

**Μ. ΒΑΪΤΣΗ, Β. ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΙΟΥ,
Γ. ΜΠΑΓΑΚΗΣ, Κ. ΡΑΒΑΝΗΣ, Γ. ΠΑΠΑΜΙΧΑΗΛ**

**Η ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΑΠΟΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗ
ΤΩΝ ΑΥΘΟΡΜΗΤΩΝ ΠΑΡΑΣΤΑΣΕΩΝ
ΠΑΙΔΙΩΝ ΠΡΟΣΧΟΛΙΚΗΣ ΗΛΙΚΙΑΣ
ΓΙΑ ΤΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΤΗΣ ΤΗΞΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ
ΕΞΑΕΡΩΣΗΣ**

1. ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΚΗ

Οι αυθόρμητες νοητικές παραστάσεις των παιδιών θέτουν στη Γνωστική και στην Εκπαιδευτική Ψυχολογία, αλλά και στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, το πρόβλημα της λογικής του υποκειμένου, η οποία δε συμβαδίζει με εκείνη της λογικής στη μαθηματική της διάσταση. Εδώ θα επιδιώξουμε να επισημάνουμε στοιχεία που προκύπτουν από τη σύγκριση της στρουκτουραλιστικής με τη λειτουργιστική θεώρηση της λογικής του υποκειμένου, οι οποίες φαίνεται να αποτελούν και τις κυρίαρχες θεωρήσεις του προβλήματος αυτού τις τελευταίες δεκαετίες, παρόλο που ο στρουκτουραλισμός και πολύ περισσότερο ο λειτουργισμός δεν δηλώνονται ρητά σε αυτές τις προσεγγίσεις. Από την πλευρά του στρουκτουραλισμού, η μελέτη των νοητικών παραστάσεων αποκτά νόημα με την προσπάθεια αναγωγής τους στην πορεία της συγκρότησης των ανθρώπινων νοητικών δομών. Σε μια λειτουργιστική θεώρηση όμως, η μελέτη των αυθόρμητων παραστάσεων των παιδιών εστιάζεται στην έρευνα των διαδικασιών της μάθησης. Ανεξαρτήτως λοιπόν του εάν οι διαδικασίες αυτές σχετίζονται με κάποιες "δομές", κεντρικό πρόβλημα καθίσταται η μελέτη των διαδικασιών αυτών όπως εμφανίζονται στα πλαίσια μιας συγκεκριμένης δραστηριότητας, όπως π.χ. στην εκτέλεση ενός έργου ή στην επίλυση ενός προβλήματος.

Οι συγκρίσεις της λειτουργιστικής με τη στρουκτουραλιστική προσέγγιση αποκτούν ένα ιδιαίτερο ενδιαφέρον στην προσχολική και την πρώτη σχολική περίοδο, που ταυτίζεται με αυτό που η πιαζετική θεωρία ονομάζει προλογικό στάδιο. Σύμφωνα λοιπόν με την πιαζετική στρουκτουραλιστική προσέγγιση τα γνωστικά χαρακτηριστικά της περιόδου αυτής προσδιορίζονται αρνητικά. Ως ελλείψεις δηλαδή σε σχέση με την αμέσως επόμενη περίοδο, εκείνη των συγκεκριμένων λογικών λειτουργιών. Βέβαια για την προσχολική εκπαίδευση ένας τέτοιος προσδιορισμός των συμπεριφορών του παιδιού δεν είναι

εύκολα αξιοποιήσιμος. Αντίθετα, με μια πιο λειτουργιστική προσέγγιση των νοητικών παραστάσεων, επιτυγχάνεται άμεση σύνδεση των παρατηρούμενων συμπεριφορών και του στόχου του έργου ή του προβλήματος, όπως αυτός προσδιορίζεται από τη συγκεκριμένη κατάσταση που μελετάται, μέσα ή έξω από τη σχολική τάξη. Επιπλέον, μια λειτουργιστική προσέγγιση των φυσικών συλλογισμών επικεντρώνεται στην ερμηνεία των δραστηριοτήτων του υποκειμένου στα πλαίσια της ίδιας της δραστηριότητάς του, η οποία μέσα στο χρόνο οργανώνει και μετατρέπει το αντικείμενο για την επίτευξη του στόχου του έργου ή του προβλήματος που εξετάζεται (Παπαμιχαήλ, Γ. 1992, Μπαγάκης, Γ. 1991, Βαγάκης, Γ. 1993). Μια τέτοια θεώρηση του ρόλου των παραστάσεων μας επιτρέπει να προσδιορίσουμε το περιεχόμενο μιας νοητικής παράστασης, αποδεχόμενοι ότι "η φυσική σκέψη δεν είναι ποτέ ανεξάρτητη από τα υλικά επί των οποίων εξασκείται" (Caron, J., 1983 σελ. 14). Με τον όρο *περιεχόμενο μιας παράστασης* μπορούμε να ορίσουμε είτε το σύνολο των πληροφοριών οι οποίες γίνονται αντικείμενο επεξεργασίας, είτε τον παραστασιακό τρόπο με τον οποίο το παιδί επεξεργάζεται τις πληροφορίες αυτές σε δεδομένες καταστάσεις. Όμως οι πληροφορίες που ήδη διαθέτει στη μνήμη του το υποκείμενο, δεν καθίστανται συνειδητά γνωστικά εφόδια παρά σε συνάρτηση και παράλληλα με τις πληροφορίες που το άτομο συγκροτεί και ανιχνεύει μέσα στις καταστάσεις αυτές. Έτσι η παράσταση στη λειτουργιστική προοπτική αποκτά ένα συμβολικό χαρακτήρα που προσδιορίζει τη σημασία άρα και την εμβέλεια της, πέρα από τα στενά όρια του "λογικού χειρισμού" όπως αυτός ορίζεται από το πιαζετικό στρουκτουραλιστικό μοντέλο ανάλυσης της γνωστικής συγκρότησης.

Από λειτουργική άποψη είναι δυνατόν να αντιμετωπιστεί και η δυναμική της επικοινωνίας που συνδέεται με την παράσταση. Έτσι, όπως τονίζεται στα θεωρητικά ρεύματα της κοινωνικής ψυχολογίας, η ιδέα του ότι η νόηση είναι μια επικοινωνία, αποκτά μια επιπλέον βαρύτητα. Για τον Vygotski (1988) η γνωστική πρόοδος του παιδιού συντελείται κυρίως στα πλαίσια της αλληλεπίδρασής του με τον ενήλικο, ο οποίος λειτουργώντας ως διαμεσολαβητής διευκολύνει τη μετάβαση του παιδιού από μια κατώτερη ζώνη εξέλιξης σε μία γνωστικά ανώτερη, εισάγοντας την έννοια της "ζώνης της εγγύτερης ανάπτυξης". Με αυτήν υποδηλώνεται μια γνωστική κατάσταση κατά τη διάρκεια της οποίας το παιδί είναι σε θέση "από που κάνει σήμερα από κοινού, αύριο να το κάνει από μόνο του" (ο.π. σελ. 295). Και ο Bruner τονίζει τη σημασία του κοινωνικού περιβάλλοντος στη μετάδοση των πολιτισμικών ενισχυτών που λειτουργούν ως γνωστικά εφόδια για την κοινωνική ένταξη του παιδιού. Το παιδί προσερχόμενο σε μια μαθησιακή διαδικασία έρχεται αντιμέτωπο με "μια ασύμμετρη δυαδική σχέση εκπαιδευτικού προς εκπαι-

δευόμενο" (Παλαμιχαήλ, Γ. 1988, σελ. 162). Ο παιδαγωγός βρίσκεται σε μια υπέρτερη θέση, επειδή κατέχει τους κοινωνικούς πολιτισμικούς ενισχυτές και οφείλει να προσφέρει στο παιδί τις αρχικές διαδικαστικές γνώσεις που θα το οδηγήσουν στη γνωστική του αυτονομία.

Αντίθετα με την προηγούμενη προοπτική των Vygotski και Bruner, ο Piaget στα πλαίσια της επιστημολογικής του προσέγγισης, καθώς έδωσε ιδιαίτερη σημασία στη μελέτη της ανάπτυξης της ανθρώπινης σκέψης από την πλευρά του επιστημικού και όχι του ψυχολογικού υποκειμένου, δεν πραγματεύτηκε τη νοημοσύνη ως κοινωνικό πρόβλημα. Αυτό συνέβη γιατί, για τον Piaget, η γνωστική ανάπτυξη αποτελεί ατμία, της οποίας επακόλουθο είναι σε τελευταία ανάλυση, η κοινωνική συναλλαγή. Μελέτησε λοιπόν τον τρόπο προσαρμογής του ατόμου στο περιβάλλον και τις σχέσεις που το άτομο δημιουργεί στη συνάφεια αυτή, δίνοντας έμφαση στην ίδια τη δράση του υποκειμένου επί του αντικειμένου. Συσχέτισε επίσης τη δυνατότητα αυτορρύθμισης του ατόμου με δυο συμπληρωματικές διαδικασίες: την αφομοίωση και τη συμμόρφωση μέσω των οποίων το άτομο "αφομοιώνει", διαφορφώνει και μετατρέπει τα νοητικά του σχήματα. Οι μηχανισμοί της αφομοίωσης και της συμμόρφωσης λειτουργούν εξισορροπητικά και προσαρμοστικά οδηγώντας σταδιακά το άτομο στην ομαλή ένταξή του στο περιβάλλον. Ωστόσο, η παράλειψη της μελέτης οποιασδήποτε αιτιώδους διασύνδεσης του γνωστικού με το κοινωνικό πεδίο στο πιαζετικό επιστημολογικό σύστημα, δε σημαίνει μη αναγνώριση του ρόλου των κοινωνικών συναρμογών και των διακανονιστικών ρυθμίσεων. Ο ίδιος ο Piaget αναφέρει: "η ανθρώπινη νοημοσύνη αναπτύσσεται στο άτομο σε συνάρτηση με κοινωνικές αλληλεπιδράσεις, τις οποίες παραγνωρίζουμε γενικά σε πολύ μεγάλο βαθμό" (Piaget, J. 1967, σελ. 260). Για τον Piaget, το γνωστικό και το κοινωνικό διέπονται από ταυτόσημες διανοητικές πράξεις και αρκεί να μελετήσει κανείς την προοδευτική ανάπτυξη των γνωστικών δομών, για να μπορέσει να γνωρίσει και την ανάπτυξη των ρυθμιστικών διακανονισμών της κοινωνικής αλληλεπίδρασης (Doise, W., Mugny, G. 1987). Φαίνεται λοιπόν, ότι η πιαζετική επιστημολογία επικεντρώνεται μεθοδολογικά τουλάχιστον, στο υποκείμενο και τη νοητική του δραστηριότητα, ενώ δε δείχνει να την ενδιαφέρουν κοινωνικές καταστάσεις διαμεσολάβησης που μπορούν να αποτελέσουν οργανωμένη κοινωνική παρέμβαση. Εάν λοιπόν επιθυμούμε να στηρίξουμε μια διδακτική παρέμβαση σε μια θεωρητική προσέγγιση για τη μάθηση, πρέπει να αναζητήσουμε ένα μοντέλο το οποίο αποδέχεται το ρόλο της κοινωνικής αλληλεπίδρασης στη διαμόρφωση των εννοιών.

Ο. Doise και Mugny πρότειναν ένα θεωρητικό πλαίσιο και κάποια πρό-

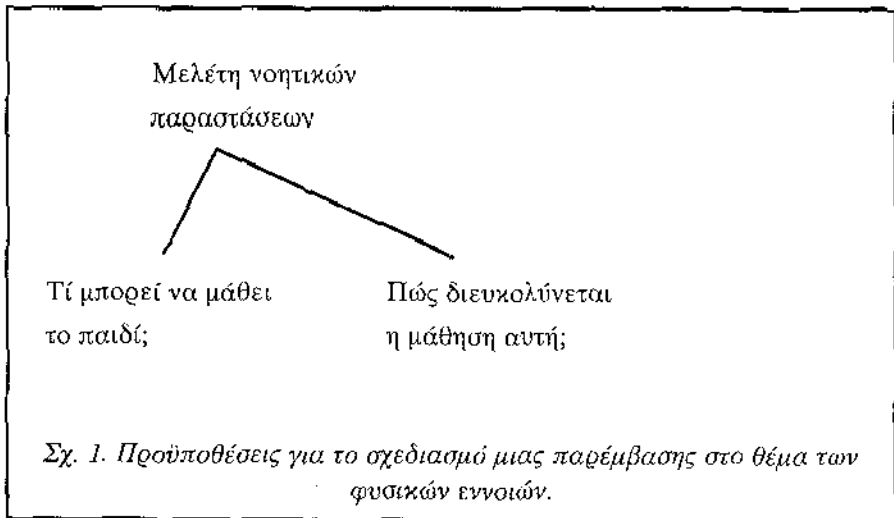
τιπα έρευνας, μέσα από τα οποία επιχείρησαν μια σύνδεση μεταξύ της γνωστικής και της κοινωνικής άποψης της νόησης του ανθρώπου. Η προσέγγισή τους βασίζεται στη γενετική εκδοχή της αλληλεπίδρασης και της προοδευτικής ανασυγκρότησης της νόησης. "Το άτομο, δηλαδή επιδρώντας πάνω στο περιβάλλον του, επεξεργάζεται όλο και πιο ολοκληρωμένα και πιο τέλεια συστήματα οργάνωσης αυτής της εξωτερικής επενέργειάς του πάνω στην αντικειμενική πραγματικότητα. Στις περισσότερες περιπτώσεις δεν επενεργεί μόνο του πάνω στα πράγματα, αλλά συντονίζοντας τις δικές του ενέργειες με τις ενέργειες των άλλων" (Doise, W. Mugny, G. 1987, σελ. 45). Έτσι το παιδί έχει τη δυνατότητα οργανώνοντας αρχικά τις συντονιστικές του ενέργειες, να αναπλάσει αργότερα, χωρίς να είναι αναγκαία η εμπλοκή των άλλων, τα συντονιστικά συστήματα δράσης του. Η κοινωνική αλληλεπίδραση, στην οποία εμπλέκεται το υποκείμενο δεν είναι μονοδιάστατη, αλλά κατά τους Doise και Mugny είναι "επαναδρομική και προχωρεί με σπειροειδώς διευρυνόμενες ανακυκλήσεις" (ο.π. σελ. 45). Οι αλληλεπιδράσεις αυτές, οδηγούν το παιδί σε πιο πολύπλοκες μορφές κοινωνικών αλληλεπιδράσεων που ευνοούν την εμφάνιση πιο εξελιγμένων γνωστικών ικανοτήτων και γίνονται πηγή γνωστικής ανάπτυξης. Χρησιμοποιώντας "την πιαζετική έννοια της "επικέντρωσης" που σημαίνει τη χρήση ενός γνωστικού σχηματισμού που δεν είναι ακόμη ενταγμένος σε μια συνολική δομή" (ο.π. σελ. 52), υποστηρίζουν ότι το παιδί με την οργάνωση των αντίθετων επικεντρώσεών του, οδηγείται μέσα από διαδικασίες εξισορρόπησης των διαφορών στη γνωστική πρόοδο. Η πρόοδος αυτή επιτυγχάνεται μέσω αναμορφωτικών διαταραχών που προκύπτουν από την ταυτόχρονη συνύπαρξη μέσα στην ίδια κατάσταση δύο αντίθετων επικεντρώσεων. Οι συγκρούσεις αυτές έχουν κοινωνικό και γνωστικό χαρακτήρα. Λόγω του κοινωνικού τους χαρακτήρα το παιδί δεν είναι εύκολο να τις παραβλέψει, όπως θα έκανε, αν αυτές προέρχονταν από αυθόρμητες προσωπικές του επικεντρώσεις. Στα πλαίσια μιας θεωρίας μάθησης η οποία προϋποθέτει το διαμορφωτικό ρόλο της κοινωνικογνωστικής σύγκρουσης για την οικοδόμηση της νόησης, από διδακτική άποψη οδηγούμαστε στη χρήση ενός "ορθού μαθησιακού προτύπου". Πρόκειται για μια στρατηγική με βάση την οποία, στις διαισθητικές επικεντρώσεις που κάνει ένα παιδί στα πλαίσια της προσπάθειας για την επίτευξη ενός στόχου, αντιπαραθέτουμε επικεντρώσεις οι οποίες απορρέουν από συλλογισμούς συμβατούς με τις αρχές και τους περιορισμούς ενός επιστημονικού μοντέλου. Το "ορθό" λοιπόν μαθησιακό πρότυπο παίζει θετικό ρόλο στην εκμάθηση, αλλά στο μέτρο που υποκινεί μια κοινωνιογνωστική σύγκρουση εισάγοντας αντίθετες επικεντρώσεις, και συνάμα προσφέρει στο μαθησιακά διαταραγ-

μένο (υποκινημένο) υποκείμενο στοιχεία σημαντικά για την αναδιοργάνωση της γνωστικής του προσέγγισης" (ο.π. σελ. 55).

Στο χώρο της Διδακτικής των φυσικών εννοιών στην προσχολική ηλικία, μια τέτοια προβληματική που αναδεικνύεται μέσα από τις συγκρίσεις της λειτουργιστικής και της στρουκτουραλιστικής προοπτικής, αποκτά ένα ξεχωριστό ενδιαφέρον αφού μας παρέχει την δυνατότητα να αναπτύξουμε και να στηρίξουμε διδακτικές παρεμβάσεις που αξιοποιούν τα πλεονεκτήματα της μιας ή της άλλης προοπτικής. Έτσι για τη Διδακτική της Φυσικής, στο πλαίσιο μιας λειτουργιστικής θεώρησης, η παράσταση παίζει σημαντικό ρόλο για την οικοδόμηση της γνώσης, αν ως παράσταση νοείται το μοντέλο νοητικής μορφοποίησης των φυσικών εννοιών και εξήγησης των αντίστοιχων φυσικών φαινομένων που χρησιμοποιεί το παιδί (Weil-Barais, A. 1984, Ψύλλος, Δ. 1988, Ραβάνης, Κ. 1992). Στην κατεύθυνση αυτή έχουν πραγματοποιηθεί πολυάριθμες έρευνες που κατά κύριο λόγο ανιχνεύουν και περιγράφουν αυτούς τους παραστατικούς μηχανισμούς, από τις οποίες προκύπτει ότι τα παιδιά χρησιμοποιούν επεξηγηματικά πρότυπα, τα οποία αντλούν συνήθως από την καθημερινή εμπειρία. Και στη χώρα μας υπάρχει πλέον ένας σημαντικός αριθμός ερευνητικών εργασιών για τις νοητικές παραστάσεις μαθητών Δημοτικού και Γυμνασίου γύρω από διάφορα αντικείμενα της Φυσικής (Psillos, D. Koumaras, P., Valassiades, O. 1987, Καριώτογλου, Π. Ψύλλος, Δ. 1989, Κολιόπουλος, Δ. Ψύλλος, Δ. 1989, Ραβάνης, Κ. 1991).

Παρατηρείται δηλαδή, μια διαφοροποίηση του φυσικού και του επιστημονικού συλλογισμού, του τρόπου σκέψης και της παραστατικής λειτουργίας των παιδιών σε σχέση με τα αποδεκτά από την επιστήμη πρότυπα. Ποιοτικός διαχωρισμός παρατηρείται επίσης ανάμεσα στους παραστατικούς μηχανισμούς που το παιδί συγκροτεί στην πορεία της νοητικής του εξέλιξης. Αρχικά εμφανίζονται άμεσες παραστάσεις που τα παιδιά χρησιμοποιούν για μια πρόχειρη εκτίμηση - εξήγηση ενός φαινομένου και έπειτα ρυθμισμένες παραστάσεις, οι οποίες είναι πιο επεξεργασμένες και οδηγούν σε ένα ανώτερο συλλογιστικό σχέδιο δράσης, με βάση όμως τις ήδη προϋπάρχουσες γνώσεις (Giordan, A. 1987, σελ. 94-95). Στο πλαίσιο της ίδιας λειτουργιστικής προοπτικής, η ανίχνευση και περιγραφή των νοητικών παραστάσεων των παιδιών από τη Διδακτική της Φυσικής αποβλέπει στην οργάνωση δραστηριοτήτων για την κατανόηση των φυσικών εννοιών είτε *in vivo* μέσα από διδακτικές πειραματικές παρεμβάσεις, είτε *in vitro* μέσα από πειραματικές κλινικού τύπου προσεγγίσεις και περιγραφές των μηχανισμών που διέπουν τη συγκρότηση και τη λειτουργία τους. Η προσπάθεια συγκρότησης μιας διδακτικής παρέμβασης, συμβατής με τις γνωστικές δυνατότητες των παιδιών, θεωρούμε

ότι προϋποθέτει, πέρα από την επαρκή κατάρτιση από την πλευρά του εκπαιδευτικού στο συγκεκριμένο γνωστικό αντικείμενο, γεγονός που δεν είναι πάντα αυτονόητο (Paramichael, Y. Ravanis, K. 1992) και την ένταξη της προσπάθειας στα πλαίσια μιας θεωρίας μάθησης. Μέσα από την εκούσια ή ακούσια εμπλοκή σε καταστάσεις αλληλεπίδρασης με το φυσικό και κοινωνικό περιβάλλον, τα παιδιά αποκτούν εμπειρίες και διαμορφώνουν παραστάσεις που δεν είναι τίποτε άλλο παρά μοντέλα ερμηνείας του περιβάλλοντος αυτού. Βέβαια, οι παραστάσεις αυτές συνήθως δε μοιάζουν με εκείνες των ενηλίκων, για τους οποίους οι φυσικές έννοιες και τα φυσικά φαινόμενα "δείχνουν" αυτονόητα, αφού διεξάγονται σε ένα "γνωστό" για αυτούς κόσμο, τον οποίο τα παιδιά μέσα από τη δραστηριότητά τους προσπαθούν να ανακαλύψουν και να κατακτήσουν. Προκύπτει λοιπόν η ανάγκη ανίχνευσης των νοητικών παραστάσεων των παιδιών, αν θέλουμε να απαντήσουμε στα ερωτήματά τους, ερωτήματα του τύπου "πώς έγινε;", "τι συνέβη;" (Crahay, M. Delhaxhe, A. 1988 σελ.7-11) και "γιατί;", βοηθώντας τα έτσι στην οικοδόμηση της επιστημονικής τους γνώσης. Από τη στιγμή που ο παιδαγωγός γνωρίζει τις παραστάσεις των παιδιών, μπορεί να διαμορφώσει μια διδακτική πρόταση στην προσπάθειά του να απαντήσει στα ερωτήματα "τί μπορεί να μάθει το παιδί;" και "πώς θα διευκολυνθεί η μάθηση αυτή;".



Η δική μας προσπάθεια στράφηκε προς το πρόβλημα της κατανόησης της αλλαγής φάσης ενός στερεού ή υγρού υλικού. Η κατάσταση στην οποία βρίσκεται ένα υλικό, δηλαδή η στερεά, υγρή ή αέρια μορφή του είναι αποτέλεσμα των δυνάμεων αλληλεπίδρασης μεταξύ των δομικών του λίθων. Η

αλλαγή της κατάστασης ενός υλικού το οποίο βρίσκεται σε μία δεδομένη μορφή στις φυσικές συνθήκες, εξαρτάται από τη μετατροπή των τιμών διαφόρων φυσικών μεταβλητών του περιβάλλοντος. Στη σχετική βιβλιογραφία δεν υπάρχουν αναφορές για τη νοητική οικοδόμηση εννοιών που σχετίζονται με τη θερμότητα στην προσχολική ηλικία, με εξαίρεση κάποια παιδαγωγικά έργα τα οποία και θα παρουσιάσουμε. Από την άποψη αυτή η εργασία μας φαίνεται ότι τείνει να ανιχνεύσει μια νέα ερευνητική περιοχή.

Με βάση τους J. Piaget και R. Garcia (1971, σελ. 40-43), τα παιδιά στην προσχολική ηλικία δεν αναγνωρίζουν ότι όταν ένα υλικό αλλάξει φάση παραμένει το ίδιο από άποψη σύστασης. Έτσι μέχρι τα 6 περίπου χρόνια, όταν μια πούδρα περνά στην υγρή κατάσταση ή ένα κερί λιώνει με παροχή θερμότητας, δεν αποτελούνται από το ίδιο υλικό μετά την τήξη. Για τη μελέτη της μετάβασης από την υγρή στην αέρια φάση χρησιμοποιήθηκαν δύο διαφανή δοχεία των οποίων τα στόμια συνδέονται με ένα γυάλινο σωλήνα. Στο ένα δοχείο τοποθετήθηκε αιθέρας ο οποίος εξαερώνεται γρήγορα και με μορφή αόρατου αερίου συγκεντρώνεται στο άλλο δοχείο μέσα στο οποίο υγροποιείται και πάλι. Μέχρι τα έξη χρόνια, αν και τα παιδιά βλέπουν ότι στον ένα σωλήνα το υγρό λιγοστεύει και στον άλλον αυξάνει, δεν δέχονται ότι γίνεται μεταφορά της ύλης. Πιστεύουν ότι είναι νερό που έρχεται απ' έξω, παρ' ότι το σύστημα είναι εμφανώς αποκλεισμένο από το περιβάλλον του. Μόνο μετά τα δέκα χρόνια τα παιδιά δέχονται την ταυτότητα της ύλης και στις δύο καταστάσεις του υλικού.

Σε άλλες σχετικές έρευνες με παιδιά ηλικιών 10-15 ετών, εξετάζονται συχνά ειδικές πλευρές του φαινομένου της αλλαγής φάσης. Έτσι κάποιες έρευνες στράφηκαν προς τις ερμηνείες που δίνουν τα παιδιά στο ζήτημα της κατανόησης της σταθερότητας της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια της αλλαγής κατάστασης (Andersson, B. 1979, Erickson, G. 1979, Erickson, G. Tiberghien, A. 1985). Σε άλλες προσπάθειες αναζητήθηκαν οι συσχετίσεις των μεταβολών κατάστασης υλικών σε συνθήκες με τις οποίες δεν είναι εξοικειωμένοι οι μαθητές (Tiberghien, A. Barboux, M. 1983, Ραβάνης, Κ. 1988). Τα ερευνητικά δεδομένα λοιπόν συγκλίνουν στις δυσκολίες που παρουσιάζει η κατανόηση των μεταβολών κατάστασης της ύλης, καθώς αυτές συχνά δεν αναγνωρίζονται ως αλλαγές που οφείλονται κυρίως σε εξωτερικούς παράγοντες αλλά σε αυτόνομες ιδιότητες των σωμάτων. Από τις υπάρχουσες έρευνες, λοιπόν, στις οποίες προαναφερθήκαμε, φαίνεται ότι το πρόβλημα της αλλαγής κατάστασης θεωρείται αρκετά σημαντικό, καθώς καταλαμβάνει σημαντική θέση στις εργασίες για τα φαινόμενα σχετικά με την έννοια της θερμότητας.

Η προσέγγιση την οποία πραγματοποιούμε εμείς βρίσκεται στο πλαίσιο της λειτουργιστικής θεώρησης και εντάσσεται στην προοπτική του μοντέλου της διαμεσολάβησης μέσω της κοινωνιογνωστικής σύγκρουσης, καθώς επιχειρεί να οδηγήσει μέσα από μία διδακτική παρέμβαση σε αποσταθεροποίηση των αυθόρμητων νοητικών παραστάσεων παιδιών προσχολικής ηλικίας για τις μεταβολές κατάστασης της ύλης. Δεν μπορεί βέβαια να θεωρηθεί ως κλασικό πείραμα κοινωνιογνωστικής σύγκρουσης με την έννοια που της δίνουν οι Doise και Mugny, όπως θεωρούμε ότι η πειραματική διαδικασία θα μπορούσε να χαρακτηριστεί συγκρουσιακή, αφού έχει ως σκοπό να αντιπαρατεθεί σε νοητικές παραστάσεις με τελικό στόχο το μετασχηματισμό τους. Άλλωστε πολυάριθμα πειράματα σε αυτή την ερευνητική προοπτική (Doise, W. Mugny, G. 1987), μας επιτρέπουν να διατυπώσουμε σχετικές υποθέσεις και ερευνητικά ερωτήματα. Έτσι, υποθέτουμε ότι παιδιά προσχολικής ηλικίας, τα οποία συμμετείχαν σε πειραματική διδακτική διαδικασία που οδηγούσε σε αποσταθεροποίηση των αρχικών παραστάσεων, κατανοούν τα φαινόμενα της τήξης και της εξαέρωσης, κάνοντας χρήση ενός μοντέλου που προσεγγίζει το επιστημονικό, περισσότερο από παιδιά, τα οποία απλώς παρακολούθησαν πειράματα επίδειξης αλλαγής κατάστασης.

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΚΗ

2.1 Γενικό μεθοδολογικό πλαίσιο

Η έρευνά μας ξεκίνησε με μια διερευνητικού τύπου προσέγγιση (Παπακωνσταντίνου, Π. 1982 σελ. 77-87) για την ανίχνευση των νοητικών παραστάσεων παιδιών προσχολικής ηλικίας, ώστε να προσεγγίσουμε τον τρόπο, με τον οποίο τα νήπια αντιλαμβάνονται τις φυσικές έννοιες της τήξης και της εξαέρωσης. Στη συνέχεια, με τη χρήση ενός "ορθού μαθησιακού προτύπου" δομημένου έτσι ώστε να έρχεται σε σύγκρουση με τις αυθόρμητες νοητικές παραστάσεις των μαθητών, παρουσιάζουμε στα υποκείμενα της πειραματικής ομάδας τα γνωστικά χαρακτηριστικά που αποδίδει στα φαινόμενα της τήξης και της εξαέρωσης το επιστημονικό μοντέλο της Φυσικής, το μοντέλο δηλαδή της Φυσικής που είναι αποδεκτό από την επιστημονική κοινότητα και το οποίο δεν συμπίπτει με τα μοντέλα που χρησιμοποιούν οι μαθητές. Επιλέξαμε τη χρήση ενός ορθού μαθησιακού προτύπου γιατί δεδομένου ότι η προσπάθειά μας εξελίσσεται στα πλαίσια της Διδακτικής της Φυσικής, προσανατολιζόμαστε όχι μόνο προς τη γνωστική λειτουργία και συγκρότηση του

υποκειμένου, αλλά και στη διδακτική αξιοποίηση των ερευνητικών ευρημάτων. Η γνωστική πρόοδος των υποκειμένων επιτυγχάνεται με την εμπλοκή τους σε οργανωμένες πειραματικές διδακτικές παρεμβάσεις, στις οποίες η παρουσία του ενήλικου παίζει σημαντικό ρόλο αφού " ... η αναδιοργάνωση της γνώσης πρέπει να ξεπηδήσει από τις προσπάθειες του δασκάλου να οδηγήσει το παιδί στο να κατασκευάσει το κανονούργιο σχήμα" (Βοσνιάδου, Σ. Brewet, F. 1988, σελ. 42).

Για την ερμηνεία των φαινομένων αυτών εστίασαμε την προσοχή μας στη διερεύνηση και μελέτη των παρακάτω ερωτημάτων:

1. Κατανοείται η μεταβολή ενός στερεού υλικού σε υγρό: α) όταν παρέχεται σε αυτό θερμότητα από τον πειραματιστή και β) όταν το υλικό βρίσκεται σε συνθήκες συνθήκες περιβάλλοντος (φαινόμενο τήξης του πάγου);

2. Κατανοείται η μεταβολή υγρού υλικού σε αέριο με την παροχή θερμότητας (φαινόμενο εξαέρωσης του νερού μέσω βρασμού και εξάτμισης);

Ως εξαέρωση ορίζεται η μετάβαση από την υγρή φάση στην αέρια. Στη συγκεκριμένη μάλιστα περίπτωση πρόκειται για φαινόμενο βρασμού, στο οποίο ο ατμός παράγεται στο εσωτερικό του υγρού υπό μορφή φυσαλλίδων κορεσμένων ατμών του υγρού. Κατά την υγροποίηση έχουμε τη μετάβαση από την αέρια στην υγρή κατάσταση. Αντιστοίχως, ως τήξη εννοούμε τη μετάβαση από τη στερεά στην υγρή κατάσταση (Αλεξόπουλος, Κ. 1962 σελ. 60-70).

Η διεξαγωγή της έρευνας ξεκίνησε με ένα προ-τεστ στα πλαίσια του οποίου χρησιμοποιήσαμε μια κλινική ημικατευθυνόμενη συνέντευξη. Η συνέντευξη περιλάμβανε μια συγκεκριμένη σειρά ερωτήσεων, με τις οποίες μέσα από προβλέψεις, περιγραφές και εξηγήσεις των φαινομένων που μας έδιναν τα υποκείμενα καθώς παρακολουθούσαν κάποιες πειραματικές διαδικασίες, μπορούσαμε να εντοπίσουμε τις αυθόρμητες παραστάσεις τους. Στην προκειμένη περίπτωση η συνέντευξη έγινε σε έναν ειδικά διαμορφωμένο χώρο, ήταν ατομική και ο χρόνος διεξαγωγής της ήταν περίπου 20 λεπτά. Οι συνεντεύξεις όλων των παιδιών μαγνητοφωνήθηκαν και απομαγνητοφωνήθηκαν και στη συνέχεια ακολούθησε ανάλυση και επεξεργασία των κειμένων που προέκυψαν.

Με βάση την ανάλυση των πληροφοριών που πήραμε από τις συνεντεύξεις, σχεδιάσαμε μια πειραματική παρέμβαση διδακτικού χαρακτήρα με στόχο να βοηθήσουμε τα παιδιά να οικοδομήσουν νέες παραστάσεις για τα προς μελέτη φαινόμενα και να τις εφαρμόσουν σε άλλες πειραματικές καταστάσεις, που να επιβεβαιώνουν τη διδακτική αποτελεσματικότητα του ορθού μαθησιακού προτύπου. Η διδακτική παρέμβαση πραγματοποιήθηκε στα μισά

υποκείμενα, που αποτέλεσαν την πειραματική ομάδα, ενώ τα υπόλοιπα συγκρότησαν την ομάδα ελέγχου για τη σύγκριση των αποτελεσμάτων. Μετά από χρονικό διάστημα μιας εβδομάδας, ακολούθησε ένα μετά-τεστ, το οποίο περιλάμβανε τις ίδιες ερωτήσεις με το προ-τεστ, ώστε οι απαντήσεις να είναι άμεσα συγκρίσιμες.

2.2 Υποκείμενα

Τον πληθυσμό της έρευνάς μας αποτέλεσαν παιδιά προσχολικής ηλικίας που φοίτησαν στο νηπιαγωγείο κατά τη σχολική χρονιά 1991-1992. Το δείγμα μας περιελάμβανε 26 νήπια με μέσο όρο ηλικίας 5,4 ετών, που προέρχονταν από την ίδια συνοικία και από τέσσερις διαφορετικές τάξεις του 3ου και 4ου Νηπιαγωγείου Πατρών. Ως προς το φύλο των υποκειμένων, το δείγμα ήταν διχοτομημένο, δηλαδή είχαμε 13 αγόρια και 13 κορίτσια. Πάντως η βιβλιογραφία δεν μας επιτρέπει να υποθέσουμε ότι σε έρευνες που έχουν στόχο να οδηγήσουν σε κοινωνιογνωστική σύγκρουση, η ανεξάρτητη μεταβλητή φύλο έχει κάποια ιδιαίτερη σημασία (Doise, W. Mugny, G. 1987, σελ. 233-235). Αφού λοιπόν εξηγήσαμε στα παιδιά ποιο είναι το "παιχνίδι" που θα τους ζητήσουμε να παίξουν, σχηματίστηκε ένας κατάλογος από όσα υποκείμενα δέχτηκαν πρόθυμα να συνεργαστούν. Από αυτά με τυχαία δειγματοληψία (κλήρωση), συγκροτήσαμε το δείγμα μας. Επίσης με τυχαία δειγματοληψία διαιρέσαμε το δείγμα σε πειραματική ομάδα και ομάδα ελέγχου. Όλα τα υποκείμενα δεν είχαν συμμετοχή σε καμία απολύτως οργανωμένη δραστηριότητα ή διδακτική διαδικασία στα νηπιαγωγεία τους, σχετική, όχι μόνο με την έννοια της αλλαγής κατάστασης, αλλά και με την έννοια της θερμοότητας.

2.3 Πειραματική διαδικασία

Η πειραματική διαδικασία πραγματοποιήθηκε σε τρία επίπεδα με τη διεξαγωγή του προ-τεστ, της πειραματικής - διδακτικής παρέμβασης και του μετά-τεστ. Για τη διαμόρφωση του σχεδίου της συνέντευξης προηγήθηκε προ-έρευνα, στην οποία συμμετείχε περιορισμένος αριθμός υποκειμένων.

2.3.1 Προ-τεστ

Η όλη διαδικασία πραγματοποιήθηκε σε έναν ειδικά διαμορφωμένο ερ-

γαστρεντερικό χώρο που παρείχε τη δυνατότητα απομόνωσης από τα υπόλοιπα νήπια. Περιελάμβανε μια σειρά ερωτήσεων-προβλέψεων για την πειραματική κατάσταση που θα επακολουθούσε. Οι ερωτήσεις έγινε προσπάθεια να διατυπωθούν σε μια γλώσσα κατανοητή από τα παιδιά της ηλικίας αυτής. Προφανώς αποφύγαμε τη χρησιμοποίηση ορολογίας Φυσικής, όπως επίσης αποφύγαμε να δώσουμε άμεσα ή έμμεσα οποιοδήποτε τύπου πληροφορίες σχετικές με την ορθή ερμηνεία των φαινομένων που εξετάζαμε.

Στην πειραματική κατάσταση για το πρόβλημα της τήξης, παρουσιάζαμε στο υποκείμενο δύο μεταλλικά δισκάκια, τα οποία επέτρεπαν τη θέα δυο κομματιών πάγου που τοποθετούσαμε μέσα σε αυτά (ένα στο κάθε δισκάκι) και ένα camping gaz. Στις προβλεπτικές ερωτήσεις που αφορούσαν την κατανόηση της τήξης, τα υποκείμενα εισάγονταν σε μια προβληματική κατάσταση γ.α την οποία ζητούσαμε να εκφράσουν την άποψή τους. Στην προσπάθεια αυτή ενθαρρύνονταν να μιλήσουν ελεύθερα, αφού η όλη συνέντευξη γινόταν στα πλαίσια ενός παιχνιδιού. Οι προβλέψεις που ζητήθηκαν, σχετίζονταν με το αποτέλεσμα που θα προέκυπτε, αν αφήναμε ένα παγάκι μόνο του σε ένα μέρος του δωματίου - ώστε να είναι εμφανές στο νήπιο - και αν θα βάζαμε ένα άλλο παγάκι πάνω στη φωτιά ενός camping gaz, που επίσης υπήρχε εκεί. Αν απαντούσαν σωστά στα παραπάνω δύο ερωτήματα, τους ζητούσαμε προβλεψη για το ποιο παγάκι θα λιώσει πρώτο, όπως επίσης και αιτιολόγηση των απαντήσεών τους.

Στη συνέχεια κάθε υποκείμενο παρακολουθούσε ένα απλό πείραμα επίδειξης, όπου το παγάκι έλιωνε πάνω στη φωτιά και τόσο κατά τη διάρκεια του πειράματος όσο και μετά από αυτό συζητούσαμε τις παρατηρήσεις που έκανε. Με αφορμή το πείραμα ακολουθούσε διάλογος, που επέτρεπε να δούμε αν τα παιδιά έχουν κατανόηση το φαινόμενο της τήξης. Μετά από αυτό στρέψαμε την προσοχή του παιδιού στο άλλο παγάκι που είχαμε αφήσει μόνο του και στο μεταξύ είχε λιώσει. Όταν το υποκείμενο το έβλεπε, σύγκρινε και σχολίαζε τα αποτελέσματα, αναζητώντας τις αιτίες (παράρτημα I).

Η ίδια πορεία προβλέψεων, πειράματος επίδειξης και ερμηνείας των αποτελεσμάτων ακολουθήθηκε και για την ανίχνευση των παραστάσεων που αφορούσαν στο φαινόμενο της εξαέρωσης. Κατά την πειραματική διαδικασία ζεσταίναμε στο μεταλλικό δισκάκι λίγο νερό, ώσπου να εξατμιστεί όλο. Κατά την παρακολούθηση του πειράματος τα νήπια επικεντρώνονταν σε χαρακτηριστικά του φαινομένου και στη συνέχεια προσπαθούσαν να το εξηγήσουν (παράρτημα II). Στο ζήτημα όμως αυτό θα επανέλθουμε.

Τα αποτελέσματα του προ-τεστ για το φαινόμενο της τήξης έδειξαν ότι οι παραστάσεις των παιδιών από την καθημερινή εμπειρία ήταν τέτοιες που

τους επέτρεπαν την κατανόηση του φαινομένου αυτού. Η επίδειξη της απλής πειραματικής κατάστασης που παρακολούθησαν τα παιδιά ήταν ικανή να οδηγήσει στην υπέρβαση των εμποδίων, εκεί όπου υπήρχαν και να κατευθύνει τα παιδιά σε επαρκείς αιτιολογήσεις. Συνεπώς, δε χρειάστηκε να προβούμε σε περαιτέρω διδακτικές ενέργειες, αφού και η παρατήρηση του πειράματος θα μπορούσε να θεωρηθεί ως έμμεση παρέμβαση, δεδομένου ότι με την παρακολούθησή του τα παιδιά επιβεβαίωσαν το αποτέλεσμα της τήξης, τη μεταβολή δηλαδή του στερεού υλικού σε υγρό (τήξη πάγου) και πρότειναν εξηγήσεις, όπου η αιτία της μεταβολής ήταν ορατή (τήξη πάγου με παροχή θερμότητας).

Όσον αφορά το φαινόμενο της εξαέρωσης, τα υποκείμενα μετά την παρακολούθηση του πειράματος έβλεπαν το αποτέλεσμα, ότι δηλαδή το δισκάκι δεν είχε πια νερό, αλλά δεν μπορούσαν να το εξηγήσουν. Για το λόγο αυτό, θεωρήσαμε σκόπιμη την οργάνωση μιας διδακτικής παρέμβασης που να διευκολύνει την κατανόηση του μηχανισμού της εξαέρωσης.

2.3.2 Η διαδικασία της πειραματικής παρέμβασης

Με το πείραμα του προ-τεστ δόθηκε η ευκαιρία στα υποκείμενα να παρακολουθήσουν το "τί γίνεται" κατά το φαινόμενο της εξαέρωσης. Στόχος της πειραματικής μας παρέμβασης ήταν να καταλάβουν τα νήπια το "πώς γίνεται" η εξαέρωση, να κατανοήσουν δηλαδή τη σχέση ανάμεσα στα διάφορα στάδια του βρασμού και στο τελικό αποτέλεσμα της εξάτμισης. Για να μπορέσουμε να ελέγξουμε την αποτελεσματικότητα της διδακτικής μας πρότασης, δημιουργήσαμε συνθήκες γνωστικής αποσταθεροποίησης στα μισά υποκείμενα, τα οποία αποτέλεσαν την πειραματική ομάδα. Τα υπόλοιπα παιδιά, όπως προαναφέραμε, συγκρότησαν την ομάδα ελέγχου. Η διαφορά στη διαδικασία που ακολουθήσαμε για τις δύο ομάδες συνίσταται στο είδος και το επίπεδο της πειραματικής παρέμβασης. Η ομάδα ελέγχου δέχεται την επίδραση μιας εμπειριστικού τύπου διδακτικής διαδικασίας, η οποία βασίζεται στην απλή επίδειξη ενός πειράματος και το διδακτικό σχολιασμό από την πλευρά του εκπαιδευτικού. Πρόκειται για σχολιασμό ο οποίος πραγματοποιήθηκε με βάση το αντικείμενο της διδασκαλίας, χωρίς να λαμβάνονται υπ' όψιν οι νοητικές παραστάσεις των μαθητών για το φαινόμενο της εξαέρωσης. Οι δύο διδακτικές παρεμβάσεις λοιπόν συγκροτούνται με διαφορετικές προοπτικές. Στην μεν πειραματική ομάδα ως εκπαιδευτικό - κοινωνικό περιβάλλον επιχειρήσαμε μια συνειδητή προσπάθεια μετατόπισης των επικεντρώσεων των υποκειμένων, ενώ στην ομάδα ελέγχου παρουσιάσαμε τα

χαρακτηριστικά της κατάστασης. Πρόκειται για δυο λειτουργιστικού χαρακτήρα προοπτικές, οι οποίες εμπνέονται η πρώτη από τις θεωρίες μάθησης της κοινωνικής αλληλεπίδρασης και η δεύτερη από τα εμπειριστικά παιδαγωγικά ρεύματα.

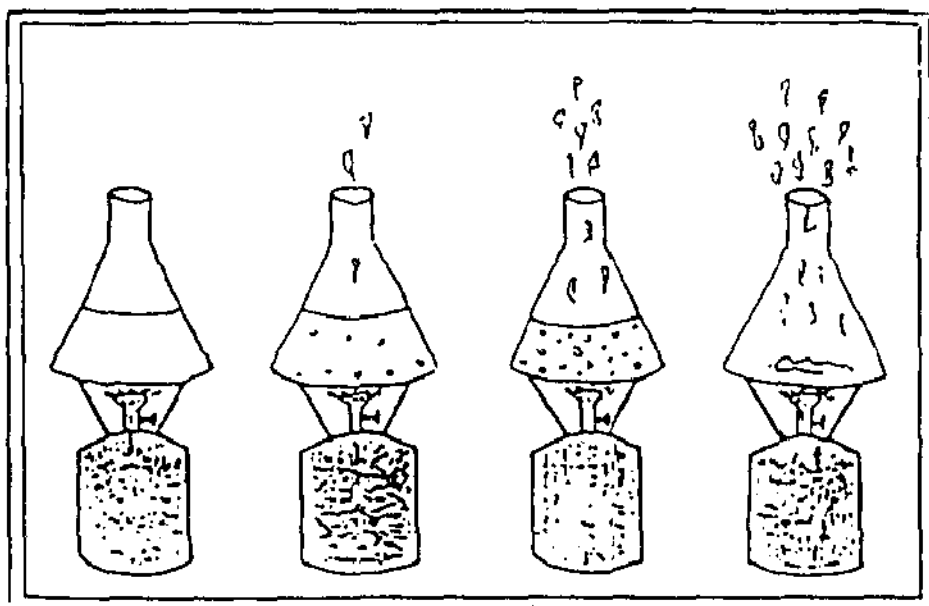
A. Ομάδα ελέγχου

Στα υποκείμενα της ομάδας ελέγχου παρουσιάστηκε, όπως ήδη προαναφέραμε, ένα πείραμα επίδειξης. Τοποθετήσαμε ένα μικρό μεταλλικό δίσκο σε ένα camping gaz και αρχίσαμε να τον θερμαίνουμε. Η θερμοκρασία του νερού αυξάνεται, ενώ μετά από μία δεδομένη στιγμή, εμφανίζονται φυσαλλίδες από το εσωτερικό μέχρι την επιφάνεια του νερού και αρχίζουν να βγαίνουν υδρατμοί. Με το σχολιασμό μας κατά τη διάρκεια της παρακολούθησης του πειράματος, επιχειρούμε να οδηγήσουμε την προσοχή των παιδιών στα ορατά αυτά χαρακτηριστικά της πειραματικής κατάστασης, χωρίς όμως να προσφέρουμε εμείς ένα επεξηγηματικό πρότυπο που αντιτίθεται στη σκέψη ή τις επικεντρώσεις τους. Στην ομάδα ελέγχου δεν παρουσιάσαμε κανένα άλλο πείραμα, γιατί το πείραμα αυτό της εξαέρωσης έδινε όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για έναν ενδεχόμενο μετασχηματισμό των αυθόρμητων παραστάσεων των παιδιών. Γιατί, από την άποψη της δυνατότητας παρατήρησης, δίνει στα υποκείμενα στοιχεία για την πρόβλεψη του αποτελέσματος της εξαέρωσης, της σύνδεσης των φυσαλλίδων με τον ατμό και τη μετακίνηση του ατμού προς τα πάνω. Θεωρήσαμε επαρκή τα στοιχεία αυτά καθώς ήσαν αρκετά για να οδηγήσουν σε απαντήσεις στα ερευνητικά μας ερωτήματα.

B. Πειραματική ομάδα

Τα υποκείμενα της πειραματικής ομάδας παρακολούθησαν ένα μήνα μετά το προ-τεστ, μια πειραματική διαδικασία η οποία περιλάμβανε: α) Την παρουσίαση και το σχολιασμό μιας σειράς εικόνων με τις διαδοχικές φάσεις του φαινομένου της εξαέρωσης. β) Την παρακολούθηση και το σχολιασμό της διαδικασίας εξαέρωσης και υγροποίησης σε μια απλή συσκευή απόσταξης. Η πειραματική διαδικασία ήταν εξατομικευμένη, έτσι ώστε να αποφυγούμε, όσο αυτό ήταν δυνατόν, την επίδραση εξωτερικών παραγόντων, όπως η απόσπαση της προσοχής κάθε υποκειμένου ή η αλληλεπίδραση μεταξύ τους. Κατ' αρχήν, λοιπόν, δείχναμε στο υποκείμενο τις εικόνες και

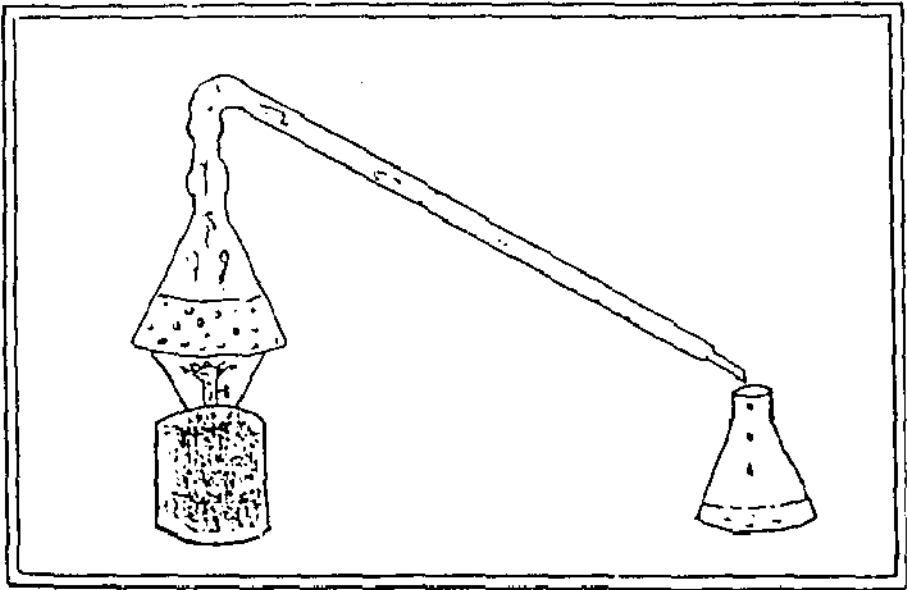
του ζητούσαμε να μας πει τι έβλεπε σε αυτές, υποβοηθώντας το όπου δυσκολευόταν και επιστώντας την προσοχή του σε σημεία που θεωρούσαμε καίρια για την κατανόηση και ερμηνεία του φαινομένου. Έτσι το οδηγούσαμε σε επικεντρώσεις στο σχηματισμό των φυσαλλίδων, στην άνοδό τους προς την επιφάνεια του νερού, στο σχηματισμό του ατμού και την παράλληλη ελάττωση της ποσότητας του νερού, στην κατεύθυνση του ατμού "προς τα πάνω". Μετά την απόπειρα αυτή μετατόπισης των επικεντρώσεων των παιδιών τα προτρέπαμε να μας διηγηθούν μόνο τους "την ιστορία του νερού που έφυγε" (Σχ. 2).



Σχήμα 2

Στη συνέχεια θέταμε σε λειτουργία τη συσκευή απόσταξης. Τα παιδιά παρακολουθούσαν το νερό που ζεσταινόταν και τα ωθούσαμε προς επικεντρώσεις στα χαρακτηριστικά του βρασμού και της εξάτμισης (φυσαλλίδες και υδρατμούς). Συγκεκριμένα, κάθε υποκείμενο παρακολουθούσε το νερό που, καθώς ζεσταινόταν, έβγαζε φυσαλλίδες και καπνό, ο οποίος έπειτα "ταξίδευε" μέσα από ένα σωλήνα για να καταλήξει σε ένα άλλο δοχείο, όπου και γινόταν πάλι υγρό. Η συσκευή (τα δοχεία και ο σωλήνας) ήταν γυάλινη

και διαφανής, ώστε να επιτρέπει στα παιδιά να βλέπουν τη διαδικασία εξαέρωσης-υγροποίησης. Η διαδικασία της υγροποίησης είναι φανερό ότι δεν ήταν στους στόχους της διδακτικής μας παρέμβασης. Θεωρήσαμε όμως ότι η παρατήρηση του στοιχειώδους αυτού κύκλου του νερού (υγρό-αέριο-υγρό), θα οδηγούσε ενδεχομένως σε μια καλύτερη νοητική συσχέτιση υδρατμών και νερού (Σχ. 3).



Σχήμα 3

2.3.3 Το μετά-τεστ

Ο έλεγχος των αποτελεσμάτων της διδακτικής μας πρότασης έγινε μια εβδομάδα μετά την πειραματική παρέμβαση. Για τους λόγους που προαναφέραμε, το μετα-τεστ αφορούσε μόνο στο ζήτημα της εξαέρωσης και πραγματοποιήθηκε σε όλα τα υποκείμενα του δείγματος της έρευνας. Ακολουθήσαμε την ίδια πορεία με το προ-τεστ, δηλαδή έγιναν οι συνεντεύξεις με τις ίδιες ερωτήσεις προβλεπτικού και επεξηγηματικού χαρακτήρα και με την ταυτόχρονη παρουσίαση του ίδιου πειράματος.

2.4 Κριτήρια αξιολόγησης

Οι επικεντρώσεις, στις οποίες οδηγήθηκαν τα παιδιά, θεωρήσαμε ότι δημιουργούσαν συνθήκες γνωστικού μετασχηματισμού, μετάβαση δηλαδή από το πρότυπο των αυθόρμητων νοητικών τους παραστάσεων προς το "ορθό" μαθησιακό πρότυπο που τους προτείναμε. Με τη διαμεσολάβηση του πειραματιστή τα παιδιά οδηγούνταν σταδιακά στην αποσταθεροποίηση των αρχικών τους παραστάσεων και την αναδιοργάνωση των απαντήσεων που είχαν δώσει στο προ-τεστ μέσω της επανεξέτασης και επεξεργασίας των νέων στοιχείων που τους πρόσφερε η πειραματική διαδικασία. Κατά το προ-τεστ λοιπόν, στις απαντήσεις των παιδιών δεν προβλέπεται το αποτέλεσμα της συνεχούς θέρμανσης του νερού, δεν προσδιορίζεται η πορεία του νερού που δεν υπάρχει πια στο δοχείο και δεν περιγράφεται η διαδικασία της εξαέρωσης. Έτσι, αν ως στασιμότητα κατά το μετά-τεστ ορίζουμε την εμμονή σε τέτοιου τύπου απαντήσεις, ως πρόοδο θεωρούμε τη μετάβαση σε απαντήσεις στις οποίες προβλέπεται η εξαέρωση ως αποτέλεσμα της παροχής θερμότητας, η αναγνώριση του "πού πηγαίνει το νερό" και η περιγραφική προσέγγιση του μηχανισμού της εξαέρωσης.

2.5 Επιχειρησιακές υποθέσεις

Για τη διαπίστωση της προόδου ή της στασιμότητας στην κατανόηση του φαινομένου της εξαέρωσης διατυπώσαμε τρεις επιχειρησιακές υποθέσεις. Η σύγκριση των απαντήσεων των παιδιών, που δίνονται με βάση τις αυθόρμητες παραστάσεις τους, κατά το προ-τεστ, με τις απαντήσεις που δίνουν κατά το μετά-τεστ, θα μας οδηγήσουν στον έλεγχο της επιβεβαίωσης ή της διάψευσης των υποθέσεων αυτών. Οι επιχειρησιακές μας υποθέσεις είναι:

Παιδιά προσχολικής ηλικίας, που συμμετείχαν στην πειραματική διδακτική διαδικασία, η οποία οδηγούσε σε αποσταθεροποίηση των αρχικών παραστάσεων, θα είναι σε θέση:

- 1) να προβλέψουν το αποτέλεσμα της εξαέρωσης,
- 2) να αναγνωρίσουν το "πού θα πάει το νερό";,
- 3) να εξηγήσουν το μηχανισμό της εξαέρωσης,

κάνοντας χρήση ενός μοντέλου που προσεγγίζει το επιστημονικό, περισσότερο από παιδιά, τα οποία απλώς παρακολούθησαν πείραμα απλής επίδειξης του φαινομένου.

3. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Η παρουσίαση και ανάλυση των αποτελεσμάτων περιλαμβάνει αρχικά την περιγραφή των αυθόρμητων παραστάσεων που ανιχνεύθηκαν με τη διαδικασία του προ-τεστ στα υποκείμενα του δείγματος, καθώς και των παραστάσεων που διαμόρφωσαν τα υποκείμενα αυτά μετά την παρακολούθηση της πειραματικής παρέμβασης, παραστάσεις οι οποίες παρουσιάζονται στο μετά-τεστ. Στη συνέχεια ακολουθεί σύγκριση των αποτελεσμάτων του προ-τεστ και του μετά-τεστ. Για τον έλεγχο της προόδου ή της στασιμότητας των υποκειμένων χρησιμοποιούμε το στατιστικό τεστ Mann-Whitney γιατί τα δεδομένα μας περιλαμβάνουν μετρήσεις σε ιεραρχική κλίμακα μιας δίτιμης μεταβλητής (Siegel, S. 1956). Τις διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων θεωρούμε σημαντικές σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 0.05.

3.1 Αλλαγή κατάστασης της ύλης στερεού υλικού σε υγρό (τήξη)

Για την εξέταση του φαινομένου της τήξης θέσαμε μια σειρά ερωτήσεων. Κατ' αρχήν στην πρόβλεψη ζητήθηκε από τα παιδιά να απαντήσουν στην εξής ερώτηση: "Αν αφήσω αυτό το παγάκι μόνο του, τι θα κάνει;" Τα 23 υποκείμενα απάντησαν ότι θα λιώσει και μόνο ένα ήταν εκείνο που είπε ότι δεν θα λιώσει, ενώ τα άλλα δύο απάντησαν ότι δεν ήξεραν (Πίν. 1). Από το γεγονός αυτό μπορούμε να θεωρήσουμε ότι τα παιδιά από την καθημερινή τους εμπειρία είχαν διαμορφώσει παραστάσεις που τους επέτρεπαν την πρόβλεψη του αποτελέσματος της τήξης του πάγου σε κανονικές συνθήκες περιβάλλοντος.

Ωστόσο στην ερώτηση "τι θα κάνει το παγάκι, αν το βάλω πάνω στη φωτιά;", επειδή ενδεχομένως δεν είχαν προηγούμενες εμπειρίες, δεν ήταν για τα παιδιά αυτονόητο ότι το παγάκι θα λιώσει. Έτσι πήραμε απαντήσεις του τύπου "θα καεί, θα μαυρίσει, θα σπάσει, δε θα λιώσει, δεν ξέρω". Πολλά υποκείμενα έδωσαν αντιτιθέμενες απαντήσεις, μεταξύ άλλων και τη σωστή, πράγμα που δείχνει αβεβαιότητα για την έκβαση του πειράματος. Σωστές απαντήσεις έδωσαν 17 υποκείμενα, από τα οποία τα 4 έδωσαν κι άλλη απάντηση (Πίν. 2). Σε όσα υποκείμενα απαντούσαν σωστά στις δύο παραπάνω ερωτήσεις τους θέσαμε το ερώτημα "ποιο παγάκι θα λιώσει πρώτο;". Από τα 17 υποκείμενα που ρωτήθηκαν, τα 13 απάντησαν σωστά (πρώτο θα λιώσει το παγάκι στη φωτιά) και τα υπόλοιπα 4 λάθος (το παγάκι που αφήνουμε μόνο του).

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: Προβλέψεις των υποκειμένων του δείγματος για το φαινόμενο της τήξης του πάγου, στην περίπτωση που αυτός λιώνει με την επίδραση του περιβάλλοντος.

Θα λιώσει	23
Δεν θα λιώσει	1
Δεν ξέρω	2

ΠΙΝΑΚΑΣ 2: Προβλέψεις των υποκειμένων του δείγματος για το φαινόμενο της τήξης του πάγου, στην περίπτωση που αυτός λιώνει με την παροχή θερμότητας.

Θα λιώσει	12
Δεν θα λιώσει (θα καεί, θα μαυρίσει, θα σπάσει)	7
Ταυτόχρονες απαντήσεις (και στις δύο πιο πάνω κατηγορίες)	4
Δεν ξέρω	3

Μετά την παρακολούθηση του πειράματος και τα υποκείμενα αυτά που είχαν απαντήσει λανθασμένα, αναγνώρισαν τη σωστή απάντηση. Στη συνέχεια ζητήθηκε από όλα τα υποκείμενα του δείγματος αιτιολόγηση του αποτελέσματος και για τις δύο περιπτώσεις. Στην περίπτωση που το παγάκι έλιωσε με την παροχή θερμότητας, 14 υποκείμενα αναγνώρισαν και ερμήνευσαν τη θερμότητα αυτή ως αιτία, ενώ τρία υποκείμενα αναφέρθηκαν στη φωτιά, χωρίς περαιτέρω εξηγήσεις. Τα άλλα 9 υποκείμενα δεν προχώρησαν σε αιτιολογήσεις (Πίν. 3). Στη δεύτερη περίπτωση που το παγάκι έλιωσε "μόνο του", λόγω της θερμότητας από το περιβάλλον, οι αιτιολογήσεις κατάταχθηκαν σε τέσσερεις κατηγορίες. Στην πρώτη κατηγορία 7 υποκείμενα αναγνώρισαν ως αιτία τη θερμική κατάσταση του περιβάλλοντος ("ακτίνες

ήλου", "ζέστη δωματίου"), στη δεύτερη κατηγορία 6 υποκείμενα έδιναν φαινομενολογικοί τύπου απαντήσεις ("έλλειψη ψυγείου", "ύπαρξη νερού"), στην τρίτη κατηγορία είχαμε 4 απαντήσεις μαγικοφαινομενιστικού τύπου ("άνοξε ένα πορτάκι κι έφυγε το νερό από μέσα του") και στην τέταρτη έχουμε 9 υποκείμενα που δεν αιτιολόγησαν την τήξη του πάγου (Πίν. 4).

ΠΙΝΑΚΑΣ 3: Αιτιολόγηση των υποκειμένων του δείγματος για το φαινόμενο της τήξης του πάγου, στην περίπτωση που αυτός λιώνει με την επίδραση του περιβάλλοντος

Πηγή θερμότητας (ακτίνες ήλιου, ζέστη δωματίου)	7
Περιβάλλον φαινομενολογικού τύπου (έλλειψη ψυγείου, ύπαρξη νερού)	6
Απαντήσεις μαγικοφαινομενιστικού τύπου κ.ά.	4
Δεν ξέρω	9

ΠΙΝΑΚΑΣ 4: Αιτιολόγηση των υποκειμένων του δείγματος για το φαινόμενο της τήξης του πάγου, στην περίπτωση που αυτός λιώνει με την παροχή θερμότητας.

Ζέστη	14
Φατιά γενικά	3
Δεν ξέρω	9

Από τα αποτελέσματα που προηγήθηκαν προκύπτει ότι τα υποκείμενα του δείγματος κατανοούν σε γενικές γραμμές το φαινόμενο της τήξης του πάγου, ενός φαινομένου το οποίο προέρχεται από τον καθημερινό κύκλο εμπειριών τους.

3.2 Αλλαγή κατάστασης της ύλης υγρού υλικού σε αέριο (εξαέρωση)

Κατά τη διάρκεια του προ-τεστ δύο υποκείμενα του δείγματος (Y1, Y18) έδωσαν σωστή απάντηση και εξήγησαν το φαινόμενο της εξαέρωσης. Έτσι, όπως ήταν φυσικό, τα υποκείμενα αυτά αποκλείστηκαν και απέμειναν 24 υποκείμενα.

3.2.1. Επιχειρησιακή υπόθεση: Πρόβλεψη για την εξαέρωση του νερού

Στην ερώτηση "τι θα κάνει το νερό στο τέλος, αν συνεχίσω να το ζεσταίνω για πολλή ώρα;" που θέσαμε στα υποκείμενα, πήραμε κατά το προ-τεστ απαντήσεις τριών κατηγοριών: μιας που προερχόταν από την καθημερινή εμπειρία ("θα καεί πολύ", "θα βράσει", "θα φουσκώσει και θα χυθεί"), μιας άλλης στην οποία κατατάχθηκαν τα υποκείμενα που δήλωσαν άγνοια και μιας κατηγορίας με σωστές απαντήσεις. Η ερώτηση, όπως διατυπώθηκε παραπάνω, είναι η κατάληξη σταδιακών ερωτήσεων με αφετηρία την ερώτηση "τι θα κάνει το νερό, αν το βάλω πάνω στη φωτιά;". Ως σωστή θεωρήσαμε την απάντηση "το νερό θα τελειώσει". Οι απαντήσεις των υποκειμένων παρουσιάζονται στον πίνακα 5.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5: Προβλέψεις της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου για την εξαέρωση του νερού κατά το προ-τεστ και το μετά-τεστ.

	Προ-τεστ		Μετά-τεστ	
	Π.Ο	Ο.Ε	Π.Ο	Ο.Ε
Καθημερινή εμπειρία	7	6	1	0
Σωστή απάντηση	2	0	10	9
Δεν ξέρω	3	6	1	3

	Προ-τεστ	Μετά-τεστ
	Π.Ο	Ο.Ε
Πρόοδος	8	9
Στασιμότητα	4	3

Αποτέλεσμα Mann-Whitney $p = 0,6227$

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά στις απαντήσεις των υποκειμένων της πειραματικής ομάδας και ομάδας ελέγχου μεταξύ προ-τεστ και μετά-τεστ στο ζήτημα της πρόβλεψης της εξαέρωσης, πράγμα που σημαίνει ότι η υπόθεσή μας δεν επαληθεύεται ($p < 0.7$). Από τον εμπειρικό μας έλεγχο, γίνεται σαφές ότι τόσο τα υποκείμενα της πειραματικής ομάδας όσο και τα υποκείμενα της ομάδας ελέγχου, κατά το μετά-τεστ έχουν συγκροτήσει, για το αποτέλεσμα της παροχής θερμότητας στο νερό, νοητικές παραστάσεις συμβατές με τα επιστημονικά πρότυπα. Έτσι κατά το μετά-τεστ τα περισσότερα υποκείμενα και των δύο ομάδων μπόρεσαν να προβλέψουν το "τι θα γίνει το νερό" και οι απαντήσεις που έδιναν δεν διέφεραν ούτε από ποιοτική άποψη. Η πρόοδος των απαντήσεων λοιπόν, δεν μπορεί να αποδοθεί στη διδακτική μας παρέμβαση. Φαίνεται ότι σημαντική επίδραση στο γνωστικό μετασχηματισμό άσκησε στα παιδιά και των δύο ομάδων η απλή επίδειξη του πειράματος της εξαέρωσης, την οποία παρακολούθησαν κατά το προ-τεστ. Αυτό βεβαίως στην πραγματικότητα ακυρώνει την πρόθεσή μας για συγκρουσιακή παρέμβαση, εφόσον εκ των υστέρων αποδεικνύεται ότι μια τέτοια προσπάθεια δεν ήταν απαραίτητη για την αποσταθεροποίηση των αυθόρμητων νοητικών παραστάσεων των παιδιών. Ωστόσο η διατύπωση της σχετικής επιχειρησιακής υπόθεσης ήταν υποχρεωτική για το σχεδιασμό μας, γιατί μόνο έτσι θα μπορούσαμε να οδηγηθούμε στην εμπειρική επιβεβαίωση της αποτελεσματικότητας της πειραματικής μας παρέμβασης, έναντι της απλής πειραματικής επίδειξης.

3.2.2. Επιχειρησιακή υπόθεση: αναγνώριση του "πού πηγαίνει το νερό"

Στην ερώτηση "πού πήγε το νερό;", οι απαντήσεις των υποκειμένων κατανέμονται σε τέσσερις κατηγορίες: επικεντρώσεις στην πειραματική διάταξη (το νερό πήγε στη φιάλη του γκαζιού ή στο δισκάκι), επικεντρώσεις στον περιβάλλοντα χώρο (στο χώμα, χάθηκε, πουθενά), σωστή απάντηση και άλλες απαντήσεις στις οποίες δηλώνεται άγνοια. Ο αριθμός των υποκειμένων που απάντησαν σε αυτές φαίνεται στον πίνακα 6.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6: Απαντήσεις της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου στην ερώτηση "πού πήγε το νερό;" κατά το προ-τεστ και το μετά-τεστ

	Προ-τεστ		Μετά-τεστ	
	Π.Ο	Ο.Ε	Π.Ο	Ο.Ε
Επικεντρώσεις πειρ. διάταξη	8	8	0	7
Επικεντρώσεις περιβαλ. χώρο	2	1	0	1
Σωστή απάντηση	1	0	12	0
Δεν ξέρω	1	3	0	4

	Προ-τεστ	Μετά-τεστ
	Π.Ο	Ο.Ε
Πρόοδος	11	0
Στασιμότητα	1	12

Αποτέλεσμα Mann-Whitney $p = 0,000$

Για τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων και λόγω του ότι το τεστ Mann-Whitney που χρησιμοποιήσαμε, ιεραρχεί τις μετρήσεις με βάση μια δίτιμη μεταβλητή που παίρνει τις τιμές σωστό-λάθος, κωδικοποιήσαμε ως "σωστό" τη σωστή απάντηση και ως "λάθος" τις απαντήσεις στις άλλες τρεις κατηγορίες και συγκρίνοντας τις απαντήσεις των υποκειμένων διακρίναμε την πρόοδο ή τη στασιμότητά τους. Τα αποτελέσματα της σύγκρισης μεταξύ των απαντήσεων του προ-τεστ και του μετά-τεστ των παιδιών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου δείχνουν ότι η επιχειρησιακή μας υπόθεση επιβεβαιώνεται, εφόσον οι απαντήσεις της πειραματικής ομάδας παρουσιάζουν διαφορά στατιστικώς σημαντική σε σχέση με τις απαντήσεις της ομάδας ελέγχου στο ζήτημα της αναγνώρισης του "πού πηγαίνει το νερό" ($p < 0,01$). Μπορούμε επομένως να ισχυριστούμε ότι η διαφορά αυτή οφείλεται στην παρακολούθηση της διδακτικής πειραματικής παρέμβασης, στη διάρκεια της οποίας παρουσιάστηκε στα υποκείμενα της πειραματικής ομάδας το "ορθό" μαθησιακό πρότυπο.

3.3.3. Επιχειρησιακή υπόθεση: εξήγηση του μηχανισμού της εξαέρωσης

Η εξήγηση του φαινομένου της εξαέρωσης είναι άμεσα συνδεδεμένη με την απάντηση που έδωσαν τα υποκείμενα στην προηγούμενη ερώτηση "πού πήγε το νερό;". Τα υποκείμενα της πειραματικής ομάδας, τα οποία είχαν παρακολουθήσει την πειραματική παρέμβαση, ήταν τα μόνα που κατά το μετά-τεστ απάντησαν σωστά στην ερώτηση "πού", και μετά είχαν τη δυνατότητα να εξηγήσουν το "πώς πήγε εκεί το νερό;". Τα υποκείμενα της ομάδας ελέγχου που προσπάθησαν να εξηγήσουν το "πού πήγε το νερό;" με επικεντρώσεις στην πειραματική διάταξη και τον περιβάλλοντα χώρο, ακολουθήσαν ανάλογη ερμηνεία για το μηχανισμό της εξαέρωσης. Οι ερμηνείες των υποκειμένων αυτών έχουν περιγραφικό κυρίως χαρακτήρα και κυριαρχούνται από επικεντρώσεις στα χαρακτηριστικά της πειραματικής διάταξης. Π.χ. "Το ρούφηξε το δισκάκι" (Y16), "μέσα από τις τρύπες του γκαζιού" (Y9). Όλες αυτές τις απαντήσεις τις κατατάξαμε στην κατηγορία των λανθασμένων απαντήσεων (Πίν. 7).

ΠΙΝΑΚΑΣ 7: Εξηγήσεις της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου του μηχανισμού της εξαέρωσης κατά το προ-τεστ και το μετά-τεστ.

	Προ-τεστ		Μετά-τεστ	
	Π.Ο	Ο.Ε	Π.Ο	Ο.Ε
Σωστό	0	0	11	0
Λάθος	12	12	1	12

	Προ-τεστ	Μετά-τεστ
	Π.Ο	Ο.Ε
Πρόσδος	11	0
Στασιμότητα	1	12

Αποτέλεσμα Mann-Whitney $p = 0,000$

Και αυτή η επιχειρησιακή μας υπόθεση επιβεβαιώνεται, αφού οι διαφορές απαντήσεων στο θέμα της εξήγησης του μηχανισμού της εξαέρωσης μεταξύ προ-τεστ και μετά-τεστ στην πειραματική ομάδα και την ομάδα

ελέγχου είναι στατιστικώς σημαντικές ($p < 0.01$). Η πρόοδος της πειραματικής ομάδας φαίνεται επίσης και από το γεγονός ότι κατά τη διάρκεια της παρακολούθησης του απλού πειράματος της εξαέρωσης στο μετά-τεστ, τα υποκείμενα παρουσίασαν επικεντρώσεις, πέρα από τις φυσαλλίδες, στις οποίες επικεντρώθηκαν και τα υποκείμενα της ομάδας ελέγχου, και στους υδρατμούς. Δηλαδή αναγνώρισαν ότι προέρχονται από το νερό, δίνοντας έτσι τη σωστή ερμηνεία για το πως ανεβαίνει "ψηλά" το νερό και όχι από τη φωτιά, όπως μας είπαν όσα από τα υποκείμενα της ομάδας ελέγχου επικεντρώθηκαν σε αυτούς.

ΠΙΝΑΚΑΣ 8: Επικεντρώσεις της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου κατά το προ-τεστ και το μετά-τεστ στο πείραμα της εξαέρωσης

Επικεντρώσεις	Προ-τεστ		Μετά-τεστ	
	Π.Ο	Ο.Ε	Π.Ο	Ο.Ε
Φυσαλλίδες	12	11	12	8
Καπνός από νερό	2	2	11	0
Καπνός από φωτιά	4	1	0	2
Καμία επικέντρωση	0	1	0	4

Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι τα υποκείμενα του δείγματος στο προ-τεστ επικεντρώνονταν στις φυσαλλίδες, αλλά όσον αφορά τον καπνό δεν επικεντρώνονταν όλα και όσα το έκαναν, δεν τον συσχέτιζαν με το φαινόμενο της εξαέρωσης. Στόχος λοιπόν της πειραματικής μας παρέμβασης για την κατανόηση του μηχανισμού της εξαέρωσης, ήταν να χρησιμοποιήσουμε τις επικεντρώσεις αυτές ως σταθερά σημεία αναφοράς για τη σταδιακή ερμηνεία του φαινομένου.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η επαλήθευση των, δύο από τις τρεις, επιχειρησιακών μας υποθέσεων, δείχνει ότι τα υποκείμενα της πειραματικής ομάδας που συμμετείχαν σε καταστάσεις γνωστικής αποσταθεροποίησης και παρακολούθησαν την παρουσίαση του "ορθού" μαθησιακού προτύπου, αναγνώρισαν την πορεία του

νερού και εξήγησαν επαρκώς την εξαέρωσή του. Το γεγονός αυτό θα μπορούσε να ερμηνευθεί ως επιτυχία της πειραματικής παρέμβασης, δεδομένου ότι φαίνεται πως βοήθησε τα υποκείμενα της πειραματικής ομάδας στο να διαμορφώσουν παραστάσεις συμβατές με το επιστημονικό πρότυπο και αναδιοργανώνοντας τις νοητικές τους παραστάσεις να προσδεύσουν, σε αντίθεση με τα παιδιά της ομάδας ελέγχου, που να μην μπόρεσαν να περιγράψουν το αποτέλεσμα της εξαέρωσης, αλλά όχι και την ερμηνεία του μηχανισμού της. Μέσα από την έρευνα αυτή, επιχειρήσαμε να δείξουμε το ρόλο της κοινωνικής αλληλεπίδρασης στη γνωστική πρόοδο παιδιών προσχολικής ηλικίας, όταν αυτά συμμετέχουν σε οργανωμένες διδακτικές δραστηριότητες για την κατανόηση της αλλαγής της κατάστασης της ύλης (φαινόμενα τήξης και εξαέρωσης). Παρουσιάζουμε λοιπόν μερικά από τα πιο ουσιαστικά ζητήματα που απορρέουν από τη μελέτη των αποτελεσμάτων μας και σχετίζονται με τις ερευνητικές μας υποθέσεις γύρω από τα φαινόμενα αυτά.

Η κατανόηση του φαινομένου της εξαέρωσης παρουσιάζει μεγαλύτερες δυσκολίες από την κατανόηση του φαινομένου της τήξης γ.α τα παιδιά της προσχολικής ηλικίας. Συγκεκριμένα η έννοια της τήξης γίνεται πιο προσεγγιστική στην παιδική νόηση, καθώς φαίνεται ότι είναι περισσότερο συνδεδεμένη με την καθημερινή εμπειρία. Ενδεχομένως εδώ, ο ρόλος της εξοικείωσης με το παρατηρούμενο φαινόμενο να διευκολύνει μία λειτουργικού χαρακτήρα πρόσκτησή του, γεγονός που επιβεβαιώνουν οι προβλέψεις, εξηγήσεις και επικεντρώσεις των υποκειμένων του δείγματός μας. Αντίθετα η εξαέρωση ως φαινόμενο που οδηγεί στη χρήση μιας παράστασης η οποία προϋποθέτει την συμπερίληψη και μη παρατηρήσιμων παραμέτρων (π.χ. τον ατμό που διαχεόμενος δεν εμπίπτει στα αντιληπτικά δεδομένα του φαινομένου), απαιτεί μια πιο σύνθετη αντιμετώπιση από την πλευρά της διδακτικής παρέμβασης. Η γενική μας υπόθεση με βάση την οποία η απόπειρα γνωστικής αποσταθεροποίησης στα πλαίσια της κοινωνικής αλληλεπίδρασης μπορεί να συμβάλει στη μετατροπή των διαισθητικών παραστάσεων των νηπίων σε περισσότερο συμβατές με τα πρότυπα της επιστημονικής κοινότητας, επιβεβαιώνεται στην περίπτωση της εξαέρωσης με δεδομένες τις σημαντικές διαφορές που εμφανίστηκαν στις επικεντρώσεις και εξηγήσεις των υποκειμένων της πειραματικής ομάδας σε σχέση με τα υποκείμενα της ομάδας ελέγχου κατά το προ-τεστ και μετά-τεστ, δηλαδή πριν και μετά από την εμπλοκή τους σε διδακτικές πειραματικές παρεμβάσεις.

Ωστόσο, παρά την επαλήθευση της υπόθεσής μας δεν θα ισχυριστούμε ότι τα αποτελέσματα της ερευνητικής αυτής προσπάθειας είναι γενικεύσιμα. Η τήξη και η εξαέρωση ή πιο γενικά η αλλαγή κατάστασης είναι φαινόμενα

πολύπλοκα, η κατανόηση των οποίων όπως φαίνεται από έρευνες με υποκειμένα μεγαλύτερων ηλικιών, δεν επιτυγχάνεται και κυρίως δεν γενικεύεται εύκολα (Tiberghien, A. 1984, Erickson, G. Tiberghien, A. 1985). Οι πειραματικές καταστάσεις τις οποίες χρησιμοποιήσαμε εμείς ήταν κοντά στην καθημερινή εμπειρία και πιστεύουμε πως μπορούν να αποτελέσουν καταστάσεις προκαταρκτικής γνωστικής συγκρότησης και συστηματικής εισαγωγής, δεδομένου μάλιστα ότι απευθύνονται σε παιδιά προσχολικής ηλικίας. Μπορούμε επίσης να ισχυριστούμε ότι η πειραματική μας παρέμβαση επιβεβαιώνει το ρόλο της κοινωνικής αλληλεπίδρασης στη διαδικασία της συγκρότησης λειτουργικών νοητικών παραστάσεων άρα και της μάθησης, αλλά με τρόπο ο οποίος εντάσσεται στην προσπάθεια δημιουργίας διδακτικών μοντέλων που στηρίζονται στις πραγματικές ανάγκες της παιδικής νόησης. Γιατί η παρέμβαση αυτή συγκροτήθηκε όχι γύρω από την εμπειριστικού χαρακτήρα βεβαιότητα για το παιδαγωγικό δέον, αλλά με βάση τη μελέτη των αυθόρμητων παραστάσεων των παιδιών για το μελετώμενο φυσικό φαινόμενο. Η επέκταση της έρευνάς μας και προς άλλες όψεις του φαινομένου της αλλαγής κατάστασης (π.χ. πήξη, υγροποίηση), θα μπορούσε ενδεχομένως να οδηγήσει σε μια ολοκληρωμένη πρόταση για το ζήτημα αυτό, στα πλαίσια ενός προγράμματος για την έννοια της θερμότητας στο επίπεδο της προσχολικής εκπαίδευσης.

Η σημασία της έρευνας αυτής σχετίζεται και με το μικρό αριθμό παρόμοιων ερευνών στην Προσχολική Εκπαίδευση, σε ότι αφορά τη συγκρότηση και ιδιαίτερα τη διδακτική αξιοποίηση των παραστάσεων που έχουν τα νήπια για τις φυσικές έννοιες, στα πλαίσια μιας τέτοιας λειτουργιστικής κατεύθυνσης. Πράγματι, η πιαζετική επιστημολογία έδωσε αξιολογικά δείγματα μελέτης των παραστάσεων φυσικών εννοιών στην προσχολική ηλικία, αλλά με σκοπό την έρευνα για την οικοδόμηση της ανθρώπινης νόησης και όχι τη συγκρότηση διδακτικών παρεμβάσεων (Piaget, J. 1972, Piaget, J. Garcia, R. 1971). Αντίθετα, παρά το ότι για παιδιά μεγαλύτερων ηλικιών οι μελέτες στο πλαίσιο μιας θεώρησης στην οποία εξετάζεται η γνωστική λειτουργία των παραστάσεων των υποκειμένων όταν αυτά καλούνται να εκτελέσουν ένα έργο, είναι πλέον αρκετές (Driver, R. Guesne, E. Tiberghien, A. 1985), για τα παιδιά της προσχολικής ηλικίας, συναντάμε στη διεθνή βιβλιογραφία ελάχιστες ερευνητικές εργασίες. Τέλος, η διδακτική αξιοποίηση των ερευνητικών μας αποτελεσμάτων καθίσταται ιδιαίτερα επίκαιρη, δεδομένου ότι στον τομέα αυτόν η κατάσταση εμφανίζεται προβληματική για όλες τις βαθμίδες, πολύ δε περισσότερο για την Προσχολική Αγωγή.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΣ,Κ. 1962, *Θερμότης*. Αθήνα.
- ANDERSSON,B. 1979. Some aspects of children's understanding of boiling point. *Proceedings of an International Seminar on Cognitive Development Research in Science and Mathematics*, University of Leeds, Leeds.
- ΒΟΣΝΙΑΔΟΥ,Σ. BREWER,F. 1988. Θεωρίες της αναδιοργάνωσης της γνώσης κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης. *Σύγχρονη Εκπαίδευση*, 39, 35-45.
- BAGAKIS,G. 1993. Description and exploitation of the cognitive difficulties for hydrostatic pressure problem solving. *5th EARLI Conference*, 31 August-5 September 1993, Aix en Provence.
- CARON,J. 1983. L'idée de "pensée naturelle": quelques reflexions. *La pensée naturelle*, Groupe de recherche "ontogénèse des processus psychologiques", PUF, Paris, 9-16.
- GRAHAY,M. DELHAXHE,A. 1988. *Agir avec les rouleaux. Agir avec l'eau*. Labor, Bruxelles.
- DOISE,W. MUGNY,G. 1987. *Η κοινωνική ανάπτυξη της νοημοσύνης*. Πατάκης, Αθήνα.
- DRIVER,R. GUESNE,E. TIBERGHIE,N,A. 1985. *Children's ideas in Science*. Open University Press, Milton Keynes - Philadelphia.
- ERICKSON,G. 1979. Children's conceptions of heat and temperature. *Science Education*, 63, 221-230.
- ERICKSON,G. TIBERGHIE,N,A. 1985. Heat and Temperature. *Children's ideas in Science*. Ed. Driver,R. Guesne,E. Tiberghien,A. Open University Press, Milton Keynes - Philadelphia.
- GIORDAN,A. et al. 1987. *L'élève et/ou les connaissances scientifiques*. P. Lang, Berne.
- ΚΑΡΙΩΤΟΓΛΟΥ,Π. ΨΥΛΛΟΣ,Δ. 1989. Οι ιδέες των μαθητών για τα ρευστά και την πίεση, η διδακτική τους εκμετάλλευση. *Α' Πανελλήνιο Συνέδριο Ψυχολογικής Έρευνας: Μάθηση και Εκπαίδευση*. Θεσσαλονίκη.
- ΚΟΛΙΟΠΟΥΛΟΣ,Δ. ΨΥΛΛΟΣ,Δ. 1989. Οι ιδέες των μαθητών σχετικά με την έννοια της ενέργειας και η επίδρασή τους στο σχεδιασμό μιας εισαγωγικής διδασκαλίας στο Γυμνάσιο. *Α' Πανελλήνιο Συνέδριο Ψυχολογικής Έρευνας: Μάθηση και Εκπαίδευση*. Θεσσαλονίκη.
- ΜΠΑΓΑΚΗΣ,Γ. 1991. Επίλυση προβλημάτων: εμπειρική μελέτη στις γνωστι-

κές δυσκολίες των μαθητών/μαθητριών της δευτέρας Γυμνασίου όταν επιλύουν προβλήματα έργου. *Επιθεώρηση Φυσικής*, 20, 22-25.

ΠΑΠΑΜΙΧΑΗΛ,Γ. 1988. *Μάθηση και κοινωνία*. Οδυσσέας, Αθήνα.

ΠΑΠΑΜΙΧΑΗΛ,Γ. 1992. Για μια ριζική αναθεώρηση της εκπαίδευσης των εκπαιδευτικών. *Αξιολόγηση του εκπαιδευτικού έργου*, επιμ. Απ. Ανδρέου, ΟΙΕΛΕ-ΕΟΣΚ, Αθήνα.

PARAMICHAEL,Y. RAVANIS,K. 1992. Représentation du champ magnétique par les enseignants en formation. *Première Biennale de l'education et de la formation. Debats sur les recherches et les innovations*. UNESCO, Paris, 27-30 Avril 1992.

ΠΑΠΑΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ,Π. 1982. *Εισαγωγή στη μεθοδολογία έρευνας των Επιστημών της Αγωγής*. Γιάννενα.

PIAGET,J. 1967. *Biologie et Connaissance*, Gallimard, Paris.

PIAGET,J. 1972. *La représentation du monde chez l'enfant*. PUF, 4ème édition, Paris.

PIAGET,J. GARCIA,R. 1971. *Les explications causales*. PUF, Paris.

PSILLOS,D. ΚΟΥΜΑΡΑΣ,P. VALASSIADES,O. 1987. Pupils representations of electric current before during and after instruction on D.C. circuits. *J. Res. Sc. Techn. Educ.* 5, 2, 185-199.

ΡΑΒΑΝΗΣ,Κ. 1988. Μεταβολές καταστάσεων και θερμική ισορροπία. Προβλήματα κατανόησης και γνωστικά εμπόδια παιδιών 11-12 ετών. *Σύγχρονη Εκπαίδευση*, 39, 83-89.

ΡΑΒΑΝΗΣ,Κ. 1991. Νοητικές παραστάσεις μαθητών της πέμπτης δημοτικού για την έννοια του χρόνου διάδοσης του φωτός. *Επιθεώρηση Φυσικής*, 20, 17-21.

ΡΑΒΑΝΗΣ,Κ. 1992. Οι νοητικές παραστάσεις στη Διδακτική της Φυσικής. *Νέα Παιδεία*, 64, 77-88.

SIEGEL,S. 1956. *Non parametric statistics for the behavioral sciences*. McGraw-Hill, New York.

TIBERGHIE,N,A. BARBOUX,M. 1983. Difficulté de l'acquisition de la notion de température par les élèves de 6ème. *AJIES* 5, 113-126, Chamonix.

TIBERGHIE,N,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. *Recherche en didactique de la Physique: les actes du premier atelier international*, CNRS, 55-74, Paris.

VYGOTSKI, L. 1988. *Σκέψη και γλώσσα*. Γνώση, Αθήνα.

WEIL-BARAIS, A. 1984. L' étude des connaissances des élèves comme préalable à l' action didactique. *Bulletin de Psychologie*, 368, 157-160.

ΨΥΛΛΟΣ, Δ. 1988. Οι επιπτώσεις των ιδεών των μαθητών στο σχεδιασμό της διδακτικής διαδικασίας. *Διεθνές workshop Διδακτικής της Φυσικής*, Ρόδος.

ABSTRACT

This paper refers to the intuitive ideas of preschool children concerning the gasification of water, the melting of pieces of ice and on the change of these ideas through didactical proposals. The study consists in a descriptive stage based on semi-structured interviews in which we focused on predictions, centrations and explanations of the children during the phenomena of gasification and melting. Furthermore, it had an experimental stage based on a didactic proposal aiming to the change of preschool children's intuitive ideas concerning gasification in order to transform them into more compatible with the ones of the scientific community. The didactical proposal was based on the presentation of pictures which showed a sequence of four moments in the phenomenon of water's evaporation out of an open bottle. Additionally, the didactical proposal encompassed the presentation of the phenomenon water's distillation by using a distillation apparatus. We realized the experimental part of the study by using a non-equivalent control group quasi-experimental design which showed significant differences between the control and the experimental group concerning the students' ideas in relation to the scientific models.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΤΗΞΗΣ

A Φάση: Πριν το πείραμα

1. Πάνω στο δισκάκι έχω ένα παγάκι. Αν ζεστάνω το δισκάκι, τι θα πάθει το παγάκι;
2. Το άλλο παγάκι δε θα το ζεστάνουμε. Αν τ' αφήσω εκεί πέρα μόνο του, τι θα πάθει;
3. (Αν απαντήσει ότι θα λιώσουν και τα δύο) ποιο παγάκι νομίζεις ότι θα λιώσει πιο γρήγορα;
4. Γιατί θα λιώσει αυτό πρώτο;

B Φάση: Μετά το πείραμα

1. Για να δούμε το δισκάκι που βάλουμε στη φωτιά. Τι έπαθε το παγάκι;
2. Γιατί έλιωσε;
3. Και τι έγινε το παγάκι; Έμεινε παγάκι;
4. Για να δούμε το άλλο παγάκι. Τι έπαθε;
5. Γιατί έλιωσε;
6. Ποιο παγάκι έλιωσε πρώτο - πιο γρήγορα;
7. Γιατί; Τι το έκανε και έλιωσε;
8. Πώς έλιωσε;
9. Δηλαδή, τι έγινε το παγάκι;

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΕΞΑΕΡΩΣΗΣ

Α Φάση: Πριν το πείραμα

1. Αν βάλω το δισκάκι με το νερό πάνω στη φωτιά, τι θα πάθει;
2. Αν συνεχίσω να το ζεσταίνω για πολλή ώρα;

Β Φάση: Κατά την παρακολούθηση του πειράματος

1. Τι κάνει το νερό;
2. Βγάζει τίποτα;
3. (Αν ναι.) Τι βγάζει;
4. Από πού βγαίνει;
5. Βλέπεις τίποτε άλλο;
6. (Αν ναι.) Τι βλέπεις;
7. Από πού είναι;

Γ Φάση: Μετά το πείραμα

1. Τι έγινε το νερό;
2. Πού πήγε;
3. Πώς πήγε εκεί;