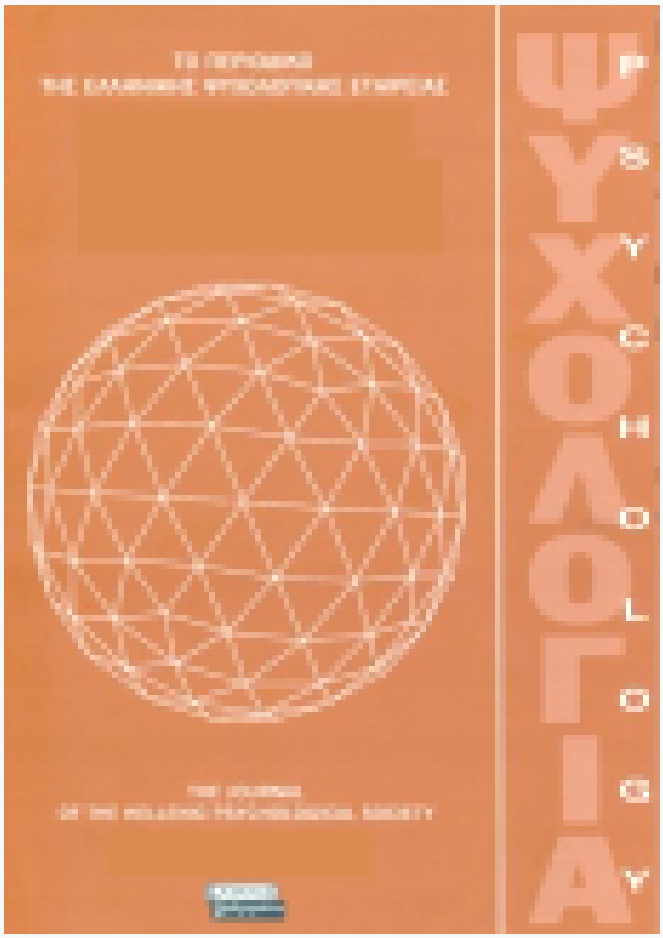
ePublishing

Psychology: the Journal of the Hellenic Psychological Society

Vol 1, No 3 (1992)



Πειραματικές διαδικασίες αποσταθεροποίησης νοητικών αναπαραστάσεων και μετασχηματισμού τους σε επιστημονικές έννοιες. Η κατανόηση της διάδοσης του φωτός από παιδιά δέκα χρόνων

Κώστας Ραβάνης, Γιάννης Παπαμιχαήλ

doi: 10.12681/psy_hps.24145

Copyright © 2020, Κώστας Ραβάνης, Γιάννης Παπαμιχαήλ

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

To cite this article:

Ραβάνης Κ., & Παπαμιχαήλ Γ. (2020). Πειραματικές διαδικασίες αποσταθεροποίησης νοητικών αναπαραστάσεων και μετασχηματισμού τους σε επιστημονικές έννοιες. Η κατανόηση της διάδοσης του φωτός από παιδιά δέκα χρόνων. *Psychology: The Journal of the Hellenic Psychological Society*, *1*(3), 46–57. https://doi.org/10.12681/psy_hps.24145

https://epublishing.ekt.gr | **e-Publisher:** EKT | **Downloaded at:** 16/07/2025 04:02:50

Ψιχολογία, 1992, 1 (3) • 46 - 57 •

Πειραματικές διαδικασίες αποσταθεροποίησης νοητικών αναπαραστάσεων και μετασχηματισμού τους σε επιστημονικές έννοιες. Η κατανόηση της διάδοσης του φωτός από παιδιά δέκα χρόνων

Κώστας Ραβάνης & Γιάννης Παπαμιχαήλ
Πανεπιστήμιο Πατρών

Περίληψη

Στο άρθρο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα μιας προσπάθειας μετασχηματισμού των αυθόρμητων ιδεών παιδιών δέκα ετών για το χρόνο διάδοσης του φωτός σε επιστημονικές έννοιες. Κατ' αρχήν με όργανο μέτρησης μια κατευθυνόμενη συνέντευξη, κατά την οποία ζητούσαμε προβλέψεις και εξηγήσεις για τέσσερις πειραματικές καταστάσεις, ανιχνεύσαμε τις νοητικές παραστάσεις 132 υποκειμένων, διαπιστώνοντας ότι η σκέψη τους κυριαρχείται από το διαισθητικού τύπου μοντέλο της ακαριαίας διάδοσης του φωτός. Στη συνέχεια επιχειρήσαμε μία πειραματική παρέμβαση, η οποία οδηγώντας την παιδική σκέψη σε κοινωνικογνωστική σύγκρουση, οδήγησε σε σημαντική πρόοδο τα υποκείμενα της πειραματικής ομάδας έναντι της ομάδας ελέγχου.

Το ζήτημα της διαμόρφωσης νοερών αναπαραστάσεων του φυσικού κόσμου στη σκέψη του παιδιού έχει τεθεί τόσο υπό μία επιστημολογική προοπτική (Bachelard, 1980. Piaget, 1976) όσο και υπό μία καθαρά ψυχολογική σκόπευση (Wallon, 1984. Vygotski, 1988). Αλλά και στα πλαίσια της εκπαιδευτικής ψυχολογίας και της διδακτικής των φυσικών επιστημών, το πρόβλημα των αναπαραστάσεων καταλαμβάνει σημαντική θέση, καθώς ένα μεγάλο μέρος των ερευνητικών εργασιών είναι αφιερωμένο στη μελέτη των αναπαραστάσεων των φυσικών εννοιών στη σκέψη των μαθητών (Weil-Barais, 1985. Tiberghien, 1985. Giordan, et al. 1987. Ραβάνης, 1992). Έτσι, εφόσον διαπιστώνεται πολύ συχνά ότι τα ερμηνευτικά μοντέλα των μαθητών έρχονται σε αντίθεση με αυτά των θεωριών που είναι σήμερα αποδεκτές από τις φυσικές επιστήμες, το ζητούμενο από εκπαιδευτική άποψη είναι η συγκρότηση διδακτικών παρεμβάσεων οι οποίες οδηγούν από την αυθόρμητη αναπαράσταση στην επιστημονική σκέψη (Johsua & Dupin, 1991. Ψύλλος, 1988). Παρουσιάζουμε εδώ τα αποτελέσματα μιας προσπάθειας να ανιχνευτούν και εν συνεχεία να αποσταθεροποιηθούν και να μετασχηματιστούν οι αυθόρμητες αναπαραστάσεις που έχουν οι μαθητές των 10 ετών για την έννοια του χρόνου διάδοσης του φωτός.

Για τον Piaget η οικοδόμηση της έννοιας του χρόνου βρίσκεται σε στενή σχέση με την έννοια του χώρου. Οι χωροχρονικοί νοητικοί συντονισμοί οδηγούν στην οικοδόμηση της έννοιας του χρόνου κατά την περίοδο της

Διεύθυνση: Κώστας Ραβάνης, Ζαλόγγου 15, Πάτρα 26 224.

συγκεκριμένης σκέψης, η οποία διαφοροποιείται από την έννοια του χρόνου στο επίπεδο της προπραξιακής σκέψης, στην αντιμετώπιση από τη νόηση προβλημάτων που απαιτούν κατανόηση των σχέσεων διάρκειας και διαδοχής. Αυτό συμβαίνει διότι, ενώ η προπραξιακή σκέψη δεν είναι ικανή να οδηγήσει στη διατύπωση συλλογισμών για το ταυτόχρονο ή το διαδοχικό των γεγονότων και την ισότητα ή μη των διαρκειών, με την εμφάνιση της συγκεκριμένης σκέψης συγκροτούνται οι αναγκαίες σχέσεις οι οποίες επιτρέπουν ορθές εκτιμήσεις. Εξάλλου, "οι έννοιες της χρονικής διαδοχής και του ταυτόχρονου δεν μπορούν να νοηθούν ως συλλογισμοί επιπέδου συγκεκριμένης σκέψης παρά στο μέτρο που επιτρέπουν την παραγωγή ενός συστήματος διαρκειών, του οποίου οι εγκλεισμοί είναι προσδιορισμένοι από αυτές τις έννοιες, όπως ακριβώς φυσικά και οι εκτιμήσεις των διαρκειών δεν κατανοούνται ως συλλογισμοί επιπέδου συγκεκριμένης σκέψης παρά στο μέτρο που αντιστοιχούν σε ένα σύστημα διαδοχών και ταυτόχρονων" (Piaget, 1973, σ. 37). Η νόηση κατά την περίοδο της προπραξιακής σκέψης δε διαθέτει αντιστρεψιμότητα, με αποτέλεσμα οι χρονικές εκτιμήσεις να παραμένουν συνδεδεμένες με το περιεχόμενο του εξεταζόμενου προβλήματος. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο η σύγκριση των διαρκειών δεν γίνεται επιτυχώς. Η ορθότητα των εκτιμήσεων των διαρκειών απαιτεί την οικοδόμηση ενός συστήματος αντιστρέψιμων σχέσεων, αφενός, διάταξης και αντιστοίχισης και, αφετέρου, ισοδυναμιών και ανισοτήτων. Ο συνδυασμός των σχέσεων αυτών καθιστά το χρόνο ανεξάρτητο από τα φαινόμενα και τις συγκεκριμένες καταστάσεις, γεγονός που σημαίνει και την υπέρβαση της προπραξιακής σκέψης (Piaget, 1973). Σε παρόμοια συμπεράσματα καταλήγουν και άλλες έρευνες στις οποίες υποστηρίζεται ότι η διαισθητική σκέψη δεν επιτρέπει στο υποκείμενο το συντονισμό όλων των παραμέτρων (π.χ., ταχύτητα, χώρος, αρχική και τελική στιγμή, διάρκεια) οι οποίες συγκροτούν την έννοια του χρόνου (Brown, 1976. Montangero, 1980. Fraisse, 1988).

Για την εκτίμηση του χρόνου διάδοσης του φωτός μεταξύ φωτεινής πηγής και τελικού αποδέκτη, που ήταν το αντικείμενο αυτής της έρευνας, είναι απαραίτητη η δυνατότητα νοητικών πράξεων πάνω στην έννοια της διάρκειας. Όσο όμως η σκέψη παραμένει προπραξιακή, τα παιδιά επιχειρούν χρονικές εκτιμήσεις βασισμένα απλώς και μόνο στα εξωτερικά αντιληπτικά δεδομένα του προβλήματος το οποίο αντιμετωπίζουν. Έτσι, οι εκτιμήσεις που κάνουν για το χρόνο διάδοσης του φωτός είναι αναμενόμενο να γίνονται ανεξαρτήτως του μήκους των διανυομένων τροχιών. Αντ' αυτού αναμένεται ότι τα παιδιά θα επικεντρώνονται στη διευθέτηση των αντικειμένων της πειραματικής διάταξης. Από το πιαζετικό πλαίσιο, λοιπόν, αντλούμε τις θεωρητικές έννοιες με βάση τις οποίες ερμηνεύουμε τις νοητικές αναπαραστάσεις των υποκειμένων του πειράματός μας για το χρόνο διάδοσης του φωτός.

Όμως, με την πειραματική μας παρέμβαση επιχειρήσαμε να οδηγήσουμε τη σκέψη των παιδιών για το χρόνο διάδοσης του φωτός σε συλλογισμούς επιπέδου συγκεκριμένης σκέψης, συμβατούς με το πρότυπο της Γεωμετρικής Οπτικής, οι οποίοι έρχονται σε αντίθεση με τις δικές τους, προπραξιακού τύπου, αυθόρμητες παραστάσεις. Η διαδικασία της αποσταθεροποίησης των παραστάσεων συγκροτήθηκε στα ευρύτερα πλαίσια του θεωρητικού μοντέλου της γνωστικής ανάπτυξης μέσα από κοινωνικογνωστικές συγκρούσεις (Doise & Mugny, 1987. Perret-Clermont, 1986). Η κοινωνικογνωστική σύγκρουση, στην οποία η στρατηγική ενός ατόμου για την επίλυση ενός προβλήματος βρίσκει σαφή αντίθεση στη στρατηγική ενός άλλου, είναι μια διαδικασία στην οποία οι νοητικές συγκρούσεις έχουν ως πηγή τους το κοινωνικό περιβάλλον. Έτσι η προσδοκώμενη νέα νοητική οικοδόμηση προκύπτει από συντονισμούς οι οποίοι επιτυγχάνονται στα πλαίσια της συνεργασίας. "Η βασική αρχή αυτής της προσέγγισης είναι απλή. Η γνωστική ανάπτυξη του παιδιού πραγματοποιεί-

ται όταν αυτό συμμετέχει σε κοινωνικές αλληλεπιδράσεις, οι οποίες οδηγούν σε νοητική οικοδόμηση εφόσον υποκινούν σύγκρουση απαντήσεων των συμμετεχόντων" (Carugati & Mugny, 1985, σ. 61). Αυτό ακριβώς επιχειρήσαμε να επιτύχουμε και με την έννοια του χρόνου διάδοσης του φωτός. Γνωρίζοντας λοιπόν ότι τα υποκείμενά μας βρίσκονται στο προπραξιακό στάδιο, οργανώσαμε μία πειραματική παρέμβαση με σκοπό την πρόκληση γνωστικής σύγκρουσης που αποσκοπούσε στην οικοδόμηση νέων αναπαραστάσεων στο επίπεδο της συγκεκριμένης σκέψης. Η κοινωνικογνωστική σύγκρουση επιχειρείται στην περίπτωσή μας με την αξιοποίηση μιας αναλογίας μεταξύ της πορείας του φωτός στο χώρο και της έννοιας "ταξίδι". Η κοινωνικά σημασιοδοτημένη έννοια "ταξίδι" είναι συνυφασμένη με τη μετατόπιση αντικειμένου στο χώρο, συνδέει δηλαδή την αφετηρία και την κατάληξη με τη μεταξύ τους μετατόπιση ενός υλικού μέσου. Για τους Mugny & Doise (1983) η κοινωνική σημασιοδότηση χαρακτηρίζει καταστάσεις στις οποίες το υποκείμενο εγκαθιστά στο ψυχολογικό επίπεδο μια αντιστοιχία ανάμεσα στις αρχές οι οποίες απορρέουν από τις κοινωνικής φύσης γνώσεις ή αναπαραστάσεις και τις αρχές που απορρέουν από το επίπεδο γνωστικής οργάνωσης. Η αντιστοίχιση αυτή έχει ιδιαίτερη σημασία για τη νοητική ανάπτυξη του υποκειμένου, γιατί εγκλείει στις γνωστικές παραμέτρους έναν κοινωνικό ρυθμιστικό παράγοντα. Ο παράγοντας αυτός επιβάλει λύσεις σε συγκρούσεις κοινωνικού χαρακτήρα προκαλώντας έτσι νέους γνωστικούς συντονισμούς. Αυτό μάλιστα συμβαίνει ανεξαρτήτως του αν η κοινωνικώς σημασιοδοτημένη έννοια υποστηρίζεται από δραστηριότητα η οποία εκτελείται από κοινού με άλλα άτομα ή απλώς δρά στο συμβολικό επίπεδο (De Paolis & Mugny, 1985). Στη δική μας περίπτωση η έννοια "ταξίδι" λειτουργεί συμβολικά και έρχεται στο προσκήνιο της αλληλεπίδρασης ως προϊόν της παρέμβασης του ερευνητή κατά την πειραματική διαδικασία. Η προσπάθεια αυτή αποτέλεσε τη βάση πάνω στην οποία η εκπαιδευτική αλληλεπίδραση επιτρέπει στο υποκείμενο να επεξεργαστεί ένα "κοινό σύστημα σημασιών" μαζί με τον πειραματιστή (Amigues & Caillot, 1990). Προβλέπεται λοιπόν ότι τα υποκείμενα που παρακολούθησαν την πειραματική διαδικασία θα είναι σε θέση να κάνουν ορθές εκτιμήσεις για το χρόνο διάδοσης του φωτός.

Μέθοδος

Υποκείμενα

Στην έρευνα συμμετείχαν 104 υποκείμενα (52 αγόρια και 52 κορίτσια) ηλικίας 9.5-10.5 ετών (ΜΟ 9.94), από 11 διαφορετικά τμήματα πέμπτης δημοτικού. Τα τμήματα αυτά προέρχονταν από συνοικίες της Πάτρας που έχουν τα ίδια κοινωνικά χαρακτηριστικά. Οι γονείς των παιδιών δεν είχαν πανεπιστημιακές σπουδές. Τους μαθητές αυτούς επιλέξαμε μετά από pre-test σε δείγμα 132 παιδιών. Κριτήριο για την επιλογή ήταν η αποτυχία σε περισσότερα από τα μισά έργα που χρησιμοποιήθηκαν. Τα υποκείμενα αυτά, τα οποία διατύπωναν συλλογισμούς με χαρακτηριστικά προπραξιακής σκέψης, χωρίστηκαν εξίσου σε δύο ομάδες, την πειραματική ομάδα και την ομάδα ελέγχου, 52 παιδιών. Η απόδοση των υποκειμένων στις δύο ομάδες έγινε με κλήρωση.

Έργα

Έργο 1 (1α, 1β, 1γ). Το πρώτο έργο σκοπό είχε να ανιχνεύσει την ενδεχόμενη διαφοροποίηση των εκτιμήσεων για το χρόνο διάδοσης του φωτός σε σχέση με τη μεταβαλόμενη απόσταση φωτεινής πηγής και αποδέκτη. Η διαδικασία των ερωτήσεων τις οποίες κάνουμε εδώ είναι ενιαία, με την έννοια ότι έχουν κοινό στόχο, ίδια μορφή και, χρονικώς, ακολουθούν η μία την άλλη.

Παρουσιάζεται μία επιτραπέζια λάμπα (220V, 80W) η οποία παραμένει σβυστή καθόλη τη διάρκεια της διαδικασίας. Η λάμπα

τοποθετείται μπροστά στο υποκείμενο και κατόπιν μετατοπίζεται σε δύο θέσεις διαφορετικών αποστάσεων. Έργο του υποκειμένου είναι να προβλέψει το χρόνο άφιξης του φωτός στις τρεις θέσεις.

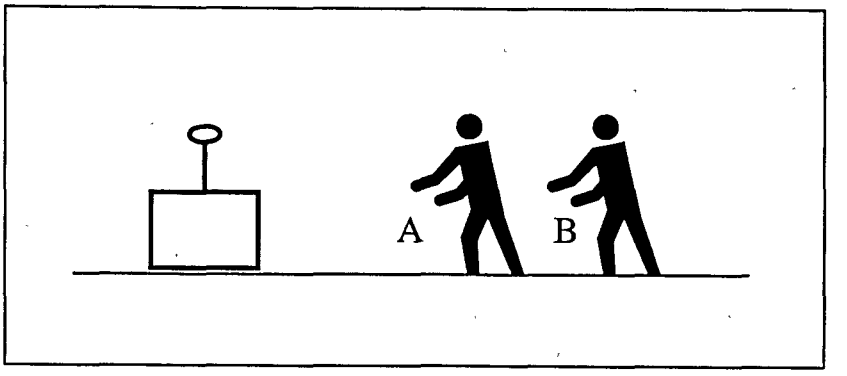
Οι ερωτήσεις δημιουργούν ορισμένα μεθοδολογικά προβλήματα. Οι Stead & Osborne (1980) παρατήρησαν ότι οι μαθητές πιστεύουν πως η απόσταση στην οποία διαδίδεται το φως εξαρτάται από το αν είναι ημέρα ή νύχτα. Έτσι λοιπόν όταν κάποιο παιδί δήλωνε ότι το φως δε θα φτάσει από τη λάμπα μέχρι εμάς ("μέχρι τα μάτια μας"), επειδή είναι ημέρα, δεν επιμέναμε να πάρουμε εξηγήσεις, αλλά το καλούσαμε να υποθέσει ότι είναι απόγευμα και δεν υπάρχει πολύ φως από τον ήλιο, ώστε να μην αποτελεί εμπόδιο η εσφαλμένη διάκριση της διάδοσης του φωτός κατά τη διάρκεια της ημέρας ή της νύχτας. Αυτή η επιλογή δικαιώνεται μεθοδολογικά από το ίδιο το γεγονός ότι το ερευνητικό μας ενδιαφέρον εντοπιζόταν σε αυτή την περίπτωση αποκλειστικώς στην αναπαράσταση του χρόνου διάδοσης του φωτός.

Μία δεύτερη δυσκολία σε αυτό το επίπεδο είναι η τάση των μαθητών να εξαρτούν τη διάδοση ή μη του φωτός από το μέγεθος της πηγής, από την ισχύ δηλαδή της φωτεινής πηγής (Stead & Osborne, 1980). Για να αποφύγουμε τέτοιου τύπου εμπλοκή, χρησιμοποιήσαμε μια αρκετά ισχυρή πηγή και στα τρία ερωτήματα. Τέλος, μετακινήσαμε τη λάμπα σε διαφορετικές αποστάσεις, γιατί γνωρίζαμε (Guesne, 1984) ότι για την πλειοψηφία των παιδιών (και μάλιστα όχι της ηλικίας που εξετάζουμε εμείς αλλά μαθητών 13-14 ετών) αναγνωρίζεται ο χρόνος διάδοσης του φωτός, αλλά μόνο για μεγάλες αποστάσεις. Τοποθετούμε λοιπόν τη φωτεινή πηγή διαδοχικά σε θέσεις που απέχουν από το υποκείμενο 30 cm (έργο 1α), 2 m (1β) και υποθέτουμε ότι τη μετακινούμε σε απόσταση 10 m περίπου (1γ). Για κάθε διαφορετική θέση της πηγής ρωτάμε "αν ανάψουμε τη λάμπα το φως της φθάνει αμέσως στα μάτια μας ή περνάει κάποιος χρόνος μέχρι να έρθει;"

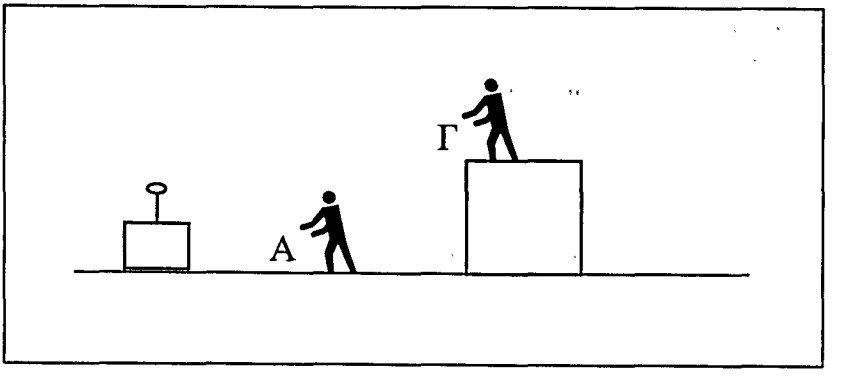
Έργο 2. Την εκτίμηση του χρόνου διάδοσης του φωτός προσπαθήσαμε να ελέγξουμε και για διάδοση σε πολύ μεγάλες αποστάσεις, εφόσον υπάρχουν ερευνητικά δεδομένα τα οποία, όπως προαναφέραμε, κάνουν τέτοιες συσχετίσεις και μάλιστα επιτυχώς. Όμως, κατά τη δοκιμαστική φάση της έρευνας, πολλά παιδιά αμφισβήτησαν τη δυνατότητα της άφιξης φωτός από επιτραπέζια φωτεινή πηγή όταν αυτή βρίσκεται σε πολύ μεγάλες αποστάσεις. Έτσι προκειμένου περί μεγάλων αποστάσεων υποδείξαμε ως φωτεινή πηγή τον ήλιο. Ρωτήσαμε λοιπόν τα υποκείμενα "το φως του ήλιου έρχεται αμέσως στα μάτια μας, στη γη, ή χρειάζεται χρόνο για να έρθει;"

Έργα 3, 4. Για τα έργα αυτά χρησιμοποιούμε μια πειραματική διάταξη της οποίας τα υλικά είναι: αυτοσχέδια φωτεινή πηγή (χωρίς δυνατότητα λειτουργίας) που κατασκευάστηκε σε σχήμα κύβου από χαρτόνι ακμής 5 cm με μια λάμπα ενσωματωμένη στην άνω έδρα, την οποία αποκαλούσαμε "φάρο". Δύο ομοιώματα ανθρώπων (παιδικά στρατιωτάκια). Ένα κουτί από χαρτόνι ύψους 16 cm, το οποίο υποκαθιστά ένα λόφο. Μια χάρτινη ταινία πλάτους 16 cm και μήκους 55 cm, της οποίας 42 cm έχουν χρώμα μπλέ και 13 cm χρώμα καφέ, ώστε να παριστάνουν τη θάλασσα και την ξηρά. Για κάθε έργο χρησιμοποιήσαμε μια ειδική διευθέτηση των αντικειμένων. Στην πρώτη (έργο 3), οι άνθρωποι Α και Β βρίσκονται στην ξηρά σε αποστάσεις 42 cm και 50 cm από το φάρο. Στη δεύτερη (έργο 4) ο ένας άνθρωπος (Α) βρίσκεται στην ξηρά σε απόσταση 42 cm και ο άλλος (Γ) σε λόφο πίσω από τον Α, σε απόσταση 50 cm και ύψος 16 cm από το φάρο (Σχήμα 1, 2).

Αφού εξηγήσουμε αναλυτικά σε κάθε παιδί τα χαρακτηριστικά των αντικειμένων της πειραματικής διάταξης ρωτάμε: αν ανάψει ο φάρος ποιος θα δει πρώτος, ο Α, ο Β (ή ο Γ) ή και οι δυο μαζί και πώς εξηγείς την απάντηση; Με τα ερωτήματα αυτά επιχειρούμε να εξετάσουμε το πρόβλημα του χρόνου διάδοσης του φωτός από την πλευρά της εκτίμησης των χρονικών διαστημάτων, στην πε-



Σχήμα 1



Σχήμα 2

ρίπτωση όπου έχουμε διαδοχή των συμβάντων. Ο Piaget (1973), γνωρίζοντας την έλλειψη αποκέντρωσης σε αυτό το επίπεδο, διαπίστωσε πως, κατά τη διάρκεια μιας διαδρομής, η αναγνώριση από τα παιδιά της διαδοχής των συμβάντων δεν είναι αρκετή για να εξαχθεί ως συμπέρασμα η επαρκής οικοδόμηση των χρονικών σχέσεων. Αυτό συμβαίνει γιατί το πρόβλημα της χρονικής διαδοχής συγχέεται με τη διάταξη αντικειμένων στο χώρο, διάταξη η οποία οδηγεί σε μια διαισθητική αντιληπτική εμπλοκή. Οι καθαρά χρονικές σχέσεις αρχίζουν με το συντονισμό δυο κινήσεων διαφορετικών ταχυτήτων το λιγότερο. Στην περίπτωση του φωτός, όμως, δεν αναμένουμε ότι ο συντονισμός κινήσεων μπορεί να επιτευχθεί με κινήσεις διαφορετικών ταχυτήτων, καθώς το φως διαδίδεται με σταθερή ταχύτητα. Μπορούν όμως να επιτευχθούν χωροχρονικοί συντονισμοί οι οποίοι, όταν αποκτήσουν σταθερότητα, επιβάλουν αντιμετώπιση που υπερβαίνει την αντιληπτική προσκόλληση και άρα την προπραξιακή σκέψη στο υπό εξέταση πεδίο. Έτσι, στην πρώτη διευθέτηση (έργο 3) με τη χρήση ενός προπραξιακού σχήματος, καθίσταται δυνατή η διατύπωση μιας φαινομενικά ορθής απάντησης, δεδομένου ότι το υποκείμενο ενδέχεται να υποκαθιστά τις χρονικές με χωρικές σχέσεις και αυτό να μην ανιχνεύεται εύκολα από τις απαντήσεις που δίνει. Όμως, με τη δεύτερη διευθέτηση (έργο 4) είναι αδύνατη η παροχή εξηγήσεων χωρίς τη χρήση μιας έννοιας η οποία ακολουθεί τους χωροχρονικούς συντονισμούς, που στο ψυχολογικό πεδίο καταμαρτυρούν τη διαδικασία της αποκέντρωσης από τα αντιληπτικά χαρακτηριστικά της διάταξης.

Διαδικασία

Η καταγραφή των νοητικών αναπαραστάσεων των υποκειμένων σε όλες τις φάσεις της διαδικασίας έγινε με κατευθυνόμενες ατομικές συνεντεύξεις. Οι συνεντεύξεις διαρκούσαν περίπου δέκα λεπτά και πραγματοποιήθηκαν σε ειδικά διαμορφωμένο χώρο. Η ανάλυση των δεδομένων που συλλέξαμε έγινε από έναν ερευνητή με βάση τα απομαγνητοφωνημένα κείμενα και τα ατομικά πρωτόκολλα ειδικών παρατηρήσεων. Κατά τη διάρκεια της συνέντευξης ζητούσαμε από τα υποκείμενα προβλέψεις και εξηγήσεις για τα έργα στα οποία προαναφερθήκαμε. Το pre-test έγινε δύο μήνες πριν από την πειραματική παρέμβαση και τα δύο post-test δύο και τέσσερις μήνες μετά.

Άσκηση

Η πειραματική-διδακτική παρέμβαση αποσκοπούσε στη δημιουργία συνθηκών οι οποίες θα οδηγούσαν τη σκέψη των υποκειμένων της πειραματικής ομάδας σε κοινωνικογνωστική σύγκρουση. Πραγματοποιήθηκε δύο μήνες μετά το pre-test, σε ομάδες 3-5 παιδιών από τον ερευνητή, σε ειδικά διαμορφωμένο εργαστηριακό χώρο. Διαρκούσε χρονικά όσο και η διδασκαλία της αντίστοιχης ενότητας στις τάξεις των υποκειμένων. Τα παιδιά της ομάδας ελέγχου, μετά από σχεδιασμό με τους δασκάλους τους, παρακολούθησαν μια διδασκαλία στην οποία εφαρμοζόταν με ακρίβεια το αναλυτικό πρόγραμμα της Πέμπτης Δημοτικού. Η διδασκαλία αυτή βασιζόταν στην παρουσίαση του φαινομένου του φωτισμού της γης από τον ήλιο.

Η διαδικασία της κοινωνικογνωστικής σύγκρουσης, όπως ήδη αναφέραμε, βασίστηκε στην κοινωνικά σημασιοδοτημένη έννοια "ταξίδι". Η έννοια "ταξίδι" είναι συνυφασμένη με τη μετατόπιση αντικειμένου στο χώρο, συνδέει δηλαδή την αφετηρία και την κατάληξη με την μεταξύ τους μετατόπιση ενός υλικού μέσου. Έτσι, στο νοητικό σχήμα του ενός βήματος, πηγή-αποδέκτης, αντιπαραθέτουμε το σχήμα δύο βημάτων, πηγή-ενδιάμεσος χώρος και ενδιάμεσος χώρος-αποδέκτης με αποτέλεσμα να ωθούμε σε αποκέντρωση από ένα αναπαραστατικό πρότυπο επικεντρωμένο στην πηγή ή τον αποδέκτη προς ένα άλλο που τα συνδέει με βάση το φως ως μεταβιβαζόμενη αυτόνομη οντότητα.

Χρησιμοποιούμε λοιπόν μια παιδική κούκλα και μια συνήθη επιτραπέζια λάμπα. Η λάμπα παραμένει σβηστή καθόλη τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας, για να αποφευχθεί η επιβεβαίωση της επικρατούσας αναπαράστασης ότι το φως διαδίδεται ακαριαία. Τοποθετούμε την κούκλα σε απόσταση 3-4 μέτρων από την επιτραπέζια λάμπα και ρωτάμε τα παιδιά: "Αν ανάψουμε τη λάμπα το φως της θα φτάσει αμέσως στην κούκλα ή θα χρειαστεί κάποιο χρόνο;" Αξιοποιώντας ενδεχόμενη απάντηση η οποία δεν παίρνει υπόψη της τον απαιτούμενο χρόνο διάδοσης, αναλύουμε τα περί ταξιδιού του φωτός από την πηγή στον αποδέκτη και επιμένουμε στο ότι ένα ταξίδι απαιτεί χρόνο για να πραγματοποιηθεί, ανεξαρτήτως του αν είναι μικρό ή μεγάλο. Αφού ολοκληρώσουμε τη συζήτηση για τη διάρκεια του ταξιδιού, αρχίζουμε να πλησιάζουμε την κούκλα προς τη φωτεινή πηγή και επαναλαμβάνουμε την ερώτηση σε ενδιάμεσες θέσεις. Όσο μειώνεται η απόσταση περιμένουμε αύξηση των απαντήσεων οι οποίες δέχονται την ακαριαία διάδοση του φωτός. Εφόσον διαπιστώσουμε ότι υπάρχουν υποκείμενα τα οποία απαντούν σωστά για μεγαλύτερες αποστάσεις ενώ με την ελάττωση της απόστασης επιστρέφουν στο προπραξιακό σχήμα, ρωτάμε επίμονα "τι άλλαξε από τη μια θέση στην άλλη" ή "γιατί στην προηγούμενη θέση το φως χρειαζόταν χρόνο, ενώ τώρα όχι;" Η διαδικασία αυτή δημιουργεί μια συγκρουσιακή συνθήκη, καθώς αναγκάζει τα υποκείμενα να αναζητήσουν μεταξύ απόστασης και χρόνου διάδοσης του φωτός σχέσεις αιτίου-αποτελέσματος, επιβάλοντας συλλογισμούς επί των αρχικών εκτιμήσεων. Διατυπώνουμε κατόπιν ολοκληρωμένα το ζήτημα του χρόνου διάδοσης του φωτός, χρησιμοποιώντας την έννοια "ταξίδι" με βάση ορισμένα παραδείγματα γνωστά από την καθημερινή ζωή, όπως, για παράδειγμα, το τα-

ξίδι το οποίο κάνει το φως από μια λάμπα, το φακό ή τον ήλιο. Εδώ ολοκληρώνεται η πειραματική διαδικασία. Όπως γίνεται φανερό, η πειραματική-διδακτική παρέμβαση γίνεται με δραστηριότητες οι οποίες δεν παρέχουν πληροφορίες για τα έργα του οργάνου μέτρησής μας, ώστε να αποκλείσουμε στο post-test την πιθανότητα εμφάνισης απαντήσεων οι οποίες απορρέουν από μίμηση ή κοινωνικού χαρακτήρα συναίνεση με τον πειραματιστή.

Κριτήρια αξιολόγησης

Η κλίμακα την οποία χρησιμοποιούμε για να ελέγξουμε τις μεταβολές που εμφανίζονται στις απαντήσεις των υποκειμένων των δύο ομάδων μεταξύ pre-test και των δύο post-test περιλαμβάνει τρία επίπεδα: πρόοδο, στασιμότητα και οπισθοδρόμηση. Ως πρόοδο εννοούμε τη μετάβαση από ερμηνείες προπραξιακού χαρακτήρα σε ερμηνείες συμβατές με συλλογισμό επιπέδου συγκεκριμένης σκέψης. Πρόκειται, δηλαδή, για μετάβαση από απαντήσεις οι οποίες δίνονται με βάση αντιληπτικού χαρακτήρα επικεντρώσεις σε ερμηνείες βασισμένες στην αναγνώριση της αναλογίας χρόνου διάδοσης του φωτός και απόστασης.

Υπόθεση

Με βάση τα όσα εκθέσαμε, υποθέτουμε ότι υποκείμενα τα οποία συμμετείχαν στην πειραματική διαδικασία της γνωστικής αποσταθεροποίησης θα μπορούν πιο εύκολα από τα υποκείμενα της ομάδας ελέγχου να κάνουν εκτιμήσεις λαμβάνοντας υπόψη ότι η διάδοση του φωτός στο χώρο απαιτεί χρόνο. Η υπόθεσή μας εξειδικεύεται ως προς τα τέσσερα έργα. Έτσι στα δύο πρώτα έργα υποθέτουμε ότι τα υποκείμενα της πειραματικής ομάδας κάνουν ορθή εκτίμηση του χρόνου διάδοσης του φωτός, ενώ στα δύο τελευταία έργα εντοπίζουν σωστά τον πρώτο αποδέκτη του φωτός παρέχοντας τις κατάλληλες εξηγήσεις.

Αποτελέσματα

Γιά την εξακρίβωση της στατιστικής σημαντικότητας των μεταβολών χρησιμοποιήσαμε το τεστ Mann-Whitney, εφόσον οι μετρήσεις μας γίνονται σε ιεραρχική κλίμακα ελέγχοντας τις διαφοροποιήσεις δύο ανεξάρτητων δειγμάτων που προέρχονται από τον ίδιο πληθυσμό (Marascuilo & Serlin, 1988). Τις διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων θεωρούμε στατιστικώς σημαντικές σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05.

Στα δύο πρώτα έργα για όλες τις αποστάσεις οι απαντήσεις δίνονται με βάση τα ίδια αναπαραστατικά πρότυπα και κατατάσσονται στις ίδιες δύο κατηγορίες.

α) Στις απαντήσεις επιπέδου συγκεκριμένης σκέψης αναγνωρίζεται ότι η διάδοση του φωτός στο χώρο απαιτεί χρόνο ακόμα και για μικρές αποστάσεις. Για παράδειγμα, "...θα περάσει λίγος χρόνος (έργο 1α).....θα περάσει πάλι λίγος χρόνος (έργο 1β).....πάλι θα περάσει λίγος χρόνος (έργο 1γ)". "Περνάει κάποιος χρόνος γιατί ο ήλιος είναι πιο μακριά απ' τη γη....ε....κι ώσπου νάρθει το φως...(έργο 2)".

β) Στις απαντήσεις προπραξιακού επιπέδου τα υποκείμενα πιστεύουν ότι το φως δε χρειάζεται χρόνο για να διαδοθεί, ανεξάρτητα από την απόσταση που διανύει. Για παράδειγμα, "φτάνει αμέσως στα μάτια μας (1α)....θα φτάσει αμέσως (1β).... θα περάσει κάποιος χρόνος γιατί θάναι το φως της ημέρας και θα το εμποδίζει νάρθει αμέσως... (αν όμως είναι βράδυ) τότε θάρθει αμέσως (1γ)". "Όχι αυτό (το φως του ήλιου) έρχεται αμέσως στα μάτια μας γιατί έρχεται ίσια....ο ήλιος αν είναι....αφού είναι πολύ ψηλά ....έρχεται αμέσως γιατί έχει πολύ φως...(2)". Επίσης οι απαντήσεις εξαρτώνται συχνά από την απόσταση. Έτσι κάποια υποκείμενα υποστηρίζουν ότι σε μικρές αποστάσεις το φως ταξιδεύει αμέσως, ενώ όταν η απόσταση αυξάνεται απαιτείται χρόνος.

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται οι μεταβολές που παρατηρήθηκαν στις απαντήσεις

Πίνακας 1

Μεταβολές των απαντήσεων των υποκειμένων της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου μεταξύ των post-test και του pre-test

Έργα	Μεταβολή	Pre-test A Post-test		Pre-test B Post-test	
		Π.Ο.	Ο.Ε.	Π.Ο.	Ο.Ε.
	Πρόοδος	34	12	32	14
1α	Στασιμότητα	18	36	20	36
	Οπισθοδρόμηση		3		2
	Πρόοδος	25	12	26	11
1β	Στασιμότητα	25	35	24	35
	Οπισθοδρόμηση	2	5	2	6
	Πρόοδος	18	10	18	9
1γ	Στασιμότητα	31	36	32	37
	Οπισθοδρόμηση	3	6	2	6
	Πρόοδος	24	11	23	7
2	Στασιμότητα	20	31	22	29
	Οπισθοδρόμηση	4	7	2	11
	Πρόοδος	26	14	28	13
3	Στασιμότητα	26	31	23	32
	Οπισθοδρόμηση	6	1	5	
	Πρόοδος	32	4	34	3
4	Στασιμότητα	20	48	18	48
	Οπισθοδρόμηση				1

των υποκειμένων της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου από το pre-test στα post-test. Ορισμένα υποκείμενα είτε κατά το pre-test είτε κατά τα δύο post-test δίνουν ασαφείς απαντήσεις ή αρνούνται να απαντήσουν. Έτσι δεν μπορούμε να αποφανθούμε για το αν υπάρχει μεταβολή στην εκτίμησή τους και αφού δεν τα συμπεριλαμβάνουμε στη στατιστική επεξεργασία τα αθροίσματα των συχνοτήτων φαίνεται να διαφέρουν.

Οι μεταβολές των εκτιμήσεων των υποκειμένων επιβεβαιώνουν την υπόθεσή μας. Συγκεκριμένα, στα έργα 1α, 1β και 2, τόσο για το πρώτο όσο και για το δεύτερο post-test, τα υποκείμενα της πειραματικής ομάδας που επέδειξαν πρόοδο ήταν περισσότερα από αυτά της ομάδας ελέγχου και οι διαφορές ήταν σημαντικές (Έργο 1α, πρώτο post-test: $U=769$, $p<0.01$, δεύτερο post-test: $U=864$, $p<0.01$. Έργο 1β, πρώτο post-test: $U=986.5$, $p<0.01$, δεύτερο post-test: $U=925$, $p<0.01$. Έργο 2: πρώτο post-test: $U=1024$, $p<0.01$, δεύτερο post-test: $U=1016$, $p<0.01$). Στο έργο 1γ, η διαφορά ήταν στατιστικά σημαντική ($U=1059$, $p<0.03$) ως προς το δεύτερο αλλά όχι ως προς το πρώτο post-test, μολονότι η τάση ήταν εμφανώς υπέρ της πειραματικής ομάδας ($U=1105$, $p<0.06$).

Στα έργα 3 και 4 ζητήθηκε από τα παιδιά να εκτιμήσουν αν κάποιος από τους δύο αποδέκτες θα δει πρώτος το φως ή θα το δουν και οι δύο μαζί (Α ονομάζουμε τον εγγύτερο

και Β, Γ τους απώτερους ως προς τη φωτεινή πηγή).

α) Υπήρξαν απαντήσεις στις οποίες αναγνωρίζεται και εξηγείται ότι πρώτος θα δει το φως ο εγγύτερος προς τη φωτεινή πηγή αποδέκτης: "... θα το δει ο πρώτος ... γιατί το φως έρχεται γρήγορα κι έρχεται σ' αυτόν που είναι πρώτος και σ' αυτόν που είναι πίσω αργεί πιο πολύ νάρθει ...(έργο 3) ".

β) Άλλα υποκείμενα αναγνωρίζουν ότι πρώτος θα δει το φως ο εγγύτερος προς τη φωτεινή πηγή αποδέκτης, αλλά δεν είναι σε θέση να δώσουν εξηγήσεις: "Πρώτα ο Α κι ύστερα ο Β ... γιατί ... γιατί ο φάρος είναι ... ίσα με τον Α και μετά ο φάρος κι ο Α ... όχι κι ο Α δίνει φως από ... τον πίσω...(3)". "Ο κάτω ... γιατί είναι ... γιατί εκείνος είναι απάνω (Γ) δεν μπορεί να κατέβει κάτω ... ο Α ήτανε κάτω και ο Γ ... είναι κάτω ...(4)".

γ) Μια άλλη κατηγορία περιλαμβάνει απαντήσεις στις οποίες γίνεται η εκτίμηση ότι οι αποδέκτες θα δουν ταυτοχρόνως το φως, ανεξαρτήτως της απόστασής τους από τη φωτεινή πηγή: "Κι οι δύο μαζί (3)". "Νομίζω και οι δυό μαζί ...(4)".

δ) Για άλλα υποκείμενα προηγείται η άφιξη του φωτός στον αποδέκτη της απώτερης θέσης: "... ο Β ... αυτός που είναι πιο πίσω το βλέπει πιο καλά ...(3)". Ακόμα και όταν επισημάναμε ότι δεν ενδιαφερόμαστε για το ποιος βλέπει καλύτερα αλλά για το αν βλέπει κάποιος πρώτος απάντησε πάλι "... ο Β...". "Αυτός γιατί είναι πιο ψηλά ... όσο πιο ψηλά είναι βλέπει ... γιατί είναι πιο ψηλά από δω πέρα, κι είναι ανεβασμένος (4)". Οι απαντήσεις αυτής της κατηγορίας στο έργο 4 είναι οι πολυπληθέστερες. Από το σύνολο των απαντήσεων χαρακτηριστικά τα οποία υπερβαίνουν την προπραξιακή σκέψη έχουν μόνο αυτές της πρώτης κατηγορίας.

Και στα έργα 3 και 4 οι μεταβολές των απαντήσεων μεταξύ των post-test και του pre-test επιβεβαιώνουν την υπόθεσή μας (Έργο 3, πρώτο post-test: $U=949$, $p<0.01$, δεύτερο post-test: $U=897$, $p<0.01$.Έργο 4, πρώτο post-test: $U=624$, $p<0.01$, δεύτερο post-test: $U=537$, $p<0.01$). Θα μπορούσαμε να υποθέσουμε πως η πρόοδος των υποκειμένων της πειραματικής ομάδας είναι εντυπωσιακή στο τέταρτο έργο, δεδομένου ότι η διευθέτηση των αντικειμένων της διάταξης ευνοεί κατά το pre-test την αντιληπτική επικέντρωση στην υψηλότερη θέση.

Συζήτηση

Τα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν παραπάνω απέδειξαν, σύμφωνα με την υπόθεση, ότι τα υποκείμενα της πειραματικής ομάδας θα αναγνωρίζουν περισσότερο από τα υποκείμενα της ομάδας ελέγχου ότι η διάδοση του φωτός στο χώρο δε συμβαίνει ακαριαία, αλλά εξελίσσεται χρονικώς. Στο πρώτο έργο παρατηρήσαμε τη βελτίωση των απαντήσεων της πειραματικής ομάδας ως προς την αναγνώριση του χρόνου διάδοσης του φωτός, σε αναλογία με την ελάττωση της απόστασης φωτεινής πηγής και αποδέκτη. Οι διαφορές των υποκειμένων που παρατηρήθηκαν μεταξύ των δύο ομάδων είναι πάντα υπέρ της πειραματικής ομάδας και φθίνουν όσο μεγαλώνει η απόσταση. Μάλιστα για την απόσταση των 10 m, κατά το πρώτο post-test η επεξεργασία δε δίνει στατιστικώς σημαντική διαφορά, αν και αυτό συμβαίνει οριακά. Αξιοσημείωτο όμως είναι και εδώ ότι οι μεταβολές μεταξύ των δύο ομάδων βελτιώνονται έστω και ελαφρά υπέρ της πειραματικής ομάδας μετά το δεύτερο post-test. Τούτο ίσως οφείλεται στη σταθερότητα του νέου αναπαραστατικού σχήματος κάποιων υποκειμένων της πειραματικής ομάδας, γεγονός που αποτελεί μια πρόσθετη ένδειξη για την αποτελεσματικότητα της πειραματικής διαδικασίας. Η ατελής δόμηση των σχέσεων οι οποίες οδηγούν σε εκτιμήσεις των διαρκειών, που κυριαρχεί κατά την περίοδο της προπραξιακής σκέψης (Piaget, 1973), δεν επιτρέπει τη διατύπωση συλλογισμού ανεξάρτητου από τη διάταξη των αντικειμένων στο χώρο. Ενώ λοιπόν για κάποια υποκείμενα η διάδοση του φωτός είναι εξαρχής ανεξάρτητη από την απόσταση, για αρκετά άλλα παιδιά η αδυναμία

συντονισμού χωρικών και χρονικών σχέσεων δεν εγκαθιστά μια αντιστοιχία απόστασης και χρόνου διάδοσης του φωτός, αλλά οδηγεί σε κατά περίπτωση αντιμετωπίσεις του τύπου "από μακριά χρειάζεται χρόνο", ενώ "από κοντά δε χρειάζεται χρόνο", με "μακριά" και "κοντά", βεβαίως, εντελώς υποκειμενικού χαρακτήρα. Πρόκειται ακριβώς για το σημείο στο οποίο επιχειρήσαμε να παρέμβουμε με την πειραματική διαδικασία, ώστε να οδηγήσουμε τη σκέψη του υποκειμένου προς μια συναρμογή χωροχρονικών σχέσεων, η οποία να επιτρέπει ορθές εκτιμήσεις με βάση σταθερό σύστημα κριτηρίων επιπέδου συγκεκριμένης σκέψης.

Στο δεύτερο έργο θέσαμε ουσιαστικά το ίδιο ερώτημα με το προηγούμενο, μόνο που εκτός του ότι η απόσταση φωτεινής πηγής και αποδέκτη ήταν η απόσταση γης - ήλιου, τοποθετήσαμε στη θέση της φωτεινής πηγής τον ήλιο. Αρκετά υποκείμενα εδώ, βασισμένα σε ένα προπραξιακού χαρακτήρα σχήμα, επικεντρώνονται στην ισχυρή ένταση της φωτεινής ακτινοβολίας του ήλιου και εξαιτίας αυτού του γεγονότος αποφαίνονται ότι το φως έρχεται "αμέσως", αμελώντας έτσι τη μεγάλη απόσταση την οποία έχει να διανύσει. Μια παρόμοια διαπίστωση άλλωστε, τη σύνδεση δηλαδή της διάδοσης του φωτός με το μέγεθος ή την ισχύ της πηγής, έχουν κάνει και οι Stead & Osborne (1980). Αντιθέτως, η πραξιακή σκέψη δεν παρασύρεται από το έντονο αυτό αντιληπτικό ερέθισμα και οδηγείται σε ορθά συμπεράσματα μέσα από τη συνεκτίμηση απόστασης και διάρκειας.

Στο τρίτο και τέταρτο έργο αναμένουμε σημαντικές, υπέρ της πειραματικής ομάδας, προόδους στο ζήτημα της διάδοσης του φωτός προς αποδέκτες που βρίσκονται σε άνισες αποστάσεις και στο ίδιο ή διαφορετικού ύψους οριζόντιο επίπεδο. Στο τρίτο έργο η διευθέτηση των αντικειμένων της διάταξης στο χώρο, ενδεχομένως, θα ευνοούσε ορθές απαντήσεις. Όμως οι εξηγήσεις που γίνονται δεκτές ως ορθές είναι μόνον αυτές που έχουν σαφή χαρακτηριστικά χωροχρονικού συντονισμού. Και στα δύο έργα μετά την πειραματική διαδικασία η διαφορά μεταξύ των υποκειμένων της πειραματικής ομάδας που προοδεύουν έναντι των υποκειμένων της ομάδας ελέγχου που προοδεύουν είναι στατιστικώς σημαντική. Με βάση λοιπόν τις προηγούμενες παρατηρήσεις μπορούμε να ισχυριστούμε ότι η υπόθεσή μας επιβεβαιώνεται.

Από την ερευνητική μας προσπάθεια, προέκυψε μια ένδειξη γιά τον ευνοϊκό ρόλο της αποσταθεροποίησης αυθόρμητων νοητικών παραστάσεων και οικοδόμησης άλλων συμβατών με τα επιστημονικά πρότυπα για το χρόνο διάδοσης του φωτός, μέσω μιας διαδικασίας κοινωνικογνωστικής σύγκρουσης. Πράγματι φαίνεται ότι η διαδικασία αυτή ως μηχανισμός κοινωνικής αλληλεπίδρασης είναι ικανή να προωθήσει σε ανώτερο επίπεδο τις ψυχολογικές προαπαιτήσεις των γνωστικών προόδων. Η μεταβολή αυτή οφείλεται, ενδεχομένως, στην πρόκληση ανισορροπίας και διαταραχής στα αναπαραστατικά πρότυπα προπραξιακού επιπέδου και την ενεργοποίηση αφομοιωτικών και συμμορφωτικών λειτουργιών που οδηγούν στη γνωστική αναδιοργάνωση και την εξισορρόπηση στο επίπεδο της πραξιακής σκέψης. Από εκπαιδευτική πλευρά, η χρήση της κοινωνικογνωστικής σύγκρουσης στην έρευνά μας δεν είχε ως αντικειμενικό στόχο γενικές προόδους, οι οποίες αποσκοπούν στην επίτευξη νοητικής ετοιμότητας του υποκειμένου για την αφομοίωση της συγκεκριμένης φυσικής γνώσης. Γιατί το επιστημονικό πεδίο στο οποίο κινούμαστε, η Διδακτική της Φυσικής, δεν προσανατολίζεται μόνο προς τη γνωστική λειτουργία και συγκρότηση του υποκειμένου, αλλά και στην ανάλυση της παιδαγωγικής αλληλεπίδρασης και των κοινωνικών σημασιοδοτήσεων των προτεινόμενων πειραματικών καταστάσεων. Έτσι, εφόσον ο βασικός μας στόχος είναι η μετάβαση από μια περιγραφική σε μια επεξηγηματική διδασκαλία των φυσικών εννοιών, με την ψυχολογική και επιστημολογική προοπτική του όρου, θεωρήσαμε αναγκαία τη μελέτη της αποτελεσματικότητας μιας εναλλακτικής διδακτικής πρακτικής. Η διδακτική αυτή πρακτική δε βασίζεται

στην εμπειρική εκτίμηση του παιδαγωγικού δέοντος, αλλά στο σχεδιασμό με βάση τις νοητικές αναπαραστάσεις των μαθητών και μιας στρατηγικής μετασχηματισμού τους. Τέλος, δεδομένου ότι η πειραματική - διδακτική διαδικασία μας πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο με μικρές ομάδες υποκειμένων, ιδιαίτερο ενδιαφέρον θα αποκτούσε η μεταφορά της σε συνθήκες τάξης με σκοπό τον έλεγχο της εμβέλειάς της στο επίπεδο της καθημερινής διδακτικής πρακτικής. Αυτό όμως αποτελεί μια άλλη κατεύθυνση με ιδιαίτερη σημασία για μελλοντικές έρευνες.

Βιβλιογραφία

Amigues, R., & Caillot, M. (1990). Les représentations graphiques dans l'enseignement et l'apprentissage de l'électricité. *European Journal of Psychology of Education, Vol. V, 4,* 477-488.

Bachelard, G. (1980). *La formation de l'esprit scientifique.* Vrin, 11ème edition, Paris.

Brown, A. (1976). The construction of temporal succesion by preoperational children. *Minnesota symposia on child psychology, Vol. 10* (pp. 28-83). University of Minnesota Press.

Carugati, F., & Mugny, G. (1985). La théorie du conflit sociocognitif. *Psychologie sociale du développement cognitif* (pp. 57-70). Berne: P. Lang.

De Paolis, P., & Mugny, G. (1985). Regulations relationnelles et sociocognitives du conflit cognitif et marquage social. *Psychologie sociale développement cognitif* (pp. 93-108). Berne: P. Lang.

Doise, W., & Mugny, G. (1987). *Η κοινωνική ανάπτυξη της νοημοσύνης.* Αθήνα: Πατάκης.

Fraisse, P. (1988). *Pour la psychologie scientifique.* Bruxelles: Mardaga.

Giordan, A. et al. (1987). *L' élève et / ou les connaissances scientifiques.* Berne: P. Lang.

Guesne, E. (1984). Children's ideas about light. *New Trends in Physics Teaching,* UNESCO (pp. 179-192). Paris, V.IV.

Joshua, S., & Dupin, J. J. (1991). Processus de modelisation en électricité. *Technologies, Idéologies, Pratiques. V. VII, 7,* 155-169.

Marascuilo, L, & Serlin, R. (1988). *Statistical methods for the social and behavioral sciences.* New York: W. H. Freeman and company.

Montangero, J. (1980). La formation d'un concept vue comme la mise en relation d'indices significatifs: Le concept de durée. *Journées sur l' éducation scientifique : approche des processus de construction des concepts en sciences* (pp. 229-234). Chamonix.

Mugny, G. , & Doise, W. (1983). Le marquage social dans le développement cognitif. *Cahiers de Psychologie Cognitive, 3,* 89-106.

Perret-Clermont, A. N. (1986). *La construction de l' intelligence dans l' interaction sociale.* Berne: P. Lang.

Piaget, J. (1973). *Le développement de la notion dé temps chez l' enfant.* Paris: PUF.

Piaget, J. (1976). *La représentation du monde chez l' enfant.* Paris: PUF.

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

Stead, B., & Osborne, R. (1980). Exploring student's concepts of light. *Australian Science Teacher Journal, 26* (3), 84-90.

Tiberghien, A. (1985). Quelques éléments sur l' évolution de la recherche en didactique de la Physique. *Revue Francaise de Pédagogie, 72,* 71-86.

Vygotski, L. (1988). *Σκέψη και γλώσσα.* Αθήνα: Γνώση.

Wallon, H. (1984). *Η ψυχική ανάπτυξη του παιδιού.* Αθήνα: Γλάρος.

Weil-Barais, A. (1985). L' étude des connaissances des élèves comme

préalable à l' action didactique. *Bulletin de Psychologie, 368*, 157-160.

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

Abstract

The article presents a study that attempted to transform the 10-year-old pupils'misconceptions regarding the time of the propagation of light into scientific notions. The representations of 132 pupils were studied by means of a directed interview during which predictions and explanations were requested for four experimental conditions. It was concluded that children's thought is dominated by the intuitive representation of the instantaneous propagation of light. Thus an intervention study was designed that used socio-cognitive conflict to change these misconceptios. This intervention resulted in statistically significant progress in the experimental group as compared to the control group.