

Οντολογικά και επιστημολογικά προβλήματα της διάκρισης ανάμεσα σε φαινομενολογικές και επιστημονικές εξηγήσεις του φυσικού κόσμου: Μια αναπτυξιακή μελέτη στο χώρο της παρατηρησιακής αστρονομίας

ΝΑΤΑΣΣΑ ΚΥΡΙΑΚΟΠΟΥΛΟΥ

ΣΤΕΛΛΑ ΒΟΣΝΙΑΔΟΥ

Πανεπιστήμιο Αθηνών

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι έρευνες για την ανάπτυξη των γνώσεων για το φυσικό κόσμο έχουν δείξει ότι τα μικρά παιδιά διαμορφώνουν αρχικά θεωρίες του κοινού νου, οι οποίες είναι συνήθως ασυμβίβαστες με τις επιστημονικές θεωρίες στις οποίες εκτίθενται στο σχολείο αργότερα, και άρα η διαδικασία μάθησης των επιστημονικών εννοιών μπορεί να εκληφθεί ως μια διαδικασία εννοιολογικής αλλαγής στο πλαίσιο αλλαγής θεωρίας. Στην παρούσα έρευνα διερευνήσαμε αν τα παιδιά ασκούν συνειδητό έλεγχο σε αυτή τη διαδικασία εννοιολογικής αλλαγής. Συλλάβαμε το ερώτημα αυτό στο πλαίσιο δύο προβλημάτων που σχετίζονται με τη διάκριση ανάμεσα στις φαινομενολογικές εξηγήσεις του φυσικού κόσμου και στις επιστημονικές. Το πρώτο, οντολογικό πρόβλημα, είναι το πρόβλημα της γνώσης της «πραγματικότητας» από την «εμφάνιση». Το δεύτερο, επιστημολογικό πρόβλημα, αφορά την κατανόηση ότι υπάρχουν διαφορετικές ερμηνείες των φυσικών φαινομένων, αυτές που είναι πιο κοντά στην «εμφάνιση» και αυτές που είναι πιο κοντά στην «πραγματικότητα». Για την έρευνά μας επιλέχθηκε ο χώρος της παρατηρησιακής αστρονομίας. Πενήντα δύο μαθητές της Α', της Γ' και της Ε' του δημοτικού σχολείου κλήθηκαν να επιλέξουν δύο από τέσσερις αναπαραστάσεις για το Σχήμα Γης - Βαρύτητα, την Εναλλαγή Μέρας - Νύχτας, το Πλανητικό Σύστημα και τα Σχετικά Μεγέθη Γης, Ήλιου και Σελήνης, αυτές που νομίζουν ότι ήταν πιο κοντά στο τι α) φαίνεται και β) είναι στην πραγματικότητα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα παιδιά αρχίζουν με φαινομενολογικές αναπαραστάσεις του φυσικού κόσμου, οι οποίες σταδιακά εμπλουτίζονται και από τις επιστημονικές. Η επίλυση του οντολογικού προβλήματος δε συνεπάγεται, όμως, αναγκαστικά την ενσυνείδητη γνώση ότι το ίδιο φαινόμενο μπορεί να ιδωθεί από δύο διαφορετικές οπτικές. Το επιστημολογικό πρόβλημα της κατανόησης ανάμεσα στη φαινομενολογική και στην επιστημονική ερμηνεία του φαινομένου εμφανίζεται αναπτυξιακά αργότερα από τη λύση του οντολογικού προβλήματος.

Λέξεις-κλειδιά: Μάθηση, Εννοιολογική αλλαγή, Φυσικές επιστήμες.

Σημείωση: Η μελέτη διεξήχθη στο πλαίσιο της μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας της Νατάσσας Κυριακοπούλου, υπό την επίβλεψη της καθηγήτριας Στέλλας Βοσνιάδου, στο πλαίσιο του ΠΜΣ «Βασική και Εφαρμοσμένη Γνωστική Επιστήμη». Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τη διεύθυνση, το εκπαιδευτικό προσωπικό και τους μαθητές του 6^{ου} Δημοτικού Σχολείου Αλίμου και του 6^{ου} Δημοτικού Σχολείου Π. Φαλήρου για τη συμμετοχή τους στην έρευνα αυτή.

Διεύθυνση: Στέλλα Βοσνιάδου, Τμήμα Μεθοδολογίας, Ιστορίας και Θεωρίας της Επιστήμης, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Πανεπιστημιούπολη, 157 71 Ιλίσια, Αθήνα. Τηλ.: 210-7275506-7.

Η εννοιολογική αλλαγή στη γνωστική ανάπτυξη

Πολλοί ψυχολόγοι που μελετούν τη γνωστική ανάπτυξη σήμερα συμφωνούν ότι τα παιδιά κατά το τέλος της προσχολικής ηλικίας και πριν από την ηλικία που πηγαίνουν στο δημοτικό σχολείο έχουν διαμορφώσει αρχικές, αφελείς θεωρίες για πολλά από τα φαινόμενα του φυσικού κόσμου (Carey, 1985. Gelman & Wellman, 1991. Keil, 1989). Η λέξη «θεωρία» χρησιμοποιείται για να δηλώσει ότι τα επεξηγηματικά αυτά πλαίσια έχουν συνοχή και κάποια εσωτερική συνέπεια και ότι είναι ικανά να παράσχουν εξηγήσεις και προβλέψεις που πηγαίνουν πέρα από αυτό που είναι άμεσα προσβάσιμο και παρατηρήσιμο. Οι «θεωρίες» των παιδιών διαφέρουν κατά πολύ από τις επιστημονικές θεωρίες, τόσο σε θέματα που αφορούν την ευρύτητά τους, την επεξηγηματική τους αξία και την εσωτερική τους συνέπεια, όσο και σε θέματα που αφορούν την κοινωνική τους αποδοχή. Ένα θέμα για το οποίο υπάρχει διαφωνία και αποτελεί αφετηρία για την παρούσα έρευνα είναι το θέμα της αλλαγής θεωριών (εννοιολογική αλλαγή), και ιδιαίτερα το ερώτημα κατά πόσο τα παιδιά έχουν μεταγνωστική επίγνωση της διαδικασίας εννοιολογικής αλλαγής (Karmiloff-Smith, 1991, 1992. Klahr, 2000. Kuhn, Amsel, & O'Loughlin, 1988).

Η διαδικασία απόκτησης γνώσεων για το φυσικό κόσμο φαίνεται να αρχίζει από τη βρεφική ηλικία, κατά την οποία τα βρέφη βάζουν τις βάσεις για την ανάπτυξη μιας «θεωρίας πλαισίου» για το φυσικό κόσμο, βασιζόμενα σε ορισμένες αρχές που διέπουν τα φυσικά σώματα, όπως αυτές της στερεότητας, της σταθερότητας και της βαρύτητας που δρα από πάνω προς τα κάτω (Baillargeon, 1987. Spelke, 1991). Αυτές οι αρχές δρουν ως περιορισμοί στην κατανόηση των επιστημονικών θεωριών που γίνονται αντικείμενο συστηματικής διδασκαλίας στο σχολείο. Η διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής απαιτεί πολλές φορές την αναδιοργάνωση των αρχικών, γνωστικών δομών και την αντικατάσταση βασικών προϋποθέσεων της θεωρίας-πλαισίου με ένα νέο επεξηγηματικό πλαίσιο.

Η Carey (1985, 1991) μιλά για μια ριζοσπαστική αναδιοργάνωση της γνώσης κατά τη διάρκεια της εννοιολογικής αλλαγής, μια αναδιοργάνωση που θα μπορούσε να θεωρηθεί ανάλογη σε κάποιο βαθμό με την αλλαγή πλαισίου στην ιστορία της επιστήμης. Οι νέες θεωρίες είναι διαφορετικές στα φαινόμενα που εξηγούν και στη δομή τους, καθώς και στις συγκεκριμένες έννοιες που τις απαρτίζουν. Έτσι, στο χώρο της παρατηρησιακής αστρονομίας, για παράδειγμα, η αρχική «θεωρία» των παιδιών είναι ότι η Γη είναι ένα φυσικό σώμα το οποίο περιορίζεται από όλες τις προϋποθέσεις που περιορίζουν τα φυσικά σώματα, όπως οι αρχές της σταθερότητας (η Γη είναι σταθερή και δεν κινείται) και της πάνω/κάτω βαρύτητας (δηλαδή ότι η Γη πρέπει να στηρίζεται από κάπου και ότι οι άνθρωποι δεν μπορούν να σταθούν στα «πλάγια» και στο «κάτω» μέρος μιας σφαιρικής Γης). Η αρχική αυτή «θεωρία» θα πρέπει να αντικατασταθεί από μια διαφορετική, σύμφωνα με την οποία η Γη είναι ένα αστρονομικό σώμα που δεν περιορίζεται από τις παραπάνω αρχές (Vosniadou & Brewer, 1992, 1994).

Οι Vosniadou και Brewer (1992), εξετάζοντας την ανάπτυξη της εννοιολογικής γνώσης των παιδιών σχετικά με το σχήμα της Γης, τονίζουν ότι αυτό που χρειάζεται για να επιτευχθεί η προαναφερθείσα εννοιολογική αλλαγή είναι η επανερμηνεία των παραπάνω βασικών προϋποθέσεων (π.χ. της σταθερότητας, της πάνω/κάτω βαρύτητας). Οι επανερμηνείες των προϋποθέσεων δε συνεπάγονται αναγκαστικά αλλαγές στις παρατηρήσεις του καθημερινού κόσμου. Για παράδειγμα, όσον αφορά στο σχήμα της Γης, τα παιδιά σχηματίζουν μια αρχική αναπαράσταση της Γης ως μιας επίπεδης επιφάνειας πάνω στην οποία ζουν οι άνθρωποι, που είναι συμβατή με την καθημερινή εμπειρία, και περιορίζεται από τις προϋποθέσεις της στερεότητας, της σταθερότητας και της βαρύτητας που δρα πάνω/κάτω, οι οποίες ισχύουν για όλα τα φυσικά σώματα, δεδομένου ότι η Γη κατηγοριοποιείται ως ένα φυσικό σώμα. Η αλλαγή από την αρχική στην επιστημονική αναπαράσταση της σφαιρι-

κής Γης είναι σταδιακή και γίνεται με αργούς ρυθμούς, συμπεριλαμβάνοντας την ενδιάμεση διαμόρφωση «συνθετικών μοντέλων». Οι μαθητές σχηματίζουν συνθετικά μοντέλα συνδυάζοντας τις πληροφορίες που προέρχονται από τους ενήλικους με τις προϋποθέσεις των δικών τους διαισθητικών αντιλήψεων. Ένα παράδειγμα συνθετικού μοντέλου είναι το μοντέλο της «διπλής Γης». Οι μαθητές συχνά προσθέτουν στην αρχική τους αναπαράσταση της επίπεδης Γης την πληροφορία ότι υπάρχει μια σφαιρική Γη, σχηματίζοντας το συνθετικό μοντέλο της «διπλής Γης», σύμφωνα με το οποίο υπάρχει μια Γη-σφαίρα, η οποία είναι ψηλά στον ουρανό, και μια άλλη επίπεδη, όπου ζουν οι άνθρωποι. Για να φθάσουν στο αποδεκτό επιστημονικό μοντέλο, τα παιδιά πρέπει να επανερμηνεύσουν τις αρχικές τους προϋποθέσεις μέσα σε ένα νέο εξηγηματικό πλαίσιο. Ανάλογες εμπειρικές μελέτες έχουν γίνει και σε άλλους χώρους, όπως στη φυσική, στη βιολογία, στη χημεία και στη γεωλογία, όπου φαίνεται και εκεί ότι η διαδικασία κατανόησης επιστημονικών εννοιών είναι βαθμιαία και αργή και μπορεί να οδηγήσει σε συνθετικά μοντέλα (Vosniadou & Brewer, 1994. Vosniadou, 2002).

Το πρόβλημα της μεταγνώσης στο πλαίσιο της εννοιολογικής αλλαγής και η αναλογία ανάμεσα στα παιδιά και στους επιστήμονες

Ένα ενδιαφέρον ερώτημα που προκύπτει είναι αν τα παιδιά έχουν ενσυνείδητη γνώση της διαδικασίας της εννοιολογικής αλλαγής. Με άλλα λόγια, είναι τα παιδιά σαν τους επιστήμονες οι οποίοι διαμορφώνουν υποθέσεις και ελέγχουν την ορθότητα των υποθέσεων τους στη διαδικασία δημιουργίας και αναδιοργάνωσης θεωριών; Ή μήπως απλώς αφομοιώνουν τις εισερχόμενες πληροφορίες στις υπάρχουσες γνωστικές δομές, χωρίς όμως να έχουν την απαραίτητη μεταγνώση για να χειριστούν τις απόψεις της θεωρίας; Στην παρούσα μελέτη διερευνήσαμε το ερώτημα αν οι νεαροί μαθητές ασκούν συνειδη-

τό έλεγχο στη διαδικασία εννοιολογικής αλλαγής στο πλαίσιο της διάκρισης ανάμεσα στην εμφάνιση των αντικειμένων του φυσικού κόσμου και στην επιστημονική εξήγηση γι' αυτά. Δύο είναι τα βασικά προβλήματα που σχετίζονται με τη διάκριση ανάμεσα στην εμφάνιση και στην πραγματικότητα (Perner, 1991). Το πρώτο είναι το πρόβλημα της γνώσης της πραγματικότητας στη βάση της διαθέσιμης πληροφορίας (εμφάνιση). Θα μπορούσαμε να αναφερθούμε στο πρόβλημα αυτό ως το οντολογικό πρόβλημα. Το δεύτερο πρόβλημα αφορά την κατανόηση ότι υπάρχει μια διάκριση ανάμεσα στην εμφάνιση και στην πραγματικότητα και ότι μαθαίνουμε για την πραγματικότητα μέσα από τις εμφανίσεις της, οι οποίες μπορούν έτσι να μας ξεγελάσουν. Θα μπορούσαμε να αναφερθούμε σε αυτό ως το επιστημολογικό πρόβλημα. Είναι ενδιαφέρον ότι στη διαδικασία της σχολικής μάθησης δε φαίνεται να γίνεται αντιληπτή η ύπαρξη του επιστημολογικού προβλήματος. Θεωρείται ότι, όταν τα παιδιά θα καταλάβουν την επιστημονική θεωρία, τότε αυθόρμητα θα έχουν κατανοήσει και τη διαφορά ανάμεσα στην πραγματικότητα και στην εμφάνιση. Γι' αυτό και η διδασκαλία στις φυσικές επιστήμες εστιάζεται απλώς και μόνο στο να καταλάβουν τα παιδιά ποιες είναι οι «σωστές» απαντήσεις/εξηγήσεις, στο να λύσουν δηλαδή το οντολογικό πρόβλημα.

Ο παραπάνω προβληματισμός μάς παραπέμπει σε δύο διαφορετικά είδη βιβλιογραφίας: το ένα αφορά μελέτες ερευνητών όπως η Karmiloff-Smith (1991, 1992), ο Klahr (2000) και οι Kuhh, Amsel και O'Loughlin (1988), οι οποίοι προσπαθούν να κατανοήσουν πώς τα παιδιά αναθεωρούν τις θεωρίες τους όταν έρχονται αντιμέτωπα με ενδείξεις που είναι αντίθετες με αυτές. Μια άλλη ενδιαφέρουσα περιοχή έρευνας που άπτεται του ίδιου ερωτήματος σχετίζεται με τη διάκριση ανάμεσα στην εμφάνιση και στην πραγματικότητα στο πλαίσιο του γενικού προβληματισμού σχετικά με την ανάπτυξη της αναπαραστασιακής ικανότητας των παιδιών (Flavell, 1988).

Στο χώρο των ερευνών σχετικά με το πώς τα

παιδιά σχηματίζουν θεωρίες για τον κόσμο και τις αναδιοργανώνουν οι Kuhn et al. (1988) ερεύνησαν την ικανότητα συγχρονισμού θεωρίας και απόδειξης σε πολύ απλά πλαίσια που επικαλούνται την καθημερινή γνώση, όπου απαιτείται όμως και κάποια τυπική βάση γνώσης. Υποστήριξαν ότι τα παιδιά δε συλλογίζονται όπως οι επιστήμονες. Δεν είναι ευαίσθητα σε μετα-εννοιολογικές διαφορές ανάμεσα σε εξηγήσεις, στην εμπειρική διάψευση των εξηγήσεών τους, και εμμένουν στις πεποιθήσεις τους ακόμη κι αν υπάρχουν εμπειρικές αντιφάσεις. Οι Kuhn et al. (1988) υποστηρίζουν ότι ο επιδέξιος συντονισμός θεωρίας και απόδειξης περιλαμβάνει έναν υψηλό βαθμό μεταγνωσιακής λειτουργίας. Τονίζουν ότι, ενώ τα παιδιά αναμφισβήτητα αναθεωρούν τις θεωρίες τους καθώς η εμπειρία τους αυξάνει, δεν μπορούν να αναλογίζονται πάνω στις λειτουργίες της σκέψης τους και είναι απίθανο η διαδικασία αναδιοργάνωσης των θεωριών τους να ακολουθεί τη γνωστική διαδικασία που ακολουθεί ο επιστημονικά σκεπτόμενος άνθρωπος. Δεν μπορούν δηλαδή να λαμβάνουν υπόψη τους εναλλακτικές θεωρίες που πιθανόν να ερμηνεύουν το ίδιο φαινόμενο, να κατανοούν τις διαφορές αυτών των θεωριών σε σχέση με τη δική τους, να αναγνωρίζουν πιθανές ασυμφωνίες και να αναθεωρούν τελικά τη θεωρία τους.

Οι Karmiloff-Smith και Inhelder (1974) υποστηρίζουν ότι πολλά παιδιά σχηματίζουν μια ισχυρή «θεωρία του γεωμετρικού κέντρου» σε έργα στα οποία τους ζητείται να ισοροπήσουν διάφορους τύπους κύβων (κύβους μήκους, κύβους εμφανούς βάρους, κύβους μη εμφανούς βάρους και έναν απίθανο κύβο) πάνω σε μια στενή μεταλλική ράβδο, στερεωμένη σε ένα κομμάτι ξύλου. Αν και τα παιδιά δεν είναι ικανά να εξηγούν τη θεωρία τους ή να σκεφθούν υποθετικές καταστάσεις για να την επιβεβαιώσουν ή να την απορρίψουν, παρ' όλα αυτά έχουν μια ισχυρή τάση να τη γενικεύουν, ακόμη κι όταν υπάρχουν αρκετές αρνητικές ενδείξεις ως προς την ορθότητά της.

Ο Klahr (2000) ερεύνησε τον επιστημονικό συλλογισμό σε πλαίσια που απαιτούσαν αλληλε-

πίδραση ανάμεσα στις διαδικασίες που υποστήριζαν το σχηματισμό υποθέσεων και το σχεδιασμό πειραμάτων. Πρότεινε το SDDS/Scientific Discovery as Dual Search (*Επιστημονική Ανακάλυψη ως Διπλή Διερεύνηση*) μοντέλο, το οποίο περιλαμβάνει δύο ειδών διερευνήσεις, στο χώρο του σχηματισμού υποθέσεων και στο χώρο του σχεδιασμού πειραμάτων. Ανάμεσα σε αυτά τα δύο είδη διερευνήσεων υπάρχει και η διαδικασία εκτίμησης της απόδειξης, κατά την οποία αξιολογείται το ταίριασμα θεωρίας - απόδειξης και καθοδηγείται η περαιτέρω έρευνα στο χώρο υποθέσεων και πειραματισμού. Οι σχετικές έρευνες (Klahr, Dunbar, & Fay, 2000) έδειξαν, σε αντίθεση με τους Kuhn et al. (1988), οι οποίοι βρήκαν ότι ακόμη και οι ενήλικοι τείνουν να συγχέουν τη θεωρία και την απόδειξη, ότι σε μερικές περιπτώσεις τα παιδιά ήταν ικανά να διακρίνουν τη θεωρία από την απόδειξη. Εντούτοις, η απόδοση των παιδιών ήταν κατώτερη σε σύγκριση με τους ενήλικους, ιδιαίτερα όταν έπρεπε να σχεδιάσουν ένα πείραμα που μπορούσε να διακρίνει μια δοσμένη μη αληθοφανή υπόθεση από μια αληθοφανή υπόθεση δικής τους έμπνευσης. Σε αντίθεση με τους ενήλικους, τα παιδιά δε λάμβαναν υπόψη τους ταυτόχρονα και τις δύο εναλλακτικές υποθέσεις, αλλά επικεντρώνονταν μόνο σε μια δική τους αληθοφανή υπόθεση και προσπαθούσαν να βρουν αποδείξεις για να την υποστηρίξουν. Πιθανές ασυνέπειες ερμηνεύονταν ως λάθη ή προσωρινές αποτυχίες να επιδείξουν το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Ανεξάρτητα από τις διαφορές τους, οι παραπάνω ερευνητές γενικά συμφωνούν στο ότι, αν και τα παιδιά είναι ικανά να διαμορφώνουν και να αναδιοργανώνουν θεωρίες για τον κόσμο, εντούτοις δεν καταφέρνουν πάντα να διακρίνουν τη θεωρία από την απόδειξη και να κατανοήσουν τις μεταξύ τους σχέσεις.

Στο χώρο της διερεύνησης της διάκρισης ανάμεσα στην εμφάνιση και στην πραγματικότητα εντάσσονται τα έργα που απαιτούν την ικανότητα ταυτόχρονης αναπαράστασης ασυμβίβαστων πληροφοριών στο πλαίσιο της Θεωρίας του Νου (Flavell, 1988. Harris & Gross, 1988.

Mitchell & Lacohee, 1991). Οι Flavell και Green (Flavell, Green, & Flavell, 1998. Flavell & Green, 1999) παρουσίασαν σε τρίχρονα, τετράχρονα και πεντάχρονα παιδιά αντικείμενα που εξαπατούσαν με την εμφάνισή τους, π.χ., σφουγγάρια που έμοιαζαν με βράχο. Τα παιδιά, αφού έπαιζαν με τα αντικείμενα προκειμένου να καταλάβουν ότι δεν ήταν αυτά που φαίνονταν, απαντούσαν σε ερωτήσεις του τύπου «πώς μοιάζουν τα αντικείμενα» και «πώς πραγματικά είναι». Τα περισσότερα τετράχρονα και πεντάχρονα απαντούσαν σωστά, σε αντίθεση με τα τρίχρονα, που υποστήριζαν ότι το σφουγγάρι και έμοιαζε με βράχο και πραγματικά ήταν βράχος. Το ίδιο φάνηκε και σε άλλα έργα, π.χ., όταν κοίταζαν ένα αντικείμενο μέσα από ένα μεγεθυντικό φακό, τα τετράχρονα και τα πεντάχρονα διαφοροποιούσαν την εμφάνιση από την πραγματικότητα, αλλά τα τρίχρονα αποτύγχαναν. Σύμφωνα με τον Flavell (1988), τα μικρά παιδιά κατανοούν ότι ένα άλλο άτομο μπορεί να βλέπει ή να μη βλέπει κάτι (γνώση για γνωστικές συνδέσεις), αλλά αγνοούν τις νοητικές αναπαραστάσεις που αυτές οι συνδέσεις δημιουργούν. Δηλαδή δεν κατανοούν ότι κάτι που μπορεί να ιδωθεί μπορεί να έχει διαφορετικές εμφανίσεις ή να δημιουργεί διαφορετικές οπτικές εμπειρίες εάν ο παρατηρητής το βλέπει από διαφορετικές θέσεις στο χώρο. Η ικανότητα αντίληψης νοητικών αναπαραστάσεων αναπτύσσεται αργότερα και αποτελεί μια σημαντική μεταγνωσιακή κατάκτηση.

Επίσης, η DeLoache και οι συνεργάτες της (DeLoache, 1989, 2000. Marzolf, DeLoache, & Kolstad, 1999) έχουν αναφερθεί και εκείνοι εκτεταμένα στη δυσκολία των μικρών παιδιών να σκέφτονται για μια οντότητα με δύο διαφορετικούς τρόπους την ίδια στιγμή. Σε σειρά ερευνών στις οποίες ζητείται από παιδιά ηλικίας 3 ετών και 2,5 ετών να βρουν αντικείμενα κρυμμένα σε ένα δωμάτιο με βάση τις πληροφορίες που τους δίνονται σε ένα μοντέλο-μικρογραφία του δωματίου, η DeLoache και οι συνεργάτες της (DeLoache, 1989, 2000. Marzolf, DeLoache, & Kolstad, 1999) βρήκαν ότι τα τρίχρονα είναι ικανά να χρησιμοποιήσουν τις πληροφορίες που δι-

νονται από το μοντέλο-μικρογραφία του δωματίου για να ανακαλύψουν τα κρυμμένα αντικείμενα στο πραγματικό, ενώ τα παιδιά ηλικίας 2,5 ετών δεν μπορούν. Η DeLoache (2000) στη θεωρία της για τη «διπλή αναπαράσταση» (dual representation) υποστηρίζει ότι τα παιδιά ηλικίας κάτω των 3 ετών μπορεί να μην είναι ικανά να σχηματίσουν μια διπλή αναπαράσταση, αντιμετωπίζοντας ένα αντικείμενο συγχρόνως ως αντικείμενο και ως σύμβολο.

Τέλος, η Karmiloff-Smith (1991, 1992), θέτοντας με τη σειρά της το ερώτημα τι σημαίνει για το νου να γνωρίζει, αντιλαμβάνεται τις αλλαγές στις θεωρίες των παιδιών να συνδέονται και με αλλαγές σε αναπαραστάσεις. Ένας τρόπος ανακατασκευής θεωριών είναι μέσα από μια εσωτερική επεξεργασία, την οποία η Karmiloff-Smith ονομάζει «αναπαραστασιακή αναπεριγραφή». Σύμφωνα με την Karmiloff-Smith, η γνώση είναι αρχικά εσωτερικευμένη, υπονοούμενη πληροφορία, η οποία μέσα από μια διαδικασία αναπεριγραφής γίνεται φανερό και ικανή να αποτελέσει αντικείμενο αυτοεξέτασης. Το τελικό αποτέλεσμα των ποικίλων αναπεριγραφών είναι η ύπαρξη στο νου πολλαπλών αναπαραστάσεων όμοιας γνώσης σε διαφορετικά επίπεδα λεπτομέρειας και σαφήνειας, καθιστώντας το άτομο ικανό να έχει επίγνωση της γνώσης του. Όταν η αναπεριγραφή έχει ολοκληρωθεί και η σαφής αναπαράσταση είναι δυνατόν να γίνει αντικείμενο χειρισμού, το παιδί μπορεί να εισάγει αλλαγές και παραβιάσεις στις καθοδηγούμενες από τα δεδομένα περιγραφές του κόσμου.

Στόχοι και υποθέσεις της παρούσας μελέτης

Ο σκοπός της παρούσας έρευνας είναι να διερευνήσει πώς αναπτύσσεται η μεταγνωσιακή επίγνωση κατά τη διάρκεια της εννοιολογικής αλλαγής. Συγκεκριμένα, στο χώρο της παρατηρησιακής αστρονομίας υποθέτουμε ότι οι μαθητές μαθαίνουν στο σχολείο τις επιστημονικές εξηγήσεις φαινομένων όπως για το σχήμα της Γης, τη βαρύτητα, τα σχετικά μεγέθη της Γης,

του Ήλιου και της Σελήνης, την εναλλαγή ημέρας - νύχτας, το πλανητικό σύστημα. Στο βαθμό που αναπτύσσεται η επιστημονική γνώση, υποθέτουμε ότι τα παιδιά επιλύουν το οντολογικό πρόβλημα. Όπως συζητήσαμε παραπάνω, η διδασκαλία που γίνεται στο σχολείο σταματά στην επίλυση του οντολογικού προβλήματος, δηλαδή στην εκμάθηση από τα παιδιά της «σωστής» επιστημονικής θεωρίας.

Με βάση, όμως, τα αποτελέσματα των ερευνών που αναφέρθηκαν προηγουμένως, υπάρχουν αρκετές ενδείξεις που υποστηρίζουν την υπόθεση ότι η επίλυση του οντολογικού προβλήματος δε συνεπάγεται αναγκαστικά και την επίλυση του επιστημολογικού προβλήματος. Δηλαδή οι μαθητές μπορεί να γνωρίζουν την επιστημονική εξήγηση ενός φαινομένου, π.χ., της εναλλαγής ημέρας - νύχτας, αλλά να μην έχουν ενσυνείδητη γνώση της διάκρισης ανάμεσα στην πραγματικότητα (επιστημονική εξήγηση) και στην εμφάνιση (αρχική, φαινομενολογική αναπαράσταση). Στην περίπτωση αυτή οι μαθητές θα πρέπει να συγχέουν την επιστημονική με τη φαινομενολογική αναπαράσταση.

Συγκεκριμένα, λοιπόν, υποθέτουμε ότι τα μικρότερα παιδιά θα δώσουν περισσότερες φαινομενολογικές εξηγήσεις από επιστημονικές, μην έχοντας λύσει το οντολογικό πρόβλημα. Όσο μεγαλώνουν τα παιδιά σχολικής ηλικίας αναμένουμε μια αύξηση στον αριθμό των επιστημονικών εξηγήσεων, αλλά συγχρόνως και μια σύγχυση ανάμεσα σε ποια επεξήγηση αντιπροσωπεύει την πραγματικότητα και σε ποια την εμφάνιση.

Μέθοδος

Συμμετέχοντες

Στην έρευνα συμμετείχαν συνολικά 52 μαθητές δύο δημοτικών σχολείων της Αθήνας. Ειδικότερα, έλαβαν μέρος 18 μαθητές της Α' τάξης δημοτικού (10 κορίτσια και 8 αγόρια), 17 μαθητές της Γ' τάξης δημοτικού (10 κορίτσια και 7 αγόρια) και 17 μαθητές της Ε' τάξης δημοτικού (9

κορίτσια και 8 αγόρια). Η μέθοδος δειγματοληψίας που ακολουθήθηκε ήταν η απλή τυχαία δειγματοληψία.

Υλικό

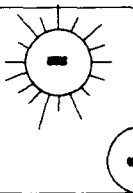

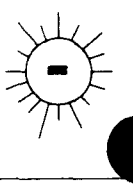
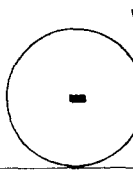
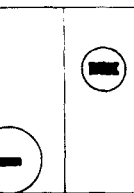
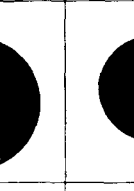

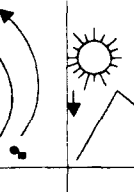
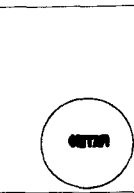



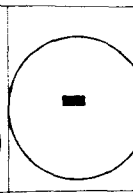
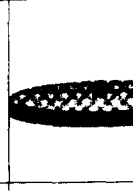
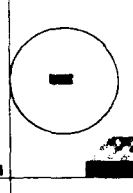

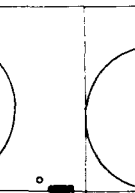

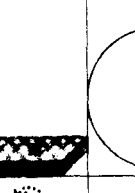
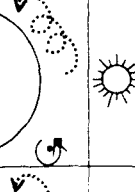


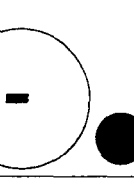
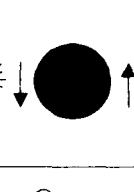
Κατασκευάστηκαν τέσσερις εικόνες-μοντέλα για: Σχετικό Μέγεθος Ήλιου - Σελήνης, Σχήμα Γης, Σχετικό Μέγεθος Ήλιου - Γης, Εναλλαγή Ημέρας - Νύχτας, Πλανητικό Σύστημα και Σχήμα Γης - Βαρύτητα. Οι εικόνες-μοντέλα βασίστηκαν σε προϋπάρχουσες έρευνες (Vosniadou & Brewer, 1992, 1994. Βοσνιάδου, 1999) και άρα ήταν αντιπροσωπευτικές των αναπαραστάσεων της Γης, του Ήλιου, της Σελήνης κ.λπ. που σχηματίζουν τα παιδιά σε αυτές τις ηλικίες. Επιλέξαμε να υπάρχουν τέσσερις εικόνες-μοντέλα για κάθε περίπτωση έτσι ώστε οι μαθητές να έχουν κάποια περιθώρια επιλογής και να μην τους εγκλωβίσουμε σε δύο μόνο επιλογές. Από αυτές οι δύο θεωρήθηκαν ότι βρίσκονται πιο κοντά στο επιστημονικό πρότυπο που διδάσκονται οι μαθητές και στο σχολείο, και οι άλλες δύο πιο κοντά στη φαινομενολογική εμπειρία των μαθητών. Οι αναπαραστάσεις αυτές απεικονίζονται στον Πίνακα 1.

Ειδικότερα, για το Σχετικό Μέγεθος Ήλιου - Σελήνης θεωρήσαμε ως επιστημονικά μοντέλα αυτά που δείχνουν τον Ήλιο πολύ μεγάλο και τη Σελήνη πολύ μικρή ή αρκετά μικρή σε σχέση με αυτόν, και ως φαινομενολογικά μοντέλα αυτά που παρουσιάζουν τα ουράνια σώματα να έχουν το ίδιο μέγεθος, έχοντας σχεδιάσει επιπλέον τον Ήλιο με ακτίνες, ή τη Σελήνη μεγαλύτερη από τον Ήλιο.

Για το Σχήμα της Γης θεωρήσαμε ως επιστημονικά μοντέλα τη Γη-σφαίρα, αλλά και την ελλειπτική σφαίρα, μια και αυτό το μοντέλο παρουσιάζεται συχνά στα βιβλία του δημοτικού. Τα δύο μοντέλα της Γης-ορθογώνιο και της Γης-δίσκος θεωρήθηκαν φαινομενολογικά.

Για το Σχετικό Μέγεθος Ήλιου - Γης θεωρήσαμε ως επιστημονικά μοντέλα αυτά που παρουσιάζουν έναν Ήλιο πολύ μεγάλο και μια πολύ μικρή ή αρκετά μικρή σφαίρα-Γη και ως φαινομε-

Πίνακας 1
Επιστημονικές και φαινομενολογικές αναπαραστάσεις που παρουσιάστηκαν στα υποκείμενα

Σχετικό Μέγεθος Ήλιου - Σελήνης				
Σχήμα Γης				
Σχετικό Μέγεθος Ήλιου - Γης				
Εναλλαγή Ημέρας - Νύχτας				
Πλανητικό Σύστημα				
Σχήμα Γης και Βαρύτητα				

νολογικά αυτά που δείχνουν τα ουράνια σώματα να έχουν το ίδιο μέγεθος, έχοντας πάλι σχεδιάσει τον Ήλιο με ακτίνες, ή τη Γη ως μια επίπεδη επιφάνεια που από πάνω της βρίσκεται ο ήλιος.

Όσον αφορά την Εναλλαγή Ημέρας - Νύχτας, θεωρήσαμε κοντά στο επιστημονικό πρότυπο τα μοντέλα που δείχνουν τη Γη στη μία περίπτωση να περιστρέφεται γύρω από τον άξονά της και να περιφέρεται γύρω από τον Ήλιο, ενώ στη δεύτερη περίπτωση περιφερόταν μόνο γύρω από τον Ήλιο. Ως φαινομενολογικά θεωρήσαμε μία εικόνα πολύ κοντά στην καθημερινή εμπειρία, τον Ήλιο και τη Σελήνη να ανεβοκατεβαίνουν πίσω από το βουνό, και τον Ήλιο και τη Σελήνη να ανεβοκατεβαίνουν γύρω από μια Γη-σφαίρα.

Στο Πλανητικό Σύστημα ως επιστημονικά μοντέλα θεωρήθηκαν τα ίδια μοντέλα που χρησιμοποιήθηκαν και στην Εναλλαγή Ημέρας - Νύχτας και ως φαινομενολογικά το μοντέλο της Γης-σφαίρας και γύρω γύρω ακανόνιστα έναν Ήλιο με ακτίνες, ένα μισοφέγγαρο και διάφορους πλανήτες, και το μοντέλο της Γης-σφαίρας και γύρω γύρω σε τροχιές ο Ήλιος και η Σελήνη.

Τέλος, για το Σχήμα Γης - Βαρύτητα χρησιμοποιήθηκαν ως επιστημονικά το μοντέλο της Γης-σφαίρας και το μοντέλο της ελλειπτικής σφαίρας. Ως φαινομενολογικά μοντέλα χρησιμοποιήθηκαν το μοντέλο της Γης-δίσκος και η ορθογώνια Γη με τα ανθρωπάκια στο πάνω μέρος.

Για τα πειράματα που διεξήχθησαν προκειμένου να διαπιστωθεί η ικανότητα διάκρισης από τα παιδιά των εννοιών «είναι» - «φαίνεται» χρησιμοποιήθηκαν:

- Διαφανές φίλτρο, κόκκινο φίλτρο, λευκές κόλλες χαρτί, κόκκινο χαρτί.

Διαδικασία

Κάθε παιδί εξετάστηκε χωριστά. Ο χρόνος που χρειαζόταν για να ολοκληρωθεί μια συνένδρα κυμαίνονταν ανάμεσα στα 20-25 λεπτά. Αρχικά έγιναν κάποιες ερωτήσεις προκειμένου να βεβαιωθούμε ότι τα παιδιά κατανοούσαν τις έννοιες «είναι» και «φαίνεται» και στη συνέχεια

προχωρούσαμε στις ερωτήσεις που αφορούσαν τη διάκριση εμφάνισης και πραγματικότητας στο χώρο της αστρονομίας.

Ερωτήσεις που τέθηκαν προκειμένου να διαπιστωθεί η ικανότητα διάκρισης από τα παιδιά των εννοιών «είναι» - «φαίνεται». Ξεκινάμε λέγοντας στο παιδί ότι τα πράγματα γύρω μας μερικές φορές αλλιώς είναι στην πραγματικότητα και αλλιώς φαίνονται να μοιάζουν όταν τα κοιτάμε με τα μάτια μας. Μερικές άλλες φορές, βέβαια, όπως είναι τα πράγματα στην πραγματικότητα έτσι μας φαίνονται να μοιάζουν κιόλας. Δείχνοντας ένα άσπρο χαρτί στο παιδί, το ρωτάμε για το πραγματικό χρώμα του χαρτιού. Μετά, με το παιδί να βλέπει όλες τις διαδικασίες, τοποθετούμε αυτό το άσπρο χαρτί κάτω από ένα διάφανο φίλτρο και ρωτάμε: «Τώρα που κοιτάς το χαρτί με τα μάτια σου, τι χρώμα φαίνεται να είναι αυτό;». Επαναλαμβάνουμε ότι τα πράγματα μερικές φορές φαίνονται να μοιάζουν όπως είναι στην πραγματικότητα. Στη συνέχεια δείχνουμε πάλι ένα άσπρο χαρτί στο παιδί και ρωτάμε: «Τι χρώμα είναι στην πραγματικότητα αυτό το χαρτί;». Μετά, πάλι με το παιδί να βλέπει όλες τις διαδικασίες, τοποθετούμε αυτό το άσπρο χαρτί κάτω από ένα κόκκινο φίλτρο και ρωτάμε: «Τώρα που κοιτάς το χαρτί με τα μάτια σου τι χρώμα φαίνεται να είναι αυτό;». Το παιδί απαντά στις ερωτήσεις. Με το παιδί να βλέπει όλες τις διαδικασίες, κόβουμε ένα κομμάτι του χαρτιού αυτού, καθώς παραμένει κάτω από το φίλτρο, και κρατώντας κλειστό το χέρι μας, τοποθετούμε αυτό το κομμάτι χαρτί δίπλα σε ένα κομμάτι κόκκινο χαρτί ίδιου μεγέθους και σχήματος. Ρωτάμε το παιδί: «Ποιο είναι το κομμάτι που έκοψα;». Επαναλαμβάνουμε ότι τα πράγματα μερικές φορές αλλιώς είναι στην πραγματικότητα (άσπρο χαρτί) και αλλιώς φαίνονται να μοιάζουν κάτω από ορισμένες συνθήκες (κόκκινο). Όλοι οι μαθητές πέρασαν επιτυχώς το πρώτο αυτό στάδιο ερωτήσεων και προχώρησαν στο δεύτερο στάδιο ερωτήσεων που αφορούσαν το χώρο της παρατηρησιακής αστρονομίας.

Ερωτήσεις σχετικά με τη διάκριση επιστημονικού - φαινομενολογικού μοντέλου στο χώ-

ρο της αστρονομίας. Σε κάθε περίπτωση από τις τέσσερις εικόνες-μοντέλα ζητάμε από το παιδί να επιλέξει μία από τις εικόνες αυτές που πιστεύει ότι δείχνει «την πραγματικότητα» και μία εικόνα που πιστεύει ότι δείχνει το «πώς μας φαίνονται τα πράγματα», και να τις τοποθετήσει κάτω από τη σωστή κατηγορία: «Πραγματικότητα» ή «Εμφάνιση». Τονίζουμε όμως στο παιδί ότι έχει τη δυνατότητα να επιλέξει και την ίδια εικόνα και για τις δύο κατηγορίες, διότι μερικές φορές η εμφάνιση είναι ίδια με την πραγματικότητα.

Αποτελέσματα

Μελετώντας το συνδυασμό των επιλογών των συμμετεχόντων στις ερωτήσεις «Πώς είναι στην πραγματικότητα» και «Πώς φαίνεται να μοιάζει», βλέπουμε ότι σχηματίζονται τέσσερις κατηγορίες απαντήσεων:

1. Φαινομενολογικές απαντήσεις μόνο (Φ-Φ): Απαντήσεις παιδιών που έχουν επιλέξει και για την πραγματικότητα και για την εμφάνιση εικόνες-μοντέλα που πλησιάζουν τη φαινομενολογική αναπαράσταση.

2. Αντιστροφή φαινομενολογικού - επιστημονικού (Φ-Ε): Απαντήσεις παιδιών που έχουν επιλέξει για την ερώτηση «Πώς είναι στην πραγματικότητα» μια εικόνα που πλησιάζει στη φαινομενολογική αναπαράσταση και για την ερώτηση «Πώς φαίνεται να μοιάζει» έχουν επιλέξει μια εικόνα που αντιστοιχεί στην επιστημονική αναπαράσταση.

3. Επιστημονικές απαντήσεις μόνο (Ε-Ε): Απαντήσεις παιδιών που έχουν επιλέξει και για την πραγματικότητα και για την εμφάνιση εικόνες-μοντέλα που πλησιάζουν την επιστημονική αναπαράσταση.

4. Σωστές απαντήσεις (Ε-Φ): Απαντήσεις παιδιών που έχουν επιλέξει για την ερώτηση «Πώς είναι στην πραγματικότητα» μια εικόνα που αντιστοιχεί στην επιστημονική αναπαράσταση και για την ερώτηση «Πώς φαίνεται να μοιάζει» έχουν επιλέξει μια εικόνα που αντιστοιχεί στη φαινομενολογική αναπαράσταση.

Ο Πίνακας 2 παρουσιάζει τις απαντήσεις των συμμετεχόντων. Σύμφωνα με την υπόθεσή μας, παρατηρούμε με την ηλικία μια αύξηση του αριθμού των σωστών απαντήσεων (τέταρτη κατηγορία: Ε-Φ) και παράλληλα μείωση του αριθμού των φαινομενολογικών απαντήσεων (πρώτη κατηγορία: Φ-Φ). Σε κάποιους τομείς η μείωση της συχνότητας των φαινομενολογικών απαντήσεων φαίνεται να συντελείται πολύ πιο νωρίς απ' ό,τι σε άλλους. Από την Α' τάξη φαίνεται ότι τα παιδιά έχουν γνώση του επιστημονικού προτύπου για το Σχήμα της Γης και για το Σχήμα της Γης και τη Βαρύτητα, ενώ αυτό δε συμβαίνει για τις άλλες κατηγορίες. Από τη Γ' τάξη αρχίζουμε να συναντάμε ένα μεγάλο αριθμό παιδιών –στην Ε' τάξη ξεπερνάει το ήμισυ του δείγματος (9 συμμετέχοντες, 53%)– τα οποία μπορούν να κάνουν τη διάκριση ανάμεσα στο επιστημονικό μοντέλο και το φαινομενολογικό. Εφαρμόζοντας έναν έλεγχο καλής προσαρμογής, βρήκαμε στατιστικά σημαντικές διαφορές στην αναλογία των σωστών απαντήσεων ανάμεσα στις τρεις ηλικιακές ομάδες για τους τομείς Σχήμα Γης και Βαρύτητα [$\chi^2(6) = 13.960, p < 0.05$], Σχετικό Μέγεθος Ήλιου - Σελήνης [$\chi^2(6) = 23.994, p < 0.05$] και Σχετικό Μέγεθος Ήλιου - Γης [$\chi^2(6) = 22.037, p < 0.05$].

Παρατηρούμε όμως ότι, αν και μεγάλος αριθμός παιδιών μπορεί να γνωρίζει το επιστημονικό μοντέλο, η διάκριση ανάμεσα στην πραγματικότητα και στην εμφάνιση δε γίνεται αυτόματα. Αν και μερικά παιδιά γνωρίζουν το επιστημονικό μοντέλο, είτε συγχέουν την επιστημονική με τη φαινομενολογική αναπαράσταση [κατηγορία της αντιστροφής φαινομενολογικού - επιστημονικού μοντέλου (Φ-Ε)] είτε αγνοούν προσωρινά τη φαινομενολογική αναπαράσταση και νομίζουν ότι το επιστημονικό μοντέλο είναι και το φαινομενολογικό [κατηγορία των επιστημονικών απαντήσεων μόνο (Ε-Ε)]. Συναντάμε, όμως, και εδώ μια διαφοροποίηση ανάμεσα στις τρεις ηλικιακές ομάδες γι' αυτές τις δύο ενδιάμεσες κατηγορίες. Μεγάλος αριθμός παιδιών της Α' και Γ' τάξης εμπίπτουν σε αυτές τις κατηγορίες.

Θεωρώντας ότι οι κατηγορίες μάς δίνουν και

Πίνακας 2
Αριθμός μαθητών που εμπίπτουν σε κάθε κατηγορία απαντήσεων
Α' τάξη N = 18, Γ' τάξη N = 17, Ε' τάξη N = 17













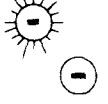
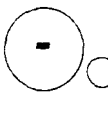
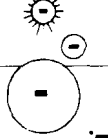
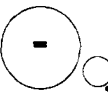
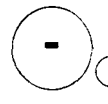
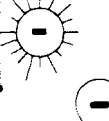
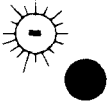
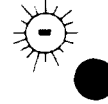
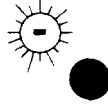
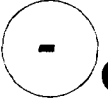
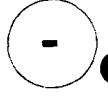
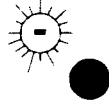








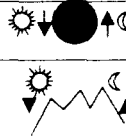

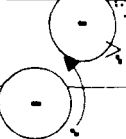

Είδος αναπαράστασης	Είδος απάντησης											
	Φαινομενολογικές απαντήσεις μόνο (Φ-Φ)			Αντιστροφή φαινομενολογικού - επιστημονικού (Φ-Ε)			Επιστημονικές απαντήσεις μόνο (Ε-Ε)			Σωστές απαντήσεις (Ε-Φ)		
	Α'	Γ'	Ε'	Α'	Γ'	Ε'	Α'	Γ'	Ε'	Α'	Γ'	Ε'
Σχετικό Μέγεθος Ήλιου - Σελήνης	9 (50%)	2 (12%)	1 (6%)	8 (44%)	6 (35%)	2 (12%)	0 (0%)	3 (18%)	3 (18%)	1 (6%)	6 (35%)	11 (65%)
Σχήμα Γης	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (6%)	0 (0%)	1 (6%)	11 (61%)	10 (59%)	7 (41%)	6 (33%)	7 (41%)	9 (53%)
Σχετικό Μέγεθος Ήλιου - Γης	11 (67%)	3 (18%)	3 (18%)	6 (28%)	5 (30%)	1 (6%)	0 (0%)	3 (18%)	6 (35%)	1 (6%)	6 (35%)	7 (41%)
Εναλλαγή Ημέρας - Νύχτας	10 (56%)	9 (53%)	5 (29%)	3 (17%)	1 (6%)	2 (12%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	5 (28%)	7 (41%)	10 (59%)
Πλανητικό Σύστημα	12 (67%)	9 (53%)	11 (65%)	3 (17%)	2 (12%)	1 (6%)	2 (11%)	1 (6%)	1 (6%)	1 (6%)	5 (29%)	4 (24%)
Σχήμα Γης και Βαρύτητα	3 (0%)	1 (6%)	3 (6%)	3 (22%)	4 (18%)	1 (6%)	5 (50%)	2 (35%)	1 (6%)	7 (28%)	10 (41%)	12 (82%)

για μια ποσοτική βάση αξιολόγησης, με τις απαντήσεις να ακολουθούν μια ιεραρχική διάταξη ξεκινώντας από τις φαινομενολογικές μόνο απαντήσεις και προχωρώντας ιεραρχικά στις απαντήσεις αντιστροφής φαινομενολογικού - επιστημονικού, στις επιστημονικές μόνο και, τέλος, στις σωστές απαντήσεις, εφαρμόσαμε μια ανάλυση διακύμανσης μονής κατεύθυνσης, θεωρώντας ως ανεξάρτητη μεταβλητή τη σχολική ηλικία των παιδιών και ως εξαρτημένη μεταβλητή την επιλογή που έκαναν οι μαθητές με τα τέσσερα επίπεδά της (Φ-Φ, Φ-Ε, Ε-Ε, Ε-Φ), από την οποία προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές με κύριες επιδράσεις για την ηλικία, μόνο για τους τομείς Σχετικό Μέγεθος Ήλιου - Σελήνης

[$F(2,49) = 16.485, p < 0.05$] και Σχετικό Μέγεθος Ήλιου - Γης [$F(2,49) = 10.491, p < 0.05$]. Βέβαια, θα έπρεπε να τονίσουμε ότι χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση και μεγαλύτερος αριθμός δείγματος για να έχουμε ακόμη πιο αξιόπιστα αποτελέσματα.

Ας δούμε τώρα σε μεγαλύτερη λεπτομέρεια τα λάθη των παιδιών, που παρουσιάζονται στον Πίνακα 3. Στον τομέα Σχήμα Γης σχεδόν όλα τα παιδιά και στις τρεις τάξεις επιλέγουν για την πραγματικότητα το πιο προχωρημένο επιστημονικό μοντέλο της Γης-σφαίρας. Τα μικρότερα παιδιά, όμως, δεν επιλέγουν φαινομενολογικά μοντέλα για την εμφάνιση, αλλά το λιγότερο προχωρημένο επιστημονικό μοντέλο, αυτό της

Πίνακας 3
Επιστημονικές και φαινομενολογικές αναπαραστάσεις που επιλέγει
ο μεγαλύτερος αριθμός μαθητών

Είδος αναπαράστασης	Α'		Γ'		Ε'	
	Πραγματικό	Εμφάνιση	Πραγματικό	Εμφάνιση	Πραγματικό	Εμφάνιση
Σχήμα Γης	16 (89%)	7 (39%)	16 (94%)	7 (41%)	16 (94%)	5 (29%)
						
Σχήμα Γης και Βαρύτητα	12 (67%)	8 (44%)	12 (71%)	6 (35%)	13 (76%)	8 (47%)
						
Σχετικό Μέγεθος Ήλιου - Σελήνης	17 (94%)	8 (44%)	7 (41%)	7 (41%)	10 (59%)	9 (53%)
						
Σχετικό Μέγεθος Ήλιου - Γης	16 (89%)	8 (44%)	8 (47%)	7 (41%)	8 (47%)	8 (47%)
						
Πλανητικό Σύστημα	10 (56%)	9 (50%)	8 (47%)	9 (53%)	7 (41%)	8 (47%)
						
Εναλλαγή Ημέρας - Νύχτας	11 (61%)	9 (50%)	5 (29%)	10 (59%)	5 (29%)	10 (59%)
						

πεπλατυσμένης γης. Μόνο στην Ε' τάξη επιλέγουν για την εμφάνιση το φαινομενολογικό μοντέλο της Γης-δίσκος.

Για τον τομέα Σχήμα Γης και Βαρύτητα αντιστοίχως επιλέγουν το πιο προχωρημένο επιστημονικό μοντέλο (Γη-σφαίρα με ανθρωπάκια γύρω γύρω) και για την πραγματικότητα και για την εμφάνιση. Πάλι μόνο στην Ε' τάξη αρχίζουν να επιλέγουν ένα φαινομενολογικό μοντέλο για την εμφάνιση, αυτό της Γης-δίσκος με το ανθρωπάκι στο πάνω μέρος.

Στον τομέα Σχετικό Μέγεθος Ήλιου - Σελήνης, αν κοιτάξουμε πιο προσεκτικά τις επιλογές των μαθητών, βλέπουμε ότι τα περισσότερα παιδιά στην Α' τάξη (17 συμμετέχοντες, 94% του δείγματος) επιλέγουν ένα φαινομενολογικό μοντέλο για την πραγματικότητα (Ήλιος με ακτίνες, Σελήνη (ίδιου μεγέθους) και ένα επιστημονικό μοντέλο για την εμφάνιση. Στη Γ' τάξη φαίνεται να αμφιταλαντεύονται ανάμεσα σε ένα φαινομενολογικό μοντέλο (Ήλιος με ακτίνες, Σελήνη (ίδιου μεγέθους) και σε ένα προχωρημένο επιστημονικό (μεγάλος Ήλιος, πολύ μικρή Σελήνη) για την πραγματικότητα, ενώ έχουμε αρκετά παιδιά στην Ε' τάξη που κάνουν και τη διάκριση και δίνουν σωστές απαντήσεις.

Στον τομέα Σχετικό Μέγεθος Ήλιου - Γης οι μικρότεροι μαθητές επιλέγουν το ίδιο φαινομενολογικό μοντέλο για την εμφάνιση και την πραγματικότητα (Ήλιος με ακτίνες, Γη ίδιου μεγέθους), οι μαθητές της Γ' επιλέγουν και αυτοί το ίδιο φαινομενολογικό μοντέλο για την πραγματικότητα, αλλά επιλέγουν ένα αρχικό επιστημονικό μοντέλο για την εμφάνιση, σε αντίθεση με τους μεγαλύτερους μαθητές, που επιλέγουν ένα αρχικό επιστημονικό μοντέλο (μεγάλος Ήλιος, μικρή Γη) για την πραγματικότητα και ένα φαινομενολογικό μοντέλο (Ήλιος με ακτίνες, Γη ίδιου μεγέθους) για την εμφάνιση. Στην Ε' τάξη είναι και οι περισσότεροι μαθητές που δίνουν σωστές απαντήσεις.

Μόνο στον τομέα Πλανητικό Σύστημα έχουμε αρκετά παιδιά ακόμη και στις τρεις τάξεις τα οποία συνεχίζουν να επιλέγουν μόνο φαινομενολογικά μοντέλα, δηλαδή μόνο γεωκεντρικά. Πά-

ντως, και στις τρεις τάξεις οι μαθητές επιλέγουν το πιο προχωρημένο φαινομενολογικό μοντέλο (Γη στο κέντρο, πλανήτες, Ήλιος και Σελήνη σε τροχιά) ως πραγματικότητα.

Τέλος, στον τομέα Εναλλαγή Ημέρας - Νύχτας μάς κάνει εντύπωση το γεγονός ότι από καμία ηλικιακή ομάδα δεν έχουμε απαντήσεις στην κατηγορία των επιστημονικών απαντήσεων μόνο. Οι περισσότερες απαντήσεις που δίνουν οι μαθητές της Α' και της Γ' τάξης ανήκουν στην κατηγορία των φαινομενολογικών μόνο απαντήσεων. Οι μαθητές, όμως, της Α' τάξης επιλέγουν σχεδόν όλοι ένα αρχικό φαινομενολογικό μοντέλο για την πραγματικότητα (Ήλιος και Σελήνη ανεβοκατεβαίνουν πίσω από το βουνό), ενώ οι μαθητές της Γ' τάξης επιλέγουν και ένα πιο προχωρημένο φαινομενολογικό μοντέλο για την πραγματικότητα (Ήλιος και Σελήνη ανεβοκατεβαίνουν γύρω από μια Γη-σφαίρα). Αντίθετα, οι μαθητές της Ε' τάξης επιλέγουν και τα δύο επιστημονικά μοντέλα για την πραγματικότητα και ένα αρχικό φαινομενολογικό μοντέλο για την εμφάνιση. Μάλιστα, ο αριθμός των μαθητών που δίνουν σωστές απαντήσεις στην Ε' τάξη είναι σχετικά μεγάλος (10 συμμετέχοντες, 59% του δείγματος).

Συζήτηση

Τα αποτελέσματα του πειράματος υποστηρίζουν την υπόθεσή μας. Για τους τομείς που δεν έχει επιλυθεί ακόμη το οντολογικό πρόβλημα οι μαθητές δίνουν απαντήσεις που βασίζονται στη φαινομενολογική τους εμπειρία. Βλέπουμε, όμως, ότι για τους τομείς που έχει επιλυθεί το οντολογικό πρόβλημα η διάκριση ανάμεσα στις φαινομενολογικές και στις επιστημονικές αναπαραστάσεις δε γίνεται αυθόρμητα και οι μαθητές οδηγούνται συχνά σε παρερμηνείες, είτε αντιστρέφοντας το τι είναι φαινομενολογικό και τι είναι επιστημονικό (απαντήσεις Φ-Ε) είτε νομίζοντας ότι η επιστημονική αναπαράσταση είναι και «αυτό που φαίνεται» και «αυτό που είναι» (απαντήσεις Ε-Ε).

Τα παραπάνω αποτελέσματα δείχνουν ότι το επιστημολογικό πρόβλημα, δηλαδή το πρόβλημα της γνώσης της διάκρισης ανάμεσα στην εμφάνιση και στην πραγματικότητα, υφίσταται. Τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν ότι για όλους τους τομείς που διερευνήθηκαν, με μόνη εξαίρεση το Πλανητικό Σύστημα (όπου ίσως ήταν ατυχής η επιλογή του επιστημονικού μοντέλου), η πλειονότητα των παιδιών της Α' και της Γ' τάξης επιλέγουν είτε Ε-Ε είτε Φ-Ε μοντέλα, ενώ τα παιδιά της Ε' τάξης κάνουν συνήθως σωστές επιλογές (Ε-Φ). Ακόμη και στην περίπτωση του Σχήματος της Γης, όπου τα παιδιά φαίνεται να γνωρίζουν από πολύ νωρίς το επιστημονικό μοντέλο, εντούτοις μόνο τα μεγαλύτερα παιδιά μπορούν σωστά να το διακρίνουν από το αντίστοιχο φαινομενολογικό.

Πώς θα μπορούσαμε να εξηγήσουμε το φαινόμενο αυτό; Γιατί τα παιδιά των μικρότερων ηλικιών, ακόμη και όταν γνωρίζουν το επιστημονικό μοντέλο, αδυνατούν να κάνουν τη διάκριση επιστημονικού - φαινομενολογικού, που φαίνεται να είναι αυτονόητη για τα μεγαλύτερα παιδιά; Η πιθανή εξήγηση προς την οποία κατευθυνόμαστε είναι ότι έχουμε να κάνουμε με ένα γενικότερο φαινόμενο που χαρακτηρίζει τις σχέσεις αναπαράστασης - αναπαριστάμενου. Με άλλα λόγια, θεωρούμε πιθανό πως τα παιδιά, όταν κατασκευάζουν αρχικές αναπαραστάσεις για το φυσικό κόσμο, λειτουργούν σε μια στενά αιτιακή επαφή με το αναπαριστάμενο αντικείμενο. Οι αναπαραστάσεις σε αυτό το επίπεδο είναι φαινομενολογικές, που όμως εμπεριέχουν στοιχεία θεωρίας, στο βαθμό που προσφέρουν εξηγήσεις και προβλέψεις φαινομένων. Οι φαινομενολογικές αναπαραστάσεις απεικονίζουν πιστά τον κόσμο χωρίς το παιδί να έχει ακόμη αποκτήσει σημασιολογική επίγνωση του πώς αυτές οι αναπαραστάσεις συνδέονται με τον κόσμο, δηλαδή ότι είναι υποθέσεις που υπόκεινται σε διάψευση.

Αργότερα, όταν τα παιδιά έρθουν σε επαφή με τις επιστημονικές αναπαραστάσεις μέσα από τη σχολική διαδικασία, μπορεί να προχωρήσουν σε μια διαδικασία αντικατάστασης της φαινομε-

νολογικής αναπαράστασης με την επιστημονική. Επειδή, όμως, λειτουργούν στο επίπεδο όπου κάθε αναπαράσταση μπορεί να σχετίζεται μόνο με μια συγκεκριμένη κατάσταση του κόσμου, αδυνατούν να κατανοήσουν την περίπλοκη σχέση φαινομενολογικού - επιστημονικού.

Η πιθανή αυτή εξήγηση των ευρημάτων της έρευνας υποστηρίζεται από παρεμφερή ευρήματα της Karmiloff-Smith (1979) στο χώρο της γλωσσικής ανάπτυξης. Διερευνήθηκε πώς τα παιδιά αντιμετωπίζουν το γεγονός ότι κάποιες λέξεις μπορεί να έχουν περισσότερες από μία σημασίες. Στη γαλλική γλώσσα το αόριστο άρθρο (*un/une*) έχει μια διπλή λειτουργία: είτε δηλώνει αόριστη αναφορά είτε λειτουργεί ως αριθμητικό. Εδώ δεν έχουμε μία περίπτωση όπου δύο διαφορετικές αναπαραστάσεις αναφέρονται στο ίδιο αναπαριστάμενο, όπως στη δική μας περίπτωση, αλλά μία παρεμφερή περίπτωση όπου η ίδια φωνολογική μορφή αναφέρεται σε δύο διαφορετικές καταστάσεις του κόσμου.

Μια σειρά πειραμάτων της Karmiloff-Smith έδειξε ότι τα παιδιά ηλικίας 3-5 ετών φαίνεται να σχηματίζουν δύο ανεξάρτητα αποθηκευμένες αναπαραστάσεις της ίδιας φωνολογικής μορφής, καθεμία από τις οποίες συσχετίζεται με ένα συγκεκριμένο λειτουργικό πλαίσιο. Επειδή εκμεταλλεύονται δύο ανεξάρτητα αποθηκευμένες αναπαραστάσεις, τα παιδιά αυτής της ηλικίας δεν κάνουν σφάλματα και μπορούν να παράγουν απλές λειτουργίες του οριστικού και του αόριστου άρθρου. Στην ηλικία των 5-6 ετών οι αναπαραστάσεις των παιδιών φαίνεται ότι αλλάζουν, καταγράφοντας ρητά πια τη σχέση ανάμεσα σε ταυτόσημες μορφές (π.χ., το γεγονός ότι η φωνολογική μορφή «*un*» που σχετίζεται με τη λειτουργία της αόριστης αναφοράς είναι η ίδια με τη φωνολογική μορφή «*un*» που σχετίζεται με τη λειτουργία της αριθμητικής αναφοράς). Τα παιδιά, όμως, αρχίζουν να κάνουν σφάλματα ως προς το ποια από τις δύο λειτουργίες εννοείται και δεν κατανοούν πάντα τότε η ίδια λέξη χρησιμοποιείται ως αριθμητικό και τότε ως αόριστο αναφορικό. Μόνο αργότερα, στην ηλικία των 6-7 ετών, έχουμε το πέρασμα σε συνειδητά προσβά-

σημ και λεκτικά διατυπωμένη μεταγλωσσική γνώση και η σχέση ανάμεσα στις αναπαραστάσεις έχει αποθηκευτεί σε μια έκδηλη μορφή.

Σύμφωνα με το μοντέλο που προτείνει η Karmiloff-Smith, προκειμένου το παιδί να συλλάβει τις διάφορες εναλλακτικές ερμηνείες μιας φωνολογικής μορφής, πρέπει να περάσει από μια διαδικασία αναπαραστασιακής αναπεριγραφής που το καθιστά ικανό για τη δημιουργία πολλαπλών αναπαραστάσεων σε διαφορετικά επίπεδα. Τα παιδιά που δε διαθέτουν ακόμη τέτοιες μετα-αναπαραστασιακές ικανότητες μάλλον αποτυγχάνουν να αναγνωρίσουν το βαθμό στον οποίο η ίδια κατάσταση μπορεί να ερμηνευτεί μέσα από διαφορετικές, πολλαπλές αναπαραστάσεις.

Θα μπορούσαμε να ισχυριστούμε ότι κάτι παρόμοιο συμβαίνει στην ανάπτυξη της αναπαραστασιακής ικανότητας και στο χώρο της παρατηρησιακής αστρονομίας, όσον αφορά στη διάκριση πραγματικού και φαινομενολογικού. Δηλαδή, για να καταστούν τα παιδιά ικανά να καταλάβουν τις εναλλακτικές ερμηνείες της ίδιας κατάστασης, θα πρέπει να περάσουν από μία διαδικασία αναπαραστασιακής αναπεριγραφής. Μόνο τότε τα παιδιά είναι ικανά να αποκτήσουν συνειδητή πρόσβαση στη γνώση που έχουν ήδη αποθηκεύσει. Ίσως τότε να είναι πιο εύκολο γι' αυτά να κατανοήσουν τη διάκριση επιστημονικού - φαινομενολογικού και να εναρμονίσουν τις πολλαπλές δυνατές εσωτερικές αναπαραστάσεις με τα εξωτερικά δεδομένα. Εάν ένα άτομο δεν έχει μετα-εννοιολογική επίγνωση της θεωρίας, εάν δηλαδή δεν είναι ικανό να την αναπαριστά σαν ένα αντικείμενο νόησης, δεν μπορεί να αξιολογήσει την επίδραση της απόδειξης σε αυτή. Θεωρούμε ότι τα παιδιά σταδιακά ίσως να γίνονται πιο ενήμερα για τις αναπαραστάσεις τους και να κατανοούν ότι, αν και κάτι μπορεί να βρίσκεται μόνο σε μια μορφή στον κόσμο, εντούτοις μπορεί να βρίσκεται σε περισσότερες μορφές στο νου μας, στις νοητικές μας αναπαραστάσεις γι' αυτό. Η ικανότητα, λοιπόν, να σκέφτεται κανείς συγχρόνως για δύο διαφορετικές αναπαραστάσεις δείχνει μια αναπτυξιακή πο-

ρεία όπου τα παιδιά κατανοούν και το «βλέπω» και το «βλέπω σαν» (π.χ., «Η Γη είναι στην πραγματικότητα σφαίρα, αλλά σε εμένα που ζω σε αυτή φαίνεται σαν να είναι επίπεδη») και καθίστανται ικανά να εξηγούν τη μετάβαση από τη μία στην άλλη αναπαράσταση («τα πολύ μεγάλα σφαιρικά αντικείμενα μπορεί να φαίνονται επίπεδα σε κάποιον που είναι πάνω σε αυτά»).

Βέβαια, σε αυτή την έρευνα δε μελετήθηκαν ακριβώς οι μετα-αναπαραστασιακές ικανότητες των παιδιών, κι έτσι δεν μπορούμε σε αυτή τη φάση να ισχυριστούμε κάτι τέτοιο. Το διατυπώνουμε εδώ μάλλον περισσότερο με τη μορφή προβληματισμού. Είναι αναγκαία περισσότερα πειράματα για να διερευνηθούν πιο συστηματικά το ρόλο της ηλικίας στην ανάπτυξη των μεταγνωσιακών/μετα-εννοιολογικών ικανοτήτων των παιδιών. Θα ήταν ενδιαφέρον, επίσης, να ερευνηθεί αν η απόκτηση μιας θεωρίας του νου συνδέεται με την πρόοδο σε τομείς όπου απαιτούνται η αναγνώριση λανθασμένων πεποιθήσεων, η διαμόρφωση και η αναθεώρηση πεποιθήσεων. Οι Doherty και Perner (1988) μελέτησαν αν η μεταγλωσσική επίγνωση και η θεωρία του νου βασίζονται σε μια κοινή εννοιολογική βάση. Θα ήταν ενδιαφέρον να διερευνηθεί περισσότερο η σχέση ανάμεσα στη μεταγλωσσική και στη μεταγνωσιακή ανάπτυξη, καθώς και η σχέση ανάμεσα στην ανάπτυξη της μεταγνώσης και στη θεωρία του νου.

Επίσης, είναι σημαντικό να διερευνηθεί η σημασία που θα μπορούσε να έχει η διδασκαλία προς την ανάπτυξη τέτοιων ικανοτήτων. Για παράδειγμα, οι Smith et al. (2000) έχουν μελετήσει την επίδραση που έχει η διδασκαλία στη διαμόρφωση των επιστημολογικών απόψεων των μαθητών. Οι μαθητές που παρακολούθησαν διδασκαλία μέσα σε ένα κονστрукτιβιστικό περιβάλλον ανέπτυξαν μια επιστημολογική στάση απέναντι στην επιστήμη η οποία επικεντρώθηκε στον κεντρικό ρόλο των ιδεών στη διαδικασία απόκτησης γνώσης, καθώς και στο είδος της νοητικής, κοινωνικής και πειραματικής εργασίας που εμπλέκεται στην κατανόηση, στην ανάπτυξη ελέγχου και στην αναθεώρηση αυτών των ιδεών,

κάτι που δε συνέβη στην τάξη ελέγχου, στην οποία οι μαθητές ακολούθησαν ένα συμβατικό πρόγραμμα διδασκαλίας.

Τέλος, ορισμένοι ερευνητές νομίζουν ότι η διδασκαλία στις φυσικές επιστήμες θα πρέπει να προσανατολίζεται στον ευέλικτο σχηματισμό πολλαπλών αναπαραστάσεων, χωρίς να λαμβάνουν υπόψη τους τις δυσκολίες που μπορεί να έχουν οι μαθητές να σχηματίσουν πολλαπλές αναπαραστάσεις (Poizo, Gomez, & Sanz, 1999. Spada, 1994). Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης δείχνουν ότι τα παιδιά μπορεί να μην είναι ικανά εξαρχής να σχηματίζουν πολλαπλές ευέλικτες αναπαραστάσεις της ίδιας κατάστασης. Η ανάπτυξη της αναπαραστασιακής ικανότητας και η διαδικασία της αναπαραστασιακής αναπεριγραφής, στο βαθμό που κάτι τέτοιο συμβαίνει, φαίνεται να απαιτούν χρόνο και να επηρεάζονται από το είδος της διδασκαλίας στην οποία υπόκειται το παιδί. Θεωρούμε πως το είδος διδασκαλίας που διευκολύνει τους μαθητές να αναπτύξουν επίγνωση των ιδεών τους για τον κόσμο και παρέχει χρόνο για συζήτηση σχετικά με τη μάθηση και τη φύση της γνώσης θα μπορούσε να αποβεί χρήσιμο σε θέματα εννοιολογικής αλλαγής και ανάπτυξης της αναπαραστασιακής ικανότητας.

Βιβλιογραφία

- Baillargeon, R. (1987). Object permanence in 3.5 and 4.5-month-old infants. *Developmental Psychology*, 23, 655-644.
- Βοσνιάδου, Σ. (1999). *Δημιουργία περιβάλλοντος μάθησης για την ανάπτυξη της επιστημονικής σκέψης στο δημοτικό σχολείο*. Τελική Έκθεση, ΠΕΝΕΔ.
- Carey, S. (1985). *Conceptual change in childhood*. Cambridge: MIT Press.
- Carey, S. (1991). Knowledge Acquisition: Enrichment or Conceptual Change? In S. Carey & R. Gelman (Eds.), *The epigenesis of mind: Essays on Biology and Cognition* (pp. 257-292). Hillsdale, N.J. Erlbaum.
- DeLoache, J. S. (1989). Young children's understanding of the correspondence between a scale model and a larger space. *Cognitive Development*, 4, 121-139.
- DeLoache, J. S. (2000). Dual representation and young children's understanding of scale models. *Child development*, 71-2, 329-338.
- Doherty, M., & Perner, J. (1988). Metalinguistic awareness and theory of mind: Just two words for the same thing? *Cognitive Development*, 13, 279-305.
- Flavell, J. H. (1988). The development of children's knowledge about the mind: From cognitive connections to mental representation. In J. Astington, P. Harris, & D. Olson (Eds.), *Developing theories of mind* (pp. 244-270). Cambridge University Press.
- Flavell, J. H., & Green, F. L. (1999). Development of intuitions about the controllability of different mental states. *Cognitive Development*, 14, 133-146.
- Flavell, J. H., Green, F. L., & Flavell, E. R. (1998). The mind has a mind of it's own: Developing knowledge about mental uncontrollability. *Cognitive Development*, 13, 127-138.
- Gelman, S. A., & Wellman, H. M. (1991). Insides and essence: early understandings of the non-obvious. *Cognition*, 38, 213-244.
- Harris, P., & Gross, D. (1988). Children's understanding of real and apparent emotion. In J. Astington, P. Harris, & D. Olson (Eds.), *Developing theories of mind* (pp. 295-314). Cambridge University Press.
- Karmiloff-Smith, A. (1979). Micro-and Macrodevelopmental Changes in Language Acquisition and Other Representational Systems. *Cognitive Science*, 3, 91-118.
- Karmiloff-Smith, A. (1991). Beyond modularity: Innate constraints and developmental change. In S. Carey & R. Gelman (Eds.), *The epigenesis of mind: Essays on Biology and Cognition* (pp. 171-198). Hillsdale, N.J. Erlbaum.
- Karmiloff-Smith, A. (1992). *Beyond Modularity*. MIT Press.

- Karmiloff-Smith, A., & Inhelder, B. (1974). If you want to get ahead, get a theory. *Cognition*, 3, 195-212.
- Keil, F. C. (1989). *Concepts, kinds and cognitive development*. Cambridge: MIT Press.
- Klahr, D. (2000). *Exploring Science: The Cognition and development of discovery processes*. MIT Press.
- Klahr, D., Dunbar, K., & Fay, A. (2000). Developmental Aspects of Scientific Reasoning. In D. Klahr (Ed.), *Exploring Science: The Cognition and development of discovery processes*. MIT Press.
- Kuhn, D., Amsel, E., & O'Loughlin, M. (1988). *The development of Scientific thinking skills*. Academic Press.
- Marzolf, D., DeLoache, J., & Kolstad, V. (1999). The role of relational similarity in young children's use of a scale model. *Developmental Science*, 2-3, 296-305.
- Mitchell, P., & Lacohee, H. (1991). Children's early understanding of false belief. *Cognition*, 39, 107-127.
- Perner, J. (1991). *Understanding the representational mind*. Cambridge, MA: Bradford Books. MIT Press.
- Pozo, J. I., Gomez, M. A., & Sanz, A. (1999). When change does not mean replacement: different representations for different contexts. In S. Wolfgang, S. Vosniadou, & M. Carretero (Eds.), *New Perspectives in conceptual change* (pp. 161-173). Pergamon.
- Smith, C., Maclin, D., Houghton, C., & Hennessey, M. G. (2000). Sixth-Grade Students' Epistemologies of Science: The Impact of School Science Experiences on Epistemological Development. *Cognition and Instruction*, 18(3), 349-422.
- Spada, H. (1994). Conceptual Change or Multiple Representations? *Learning and Instruction*, 4, 113-116.
- Spelke, E. S. (1991). Physical Knowledge in Infancy: Reflections on Piaget's Theory. In S. Carey & R. Gelman (Eds.), *The epigenesis of mind: Essays on Biology and Cognition* (pp.133-170). Hillsdale, N.J. Erlbaum.
- Vosniadou, S. (2002). Exploring the Relationships between Conceptual Change and Intentional Learning. In G. M. Sinatra & P. R. Pintrich (Eds.), *Intentional Conceptual Change*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1992). Mental Models of the earth: A study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*, 24, 535-585.
- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4, 45-69.

Ontological and epistemological problems in the distinction between the phenomenological and the scientific explanations of the physical world: A developmental study concerning observational astronomy

NATASSA KYRIAKOPOULOU & STELLA VOSNIADOU
University of Athens, Greece

ABSTRACT

Research on the acquisition of knowledge about the physical world has shown that young children construct initial, naïve theories about the physical world that are fundamentally different from the scientific theories they later learn at school.

Learning science can be conceptualized as a process of conceptual change in the context of theory change. In this paper we report an experiment that investigated whether children have metaconceptual awareness of the process of conceptual change. This question has been conceptualized in terms of two closely related problems: a) the ontological problem of distinguishing between «reality» and «appearance», and b) the epistemological problem of understanding explicitly that there are different possible explanations of physical phenomena those that are closer to «appearance» and those that are closer to «reality». In this experiment, 52 elementary school children (grades, 1, 3 and 5) were asked to distinguish between phenomenological and scientific representations of the Shape of the Earth and Gravity, of the Day - Night Cycle, of the Planetary System and of the Relative Sizes of the Earth, the Sun and the Moon. The results showed that the solution of the ontological problem is a necessary but not sufficient condition for the solution of the epistemological problem. It appears that children start with the construction of phenomenological representations of the physical world that are gradually enriched with representations closer to the scientific ones. The solution of the ontological problem does not, however, necessarily imply that children can understand that the same phenomenon can be seen from two different perspectives. The solution of the epistemological problem, of understanding the difference between the phenomenological and the scientific interpretation of a phenomenon, appears later in development.

Key words: Learning, Conceptual change, Physical sciences.

Address: Stella Vosniadou, Department of Philosophy and History of Science, University of Athens, Panepistimioupolis (MITHE), 157 71, Ilisia, Athens, Greece. Tel.: 0030-210-7275506-7.