η φοίτηση σε ο-ποιοδήποτε εκπαιδευτικό θεσμό είναι λογικό να συνδυάζεται με τις προστάθειες ολόπλευρης ανάπτυξης των παιδιών. Μάλιστα, όσο μικρότερα είναι τα παιδιά τόσο μεγαλύτερη είναι η ανάγκη αυτή. Εάν λοιπόν η πρόταση αυτή φαίνεται ορθολογική, το πραγματικό ερώτημα στο οποίο οδηγεί είναι το κατά πόσον τα παιδιά σε μία ορισμένη ηλικία είναι σε θέση να ανταποκριθούν σε κάποιο ειδικό διδακτικό αντικείμενο. Στο ερώτημα αυτό όμως δεν μπορούμε να ανταποκριθούμε με τις γενικές εκπαιδευτικές μας αντιλήψεις, αλλά, στα πλαίσια της Διδακτικής κάθε αντικείμενου, οφείλουμε να βασιστούμε στις σχετικές ερευνητικές προστάθειες, τα αποτελέσμα-τα των οποίων προσεγγίζουν τα όρια των διδακτικών μας παρεμβάσεων. Στην προοπτική αυτή, ένα μικρό μέρος της έρευνας στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών αφιερώνεται στη μελέτη της κατανόησης από τα μικρά παιδιά ιδιοτήτων και φαινομένων του φυσικού κόσμου και εννοιών των Φυσικών Επιστημών (Inagaki, 1992· Weil-Barais, 1994· Sharp, 1995· Ravanis, 1996· Coquide-Cantor & Giordan, 1997). Τα αποτελέσματα των ερευνών αυτών δείχνουν ότι τα παιδιά του Νηπιαγωγείου όχι μόνο είναι σε θέση από γνωστική άποψη να προσεγγίσουν μία πολύ μεγάλη σειρά σχετικών θεμάτων, αλλά επίσης πως δείχνουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον κατά την ανάπτυξη των σχετικών δραστηριοτήτων, αφού φαίνεται ότι οι γνωστικές ανάγκες τους στα συγκεκριμένα πεδία γνώσης είναι εξαιρετικά μεγάλες. Καθώς μάλιστα, αποδίδεται όλο και μεγαλύτερη σημασία στη γνωστική ανάπτυξη κατά την πρώιμη ηλικία και αναγνωρίζεται η ανάγκη διεπιστημονικής προσέγγισης της, αλλά επίσης δεδομένου ότι διεθνώς στα αναλυτικά προγράμματα των θεσμών προσχολικής εκπαίδευσης ένα μικρό ή μεγάλο μέρος των

δραστηριοτήτων σχετίζεται με τις Φυσικές Επιστήμες, ο αριθμός των σχετικών εργασιών αυξάνεται.

Μία σειρά από έρευνες οι οποίες έχουν πραγματοποιηθεί με παιδιά προσχολικής ηλικίας αφορά σε φαινόμενα τα οποία στη Φυσική αντιμετωπίζονται στα πλαίσια των προβλημάτων της θερμο-τήτας και της θερμοκρασίας (Bar, 1989· Russell et al., 1989· Russell & Watt, 1990· Βαϊτση κ.ά., 1993· Χατζηγκιχίτα κ.ά., 1996). Πρόκει-ται κυρίως για εργασίες στις οποίες μελετώνται οι αλλαγές φάσης υλικών της καθημερινής ζωής και στις οποίες φαίνεται ότι τα παι-διά μπορούν να κατανοήσουν τη θερμοότητα ως αίτιο πρόκλησης μετασχηματισμών της ύλης. Το εύρημα αυτό μας οδήγησε στην ιδέα της μελέτης του πώς κατανοούν τα νήπια το φαινόμενο της θερμο-κής διαστολής και συστολής, ως αποτέλεσμα εμφανούς θέρμανσης και ψύξης μεταλλικών αντικειμένων. Η ερευνητική εργασία την οποία παρουσιάζουμε εδώ, από τη μία πλευρά επιτρέπει την ανί-χνευση των συλλογισμών με βάση τους οποίους τα παιδιά προ-σεγγίζουν το συγκεκριμένο μετασχηματισμό των υλικών, ενώ από την άλλη μπορεί να οδηγήσει στην ανάπτυξη μιας σχετικά προσα-νατολισμένης διδακτικής δραστηριότητας για το Νηπιαγωγείο. Η προβληματική, οι υποθέσεις και ο σχεδιασμός της έρευνας αυτής εντάσσονται στα ευρύτερα πλαίσια των ψυχολογικών και επιστη-μολογικών θεσμών, οι οποίες αντιμετωπίζουν τις μαθησιακές δια-δικασίες ως προϊόντα γνωστικών μετασχηματισμών οφειλόμενων στις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις (Petrel-Clermont, 1986· Doise & Mugny, 1987· Παπαμιχαήλ, 1988· Gilly, 1990· Winnykamen, 1998· Dumas-Carré & Weil-Barais, 1998). Υποθέσαμε λοιπόν, ότι στα πλαίσια μιας ειδικά σχεδιασμένης δραστηριότητας κατά τη διάρ-κεια της οποίας, με βάση την ανάπτυξη πειραματικών διαδικασιών, οι κοινωνικές διδακτικές αλληλεπιδράσεις οδηγούν τα παιδιά στην υπέρβαση γνωστικών εμποδίων για το φαινόμενο της διαστολής και συστολής και τη νοητική συγκρότηση συλλογισμών συμβατών με τους επιστημονικούς.

## 2.2. Μεθοδολογική Προβληματική

### 2.2.1. Μεθοδολογική προσέγγιση

Η ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ διαδικασία την οποία πραγματοποιήσαμε, από τη μία πλευρά είχε στόχο την ανίχνευση των βιωματικών νοητικών παραστάσεων των παιδιών για το φαινόμενο της θερμικής διαστολής και συστολής, ενώ από την άλλη επιχειρούσε, με βάση την αντίληψη αυτή, να οδηγήσει στη συγκρότηση, την εφαρμογή και την αξιολόγηση μιας διδακτικής δραστηριότητας για το θέμα αυτό, προσαρμοσμένης στο επίπεδο των παιδιών της προσχολικής ηλικίας. Έτσι, από ένα φάσμα προβλημάτων τα οποία σχετίζονται με το φαινόμενο της θερμικής διαστολής και συστολής, επιχειρήσαμε να αντιμετωπίσουμε τρία προβλήματα και ζητούμενα, τα οποία, από μία αρχική προ-έρευνα που πραγματοποιήσαμε με ένα μικρό αριθμό παιδιών, φάνηκε ότι αποτελούν θεμελιώδη εμπόδια κατανόησης (Martinand, 1986):

- α) Τη διεύθυνση του πεδίου εμπειρικών αναφορών των παιδιών, δηλαδή την προσπάθεια κατ' αρχήν προσέγγισης του φαινομένου για όσα παιδιά διαπιστώσαμε ότι δεν είχαν συγχροτήσει σχετικές βιωματικές νοητικές παραστάσεις.
- β) Τη συγκρότηση νέων νοητικών παραστάσεων με περιγραφή και χαρακτηριστικά συμβατά με αυτά τα οποία εντοπίζουμε στη φυσική για την περιγραφή του φαινομένου, δηλαδή τη συσχέτιση των μεταβολών του σχήματος του αντικειμένου με τις μεταβολές της θερμοκρασίας.
- γ) Την προσπάθεια γενίκευσης των νέων νοητικών παραστάσεων σε περιοχές που αυτό είναι δυνατόν από εκπαιδευτική άποψη. Επιχειρήσαμε, λοιπόν, τη μελέτη του φαινομένου της κατ' όγκο διαστολής και συστολής και προσπαθήσαμε να γενικεύσουμε το σχήμα των συλλογισμών που οικοδομούσαν τα παιδιά με τη γραμμική διαστολή και συστολή. Τέλος, δοκίμασε την εμπέδωση του νέου σχήματος προσέγγισης του φαινομένου με την επικρανευσιακή διαστολή και συστολή. Οι

τρεις διακριτές αυτές διερευνητικές και διδακτικές ενέργειες έγιναν με τρία αντικείμενα διαφορετικών σχημάτων.

### 2.2.2. Το δείγμα

Το δείγμα της έρευνάς μας αποτελέσαν 40 παιδιά (23 αγόρια και 17 κορίτσια) με μέση τιμή ηλικίας 5,5 χρόνια, προερχόμενα από έξι τάξεις τριών δημοσίων νηπιαγωγείων της ίδιας συνοικίας της Πάτρας. Η δειγματοληψία ήταν συμπτωματική και πραγματοποιήθηκε ανάμεσα στα νήπια που δέχτηκαν να εργαστούν μαζί μας. Τα παιδιά που πήραν μέρος στην ερευνητική διαδικασία δεν είχαν παρακολουθήσει, τουλάχιστον στη σχολική τους τάξη, καμία οργανωμένη διδακτική δραστηριότητα σχετική με το φαινόμενο της θερμικής διαστολής και συστολής.

### 2.2.3. Το πειραματικό υλικό

Κατά τη διάρκεια της ερευνητικής διαδικασίας χρησιμοποιήθηκαν για την κατ' όγκο διαστολή μία μεταλλική σφαίρα, κρεμασμένη από αλυσίδα, η οποία σε θερμοκρασία περιβάλλοντος περνά μόλις από την οπή μίας πλακέτας, ενώ όταν θερμανθεί δεν περνά. Για τη γραμμική διαστολή χρησιμοποιήσαμε μία συσκευή στην οποία μία οριζόντια μεταλλική ράβδος στηρίζεται σταθερά από το ένα άκρο της. Το άλλο άκρο της είναι ελεύθερο και εφάπτεται στα χείλη κατ'άλληλα διανοιγμένης οπής κατακόρυφης πλακέτας. Όταν ο σωλήνας θερμαίνεται και επιπκύνεται περνάει μέσα από την οπή και ενώ πριν εφάπτοταν στην επιφάνεια της πλακέτας, μετά από τη θέρμανση προέχει αρχικά. Τέλος, για την επικρανευσιακή διαστολή χρησιμοποιήθηκε ένας μικρός μεταλλικός δίσκος στερεωμένος σε πλαστική λαβή, ο οποίος όταν θερμανθεί δεν περνά από την οπή μίας πλακέτας, ενώ σε θερμοκρασία περιβάλλοντος περνά. Χρησιμοποιήθηκαν επίσης ένα camping-gaz, στο οποίο θερμαίνουμε τη μεταλλική σφαίρα και το δίσκο, ένα δοχείο με νερό σε θερμοκρασία περιβάλλοντος για να τα ψύχουμε και μια επιμήκης θήκη με τρεις αμιάντου που βρέχουμε με οινόπνευμα, το οποίο όταν αναφλέγεται

θερμαίνει τη μεταλλική ράβδο. Τρεις απλές συσκευές θερμικής διαστολής.

#### 2.2.4. Η ερευνητική διαδικασία

Η ερευνητική διαδικασία πραγματοποιήθηκε σε τρεις φάσεις, στις οποίες μαγνητοφωνήθηκαν οι αλληλεπιδράσεις των ερευνητών με τα παιδιά και επίσης συμπληρώθηκαν ειδικά πρωτόκολλα καταγραφής μη λεκτικών αντιδράσεων.

Στην πρώτη φάση, στο προ-τεστ, επιχειρήσαμε να ανιχνεύσουμε αν τα παιδιά έχουν συγκροτήσει βιωματικές νοητικές παραστάσεις για το φαινόμενο της θερμικής διαστολής και κυρίως πώς εξηγούν ή συνδέουν τη θέρμανση με τη διάγκωση των υλικών. Η ανίχνευση αυτή πραγματοποιήθηκε με ημι-κατευθυνόμενες ατομικές συνεντεύξεις.

Στη δεύτερη φάση της ερευνητικής διαδικασίας, δέκα μέρες μετά το προ-τεστ, οργανώσαμε και πραγματοποιήσαμε μία σειρά διδακτικών δραστηριοτήτων, οι οποίες είχαν ως στόχο τη σταδιακή ανασυγκρότηση των βιωματικών νοητικών παραστάσεων ή την οικοδόμηση νέων παραστάσεων συμβατών με τα περιγραφικά χαρακτηριστικά του μοντέλου της θερμικής διαστολής και συστολής, όπως αυτό προσεγγίζεται από τη Φυσική. Αυτές οι διδακτικές δραστηριότητες βασίστηκαν τόσο στην προσπάθεια εμπειρικής επιβεβαίωσης των προβλέψεων των παιδιών, όσο και στις διαδικασίες κοινωνικής-διδακτικής αλληλεπίδρασης με τις οποίες επιχειρείται η σχηματοποίηση και η επέκταση των εμπειρικών δεδομένων. Η διδακτική διαδικασία πραγματοποιήθηκε ατομικά με κάθε παιδί.

Στην τρίτη φάση, δέκα μέρες μετά τη διδακτική παρέμβαση, πραγματοποιήθηκε πάλι με ημι-κατευθυνόμενες ατομικές συνεντεύξεις, μία τελική πειραματική μέτρηση, το μετά-τεστ, η οποία είχε ως στόχο να διερευνήσει τις ενδεχόμενες μεταβολές στη σκέψη των παιδιών.

#### 2.2.5. Το προ-τεστ

Δώσαμε στα παιδιά τη μεταλλική σφαίρα και τα προτρέψαμε να δοκιμάσουν εάν περνάει από την οπή της πλακέτας. Αφού διαπίστωσαν ότι περνάει, τους ζητούσαμε να προβλέψουν αν η σφαίρα θα περάσει και πάλι όταν τη θερμάνουμε σε ένα camping-gaz. Αφού διατύπωσαν τις προβλέψεις τους, ζητούσαμε να εξηγήσουν τι και πώς σκέφτονται για το προηγούμενο ερώτημα και συζητούσαμε με τα παιδιά μέχρι να κατανοήσουμε τους συλλογισμούς τους και να προσδιορίσουμε τα γνωστικά τους εμπόδια. Στη συνέχεια πραγματοποιήσαμε το πείραμα και τα παιδιά διαπίστωσαν ότι η σφαίρα δεν περνάει από την οπή μετά τη θέρμανσή της. Μετά την εκτέλεση και το σχολιασμό του πειράματος ζητούσαμε από τα παιδιά να μας δώσουν περιγραφή και εξηγήσεις για τη διαδικασία που παρακολούθησαν. Σε όλη τη διάρκεια του προ-τεστ δεν παρήχαμε στα παιδιά καμία πληροφορία ή ερμηνεία. Προσπαθήσαμε όμως να επικεντρώσουμε τη σκέψη τους στα κύρια χαρακτηριστικά της διαδικασίας και τα αποτελέσματά της, προκαμενόμενα να επεξεργαστούν και να αξιολογήσουν, όσο ήταν δυνατόν καλύτερα, την προσφερόμενη εμπειρία.

#### 2.2.6. Η διδακτική παρέμβαση

Κατ' αρχήν επαναλάβουμε τη διαδικασία προβλέψεων, πειραματικής επιβεβαίωσης και εξηγήσεων για τη διαστολή της μεταλλικής σφαίρας, προκαμενόμενα να διαπιστώσουμε την εμβέλεια των νοητών επεξεργασιών τις οποίες πραγματοποιήσαν τα παιδιά με βάση το εμπειρικό σκέλος της διαδικασίας του προ-τεστ. Για όσα παιδιά με τη συγκροσιακή εμπειρία πρόβλεψης και διάψευσης δεν οδηγήθηκαν σε μία γνωστική αναδιοργάνωση, που θα επέτρεπε την περιγραφή της σύνδεσης της διαστολής της σφαίρας με τη θέρμανσή της, συνεχίσαμε τη διδακτική διαδικασία με τη συζήτηση μικρών θεμάτων τα οποία εισήγαγαν οι ερευνητές, με στόχο την πρόκληση αναλογικών συλλογισμών, σχετιζόμενων με τη σωματική εμπειρία των παιδιών. Συζητούσαμε, δηλαδή, με τα παιδιά αν περνάμε εύκολο-

λουθήσαμε και για τη συστολή της ράβδου και έτσι ολοκληρώσαμε τη διδακτική διαδικασία.

### 2.2.7. Το μετά-τεστ.

Στη φάση του μετά-τεστ, επιχειρήσαμε να ελέγξουμε εάν τα παιδιά που συμμετείχαν στη διδακτική διαδικασία οικοδόμησαν νοητικά ένα σχήμα περιγραφής του φαινομένου διαστολής και συστολής, με βάση το οποίο η μεταβολή του όγκου ενός μεταλλικού αντικειμένου συνδέεται με τις αυξομειώσεις της θερμοκρασίας του. Εδώ χρησιμοποιήσαμε το μεταλλικό δίσκο, την πειραματική διάταξη της επιφανειακής διαστολής, με την οποία, μέχρι το μετά-τεστ, τα παιδιά του δείγματος δεν είχαν έρθει σε επαφή. Ζητούσαμε λοιπόν προβλέψεις και εξηγήσεις για το αν θερμαίνοντας το μεταλλικό δίσκο, αυτός θα περνάει από την οπή της πλακέτας και προβλέψεις και εξηγήσεις για το αν ψύχοντας τον, αυτός θα περνούσε πάλι από την ίδια οπή.

### 2.3. Παρουσίαση και ανάλυση των αποτελεσμάτων

Η ΑΝΑΛΥΣΗ την οποία παρουσιάζουμε εδώ γίνεται σε τέσσερα μέρη. Στο πρώτο, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του προ-τεστ. Στο δεύτερο μέρος, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τη σταδιακή εξέλιξη της σκέψης των παιδιών κατά τη διάρκεια των διαφορετικών φάσεων της διδακτικής διαδικασίας. Εδώ δηλαδή προσεγγίζουμε τους συλλογισμούς τους οποίους διατύπωσαν τα παιδιά, καθώς καλούνται να ανταποκριθούν σε μία σειρά από καθήκοντα κατά τη διάρκεια της εξέλιξης των έργων που τους προτείνουμε. Στο τρίτο μέρος, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του μετά-τεστ. Στο τέταρτο μέρος, επιχειρήσαμε να παρακολουθήσουμε τη ροή των συλλογισμών των παιδιών από το προ-τεστ μέχρι και το μετά-τεστ, προκειμένου να προσπαθήσουμε να σχηματοποιήσουμε τις γνωστικές επιδόσεις των παιδιών για το συνολικό φαινόμενο διαστολής και συστολής.

λα από ένα άνοιγμα, όταν είμαστε μεγαλύτεροι ή μικρότεροι, ή/και αν θυμούνται πως «όταν κρύνουμε μαζεύουμε το σώμα μας -μικραίνουμε», ενώ «όταν κάνει ζέστη απλώνουμε το σώμα μας -μεγαλώνουμε». Σε όλα παιδιά δεν έδειχναν ότι μπορούν να σκεφτούν αναλογικά, παρουσιάζαμε τα χαρακτηριστικά της αναλογίας μεταξύ σώματος και μεταλλικής σφαίρας και συζητούσαμε μαζί τους τις συνέπειες της θέρμανσης της σφαίρας.

Αμέσως μετά, επιχειρώντας να οδηγήσουμε τους συλλογισμούς των παιδιών προς την αντίστροφη κατεύθυνση, στρέψαμε τη διδακτική διαδικασία προς τη συστολή. Στην αρχή, τους ζητούσαμε να προβλέψουν εάν η σφαίρα θα περάσει από την οπή, αφού «την κρύνουμε» σε ένα δοχείο με νερό. Αφού διατύπωναν τις προβλέψεις τους, ψύχαμε τη σφαίρα βυθίζοντάς τη στο νερό, δοκιμάζαμε μαζί τους να την περάσουμε από την οπή και ζητούσαμε εξηγήσεις από τα παιδιά. Εάν δεν μας απαντούσαν με όρους συστολής και διαστολής, συζητούσαμε πάλι με βάση την αναλογία στην οποία προαναφερθήκαμε, δίνοντας τις αναγκαίες εξηγήσεις σε όλα παιδιά δεν έδειχναν να πραγματοποιούν αναλογικούς συλλογισμούς.

Ακολουθούσε μία φάση της διδακτικής διαδικασίας, κατά τη διάρκεια της οποίας επιχειρούσαμε να γενικεύσουμε το σχήμα της κατανόησης της θερμικής διαστολής επεκτείνοντάς το σε μία δραστηριότητα γραμμικής διαστολής. Κατ' αρχήν ζητούσαμε από τα παιδιά να προβλέψουν τι θα συμβεί στη μεταλλική ράβδο όταν τη θερμάνουμε, υπενθυμίζοντας, όταν η σκέψη τους δεν προσανατολιζόταν προς τη διαστολή, τη διαδικασία της διαστολής της σφαίρας, προσπαθώντας να διευκολύνουμε την ενιαία αντιμετώπιση του πειραματικού χειρισμού των δύο αντικειμένων. Όταν το κριναίμε απαραίτητο, χρησιμοποιούσαμε στη συνέχεια πάλι τα αναλογικά σχήματα και μετά από τη συζήτηση αυτή για όλα παιδιά το είχαν ανάγκη προσφεύγαμε στην παρουσίαση των χαρακτηριστικών της αναλογίας με τη διαστολή της ράβδου.

Την ίδια ακριβώς πορεία (πρόβλεψη και συζήτηση σε σχέση με τη συστολή της σφαίρας, πειραματική επιβεβαίωση, εισαγωγή και συζήτηση αναλογικού σχήματος και διατύπωση εξηγήσεων) ακο-

Σε όλες τις φάσεις της διαδικασίας κατατάσσουμε τις απαντήσεις των παιδιών σε τρεις κατηγορίες: επαρκείς, ενδιάμεσες και ανεπαρκείς.

➤ *Επαρκείς* απαντήσεις χαρακτηρίζουμε αυτές στις οποίες τα παιδιά όχι μόνο προβλέπουν την εξέλιξη των πειραματικών δραστηριοτήτων, αλλά κυρίως την αποδίδουν στη διαστολή ή τη συστολή των μεταλλικών αντικειμένων, μεταβολές τις οποίες συνδέουν με τις συζομιώσεις της θερμοκρασίας.

➤ *Ενδιάμεσες* απαντήσεις χαρακτηρίζουμε αυτές στις οποίες τα παιδιά διατυπώνουν σωστές προβλέψεις, αλλά οι εξηγήσεις τους δεν αποδίδουν τις μεταβολές στη διαστολή ή τη συστολή.

➤ *Ανεπαρκείς* χαρακτηρίζουμε τις απαντήσεις στις οποίες ούτε οι προβλέψεις, αλλά ούτε οι εξηγήσεις που διατυπώνονται είναι ικανοποιητικές.

### 2.3.1. Τα αποτελέσματα του προ-τεστ

Κατ' αρχήν τα παιδιά επιβεβαίωσαν ότι η σφαίρα σε θερμοκρασία περιβάλλοντος περνάει από την οπή της πλακέτας. Μετά τους ζητήσαμε προβλέψεις για το αν θερμαίνοντας τη σφαίρα, αυτή θα εξακολουθήσει να περνάει από την οπή και αιτιολογήσεις για τις προβλέψεις αυτές. Ενώ λοιπόν φαίνεται ότι αρχικά παιδιά αναγνωρίζουν ότι δεν θα περάσει, μόνο 6 από αυτά δίνουν επαρκείς εξηγήσεις του τύπου «θα μεγαλώσει, θα φουσκώσει, θα χοντρώνει». Αντιθέτως, 19 παιδιά δίνουν απαντήσεις στις οποίες προβλέπουν ότι η σφαίρα δεν θα περνάει, αλλά επικαλούμενα απλώς τη διαδικασία της θέρμανσης («θα καεί, θα ζεσταθεί, θα μπει στη φωτιά») ή χωρίς να δίνουν εξηγήσεις. Επίσης, 15 παιδιά δίνουν ανεπαρκείς απαντήσεις, καθώς προβλέπουν ότι η σφαίρα θα περάσει από την οπή ή αδυνατούν να απαντήσουν.

Στη συνέχεια, θερμαίνουμε τη σφαίρα και δοκιμάζουμε μαζί με τα παιδιά να την περάσουμε από την οπή, οπότε διαπιστώνεται ότι δεν είναι δυνατόν να περάσει και σχολιάζουμε μαζί τους το γεγονός. Η αναπόφευκτη γνωστική σύγκρουση, η οποία κατά πάσα πι-

θανότητα οφείλεται στην ασυμφωνία των αρχικών προβλέψεων των παιδιών και των διαπιστώσεων που πραγματοποιήσαν, καθώς και των συζητήσεων που αυτές προκάλεσαν, φαίνεται ότι έπαιξαν καθοριστικό ρόλο στην ανασυγκρότηση των συλλογισμών αρκετών παιδιών, καθώς 24 παιδιά δίνουν επαρκείς, 11 παιδιά δίνουν ενδιάμεσες και 5 μόνο παιδιά ανεπαρκείς απαντήσεις (Πίνακας 1).

ΠΙΝΑΚΑΣ 1. Συχνότητες απαντήσεων των παιδιών για το αποτέλεσμα της θέρμανσης της σφαίρας κατά το προ-τεστ

	<i>Πριν το πείραμα</i>	<i>Μετά το πείραμα</i>
Επαρκείς	6	24
Ενδιάμεσες	19	11
Ανεπαρκείς	15	5

### 2.3.2. Αποτελέσματα της διδακτικής διαδικασίας

Στη δεύτερη φάση της έρευνας, αφού επιβεβαιώσαμε ότι τα ίδια παιδιά ήταν σε θέση να προβλέψουν τη διαστολή και να τη συνδέσουν με τη θέρμανση της σφαίρας, επιχειρήσαμε με τη χρήση της αναλογίας και να καθοδηγήσουμε συστηματικά και τα υπόλοιπα παιδιά στην αντιστοίχιση των χαρακτηριστικών του αναλογικού μοντέλου με τη διαστολή της σφαίρας. Αφού εκτιμήσαμε και ότι η διαδικασία αυτή από επικοινωνιακή άποψη έφτασε στα όρια της, ζητήσαμε τελικές εξηγήσεις και από τα παιδιά αυτά τα οποία, εκτός ενός, φαίνεται ότι διατύπωσαν επαρκείς συλλογισμούς. Όμως, η διατύπωση επαρκών συλλογισμών από το σύνολο σχεδόν των παιδιών δεν επιβεβαιώνεται στη συνέχεια της πειραματικής διαδικασίας και μάλιστα ειδικά για τα παιδιά τα οποία δείχνουν να κατανούν μετά την επεξεργασία της αναλογίας. Αλλά στο θέμα αυτό θα επανέλθουμε.

Προσπαθώντας να επεκτείνουμε τη σκέψη των παιδιών και σε αντιστρέψιμους συλλογισμούς, τους ζητήσαμε προβλέψεις και εξη-

γήσεις σχετικές με το αν θα περνάει η σφαίρα από την οπή, όταν την ψυχράνουμε πάλι βυθίζοντας την σε ένα ποτήρι με χυμό νερό. Συζητώντας, διαπιστώσαμε ότι μόνο 30 παιδιά προέβλεπαν σωστά και εξηγούσαν επαρκώς με βάση τη συστολή της σφαιρας. Ήταν ακριβώς τα ίδια παιδιά τα οποία και μετά την εκτέλεση του πειράματος συνέχισαν να δίνουν ικανοποιητικές εξηγήσεις (Πίνακας 2).

ΠΙΝΑΚΑΣ 2. Συχνότερες απαντήσεις των παιδιών για το αποτέλεσμα της ψύξης της σφαιρας κατά την πειραματική διαδικασία

	Πριν το πείραμα	Μετά το πείραμα
Επαρκείς	30	30
Ενδιάμεσες	4	9
Ανεπαρκείς	6	1

Για τα 10 παιδιά τα οποία έδιναν ενδιάμεσες ή ανεπαρκείς απαντήσεις, επιχειρήσαμε την εισαγωγή και την επεξεργασία του αναλογικού μοντέλου. Η συστηματική προσπάθεια επικοινωνίας, κατά τη διάρκεια της οποίας επιχειρούσαμε να κατευθύνουμε τα παιδιά στη συγκρότηση αναλογικών συλλογισμών, οδήγησε τα 8 από αυτά στην αναγνώριση της συστολής της σφαιρας.

Στη συνέχεια, παρουσιάσαμε στα παιδιά τη συσκευή γραμμικής διαστολής και αφού τους εξηγήσαμε ότι θα θερμάνουμε τη ράβδο, τους ζητούσαμε προβλέψεις για το αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας. Εδώ, 18 παιδιά προέβλεψαν τη διαστολή της ράβδου, εξηγώντας ότι η ράβδος «...θα βγει (από την οπή της πλακέτας)». «...θα χοντύνει...», «...θα μεγαλώσει». Τα υπόλοιπα 22 παιδιά είτε δεν αναγνώριζαν ότι η ράβδος θα υποστεί κάποια μεταβολή, είτε ανέφεραν απλώς ότι «...θα ζεσταθεί», είτε έκαναν προβλέψεις του τύπου «...θα μικρύνει», «...θα σκουριάσει». Αμέσως μετά θερμάνουμε τη ράβδο και αφού η διαστολή της είχε ορατό αποτέλεσμα, καθώς επιμνημόνευσε και πέρασε από την οπή, ζητήσαμε εξηγήσεις από τα παιδιά. Από τις συζητήσεις που ακολούθησαν διαπιστώσαμε ότι η

παρακολούθησε και ο σχολιασμός του πειράματος επέτρεψε μόνο σε ένα παιδί από τα 22 να συνδέσει επαρκώς τη θέρμανση με τη διαστολή της ράβδου. Από τα υπόλοιπα παιδιά, 13 εντόπισαν την επιμνημόνευση της ράβδου χωρίς όμως να τη συνδέσουν με τη θέρμανση, ενώ 8 παιδιά δεν μπόρεσαν να επικεντρωθούν στην αλλαγή του μήκους της ράβδου (Πίνακας 3).

ΠΙΝΑΚΑΣ 3. Συχνότερες απαντήσεων των παιδιών για το αποτέλεσμα της θέρμανσης της ράβδου κατά την πειραματική διαδικασία

	Πριν το πείραμα	Μετά το πείραμα
Επαρκείς	18	19
Ενδιάμεσες	0	13
Ανεπαρκείς	22	8

Και στην περίπτωση της ράβδου εργαστήκαμε με τα παιδιά τα οποία έδιναν ενδιάμεσες ή ανεπαρκείς απαντήσεις μετά την αξιοποίηση του πειράματος, χρησιμοποιώντας το αναλογικό μοντέλο, η επεξεργασία του οποίου φαίνεται ότι τα οδήγησε σε συλλογισμούς οι οποίοι θα μπορούσαν εκ πρώτης όψεως να χαρακτηριστούν ως επαρκείς, αποτελώντας μάλιστα ενδείξεις γνωστικής προόδου. Όμως, η συνέχεια της έρευνας δεν μας επιτρέπει να ισχυριστούμε ότι το συγκεκριμένο αποτέλεσμα σηματοδοτεί και μία σταθερή νοητική κατάκτηση των παιδιών.

Επιχειρώντας να μελετήσουμε και τη δυνατότητα διατύπωσης αντίστροφων συλλογισμών, ζητήσαμε από τα παιδιά να προβλέψουν τι θα συμβεί αν σταματήσουμε να θερμάνουμε τη ράβδο και αυτή κρυώσει. Εδώ, 31 παιδιά συνέδεσαν την ψύξη με τη συστολή, ενώ, αφού πραγματοποιήσαμε την πειραματική διαδικασία, επέμειναν στον αρχικό συλλογισμό τους τα 30 από αυτά. Τα υπόλοιπα 10 παιδιά δεν μπόρεσαν να συνδέσουν την ψύξη της ράβδου με τη συστολή της, αφού δεν επικέντρωσαν τους συλλογισμούς τους στην αποκατάσταση του αρχικού μήκους της ράβδου, όταν σταματήσαμε να τη θερμάνουμε (Πίνακας 4).

ΠΙΝΑΚΑΣ 4. Συχνότητες απαντήσεων των παιδιών για το αποτέλεσμα της ψύξης της ράβδου κατά την πειραματική διαδικασία

	Πριν το πείραμα	Μετά το πείραμα
Επαρκείς	31	30
Ενδιάμεσες	0	0
Ανεπαρκείς	9	10

Τέλος, τα 9 από τα 10 αυτά παιδιά, με τη βοήθεια της συζήτησης γύρω από τα χαρακτηριστικά του αναλογικού σχήματος που προτεινουμε πάλι, δείχνουν να προσεγγίζουν τη σχέση ψύξης και συστολής, όσο και αν κατά το μετά-τεστ η πρόοδος αυτή δεν επιβεβαιώνεται.

### 2.3.3. Τα αποτελέσματα του μετά-τεστ

Στη φάση του μετά-τεστ, επιχειρήσαμε να ελέγξουμε εάν τα παιδιά έχουν οργανώσει στη σκέψη τους ένα περιγραφικό σχήμα προσέγγισης του φαινομένου διαστολής και συστολής, το οποίο θα μπορούσαν να αποσυνδέσουν από τη σφαίρα και τη ράβδο, τα συγκεκριμένα αντικείμενα δηλαδή, με τα οποία ασκήθηκαν κατά τη διάρκεια της διδακτικής διαδικασίας. Χρησιμοποιήσαμε λοιπόν ένα μικρό μεταλλικό δίσκο, για τον οποίον επιβεβαιώσαμε ότι περνάει από την οπή μιας πλακέτας. Μετά ζητήσαμε από κάθε παιδί πρόβλεψη και εξήγηση για το αν ο δίσκος θα περνά από το άνοιγμα αυτό και όταν τον ζεστάνουμε στο camping-gaz, όπως περνάει και σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Στις συζητήσεις που πραγματοποιήσαμε διαπιστώσαμε ότι 26 παιδιά προέβλεψαν ότι ο δίσκος δεν θα περάσει από την οπή γιατί διογκώνεται, γεγονός το οποίο απέδωσαν στη θέρμανσή του («...θα μεγαλώσει», «...θα χοντρύνει», «...θα φουσκώσει»). Από τα υπόλοιπα παιδιά, 8 προέβλεψαν ότι ο δίσκος δεν θα περάσει από την οπή γιατί «...θα ζεσταθεί», «...θα καίει», «...θα πιάσει φωτιά», ενώ 6 παιδιά έδωσαν διάφορες ανεπαρκείς απαντήσεις. Αφού θερμάναμε το δίσκο και επιβεβαιώσαμε

ότι δεν περνάει από την οπή, τους ζητήσαμε να μας δώσουν πάλι εξηγήσεις. Εδώ είχαμε 28 επαρκείς, 7 ενδιάμεσες και 5 ανεπαρκείς απαντήσεις (Πίνακας 5).

ΠΙΝΑΚΑΣ 5. Συχνότητες απαντήσεων των παιδιών για το αποτέλεσμα της θέρμανσης του δίσκου κατά το μετά-τεστ

	Πριν το πείραμα	Μετά το πείραμα
Επαρκείς	26	28
Ενδιάμεσες	8	7
Ανεπαρκείς	6	5

Τέλος, προκειμένου να προσεγγίσουμε τη δυνατότητα επέκτασης στο μεταλλικό δίσκο και των αντίστοιφων συλλογισμών, ζητήσαμε από τα παιδιά να προβλέψουν και να εξηγήσουν αν ο δίσκος θα περνάει από την οπή, όταν τον ψύξουμε βυθίζοντάς τον σε κρύο νερό. Στο ερώτημα αυτό, 26 παιδιά δίνουν επαρκείς απαντήσεις («...θα μικρύνει», «...θα γίνει λεπτό», «...θα ξεφουσκώσει»), 10 παιδιά δίνουν ενδιάμεσες απαντήσεις, καθώς προβλέπουν ότι ο δίσκος θα περάσει από την οπή, αφού θα κρυώσει, χωρίς όμως να αφορούνται στη συστολή και 4 παιδιά έδωσαν ανεπαρκείς απαντήσεις. Τέλος, πραγματοποιήσαμε το πείραμα και τα παιδιά διαπίστωσαν πως όταν ψύξουμε το δίσκο περνάει πάλι από την οπή. Κατά τη διάρκεια της σχετικής συζήτησης, 28 παιδιά δίνουν επαρκείς εξηγήσεις, 9 ενδιάμεσες και 3 ανεπαρκείς (Πίνακας 6).

ΠΙΝΑΚΑΣ 6. Συχνότητες απαντήσεων των παιδιών για το αποτέλεσμα της ψύξης του δίσκου κατά το μετά-τεστ

	Πριν το πείραμα	Μετά το πείραμα
Επαρκείς	26	28
Ενδιάμεσες	8	7
Ανεπαρκείς	6	5



### 2.3.4. Η πορεία των συλλογισμών των παιδιών

Στην παρουσίαση των αποτελεσμάτων που πραγματοποιήσαμε στα προηγούμενα αναφερόμαστε στις διάφορες διακριτές φάσεις του ερευνητικού μας σχεδιασμού. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον όμως παρουσιάζει η συνολική προσέγγιση της ροής των συλλογισμών τους οποίους διατυπώνουν τα παιδιά, γιατί έτσι μπορούμε να συμπεράνουμε εάν υπήρχε γνωστική πρόοδος. Εάν λοιπόν επιχειρήσουμε να παρακολουθήσουμε τις απαντήσεις που δίνει κάθε παιδί στο σύνολο των προβλημάτων που αντιμετωπίζει από την αρχή του προ-τεστ μέχρι το τέλος του μετά-τεστ, μπορούμε να διακρίνουμε τέσσερις βασικές κατηγορίες γνωστικών προσεγγίσεων τις οποίες πραγματοποιούν τα παιδιά.

α) Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν 6 παιδιά, τα οποία φαίνεται ότι πριν από τη δική μας διδακτική παρέμβαση είχαν συγκροτήσει ένα γενικεύσιμο και σταθερό σχήμα συλλογισμού για το φαινόμενο της θερμικής διαστολής και συστολής. Πράγματι, τα παιδιά αυτά από την πρώτη ερώτηση του προ-τεστ δίνουν σταθερά επαρκείς απαντήσεις, με ελάχιστες οπισθοδρομήσεις ή αποκλίσεις κατά τη ροή των ερωτημάτων.

β) Στη δεύτερη κατηγορία κατατάξαμε τις απαντήσεις 21 παιδιών τα οποία διατύπωσαν ενδιάμεσους ή ανεπαρκείς συλλογισμούς στα αρχικά ερωτήματα που σχετίζονταν με τη διαστολή της σφαίρας. Όμως, μετά την επέλευση του πειράματος και την επικοινωνία εκπαιδευτικού και παιδιού σχετικά με το αποτέλεσμα του πειράματος, τα παιδιά αυτά, σε γενικές γραμμές, δίνουν επαρκείς απαντήσεις σε όλες τις επόμενες διαδικασίες που ακολουθούν, γεγονός που μας επιτρέπει να διατυπώσουμε την υπόθεση ότι συγκρότησαν ένα σταθερό αντιστέψιμο σχήμα συλλογισμού με βάση το οποίο προσεγγίζουν το φαινόμενο της θερμικής διαστολής και συστολής.

γ) Στην τρίτη κατηγορία έχουμε 6 παιδιά τα οποία στις αρχικές ερωτήσεις δεν δίνουν επαρκείς απαντήσεις. Τα παιδιά αυτά κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης φαίνεται ότι συγκροτούν για τη σφαίρα και τη ράβδο ένα επαρκές σχήμα συλλογισμού.

Όμως, με βάση τις απαντήσεις που δίνουν στο μετά-τεστ, φαίνεται ότι δεν είναι σε θέση να προεκτείνουν τους συλλογισμούς αυτούς και στο δίσκο, με αποτέλεσμα να μην μπορούμε να ισχυριστούμε ότι το σχήμα αυτό συλλογισμού είναι επαρκές.

δ) Στην τέταρτη κατηγορία ανήκουν 7 παιδιά τα οποία απαντούν σε όλη τη διάρκεια της διαδικασίας με συνεχείς εναλλαγές επαρκών και μη απαντήσεων. Στις απαντήσεις αυτές δεν μπορούμε να προσδιορίσουμε κάποια κανονικότητα, με αποτέλεσμα να υποθέτουμε εύλογα ότι τα παιδιά αυτά προσεγγίζουν απροσπατατικά το φαινόμενο της θερμικής διαστολής και συστολής, με βάση διάφορες επικεντρώσεις που σχετίζονται με το συγκεκριμένο πρόβλημα.

### 2.4. Συζήτηση

ΣΤΗΝ ΕΡΓΑΣΙΑ αυτή, σε μία πρώτη φάση, επιχειρήσαμε να μελετήσουμε τους βιωματικούς συλλογισμούς που διατυπώνουν παιδιά της προσχολικής ηλικίας για το φαινόμενο της θερμικής διαστολής και συστολής. Προσπαθήσαμε επίσης να οργανώσουμε μία διδακτική διαδικασία η οποία να οδηγήσει τα παιδιά σε συλλογισμούς συμβατούς με τα περιγραφικά χαρακτηριστικά του μοντέλου της θερμικής διαστολής, με βάση το οποίο προσεγγίζουμε το φαινόμενο στη Φυσική. Κατ' αρχήν διαπιστώσαμε ότι από γνωστική άποψη το ζήτημα της θερμικής διαστολής και συστολής είναι θέμα το οποίο μπορούν να προσεγγίσουν τα παιδιά της προσχολικής ηλικίας. Όπως είδαμε, ορισμένα παιδιά ανταποκρίνονται στα σχετικά ερωτήματα πριν από τη δική μας διδακτική παρέμβαση, γεγονός το οποίο σημαίνει ότι ήδη έχουν σχηματοποιήσει νοητικά το φαινόμενο στα πλαίσια κάποιων μαθησιακών διαδικασιών που πραγματοποιήθηκαν εκτός σχολείου. Επίσης, μετά από μία πολυδιάστατη διδακτική διαδικασία, περισσότερο από τα 3/5 των υπολοίπων παιδιών είναι σε θέση να συγκροτήσουν στη σκέψη τους ένα σταθερό σχήμα προσέγγισης του φαινομένου, αφού αυτό, όχι μόνο γενικεύεται σε αντικείμενα για τα οποία δεν υπήρχε η σχετική εμπειρική

επιβεβαίωση, αλλά επιτρέπει τη διατύπωση αντιστρέψιμων συλλογισμών.

Από διδακτική άποψη, έγινε φανερό ότι το τμήμα της διαδικασίας το οποίο είχε ιδιαίτερη σημασία ήταν η προσπάθεια αλληλεπίδρασης με τα παιδιά κατά τη διάρκεια της διεξαγωγής των πειραμάτων, με στόχο να οδηγήσουμε τη σκέψη τους στις κατάλληλες επικεντρώσεις. Φαίνεται μάλιστα ότι η νοητική επεξεργασία των πειραματικών διαδικασιών αποτέλεσε το κέντρο βάρους της διδακτικής δραστηριότητας. Από την αρχική εργασία με τη σφαίρα, παρατηρήσαμε ότι ένας μεγάλος αριθμός παιδιών οδηγείται στη διαμόρφωση ενός ικανοποιητικού σχήματος προσέγγισης του φαινομένου, το οποίο, μπορούμε να υποθέσουμε εύλογα, ότι παγιώνεται και επεκτείνεται με τις υγιεινές πειραματικές διαδικασίες. Η ισχυρή αντίθεση του αποτελέσματος της θέρμανσης της σφαίρας με τις αρχικές προβλέψεις των παιδιών δημιουργεί τις προϋποθέσεις γνωστικής συγκρούσης η οποία, με τη βοήθεια της/του εκπαιδευτικού, επιτρέπει στα παιδιά την κατασκευή νοητικών συνδέσμων μεταξύ θέρμανσης και διόγκωσης του υλικού, δηλαδή συνδέσμων οι οποίοι ξεκινούν από την εμπειρία για να την υπεβθύν καθώς επιτρέπουν αντίστροφες προβλέψεις και για τη συστολή. Πράγματι, η δυνατότητα διατύπωσης προβλέψεων για τη σχέση ψύξης και συστολής υλογραφεί την οικοδόμηση ενός σχήματος σκέψης το οποίο δεν εξαρτάται από την εμπειρική επιβεβαίωση, αφού άλλωστε τα παιδιά τα οποία δεν επιτυγχάνουν στις προβλέψεις τους για τη συστολή και επομένως δεν σκέφτονται με βάση το σχήμα αυτό, ούτε μετά την παρακολούθηση του πειράματος δεν έδωσαν επαρκείς απαντήσεις. Συνεπώς και εδώ φαίνεται ότι, αν και οι νοητικές επεξεργασίες αρχίζουν με βάση την παρακολούθηση των πειραματικών διαδικασιών, αυτές δεν είναι αρκετές για να οδηγήσουν τα παιδιά στην κατανόηση του φαινομένου της διαστολής και συστολής.

Ενδιαφέρον επίσης παρουσιάζει και η πολύ μικρή εμβέλεια της χρήσης του αναλογικού μοντέλου, καθώς ελάχιστα παιδιά επωφελήθηκαν από την προστάθεια δημιουργίας αναλογιών μεταξύ σω-

ματικής εμπειρίας και του υπό συζήτηση φαινομένου. Πράγματι, όπως παρατηρήσαμε, ενώ κατά τη διάρκεια των συζητήσεων με τα παιδιά φαινόταν ότι η χρήση της αναλογίας επέτρεπε τελικώς την πρόσβαση στο φαινόμενο, η συνέχεια τόσο κατά τη διδακτική διαδικασία όσο και κατά το μετά-τεστ, δεν επιβεβαίωσαν κάποιο συστηματικό και σταθερό μετασχηματισμό των παιδικών συλλογισμών βασιζόμενο στην αξιοποίηση της αναλογίας αυτής. Θα μπορούσαμε, ίσως, να ερμηνεύσουμε το γεγονός αυτό με βάση κάποιες συγκεκριμένες επικεντρώσεις των παιδιών στα χαρακτηριστικά δεδομένων πειραματικών καταστάσεων, επικεντρώσεις οι οποίες δεν οδηγούν τελικώς σε κάποιο σταθερό επαρκές σχήμα συλλογισμού. Ενδέχεται επίσης, απαντήσεις στις οποίες κρίνεται ότι τα παιδιά αξιοποιούν τις αναλογίες που τους προτείνονται, να οφείλονται σε πρόβλημα επικοινωνίας, δηλαδή ανίχνευσης, εκτίμησης και προσαρμογής στις προδοκίες των ερευνητών. Οι παρατηρήσεις αυτές μας επιτρέπουν να διατυπώσουμε επιφυλάξεις για τη χρησιμοποίηση αναλογιών κατά τη διάρκεια των διδακτικών διαδικασιών, χωρίς προηγούμενο εμπειρικό έλεγχο. Παρά τη χρησιμοποίηση αναλογικών μοντέλων απαιτεί μία σειρά από προϋποθέσεις κατάλληλες τόσο από την άποψη του χειρισμού της έννοιας του μοντέλου (Σταυρίδου, 1995), όσο και των επιδράσεών τους στη γνωστική συγκρότηση των μαθητών.

Σε γενικές γραμμές, τα ευρήματα της έρευνας αυτής, που εντάσσεται σε μία σειρά ερευνών οι οποίες έχουν ως στόχο την εμπειρική μελέτη των όρων υπό τους οποίους τα παιδιά της προσχολικής ηλικίας οικειοποιούνται ιδιότητες και φαινόμενα του φυσικού κόσμου και έννοιες των Φυσικών Επιστημών, μας οδηγούν στη διατύπωση ορισμένων ευρύτερων υποθέσεων εργασίας. Μία πρώτη διαπίστωση είναι η γνωστική ετοιμότητα των παιδιών στην προσέγγιση αντικειμένων τα οποία μελετούν οι Φυσικές Επιστήμες. Αν λοιπόν συμφωνήσουμε ότι στα πλαίσια των θεσμών της προσχολικής εκπαίδευσης μας ενδιαφέρει και η γνωστική ανάπτυξη των παιδιών, από παιδαγωγική άποψη εκκρεμεί η ανάπτυξη σχετικών δραστηριοτήτων οι οποίες βεβαιώνονται σε αντιστοιχία τόσο με τα αποτελέσματα

της έρευνας, όσο και με τα όρια του πραγματικού πλαισίου εργασίας στο Νηπιαγωγείο, δηλαδή ένα σημαντικό θέμα το οποίο δεν θίγεται εδώ. Σε μία άλλη κατεύθυνση και σε συνδυασμό με τα ευρήματα άλλων ερευνών στις οποίες προαναφερθήκαμε, φαίνεται ότι τα θεσμικά φαινόμενα αποτελούν ένα προνομιακό πεδίο εμπειρικής αναφοράς για εργασία με τα παιδιά της προσχολικής ηλικίας, δεδομένου ότι με απλές δραστηριότητες εντολίζουμε σημαντικά γνωστικά οφέλη. Τέλος, από τη έρευνα αυτή αναδεικνύεται ότι σε κάθε περίπτωση, η ανάπτυξη δραστηριοτήτων από τις Φυσικές Επιστήμες δεν μπορεί να αποτελεί απλό προϊόν της εκπαιδευτικής εμπειρίας (Ραβάνης, 1998), αλλά αντικείμενο βασικής και εφαρμοσμένης έρευνας.

#### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ΒΑΪΤΣΗ, Μ. ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΙΟΥ, Ε. ΜΠΑΓΑΚΗΣ, Γ. ΡΑΒΑΝΗΣ, Κ. & ΠΑΠΑΜΙΧΑΗΛ, Γ. (1993), Η διδακτική αποσταθεροποίηση των αυθόρμητων πορφαστάσεων παιδιών προσχολικής ηλικίας για τα φαινόμενα της τήξης και της εξάεψσης. *Παιδαγωγική Επιθεώρηση*, 19, 308-338.
- BAR, V. (1989), Children's views about the water cycle. *Science Education*, 73, 4, 481-500.
- COQUIDE-CANTOR, M. & GIORDAN, A. (1997), *L'enseignement scientifique à l'école maternelle*. Z Editions, Nice.
- DOICE, W. & MUGNY, G. (1987), *Η κοινωνική ανάπτυξη της νοημοσύνης*. Πατάκης, Αθήνα.
- DUMAS, Carré, & WEIL-BARAIS, A. (1998), Les interactions didactiques: tutelle et/ou médiation? In A. DUMAS Carré & A. WEIL-BARAIS (Eds), *Tutelle et médiation dans l'éducation scientifique*. Peter Lang, Berne, 1-15.
- INAGAKI, K. (1992), Piagetian and post-piagetian conceptions of development and their implications for Science Education in early childhood. *Early Childhood Research Quarterly*, 7, 115-133.
- GILLY, M. (1990), Mécanismes psychosociaux des constructions cognitives.

Perspectives à l'âge scolaire. In G. NETHINE (Ed.), *Développement et fonctionnement cognitif chez l'enfant: des modèles généraux aux modèles locaux*. PUF, Paris.

MARTINAND, J.L. (1986), *Connaître et transformer la matière*. Peter Lang, Berne.

ΠΑΠΑΜΙΧΑΗΛ, Γ. (1988), *Μάθηση και κοινωνία: η εκπαίδευση στις θεωρίες της γνωστικής ανάπτυξης*. Οδυσσεύς, Αθήνα.

PERRET-SKERMONT, A.N. (1986), *La construction de l'intelligence dans l'interaction social*. Peter Lang, Berne.

ΡΑΒΑΝΗΣ, Κ. (1998), Η κατανόηση του φυσικού κόσμου στην προσχολική ηλικία: οι ανεπάρκειες των εμπειριστικών διδακτικών προσεγγίσεων. Στο Β. ΚΟΥΛΑΛΙΔΗΣ & Κ. ΡΑΒΑΝΗΣ (Επιμ.), *Νέες Τεχνολογίες, Φυσικές Επιστήμες και Περιβαλλοντική Εκπαίδευση στην προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία*. ΕΚΤ-ΓΤΤ, Αθήνα, 33-46.

RAVANIS, K. (1996), Stratégies d'interventions didactiques pour l'initiation des enfants de l'école maternelle en sciences physiques. *Spirale*, 17, 161-176.

RUSSELL, T., HARLEN, W. & WATT, D. (1989), Children's ideas about evaporation. *International Journal of Science Education*, 11, 566-576.

RUSSELL, T. & WATT, D. (1989), *Evaporation and Condensation. Primary SPACE Project Research Report*. Liverpool University Press, Liverpool.

ΣΤΑΥΡΙΔΟΥ, Ε. (1995), *Μοντέλα Φυσικών Επιστημών*. Σαββάλας, Αθήνα.

SHARP, J. (1995), Children's astronomy: implications for curriculum developments at Key Stage 1 and the future of infant science in England and Wales. *International Journal of Early Years Education*, 3, 17-49.

ΧΑΤΖΗΝΙΚΗΤΑ, Β., ΚΟΥΛΑΛΙΔΗΣ, Β. & ΡΑΒΑΝΗΣ, Κ. (1996), Ιδέες μαθητών προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας για το βρασμό του νερού. *Ερευνώντας τον κόσμο του παιδιού*, 2, 106-116.

WEIL-BARAIS, A. (1994), L'initiation scientifique et technique auprès de jeunes enfants: points de vue épistémologique et psychologique. In A. GIORDAN, J.L. MARTINAND & D. RAICHVARG (Eds), *Actes IJES XVI*, Chamonix, 96-106.

WINNYKAMEN, F. (1998), Approche psychologique de la tutelle. In A. DUMAS Carré & A. WEIL-BARAIS (Eds), *Tutelle et médiation dans l'éducation scientifique*. Peter Lang, Berne, 29-58.

ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ  
ΣΤΙΣ  
ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ

*Σύγχρονοι Προβληματισμοί*

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ - ΕΙΣΑΓΩΓΗ  
Παναγιώτης ΚΟΚΚΟΤΑΣ

ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ/2

*τυπωθήτω*  
ΓΙΩΡΓΟΣ ΔΑΡΔΑΝΟΣ  
ΑΘΗΝΑ 2000