



**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΙΣΤΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΘΕΩΡΙΑΣ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ  
Π.Μ.Σ. ΒΑΣΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΓΝΩΣΙΑΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ**

**ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

**Η ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΟΗΣΗΣ ΚΑΙ Η  
ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗΣ ΣΚΕΨΗΣ  
ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΤΟΥ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ**

**ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ ΚΥΡΙΑΚΟΠΟΥΛΟΥ**

**Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή  
Καθηγήτρια Στέλλα Βοσνιάδου  
Καθηγητής Γεώργιος Καλκάνης  
Καθηγητής Αριστείδης Μπαλτάς**

**ΑΘΗΝΑ 2013**

## **Εφταμελής Εξεταστική Επιτροπή**

**Στέλλα Βοσνιάδου**, Καθηγήτρια Μεθοδολογίας, Ιστορίας και Θεωρίας της Γνωστικής Ψυχολογίας, *Τμήμα Μεθοδολογίας, Ιστορίας και Θεωρίας της Επιστήμης, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών*

**Γεώργιος Καλκάνης**, Καθηγητής Φυσικών Επιστημών, Τεχνολογίας και Περιβάλλοντος, *Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών*

**Αριστείδης Μπαλτάς**, Ομ. Καθηγητής Φιλοσοφίας των Επιστημών, *Σχολή Εφαρμοσμένων Μαθηματικών & Φυσικών Επιστημών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο*

**Νικόλαος Μακρής**, Αναπληρωτής Καθηγητής Γνωστικής Ψυχολογίας, Τομέας Παιδαγωγικής και Ψυχολογίας, *Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης*

**Δημήτριος Πνευματικός**, Αναπληρωτής Καθηγητής Εξελικτικής Ψυχολογίας, *Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας*

**Πέτρος Ρούσσο**, Επίκουρος Καθηγητής Γνωστικής Ψυχολογίας, Τμήμα Φιλοσοφίας, Παιδαγωγικής & Ψυχολογίας της Φιλοσοφικής Σχολής, *Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών*

**Μαρία Γρηγοριάδου**, Ομ. Καθηγήτρια Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών, *Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών*

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στο παρόν ερευνητικό έργο μελετήθηκε αρχικά η κατανόηση επιστημονικών εννοιών από παιδιά του δημοτικού σχολείου σε περιπτώσεις όπου απαιτείται η δημιουργία εννοιολογικών μοντέλων που έρχονται σε αντίθεση με τη διαισθητική εμπειρία του κόσμου μας. Το ερώτημα που τέθηκε σε πειραματικό έλεγχο στις τρεις πρώτες μελέτες που παρουσιάζονται είναι αν τα μικρά παιδιά έχουν μεταγνωσιακή επίγνωση της διάκρισης ανάμεσα στη διαισθητική τους εμπειρία και την επιστημονική γνώση και της αλλαγής των ιδεών τους καθώς μαθαίνουν τις επιστημονικές εξηγήσεις των φυσικών φαινομένων. Τα αποτελέσματα των μελετών αυτών έδειξαν ότι τα παιδιά έχουν μεγάλη δυσκολία να διακρίνουν ανάμεσα στην εμφάνιση των φαινομένων και στην επιστημονική εξήγηση για αυτά και απαιτούνται αλλαγές στις οντολογικές και επιστημολογικές δεσμεύσεις τους καθώς και στις αναπαραστάσεις τους. Απαιτείται δηλαδή η μετάβαση σε ένα πιο προχωρημένο επιστημολογικό επίπεδο αξιολογικής σκέψης όπου κατανοούν ότι η εμφάνιση μπορεί να μας ξεγελάσει και κάθε φυσικό φαινόμενο μπορεί να εξηγηθεί με διαφορετικούς τρόπους όταν θεωρείται από διαφορετικές οπτικές ή από διαφορετικούς ανθρώπους. Φάνηκε επίσης μια αναπτυξιακή πρόοδος στην ικανότητα σχηματισμού αναπαραστάσεων που είναι διαφορετικές από αυτές που υποδηλώνονται από τη διαισθητική εμπειρία και που αναπαριστούν μη-εγωκεντρικές οπτικές και στην ικανότητα να κινούνται ευέλικτα ανάμεσα σε διαφορετικές πιθανές αναπαραστάσεις μιας ίδιας κατάστασης ή ενός ίδιου φαινομένου.

Στις επόμενες δυο μελέτες που παρουσιάζονται διερευνήθηκε η υπόθεση ότι οι απαρχές αυτής της επιστημολογικής κατανόησης βρίσκονται στην ικανότητα των παιδιών να σκέφτονται για τις διαφορές ανάμεσα στις πεποιθήσεις τους και τις πεποιθήσεις των άλλων στο πεδίο του κοινωνικού κόσμο (θεωρία του νου) και στις επιστημικές τους πεποιθήσεις για τη φύση της γνώσης και τη διαδικασία του γινώσκειν (προσωπική επιστημολογία). Τα αποτελέσματα των μελετών αυτών έδειξαν να επιβεβαιώνουν την ύπαρξη μιας κοινής υποκείμενης γνωστικής-επιστημολογικής δομής ανάμεσα στα τρία αυτά πεδία σκέψης. Μάλιστα η θεωρία του νου και η προσωπική επιστημολογία φάνηκαν να αποτελούν σημαντικούς προβλεπτικούς παράγοντες για την ικανότητα των παιδιών να στοχάζονται πάνω σε διαφορετικές οπτικές του φυσικού κόσμου ενισχύοντας την πιθανότητα ύπαρξης ενός αναπτυξιακού μονοπατιού με κατεύθυνση θεωρία του νου → προσωπική επιστημολογία → εννοιολογική αλλαγή στις φυσικές επιστήμες.

Στην έκτη μελέτη που ακολούθησε διερευνήθηκε πιο συγκεκριμένα η σχέση ανάμεσα στη θεωρία του νου και στην κατανόηση της επιστήμης υπό μια αναπτυξιακή προοπτική. Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής επιβεβαίωσαν τα αποτελέσματα των προηγούμενων μελετών και έδειξαν ότι η σχέση ανάμεσα στα δυο αυτά πεδία εξελίσσεται αναπτυξιακά.

Η έβδομη μελέτη που ακολούθησε βασίστηκε στα αποτελέσματα όλων των προηγούμενων μελετών προκειμένου να σχεδιαστεί ένα εκπαιδευτικό πρόγραμμα που να προωθεί την ανάπτυξη πιο εκλεπτυσμένων επιστημικών πεποιθήσεων, την ενίσχυση της ικανότητας στοχασμού πάνω σε διαφορετικές πεποιθήσεις και οπτικές και την κατανόηση του τρόπου που αυτές οι οπτικές μπορεί να επηρεάζουν την ερμηνεία των εμπειριών μας. Διερευνήθηκε η υπόθεση ότι εάν ενισχύσουμε την ικανότητα θεωρίας του νου των παιδιών και τα βοηθήσουμε να κατανοήσουν ότι καθένας μας κατασκευάζει το δικό του ατομικό νόημα, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε αυτή τη γνώση προκειμένου να αναπτύξουμε περισσότερο την επιστημολογική τους κατανόηση αναφορικά με την αβέβαιη φύση της γνώσης. Περαιτέρω υποθέσαμε ότι μια πιο εκλεπτυσμένη προσωπική επιστημολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να βοηθήσει τα παιδιά να αναγνωρίσουν ότι μπορεί να υπάρχουν περισσότερες από μια αναπαραστάσεις για μια ίδια κατάσταση στον κόσμο. Τα αποτελέσματα από την εφαρμογή του εκπαιδευτικού προγράμματος έδειξαν ότι μπορούμε να ενισχύσουμε την ικανότητα θεωρίας του νου των παιδιών βοηθώντας τα έτσι να αναπτύξουν πιο εκλεπτυσμένες επιστημικές πεποιθήσεις κάτι που μπορεί να τα διευκολύνει περαιτέρω στην κατανόηση της επιστήμης σε περιπτώσεις όπου πρέπει να στοχαστούν πάνω σε αναπαραστάσεις και έννοιες που πολύ συχνά διαφέρουν από τις δικές τους.

Τα αποτελέσματα της διατριβής αυτής είναι σημαντικά τόσο σε θεωρητικό επίπεδο όσο και σε πρακτικό επίπεδο. Αναδεικνύεται ένα σημαντικό πρόβλημα, το πρόβλημα της κατανόησης των διαφορετικών ερμηνειών των φυσικών φαινομένων και συνδέεται η κατανόηση αυτή με τη θεωρία του νου και την προσωπική επιστημολογία που αναπτύσσουν τα παιδιά του δημοτικού. Με βάση το θεωρητικό υπόβαθρο προτείνεται τέλος ένας εναλλακτικός τρόπος διδασκαλίας και προσέγγισης των φυσικών φαινομένων.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

#### ΜΕΡΟΣ 1<sup>ο</sup>:

#### Η ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ΣΤΗ ΓΝΩΣΤΙΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

Εισαγωγή

Μεταγνωσιακή Επίγνωση και Αναδιοργάνωση Θεωρίας

Το Οντολογικό και Επιστημολογικό Πρόβλημα της Διάκρισης ανάμεσα στην «πραγματικότητα» και την «εμφάνιση».

#### Μελέτη 1

*Μέθοδος*

*Αποτελέσματα*

*Συζήτηση*

#### Μελέτη 2

*Μέθοδος*

*Αποτελέσματα*

*Συζήτηση*

#### Μελέτη 3

*Μέθοδος*

*Αποτελέσματα*

*Συζήτηση*

Γενική συζήτηση

#### ΜΕΡΟΣ 2<sup>ο</sup>:

#### Η ΣΧΕΣΗ ΘΕΩΡΙΑΣ ΤΟΥ ΝΟΥ, ΠΡΟΣΩΠΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗΣ ΣΚΕΨΗΣ

Εισαγωγή

Η αναγνώριση της κατασκευαστικής φύσης της γνώσης στο πεδίο της Θ.τ.Ν.

*Η ανάπτυξη της θεωρίας του νου*

*Ερμηνευτικές υποθέσεις για τη Θεωρία του νου*

Η αναγνώριση της κατασκευαστικής φύσης της γνώσης στο πεδίο της Προσωπικής Επιστημολογίας

*Εννοιολογικός προσδιορισμός*

*Θεωρητικές προσεγγίσεις ανάπτυξης της προσωπικής επιστημολογίας*

	59
<i>Γνώση γενικού πεδίου ή εξειδικευμένη ανά πεδίο;</i>	64
<i>Η Προσωπική Επιστημολογία ως μια μορφή μεταγνώσης</i>	65
<i>Θεωρία του Νου, Προσωπική Επιστημολογία και Εννοιολογική αλλαγή στην επιστήμη: Πού συναντιούνται;</i>	70
<i>Εννοιολογική σύνδεση Προσωπικής Επιστημολογίας και Θεωρίας του Νου.</i>	70
<i>Εννοιολογική σύνδεση Προσωπικής Επιστημολογίας, Θεωρίας του Νου και Εννοιολογικής αλλαγής στην επιστήμη.</i>	72
<i>Προτεινόμενο θεωρητικό μοντέλο και υποθέσεις</i>	77
<i>Οι παρούσες έρευνες</i>	79
<b>Μελέτη 4</b>	82
<i>Στόχοι και Σχεδιασμός</i>	82
<i>Μέθοδος</i>	88
<i>Αποτελέσματα</i>	90
<i>Συζήτηση</i>	120
<b>Μελέτη 5</b>	126
<i>Στόχοι και Σχεδιασμός</i>	126
<i>Μέθοδος</i>	131
<i>Αποτελέσματα</i>	132
<i>Συζήτηση</i>	158
<b>Μελέτη 6</b>	164
<i>Στόχοι και υποθέσεις</i>	164
<i>Μέθοδος</i>	166
<i>Αποτελέσματα</i>	167
<i>Συζήτηση</i>	178
<i>Γενική Συζήτηση</i>	180
<b>ΜΕΡΟΣ 3<sup>ο</sup></b>	
<b>Αναγνωρίζοντας Διαφορετικές Οπτικές.....</b>	

<b>Ένα Εκπαιδευτικό Πρόγραμμα για μαθητές του Δημοτικού Σχολείου.</b>	187
Εισαγωγή	187
Η ανάπτυξη Κοινωνικών Δεξιοτήτων στο πλαίσιο της Θεωρίας του Νου: Εκπαιδευτικά προγράμματα	189
Η ανάπτυξη Επιστημικών Πεποιθήσεων και Δεξιοτήτων Επιχειρηματολογίας στο κέντρο της Εννοιολογικής Αλλαγής.	193
Η ανάπτυξη του Συλλογισμού με βάση μοντέλα στην Εννοιολογική Αλλαγή	200
<b>Η παρούσα έρευνα:</b> Πειραματικό Εκπαιδευτικό Πρόγραμμα έναντι Παραδοσιακού Εκπαιδευτικού Προγράμματος	205
Βασικοί άξονες του προτεινόμενου εκπαιδευτικού προγράμματος: Αναζητώντας πολλαπλές οπτικές	205
Παραδοσιακό Εκπαιδευτικό Πρόγραμμα	213
<i>Μέθοδος</i>	214
<i>Αποτελέσματα</i>	220
<i>Συζήτηση</i>	253
<b>ΜΕΡΟΣ 4<sup>ο</sup>: ΓΕΝΙΚΗ ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b>	258
Γενική Συζήτηση	258
Συμπεράσματα	266
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	268
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ</b>	287
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1</b>	288
<i>ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ 1</i>	289
<i>ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ 2</i>	290
<i>ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ 3</i>	291
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2</b>	292
<i>ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ ΜΕΛΕΤΗΣ 4</i>	293
<i>ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ ΜΕΛΕΤΗΣ 5</i>	302
<i>ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ ΜΕΛΕΤΗΣ 6</i>	

	310
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3</b>	
	313
<i>ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΑΝΑΛΥΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ</i>	
	314
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4</b>	350
<i>ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ ΜΕΤΑ-ΕΛΕΓΧΟΥ ΜΕΛΕΤΗΣ 7</i>	351
<i>ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ 7</i>	359



## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

«...αν πράγματι, το σύμπαν της επιστήμης έχει κατασκευαστεί πάνω στο βιωμένο κόσμο, αυτό δεν συμβαίνει όπως σε ένα οικοδόμημα κατασκευασμένο πάνω στα θεμέλιά του, γιατί το ιδιάζον της επιστημονικής σκέψης είναι να απομακρύνεται ολοένα και περισσότερο από αυτόν το βιωμένο κόσμο, τον οποίο αντί να χρησιμοποιεί, τον αντιστρατεύεται»<sup>1</sup>

Ένα σημαντικό πρόβλημα που πρέπει να επιλυθεί άμεσα προκειμένου να κατανοήσουμε τον κόσμο μας είναι η διάκριση ανάμεσα σε αυτό που βιώνουμε καθημερινά μέσω των αισθήσεών μας και στην επιστημονική ερμηνεία των φαινομένων που παρατηρούμε. Κι αυτό γιατί, μέσα στο υπάρχον κοινωνικοπολιτισμικό πλαίσιο ερχόμαστε σε επαφή με διαφορετικές, συχνά αντικρουόμενες πληροφορίες συγχέοντας συχνά φαινομενικές σχέσεις αντικειμένων/φαινομένων/καταστάσεων με τις πραγματικές σχέσεις στον κόσμο όπως εξηγούνται από την επιστήμη. Πόσο δύσκολο είναι κάτι τέτοιο για τα μικρά παιδιά; Μπορούν τα παιδιά να χειρίζονται και να στοχάζονται πάνω σε ένα σώμα αναπαραστάσεων σχετιζόμενο με τη διαισθητική εμπειρία του κόσμου παράλληλα με την επιστημονική γνώση με την οποία έρχονται αντιμέτωπα κατά τα σχολικά τους χρόνια;

Στην παρούσα διατριβή γίνεται αρχικά μια προσπάθεια να μελετηθεί η κατανόηση από τα παιδιά επιστημονικών εννοιών οι οποίες απαιτούν τη δημιουργία εννοιολογικών μοντέλων του φυσικού κόσμου που είναι διαφορετικά από την φαινομενική πραγματικότητα έτσι όπως μας παρουσιάζεται από τις αισθήσεις μας. Για παράδειγμα, τα παιδιά του δημοτικού σχολείου έχουν πρόβλημα να καταλάβουν πώς ακριβώς το μοντέλο της γης-σφαίρας σχετίζεται με την φαινομενικά επίπεδη-γη πάνω στην οποία ζουν ή πώς η εναλλαγή της μέρας/νύχτας οφείλεται στην περιφορά της γης γύρω από τον ήλιο και όχι στην κίνηση του ήλιου και την εξαφάνιση του πίσω από τα βουνά ή τα σύννεφα. Έχουν τα παιδιά του δημοτικού σχολείου μεταγνωσιακή επίγνωση της διάκρισης ανάμεσα στη διαισθητική τους εμπειρία και την επιστημονική γνώση και της αλλαγής των ιδεών τους καθώς μαθαίνουν τις επιστημονικές εξηγήσεις των φυσικών φαινομένων;

Το ερώτημα αυτό τέθηκε σε πειραματικό έλεγχο στις τρεις πρώτες μελέτες οι οποίες τοποθετήθηκαν στο πλαίσιο δυο βασικών προβλημάτων που σχετίζονται με τη διάκριση ανάμεσα στις φαινομενικές εξηγήσεις του φυσικού κόσμου και στις

---

<sup>1</sup> Piaget, J. (1987). *Σοφία και ψευδαισθήσεις φιλοσοφίας* (Αθήνα: Γνώση), σελ.115 [αναφορά στο Κουλαϊδής, Β. (1994). *Αναπαραστάσεις του Φυσικού Κόσμου* (Αθήνα: Gutenberg), σελ. 50]

επιστημονικές. Το πρώτο είναι το οντολογικό πρόβλημα, το πώς γνωρίζουμε δηλαδή την πραγματικότητα μέσα από τις πληροφορίες που συλλέγουμε από τις εμφανίσεις της. Το δεύτερο είναι το επιστημολογικό πρόβλημα και αφορά στην κατανόηση ότι υπάρχουν διαφορετικές ερμηνείες των φυσικών φαινομένων, αυτές που είναι πιο κοντά στην «εμφάνιση» και αυτές που είναι πιο κοντά στην «πραγματικότητα».

Τα αποτελέσματα των μελετών αυτών έδειξαν ότι το επιστημολογικό πρόβλημα της κατανόησης ανάμεσα στη φαινομενική και επιστημονική ερμηνεία των φαινομένων εμφανίζεται αναπτυξιακά αργότερα από τη λύση του οντολογικού προβλήματος και τα παιδιά έχουν μεγάλη δυσκολία να κατανοήσουν τη θεωρητική φύση των αναπαραστάσεων και έτσι να χειριστούν ευέλικτα πολλαπλές αναπαραστάσεις του ίδιου φυσικού φαινομένου. Υποστηρίζεται ότι η επίλυση του επιστημολογικού προβλήματος απαιτεί την ικανότητα να κατανοεί κανείς ότι η γνώση για τον κόσμο μπορεί να αναπαρασταθεί με διαφορετικούς τρόπους.

Έτσι, στις επόμενες δυο μελέτες διερευνήθηκε αυτή η ικανότητα των παιδιών να δημιουργούν πολλαπλά επίπεδα κατανόησης του κόσμου μας και συνδέθηκε με την ανάπτυξη αντίστοιχης ικανότητας και σε άλλα πεδία όπως αυτό της Θεωρίας του Νου και της Προσωπικής Επιστημολογίας. Ειδικότερα, στην τέταρτη και πέμπτη μελέτη διερευνήθηκε η υπόθεση ότι η ικανότητα των παιδιών να δημιουργούν πολλαπλές αναπαραστάσεις του φυσικού κόσμου και να αναγνωρίζουν ότι οι πεποιθήσεις μας για μια κατάσταση στον κόσμο δεν ανταποκρίνονται πάντα στην άμεση πραγματικότητα έτσι όπως μας παρουσιάζεται από τις αισθήσεις μας (Θεωρία του Φυσικού Κόσμου), η επίλυση δηλαδή του επιστημολογικού προβλήματος, σχετίζεται με την ανάπτυξη της ικανότητας των παιδιών να κατανοούν τις διαφορετικές πεποιθήσεις των άλλων για τα νοητικά φαινόμενα (Θεωρία του Νου), καθώς και με τις γενικότερες πεποιθήσεις τους σχετικά με τη φύση της γνώσης και τη διαδικασία του γινώσκειν (Προσωπική Επιστημολογία).

Τα αποτελέσματα αυτών των δυο μελετών έδειξαν ότι οι πεποιθήσεις των παιδιών για το νοητικό κόσμο (Θεωρία του Νου) και τη φύση της γνώσης και τη διαδικασία του γινώσκειν (Προσωπική Επιστημολογία) φάνηκαν να αποτελούν ισχυρούς προβλεπτικούς παράγοντες για την ικανότητά τους να στοχάζονται σε διαφορετικές ερμηνείες του κόσμου. Η αναγνώριση ότι η γνώση κατασκευάζεται από το υποκείμενο και δεν προσδιορίζεται από την εξωτερική πραγματικότητα φάνηκε να σχετίζεται σημαντικά με την κατανόηση και την ερμηνεία αντιφατικών συλλήψεων της πραγματικότητας. Πιο συγκεκριμένα, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα παιδιά που αποδίδουν λανθασμένες πεποιθήσεις στους άλλους και πιστεύουν στην κατασκευή της

γνώσης μπορούν να κάνουν πιο εύκολα την επιστημολογική διάκριση ανάμεσα στην εμφάνιση και την πραγματικότητα σε περιπτώσεις φαινομένων του φυσικού κόσμου.

Στην έκτη μελέτη που ακολούθησε διερευνήθηκε η σχέση ανάμεσα στη Θεωρία του Νου που αναπτύσσουν τα παιδιά και στην εννοιολογική αλλαγή στις φυσικές επιστήμες αναπτυξιακά, προκειμένου να δούμε πώς διαμορφώνεται η σχέση αυτή κατά τη διάρκεια των σχολικών χρόνων. Τα αποτελέσματα έδειξαν επίσης την ύπαρξη συσχέτισης ανάμεσα στην ικανότητα Θεωρίας του Νου των παιδιών και στη Θεωρία του Φυσικού Κόσμου και μάλιστα η συσχέτιση αυτή ήταν μεγαλύτερη με την αύξηση της ηλικίας.

Με αφετηρία τα αποτελέσματα των παραπάνω ερευνών σχεδιάστηκε ένα εκπαιδευτικό πρόγραμμα για μαθητές της Ε΄ δημοτικού με σκοπό να διευκολυνθεί η ανάπτυξη της ικανότητας στοχασμού σε πολλαπλές οπτικές του κόσμου μας. Στην έβδομη μελέτη έγινε μια προσπάθεια να σχεδιαστεί ένα περιβάλλον όπου οι μαθητές θα μπορούσαν να στοχαστούν σε πολλαπλές ερμηνείες και οπτικές των πραγμάτων στον κοινωνικό και φυσικό κόσμο.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι μαθητές που εκθέτονται σε ένα τέτοιο είδος διδασκαλίας μπορούν να γίνουν πιο ικανοί να δημιουργούν πολλαπλά εννοιολογικά μοντέλα και να στοχάζονται με βάση αυτά, αναγνωρίζοντας ότι κανένα μοντέλο δεν είναι εντελώς «σωστό» και αντιμετωπίζοντας την επιστήμη σαν μια διαδικασία σκέψης και συνεχούς αναδιοργάνωσης της γνώσης.

Τα συμπεράσματα της διατριβής αυτής θα μπορούσαν να θεωρηθούν σημαντικά γιατί αρχικά αναδύουν ένα ιδιαίτερο πρόβλημα που συχνά αγνοείται κατά την εκπαιδευτική διαδικασία, όπου συνήθως η διαδικασία μάθησης στις φυσικές επιστήμες εστιάζεται απλώς και μόνο στο να καταλάβουν τα παιδιά ποιες είναι οι «σωστές» εξηγήσεις. Αναδεικνύεται λοιπόν το επιστημολογικό πρόβλημα μια και είναι πολύ σημαντικό να κατανοηθεί ότι δεν επιλύεται αυθόρμητα, αλλά αντιθέτως δημιουργεί πολλές παρανοήσεις στους μαθητές και δυσκολίες κατανόησης των πολλαπλών ερμηνειών του κόσμου μας, που μπορεί να είναι αντιφατικές, αλλά όχι απαραίτητα αλληλοαποκλειόμενες. Γίνεται επίσης μια προσπάθεια να συνδεθεί η επίλυση αυτού του προβλήματος και με άλλα πεδία, όπως το πεδίο της Θεωρίας του Νου και το πεδίο της Προσωπικής Επιστημολογίας. Αν και έχουν σημειωθεί αξιόλογες μελέτες που μελετούν τη σύνδεση ανάμεσα στις θεωρίες των παιδιών για το φυσικό κόσμο και τις επιστημικές τους πεποιθήσεις, δεν υπάρχουν ερευνητικά δεδομένα που να μελετούν ειδικότερα τη σχέση αυτή καθώς και τη σχέση ανάμεσα στις πεποιθήσεις για τον

νοητικό κόσμο και το φυσικό κόσμο. Αυτή η προσπάθεια θεωρητικής σύνδεσης αυτών των τριών πεδίων ίσως είναι σημαντική για τη κατανόηση των δυσκολιών που αντιμετωπίζουν οι μαθητές όταν πρέπει να αναγνωρίσουν και να χειριστούν τα πολλαπλά επίπεδα κατανόησης του κόσμου. Τέλος, θεωρείται σημαντική η συνεισφορά της διατριβής αυτής και για την ίδια την εκπαιδευτική διαδικασία μια και προτείνει ένα εναλλακτικό τρόπο προσέγγισης αυτών των θεμάτων και παρουσιάζει ένα ευέλικτο πρόγραμμα διευκόλυνσης των μαθητών στην αναγνώριση των πολλαπλών οπτικών και ερμηνειών των φαινομένων του κόσμου μας. Ένα τέτοιο πρόγραμμα θα μπορούσε να θεωρηθεί χρήσιμο για τους εκπαιδευτικούς που επιθυμούν να εμφυσησουν ένα κριτικό πνεύμα στους μαθητές τους που θα τους επιτρέπει να σκέφτονται πάνω στη γνώση τους και να αμφισβητούν εποικοδομητικά την απόλυτη γνώση μέσω της αυθεντίας.

## ΜΕΡΟΣ 1<sup>ο</sup> : Η ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ΣΤΗ ΓΝΩΣΤΙΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Πολλοί από τους ψυχολόγους που ασχολούνται με τη μελέτη της γνωστικής ανάπτυξης υποστηρίζουν ότι, τα παιδιά, ήδη πριν την έκθεση στη συστηματική διδασκαλία στο δημοτικό σχολείο, έχουν διαμορφώσει αρχικές, αφελείς θεωρίες για πολλά από τα φαινόμενα του φυσικού κόσμου (Carey, 1985; Gelman & Wellman, 1991; Keil, 1989). Διάφοροι ερευνητές (Brewer & Samarapungavan, 1991; Wellman & Gelman, 1992) ισχυρίζονται ότι κοινό στοιχείο ανάμεσα στα παιδιά και στους επιστήμονες είναι ότι και στις δυο περιπτώσεις διαμορφώνονται και αναδιοργανώνονται θεωρίες για τον κόσμο. Οι διαισθητικές θεωρίες που διαμορφώνουν τα παιδιά έχουν τις ίδιες επεξηγηματικές και προβλεπτικές λειτουργίες με τις θεωρίες των επιστημόνων. Βέβαια, δεν θα μπορούσε να ισχυριστεί κανείς ότι τα παιδιά κατασκευάζουν πραγματικές θεωρίες με την έννοια των θεωριών που οι επιστήμονες διαμορφώνουν, ούτε μπορούν συνειδητά να στοχάζονται πάνω στη διαδικασία ανάπτυξης και ελέγχου των θεωριών τους. Τα παιδιά όμως, όπως και οι επιστήμονες, διαμορφώνουν, εξετάζουν και αναδιοργανώνουν αιτιακές «θεωρίες» για τον κόσμο. Αυτές αποτελούν επεξηγηματικά πλαίσια που έχουν συνοχή και κάποια εσωτερική συνέπεια και προσφέρουν εξηγήσεις και προβλέψεις που προχωρούν πέρα από αυτό που είναι άμεσα προσβάσιμο και παρατηρήσιμο. Ωστόσο, οι «θεωρίες» των παιδιών βασίζονται στην καθημερινή, διαισθητική εμπειρία των παιδιών και διαφέρουν κατά πολύ από τις επιστημονικές θεωρίες τόσο σε θέματα που αφορούν στην ευρύτητά τους, στην επεξηγηματική τους αξία και στην εσωτερική τους συνέπεια, όσο και σε θέματα που αφορούν στην κοινωνική τους αποδοχή (Vosniadou, 2003).

Ο Keil (1989, 1994) υποστήριξε ότι στις έννοιες ενσωματώνονται θεωρητικές πεποιθήσεις για τον κόσμο και για τις σχέσεις των οντοτήτων μεταξύ τους, οι οποίες επηρεάζουν το πώς δεχόμαστε τη νέα πληροφορία. Αναφερόμενος στο ρόλο που τέτοιες άτυπες θεωρίες έχουν κατά την εννοιολογική ανάπτυξη, πρότεινε ότι οι περισσότερες έννοιες είναι εν μέρει θεωρίες, με την έννοια ότι περιλαμβάνουν εξηγήσεις για τις σχέσεις των μερών τους και για τις σχέσεις τους με άλλες έννοιες. Οι θεωρίες αυτές συνδέονται με ένα πολύπλοκο τρόπο με τη γνώση των ατόμων και δεν είναι διακριτές από αυτή. Επίσης, το πιο βασικό είδος σχέσεων που θεωρείται πιο χρήσιμο σε αυτές τις θεωρίες είναι οι αιτιακές σχέσεις και οι ιεραρχικές σχέσεις έχουν ένα σημαντικό πληροφοριακό χαρακτήρα. Ο Keil (1989) υποστήριξε ότι οι έννοιες περιλαμβάνουν θεωρητικές συνδέσεις καθώς και απομονωμένη αντικειμενική γνώση. Καθώς οι

θεωρίες μας γίνονται πιο εκλεπτυσμένες, εξηγούν ένα μεγαλύτερο εύρος αυτής της αντικειμενικής γνώσης.

Οι Wellman & Gelman (1992) υποστήριξαν ότι τα παιδιά έχουν την προδιάθεση να αναπτύξουν 3 βασικές θεωρίες. Μια θεωρία που αναφέρεται στα άψυχα αντικείμενα (αφελής φυσική), μια θεωρία που αφορά στα έμψυχα (αφελής βιολογία), και μια που αφορά στον ανθρώπινο νου (αφελής ψυχολογία). Με βάση αυτές τις θεωρίες, τα παιδιά κατορθώνουν να οργανώσουν ένα μεγάλο μέρος της γνώσης τους για τον κόσμο και να εμπλουτίσουν τη γνώση τους για αυτόν. Οι Wellman & Gelman (1992) υπέθεσαν ότι η πρώτη θεωρία των παιδιών για το νου αναδύεται γύρω στους 18 μήνες και η πρώτη θεωρία τους για τη βιολογία γύρω στα 2 με 3 έτη.

Η Spelke (Carey & Spelke, 1996; Spelke, 1991) υποστηρίζει ότι τα νήπια έρχονται στη ζωή με μια αρχέτυπη θεωρία για τα άψυχα αντικείμενα, την οποία ονόμασε θεωρία φυσικής. Στις έρευνές της με βρέφη έχει περιγράψει βασικές αρχές που κατευθύνουν τη διαδικασία απόκτησης γνώσεων για το φυσικό κόσμο. Η διαδικασία απόκτησης γνώσεων για το φυσικό κόσμο φαίνεται να αρχίζει λοιπόν από τη βρεφική ηλικία, κατά την οποία τα βρέφη βάζουν τις βάσεις για την ανάπτυξη μιας «θεωρίας πλαισίου» για το φυσικό κόσμο, με βάση ορισμένες αρχές που διέπουν τα φυσικά σώματα, όπως αυτές της στερεότητας, της σταθερότητας, της συνέχειας, της μη δράσης από απόσταση, της αδράνειας και της βαρύτητας που δρα από τα πάνω προς τα κάτω (Baillargeon, 1987, 1990; Spelke, 1991). Αυτές οι αρχές δρουν ως περιορισμοί στην κατανόηση των επιστημονικών θεωριών που αποτελούν αντικείμενο διδασκαλίας στο σχολείο και επηρεάζουν την ερμηνεία των πληροφοριών με έναν μη συνειδητό και ελεγχόμενο τρόπο. 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 (Vosniadou, 1989, 1994).

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 «θεωρία» σύμφωνα με την οποία η γη είναι ένα αστρονομικό σώμα που δεν περιορίζεται από τις παραπάνω αρχές (Vosniadou & Brewer, 1992,1994).

Οι Vosniadou & 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 παραπάνω εννοιολογική αλλαγή είναι να ερμηνευτούν ξανά οι παραπάνω βασικές προϋποθέσεις (πχ. σταθερότητας, πάνω/κάτω βαρύτητας) από τις οποίες περιορίζονται οι «θεωρίες» που σχηματίζουν τα παιδιά. Αυτό δεν συνεπάγεται αναγκαστικά και αλλαγές στις παρατηρήσεις του καθημερινού κόσμου. Για παράδειγμα, όσον αφορά στο σχήμα της γης, τα παιδιά σχηματίζουν μια αρχική αναπαράσταση της γης ως μια επίπεδη επιφάνεια πάνω στην οποία ζουν οι άνθρωποι, που είναι συμβατή με την καθημερινή εμπειρία και που περιορίζεται από τις προϋποθέσεις της στερεότητας, της σταθερότητας και της βαρύτητας που δρα πάνω/κάτω, που ισχύουν για όλα τα φυσικά σώματα, δεδομένου του ότι η γη κατηγοριοποιείται ως ένα φυσικό σώμα. Η αλλαγή από την αρχική στην επιστημονική αναπαράσταση της σφαιρικής 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 ενήλικες 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 επεξηγηματικό πλαίσιο. Ανάλογες εμπειρικές μελέτες έχουν συντελεστεί και σε άλλους χώρους, όπως στη βιολογία (Kyrkos & Vosniadou, 1997), στη χημεία (Kouka, Vosniadou & Tsaparlis, 2001) και στα μαθηματικά (Christou & Vosniadou, 2005; Vamvakoussi & Vosniadou, 2004; Vosniadou & Vamvakoussi, 2006), όπου φαίνεται και εκεί ότι η διαδικασία κατανόησης επιστημονικών εννοιών είναι βαθμιαία και αργή, μια και οι διαισθητικές ιδέες των παιδιών είναι πολύ ισχυρές και ανθεκτικές, και μπορεί να οδηγήσει σε συνθετικά μοντέλα (Vosniadou & Brewer, 1994; Vosniadou, 2003). Το δύσκολο πρόβλημα με το οποίο έρχεται αντιμέτωπο το παιδί είναι το πώς να

εναρμονίσει μέσα σε ένα εσωτερικά συνεπές πλαίσιο τις καθημερινές διαισθητικές εμπειρίες των φαινομένων με τις επιστημονικά αποδεκτές εξηγήσεις τους.

Κατά τη διαδικασία απόκτησης γνώσεων για το φυσικό κόσμο λοιπόν, υπάρχουν ορισμένες αρχικές προϋποθέσεις και πεποιθήσεις οργανωμένες γύρω από μια διαισθητική θεωρία φυσικής. Σε αυτές τις αρχικές γνωστικές δομές έρχονται να προστεθούν νέες πληροφορίες από το κοινωνικοπολιτισμικό πλαίσιο, αναδιαμορφώνοντας τα νοητικά μοντέλα που αυτές παράγουν, με συνέπεια να αυξάνεται η πολυπλοκότητά τους. Στη συνέχεια οι πεποιθήσεις και τα νοητικά μοντέλα δρουν ως επίκτητοι περιορισμοί που κατευθύνουν τη διαδικασία απόκτησης γνώσεων. Ορισμένες φορές έτσι απαιτείται μια αναδιοργάνωση αυτών των γνωστικών δομών και μια αντικατάσταση των εδραιωμένων πεποιθήσεων και προϋποθέσεων με ένα νέο επεξηγηματικό πλαίσιο (Vosniadou, 1994).

### **Μεταγνωσιακή Επίγνωση και Αναδιοργάνωση Θεωρίας**

Ένα ενδιαφέρον ερώτημα που αναδύεται και που αποτελεί τη βάση της παρούσας ερευνητικής εργασίας αφορά στο βαθμό στον οποίο τα παιδιά έχουν επίγνωση της διαδικασίας αναθεώρησης των αρχικών ιδεών τους και στο αν αυτή η διαδικασία είναι κάτω από τον μεταγνωσιακό τους έλεγχο.

Δύο τουλάχιστον εναλλακτικές υποθέσεις μπορούν να διατυπωθούν. Σύμφωνα με την πρώτη υπόθεση τα παιδιά είναι σαν τους επιστήμονες, οι οποίοι έχουν επίγνωση των θεωριών τους και ελέγχουν την αξιοπιστία τους με ένα ρητό τρόπο κατά τη δημιουργία και αναθεώρηση τους. Σε αυτή την περίπτωση έχουν πλήρη μεταγνωσιακή επίγνωση των θεωρητικών τους απόψεων καθώς και των διαφορών ανάμεσα στις απόψεις αυτές και στις νέες εξηγήσεις στις οποίες εκτίθενται.

Σύμφωνα με τη δεύτερη υπόθεση τα παιδιά διαφέρουν από τους επιστήμονες. Αν και είναι ικανά να ερμηνεύουν τις εισερχόμενες πληροφορίες για να κατασκευάζουν θεωρίες και να αναθεωρούν, δεν έχουν επίγνωση των ιδεών τους και δεν μπορούν ρητά να τις αξιολογούν.

Διάφοροι ερευνητές έχουν υποστηρίξει τη δεύτερη υπόθεση, ότι δηλαδή η διαδικασία αναδιοργάνωσης των θεωριών των παιδιών δεν βρίσκεται υπό πλήρη μεταγνωσιακό έλεγχο. Σύμφωνα με τους Karmiloff-Smith & Inhelder (1974) τα παιδιά είναι ικανά να διαμορφώνουν και να αναθεωρούν τις θεωρίες τους, χωρίς απαραίτητα να έχουν μεταγνωσιακή επίγνωση αυτών. Οι παραπάνω ερευνητές υποστήριξαν ότι πολλά παιδιά σχηματίζουν μια ισχυρή «θεωρία του γεωμετρικού κέντρου» σε έργα όπου τους ζητείται να ισορροπήσουν 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. Υποστήριξαν ότι τα μικρά παιδιά σχηματίζουν ισχυρές θεωρίες που βασίζονται στις παρατηρήσεις τους, οι οποίες όμως περιέχουν πολύ περισσότερα στοιχεία από απλή παρατήρηση. Αν και τα παιδιά δεν είναι ικανά να εξηγήσουν τη θεωρία τους ή να σκεφθούν υποθετικές καταστάσεις για να την επιβεβαιώσουν ή να την απορρίψουν, παρόλα αυτά έχουν μια ισχυρή τάση να την γενικεύουν, ακόμη κι όταν υπάρχουν αρκετές αρνητικές ενδείξεις ως προς την ορθότητά της. Χωρίς αμφιβολία, η γενικευμένη εφαρμογή μιας θεωρίας οδηγεί τελικά σε νέες ανακαλύψεις και στο σχηματισμό νέων ή ευρύτερων θεωριών. Όμως, φαίνεται ότι το παιδί εκπλήσσεται ή προβληματίζεται σχετικά με τη θεωρία του μόνο εάν η πρόβλεψη που κάνει προκύπτει από μια ήδη ισχυρή θεωρία που εκφράζεται κατά τη δράση. Και αυτό, γιατί τα παιδιά συνήθως διατηρούν την αρχική τους θεωρία, όσο περισσότερο μπορούν. Ακόμα και όταν τελικά λαμβάνουν υπόψη τους τα αντι-παραδείγματα προτιμούν πρώτα να σχηματίσουν μια νέα θεωρία, ανεξάρτητη από την αρχική τους θεωρία, πριν προσπαθήσουν να ενώσουν όλα τα γεγονότα κάτω από μια μοναδική, ευρύτερη θεωρία.

Οι Kuhn, Amsel & O'Loughlin (1988) συμφωνούν επίσης, ότι η ικανότητα να σκέφτεται κανείς για μια θεωρία, δηλαδή η αναπαράστασή της σαν ένα αντικείμενο της νόησης, είναι αδύναμη στα νεαρά παιδιά. Στις έρευνές τους τα παιδιά συχνά προσάρμοζαν τη θεωρία τους για να συμβαδίζει με τα εμπειρικά δεδομένα χωρίς το συνειδητό έλεγχο αυτής της διαδικασίας. Πολλές φορές μάλιστα άλλαζαν τη θεωρία τους για να ταιριάζει με τα στοιχεία που μπορεί να κατασκεύαζαν. Οι Kuhn et al. (1988) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ο επιδέξιος συντονισμός ανάμεσα στη θεωρία και τα δεδομένα εμπεριέχει υψηλό βαθμό μεταγνωσιακής λειτουργίας. Υποστηρίζουν ότι ενώ τα παιδιά αναμφισβήτητα αναδιοργανώνουν τις θεωρίες τους καθώς η εμπειρία τους αυξάνει, δεν μπορούν να ανακλούν στη δική τους σκέψη και δεν φαίνεται πολύ πιθανό αυτή η διαδικασία αναδιοργάνωσης των θεωριών τους να ακολουθεί τη γνωστική διαδικασία που ακολουθεί ο επιστημονικά σκεπτόμενος άνθρωπος. Τα παιδιά δηλαδή δυσκολεύονται να στραφούν στη θεωρία τους για να εξηγήσουν ένα φαινόμενο όταν χρειάζεται, να φανταστούν άλλες θεωρίες που να εξηγούν το ίδιο φαινόμενο και να τις αξιολογούν, να αναγνωρίσουν ασυμφωνίες ανάμεσα στη θεωρία τους και στα εμπειρικά δεδομένα.

Οι έρευνες των Klahr (2000) και Klahr, Dunbar & Fay (2000) έχουν δείξει, σε αντίθεση με τους Kuhn et al. (1988), οι οποίοι βρήκαν ότι ακόμη και οι ενήλικες τείνουν να συγχέουν τη θεωρία και την απόδειξη, ότι σε μερικές περιπτώσεις τα παιδιά

είναι ικανά να διακρίνουν ανάμεσα στη θεωρία και στα εμπειρικά δεδομένα. Εντούτοις, στις έρευνές τους η επίδοση των παιδιών (9 και 11 ετών) ήταν κατώτερη των ενηλίκων, όταν ζητήθηκε από τα υποκείμενα να συντονίσουν την έρευνα σε δυο χώρους, στο χώρο σχηματισμού υποθέσεων και στο χώρο διεξαγωγής πειραμάτων. Σε αντίθεση με τους ενήλικες, τα παιδιά δεν λάμβαναν υπόψη τους ταυτόχρονα και τις δυο εναλλακτικές υποθέσεις, αλλά επικεντρωνόντουσαν 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 ανάμεσα στη θεωρία και στην απόδειξη και να κατανοήσουν τις μεταξύ τους σχέσεις. Κυρίως χρησιμοποιούν τις θεωρίες τους ως μέσο οργάνωσης και ερμηνείας της εμπειρίας τους και δεν έχουν ενσυνείδητη γνώση της ύπαρξής τους.

Σε μετέπειτα έρευνές της, η Karmiloff-Smith (1991, 1992) υποστηρίζει ότι οι αλλαγές στις θεωρίες των παιδιών σχετίζονται με αλλαγές στις αναπαραστάσεις. Συνδέονται δηλαδή με μια εσωτερική επεξεργασία την οποία η Karmiloff-Smith ονομάζει «αναπαραστασιακή αναπεριγραφή». Υποστηρίζει ότι η γνώση είναι αρχικά εσωτερικευμένη και μέσα από μια διαδικασία αναπεριγραφής γίνεται ρητή και μπορεί πια να αποτελέσει αντικείμενο εξέτασης. Το τελικό αποτέλεσμα των διάφορων αναπεριγραφών είναι η ύπαρξη στο νου πολλαπλών αναπαραστάσεων όμοιας γνώσης αλλά διαφορετικών επιπέδων λεπτομέρειας και σαφήνειας, καθιστώντας το άτομο ικανό να έχει επίγνωση της γνώσης του. Όταν η αναπεριγραφή έχει ολοκληρωθεί και είναι σαφής η αναπαράσταση, τότε το παιδί μπορεί να διαχειριστεί τις αναπαραστάσεις του και να εισάγει αλλαγές στις περιγραφές του κόσμου.

Η Βοσνιάδου και οι συνεργάτες της (Vosniadou, 2003; Vosniadou, Skopeliti & Ikospentaki, 2004, 2005; Vosniadou & Skopeliti, 2005) ισχυρίζονται ότι η ύπαρξη παρερμηνειών μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως απόδειξη του ότι η διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής δεν είναι κάτω από τον μεταγνωσιακό έλεγχο των παιδιών. Οι παρερμηνείες που αφορούν, για παράδειγμα, στο σχήμα της γης, αποκαλύπτουν τις προσπάθειες των παιδιών να ενσωματώσουν τις νέες πληροφορίες που προέρχονται από τη διδασκαλία στο σχολείο στην αρχική τους θεωρία για τα φαινόμενα του φυσικού κόσμου, η οποία βασίζεται στην καθημερινή τους εμπειρία, σχηματίζοντας συνθετικά μοντέλα. Ένα παράδειγμα συνθετικού μοντέλου στο οποίο αναφέρθηκα και

προηγουμένως είναι το μοντέλο της «διπλής γης», όπου στην αρχική αναπαράσταση της επίπεδης γης προστίθεται η αναπαράσταση της σφαιρικής γης. Ο σχηματισμός των συνθετικών μοντέλων πηγάζει κυρίως από το γεγονός ότι τα παιδιά δεν έχουν μεταγνωσιακή επίγνωση των πεποιθήσεών τους καθώς και του γεγονότος ότι αυτές οι πεποιθήσεις είναι ασύμβατες με τη νέα επιστημονική πληροφορία στην οποία εκτίθενται στο σχολείο. Προφανώς είναι δύσκολο για τα παιδιά να έχουν μια διπλή αναπαράσταση για το ίδιο φαινόμενο - μια αναπαράσταση που να συμφωνεί με την φαινομενική εμπειρία τους και μια άλλη που να συμφωνεί με την επιστημονική άποψη - και να αναγνωρίζουν τη μεταξύ τους σχέση. Τα παιδιά που δεν έχουν μια τέτοια μεταγνωσιακή ικανότητα, θα δυσκολεύονται να ερμηνεύσουν το ίδιο φαινόμενο μέσα από πολλαπλές αναπαραστάσεις.

### **Το Οντολογικό και Επιστημολογικό Πρόβλημα της Διάκρισης ανάμεσα στην «πραγματικότητα» και την «εμφάνιση».**

Ο σκοπός των τριών πρώτων μελετών που θα παρουσιαστούν είναι να διερευνηθεί η ανάπτυξη της μεταγνωσιακής επίγνωσης κατά τη διάρκεια της εννοιολογικής αλλαγής. Το παραπάνω ερώτημα διερευνήθηκε στο πλαίσιο δυο βασικών προβλημάτων που σχετίζονται με τη διάκριση ανάμεσα στις φαινομενικές εξηγήσεις του φυσικού κόσμου και στις επιστημονικές (Perner, 1991). Το πρώτο είναι το πρόβλημα της γνώσης της πραγματικότητας με βάση τις διαθέσιμες πληροφορίες (εμφάνιση). Θα μπορούσαμε να αναφερθούμε στο πρόβλημα αυτό ως το οντολογικό πρόβλημα. Το δεύτερο πρόβλημα αφορά στην κατανόηση ότι υπάρχει μια διάκριση ανάμεσα στην εμφάνιση και την πραγματικότητα και ότι γνωρίζουμε για την πραγματικότητα μέσα από τις εμφανίσεις της, οι οποίες όμως είναι πιθανό και να μας ξεγελάσουν. Θα μπορούσαμε να αναφερθούμε σε αυτό ως το επιστημολογικό πρόβλημα.

Η ηλικία στην οποία επιλύεται το οντολογικό πρόβλημα διαφέρει για κάθε πεδίο, για κάποια πεδία μάλιστα ίσως να απαιτείται και επιστημονική πρόοδος. Για παράδειγμα στο χώρο των Φυσικών Επιστημών η επίλυση του οντολογικού προβλήματος προκύπτει και μέσα από τη συστηματική διδασκαλία των διαφόρων εννοιών στο σχολείο. Η κατανόηση της επιστημολογικής οπτικής, ότι δηλαδή υπάρχει μια διάκριση ανάμεσα στην εμφάνιση και την πραγματικότητα μπορεί να επιδειχθεί μόνο σε ένα πεδίο όπου έχει επιλυθεί το οντολογικό πρόβλημα, ένα πεδίο όπου το παιδί αν και ευαίσθητο ως προς την παραπλανητική εμφάνιση, γνωρίζει την πραγματικότητα. Στο σχολείο όμως 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 την εμφάνιση. Γι' αυτό και η διαδικασία 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.

Αυτή η διαπίστωση έχει ωθήσει στη διατύπωση της πρώτης υπόθεσης της έρευνας. Ότι δηλαδή δεν υπάρχει διαφορά ανάμεσα στα δυο προβλήματα, το οντολογικό και το επιστημολογικό και άρα ότι όταν τα παιδιά επιλύσουν το οντολογικό πρόβλημα τότε θα μπορούν και αυθόρμητα να κατανοήσουν τη διάκριση ανάμεσα στην εμφάνιση και την πραγματικότητα. Το πρόβλημα των παιδιών λοιπόν, είναι μόνο οντολογικό. Υποθέτουμε δηλαδή ότι όταν τα παιδιά μαθαίνουν το επιστημονικό μοντέλο και επιλύουν το οντολογικό πρόβλημα, τότε αυθόρμητα κατανοούν και τη διάκριση ανάμεσα στην εμφάνιση (φαίνεται) και την πραγματικότητα (είναι). Πιο συγκεκριμένα λοιπόν, υποθέτουμε ότι τα μικρότερα παιδιά θα δώσουν περισσότερες φαινομενικές εξηγήσεις από επιστημονικές μια και δεν θα έχουν εκτεθεί ακόμη στη διδασκαλία τέτοιων εννοιών στο σχολείο ή δεν θα έχουν κατανοήσει ακόμη τις επιστημονικές εξηγήσεις των φαινομένων της αστρονομίας. Στην περίπτωση των μεγαλύτερων παιδιών αναμένεται μια αύξηση στον αριθμό των επιστημονικών, «σωστών» εξηγήσεων, η οποία θα πηγάζει από τη μεγαλύτερη έκθεση των παιδιών στη διδασκαλία.

Η παραπάνω υπόθεση όμως δεν λαμβάνει υπόψη της το πρόβλημα της ανάπτυξης της αναπαραστασιακής ικανότητας όπως έχει διατυπωθεί από ερευνητές όπως η DeLoache (2000) και ο Flavell (1988). Στο χώρο της διερεύνησης της διάκρισης ανάμεσα στην εμφάνιση και την πραγματικότητα εντάσσονται τα έργα που απαιτούν την ικανότητα ταυτόχρονης αναπαράστασης ασυμβίβαστων πληροφοριών στα πλαίσια της Θεωρίας του Nou (Flavell, 1988; Harris & Gross, 1988; Mitchell & Lacohee, 1991). Οι Flavell & Green (1986, 1998, 1999) παρουσίασαν σε 3χρονα, 4χρονα και 5χρονα, αντικείμενα που εξαπατούσαν με την εμφάνισή τους, πχ. σφουγγάρια που έμοιαζαν με βράχο. Τα παιδιά αφού έπαιζαν με τα αντικείμενα προκειμένου να καταλάβουν ότι τα αντικείμενα δεν ήταν αυτά που φαινόταν, απαντούσαν σε ερωτήσεις του τύπου «πώς μοιάζουν τα αντικείμενα» και «πώς πραγματικά είναι». Τα περισσότερα 4χρονα και 5χρονα απαντούσαν σωστά σε αντίθεση με τα 3χρονα που υποστήριζαν ότι το σφουγγάρι και έμοιαζε με βράχο και πραγματικά ήταν βράχος. Το ίδιο φάνηκε και σε άλλα έργα, πχ. όταν κοίταζαν ένα αντικείμενο μέσα από έναν μεγεθυντικό φακό, τα 4χρονα και 5χρονα διαφοροποιούσαν την εμφάνιση και την πραγματικότητα, αλλά τα

3χρονα αποτύγγαναν. Σύμφωνα με τον Flavell (1988), τα μικρά παιδιά κατανοούν ότι ένα άλλο άτομο μπορεί να βλέπει ή να μην βλέπει κάτι (γνώση για γνωστικές συνδέσεις), αλλά αγνοούν τις νοητικές αναπαραστάσεις που αυτές οι συνδέσεις δημιουργούν. Δηλαδή, δεν κατανοούν ότι κάτι που μπορεί να ειδωθεί, μπορεί να έχει διαφορετικές εμφανίσεις ή να δημιουργεί διαφορετικές οπτικές εμπειρίες εάν ο παρατηρητής το βλέπει από διαφορετικές θέσεις στο χώρο. Η ικανότητα ανίχνευσης νοητικών αναπαραστάσεων αναπτύσσεται αργότερα και αποτελεί μια σημαντική μεταγνωσιακή κατάκτηση.

Η DeLoache και οι συνεργάτες της (DeLoache, 1989, 2000; Marzolf, DeLoache & Kolstad, 1999) έχουν επίσης αναφερθεί εκτεταμένα στη δυσκολία των μικρών παιδιών να σκέφτονται για μια οντότητα με δυο 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 (1989, 1999, 2000) βρήκαν ότι τα τριχρονα ήταν ικανά να χρησιμοποιήσουν τις πληροφορίες που δίνονται από το μοντέλο-μικρογραφία του δωματίου, για να ανακαλύψουν τα κρυμμένα αντικείμενα στο πραγματικό, ενώ τα παιδιά ηλικίας 2,5 ετών δεν μπορούσαν. Η DeLoache (2000) στη θεωρία της για τη «διπλή αναπαράσταση» υποστηρίζει ότι τα παιδιά ηλικίας κάτω των 3 ετών δεν είναι ικανά να σχηματίσουν μια διπλή αναπαράσταση, αντιμετωπίζοντας ένα φυσικό αντικείμενο συγχρόνως ως αντικείμενο και ως σύμβολο.

Αν και με βάση τα αναπτυξιακά δεδομένα αναμένεται από τους μαθητές του δημοτικού να είναι ικανοί να κάνουν τη διάκριση ανάμεσα σε εμφάνιση και πραγματικότητα, η περίπτωση που θα διερευνηθεί είναι πιο πολύπλοκη. Όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα, η μεταγνωσιακή επίγνωση στα έργα της παρούσας έρευνας θα απαιτεί από τα παιδιά μια ικανότητα ταυτόχρονης σύγκρισης δυο εναλλακτικών αναπαραστάσεων του ίδιου φαινομένου αστρονομίας, μιας που θα βασίζεται στην εμφάνιση και μιας που θα σχετίζεται με την επιστημονική εξήγηση. Με βάση όμως τα αποτελέσματα ερευνών που αναφέρθηκαν προηγουμένως (Vosniadou & Brewer, 1992, 1994; Vosniadou, 2003) υπάρχουν αρκετές ενδείξεις που υποστηρίζουν την υπόθεση ότι η επίλυση του οντολογικού προβλήματος δεν συνεπάγεται αναγκαστικά και την επίλυση του επιστημολογικού προβλήματος. Δηλαδή, οι μαθητές μπορεί να γνωρίζουν την επιστημονική εξήγηση ενός φαινομένου, π.χ. της εναλλαγής της ημέρας/νύχτας, αλλά να μην έχουν ενσυνείδητη γνώση της διάκρισης ανάμεσα στην πραγματικότητα (επιστημονική εξήγηση) και στην εμφάνιση (αρχική, φαινομενική αναπαράσταση).

Στην περίπτωση αυτή οι μαθητές πιθανά να συγχέουν την επιστημονική με τη φαινομενική αναπαράσταση.

Έτσι προχωρήσαμε στη διατύπωση της δεύτερης υπόθεσης, ότι δηλαδή η λύση του οντολογικού προβλήματος δεν συνεπάγεται αναγκαστικά και τη λύση του επιστημολογικού προβλήματος το οποίο απαιτεί από τα παιδιά να αντιμετωπίζουν με μια διπλή οπτική ένα φαινόμενο του φυσικού κόσμου. Εάν τα παιδιά υιοθετούν συνειδητά την επιστημονική εξήγηση θα πρέπει να έχουν επίγνωση των διαφορών και των ομοιοτήτων ανάμεσα στα δυο είδη εξηγήσεων, στην επιστημονική και στη φαινομενική εξήγηση, καθώς και των πλεονεκτημάτων της μιας έναντι της άλλης. Εάν, εντούτοις, προσπαθούν να ενσωματώσουν την εισερχόμενη πληροφορία στις υπάρχουσες εννοιολογικές δομές χωρίς μεταγνωσιακή επίγνωση αυτού, οι διαφορές και οι ομοιότητες ανάμεσα στα δυο είδη εξηγήσεων δεν θα είναι εμφανείς. Σε αυτή την περίπτωση υποθέτουμε ότι τα παιδιά θα επιλέγουν είτε μόνο επιστημονικές απεικονίσεις και για την Εμφάνιση και για την Πραγματικότητα, είτε θα υπάρχει σύγχυση ανάμεσα στα δυο είδη εξηγήσεων, επιλέγοντας μια επιστημονική απεικόνιση για την Εμφάνιση και μια φαινομενική απεικόνιση για την Πραγματικότητα.

Προκειμένου να διερευνηθούν οι παραπάνω υποθέσεις διεξήχθησαν τρεις εμπειρικές μελέτες σε μαθητές της 1<sup>ης</sup>, 3<sup>ης</sup> και 5<sup>ης</sup> τάξης του δημοτικού σχολείου. Στις τρεις μελέτες χρησιμοποιήθηκε το ίδιο έργο διάκρισης εμφάνισης-πραγματικότητας με μικρές παραλλαγές. Ειδικότερα, στην πρώτη μελέτη διερευνήθηκε η ικανότητα των παιδιών να διακρίνουν ανάμεσα σε φαινομενικές και επιστημονικές εξηγήσεις του ίδιου φαινομένου με τη χρήση τεσσάρων απεικονίσεων-μοντέλων που παρουσίαζαν διάφορα φαινόμενα από το χώρο της παρατηρησιακής αστρονομίας. Στη δεύτερη μελέτη για να εξεταστεί η ίδια ικανότητα χρησιμοποιήθηκαν δυο απεικονίσεις-μοντέλα μόνο. Στην τρίτη μελέτη προκειμένου να εξεταστεί η ικανότητα αυτή χρησιμοποιήθηκαν περισσότερες επιλογές για κάποια φαινόμενα, ενώ για κάποια άλλα οι μαθητές έπρεπε να συνθέσουν τη δική τους εικόνα-μοντέλο για την εμφάνιση και την πραγματικότητα.

## Μελέτη 1

### Μέθοδος

#### Συμμετέχοντες

Συμμετείχαν συνολικά 52 μαθητές δυο δημοτικών σχολείων των Αθηνών. Ειδικότερα, έλαβαν μέρος 18 μαθητές της Α΄ δημοτικού (μ.ο. ηλικίας 6 έτη και 4 μήνες), 17 μαθητές της Γ΄ δημοτικού (μ.ο. ηλικίας 8 έτη και 9 μήνες) και 17 μαθητές της Ε΄ δημοτικού (μ.ο. ηλικίας 11 έτη και 2 μήνες). Η μέθοδος δειγματοληψίας που ακολουθήθηκε ήταν η απλή τυχαία δειγματοληψία.

#### Υλικό

Το υλικό αποτελούνταν από μια *Προκαταρκτική Δοκιμασία Διάκρισης Πραγματικότητας-Εμφάνισης* και μια *Δοκιμασία Αστρονομίας*. Η *Προκαταρκτική Δοκιμασία Διάκρισης Πραγματικότητας-Εμφάνισης* χρησιμοποιήθηκε για να διαπιστωθεί η ικανότητα διάκρισης από τα παιδιά της Εμφάνισης από την Πραγματικότητα και ήταν αντίστοιχη των δοκιμασιών που διεξήχθησαν από τον Flavell και τους συνεργάτες του (Flavell, Green & Flavell, 1986). Σε κάθε παιδί παρουσιαζόταν ένα κομμάτι άσπρο χαρτί (Πραγματικότητα) το οποίο στη συνέχεια τοποθετούνταν κάτω από ένα κόκκινο διάφανο φίλτρο (Εμφάνιση). Έργο του παιδιού ήταν να ονομάσει το Πραγματικό (άσπρο) και το Φαινομενικό (κόκκινο) χρώμα του χαρτιού. Στην αρχή κάθε διαδικασίας ο ερευνητής έλεγε σε κάθε παιδί ότι τα πράγματα γύρω μας μερικές φορές αλλιώς είναι στην πραγματικότητα και αλλιώς φαίνονται να μοιάζουν όταν τα κοιτάμε με τα μάτια μας, ενώ άλλες φορές τα πράγματα φαίνονται στα μάτια μας όπως πραγματικά είναι.

Η *Δοκιμασία Αστρονομίας* αποτελούνταν από τέσσερις απεικονίσεις για κάθε ένα από τα ακόλουθα έξι φαινόμενα της Παρατηρησιακής Αστρονομίας: Σχήμα Γης, Σχήμα Γης και Βαρύτητα, Σχετικό Μέγεθος Ήλιου και Γης, Σχετικό Μέγεθος Σελήνης και Γης, Εναλλαγή Ημέρας/Νύχτας, και Πλανητικό Σύστημα. Για κάθε Φαινόμενο Παρατηρησιακής Αστρονομίας οι δυο απεικονίσεις ήταν περισσότερο συμβατές με το επιστημονικό πρότυπο που διδάσκονται οι μαθητές στο σχολείο και οι άλλες δυο με τη φαινομενική εμπειρία των μαθητών όπως έχει αναδυθεί από προϋπάρχουσες έρευνες στις οποίες τα παιδιά καλούνταν να σχεδιάσουν εικόνες για διάφορα φαινόμενα αστρονομίας (Vosniadou & Brewer, 1992, 1994; Vosniadou, Archontidou, Kalogiannidou, & Ioannides, 1996; Βοσνιάδου, 1999). Οι απεικονίσεις αυτές παρουσιάζονται στο Παράρτημα 1.1.

Σε κάθε παιδί παρουσιαζόταν ένα κάθε φορά από τα έξι σεντ των τεσσάρων απεικονίσεων ενός Φαινομένου Παρατηρησιακής Αστρονομίας (π.χ. Σχήμα Γης) και του ζητούνταν να επιλέξει μια από τις τέσσερις απεικονίσεις που πίστευε ότι ήταν πιο κοντά στην «Πραγματικότητα» και να την τοποθετήσει κάτω από την αντίστοιχη κατηγορία «Όπως είναι στην Πραγματικότητα» και μια από τις απεικονίσεις που πίστευε ότι ήταν πιο κοντά στην «Εμφάνιση» και να την τοποθετήσει κάτω από την αντίστοιχη κατηγορία «Όπως φαίνονται τα πράγματα στα μάτια μας». Το παιδί ενημερωνόταν ότι είχε τη δυνατότητα να επιλέξει την ίδια απεικόνιση και για τις δυο κατηγορίες, γιατί μερικές φορές η εμφάνιση των πραγμάτων είναι ίδια με την πραγματικότητα. Οι απαντήσεις των παιδιών ηχογραφούνταν για περαιτέρω επεξεργασία.

### Διαδικασία

Κάθε παιδί εξετάστηκε χωριστά στο χώρο του σχολείου. Ο χρόνος εξέτασης ήταν από 20 ως 30 λεπτά. Όλα τα παιδιά του δείγματος πέρασαν επιτυχώς την Προκαταρκτική Δοκιμασία Διάκρισης Πραγματικότητας-Εμφάνισης και συνέχισαν με τη Δοκιμασία Αστρονομίας.

### **Αποτελέσματα**

Σύμφωνα με την πρώτη υπόθεση αναμένονταν περισσότερες επιστημονικές επιλογές από τα μεγαλύτερα παιδιά. Προκειμένου να εξεταστεί αυτή η υπόθεση, οι επιλογές των παιδιών για τις ερωτήσεις της Εμφάνισης και της Πραγματικότητας βαθμολογήθηκαν ως εξής: τα παιδιά έπαιρναν το βαθμό (1) αν η απεικόνιση που είχαν επιλέξει αναπαριστούσε ένα αρχικό φαινομενικό μοντέλο, το βαθμό (2) αν η αναπαριστούσε ένα προχωρημένο φαινομενικό μοντέλο, το βαθμό (3) αν αναπαριστούσε ένα αρχικό επιστημονικό μοντέλο και το βαθμό (4) αν αναπαριστούσε ένα προχωρημένο επιστημονικό μοντέλο. Με βάση το σύστημα βαθμολόγησης αναμένονταν χαμηλότερο μέσο σκορ για τις ερωτήσεις Εμφάνισης και αντίστροφα υψηλότερο μέσο σκορ για τις ερωτήσεις που αφορούσαν στην Πραγματικότητα.

Για την ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε μια Μικτή Ανάλυση Διακύμανσης [ηλικία (3) \* είδος ερώτησης (2) μεταξύ υποκειμένων] \* [φαινόμενο Παρατηρησιακής Αστρονομίας (6) διαμέσου των υποκειμένων].

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα και όπως αναμενόταν, βρέθηκε μια στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση ανάμεσα στο Είδος Ερώτησης και στη Σχολική Ηλικία ( $F(2, 49)=7.619; p<0.01$ ). Πιο συγκεκριμένα διαπιστώθηκε μια αύξηση του μέσου σκορ από



την 1<sup>η</sup> στην 5<sup>η</sup> Τάξη για τις ερωτήσεις που αφορούσαν στην Πραγματικότητα και μια μείωση του μέσου σκορ για τις ερωτήσεις που αφορούσαν στην Εμφάνιση. Μάλιστα η διαφορά αυτή αυξάνεται από την 1<sup>η</sup> στην 5<sup>η</sup> Τάξη, ένα εύρημα που είναι σε συμφωνία με την υπόθεσή μας ότι θα έχουμε περισσότερες επιστημονικές επιλογές από τα μεγαλύτερα παιδιά.

Πίνακας 1.1: Μέσο Σκορ για όλες τις ερωτήσεις Πραγματικότητας και Εμφάνισης για τις τρεις ηλικιακές ομάδες στη Δοκιμασία Αστρονομίας.

Τάξη	Πραγματικότητα		Εμφάνιση		Διαφορά
	<i>M</i>	<i>T.A.</i>	<i>M</i>	<i>T.A.</i>	
1 <sup>η</sup>	2.29	0.43	2.26	0.49	0.03
3 <sup>η</sup>	2.83	0.52	2.17	0.40	0.66
5 <sup>η</sup>	3.02	0.63	1.97	0.49	1.05

Τα αποτελέσματα από την ανάλυση διακύμανσης έδειξαν επίσης μια κύρια επίδραση για το Φαινόμενο Παρατηρησιακής Αστρονομίας ( $F(5, 245)=45.979$ ;  $p<0.01$ ). Αυτό παρατηρήθηκε γιατί τα ακόλουθα φαινόμενα *Σχήμα Γης και Σχήμα Γης και Βαρύτητα* συγκέντρωναν υψηλότερο συνολικό μέσο σκορ (6.50 και 5.88 αντίστοιχα) από τα φαινόμενα *Σχετικό Μέγεθος Ήλιου και Γης, Σχετικό Μέγεθος Ήλιου και Σελήνης, Πλανητικό Σύστημα και Εναλλαγή Ημέρας/Νύχτας* (4.96, 4.40, 3.92 και 3.86 αντίστοιχα). Κάτι τέτοιο υποδεικνύει ότι τα παιδιά επέλεξαν μια επιστημονική απεικόνιση σε μεγαλύτερη συχνότητα σε αυτές τις περιπτώσεις Φαινομένων Παρατηρησιακής Αστρονομίας, υποδηλώνοντας ότι γνωρίζουν περισσότερα για αυτά.

Φάνηκε επίσης μια στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση ανάμεσα στο Φαινόμενο της Παρατηρησιακής Αστρονομίας και στη Σχολική Ηλικία. ( $F(10, 245)=3.624$ ;  $p<0.01$ ). Όπως φαίνεται στον Πίνακα 1.2, το μέσο σκορ αυξήθηκε με τη σχολική ηλικία για όλα σχεδόν τα φαινόμενα της Παρατηρησιακής Αστρονομίας, με εξαίρεση τα φαινόμενα *Σχήμα Γης και Σχήμα γης και Βαρύτητα*, όπου οι μαθητές ήδη από νωρίς επέλεξαν επιστημονικές απεικονίσεις.

Πίνακας 1.2: Μέσο Σκορ για κάθε Φαινόμενο Παρατηρησιακής Αστρονομίας για τις τρεις ηλικιακές ομάδες στη Δοκιμασία Αστρονομίας.

ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΙΑΚΗΣ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ	1 <sup>η</sup> τάξη		3 <sup>η</sup> τάξη		5 <sup>η</sup> τάξη	
	M	T.A.	M	T.A.	M	T.A.
Σχήμα Γης	6.61	1.14	6.64	1.05	6.23	1.20
Σχήμα Γης και Βαρύτητα	6.27	1.40	5.94	1.29	5.41	1.12
Σχετικά μεγέθη Ήλιου και Γης	4.11	0.93	5.17	1.07	5.64	1.49
Σχετικά μεγέθη Ήλιου και Σελήνης	3.44	0.98	4.94	1.43	4.88	1.21
Εναλλαγή ημέρας / νύχτας	3.61	1.09	3.76	1.03	4.23	1.03
Πλανητικό Σύστημα	3.77	1.21	4.05	1.34	3.94	1.47

Τα παραπάνω ευρήματα μας παρέχουν πολλές πληροφορίες για το είδος των επιλογών που κάνουν οι μαθητές, αλλά δεν ελέγχουν άμεσα την υπόθεση ότι είναι δύσκολο για τα μικρά παιδιά να επιλέξουν και να κάνουν τη σύγκριση ανάμεσα σε δυο διακριτές αναπαραστάσεις για την Πραγματικότητα και την Εμφάνιση. Αν και αποτελούν ένδειξη ότι καθώς τα παιδιά μεγαλώνουν επιλύουν το οντολογικό πρόβλημα, δεν μας παρέχουν πληροφορίες σχετικά με την επίλυση του επιστημολογικού προβλήματος.

Η υπόθεσή μας ήταν ότι οι μαθητές που είχαν κατανοήσει τις επιστημονικές αναπαραστάσεις, δεν θα είχαν απαραίτητα και μεταγνωσιακή επίγνωση της αλλαγής που είχε συντελεστεί από μια αρχική φαινομενική αναπαράσταση (εμφάνιση) σε μια επιστημονική (πραγματικότητα). Η πρόβλεψή μας ήταν ότι αυτά τα παιδιά ήταν πιο πιθανό να επιλέξουν λανθασμένα μόνο επιστημονικές απεικονίσεις και για την Πραγματικότητα και για την Εμφάνιση ή να συγχέουν τις δυο αναπαραστάσεις, επιλέγοντας τις επιστημονικές απεικονίσεις για την Εμφάνιση και τις φαινομενικές για την Πραγματικότητα.

Προκειμένου να ερευνηθούν καλύτερα αυτές οι δυο εναλλακτικές υποθέσεις, κάθε συνδυασμός επιλογών για τις ερωτήσεις Πραγματικότητας και Εμφάνισης για τα έξι Φαινόμενα Παρατηρησιακής Αστρονομίας τοποθετήθηκε στις ακόλουθες τρεις κατηγορίες:

1. Μη επίλυση οντολογικού προβλήματος: όταν έχει επιλεγθεί η φαινομενική απεικόνιση και για την Πραγματικότητα και για την Εμφάνιση.
2. Επίλυση μόνο οντολογικού προβλήματος: όταν έχουν επιλεγθεί η φαινομενική απεικόνιση για την Πραγματικότητα και η επιστημονική απεικόνιση για την Εμφάνιση ή όταν έχει επιλεγθεί η επιστημονική απεικόνιση και για την Πραγματικότητα και για την Εμφάνιση.
3. Επίλυση και οντολογικού και επιστημολογικού προβλήματος: όταν έχουν επιλεγθεί η επιστημονική απεικόνιση για την Πραγματικότητα και η φαινομενική απεικόνιση για την Εμφάνιση.

Πίνακας 1.3α: Κατανομή των συνδυασμών των επιλεγμένων απεικονίσεων των μαθητών της 1<sup>ης</sup> τάξης στις τρεις κατηγορίες απαντήσεων (N=18).

ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΙΑΚΗΣ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ	Είδος Απάντησης			
	<i>ΜΗ ΕΠΙΛΥΣΗ ΟΝΤΟΛΟΓΙΚΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ</i>	<i>ΕΠΙΛΥΣΗ ΜΟΝΟ ΟΝΤΟΛΟΓΙΚΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ</i>	<i>ΕΠΙΛΥΣΗ ΟΝΤΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΟΛΟΓΙΚΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ</i>	
	Φαινομενικές Απαντήσεις	Αντιστροφή επιστημονικού /φαινομενικού	Επιστημονικές απαντήσεις μόνο	Σωστές απαντήσεις
Σχήμα Γης	-	1 6%	11 61%	6 33%
Σχήμα Γης και Βαρύτητα	3 17%	3 17%	5 28%	7 38%
Σχετικά μεγέθη Ήλιου και Γης	11 61%	6 33%	-	1 6%
Σχετικά μεγέθη Ήλιου και Σελήνης	9 50%	8 44%	-	1 6%
Εναλλαγή ημέρας / νύχτας	10 55%	3 17%	-	5 28%
Πλανητικό Σύστημα	12 66%	3 17%	2 11%	1 6%

Στους πίνακες 1.3α, β, και γ, μπορούμε να δούμε την κατανομή των απαντήσεων για τους μαθητές της 1<sup>ης</sup>, 3<sup>ης</sup> και 5<sup>ης</sup> τάξης αντίστοιχα. Στον πίνακα 1.3α παρατηρούμε ότι οι περισσότεροι μαθητές της 1<sup>ης</sup> τάξης παρέχουν φαινομενικές απαντήσεις για τα περισσότερα φαινόμενα της παρατηρησιακής αστρονομίας, κάτι

που υποδηλώνει ότι έχουν λίγη ή καθόλου γνώση των επιστημονικών εξηγήσεων για αυτά τα φαινόμενα. Όσον αφορά στα φαινόμενα *Σχήμα γης* και *Σχήμα γης και Βαρύτητα*, οι μαθητές της 1<sup>ης</sup> τάξης φαίνεται να κατανοούν εν μέρει τις επιστημονικές εξηγήσεις, ένα εύρημα που ενισχύεται και από τη στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση ανάμεσα στο Φαινόμενο Παρατηρησιακής Αστρονομίας και στη Σχολική ηλικία που συζητήσαμε παραπάνω. Εντούτοις, αν και βρίσκουμε αρκετές ενδείξεις σχετικά με την επίλυση του οντολογικού προβλήματος, οι μαθητές της 1<sup>ης</sup> δημοτικού δεν φαίνεται να έχουν επιλύσει και το επιστημολογικό πρόβλημα. Ακόμη και για τα φαινόμενα για τα οποία φαίνεται ότι οι μαθητές της 1<sup>ης</sup> τάξης έχουν αποκτήσει περισσότερη γνώση (*Σχήμα γης* και *Σχήμα γης και Βαρύτητα*), έχουν επιλύσει δηλαδή το οντολογικό πρόβλημα, δεν μπορούν να διακρίνουν ανάμεσα σε εμφάνιση και πραγματικότητα, δεν έχουν επιλύσει δηλαδή ακόμη το επιστημολογικό πρόβλημα.

Πίνακας 1.3β: Κατανομή των συνδυασμών των επιλεγμένων απεικονίσεων των μαθητών της 3<sup>ης</sup> τάξης στις τρεις κατηγορίες απαντήσεων (N=17).

ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΙΑΚΗΣ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ	Είδος Απάντησης			
	<i>ΜΗ ΕΠΙΛΥΣΗ ΟΝΤΟΛΟΓΙΚΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ</i>	<i>ΕΠΙΛΥΣΗ ΜΟΝΟ ΟΝΤΟΛΟΓΙΚΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ</i>	<i>ΕΠΙΛΥΣΗ ΟΝΤΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΟΛΟΓΙΚΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ</i>	
	Φαινομενικές Απαντήσεις	Αντιστροφή επιστημονικού /φαινομενικού	Επιστημονικές απαντήσεις μόνο	Σωστές απαντήσεις
Σχήμα Γης	-	-	10 59%	7 41%
Σχήμα Γης και Βαρύτητα	1 6%	4 23%	2 12%	10 59%
Σχετικά μεγέθη Ήλιου και Γης	3 18%	5 29%	3 18%	6 35%
Σχετικά μεγέθη Ήλιου και Σελήνης	2 12%	6 35%	3 18%	6 35%
Εναλλαγή ημέρας / νύχτας	9 53%	1 6%	-	7 41%
Πλανητικό Σύστημα	9 53%	2 12%	1 6%	5 29%

Πίνακας 1.3γ: Κατανομή των συνδυασμών των επιλεγμένων απεικονίσεων των μαθητών της 5<sup>ης</sup> τάξης στις τρεις κατηγορίες απαντήσεων (N=17).

ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΙΑΚΗΣ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ	Είδος Απάντησης			
	<i>ΜΗ ΕΠΙΛΥΣΗ ΟΝΤΟΛΟΓΙΚΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ</i>	<i>ΕΠΙΛΥΣΗ ΜΟΝΟ ΟΝΤΟΛΟΓΙΚΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ</i>	<i>ΕΠΙΛΥΣΗ ΟΝΤΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΟΛΟΓΙΚΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ</i>	
	Φαινομενικές Απαντήσεις	Αντιστροφή επιστημονικού /φαινομενικού	Επιστημονικές απαντήσεις μόνο	Σωστές απαντήσεις
Σχήμα Γης	-	1 6%	7 41%	9 53%
Σχήμα Γης και Βαρύτητα	3 18%	1 6%	1 6%	12 70%
Σχετικά μεγέθη Ήλιου και Γης	3 18%	1 6%	6 35%	7 41%
Σχετικά μεγέθη Ήλιου και Σελήνης	1 6%	2 12%	3 18%	11 64%
Εναλλαγή ημέρας / νύχτας	5 29%	2 12%	-	10 59%
Πλανητικό Σύστημα	11 64%	1 6%	1 6%	4 24%

Παρατηρώντας την κατανομή των απαντήσεων για τους μαθητές της 3<sup>ης</sup> και της 5<sup>ης</sup> τάξης (πίνακες 1.3β και 1.3γ), διαπιστώνουμε ότι ένας ολοένα και αυξανόμενος αριθμός μαθητών μπορεί να κάνει τη διάκριση ανάμεσα στις φαινομενικές και επιστημονικές αναπαραστάσεις. Για τα φαινόμενα *Σχήμα γης* και *Σχήμα γης και Βαρύτητα* περισσότερο από το 50% των μαθητών μπορεί να κάνει τη σωστή διάκριση ανάμεσα στα δυο είδη αναπαραστάσεων. Μόνο για το φαινόμενο *Πλανητικό σύστημα*, τα περισσότερα παιδιά συνέχισαν να παρέχουν φαινομενικές απαντήσεις ακόμη (54% και 64%).

Εφαρμόζοντας έναν έλεγχο καλής προσαρμογής βρήκαμε στατιστικά σημαντικές διαφορές στην αναλογία των σωστών απαντήσεων ανάμεσα στις τρεις ηλικιακές ομάδες για τα φαινόμενα *Σχετικό Μέγεθος Ήλιου και Γης*

( $\chi^2(6)=21.167;p<0.01$ ) και *Σχετικό Μέγεθος Ήλιου και Σελήνης* ( $\chi^2(6)=23.994;p<0.001$ ) υπέρ των μεγαλύτερων μαθητών.

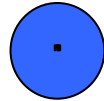
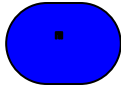
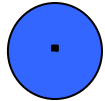
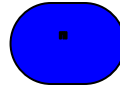

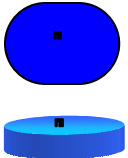
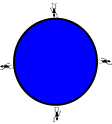
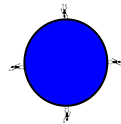
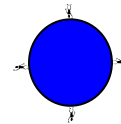
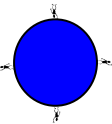
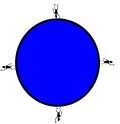

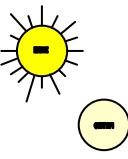
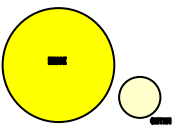
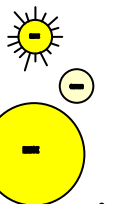
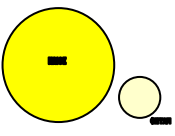
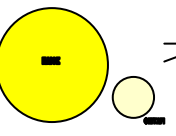
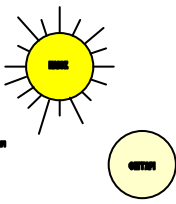
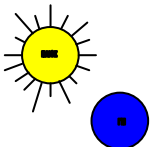
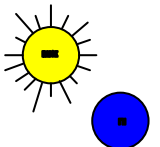
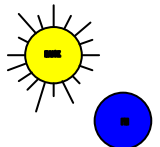
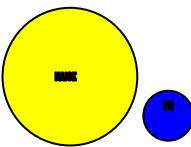
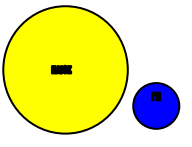
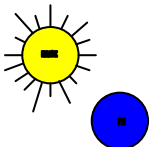
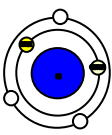
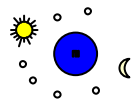
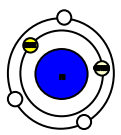
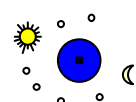
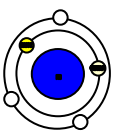
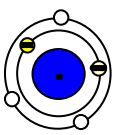
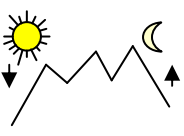
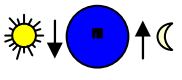
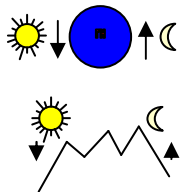

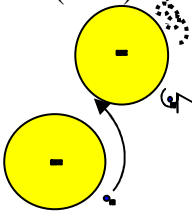
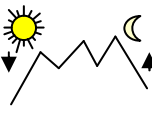
Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσίασαν και τα λάθη που έκαναν οι μαθητές. Ας δούμε τώρα σε μεγαλύτερη λεπτομέρεια τα λάθη των παιδιών, που παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.4.

Για το φαινόμενο *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 φαινομενικά μοντέλα για την εμφάνιση, αλλά το λιγότερο προχωρημένο επιστημονικό μοντέλο, αυτό της πεπλατυσμένης γης. Μόνο στην 5<sup>η</sup> τάξη, επιλέγουν για την εμφάνιση το φαινομενικό μοντέλο της γης-δίσκος.

Για το φαινόμενο *Σχήμα Γης και Βαρύτητα* αντιστοίχως επιλέγουν το πιο προχωρημένο επιστημονικό μοντέλο (γη σφαίρα με ανθρωπάκια γύρω) και για την πραγματικότητα και για την εμφάνιση. Πάλι, μόνο στην 5<sup>η</sup> τάξη αρχίζουν να επιλέγουν ένα φαινομενικό μοντέλο για την εμφάνιση, αυτό της γης-δίσκος με το ανθρωπάκι στο πάνω μέρος.

Για το φαινόμενο *Σχετικό Μέγεθος Ήλιου-Σελήνης*, αν κοιτάξουμε πιο προσεχτικά τις επιλογές των μαθητών βλέπουμε ότι τα περισσότερα παιδιά στην 1<sup>η</sup> τάξη (17 συμμετέχοντες, 94%) επιλέγουν ένα φαινομενικό μοντέλο για την πραγματικότητα (ήλιος με ακτίνες, σελήνη ίδιου μεγέθους) και ένα επιστημονικό μοντέλο για την εμφάνιση. Στην 3<sup>η</sup> τάξη φαίνεται να αμφιταλαντεύονται ανάμεσα σε ένα φαινομενικό 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 5<sup>η</sup> τάξη που κάνουν και τη διάκριση και δίνουν σωστές απαντήσεις.

Πίνακας 1.4: Επιστημονικές και Φαινομενικές Απεικονίσεις που επιλέγονται από το μεγαλύτερο αριθμό μαθητών.

Φαινόμενο Παρατηρησιακής Αστρονομίας	1η		3 <sup>η</sup>		5η	
	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%) 

Για το φαινόμενο *Σχετικό Μέγεθος Ήλιου-Γης* οι μικρότεροι μαθητές επιλέγουν το ίδιο φαινομενικό μοντέλο για την εμφάνιση και την πραγματικότητα (ήλιος με ακτίνες, γη ίδιου μεγέθους), οι μαθητές της 3<sup>ης</sup> επιλέγουν και αυτοί το ίδιο φαινομενικό 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 φαινομενικό μοντέλο (ήλιος με ακτίνες, γη ίδιου μεγέθους) για την εμφάνιση. Στην 5<sup>η</sup> τάξη είναι και οι περισσότεροι μαθητές που δίνουν σωστές απαντήσεις.

Μόνο για το φαινόμενο *Πλανητικό Σύστημα* έχουμε αρκετά παιδιά ακόμη και στις τρεις τάξεις, τα οποία συνεχίζουν να επιλέγουν μόνο φαινομενικά μοντέλα, δηλαδή μόνο γεωκεντρικά. Πάντως και στις τρεις τάξεις οι μαθητές επιλέγουν το πιο προχωρημένο φαινομενικό μοντέλο (γη στο κέντρο, πλανήτες, ήλιος και σελήνη σε τροχιά) ως πραγματικότητα.

Τέλος, για το φαινόμενο *Εναλλαγή Ημέρας* οι περισσότερες απαντήσεις που δίνουν οι μαθητές της 1<sup>ης</sup> και της 3<sup>ης</sup> τάξης ανήκουν στην κατηγορία των φαινομενικών μόνο απαντήσεων. Οι μαθητές όμως της 1<sup>ης</sup> τάξης επιλέγουν σχεδόν όλοι ένα αρχικό φαινομενικό μοντέλο για την πραγματικότητα (ήλιος και σελήνη ανεβοκατεβαίνουν πίσω από το βουνό), ενώ οι μαθητές της 3<sup>ης</sup> τάξης επιλέγουν και ένα πιο προχωρημένο φαινομενικό μοντέλο για την πραγματικότητα (ήλιος και σελήνη ανεβοκατεβαίνουν γύρω από μια γη σφαίρα). Αντίθετα, οι μαθητές της 5<sup>ης</sup> τάξης επιλέγουν και τα δυο επιστημονικά μοντέλα για την πραγματικότητα και ένα αρχικό φαινομενικό μοντέλο για την εμφάνιση. Μάλιστα, ο αριθμός των μαθητών που δίνουν σωστές απαντήσεις στην 5<sup>η</sup> τάξη είναι μεγάλος (10 συμμετέχοντες, 59%).

## Συζήτηση

Τα ευρήματα της μελέτης αυτής φαίνεται να επιβεβαιώνουν την πρώτη υπόθεση, ότι δηλαδή α) τα μικρότερα παιδιά θα επιλέγουν κυρίως φαινομενικές απεικονίσεις και για την Πραγματικότητα και για την Εμφάνιση και β) θα υπάρξει μια αύξηση του αριθμού των επιστημονικών απεικονίσεων που θα επιλέγουν τα μεγαλύτερα παιδιά.

Τα αποτελέσματα φαίνεται να υποστηρίζουν και τη δεύτερη υπόθεση σύμφωνα με την οποία ακόμη και για τα παιδιά που έχουν γνώση της επιστημονικής εξήγησης θα είναι δύσκολη η διάκριση Εμφάνισης-Πραγματικότητας. Μάλιστα, για τα περισσότερα Φαινόμενα Παρατηρησιακής Αστρονομίας πολλοί από τους μαθητές της 1<sup>ης</sup> και της 3<sup>ης</sup>



και κάποιοι από τους μαθητές της 5<sup>ης</sup> τάξης που επέλεξαν επιστημονικές εξηγήσεις δεν κατάφεραν να κάνουν τη σωστή διάκριση ανάμεσα στην Πραγματικότητα και στην Εμφάνιση. Επέλεξαν είτε επιστημονικές απεικονίσεις για να αναπαραστήσουν και την Πραγματικότητα και την Εμφάνιση, είτε επέλεξαν επιστημονικές και φαινομενικές απεικονίσεις, αλλά δεν κατάφεραν να διακρίνουν ποια απεικόνιση αναπαριστούσε την Εμφάνιση και ποια την Πραγματικότητα. Ακόμη και για το φαινόμενο *Σχήμα της Γης* όπου τα παιδιά εκτίθενται στην επιστημονική γνώση πολύ νωρίς, η διάκριση δεν ήταν εφικτή ακόμη και από μεγαλύτερα παιδιά.

Πώς θα μπορούσε να εξηγηθεί τα φαινόμενο αυτό; Γιατί τα παιδιά των μικρότερων ηλικιών, ακόμη και όταν γνωρίζουν το επιστημονικό μοντέλο αδυνατούν να κάνουν τη διάκριση επιστημονικού/φαινομενικού, 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 φαινομενικές, που όμως εμπεριέχουν στοιχεία θεωρίας, στο βαθμό που προσφέρουν εξηγήσεις και προβλέψεις φαινομένων. Οι φαινομενικές αναπαραστάσεις απεικονίζουν πιστά τον κόσμο χωρίς όμως 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 φαινομενικής αναπαράστασης με την επιστημονική. Επειδή όμως λειτουργούν στο επίπεδο όπου κάθε αναπαράσταση μπορεί να σχετίζεται μόνο με μια συγκεκριμένη κατάσταση του κόσμου, πιθανά να αδυνατούν να κατανοήσουν την περίπλοκη σχέση φαινομενολογικού/επιστημονικού. Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής θα συζητηθούν και περαιτέρω σε σχέση και με τις άλλες δυο μελέτες που ακολουθούν.

Προκειμένου να ερευνηθούν περισσότερο τα βασικά μας ερωτήματα και με βάση τα ευρήματα της μελέτης αυτής, προχωρήσαμε στο σχεδιασμό και τη διεξαγωγή μιας δεύτερης μελέτης με ένα διαφορετικό δείγμα παιδιών και ένα λίγο διαφορετικό έργο. Σε αυτή τη μελέτη παρουσιάστηκαν σε μαθητές της 1<sup>ης</sup>, 3<sup>ης</sup> και 5<sup>ης</sup> τάξης δημοτικού μόνο δυο απεικονίσεις-μοντέλα, ένα επιστημονικό μοντέλο και ένα φαινομενικό, έξι φαινομένων της Παρατηρησιακής Αστρονομίας και τους ζητήθηκε να

επιλέξουν μια αναπαράσταση για την «Εμφάνιση» και μια για την «Πραγματικότητα». Πιστεύαμε ότι το πλαίσιο αυτό με μόνο δυο αναπαραστάσεις θα διευκόλυνε τους μαθητές περισσότερο, γιατί όταν τους δίνονται πολλά μοντέλα έχουν την τάση να επιλέγουν διαφορετικά κάθε φορά.

Η αρχική υπόθεση ήταν ότι τα μικρότερα παιδιά, που δεν θα είχαν επιλύσει το οντολογικό πρόβλημα, θα παρείχαν κυρίως φαινομενικές επιλογές και για τα δυο είδη ερωτήσεων, μια και δεν θα είχαν ήδη εκτεθεί στη διδασκαλία των φαινομένων αυτών στο σχολείο ή δεν θα τα είχαν κατανοήσει πλήρως. Για τα μεγαλύτερα παιδιά αναμενόταν πάλι μια αύξηση των επιστημονικών επιλογών.

Η δεύτερη υπόθεση ήταν ότι, ακόμη και αν τα παιδιά είχαν επιλύσει το οντολογικό πρόβλημα και είχαν επομένως κατανοήσει τις επιστημονικές εξηγήσεις, θα δυσκολεύονταν να κάνουν τη διάκριση ανάμεσα στην Εμφάνιση και την Πραγματικότητα (επιστημολογικό πρόβλημα). Αυτό θα συνέβαινε διότι δεν θα είχαν την απαιτούμενη μεταγνωσιακή επίγνωση, η οποία θα τους επέτρεπε να σχηματίσουν πολλαπλές αναπαραστάσεις. Σε αυτή την περίπτωση θα επέλεγαν είτε μόνο επιστημονικές απεικονίσεις και για την Εμφάνιση και για την Πραγματικότητα, είτε θα υπήρχε σύγχυση ανάμεσα στα δυο είδη εξηγήσεων, επιλέγοντας μια επιστημονική απεικόνιση για την Εμφάνιση και μια φαινομενική απεικόνιση για την Πραγματικότητα.

## Μελέτη 2

### Μέθοδος

#### Συμμετέχοντες

Συμμετείχαν συνολικά εξήντα μαθητές ενός δημοτικού σχολείου των Αθηνών. Ειδικότερα, 20 ήταν μαθητές της 1<sup>ης</sup> τάξης (μ.ο.ηλικίας 6 έτη 4 μήνες), 20 ήταν μαθητές της 3<sup>ης</sup> τάξης (μ.ο.ηλικίας 8 έτη και 9 μήνες) και 20 ήταν μαθητές της 5<sup>ης</sup> τάξης (μ.ο.ηλικίας 11 έτη και 2 μήνες). Η μέθοδος δειγματοληψίας που ακολουθήθηκε ήταν η απλή τυχαία δειγματοληψία.

#### Υλικό

Το υλικό αποτελούνταν από μια *Προκαταρκτική Δοκιμασία Διάκρισης Πραγματικότητας-Εμφάνισης*, μια *Προκαταρκτική Δοκιμασία Διάκρισης Πραγματικών και Φαινομενικών Συναισθημάτων* και μια *Δοκιμασία Αστρονομίας*. Η *Προκαταρκτική Δοκιμασία Διάκρισης Πραγματικότητας-Εμφάνισης* χρησιμοποιήθηκε για να διαπιστωθεί η ικανότητα διάκρισης από τα παιδιά της Εμφάνισης από την Πραγματικότητα και ήταν αντίστοιχη της δοκιμασίας που διεξήχθη στην πρώτη μελέτη. Η *Προκαταρκτική Δοκιμασία Διάκρισης Πραγματικών και Φαινομενικών Συναισθημάτων* βασίστηκε στα έργα των Harris & Gross (1988). Ακολουθώντας μια παρόμοια διαδικασία, κάθε υποκείμενο έβλεπε δυο εικόνες του ίδιου προσώπου, ενώ παράλληλα άκουγε και μια ιστορία για το πρόσωπο αυτό. Κάθε παιδί άκουσε δυο ιστορίες και στη συνέχεια έπρεπε να αποφασίσει ποια εικόνα μας έδειχνε το πραγματικό συναίσθημα του προσώπου αυτού και ποια εικόνα μας έδειχνε το φαινομενικό συναίσθημα. Οι ιστορίες παραθέτονται παρακάτω:

*Ιστορία 1:* Αυτός ο άντρας είναι πολύ λυπημένος, γιατί έχασε τη δουλειά του. Δεν θέλει κανείς από την οικογένειά του να καταλάβει πόσο λυπημένος είναι. Ποια κάρτα μας δείχνει πώς νιώθει αυτός ο άντρας πραγματικά; Ποια κάρτα μας δείχνει πώς θέλει αυτός ο άντρας να φαίνεται στους άλλους ανθρώπους;

*Ιστορία 2:* Αυτό το παιδί έπαιζε με ένα φίλο του. Στο τέλος του παιχνιδιού χάνει και ο φίλος του κερδίζει. Νιώθει πολύ λυπημένος, αλλά προσπαθεί να κρύψει από το φίλο του το πώς νιώθει. Ποια κάρτα μας δείχνει το πώς νιώθει αυτό το παιδάκι πραγματικά; Ποια κάρτα μας δείχνει το πώς θέλει να φαίνεται στο φίλο του;

Η *Δοκιμασία Αστρονομίας* αποτελούνταν από δυο απεικονίσεις-μοντέλα για κάθε ένα από τα ακόλουθα έξι φαινόμενα της Παρατηρησιακής Αστρονομίας: Σχήμα Γης, Σχήμα Γης και Βαρύτητα, Σχετικό Μέγεθος Ήλιου και Γης, Σχετικό Μέγεθος Σελήνης και Γης, Εναλλαγή Ημέρας/Νύχτας, και Πλανητικό Σύστημα. Για κάθε

Φαινόμενο Παρατηρησιακής Αστρονομίας η μια απεικόνιση ήταν περισσότερο συμβατή με το επιστημονικό πρότυπο που διδάσκονται οι μαθητές και στο σχολείο και η άλλη με τη φαινομενική εμπειρία των μαθητών. Οι απεικονίσεις ήταν δυναμικές αναπαραστάσεις που εμφανίζονταν στην οθόνη του υπολογιστή, μια και θεωρήθηκε ότι έτσι θα είχαμε μια καλύτερη απεικόνιση των φυσικών φαινομένων. Οι απεικονίσεις αυτές παρουσιάζονται επίσης στο Παράρτημα 1.2.

Η διαδικασία ήταν ίδια με αυτή της πρώτης μελέτης. Συγκεκριμένα, σε κάθε παιδί παρουσιάζονταν στην οθόνη του υπολογιστή ένα κάθε φορά από τα έξι σετ των δυο απεικονίσεων ενός Φαινομένου Παρατηρησιακής Αστρονομίας (π.χ. Σχήμα Γης) και του ζητούνταν να επιλέξει μια από τις δυο απεικονίσεις που πίστευε ότι ήταν πιο κοντά στην «Πραγματικότητα» και να την τοποθετήσει κάτω από την αντίστοιχη κατηγορία «Όπως είναι στην Πραγματικότητα» και μια από τις απεικονίσεις που πίστευε ότι ήταν πιο κοντά στην «Εμφάνιση» και να την τοποθετήσει κάτω από την αντίστοιχη κατηγορία «Όπως φαίνονται τα πράγματα στα μάτια μας». Το παιδί ενημερωνόταν ότι είχε τη δυνατότητα να επιλέξει την ίδια απεικόνιση και για τις δυο κατηγορίες, γιατί μερικές φορές η εμφάνιση των πραγμάτων είναι ίδια με την πραγματικότητα. Οι απαντήσεις των παιδιών αποθηκεύονταν αυτόματα σε μια βάση δεδομένων στον υπολογιστή για περαιτέρω επεξεργασία.

### Διαδικασία

Κάθε παιδί εξετάστηκε χωριστά στο χώρο του σχολείου. Ο χρόνος εξέτασης ήταν από 20 ως 30 λεπτά. Όλα τα παιδιά του δείγματος πέρασαν επιτυχώς τις δυο Προκαταρκτικές Δοκιμασίες Διάκρισης Πραγματικότητας-Εμφάνισης και συνέχισαν με τη Δοκιμασία Αστρονομίας.

### **Αποτελέσματα**

Η πρώτη υπόθεση ήταν ότι σε αντίθεση με τα μικρότερα παιδιά που θα επέλεγαν κυρίως φαινομενικές απεικονίσεις, τα μεγαλύτερα παιδιά θα επέλεγαν περισσότερες επιστημονικές απεικονίσεις. Προκειμένου να εξεταστεί αυτή η υπόθεση, οι επιλογές των παιδιών για τις ερωτήσεις της Εμφάνισης και της Πραγματικότητας βαθμολογήθηκαν ως Φαινομενικές (βαθμός 1) ή Επιστημονικές (βαθμός 2). Με βάση το σύστημα βαθμολόγησης, αναμενόταν ένα χαμηλότερο μέσο σκορ για τις ερωτήσεις Εμφάνισης και αντίστροφα ένα υψηλότερο μέσο σκορ για τις ερωτήσεις που αφορούσαν στην Πραγματικότητα.

Μια Μικτή Ανάλυση Διακύμανσης [ηλικία (3) \* είδος ερώτησης (2) μεταξύ υποκειμένων] \* [φαινόμενο Παρατηρησιακής Αστρονομίας (6) διαμέσου των υποκειμένων] πραγματοποιήθηκε προκειμένου να αναλυθούν τα δεδομένα. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα και όπως αναμενόταν, βρέθηκε μια στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση ανάμεσα στο Είδος Ερώτησης και στη Σχολική Ηλικία ( $F(2, 57)=15.080; p<0.01$ ). Παρατηρώντας τον Πίνακα 2.1, διαπιστώνουμε ότι το μέσο σκορ αυξάνεται καθώς προχωράμε από την 1<sup>η</sup> στην 5<sup>η</sup> Τάξη για τις ερωτήσεις που αφορούν στην Πραγματικότητα και αντίστοιχα μειώνεται για τις ερωτήσεις που αφορούν στην Εμφάνιση. Η διαφορά αυτή αυξάνεται από την 1<sup>η</sup> στην 5<sup>η</sup> Τάξη, κάτι που είναι σε συμφωνία με την υπόθεση ότι θα έχουμε περισσότερες επιστημονικές επιλογές από τα μεγαλύτερα παιδιά.

Πίνακας 2.1: Μέσο Σκορ για όλες τις ερωτήσεις Πραγματικότητας και Εμφάνισης για τις τρεις ηλικιακές ομάδες στη Δοκιμασία Αστρονομίας.

Τάξη	Πραγματικότητα		Εμφάνιση		Διαφορά
	<i>M</i>	<i>T.A.</i>	<i>M.</i>	<i>T.A.</i>	
1 <sup>η</sup>	1.53	0.27	1.37	0.21	0.16
3 <sup>η</sup>	1.82	0.19	1.21	0.22	0.61
5 <sup>η</sup>	1.83	0.18	1.16	0.19	0.67

Επίσης, φάνηκε μια κύρια επίδραση για το Φαινόμενο Παρατηρησιακής Αστρονομίας ( $F(5, 285)=7.600; p<0.01$ ). Τα ακόλουθα φαινόμενα *Σχήμα Γης*, *Σχετικό Μέγεθος Ηλιου και Γης*, *Σχήμα Γης και Βαρύτητα* και *Πλανητικό Σύστημα* συγκέντρωναν υψηλότερο μέσο σκορ (3.31, 3.10, 3.06 και 3.05 αντίστοιχα) από τα φαινόμενα *Σχετικό Μέγεθος Ηλιου και Σελήνης* και *Εναλλαγή Ημέρας/Νύχτας* (2.90 και 2.83 αντίστοιχα). Το εύρημα αυτό υποδηλώνει ότι τα παιδιά επέλεξαν μια επιστημονική απεικόνιση σε μεγαλύτερη συχνότητα σε αυτές τις περιπτώσεις Φαινομένων Παρατηρησιακής Αστρονομίας, επειδή πιθανά να γνωρίζουν περισσότερα για αυτά.

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων θα μπορούσαν να αποτελέσουν ένδειξη ότι καθώς τα παιδιά μεγαλώνουν επιλύουν το οντολογικό πρόβλημα. Όμως, όπως και στην προηγούμενη μελέτη, δεν μας παρέχουν ενδείξεις σχετικά με την επίλυση του επιστημολογικού προβλήματος.

Η δεύτερη υπόθεση ήταν ότι τα παιδιά που θα κατανοούσαν τις επιστημονικές αναπαραστάσεις δεν θα είχαν απαραίτητα επίγνωση της αλλαγής της αρχικής τους

φαινομενικής αναπαράστασης (Εμφάνιση) σε μια επιστημονική (Πραγματικότητα). Αναμενόταν ότι αυτά τα παιδιά θα ήταν πιο πιθανό να επιλέξουν λανθασμένα μόνο επιστημονικές απεικονίσεις και για την Πραγματικότητα και για την Εμφάνιση ή να συγχέουν τις δυο αναπαραστάσεις, επιλέγοντας τις επιστημονικές απεικονίσεις για την Εμφάνιση και τις φαινομενικές για την Πραγματικότητα.

Προκειμένου να ερευνηθούν καλύτερα οι εναλλακτικές αυτές υποθέσεις, κάθε συνδυασμός επιλογών για τις ερωτήσεις Πραγματικότητας και Εμφάνισης για τα έξι Φαινόμενα Παρατηρησιακής Αστρονομίας τοποθετήθηκε στις ακόλουθες τρεις κατηγορίες οι οποίες έχουν ήδη περιγραφεί στην προηγούμενη μελέτη.

1. Μη επίλυση οντολογικού προβλήματος
2. Επίλυση μόνο οντολογικού προβλήματος
3. Επίλυση και οντολογικού και επιστημολογικού προβλήματος

Στους Πίνακες 2.2α, β, και γ παρατηρούμε την κατανομή των επιλογών των μαθητών και των τριών τάξεων στις τρεις κατηγορίες απαντήσεων για όλα τα Φαινόμενα Παρατηρησιακής Αστρονομίας. Ειδικότερα, στον Πίνακα 2.2α παρατηρούμε ότι, για αρκετά από τα Φαινόμενα Παρατηρησιακής Αστρονομίας, οι μαθητές της 1<sup>ης</sup> τάξης επέλεξαν φαινομενικές απεικονίσεις-μοντέλα, κάτι που δείχνει ότι ίσως δεν γνώριζαν τις επιστημονικές εξηγήσεις για αυτά. Αντίθετα όμως, για τα φαινόμενα *Σχήμα της Γης* και *Σχήμα Γης και Βαρύτητα*, παρατηρήθηκε ότι οι μαθητές της 1<sup>ης</sup> τάξης φάνηκε να κατανοούν τις επιστημονικές εξηγήσεις. Κάτι αντίστοιχο φάνηκε και από τη στατιστικά σημαντικά κύρια επίδραση που βρέθηκε για το Φαινόμενο Παρατηρησιακής Αστρονομίας. Εντούτοις, αν και φαίνεται ότι οι μαθητές της 1<sup>ης</sup> τάξης επιλύουν το οντολογικό πρόβλημα για αυτά τα φαινόμενα, δεν ισχύει κάτι αντίστοιχο και για την επίλυση του επιστημολογικού προβλήματος. Όπως παρατηρούμε, αρκετοί μαθητές της 1<sup>ης</sup> τάξης (40%) φαίνεται να έχουν επιλύσει το οντολογικό πρόβλημα και στην περίπτωση του φαινομένου *Σχήμα της Γης* και στην περίπτωση του φαινομένου *Σχήμα Γης και Βαρύτητα*, αλλά δεν φαίνεται ότι έχουν επιλύσει παράλληλα και το επιστημολογικό πρόβλημα.

Πίνακας 2.2α: Κατανομή των συνδυασμών των επιλεγμένων απεικονίσεων των μαθητών της 1<sup>ης</sup> τάξης στις τρεις κατηγορίες απαντήσεων (N=20).

ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΙΑΚΗΣ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ	Είδος Απάντησης			
	<i>ΜΗ ΕΠΙΛΥΣΗ ΟΝΤΟΛΟΓΙΚΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ</i>	<i>ΕΠΙΛΥΣΗ ΜΟΝΟ ΟΝΤΟΛΟΓΙΚΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ</i>	<i>ΕΠΙΛΥΣΗ ΟΝΤΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΟΛΟΓΙΚΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ</i>	
	Φαινομενικές Απαντήσεις	Αντιστροφή επιστημονικού /φαινομενικού	Επιστημονικές απαντήσεις μόνο	Σωστές απαντήσεις
Σχήμα Γης	2 10%	-	8 40%	10 50%
Σχήμα Γης και Βαρύτητα	2 10%	1 5%	7 35%	10 50%
Σχετικά μεγέθη Ήλιου και Γης	3 15%	3 15%	4 20%	10 50%
Σχετικά μεγέθη Ήλιου και Σελήνης	8 40%	8 40%	1 5%	3 15%
Εναλλαγή ημέρας / νύχτας	6 30%	8 40%	1 5%	5 25%
Πλανητικό Σύστημα	4 20%	7 35%	2 10%	7 35%

Οι επιλογές των μαθητών της 3<sup>ης</sup> και 5<sup>ης</sup> δημοτικού, όπως φαίνεται στους Πίνακες 2.2β και γ υποδηλώνουν την επίλυση του επιστημολογικού προβλήματος. Εντούτοις, ακόμη και για φαινόμενα, όπως π.χ. το *Σχήμα της Γης*, για τα οποία οι μαθητές έχουν αποκτήσει κάποια γνώση από πολύ νωρίς, υπάρχει ακόμη ένας αριθμός μαθητών που συγχέει το επιστημονικό με το φαινομενικό μοντέλο, επιλέγοντας είτε μόνο επιστημονικές απεικονίσεις, είτε μια επιστημονική απεικόνιση για την Εμφάνιση και μια φαινομενική για την Πραγματικότητα. Διαπιστώνουμε λοιπόν, ότι αν και τα παιδιά έχουν κάποια γνώση των επιστημονικών εξηγήσεων, δεν έχουν ακόμη επίγνωση της σχέσης ανάμεσα στους δυο τύπους εξηγήσεων.

Πίνακας 2.2β: Κατανομή των συνδυασμών των επιλεγμένων απεικονίσεων των μαθητών της 3<sup>ης</sup> τάξης στις τρεις κατηγορίες απαντήσεων (N=20).

ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΙΑΚΗΣ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ	Είδος Απάντησης			Σωστές απαντήσεις
	<i>ΜΗ ΕΠΙΛΥΣΗ ΟΝΤΟΛΟΓΙΚΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ</i>	<i>ΕΠΙΛΥΣΗ ΜΟΝΟ ΟΝΤΟΛΟΓΙΚΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ</i>	<i>ΕΠΙΛΥΣΗ ΟΝΤΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΟΛΟΓΙΚΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ</i>	
	Φαινομενικές Απαντήσεις	Αντιστροφή επιστημονικού /φαινομενικού	Επιστημονικές απαντήσεις μόνο	
Σχήμα Γης	-	1 5%	6 30%	13 65%
Σχήμα Γης και Βαρύτητα	2 10%	1 5%	3 15%	14 70%
Σχετικά μεγέθη Ήλιου και Γης	-	1 5%	3 15%	16 80%
Σχετικά μεγέθη Ήλιου και Σελήνης	2 10%	2 10%	2 10%	14 70%
Εναλλαγή ημέρας / νύχτας	1 5%	3 15%	-	16 80%
Πλανητικό Σύστημα	2 10%	4 20%	4 20%	10 50%

Παρατηρώντας επίσης, τους Πίνακες 2.2α, β και γ, βλέπουμε ότι η επίλυση του επιστημολογικού προβλήματος φαίνεται να ακολουθεί μια αναπτυξιακή πορεία. Αυτό φαίνεται πιο καθαρά για τα φαινόμενα της Παρατηρησιακής Αστρονομίας *Σχήμα Γης*, *Σχήμα Γης και Βαρύτητα* και *Σχετικό Μέγεθος Ήλιου και Γης*, για τα οποία τα παιδιά έχουν αποκτήσει αρκετά νωρίς περισσότερη επιστημονική γνώση. Από την 1<sup>η</sup> τάξη κιόλας μεγάλος αριθμός παιδιών μπορεί να κάνει τη διάκριση ανάμεσα στην Εμφάνιση και την Πραγματικότητα και καθώς προχωράμε στις επόμενες τάξεις παρατηρείται μια αύξηση του αριθμού των παιδιών που έχουν επιλύσει και τα δυο προβλήματα. Για τα υπόλοιπα φαινόμενα της Παρατηρησιακής Αστρονομίας, παρατηρούμε ότι τα περισσότερα παιδιά της 1<sup>ης</sup> τάξης έχουν επιλύσει μόνο το οντολογικό πρόβλημα και είναι λιγότερα τα παιδιά που μπορούν να κάνουν τη διάκριση Εμφάνισης-



Πραγματικότητας, ενώ στις μεγαλύτερες τάξεις παρατηρούμε μια αύξηση των σωστών απαντήσεων και αντίστοιχα μια μείωση των επιστημονικών απαντήσεων μόνο.

Πίνακας 2.2γ: Κατανομή των συνδυασμών των επιλεγμένων απεικονίσεων των μαθητών της 5<sup>ης</sup> τάξης στις τρεις κατηγορίες απαντήσεων (N=20).

ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΙΑΚΗΣ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ	Είδος Απάντησης			Σωστές απαντήσεις
	<i>ΜΗ ΕΠΙΛΥΣΗ ΟΝΤΟΛΟΓΙΚΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ</i>	<i>ΕΠΙΛΥΣΗ ΜΟΝΟ ΟΝΤΟΛΟΓΙΚΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ</i>	<i>ΕΠΙΛΥΣΗ ΟΝΤΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΟΛΟΓΙΚΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ</i>	
	Φαινομενικές Απαντήσεις	Αντιστροφή επιστημονικού /φαινομενικού	Επιστημονικές απαντήσεις μόνο	
Σχήμα Γης	-	-	7 35%	13 65%
Σχήμα Γης και Βαρύτητα	2 10%	-	-	18 90%
Σχετικά μεγέθη Ήλιου και Γης	-	-	2 10%	18 90%
Σχετικά μεγέθη Ήλιου και Σελήνης	3 15%	3 15%	4 20%	10 50%
Εναλλαγή ημέρας / νύχτας	4 20%	-	-	16 80%
Πλανητικό Σύστημα	3 15%	2 10%	6 30%	9 45%

Τέλος, εφαρμόζοντας έναν έλεγχο καλής προσαρμογής βρήκαμε στατιστικά σημαντικές διαφορές στην αναλογία των σωστών απαντήσεων ανάμεσα στις τρεις ηλικιακές ομάδες για τα φαινόμενα *Σχετικό Μέγεθος Ήλιου και Γης* ( $\chi^2(6)=12.530$ ;  $p<0.05$ ), *Σχετικό Μέγεθος Ήλιου και Σελήνης* ( $\chi^2(6)=18.427$ ;  $p<0.01$ ) και *Εναλλαγή Ημέρας/Νύχτας* ( $\chi^2(6)=20.904$ ;  $p<0.01$ ) υπέρ των μεγαλύτερων σε ηλικία παιδιών.

### Συζήτηση

Τα ευρήματα της μελέτης αυτής είναι συνεπή με τα ευρήματα της πρώτης μελέτης και υποστηρίζουν την υπόθεση ότι τα μικρότερα ηλικιακά παιδιά δεν έχουν ακόμη επιλύσει το οντολογικό πρόβλημα και επομένως επιλέγουν κυρίως φαινομενικές

απεικονίσεις της γης και στις ερωτήσεις για την Πραγματικότητα και στις ερωτήσεις για την Εμφάνιση. Αντίθετα, τα μεγαλύτερα σε ηλικία παιδιά φαίνεται να επιλέγουν κυρίως την επιστημονική απεικόνιση.

Όπως και στην πρώτη μελέτη, τα αποτελέσματα φαίνεται να συμφωνούν και με τη δεύτερη υπόθεση, σύμφωνα με την οποία ακόμη και τα παιδιά που γνωρίζουν την επιστημονική εξήγηση θα δυσκολεύονται με τη διάκριση Εμφάνισης-Πραγματικότητας. Όπως φάνηκε, για αρκετά από τα Φαινόμενα Παρατηρησιακής Αστρονομίας πολλοί μαθητές των δυο μικρότερων τάξεων και κάποιοι από τους μαθητές της 5<sup>ης</sup> τάξης που επέλεξαν επιστημονικές εξηγήσεις δεν κατάφεραν να κάνουν τη σωστή διάκριση ανάμεσα στην Πραγματικότητα και στην Εμφάνιση. Επέλεξαν είτε μόνο επιστημονικές απεικονίσεις για να αναπαραστήσουν και την Πραγματικότητα και την Εμφάνιση, είτε επέλεξαν επιστημονικές και φαινομενικές απεικονίσεις, συγχέοντας το ποια απεικόνιση αναπαριστούσε την Εμφάνιση και ποια την Πραγματικότητα. Όπως διαπιστώθηκε, ακόμη και για φαινόμενα όπως το *Σχήμα της Γης* όπου τα παιδιά μαθαίνουν την επιστημονική εξήγηση πολύ νωρίς, η διάκριση δεν μπορούσε να γίνει ακόμη και από μεγαλύτερα παιδιά.

Για το έργο επιλογής των απεικονίσεων που αναπαριστούν την Εμφάνιση και την Πραγματικότητα αντίστοιχα απαιτείται η ικανότητα της διατήρησης στο νου και της σύγκρισης διαφορετικών αναπαραστάσεων που αφορούν στην ίδια κατάσταση στον κόσμο. Αυτό απαιτεί μεταγνωσιακές ικανότητες και πιο συγκεκριμένα την ικανότητα να κατανοεί κανείς αναπαραστάσεις καταστάσεων στον κόσμο που αποτελούν θεωρητικές οντότητες, υποθέσεις που υπόκεινται σε έλεγχο και που μπορεί να είναι λανθασμένες και να αντικατασταθούν από άλλες. Φαίνεται ότι τέτοιες μεταγνωσιακές ικανότητες αναπτύσσονται αργότερα κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης και ίσως δεν είναι απαραίτητες για να συντελεστεί η αναδιοργάνωση μιας θεωρίας.

Ειδικότερα, φαίνεται ότι τα παιδιά αρχίζουν τη διαδικασία απόκτησης γνώσης με την κατασκευή αρχικών, φαινομενικών αναπαραστάσεων του φυσικού κόσμου, χωρίς να έχουν μεταγνωσιακή επίγνωση αυτών. Τα παιδιά δηλαδή δεν αντιμετωπίζουν αυτές τις φαινομενικές αναπαραστάσεις ως υποθέσεις που υπόκεινται σε έλεγχο και πιθανό να διαψευστούν. Σε αυτό το «απόλυτο επίπεδο» επιστημολογικής κατανόησης φαίνεται ότι υπάρχει μόνο μια «σωστή» αναπαράσταση και η γνώση αποτελεί μόνο συσσώρευση γεγονότων (Kuhn & Dean, 2004).

Οι αρχικές αυτές φαινομενικές αναπαραστάσεις σταδιακά αντικαθίστανται, συνήθως μέσα στο σχολικό πλαίσιο, με αναπαραστάσεις που βρίσκονται πιο κοντά στις

αποδεκτές επιστημονικές εξηγήσεις. Η διαδικασία όμως της αναδιοργάνωσης θεωρίας φαίνεται πως μπορεί να συντελεστεί εν μέρει και χωρίς μεταγνωσιακή επίγνωση.

Προκειμένου να δούμε τι θα έκαναν οι μαθητές σε ένα πιο ελεύθερο πλαίσιο προχωρήσαμε και στη διεξαγωγή μιας τρίτης μελέτης που μελετούσε πάλι την ικανότητα διάκρισης εμφάνισης-πραγματικότητας. Στο έργο που δόθηκε στους μαθητές σε αυτή τη μελέτη παρουσιάστηκαν περισσότερες επιλογές για κάποια φαινόμενα που ήταν συμβατές τόσο με τη διαισθητική τους εμπειρία, όσο και με τις επιστημονικές εξηγήσεις (περιλαμβάνοντας πιο αρχικά και πιο προχωρημένα επιστημονικά μοντέλα) και για κάποια φαινόμενα όπως τα *Σχετικά Μεγέθη Ήλιου-Γης και Σελήνης* και το *Πλανητικό σύστημα* οι μαθητές έπρεπε να επιλέξουν επιμέρους στοιχεία και να συνθέσουν ένα μοντέλο για την εμφάνιση και την πραγματικότητα αντίστοιχα. Έτσι πιστεύαμε ότι θα είχαμε μια πιο καλή εικόνα για τις πεποιθήσεις των μαθητών. Υποθέταμε πάλι ότι α) τα μικρότερα παιδιά δεν θα είχαν επιλύσει το οντολογικό πρόβλημα σε αντίθεση με τα μεγαλύτερα που θα επέλεγαν ή θα συνέθεταν κυρίως επιστημονικές αναπαραστάσεις και β) ότι ακόμη και τα παιδιά που θα επέλεγαν επιστημονικές αναπαραστάσεις έχοντας επιλύσει το οντολογικό πρόβλημα δεν θα είχαν απαραίτητα επιλύσει και το επιστημολογικό πρόβλημα συγχέοντας τα διαισθητικά με τα επιστημονικά μοντέλα.

## Μελέτη 3

### Μέθοδος

#### Συμμετέχοντες

Συμμετείχαν συνολικά εξήντα μαθητές ενός δημοτικού σχολείου των Αθηνών. Ειδικότερα, 20 ήταν μαθητές της 1<sup>ης</sup> τάξης (μ.ο.ηλικίας 6 έτη 4 μήνες), 20 ήταν μαθητές της 3<sup>ης</sup> τάξης (μ.ο.ηλικίας 8 έτη και 9 μήνες) και 20 ήταν μαθητές της 5<sup>ης</sup> τάξης (μ.ο.ηλικίας 11 έτη και 2 μήνες). Η μέθοδος δειγματοληψίας που ακολουθήθηκε ήταν η απλή τυχαία δειγματοληψία.

#### Υλικό

Το υλικό αποτελούνταν από μια *Δοκιμασία Αστρονομίας*. Στη δοκιμασία αυτή οι μαθητές έπρεπε να συνθέσουν οι ίδιοι ένα μοντέλο για την πραγματικότητα και ένα μοντέλο για την εμφάνιση ή να επιλέξουν μέσα από ένα πλήθος επιλογών το πιο κατάλληλο μοντέλο για κάθε ένα από τα ακόλουθα έξι φαινόμενα της Παρατηρησιακής Αστρονομίας: Σχήμα Γης, Σχήμα Γης και Βαρύτητα, Σχετικό Μέγεθος Ήλιου και Γης, Σχετικό Μέγεθος Σελήνης και Γης, Εναλλαγή Ημέρας/Νύχτας, και Πλανητικό Σύστημα. Ειδικότερα, παρουσιάστηκαν περισσότερες επιλογές για τα φαινόμενα «Σχήμα γης», «Σχήμα γης και βαρύτητα», «Εναλλαγή ημέρας-νύχτας», ενώ για τα υπόλοιπα φαινόμενα τα παιδιά είχαν τη δυνατότητα να επιλέξουν διάφορα εικονίδια και να συνθέσουν τη δική τους εικόνα. Έτσι ο βαθμός ελευθερίας για τα παιδιά ήταν μεγαλύτερος. Τα ερεθίσματα ήταν δυναμικές αναπαραστάσεις που εμφανίζονταν στην οθόνη του υπολογιστή, κάποια ήταν σε συμφωνία με τη διαισθητική μας εμπειρία και κάποια ήταν σε συμφωνία με τις επιστημονικές εξηγήσεις. Τα ερεθίσματα που δόθηκαν στους μαθητές παρουσιάζονται αναλυτικά στο Παράρτημα 1.3.

Η διαδικασία ήταν ίδια με αυτή που ακολουθήθηκε στις προηγούμενες δυο μελέτες. Συγκεκριμένα, σε κάθε παιδί παρουσιαζόταν στην οθόνη του υπολογιστή ένα κάθε φορά από τα έξι σετ των απεικονίσεων ενός Φαινομένου Παρατηρησιακής Αστρονομίας (π.χ. Σχήμα Γης) και του ζητούνταν να επιλέξει μια απεικόνιση ή να συνθέσει μια εικόνα που πίστευε ότι ήταν πιο κοντά στην «Πραγματικότητα» και να την τοποθετήσει κάτω από την αντίστοιχη κατηγορία «Όπως είναι στην Πραγματικότητα» και αντίστοιχα να επιλέξει μια απεικόνιση ή να συνθέσει μια εικόνα που πίστευε ότι ήταν πιο κοντά στην «Εμφάνιση» και να την τοποθετήσει κάτω από την αντίστοιχη κατηγορία «Όπως φαίνονται τα πράγματα στα μάτια μας». Το παιδί ενημερωνόταν ότι είχε τη δυνατότητα να επιλέξει την ίδια απεικόνιση ή να συνθέσει

την ίδια εικόνα και για τις δυο κατηγορίες, γιατί μερικές φορές η εμφάνιση των πραγμάτων είναι ίδια με την πραγματικότητα.

### Διαδικασία

Κάθε παιδί εξετάστηκε χωριστά στο χώρο του σχολείου. Ο χρόνος εξέτασης ήταν από 20 ως 30 λεπτά. Οι απαντήσεις των παιδιών αποθηκεύονταν αυτόματα σε μια βάση δεδομένων στον υπολογιστή για περαιτέρω επεξεργασία.

### **Αποτελέσματα**

Η πρώτη μας υπόθεση ήταν ότι τα μικρότερα παιδιά δεν θα είχαν επιλύσει το οντολογικό πρόβλημα και κατά συνέπεια θα επέλεγαν ή θα συνέθεταν κυρίως φαινομενικές απεικονίσεις, ενώ τα μεγαλύτερα παιδιά που είχαν αποκτήσει γνώση των επιστημονικών εξηγήσεων θα επέλεγαν ή θα συνέθεταν περισσότερες επιστημονικές απεικονίσεις. Προκειμένου να εξεταστεί αυτή η υπόθεση, οι επιλογές των παιδιών και η σύνθεση εικόνας για τις ερωτήσεις της Εμφάνισης και της Πραγματικότητας βαθμολογήθηκαν ως Φαινομενικές (βαθμός 1) ή Επιστημονικές (βαθμός 2). Με βάση το σύστημα βαθμολόγησης αναμέναμε πάλι ένα χαμηλό μέσο σκορ για τις ερωτήσεις Εμφάνισης και ένα υψηλό μέσο σκορ για τις ερωτήσεις Πραγματικότητας.

Για την ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε μια Μικτή Ανάλυση Διακύμανσης [ηλικία (3) \* είδος ερώτησης (2) μεταξύ υποκειμένων] \* [φαινόμενο Παρατηρησιακής Αστρονομίας (6) διαμέσου των υποκειμένων]. Στατιστικά σημαντική βρέθηκε η αλληλεπίδραση ανάμεσα στο Είδος ερώτησης και στη Σχολική Ηλικία ( $F(2,57)=3.828;p<0.05$ ) κάτι που είναι σε συμφωνία με την υπόθεσή μας. Παρατηρώντας τον Πίνακα 3.1 βλέπουμε ότι το μέσο σκορ αυξάνεται ανά ηλικία για τις ερωτήσεις που αναφέρονται στην Πραγματικότητα και παραμένει σχεδόν ίδιο για τις ερωτήσεις που αναφέρονται στην Εμφάνιση. Το ενδιαφέρον είναι ότι η διαφορά στα δύο σκορ αυξάνεται καθώς προχωράμε από την 1<sup>η</sup> τάξη στην 5<sup>η</sup> τάξη. Αυτό παρατηρείται γιατί αυξάνονται οι επιστημονικές επιλογές από τα μεγαλύτερα παιδιά, κάτι που βρίσκεται σε συμφωνία με την υπόθεσή μας.

Πίνακας 3.1: Μέσο Σκορ για όλες τις ερωτήσεις Πραγματικότητας και Εμφάνισης για τις τρεις ηλικιακές ομάδες στη Δοκιμασία Αστρονομίας.

Τάξη	Πραγματικότητα		Εμφάνιση		Διαφορά
	<i>M.</i>	<i>T.A.</i>	<i>M.</i>	<i>T.A.</i>	
1 <sup>η</sup>	1.40	0.12	1.20	0.17	0.20
3 <sup>η</sup>	1.50	0.22	1.22	0.11	0.28
5 <sup>η</sup>	1.63	0.23	1.22	0.16	0.41

Τα αποτελέσματα από την ανάλυση διακύμανσης έδειξαν επίσης μια κύρια επίδραση για το Φαινόμενο Παρατηρησιακής Αστρονομίας ( $F(5,285)=20.760$ ;  $p<0.001$ ). Αυτό παρατηρήθηκε γιατί τα ακόλουθα φαινόμενα *Σχήμα Γης*, *Σχήμα Γης και Βαρύτητα* και *Πλανητικό Σύστημα* συγκέντρωναν υψηλότερο μέσο σκορ (3.06, 3.00 και 2.98 αντίστοιχα) από τα φαινόμενα *Σχετικό Μέγεθος Ήλιου και Γης*, *Εναλλαγή Ημέρας/Νύχτας* και *Σχετικό Μέγεθος Ήλιου και Σελήνης* (2.58, 2.45 και 2.30 αντίστοιχα). Κάτι τέτοιο υποδεικνύει ότι τα παιδιά επέλεξαν μια επιστημονική απεικόνιση σε μεγαλύτερη συχνότητα σε αυτές τις περιπτώσεις Φαινομένων Παρατηρησιακής Αστρονομίας, υποδηλώνοντας ότι ίσως έχουν αποκτήσει περισσότερη γνώση για αυτά.

Στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση βρέθηκε και ανάμεσα στο Φαινόμενο Παρατηρησιακής Αστρονομίας και στη Σχολική Ηλικία ( $F(10,285)=3.408$ ;  $p<0.01$ ). Όπως παρατηρούμε και στον Πίνακα 3.2, αν και για τα φαινόμενα *Σχήμα γης* και *Σχήμα γης και Βαρύτητα* οι μαθητές επιλέγουν από νωρίς επιστημονικές αναπαραστάσεις, για τα περισσότερα από τα υπόλοιπα φαινόμενα παρατηρούμε μια αύξηση του μέσου σκορ με την ηλικία.

Πίνακας 3.2: Μέσο Σκορ για κάθε Φαινόμενο Παρατηρησιακής Αστρονομίας για τις τρεις ηλικιακές ομάδες στη Δοκιμασία Αστρονομίας.

ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΙΑΚΗΣ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ	1 <sup>η</sup> τάξη		3 <sup>η</sup> τάξη		5 <sup>η</sup> τάξη	
	<i>M</i>	<i>T.A.</i>	<i>M</i>	<i>T.A.</i>	<i>M</i>	<i>T.A.</i>
Σχήμα Γης	3.10	0.55	3.10	0.44	3.00	0.45
Σχήμα Γης και Βαρύτητα	3.20	0.52	2.85	0.48	2.95	0.39

Σχετικά μεγέθη Ήλιου και Γης	2.45	0.68	2.65	0.48	2.65	0.67
Σχετικά μεγέθη Ήλιου και Σελήνης	2.05	0.22	2.10	0.30	2.75	0.78
Εναλλαγή ημέρας / νύχτας	2.15	0.36	2.45	0.51	2.75	0.44
Πλανητικό Σύστημα	2.70	0.73	3.20	0.83	3.05	0.82

Τα αποτελέσματα αυτά μας κάνουν να πιστεύουμε ότι καθώς τα παιδιά μεγαλώνουν επιλύουν το οντολογικό πρόβλημα, αρχίζουν δηλαδή να αποκτούν γνώση των επιστημονικών εξηγήσεων. Το ενδιαφέρον ερώτημα που παραμένει όμως είναι να δούμε τι συμβαίνει με την επίλυση του επιστημολογικού προβλήματος. Προκειμένου να ερευνήσουμε τη δεύτερη υπόθεσή μας, ότι δηλαδή είναι πιθανό τα παιδιά που επιλύουν το οντολογικό πρόβλημα να μην έχουν επίγνωση των αλλαγών που συμβαίνουν στις αναπαραστάσεις τους, κάθε επιλογή των μαθητών τοποθετήθηκε στις τρεις κατηγορίες απαντήσεων όπως έχουν περιγραφεί και στις προηγούμενες δυο μελέτες:

1. Μη επίλυση οντολογικού προβλήματος
2. Επίλυση μόνο οντολογικού προβλήματος
3. Επίλυση και οντολογικού και επιστημολογικού προβλήματος

Στους Πίνακες 3.3α, β και γ, που ακολουθούν βλέπουμε την κατανομή των μαθητών σε κάθε μία από τις κατηγορίες απαντήσεων. Όπως παρατηρούμε στον Πίνακα 3.3α, οι περισσότεροι μαθητές της 1<sup>ης</sup> τάξης δίνουν απαντήσεις που βασίζονται στη διαισθητική εμπειρία των φαινομένων, δηλαδή φαινομενικές απαντήσεις. Αυτό υποδηλώνει ότι δεν έχουν αποκτήσει ακόμη γνώση των επιστημονικών εξηγήσεων με εξαίρεση τα φαινόμενα *Σχήμα γης* και *Σχήμα γης και Βαρύτητα* όπου ένα μεγάλο ποσοστό μαθητών έχει επιλύσει και το οντολογικό και το επιστημολογικό πρόβλημα. Τις ίδιες παρατηρήσεις κάνουμε και για τους μαθητές της 3<sup>ης</sup> τάξης, όπως βλέπουμε στον Πίνακα 3.3β.

Πίνακας 3.3α: Κατανομή των συνδυασμών των επιλεγμένων απεικονίσεων των μαθητών της 1<sup>ης</sup> τάξης στις τρεις κατηγορίες απαντήσεων (N=20).

ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΙΑΚΗΣ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ	Είδος Απάντησης			
	<i>ΜΗ ΕΠΙΛΥΣΗ ΟΝΤΟΛΟΓΙΚΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ</i>	<i>ΕΠΙΛΥΣΗ ΜΟΝΟ ΟΝΤΟΛΟΓΙΚΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ</i>	<i>ΕΠΙΛΥΣΗ ΟΝΤΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΟΛΟΓΙΚΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ</i>	
	Φαινομενικές Απαντήσεις	Αντιστροφή επιστημονικού /φαινομενικού	Επιστημονικές απαντήσεις μόνο	Σωστές απαντήσεις
Σχήμα Γης	2 10%	-	4 20%	14 70%
Σχήμα Γης και Βαρύτητα	1 5%	2 10%	5 25%	12 60%
Σχετικά μεγέθη Ήλιου και Γης	13 65%	3 15%	2 10%	2 10%
Σχετικά μεγέθη Ήλιου και Σελήνης	19 95%	1 5%	-	-
Εναλλαγή ημέρας / νύχτας	17 85%	3 15%	-	-
Πλανητικό Σύστημα	9 45%	5 25%	2 10%	4 20%

Οι μαθητές της 5<sup>ης</sup> τάξης όμως φαίνεται να έχουν μια καλύτερη επίδοση και βλέπουμε ότι, με εξαίρεση τα φαινόμενα που αφορούν στα *Σχετικά Μεγέθη Γης-Ήλιου-Σελήνης* όπου αν και έχει σημειωθεί πρόοδος υπάρχει ακόμη μια δυσκολία για τους μαθητές της 5<sup>ης</sup> τάξης, αυξάνεται το ποσοστό των μαθητών που γνωρίζουν το επιστημονικό μοντέλο, έχουν δηλαδή επιλύσει το οντολογικό πρόβλημα. Εντούτοις ένα μεγάλο ποσοστό μαθητών αν και έχει επιλύσει το οντολογικό πρόβλημα δυσκολεύεται ακόμη να κάνει τη διάκριση ανάμεσα στην εμφάνιση και την πραγματικότητα. Έτσι βλέπουμε ότι ένας σημαντικός αριθμός μαθητών είτε συγχέει τα δυο είδη αναπαραστάσεων (περίπτωση *Σχετικού μεγέθους Ήλιου-Γης*), είτε δίνει κυρίως επιστημονικές απαντήσεις (περίπτωση *Πλανητικού συστήματος*).



Πίνακας 3.3β: Κατανομή των συνδυασμών των επιλεγμένων απεικονίσεων των μαθητών της 3<sup>ης</sup> τάξης στις τρεις κατηγορίες απαντήσεων (N=20).

ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΙΑΚΗΣ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ	Είδος Απάντησης			
	<i>ΜΗ ΕΠΙΛΥΣΗ ΟΝΤΟΛΟΓΙΚΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ</i>	<i>ΕΠΙΛΥΣΗ ΜΟΝΟ ΟΝΤΟΛΟΓΙΚΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ</i>		<i>ΕΠΙΛΥΣΗ ΟΝΤΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΟΛΟΓΙΚΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ</i>
	Φαινομενικές Απαντήσεις	Αντιστροφή επιστημονικού /φαινομενικού	Επιστημονικές απαντήσεις μόνο	Σωστές απαντήσεις
Σχήμα Γης	1 5%		3 15%	16 80%
Σχήμα Γης και Βαρύτητα	4 20%	1 5%	1 5%	14 70%
Σχετικά μεγέθη Ήλιου και Γης	7 35%	12 60%		1 5%
Σχετικά μεγέθη Ήλιου και Σελήνης	18 90%			2 10%
Εναλλαγή ημέρας / νύχτας	11 55%			9 45%
Πλανητικό Σύστημα	5 25%	1 5%	9 45%	5 25%

Πίνακας 3.3γ: Κατανομή των συνδυασμών των επιλεγμένων απεικονίσεων των μαθητών της 5<sup>ης</sup> τάξης στις τρεις κατηγορίες απαντήσεων (N=20).

ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΙΑΚΗΣ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ	Είδος Απάντησης			
	<i>ΜΗ ΕΠΙΛΥΣΗ ΟΝΤΟΛΟΓΙΚΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ</i>	<i>ΕΠΙΛΥΣΗ ΜΟΝΟ ΟΝΤΟΛΟΓΙΚΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ</i>	<i>ΕΠΙΛΥΣΗ ΟΝΤΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΟΛΟΓΙΚΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ</i>	
	Φαινομενικές Απαντήσεις	Αντιστροφή επιστημονικού /φαινομενικού	Επιστημονικές απαντήσεις μόνο	Σωστές απαντήσεις
Σχήμα Γης	2 10%	2 10%	2 10%	14 70%
Σχήμα Γης και Βαρύτητα	2 10%		1 5%	17 85%
Σχετικά μεγέθη Ήλιου και Γης	9 45%	7 35%	2 10%	2 10%
Σχετικά μεγέθη Ήλιου και Σελήνης	9 45%	1 5%	4 20%	6 30%
Εναλλαγή ημέρας / νύχτας	5 25%			15 75%
Πλανητικό Σύστημα	6 30%	1 5%	7 35%	6 30%

Εφαρμόζοντας έναν έλεγχο καλής προσαρμογής βρήκαμε στατιστικά σημαντικές διαφορές στην αναλογία των σωστών απαντήσεων ανάμεσα στις τρεις ηλικιακές ομάδες για τα φαινόμενα *Σχετικά μεγέθη Ήλιου και Σελήνης* ( $\chi^2(6)=19.957$ ;  $p<0.01$ ) και *Εναλλαγή ημέρας / νύχτας* ( $\chi^2(2)=14.545$ ;  $p<0.001$ ).

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχουν και οι πιο συγκεκριμένες επιλογές των μαθητών κάθε τάξης για κάθε φαινόμενο και για κάθε ερώτηση. Έτσι για τις περιπτώσεις των φαινομένων *Σχήμα Γης* και *Σχήμα Γης και Βαρύτητα* σχεδόν όλοι οι μαθητές επιλέγουν για την πραγματικότητα το πιο προχωρημένο επιστημονικό μοντέλο αυτό της γης σφαίρας με τα ανθρωπάκια παντού γύρω. Ελάχιστοι είναι οι μαθητές που στην 5<sup>η</sup> δημοτικού επιλέγουν το μοντέλο της πεπλατυσμένης γης για το *Σχήμα της Γης* και μάλλον αυτό οφείλεται στην επίδραση του σχολικού εγχειριδίου. Αντίστοιχα για την ερώτηση που αναφέρεται στην εμφάνιση τα περισσότερα παιδιά και των τριών τάξεων επιλέγουν το πιο αρχικό φαινομενικό μοντέλο, αυτό της επίπεδης γης (γη-δίσκος) και

ελάχιστοι μαθητές της 1<sup>ης</sup> και της 3<sup>ης</sup> τάξης επιλέγουν ένα πιο συνθετικό μοντέλο αυτό της κοίλης σφαίρας στην προσπάθειά τους ίσως να «συμφιλιώσουν» τη νέα επιστημονική γνώση με τη διαισθητική τους εμπειρία.

Για το φαινόμενο *Εναλλαγή Ημέρας-Νύχτας* παρατηρούμε ότι οι περισσότεροι μαθητές της 3<sup>ης</sup> και 5<sup>ης</sup> τάξης επιλέγουν για την πραγματικότητα το επιστημονικό μοντέλο, αλλά στην 3<sup>η</sup> τάξη υπάρχει ένας σημαντικός αριθμός μαθητών (7/20) που επιλέγει και το μοντέλο «γη σφαίρα στο κέντρο και ήλιος και σελήνη ανεβοκατεβαίνουν». Οι μαθητές της 1<sup>ης</sup> τάξης επιλέγουν κυρίως το αρχικό φαινομενικό μοντέλο «ο ήλιος και η σελήνη ανεβοκατεβαίνουν πίσω από τα βουνά». Για την ερώτηση εμφάνισης οι περισσότεροι μαθητές και των τριών τάξεων επιλέγουν το αρχικό φαινομενικό μοντέλο.

Για το φαινόμενο *Πλανητικό Σύστημα* οι περισσότεροι μαθητές των δυο μεγαλύτερων τάξεων επιλέγουν για την ερώτηση πραγματικότητας να τοποθετήσουν στο κέντρο έναν ήλιο χωρίς ακτίνες. Σε αντίθεση οι περισσότεροι μαθητές της 1<sup>ης</sup> τάξης κατασκευάζουν ένα γεωκεντρικό μοντέλο και οι λίγοι μαθητές που φτιάχνουν ένα ηλιοκεντρικό μοντέλο επιλέγουν έναν ήλιο με ακτίνες, δεν έχουν φτάσει ακόμη δηλαδή στο καθαρό επιστημονικό μοντέλο. Στην ερώτηση «Πώς φαίνεται να μοιάζει», από τα παιδιά που σωστά κατασκευάζουν ένα φαινομενικό μοντέλο τα περισσότερα παιδιά της 1<sup>ης</sup> τάξης τοποθετούν στο κέντρο τη γη σφαίρα, ενώ στη 3<sup>η</sup> και 5<sup>η</sup> τάξη τα περισσότερα παιδιά τοποθετούν στο κέντρο τη γη-δίσκο. Ο μεγαλύτερος αριθμός παιδιών όμως στις δυο μεγαλύτερες τάξεις επιλέγουν να τοποθετήσουν στο κέντρο έναν ήλιο με ακτίνες.

Όσον αφορά στο *Σχετικό Μέγεθος Ηλιου-Γης*, οι περισσότεροι μαθητές και των τριών τάξεων επιλέγουν για την πραγματικότητα μια γη σφαίρα μεγάλη και ένα ήλιο μεγάλο ( οι μαθητές της 1<sup>ης</sup> τάξης επιλέγουν μεγάλο ήλιο με ακτίνες). Έτσι αν και επιλέγουν σωστά όσον αφορά στο σχήμα της γης για παράδειγμα, δεν επιλέγουν επιστημονικά όσον αφορά στο σχετικό μέγεθος. Όσον αφορά στην ερώτηση εμφάνισης οι περισσότεροι μαθητές των δυο μεγαλύτερων τάξεων επιλέγουν τη γη δίσκο και ένα ήλιο μεγάλο με ακτίνες.

Αντίστοιχα και για το φαινόμενο *Σχετικό Μέγεθος Ηλιου-Σελήνης* βλέπουμε ότι οι περισσότεροι μαθητές επιλέγουν για την πραγματικότητα έναν μεγάλο ήλιο χωρίς ακτίνες ή με ακτίνες (μαθητές 1<sup>ης</sup> τάξης) όπως και στην προηγούμενη περίπτωση. Όμως όσον αφορά στις επιλογές τους για τη σελήνη, μόνο οι μαθητές της 3<sup>ης</sup> και 5<sup>ης</sup> τάξης επιλέγουν κυρίως μια σελήνη στρογγυλή (μικρή ή μεγάλη), ενώ οι μαθητές της 1<sup>ης</sup> τάξης επιλέγουν μισοφέγγαρο μεγάλο. Όσον αφορά στην ερώτηση εμφάνισης τα

περισσότερα παιδιά των μεγαλύτερων τάξεων επιλέγουν τον μεγάλο ήλιο με ακτίνες, ενώ οι μικρότεροι μαθητές επιλέγουν έναν ήλιο με ακτίνες είτε μικρό, είτε μεγάλο. Για τη σελήνη αντίστοιχα τα περισσότερα παιδιά στην 3<sup>η</sup> και στην 5<sup>η</sup> τάξη επιλέγουν το μεγάλο μισοφέγγαρο, ενώ τα περισσότερα παιδιά στην 1<sup>η</sup> δημοτικού επιλέγουν τη μεγάλη, στρογγυλή σελήνη.

Τέλος, αν ασχοληθούμε με τα παιδιά που φαίνεται να γνωρίζουν το επιστημονικό μοντέλο, τα παιδιά δηλαδή που στην ερώτηση «Πώς είναι στην πραγματικότητα» επιλέγουν μια επιστημονική εικόνα, θα είχε ενδιαφέρον να δούμε πόσα από αυτά παρουσιάζουν μια συνέπεια στους σχετιζόμενους τομείς. Οι τομείς που εξετάσαμε ανά ζεύγη είναι οι ακόλουθοι: α) «*Σχήμα γης*» και «*Σχήμα γης και Βαρύτητα*», όπου μας ενδιέφερε η γη που είχαν επιλέξει οι μαθητές σε κάθε περίπτωση, β) «*Εναλλαγή ημέρας-νύχτας*» και «*Πλανητικό Σύστημα*», όπου μας ενδιέφερε να δούμε αν οι μαθητές ήταν συνεπείς ως προς την επιλογή μιας επιστημονικής εικόνας, με τον ήλιο στο κέντρο του πλανητικού συστήματος και γ) «*Σχετικό Μέγεθος Ήλιου-Σελήνης*» και «*Σχετικό Μέγεθος Ήλιου-Γης*», όπου μας ενδιέφερε το αν οι μαθητές επέλεξαν σταθερά έναν ήλιο χωρίς ακτίνες. Δεν μας ενδιέφερε το μέγεθος του ήλιου σε αυτή την περίπτωση.

Πίνακας 3.4: Επιστημονικές επιλογές των μαθητών για τα φαινόμενα Σχήμα γης και Σχήμα Γης και Βαρύτητα.

ΤΑΞΗ	ΣΧΗΜΑ ΓΗΣ	ΣΧΗΜΑ ΓΗΣ-ΒΑΡΥΤΗΤΑ
	Γη σφαίρα	Γη σφαίρα με ανθρωπάκια γύρω-γύρω
1 <sup>η</sup>	18/20	<b>17/18</b>
3 <sup>η</sup>	19/20	<b>15/19</b>
5 <sup>η</sup>	16/20	<b>16/16</b>

Παρατηρώντας τον Πίνακα 3.4 βλέπουμε ότι τα 17/18 παιδιά της 1<sup>ης</sup> δημοτικού, τα 15/19 παιδιά της 3<sup>ης</sup> και όλα τα παιδιά της 5<sup>ης</sup> τάξης επιλέγουν σταθερά μια εικόνα που περιλαμβάνει μια γη σφαίρα και για τους δυο σχετιζόμενους τομείς.

Στον Πίνακα 3.5 βλέπουμε ότι κανένας από τους μαθητές της 1<sup>ης</sup> τάξης που είχαν επιλέξει μια επιστημονική εικόνα για τον τομέα «Εναλλαγή ημέρας-νύχτας» δεν τοποθετεί τον ήλιο στο κέντρο του πλανητικού συστήματος. Στην 3<sup>η</sup> δημοτικού 8/9 παιδιά τοποθετούν σταθερά τον ήλιο στο κέντρο και στην 5<sup>η</sup> δημοτικού αυτό ισχύει για 12/15 παιδιά. Συναντάμε πάλι πάντως μια αύξηση του αριθμού των μαθητών που σταθερά επιλέγουν ή συνθέτουν μια επιστημονική εικόνα.

Πίνακας 3.5: Επιστημονικές επιλογές των μαθητών για τα φαινόμενα Εναλλαγή Ημέρας-Νύχτας και Πλανητικό Σύστημα.

ΤΑΞΗ	ΕΝΑΛΛΑΓΗ	ΠΛΑΝΗΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	
	ΗΜΕΡΑΣ- ΝΥΧΤΑΣ	Τοποθετούν ήλιο με ακτίνες στο κέντρο	Τοποθετούν ήλιο χωρίς ακτίνες στο κέντρο
1 <sup>η</sup>	3/20	-	-
3 <sup>η</sup>	9/20	<b>1/9</b>	<b>7/9</b>
5 <sup>η</sup>	15/20	<b>3/15</b>	<b>9/15</b>

Τέλος για την περίπτωση των Σχετικών Μεγεθών Ήλιου-Σελήνης-Γης συναντάμε πολύ μεγάλη συνέπεια στις επιλογές στις μεγαλύτερες τάξεις. Όπως βλέπουμε στον Πίνακα 3.6, στην 3<sup>η</sup> δημοτικού 15/15 παιδιά επιλέγουν έναν ήλιο χωρίς ακτίνες και το ίδιο ισχύει και για 14 μαθητές της 5<sup>ης</sup> δημοτικού.

Πίνακας 3.6: Επιστημονικές επιλογές των μαθητών για τα φαινόμενα Μέγεθος ήλιου-σελήνης / Μέγεθος ήλιου-γης

ΤΑΞΗ	ΜΕΓΕΘΟΣ	ΜΕΓΕΘΟΣ
	ΗΛΙΟΥ-ΣΕΛΗΝΗΣ	ΗΛΙΟΥ-ΓΗΣ
	Ήλιος χωρίς ακτίνες (μεγάλος, μικρός)	Ήλιος χωρίς ακτίνες (μεγάλος, μικρός)
1 <sup>η</sup>	2 /20	-
3 <sup>η</sup>	15 /20	<b>15 /15</b>
5 <sup>η</sup>	14 /20	<b>14 /14</b>

Συνοψίζοντας λοιπόν, μεγαλύτερη συνέπεια συναντάμε για τους τομείς «Σχήμα γης»-«Σχήμα γης και Βαρύτητα» και «Μέγεθος ήλιου-γης»-«Μέγεθος ήλιου-σελήνης», ενώ για τους τομείς «Εναλλαγή ημέρας-νύχτας»-«Πλανητικό σύστημα» παρατηρείται μικρότερη σταθερότητα στις επιλογές των μαθητών.

### Συζήτηση

Σύμφωνα με την πρώτη υπόθεση, τα παιδιά που δεν θα είχαν αποκτήσει επιστημονική γνώση για κάποια φαινόμενα της Παρατηρησιακής Αστρονομίας θα επέλεγαν αναπαραστάσεις κοντά στη διαισθητική τους εμπειρία ή θα συνέθεταν αρχικά, φαινομενικά μοντέλα. Περιμέναμε περισσότερες τέτοιες επιλογές από τα μικρότερα παιδιά, ενώ αναμέναμε κυρίως επιστημονικές επιλογές από τα μεγαλύτερα παιδιά. Τα

αποτελέσματα της παρούσας μελέτης δείχνουν ότι για τα φαινόμενα που δεν έχει επιλυθεί το οντολογικό πρόβλημα οι περισσότεροι μαθητές της 1<sup>ης</sup> τάξης δίνουν αρχικές, φαινομενικές απαντήσεις. Εξάιρεση αποτελούν τα φαινόμενα που σχετίζονται με το Σχήμα της Γης και τη Βαρύτητα που φαίνεται ότι από νωρίς οι μαθητές έχουν αποκτήσει γνώση του επιστημονικού μοντέλου και οι περισσότεροι έχουν επιλύσει και το επιστημολογικό πρόβλημα.

Οι μαθητές της 3<sup>ης</sup> φαίνεται να έχουν επιλύσει το οντολογικό πρόβλημα και να επιλέγουν κυρίως επιστημονικές αναπαραστάσεις για τα περισσότερα φαινόμενα. Όμως υπάρχει ακόμη ένα μεγάλο ποσοστό μαθητών που για τα φαινόμενα *Σχετικό Μέγεθος Ηλιου και Σελήνης* και *Εναλλαγή Ημέρας/Νύχτας* επιλέγει ακόμη φαινομενικές αναπαραστάσεις, κάτι που δεν το είχαμε συναντήσει στις προηγούμενες δυο μελέτες. Φαίνεται ότι αυτό το έργο που πρέπει τα παιδιά να συνθέσουν τη δική τους εικόνα ή να επιλέξουν από περισσότερα μοντέλα δυσκολεύει πιο πολύ τους μαθητές ή μας δίνει και μια πιο αληθινή εικόνα για τις δυνατότητές τους.

Για τους μαθητές της 5<sup>ης</sup> τάξης πάντως φαίνεται να αυξάνεται το ποσοστό των μαθητών που έχουν επιλύσει το οντολογικό πρόβλημα στα περισσότερα φαινόμενα κάτι που είναι σε συμφωνία με την υπόθεσή μας.

Το ερώτημά μας όμως ήταν αν οι μαθητές που θα είχαν επιλύσει το οντολογικό πρόβλημα θα μπορούσαν και να διακρίνουν ανάμεσα την εμφάνιση των πραγμάτων και στην επιστημονική εξήγηση για αυτά. Αυτό που βλέπουμε και για τους μαθητές της 3<sup>ης</sup> και για τους μαθητές της 5<sup>ης</sup> τάξης είναι ότι ένα μεγάλο ποσοστό μαθητών δυσκολεύεται να κάνει τη διάκριση και δίνει ενδιάμεσες απαντήσεις, είτε δηλαδή συγχέει τα δυο είδη αναπαραστάσεων, είτε δίνει επιστημονικές αναπαραστάσεις μόνο. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν και με τη δεύτερη υπόθεσή μας ότι η επίλυση του οντολογικού προβλήματος δεν οδηγεί αυτόματα και στην επίλυση του επιστημολογικού προβλήματος, κάτι που στη μελέτη αυτή είναι πιο έντονο ακόμη και για τους μεγαλύτερους μαθητές της 5<sup>ης</sup> τάξης.

Αν και οι αρχικές αναπαραστάσεις των μαθητών όπου η γνώση είναι «μια και μοναδική αλήθεια» αντικαθίστανται από τις επιστημονικές αναπαραστάσεις καθώς τα παιδιά μαθαίνουν τις επιστημονικές εξηγήσεις των φαινομένων στο σχολείο, δεν είναι απαραίτητο ότι υπάρχει επίγνωση αυτής της αλλαγής από τα παιδιά. Τα παιδιά δεν είναι ικανά ακόμη να αξιολογούν διαφορετικούς ισχυρισμούς γνώσης και να χρησιμοποιούν τα εμπειρικά δεδομένα για να αποφασίσουν ποιος είναι ο πιο αξιόπιστος κάθε φορά. Δυσκολεύονται επίσης να μεταβούν από το ένα είδος αναπαράστασης στο άλλο και να κατανοήσουν ότι ένα αντικείμενο στον κόσμο ή μια κατάσταση μπορούν να

αναπαρασταθούν με διαφορετικούς, συχνά αντιφατικούς, τρόπους κάθε φορά. Αυτή η κατανόηση απαιτεί μεταγνωσιακές ικανότητες που μάλλον αναπτύσσονται σταδιακά και επιτρέπουν στο παιδί να σκέφτεται τη γνώση ως κάτι που κατασκευάζεται από το υποκείμενο κάθε φορά και υπόκειται σε συνεχή αναδιοργάνωση και όχι ως απλή συσσώρευση γνώσης όπου υπάρχει μια και απόλυτη αλήθεια.

### Γενική συζήτηση

Τα ευρήματα των τριών μελετών, δηλαδή ότι πολλά παιδιά επιλέγουν μόνο επιστημονικές αναπαραστάσεις για να αναφερθούν και στην Πραγματικότητα και στην Εμφάνιση ή συγχέουν τα δυο είδη αναπαράστασης, υποδηλώνουν ότι η κατανόηση της επιστημονικής εξήγησης δεν απαιτεί απαραίτητα και την ικανότητα κατανόησης των διαφορετικών τρόπων με τους οποίους μπορεί να ερμηνευτεί μια ίδια κατάσταση στον κόσμο. Η απόκτηση αυτής της ικανότητας φαίνεται να σχετίζεται με μεταγνωσιακές κατακτήσεις που βοηθούν το παιδί να κατανοήσει τη θεωρητική φύση των αναπαραστάσεων του και να ασκεί έλεγχο σε αυτές.

Σύμφωνα με την Kuhn (2006), μια από τις πιο σημαντικές πλευρές της γνωστικής ανάπτυξης και μάθησης είναι η ικανότητα χρήσης μιας εκτελεστικής λειτουργίας ενός μετα-επιπέδου για τον έλεγχο της μάθησης. Αυτή η λειτουργία επιτρέπει στους γνώστες να έχουν πρόσβαση σε διπλές αναπαραστάσεις, σε μια αναπαράσταση της κατανόησής τους και σε μια αναπαράσταση της υπό ερεύνηση νέας πληροφορίας. Όταν απουσιάζει αυτή η λειτουργία, υπάρχει μια μοναδική εμπειρία των πραγμάτων, σαν ένα πλαίσιο κατανόησης του κόσμου.

Η πιθανή αυτή εξήγηση των ευρημάτων της έρευνας υποστηρίζεται από παρεμφερή ευρήματα της Karmiloff-Smith (1979, 1992) στο χώρο της γλωσσικής ανάπτυξης, όπου διερευνήθηκε πώς τα παιδιά αντιμετωπίζουν το γεγονός ότι κάποιες λέξεις μπορεί να έχουν περισσότερες από μια σημασίες. Για παράδειγμα, στη γαλλική γλώσσα, το αόριστο άρθρο (un/une) έχει διπλή λειτουργία, είτε αόριστη αναφορά, είτε αριθμητικό. Τα πειράματα έδειξαν ότι τα παιδιά ηλικίας 3-5 ετών φαίνεται να σχηματίζουν δυο ανεξάρτητα αποθηκευμένες αναπαραστάσεις της ίδιας λέξης συσχετίζοντας κάθε μια με ένα συγκεκριμένο λειτουργικό πλαίσιο. Επειδή ενεργοποιούν δυο 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, πχ. το γεγονός ότι η λέξη «un» που σχετίζεται με τη λειτουργία της

αόριστης αναφοράς είναι η ίδια με τη λέξη «un» που σχετίζεται με τη λειτουργία της αριθμητικής αναφοράς. Τα παιδιά όμως αρχίζουν να κάνουν σφάλματα ως προς το ποια από τις δυο λειτουργίες εννοείται και δεν κατανοούν πάντα πότε η ίδια λέξη χρησιμοποιείται ως αριθμητικό και πότε ως αόριστο αναφορικό. Μόνο αργότερα, στην ηλικία των 6-7 ετών, έχουμε το πέρασμα σε συνειδητά προσβάσιμη 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 (1991), προκειμένου το παιδί να συλλάβει τις διάφορες εναλλακτικές ερμηνείες μιας λέξης πρέπει να περάσει από μια διαδικασία «αναπαραστασιακής αναπεριγραφής». Μόνο τότε είναι ικανό να δημιουργήσει πολλαπλές αναπαραστάσεις διαφορετικών επιπέδων. Τα παιδιά που δεν διαθέτουν ακόμη τέτοιες μετα-αναπαραστασιακές ικανότητες μάλλον δεν καταφέρνουν να ερμηνεύσουν μια ίδια κατάσταση μέσα από διαφορετικές, πολλαπλές αναπαραστάσεις.

Στις δικές μας μελέτες βέβαια δεν έχουμε παρόμοιες λέξεις που έχουν συγκεκριμένες λειτουργίες, αλλά παρόμοιες καταστάσεις στον κόσμο που μπορεί να έχουν διαφορετικές αναπαραστάσεις. Και στις δυο περιπτώσεις όμως διαταράσσονται οι συμβατικές σχέσεις ανάμεσα σε μια αναπαράσταση και στην κατάσταση στην οποία αναφέρεται.

Η ικανότητα να σκέφτεται κανείς συγχρόνως για δυο διαφορετικές αναπαραστάσεις φαίνεται επίσης, να παρουσιάζει μια αναπτυξιακή πορεία, όπου τα παιδιά κατανοούν και το «βλέπω» και το «βλέπω σαν» (πχ. *«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 την μία αναπαράσταση στην άλλη (*«Τα πολύ μεγάλα σφαιρικά αντικείμενα μπορεί να φαίνονται επίπεδα σε κάποιον που είναι πάνω σε αυτά»*).

Σημαντικό είναι επίσης να διερευνηθεί η επίδραση της σχολικής διδασκαλίας στην ανάπτυξη τέτοιων ικανοτήτων. Είναι ενδιαφέρον ότι στη διαδικασία της σχολικής μάθησης δε φαίνεται να γίνεται αντιληπτή η ύπαρξη του επιστημολογικού προβλήματος. Θεωρείται ότι όταν τα παιδιά θα κατανοήσουν τις επιστημονικές εξηγήσεις, τότε αυθόρμητα θα κατανοήσουν και τη διαφορά ανάμεσα στην Πραγματικότητα και την Εμφάνιση. Γι' αυτό και η διδασκαλία στις φυσικές επιστήμες συνήθως εστιάζεται απλώς και μόνο στο να καταλάβουν τα παιδιά ποιες είναι οι «σωστές» εξηγήσεις.



Η εννοιολογική αλλαγή στο σχολείο συχνά συνδέεται με τα «σωστά» γεγονότα που παραθέτονται στα σχολικά εγχειρίδια. Οι αλλαγές δεν είναι ξεκάθαρες στους μαθητές και αυτό θέτει μια επιπλέον δυσκολία σε αυτούς. Για παράδειγμα, οι Smith, Maclin, Houghton & Hennessey (2000) έχουν μελετήσει την επίδραση που έχει η διδασκαλία στη διαμόρφωση των επιστημολογικών απόψεων των μαθητών. Οι μαθητές, οι οποίοι παρακολούθησαν διδασκαλία μέσα σε ένα κονστρουκτιβιστικό περιβάλλον, ανέπτυξαν μια επιστημολογική στάση απέναντι στην επιστήμη η οποία επικεντρώθηκε στον κεντρικό ρόλο των ιδεών στην 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, πράγμα που δεν συνέβη στην τάξη ελέγχου, στην οποία οι μαθητές ακολούθησαν ένα συμβατικό πρόγραμμα διδασκαλίας.

Τέλος, ορισμένοι ερευνητές θεωρούν 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 (Pozo, Gomez & Sanz, 1999; Spada, 1994). Τα αποτελέσματα των μελετών μας δείχνουν ότι τα παιδιά δεν είναι ικανά εξ'αρχής 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 απαιτεί χρόνο και να επηρεάζεται 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. Εάν προσφέρουμε στους μαθητές ένα ανοιχτό περιβάλλον που να τους εμπλέκει σε διαδικασίες έρευνας και διαλόγου και που να τους επιτρέπει να ελέγχουν τις ιδέες τους και τις πεποιθήσεις τους, είναι πιο πιθανό να οδηγηθούμε σε επιτυχή μάθηση.

## ΜΕΡΟΣ 2<sup>ο</sup> : Η ΣΧΕΣΗ ΘΕΩΡΙΑΣ ΤΟΥ ΝΟΥ, ΠΡΟΣΩΠΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗΣ ΣΚΕΨΗΣ

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Προκειμένου τα παιδιά να εναρμονίσουν τις πληροφορίες που δέχονται από τις αισθήσεις τους με τις επιστημονικές εξηγήσεις των φυσικών φαινομένων και να κατανοήσουν το φυσικό κόσμο γύρω τους απαιτούνται θεμελιώδεις αλλαγές στις οντολογικές, επιστημολογικές και αναπαραστασιακές δεσμεύσεις τους (Vosniadou & Skopeliti, 2013). Για παράδειγμα, για την κατανόηση της επιστημονικής εξήγησης της εναλλαγής ημέρας/νύχτας, πρέπει πρώτα να επανακατηγοριοποιήσουν τη γη από ένα φυσικό σε ένα αστρονομικό αντικείμενο και να δημιουργήσουν στη συνέχεια την αναπαράσταση μιας σφαιρικής γης που περιφέρεται γύρω από τον ήλιο και περιστρέφεται γύρω από τον εαυτό της. Για να εναρμονίσουν όμως αυτή την επιστημονικά αποδεκτή εξήγηση με αυτό που «φαίνεται» όταν κοιτάζουν τον κόσμο με τα μάτια τους, φαίνεται ότι δεν απαιτούνται μόνο οντολογικές αλλαγές στις κατηγορίες στις οποίες ανήκουν οι έννοιες του κοινού νου. Η επίλυση του οντολογικού προβλήματος είναι αναγκαία βέβαια προκειμένου το παιδί να αποκτήσει γνώση της εξωτερικής πραγματικότητας, αλλά αυτό δεν αλλάζει το πώς το ίδιο «βλέπει» τον κόσμο γύρω του, στην προκειμένη περίπτωση τον ήλιο να χάνεται πίσω από τα βουνά.

Προκειμένου να γίνει αυτό τα παιδιά πρέπει να κατανοήσουν ότι οι εξηγήσεις για τα φυσικά φαινόμενα μπορεί κάποιες φορές να έρχονται σε αντίθεση με την καθημερινή, διαισθητική τους εμπειρία. Πρέπει να κατανοήσουν ότι συχνά η εμφάνιση μπορεί να μας ξεγελάσει και ότι το ίδιο φυσικό φαινόμενο μπορεί να εξηγηθεί με διαφορετικούς τρόπους όταν ειπωθεί από διαφορετικούς ανθρώπους ή από διαφορετικές οπτικές. Επίσης, τα παιδιά πρέπει να αποκτήσουν την ικανότητα να διαμορφώνουν αναπαραστάσεις που μπορεί να διαφέρουν από την άμεση αισθητηριακή πληροφορία αναπαριστώντας έτσι μη-εγωκεντρικές οπτικές καθώς και τη γνωστική ευελιξία να κινούνται ανάμεσα σε διαφορετικές πιθανές αναπαραστάσεις μιας ίδιας κατάστασης ή ενός ίδιου φαινομένου.

Τα αποτελέσματα των προηγούμενων τριών ερευνών (Κυριακοπούλου & Βοσνιάδου, 2004; 2008, Vosniadou & Kyriakopoulou, 2006) δείχνουν ότι τα μικρά παιδιά δυσκολεύονται να αναπτύξουν μια τέτοια επιστημολογική οπτική η οποία απαιτεί σημαντικά μεταγνωσιακά επιτεύγματα. Δυσκολεύονται δηλαδή να ερμηνεύσουν και να αξιολογήσουν διαφορετικές αναπαραστάσεις που αναφέρονται σε

μια ίδια κατάσταση στον κόσμο κάτι που πιθανό να τα εμποδίζει κατά τη διαδικασία απόκτησης γνώσης. Έτσι, δεν μπορούν να αντιμετωπίσουν τις αναπαραστάσεις τους ως θεωρητικές οντότητες που μπορεί και να διαψευστούν ή και να αντικατασταθούν. Για μεγάλο χρονικό διάστημα λοιπόν, θεωρούν ότι υπάρχει μόνο μια «αλήθεια» των πραγμάτων.

Στην ενότητα αυτή θα υποστηριχτεί ότι μια τέτοια επιστημολογική οπτική είναι πιθανό να εμφανίζεται αρχικά στην ικανότητα των παιδιών να σκέφτονται για τις διαφορές ανάμεσα στις πεποιθήσεις τους και τις πεποιθήσεις των άλλων στο πεδίο του κοινωνικού κόσμου, στη Θεωρία τους για το Νου<sup>2</sup>. Πιο συγκεκριμένα, θα υποστηριχτεί ότι υπάρχει μια παρόμοια υποκείμενη γνωστική-επιστημολογική δομή ανάμεσα στην ικανότητα Θεωρίας του Νου και στην κατανόηση της επιστήμης. Και στα δυο πεδία αυτό το κοινό επιστημολογικό στοιχείο αναφέρεται στην ικανότητα να αναγνωρίζουμε ότι οι πεποιθήσεις μας για τον κόσμο μπορεί να διαφέρουν από τις πεποιθήσεις των άλλων και για αυτό το λόγο οι πεποιθήσεις κατασκευάζονται από το άτομο και μπορεί να αναπαριστούν διαφορετικές οπτικές.

Στη συνέχεια αφού παρουσιαστεί ο εννοιολογικός προσδιορισμός των δυο αυτών πεδίων, της Θεωρίας του Νου και την Προσωπικής Επιστημολογίας προκειμένου να γίνει πιο κατανοητό το πεδίο έρευνάς τους, θα γίνει μια προσπάθεια εννοιολογικής σύνδεσής τους με την επιστημονική σκέψη και θα παρουσιάσουμε το προτεινόμενο θεωρητικό μας πλαίσιο.

### **Η αναγνώριση της κατασκευαστικής φύσης της γνώσης στο πεδίο της Θ.τ.Ν.**

#### Η ανάπτυξη της Θεωρίας του Νου

Η Θεωρία του Νου μελετά την ικανότητα του ατόμου να αποδίδει στον εαυτό του και τους άλλους νοητικές καταστάσεις όπως πεποιθήσεις, επιθυμίες, συναισθήματα, σκέψεις, αντιλήψεις, προθέσεις, προσδοκίες, όνειρα, ευχές (Astington, Harris & Olson, 1988; Flavell, 2004; Sodian & Kristen, 2010) και έχει τις ρίζες της στην έρευνα του Piaget για τον εγωκεντρισμό των παιδιών (Doherty, 2009; Flavell 2004)..

Οι πρόδρομοι της Θεωρίας του Νου εμφανίζονται πολύ νωρίς (Carlson, Koenig, & Harms, 2013; Onishi & Baillargeon, 2005). Σχεδόν από τη γέννησή τους τα βρέφη φαίνεται να αλληλεπιδρούν και να μιμούνται πρόσωπα (Legerstee, 1991). Ανάμεσα

---

<sup>2</sup> Η Θεωρία του Νου αποτελεί ένα πεδίο της ψυχολογίας που ερευνά την ανάπτυξη της ικανότητας των παιδιών να αποδίδουν νοητικές καταστάσεις στον εαυτό τους και τους άλλους (Astington, Harris & Olson, 1988; Flavell, 2004; Sodian & Kristen, 2010).

στους 10-18 μήνες αναπτύσσεται η έννοια της προθετικότητας (Meltzoff, 1995), η εμπλοκή με το παιχνίδι προσποίησης (Bruell & Woolley, 1998. Lillard, 1993. Perner, 1991), και η κατανόηση της έννοιας της επιθυμίας (Poulin-Dubois, 1999). Ήδη από την ηλικία των δυο ετών, τα παιδιά αρχίζουν να κατανοούν ότι οι σκέψεις και οι επιθυμίες τους αποτελούν καταστάσεις του νου τους, κάτι που αποτελεί ένα πολύ σημαντικό εννοιολογικό επίτευγμα. Σε αυτή την ηλικία η αρχική θεωρία των παιδιών περιλαμβάνει μόνο επιθυμίες και αντιλήψεις ως νοητικές καταστάσεις και όχι ακόμη πεποιθήσεις. Δηλαδή, τώρα αρχίζουν να συνδέουν αιτιακά τις επιθυμίες τους με συγκεκριμένες ενέργειες που θα κάνουν και συναισθηματικές αντιδράσεις που θα έχουν και τις αντιλήψεις τους με συγκεκριμένες καταστάσεις του εξωτερικού κόσμου (Bartsch & Wellman, 1995. Wellman & Wooley, 1990).

Εντούτοις, δεν είναι παρά στην ηλικία των τεσσάρων ετών που τα παιδιά αναπτύσσουν μια πιο συνεκτική γνώση του νοητικού κόσμου και κατανοούν ότι δυο άνθρωποι έχουν διαφορετικές πεποιθήσεις για μια ίδια κατάσταση στον κόσμο (Wellman, Cross & Watson, 2001)<sup>3</sup>.

Για παράδειγμα σε ένα κλασικό έργο αναγνώρισης λανθασμένης πεποίθησης (Wimmer & Perner, 1983) το παιδί παρακολουθεί δυο χαρακτήρες, ένα αγόρι που ονομάζεται Μαξί και τη μητέρα του. Η μητέρα του Μαξί τοποθετεί μια σοκολάτα σε ένα κουτί μπροστά στα μάτια του. Ο Μαξί φεύγει για λίγο από το δωμάτιο και όσο απουσιάζει η μητέρα του μετακινεί τη σοκολάτα σε ένα άλλο κρυφό μέρος. Το παιδί καλείται να απαντήσει σε δυο ερωτήσεις α) πού είναι πραγματικά η σοκολάτα και β) πού θα ψάξει ο Μαξί για αυτή, όταν γυρίσει στο δωμάτιο. Τα παιδιά τριών ετών αποτυγχάνουν να αναγνωρίσουν τη λανθασμένη πεποίθηση του Μαξί και ισχυρίζονται ότι ο Μαξί θα γνωρίζει πού ακριβώς βρίσκεται η σοκολάτα. Δυσκολεύονται δηλαδή να διακρίνουν ανάμεσα στην πραγματική κατάσταση του κόσμου που είναι αληθής και στις αναπαραστάσεις του Μαξί την ίδια στιγμή, οι οποίες αναφέρονται σε μια προηγούμενη λανθασμένη εξωτερική πραγματικότητα και με βάση τις οποίες θα συμπεριφερθεί. Έτσι, πιστεύουν ότι το περιεχόμενο της πεποίθησης καθρεφτίζει άμεσα τον κόσμο. Το ίδιο ισχύει και για τις φανταστικές νοητικές καταστάσεις, όπως είναι οι εικόνες και τα όνειρα, όπου τα παιδιά σε πολλές περιπτώσεις θεωρούν ότι οι

---

<sup>3</sup> Η σύγχρονη έρευνα δείχνει ότι είναι πιθανή μια υπονοούμενη κατανόηση της έννοιας της λανθασμένης πεποίθησης σε νήπια 13 και 15 μηνών (Baillargeon, Scott & He, 2010; Onishi & Baillargeon, 2005), όπου έρευνες που εστιάζουν στη βλεμματική προσήλωση δείχνουν ότι τα νήπια αυτής της ηλικίας περιμένουν πράξεις που βασίζονται στις πεποιθήσεις. Εντούτοις υπάρχει έντονη διαφωνία για το αν αυτές οι έρευνες υποδηλώνουν ότι τα νήπια κατέχουν μια Θεωρία του Νου ή αν αυτά τα επιτεύγματα πρέπει να εξηγηθούν με ευρετικές χαμηλού επιπέδου όπως έξυπνη κωδικοποίηση και συμπεριφορικοί κανόνες (Sodian & Kristen, 2010).

φανταστικές εικόνες απεικονίζουν αληθινά τον πραγματικό κόσμο (Wellman & Estes, 1986. Estes, Wellman, Wooley, 1989).

Στην ηλικία των 4-5 ετών όμως τα παιδιά επιτυγχάνουν στο έργο αυτό κατανοώντας ότι διαφορετικοί άνθρωποι μπορεί να έχουν διαφορετικές πεποιθήσεις για την ίδια κατάσταση. Αρχίζουν έτσι να αναπτύσσουν μια διαφορετική θεώρηση των νοητικών καταστάσεων, όπου κατανοούν ότι ενεργούμε βάση των αναπαραστάσεων που διαμορφώνουμε για την εξωτερική πραγματικότητα, ότι οι αναπαραστάσεις μας εξελίσσονται και βελτιώνονται με την πάροδο των χρόνων και ότι διαφορετικοί άνθρωποι μπορεί να έχουν διαφορετικές αναπαραστάσεις του ίδιου αντικειμένου αρχίζοντας να αναγνωρίζουν και τη σπουδαιότητα των πηγών γνώσης (Mitchell & Lacohee, 1991. Perner, 1988, 1991. Taylor, Cartwright & Bowden, 1991). Σε έρευνα της Taylor (1988) για παράδειγμα, τα παιδιά έβλεπαν την εικόνα μιας καμηλοπάρδαλης και μετά μια αμφίσημη, εν μέρει καλυμμένη εικόνα της ίδιας καμηλοπάρδαλης. Όταν ρωτούνταν αν κάποιος άλλος που είχε δει μόνο τη δεύτερη εικόνα μπορούσε να καταλάβει ότι αναφερόταν σε μια καμηλοπάρδαλη, μόνο τα μεγαλύτερα παιδιά (5-6 ετών) κατανοούσαν ότι το ίδιο ερέθισμα θα μπορούσε να έχει δυο διαφορετικές ερμηνείες με βάση τη γνώση κάποιου.

Οι κατακτήσεις των παιδιών δεν περιορίζονται όμως μόνο στην κατανόηση της έννοιας της λανθασμένης πεποίθησης σε περιπτώσεις όπου πρέπει να σκεφτούν για πραγματικά γεγονότα. Με βάση τα ερευνητικά δεδομένα υπάρχει μια αναπτυξιακή συνέχεια στην κατάκτηση συγκεκριμένων εννοιολογικών κατασκευών από τα παιδιά, όπου σταδιακά κατανοούν πιο ώριμες πλευρές της Θεωρίας του Νου όπως η αναγνώριση πεποιθήσεων 2<sup>ης</sup> τάξης και 3<sup>ης</sup> τάξης (Flavell, Miller & Miller, 1985. Wellman & Liu, 2004). Οι πεποιθήσεις 2<sup>ης</sup> τάξης δεν αναφέρονται σε μια άμεση σχέση ανάμεσα σε μια πεποίθηση και στον κόσμο, αλλά στην πεποίθηση κάποιου για το τι πιστεύει κάποιος άλλος για μια κατάσταση του κόσμου, είναι δηλαδή πεποιθήσεις για πεποιθήσεις (Parker, McDonald & Miller, 2007). Οι πεποιθήσεις 3<sup>ης</sup> τάξης περιλαμβάνουν προθέσεις και συναισθήματα και απαιτούνται για την πιο ώριμη κατανόηση και χρήση πιο πολύπλοκων γλωσσικών μορφών όπως ο πλάγιος λόγος (Harpe, 1994. O'Hare et al., 2010). Αυτές οι δυο μορφές Θεωρίας του Νου αναπτύσσονται πολύ αργότερα, κατά τη σχολική ηλικία. Σε έρευνα των Muris et al. (1999), όπου αναπτύχθηκε ένα εργαλείο αξιολόγησης της Θεωρίας του Νου, φάνηκε μια σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στην ικανότητα Θεωρίας του Νου και στην ηλικία. Από την ηλικία των 7 ετών το μεγαλύτερο ποσοστό των παιδιών που συμμετείχαν στην έρευνα επιτύγχανε σε δοκιμασίες Θεωρίας του Νου 2<sup>ης</sup> τάξης και μόνο στην ηλικία των

11-12 ετών το 80% των συμμετεχόντων επιτύγχανε σε δοκιμασίες 3<sup>ης</sup> τάξης. Τα παιδιά φάνηκε να κατακτούν πιο ώριμες πλευρές της Θεωρίας του Νου πιο αργά κατά τη σχολική ηλικία.

Οι κατανοήσεις αυτές στο πεδίο της Θεωρίας του Νου αναπτύσσονται σταδιακά και είναι σημαντικές μεταγνωσιακές κατακτήσεις που αποτελούν απαραίτητη προϋπόθεση για την αναγνώριση των πολλαπλών επιπέδων κατανόησης του κόσμου μας και την αναγνώριση της αβέβαιης φύσης της γνώσης που κατασκευάζεται από κάθε άτομο.

### Ερμηνευτικές υποθέσεις για τη Θεωρία του Νου

Υπάρχουν πολλές διαφορετικές απόψεις σχετικά με την ερμηνεία της φύσης και της ανάπτυξης της Θεωρίας του Νου. Οι βασικές θεωρητικές προσεγγίσεις που συναντάμε στη βιβλιογραφία είναι τρεις: α) Η Θεωρία-Θεωρία, β) η Θεωρία της Προσομοίωσης και γ) η Θεωρία του Έμφυτου Εξειδικευμένου Πεδίου.

Οι υπέρμαχοι της Θεωρίας-Θεωρίας (Gopnik & Meltzoff, 1997. Gopnik & Wellman, 1992, 1994. Perner, 1991) υποστηρίζουν ότι υπάρχει μια αναλογία ανάμεσα στις επιστημονικές θεωρίες και στη Θεωρία του Νου, ότι υπάρχουν δηλαδή σημαντικές ομοιότητες ανάμεσα στους γνωστικούς μηχανισμούς που εμπλέκονται στις πρώτες επιστημολογικές προσπάθειες των παιδιών και της επιστήμης. Πιστεύουν ότι τα ίδια δυναμικά χαρακτηριστικά που συναντάμε στις θεωρίες εμφανίζονται και κατά τη μετάβαση των παιδιών από μια αρχική τους θεωρία σε κάποια άλλη μεταγενέστερη. Ειδικότερα, τα μικρά παιδιά αγνοούν αρχικά συγκεκριμένα είδη ανταποδείξεων, ενώ αργότερα αναφέρονται σε αυτά με βοηθητικές υποθέσεις. Επίσης αρχικά τείνουν να χρησιμοποιούν τη νέα θεωρία τους μόνο σε ένα περιορισμένο πλαίσιο και μόνο αφού ολοκληρωθεί η εννοιολογική αλλαγή και αναδιοργανώσουν τη γνώση τους, οι νέες θεωρητικές οντότητες αποκτούν κεντρικό ρόλο. Τέλος, η «Θεωρία-Θεωρία» υποστηρίζει ότι υπάρχει μια εγγενής δομή στην κατανόηση του κόσμου από τα παιδιά, στην οποία αναφέρονται ως θεωρία, και η οποία είναι ανοιχτή στην αλλαγή και στην αναδιοργάνωση.

Ειδικότερα, οι Gopnik & Wellman (1994) υποστηρίζουν ότι η θεωρία για το νου αποτελεί μια διαδοχή τριών θεωριών καθώς προχωράμε από τη νηπιακή ηλικία στην παιδική ηλικία: α) Θεωρία Επιθυμίας (2 ετών) όπου υπάρχει μια κατανόηση των απλών επιθυμιών και αντιλήψεων, β) Θεωρία Επιθυμίας-Πεποίθησης (3 ετών) όπου υπάρχει κατανόηση του προθετικού χαρακτήρα των επιθυμιών και της πεποίθησης ως πιστή αντιγραφή του εξωτερικού κόσμου και τέλος γ) Θεωρία Πεποίθησης-Επιθυμίας (4

ετών) όπου οι πεποιθήσεις έχουν βασικό ρόλο και αναφέρονται σε αναπαραστάσεις της πραγματικότητας και όχι στην ίδια την πραγματικότητα.

Η δεύτερη θεωρητική προσέγγιση, η Θεωρία της Νοητικής Προσομοίωσης (Gallese & Goldman, 1998. Harris, 1992, 1994. Harris & Gross, 1988) αναφέρεται στην ύπαρξη ενός μηχανισμού που προσομοιώνει νοητικά μια πραγματική κατάσταση. Το παιδί φαντάζεται τις νοητικές καταστάσεις που εμπλέκονται σε μια κατάσταση και τις προβάλλει στους άλλους για να κατανοήσει τη συμπεριφορά τους. Η κατανόηση του νου σχετίζεται έτσι με την εμπειρική ανακάλυψη των καταστάσεων και όχι με κάποια θεωρητική εξήγηση. Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή προσομοιώνουμε τις νοητικές καταστάσεις των άλλων με βάση τις δικές μας. Ο ρόλος της γνώσης μας κατά τη διαμόρφωση μιας Θεωρίας του Νου είναι σημαντικός, γιατί η εμπειρία μας αποτελεί μια βάση δεδομένων για τις έννοιες μας για το νου. Πολλοί όμως θα μπορούσαν να υποστηρίξουν ότι έτσι οι προσομοιώσεις είναι μια συνέπεια της θεωρίας μας για το νου, μια και είναι φορτισμένες θεωρητικά με βάση τις εννοιολογικές ερμηνείες που δίνουμε στις εμπειρίες μας.

Τέλος, σύμφωνα με την τρίτη θεωρητική προσέγγιση, τη Θεωρία Έμφυτου Εξειδικευμένου Πεδίου (Baron-Cohen, 1995. Fodor, 1983, 1992. Leslie, 1988, 1994), υπάρχει μια εγγενής δομή, η οποία ερμηνεύει τη συμπεριφορά με όρους των πεποιθήσεων και των επιθυμιών και οι έννοιες που αποτελούν τη Θεωρία του Νου έχουν δημιουργηθεί κατά την εξέλιξη. Αν και το πεδίο της Θεωρίας του Νου ενεργοποιείται κατά τα πρώτα χρόνια εξαιτίας περιβαλλοντικών επιδράσεων (π.χ. γλώσσα), η πορεία ανάπτυξης του είναι γενετικά προσδιορισμένη.

Ο Fodor (1983) υποστηρίζει την ύπαρξη εγγενών μηχανισμών που είναι εξειδικευμένοι ανά πεδίο, αυτόματοι, καθοδηγούνται από τα ερεθίσματα και όχι από γνωστικούς στόχους του κεντρικού συστήματος επεξεργασίας. Οι μηχανισμοί αυτοί είναι πληροφοριακά απομονωμένοι και οι εξειδικευμένες ανά πεδίο αναπαραστάσεις δεν αναθεωρούνται με βάση τα νέα εμπειρικά ευρήματα. Ο Leslie (1994) υποστηρίζει επίσης την ύπαρξη ενός εγγενούς συστήματος αναπαραστάσεων της ψυχολογικής γνώσης, ανάλογο των εξειδικευμένων αναπαραστασιακών συστημάτων που προτάθηκαν από τον Marr (οπτικό σύστημα) και τον Chomsky (συντακτικό σύστημα). Αυτός ο αυτόνομος μηχανισμός της Θεωρίας του Νου αυτόματα τοποθετεί δοσμένα αντιληπτικά δεδομένα (για παράδειγμα, τη συμπεριφορά ενός ατόμου) σε ένα πιο αφηρημένο σύνολο αναπαραστάσεων νοητικών καταστάσεων του ατόμου οδηγώντας το σε συγκεκριμένα συμπεράσματα.

Σύμφωνα με το Fodor (1992), υπάρχει μια πολύ απλή Θεωρία του Νου, η οποία αναγνωρίζει μόνο πεποιθήσεις και επιθυμίες. Η ενήλικη ψυχολογία του κοινού νου θεωρείται μια συνέχεια της αρχικής αυτής θεωρίας όπου δεν απαιτείται καμία «εννοιολογική αναδιοργάνωση» για τη μετάβαση του παιδιού από τη μια μορφή στην άλλη. Ο Fodor υποστηρίζει μάλιστα ότι τα πειραματικά δεδομένα είναι σύμφωνα με την υπόθεση ότι και τα τρίχρονα και τα τετράχρονα παιδιά μοιράζονται αυτή την αρχική θεωρία.

Ο Leslie (1994) ειδικότερα υποστηρίζει ότι υπάρχουν δυο μηχανισμοί επεξεργασίας πληροφοριών. Ο πρώτος είναι ο ToBy, (theory of body mechanism), όπου εκεί βρίσκεται η θεωρία του νηπίου για τα φυσικά σώματα. Και ο δεύτερος μηχανισμός είναι ο ToMM (theory of mind mechanism), όπου εκεί είναι εγκαθιδρυμένη η θεωρία του παιδιού για το νου. Το ToMM αποτελείται από δυο υποσυστήματα, τα οποία είναι μέρος της θεωρίας του παιδιού για το νου. Το ToMM1 αναφέρεται στους παράγοντες και τις πράξεις και είναι ευαίσθητο στις πράξεις που κατευθύνονται προς κάποιο σκοπό. Εμφανίζεται γύρω στους 6 μήνες και αποτελείται από ένα πολύ απλό αναπαραστασιακό σύστημα. Το ToMM2 εμφανίζεται γύρω στο δεύτερο έτος και αναφέρεται στους παράγοντες και τις στάσεις τους. Το αναπαραστασιακό σύστημα όμως που χρησιμοποιείται είναι πια «μετα-αναπαραστασιακό».

Κάνοντας μια κριτική στις απόψεις του Leslie, η Karmiloff-Smith (1992) υποστηρίζει ότι η Θεωρία του Νου δεν χρειάζεται να είναι ένας γενετικά καθορισμένος και απομονωμένος, αυτόνομος μηχανισμός. Τονίζει ότι αν και είναι πιθανή η εμπλοκή γενετικά καθορισμένων προδιαθέσεων δεν πρέπει να αμελούμε την επιρροή του κοινωνικο-πολιτισμικού περιβάλλοντος στην ανάπτυξη της Θεωρίας του Νου των παιδιών. Ο ισχυρισμός αυτός ότι υπάρχει εγγενής γνώση για το νου, αλλά όχι ένας αυτόνομος μηχανισμός για τη Θεωρία του Νου διατυπώνεται και από την πλευρά της Θεωρίας-Θεωρίας. Μια απλή θεωρία μπορεί να ξεκινήσει από μια εγγενή αρχική κατάσταση, αλλά αυτές οι αρχικές έννοιες θα αναθεωρηθούν και θα οργανωθούν ξανά σαν ένα αποτέλεσμα των αντίθετων εμπειρικών ευρημάτων.

Ο Flavell (1999, 2000) σε μια προσπάθειά του να συγκεράσει όλες αυτές τις διαφορετικές θεωρητικές απόψεις υποστηρίζει ότι ένα μεγάλο μέρος της γνώσης θα μπορούσε να χαρακτηριστεί θεωρία, η οποία έχει ως βάση της κάποιον έμφυτο ή πρώιμο αναπτυσσόμενο μηχανισμό, και ότι είναι πιθανό τα παιδιά να χρησιμοποιούν μια ευρετική προσομοίωσης όταν προσπαθούν να αποδώσουν νοητικές καταστάσεις στους άλλους. Κατά τον Flavell και τους συνεργάτες του (Flavell, Miller & Miller,



1993) υπάρχουν 5 στάδια ανάπτυξης της Θεωρίας του Νου: 1<sup>ο</sup> στάδιο) τα παιδιά αποκτούν την έννοια του νου δηλαδή αποδίδουν ανάγκες, συναισθήματα και άλλες νοητικές καταστάσεις στα άτομα και χρησιμοποιούν γνωστικούς όρους όπως «γνωρίζω», «θυμάμαι» και «σκέφτομαι», 2<sup>ο</sup> στάδιο) έχουν γνώση ότι ο νους συνδέεται με το φυσικό κόσμο δηλαδή συγκεκριμένα ερεθίσματα οδηγούν σε συγκεκριμένες νοητικές καταστάσεις και αυτές σε συμπεριφορά, 3<sup>ο</sup> στάδιο) αναγνωρίζουν ότι ο νους είναι ξεχωριστός και διαφέρει από το φυσικό κόσμο, μπορούμε να σκεφτόμαστε για ένα αντικείμενο ακόμη και αν δεν είναι παρόν, 4<sup>ο</sup> στάδιο) μαθαίνουν ότι ο νους μπορεί να αναπαριστά αντικείμενα και γεγονότα με ακρίβεια ή χωρίς, για παράδειγμα μια αναπαράσταση μπορεί να είναι λάθος αναφορικά με ένα πραγματικό αντικείμενο ή γεγονός (έργο λανθασμένης πεποίθησης), 5<sup>ο</sup> στάδιο) κατανοούν ότι ο νους μεσολαβεί ενεργά στην ερμηνεία της πραγματικότητας, οι προηγούμενες εμπειρίες επηρεάζουν την τρέχουσα νοητική μας κατάσταση και αυτή με τη σειρά της τα συναισθήματά μας και τους κοινωνικούς μας συμπερασμούς.

Τέλος, ο Perner (1988, 1991) αναφέρεται σε μια γενικότερη αλλαγή στις μεταγνωσιακές ικανότητες του παιδιού, η οποία συντελείται γύρω στην ηλικία των 4 ετών, όπου τα παιδιά αρχίζουν να κατανοούν ότι οι σχέσεις ανάμεσα στο νου και τον κόσμο διαμεσολαβείται από αναπαραστάσεις.

Ειδικότερα, αναφέρεται σε τρία επίπεδα ανάπτυξης μιας ψυχολογίας του κοινού νου. Σε ένα πρώτο επίπεδο αναπαρίσταται μόνο παρατηρήσιμη συμπεριφορά. Οι αναπαραστάσεις δηλαδή που διαμορφώνονται σε ένα αρχικό επίπεδο έχουν μια στενή και αρκετά αξιόπιστη αιτιακή σχέση με τον αναπαριστώμενο κόσμο. Σε ένα δεύτερο επίπεδο, γύρω στην ηλικία των 2 ετών, υπάρχει μια μετάβαση προς μια «διανοιοκρατική θεωρία της συμπεριφοράς». Τώρα μπορούν να αναπτυχθούν δευτερεύουσες αναπαραστάσεις όπου ο αιτιακός σύνδεσμος ανάμεσα στην αναπαράσταση και τον κόσμο μπορεί να ανασταλεί. Έτσι μπορεί να υπάρξουν πολλαπλά εναλλακτικά μοντέλα της ίδιας πραγματικότητας, τα οποία και επιτρέπουν την αναπαράσταση διαφορετικών καταστάσεων και τα οποία μπορούν να ανακληθούν και να διατηρηθούν στη βραχυπρόθεσμη μνήμη ταυτόχρονα. Στο τρίτο επίπεδο, γύρω στην ηλικία των 4 ετών, τα παιδιά μπορούν πια να χρησιμοποιήσουν «μετα-μοντέλα», τα οποία σχετίζονται με μετα-αναπαραστάσεις. Τα παιδιά αυτής της ηλικίας αρχίζουν να διαμορφώνουν μια αναπαραστασιακή θεωρία για το νου και να κατανοούν ότι η αντίληψη των αντικειμένων αποτελεί συνάρτηση της διάκρισης ανάμεσα σε φαινόμενα και πραγματικότητα. Έτσι κατανοούν ότι τα άτομα μπορούν ερμηνεύσουν διαφορετικά τα ίδια ερεθίσματα καθώς και περιπτώσεις απόδοσης λανθασμένων αναπαραστάσεων.

Η διαδοχή αυτών των αναπαραστασιακών επιπέδων που προτείνει ο Piaget δεν υποθέτει την ύπαρξη ενός συγκεκριμένου μηχανισμού ή μιας εννοιολογικής ωρίμανσης σε μια συγκεκριμένη ηλικία. Μάλλον, η διαδοχή είναι έμφυτη όσον αφορά στον τρόπο που κάθε αναπαραστασιακό σύστημα πρέπει να αναπτυχθεί.

Όπως αναφέρουν οι Mitchell & Lacohee (1991) ίσως θα ήταν χρήσιμο να σκεφτούμε τα παιδιά ως μιχεβιοριστές, υπό την έννοια ότι αρχικά συνδέουν τις αναπαραστάσεις τους με κάτι που παρατηρούν άμεσα. Παρόλα αυτά όταν αποκτούν επίγνωση του κόσμου, προχωρούν πέρα από την πραγματικότητα και το άμεσα παρατηρήσιμο, αρχίζοντας να αναγνωρίζουν πεποιθήσεις και άλλες αναπαραστάσεις που δεν βρίσκονται σε άμεση αντιστοιχία με τον κόσμο. Υποστηρίζουν ότι όταν τα παιδιά αρχίσουν να κατανοούν ότι κάθε αναπαράσταση έχει και μια ερμηνεία, τότε θα μπορούν να σκεφτούν και εναλλακτικές ερμηνείες, μια ικανότητα που απαιτεί και μετα-αναπαραστασιακές ικανότητες. Τέτοιες μετα-αναπαραστασιακές ικανότητες απαιτούνται και για την κατανόηση περιπτώσεων λανθασμένων αναπαραστάσεων. Η μετα-αναπαραστασιακή ικανότητα μας καθιστά ικανούς να κατανοήσουμε ότι οι πεποιθήσεις μας αλλάζουν, ακόμη κι αν ο κόσμος παραμένει σταθερός (Mitchell & Lacohee, 1991). Χωρίς την έννοια της μετα-αναπαράστασης για παράδειγμα τα παιδιά θεωρούν ότι το να κοιτάζουμε κάτι μας «λέει» απλά τι είναι αυτό το κάτι, χωρίς να αντιλαμβάνονται την κατασκευή μιας αναπαράστασης. Όταν τα παιδιά κατανοήσουν την έννοια της λανθασμένης αναπαράστασης και μπορούν να αποδώσουν στους άλλους λανθασμένες αναπαραστάσεις, τότε μπορούν να κατανοήσουν το «δείχνει σαν» και τις παρερμηνείες που μπορεί να δημιουργηθούν.

### **Η αναγνώριση της κατασκευαστικής φύσης της γνώσης στο πεδίο της Προσωπικής Επιστημολογίας**

#### **Εννοιολογικός προσδιορισμός**

Ο τρόπος με τον οποίο τα άτομα γνωρίζουν τον κόσμο, αιτιολογούν, ερμηνεύουν και κατασκευάζουν τη γνώση καθώς και η διαδικασία του γινώσκουν έχουν αποτελέσει το κέντρο της έρευνας στο πεδίο της Προσωπικής Επιστημολογίας. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο, η Προσωπική Επιστημολογία αποτελεί μια ψυχολογική κατασκευή, η οποία αναφέρεται ευρύτερα στις θεωρίες του ατόμου για τη γνώση και το γινώσκουν και διακρίνεται από την «επιστημολογία» όπως τη συναντάμε ως όρο στο πεδίο της φιλοσοφίας (Burr & Hofer, 2002). Ειδικότερα, οι γνωστικοί ψυχολόγοι

μελετούν το τι πιστεύουν τα άτομα σχετικά με την κατάκτηση και οργάνωση της γνώσης και το βαθμό αλήθειας μιας πεποίθησης (Schommer, 1994).

Ο εννοιολογικός προσδιορισμός των επιστημικών<sup>4</sup> πεποιθήσεων είναι ιδιαίτερα δύσκολος μια και έχουν μελετηθεί από πολλές διαφορετικές οπτικές με τη χρήση ποικίλων και διαφορετικών εργαλείων διερεύνησής τους. Η Προσωπική Επιστημολογία έχει εξεταστεί αναπτυξιακά και διάφοροι ερευνητές έχουν αναπτύξει αντίστοιχα αναπτυξιακά μοντέλα, όπως οι Perry (1970), King & Kitchener (1994), Kuhn(1991) (για μια πιο αναλυτική παρουσίαση των θεωρητικών προσεγγίσεων, βλέπε Schommer, 1994. Burr & Hofer, 2002. Hofer & Pintrich, 1997). Άλλοι ερευνητές μελέτησαν ανεξάρτητες διαστάσεις των επιστημικών πεποιθήσεων (Quian & Alvermann, 2000. Schommer, 1990). Επίσης, άλλοι ερευνητές υποστήριξαν ότι οι επιστημικές πεποιθήσεις είναι οργανωμένες με τη μορφή θεωριών (Hofer, 2001) ή ότι υπάρχουν ως καλά επεξεργασμένες επιστημολογικές πηγές (Hammer & Elby, 2002).

Στη συνέχεια θα παρουσιαστούν πολύ σύντομα οι κυριότερες θεωρητικές κατευθύνσεις στο χώρο της επιστημικής ανάπτυξης και της Προσωπικής Επιστημολογίας.

#### Θεωρητικές προσεγγίσεις ανάπτυξης της Προσωπικής Επιστημολογίας

Σύμφωνα με την πρώτη θεωρητική προσέγγιση τα άτομα αναδιοργανώνουν τις επιστημικές τους πεποιθήσεις με βάση ένα αναπτυξιακό μοτίβο συνέχειας. Σε όλα τα αναπτυξιακά μοντέλα που έχουν προταθεί υπάρχει μια ακολουθία σταδίων, τα οποία είναι παρόμοια, με τον αριθμό των σταδίων να κυμαίνεται από 3 σε 9. Αρχικά φαίνεται ότι τα παιδιά έχουν αρχικά μια δυϊστική- απόλυτη οπτική των πραγμάτων, όπου υπάρχει μόνο σωστό και λάθος, στη συνέχεια προχωρούν σε μια περίοδο πλουραλιστική, όπου αναγνωρίζουν την ύπαρξη διαφορετικών απόψεων, και σταδιακά περνούν σε ένα επίπεδο κριτικό, όπου θέτουν κριτήρια για να αξιολογήσουν τους διαφορετικούς ισχυρισμούς.

---

<sup>4</sup> Στη βιβλιογραφία συναντάμε εξίσου τους όρους «επιστημικές» και «επιστημολογικές» πεποιθήσεις. Ο φιλόσοφος Kitchener (2002) κάνει ένα διαχωρισμό ορίζοντας την επιστημολογία ως θεωρία της γνώσης, την Προσωπική Επιστημολογία ως μια προσωπική μας θεωρία για τη γνώση και τις επιστημικές πεποιθήσεις ως πεποιθήσεις μας για τη γνώση. Από πολλούς ερευνητές γίνεται μια προσπάθεια να ξεκαθαριστεί το ζήτημα ορολογίας. Οι Mason και Bromme (2010), και οι Muis, Bendixen και Haerle (2006) θεωρούν ότι οι επιστημολογικές πεποιθήσεις αναφέρονται κυρίως στις προσωπικές μας πεποιθήσεις για την επιστημολογία, τη μελέτη δηλαδή της γνώσης, ενώ οι επιστημικές πεποιθήσεις αναφέρονται στη γνώση και είναι προσωπικές πεποιθήσεις για τη φύση, την πηγή και την τεκμηρίωση της γνώσης. Την ορολογία αυτή ακολουθούν οι Alexander και Sinatra (2007) καθώς και η Hofer σε μεταγενέστερη δουλειά της όπου αναφέρεται σε επιστημικές θεωρίες και επιστημική μεταγνώση (Hofer, 2004). Στα πλαίσια της διατριβής αυτής θα υιοθετήσουμε το διαχωρισμό αυτό και θα χρησιμοποιούμε τον όρο «επιστημικές» πεποιθήσεις.

Πρώτος ο Perry (1970) έθεσε τα θεμέλια για να μελετηθούν τέτοιου είδους πεποιθήσεις. Μέσα από τα αποτελέσματα διαχρονικών συνεντεύξεων με φοιτητές του Χάρβαρντ την περίοδο 1950-1960, ο Perry κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι φοιτητές προχωρούν στην ανάπτυξη των επιστημικών τους πεποιθήσεων μέσα από 9 στάδια, θέσεις όπως τα αποκαλεί. Οι περισσότεροι αδαείς φοιτητές έρχονται στο πανεπιστήμιο έχοντας αποκτήσει μια απόλυτη γνώση η οποία έχει μεταφερθεί από την αυθεντία. Καθώς έρχονται αντιμέτωποι με διαφορετικές απόψεις αρχίζουν να διακρίνουν τον πλουραλιστικό χαρακτήρα της γνώσης, πιστεύοντας όμως ακόμη στην βεβαιότητα της γνώσης, και σταδιακά αρχίζουν να αναγνωρίζουν την πολυπλοκότητα και αβεβαιότητα της γνώσης και να την επεξεργάζονται. Ουσιαστικά οι 9 θέσεις-στάδια που προτείνει ο Perry αντιστοιχούν σε 4 κατηγορίες. Οι δυο πρώτες θέσεις αντιστοιχούν στο δυϊσμό, όπου υπάρχει μια εντελώς αδιαμφισβήτητη άποψη της αλήθειας ως απόλυτης και μοναδικής. Οι επόμενες δυο θέσεις αντιστοιχούν στον πλουραλισμό, όπου υπάρχει το «σωστό», «λάθος» και «δεν ξέρω», ουσιαστικά μια πρώτη αποδοχή της αβεβαιότητας της γνώσης. Οι θέσεις που ακολουθούν τοποθετούνται μέσα στο πλαίσιο του σχετικισμού, όπου το άτομο αποκτά επίγνωση του ότι είναι ένας ενεργός κατασκευαστής νοήματος. Τέλος από τη θέση 6 έως 9 υπάρχουν πολλαπλές «δεσμεύσεις», όπως αναφέρει ο Perry, στο σχετικισμό, μέσα από τις οποίες το άτομο προσδιορίζει τις αξίες και την ταυτότητά του (Moore, 2002).

Την ερευνητική αυτή δουλειά συνέχισαν, μετά τους Belenky, Clinchy, Goldberger & Tarule (1986) και Baxter Magolda (1992), οι King & Kitchener (1994), οι οποίες επικεντρώθηκαν στην νοητική ανάπτυξη δείχνοντας παράλληλα ενδιαφέρον για την ικανότητα των ατόμων να χειρίζονται όχι καλά δομημένα προβλήματα. Στο μοντέλο τους στο οποίο αναφέρονται ως *Reflective-Judgement Model*, τα άτομα περνούν από 7 στάδια πεποιθήσεων για τη γνώση και την πραγματικότητα και κάθε στάδιο σχετίζεται με το είδος τεκμηρίωσης των ισχυρισμών τους. Κάθε στάδιο χαρακτηρίζεται από μια όλο και πιο πολύπλοκη και αποτελεσματική μορφή τεκμηρίωσης. Τρεις είναι οι πιο σημαντικές περιόδους στο μοντέλο τους, η προστοχαστική (στάδια 1-3), η μερικώς στοχαστική (στάδια 4 και 5) και η στοχαστική (στάδια 6 και 7) (King & Kitchener, 2002). Στα αρχικά στάδια, τα άτομα πιστεύουν ότι η γνώση κατακτάται ή μέσω κάποιας αυθεντίας ή μέσω της παρατήρησης. Στην μερικώς στοχαστική περίοδο οι ισχυρισμοί γνώσης εμπεριέχουν στοιχεία αβεβαιότητας, τα οποία τα άτομα αποδίδουν σε ελλιπή πληροφορία ή στις μεθόδους απόκτησης των αποδείξεων. Στην τελευταία περίοδο πια, αναγνωρίζεται η υποκειμενικότητα της

γνώσης και των ισχυρισμών, αλλά αναγνωρίζεται και η ύπαρξη κάποιων καλύτερων ισχυρισμών από κάποιους άλλους.

Στα πλαίσια της παρούσας διατριβής θα επικεντρωθούμε κυρίως στο αναπτυξιακό μοντέλο των Kuhn, Cheney & Weinstock (2000), όπου διακρίνονται τέσσερα επίπεδα εξέλιξης. Ο λόγος που επιλέξαμε το μοντέλο αυτό είναι γιατί γίνεται μια πρώτη σύνδεση με την ανάπτυξη της Θεωρίας των παιδιών για το Νου και διατυπώνεται μια πρώτη θεωρητική υπόθεση για τη σημασία της αρχικής αυτής θεωρίας των παιδιών στην επιστημολογική κατανόηση και στην κατανόηση της ερμηνευτικής διαδικασίας απόκτησης της γνώσης. Ειδικότερα, η Kuhn (2000a) υποστηρίζει ότι προκειμένου το παιδί να αναγνωρίσει την πιθανότητα κάποιος τρίτος να έχει μια λανθασμένη πεποίθηση για μια κατάσταση, πρέπει να έχει μεταβεί από ένα αρχικό επίπεδο πραγματισμού, όπου δεν μπορεί να διακρίνει ανάμεσα στη γνώση και στις πεποιθήσεις, σε μια μορφή βασικού δυϊσμού, όπου αρχίζει να κατανοεί τη σημασία που έχουν στην κατασκευή και ερμηνεία της γνώσης οι πηγές της γνώσης και η τεκμηρίωσή της. Τότε μπορεί να αναγνωρίσει την πιθανότητα ότι οι πεποιθήσεις δυο ατόμων για μια κατάσταση μπορεί να είναι διαφορετικές, αν και η γνώση είναι βέβαιη και απόλυτη ακόμη.

Στο αρχικό λοιπόν επίπεδο του «πραγματισμού», οι ισχυρισμοί των ατόμων αποτελούν αντιγραφή της εξωτερικής πραγματικότητας, αποκλείοντας έτσι την ύπαρξη αντικρουόμενων πεποιθήσεων. Στο επόμενο επίπεδο της απόλυτης επιστημικής σκέψης, η γνώση είναι μια αντικειμενική οντότητα που τοποθετείται στην εξωτερική πραγματικότητα και τη γνωρίζουμε με βεβαιότητα. Η κριτική σκέψη από την πλευρά του παιδιού χρησιμοποιείται ως ένα μέσο για να συγκρίνει τους διαφορετικούς ισχυρισμούς με την πραγματικότητα και να αποφασίσει για το βαθμό αλήθειας τους. Σε αυτό το επίπεδο τα παιδιά αρχίζουν να αναγνωρίζουν και τη λανθασμένη πεποίθηση. Στο τρίτο επίπεδο, το «πλουραλιστικό», γίνεται μια προσπάθεια συντονισμού του υποκειμενικού και του αντικειμενικού στοιχείου της γνώσης και αναγνωρίζεται η ύπαρξη πολλαπλών απόψεων που όλες μπορεί να είναι σωστές. Η γνώση κατασκευάζεται από το άτομο και είναι έμμεσα γνωστή. Στο τελικό επίπεδο, το κριτικό, η γνώση είναι υπό αμφισβήτηση, εξαρτάται από το πλαίσιο και αποτελείται από κρίσεις, οι οποίες αξιολογούνται με τη χρήση αποδείξεων και επιχειρηματολογίας.

Οι Kuhn et al. (2000) μελέτησαν τις μεταβάσεις από το ένα επίπεδο στο άλλο σε σχέση με διάφορα πεδία κρίσεων. Υπέθεσαν ότι ο συντονισμός υποκειμενικής και αντικειμενικής διάστασης της γνώσης μπορεί να επιτυγχάνεται περισσότερο αναφορικά με κάποια είδη κρίσεων, συγκεκριμένα: α) κρίσεις ευχαρίστησης (προσωπικού

γούστου), β) κρίσεις ομορφιάς (αισθητικές κρίσεις), γ) κρίσεις καλού (αξιών) και δ) κρίσεις αλήθειας (για τον κοινωνικό κόσμο και τον φυσικό κόσμο). Για τη μετάβαση από το απόλυτο επίπεδο στο πλουραλιστικό, υποστήριξαν ότι το αναπτυξιακό έργο είναι η αναγνώριση της υποκειμενικής διάστασης της γνώσης, η οποία αποκτάται με τη σειρά που παρουσιάζονται οι κρίσεις παραπάνω. Για τη μετάβαση από το πλουραλιστικό επίπεδο στο κριτικό, το αναπτυξιακό έργο είναι η αναγνώριση και ενσωμάτωση της αντικειμενικής διάστασης της γνώσης, η οποία αποκτάται με την αντίστροφη σειρά, προχωρώντας από το δ προς το α, όπου και η μετάβαση είναι πιθανό να μη γίνει ποτέ.

Σύμφωνα με τη δεύτερη θεωρητική προσέγγιση, οι επιστημικές πεποιθήσεις είναι σχετικά ανεξάρτητες μεταξύ τους, δηλαδή δεν μπορεί να θεωρηθεί ότι αναπτύσσονται ταυτόχρονα (Schommer-Aikins, 2002. Schommer, 1990, 1994). Έτσι σε κάποιο σημείο της ανάπτυξης το άτομο μπορεί να πιστεύει στην πολυπλοκότητα της γνώσης, αλλά ταυτόχρονα να πιστεύει ότι η γνώση δεν αλλάζει. Η Schommer (1990) αναφέρθηκε σε επιστημολογικές πεποιθήσεις και προσπάθησε να τις συσχετίσει με διάφορες πλευρές της μάθησης. Υποστήριξε ότι οι επιστημολογικές πεποιθήσεις αποτελούν ένα σύστημα ανεξάρτητων πεποιθήσεων και υπέθεσε ότι οργανώνονται σε 5 επιμέρους διαστάσεις για τη φύση της γνώσης και της μάθησης: πεποίθηση στην α) αυθεντία που γνωρίζει τα πάντα, β) βέβαιη γνώση, γ) απλή γνώση, δ) γρήγορη μάθηση και ε) καθορισμένη νοητική ικανότητα. Μπορούμε να σκεφτούμε αυτές τις πολλαπλές διαστάσεις είτε μεμονωμένα, είτε σε σύνολο, κάτι που υποδηλώνει ότι οι επιστημολογικές πεποιθήσεις δεν αναπτύσσονται αναγκαστικά σε ορισμένο χρονικό πλαίσιο. Επίσης, μεμονωμένες πεποιθήσεις ή συνδυασμός αυτών των πεποιθήσεων μπορεί να επηρεάσουν τη μάθηση. Για παράδειγμα, οι πεποιθήσεις μας για τη φύση της γνώσης μπορεί να επηρεάσουν τη χρήση στρατηγικών ή την κατανόηση κειμένων (Schommer, 1990). Αν κάποιος δηλαδή πιστεύει στη μεμονωμένη γνώση, η μάθηση για αυτόν θα σχετίζεται με την ικανότητα ανάκλησης γεγονότων και συνεπώς θα επιλέξει αντίστοιχες στρατηγικές. Και άλλοι ερευνητές υιοθετούν τις βασικές παραδοχές της θεωρίας της Schommer και αναφέρονται σε παρόμοιες θεωρητικές κατασκευές, όπως οι επιστημικές πεποιθήσεις (Bendixen, 2002).

Η τρίτη θεωρητική προσέγγιση έχει προταθεί από τους Hammer & Elby (2002), οι οποίοι μιλούν για επιστημικές πηγές που είναι πιο συγκεκριμένου πλαισίου από ότι είναι οι επιστημικές πεποιθήσεις, λιγότερο σταθερές και εγκαθιδρυμένες σε εκπαιδευτικά πλαίσια. Με βάση το πλαίσιο, τα άτομα ενεργοποιούν συγκεκριμένες διαθέσιμες επιστημικές πηγές όταν υπάρξει αυτή η ανάγκη.

Η τέταρτη θεωρητική προσέγγιση υποστηρίζει ότι οι πεποιθήσεις των ατόμων για τη γνώση και το γινώσκειν είναι οργανωμένες σε επιστημικές θεωρίες. Οι θεωρητικές αυτές δομές αποτελούνται από αλληλοσχετιζόμενες πεποιθήσεις που είναι διασυνδεδεμένες και χαρακτηρίζονται από συνοχή (Hofer & Pintrich, 1997. Hofer, 2001). Αυτή η προσέγγιση διατηρεί τον πολυδιάστατο χαρακτήρα του μοντέλου της Schommer που παρουσιάστηκε πριν, αλλά προτείνει μεγαλύτερη ενσωμάτωση των διαφόρων οπτικών και αναφέρεται σε δυο ειδών περιοχές, α) φύση της γνώσης (τι πιστεύει κάποιος ότι είναι η γνώση) που περιλαμβάνει δυο διαστάσεις, τη βεβαιότητα της γνώσης (απόλυτη διάσταση έναντι σχετικιστικής έναντι πλουραλιστικής) και την απλότητα της γνώσης (απλή, συγκεκριμένη γνώση έναντι πολύπλοκης, ενδεχόμενης και εξαρτημένης από το πλαίσιο γνώσης και β) φύση της διαδικασίας του να γνωρίζει κανείς που περιλαμβάνει δυο διαστάσεις, την πηγή της γνώσης (εξωτερικές αυθεντίες έναντι προσωπικής κατασκευής) και την τεκμηρίωση της γνώσης (κριτήρια για τη διατύπωση ισχυρισμών γνώσης, τη χρήση απόδειξης και τη χρήση συλλογισμών) (Pintrich, 2002). Η προσέγγιση της Προσωπικής Επιστημολογίας ως δομής θεωρητικού τύπου (θεωρία-πλαίσιο) υποστηρίζεται και από τη Σταθοπούλου (Stathopoulou & Vosniadou, 2007). Σύμφωνα με αυτή την προσέγγιση, διατηρείται η πολυδιάστατη δομή της Προσωπικής Επιστημολογίας, αλλά οι επιμέρους διαστάσεις της θεωρούνται αλληλένδετες προσδίδοντας της μια πιο σύνθετη και οργανωμένη δομή.

Μια άλλη άποψη με την οποία θα ασχοληθούμε στα πλαίσια της παρούσας εργασίας είναι αυτή των Smith, Maclin, Houghton & Hennessey (2000), όπου επιχειρείται επίσης μια σύνδεση ανάμεσα στη Θεωρία του Νου και την Προσωπική Επιστημολογία. Οι Smith et al. (2000) υποστηρίζουν ότι οι έννοιες είναι οργανωμένες σε διαισθητικές θεωρίες οι οποίες υφίστανται εννοιολογική αλλαγή. Τα παιδιά αναπτύσσουν πρώτα μια γενική θεωρία για το νου μεταξύ 4-6 ετών και στη συνέχεια προχωρούν στην αναδόμηση αυτής της θεωρίας τους βασισμένα στην εμπειρία τους με τη δημιουργία και αξιολόγηση πεποιθήσεων γνώσης και την επίλυση προβλημάτων σε διαφορετικά πεδία γνώσης. Αντιμετωπίζουν δηλαδή την αρχική επιστημική θεωρία των παιδιών ως μια υποθεωρία μέσα στην αρχική Θεωρία του Νου, μια θεωρία που εξελίσσεται κατά τη σχολική ηλικία. Ειδικότερα, οι Carey & Smith (1993) αναφέρθηκαν σε τρεις επιστημολογίες της επιστήμης που διαφέρουν ποιοτικά μεταξύ τους περιλαμβάνοντας διαφορετικές βασικές έννοιες για τη φύση της γνώσης και τη διαδικασία του γινώσκειν. Προκειμένου τα παιδιά να αναπτύξουν μια πιο προχωρημένη επιστημολογία της επιστήμης συντελούνται βασικές εννοιολογικές αλλαγές.

Συγκεκριμένα, σε ένα αρχικό επίπεδο (Επίπεδο 1) οι ιδέες είναι σε συμφωνία με μια επιστημολογία όπου η γνώση θεωρείται αληθής και βέβαιη. Η επιστημονική γνώση αποκτάται μέσα από την παρατήρηση ή μεταδίδεται μέσω της αυθεντίας και ουσιαστικά αποτελεί μια αντιγραφή της εξωτερικής πραγματικότητας. Η διάκριση ανάμεσα στις ιδέες των επιστημόνων και στις δραστηριότητές τους ή ανάμεσα στις ιδέες και στα πειραματικά τους δεδομένα δεν είναι ρητή και τα πειράματα μας παρέχουν συγκεκριμένη πληροφορία για το τι συμβαίνει ή για το αν δουλεύει η διαδικασία κάποιου. Το επίπεδο αυτό θα μπορούσε να συσχετιστεί με το επίπεδο απόλυτης επιστημικής σκέψης στο μοντέλο των Kuhn et al. (2000).

Σε ένα ενδιάμεσο, μεταβατικό επίπεδο (Επίπεδο 2) αρχίζει να συσχετίζεται η επιστήμη με επεξηγηματικούς μηχανισμούς και τα πειράματα να αποτελούν ένα μέσο για έλεγχο υποθέσεων. Οι επιστήμονες θεωρείται ότι προσπαθούν να κατανοήσουν πώς δουλεύουν τα πράγματα ή γιατί συμβαίνουν, κάνουν πειράματα για να ελέγξουν τις ιδέες τους ή τις αναθεωρούν όταν αποδεικνύονται λανθασμένες. Έτσι αρχίζει μια πρώτη διάκριση ανάμεσα στις επιστημονικές ιδέες, στις δραστηριότητες και στα πειραματικά δεδομένα. Παρόλα αυτά θεωρείται ακόμη όμως ότι μπορεί να αποκτηθεί η απόλυτη γνώση.

Στο τελευταίο επίπεδο (Επίπεδο 3) οι ιδέες είναι σε συμφωνία με μια επιστημολογία όπου κανείς κατανοεί την αβέβαιη και τη σχετική με το πλαίσιο φύση της γνώσης. Η επιστημονική γνώση αποτελείται από καλά ελεγμένες θεωρίες για τον κόσμο, οι οποίες είναι χρήσιμες προκειμένου να εξηγηθούν τα γεγονότα και να γίνουν νέες προβλέψεις. Η θεωρία αποτελεί πια ένα συνεκτικό επεξηγηματικό πλαίσιο το οποίο αποτελείται από υποθετικές θεωρητικές οντότητες που χρησιμοποιούνται στην εξήγηση δεδομένων και υπάρχει μια ρητή διάκριση ανάμεσα στις θεωρίες των επιστημόνων και σε πιο συγκεκριμένες υποθέσεις. Τα πειραματικά δεδομένα στηρίζουν ή διαψεύδουν όχι μόνο τις υποθέσεις αλλά και τις θεωρίες, οι οποίες αν και αναθεωρούνται, αντιστέκονται στην αλλαγή και αργούν να εξελιχτούν. Το τελικό αυτό επιστημολογικό επίπεδο θα μπορούσαμε να το προσομοιάσουμε με το κριτικό επίπεδο που συναντάμε στο αναπτυξιακό μοντέλο της Kuhn και των συνεργατών της (Kuhn et al., 2000).

#### Γνώση γενικού πεδίου ή εξειδικευμένη ανά πεδίο;

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον δείχνουν οι ερευνητές σχετικά με το αν η Προσωπική Επιστημολογία είναι εξειδικευμένη ανά πεδίο γνώση ή είναι γενικού πεδίου. Αρχικά στην έρευνα για την Προσωπική Επιστημολογία ενυπήρχε η κρυφή παραδοχή ότι οι



επιστημικές πεποιθήσεις είναι γενικού πεδίου (π.χ. οι μαθητές έχουν τις ίδιες πεποιθήσεις για τη γνώση στη φυσική και στα μαθηματικά). Διάφοροι ερευνητές έχουν βρει εμπειρικά δεδομένα που στηρίζουν αυτή την άποψη (Schommer & Walker, 1995. Schommer-Aikins et al., 2003). Οι περισσότεροι όμως ερευνητές, παρουσιάζουν εμπειρικά δεδομένα που υποστηρίζουν την αντίθετη άποψη, ότι δηλαδή οι επιστημικές πεποιθήσεις είναι εξειδικευμένες ανά πεδίο (Buehl et al., 2002. Stodolsky et al., 1991). Προκειμένου να συγκεράσει αυτές τις δυο προσεγγίσεις, μια τρίτη ομάδα ερευνητών υποστηρίζει ότι οι επιστημικές πεποιθήσεις είναι και γενικού πεδίου κι εξειδικευμένες ανά πεδίο (Buehl & Alexander, 2001. Muis, 2004. Hofer, 2000). Οι ερευνητές αυτοί πρότειναν ότι είναι πιθανό τα άτομα να έχουν γενικές πεποιθήσεις για τη γνώση, αλλά και να διακρίνουν το πώς ποικίλλουν αυτές οι πεποιθήσεις στις διάφορες διαστάσεις τους ανάλογα με συγκεκριμένα πεδία (για μια πιο αναλυτική παρουσίαση βλέπε Muis, Bendixen & Haerle, 2006). Για παράδειγμα, ένας μαθητής μπορεί να έχει μια γενική θεωρία για τη γνώση και ταυτόχρονα συγκεκριμένες θεωρίες για τη γνώση στην επιστήμη σε αντιδιαστολή με τη γνώση στην ιστορία (Hofer, 2004). Ειδικότερα, υποστηρίζεται ότι οι επιστημικές πεποιθήσεις είναι οργανωμένες σε ένα σύστημα πεποιθήσεων, υπάρχουν τόσο σε ένα γενικού πεδίου επίπεδο όσο και σε ένα εξειδικευμένο ανά πεδίο επίπεδο, είναι εγκαθιδρυμένες σε ένα ευρύτερο κοινωνικο-πολιτισμικό πλαίσιο, είναι πολυδιάστατες, αναπτύσσονται με τον καιρό και σε σχέση με την εκπαίδευση και την εμπειρία, και γίνονται πιο εξειδικευμένες κατά την ανάπτυξη (Buehl & Alexander, 2006; Hofer, 2006; Muis et al., 2006).

### *Η Προσωπική Επιστημολογία ως μια μορφή μεταγνώσης*

Διάφοροι ερευνητές αντιλαμβάνονται τη θεωρία μας για τη φύση της γνώσης και τη διαδικασία του γινώσκω ως μια μορφή μεταγνώσης (Hofer, 2004. Kitchener, 1983. Kuhn, 1999, 2000b). Μάλιστα οι Richter & Schmid (2009) κάνουν ένα διαχωρισμό ανάμεσα στη μεταγνώση (ψυχολογική μεταγνώση) ορισμένη παραδοσιακά, η οποία αναφέρεται στους ψυχολογικούς μηχανισμούς που αποτελούν το υπόστρωμα της μνήμης και της μάθησης και στην επιστημολογική μεταγνώση, η οποία αναφέρεται στη φύση της γνώσης και στα κριτήρια που πρέπει να ισχύουν προκειμένου οι πεποιθήσεις να προσδιορίζονται ως γνώση.

Η Kitchener (1983) διαμόρφωσε αρχικά ένα μοντέλο της γνωστικής διαδικασίας τριών επιπέδων, που εξηγεί τον πολύπλοκο έλεγχο κατά την αντιμετώπιση μη καλά δομημένων προβλημάτων, και όπου κάθε επίπεδο αποτελεί τη βάση του επόμενου επιπέδου. Το πρώτο επίπεδο αναφέρεται στη γνώση, το δεύτερο στη μεταγνώση και το

τρίτο στην επιστημική γνώση. Το τρίτο επίπεδο, η «επιστημική γνώση» λειτουργεί σε συνδυασμό με τα άλλα δυο επίπεδα και περιλαμβάνει τον έλεγχο της επιστημικής φύσης της επίλυσης προβλήματος, συμπεριλαμβάνοντας μια επίγνωση των περιορισμών και της βεβαιότητας της γνώσης καθώς και των κριτηρίων που εμπλέκονται στη διαδικασία της γνώσης. Τα άτομα στοχάζονται πάνω στους περιορισμούς της γνώσης, τη βεβαιότητα της γνώσης και τα κριτήρια γνώσης. Οι επιστημικές υποθέσεις επηρεάζουν την κατανόηση των προβλημάτων από τα άτομα καθώς και τις αποφάσεις τους για τις κατάλληλες στρατηγικές που πρέπει να χρησιμοποιήσουν. Ουσιαστικά αυτό το επίπεδο αναφέρεται στη γνώση για τη γνώση, δηλαδή σε μια κατανόηση και επίγνωση της φύσης της γνώσης και των κριτηρίων τεκμηρίωσης της διαδικασίας του γινώσκειν και αποτελεί ένα πιο γενικό και αφηρημένο επίπεδο γνώσης για τη γνώση (Mason, Boldrin & Ariasi, 2010).

Οι Kuhn & Dean (2004) στις μελέτες τους για την ανάπτυξη δεξιοτήτων έρευνας και επιχειρηματολογίας υποστήριξαν ότι αυτές οι δεξιότητες δεν πρέπει να γίνονται κατανοητές μόνο σαν εργαλεία επίδοσης, αλλά είναι πολύ σημαντικό να αναπτυχθεί ένα μετα-επίπεδο που να αντικατοπτρίζει την κατανόηση του πώς, πότε και γιατί να τις χρησιμοποιούμε, και αυτό αποτελεί ένα είδος κριτικής σκέψης. Η Kuhn (2000b) υποστήριξε ότι αν δεχτούμε ότι η επιστημολογική κατανόηση είναι γνώση για τη γνώση, τότε πιθανώς να μπορούσε να συνδεθεί με την έννοια της μεταγνώσης. Στο μοντέλο της πρότεινε ότι η μεταγνώση περιλαμβάνει κάθε γνώση που έχει ως αντικείμενό της τη γνώση και περιλαμβάνει τρία επίπεδα: μεταγνωσιακή γνώση (γνώση δηλωτική, γνώση ως προϊόν), μεταστρατηγική γνώση ( γνώση διαδικαστική, γνώση ως διαδικασία) και επιστημολογική μεταγνώση (γνώση για τη γνώση και το γινώσκειν). Το τελευταίο επίπεδο, η επιστημολογική μεταγνώση, αναφέρεται στο πώς γίνεται η μετάβαση από το να γνωρίζει κανείς απλά ότι κάτι είναι αλήθεια μέχρι να αξιολογεί το αν μπορεί να είναι. Σχετίζεται με την ευρύτερη κατανόηση της γνώσης και του γινώσκειν και αναφέρεται και σε μια γενικότερη, φιλοσοφική οπτική (πώς κάποιος γνωρίζει) και σε μια πιο προσωπική οπτική (πώς γνωρίζω για τη δική μου γνώση).

Η Hofer (2004) επίσης, προσεγγίζει την Προσωπική Επιστημολογία σαν μια μεταγνωσιακή διαδικασία, ως επιστημική μεταγνώση, που ενεργοποιείται κατά τη διαδικασία απόκτησης και κατασκευής γνώσης στην καθημερινή μάθηση, εντός και εκτός σχολείου. Υποστηρίζει ότι αν θεωρήσουμε την Προσωπική Επιστημολογία ως μια μορφή μεταγνώσης, θα μπορούσαμε να δεχτούμε ότι αποτελείται από ένα σύνολο πεποιθήσεων οι οποίες είναι οργανωμένες σε *προσωπικές θεωρίες* που λειτουργούν σε ένα μεταγνωσιακό επίπεδο. Αυτές οι θεωρίες αναπτύσσονται μέσα από την

αλληλεπίδραση με το περιβάλλον, επηρεάζονται από την κουλτούρα και την εκπαίδευση και άλλες μεταβλητές πλαισίου, λειτουργούν και σε γενικό και σε εξειδικευμένο πεδίο, είναι εγκαθιδρυμένες στην πράξη και ενεργοποιούνται μέσα σε πλαίσιο. Ειδικότερα, ενεργοποιούνται όταν συναντάμε νέα πληροφορία στο πλαίσιο της κατασκευής γνώσης, καθώς και σε κάθε κατάσταση όπου αντικρουόμενοι ισχυρισμοί γνώσης απαιτούν την προσοχή μας. Επίσης, αυτές οι θεωρίες για τη γνώση και το γινώσκουν χρησιμεύουν και ως στόχοι, έχοντας δηλαδή μια κινητήρια λειτουργία. Για παράδειγμα, αν κάποιος πιστεύει ότι η γνώση είναι πεπερασμένη, τότε πολλαπλές πηγές πληροφορίας μπορεί να προκαλέσουν σύγχυση, οπότε και η αναζήτηση διαφορετικών απόψεων δεν είναι αναγκαία.

Χτίζοντας πάνω στο θεωρητικό μοντέλο των Pintrich et al. (2000), η Hofer επεκτείνει τη σύλληψη της μεταγνώσης ώστε να περιλαμβάνει όχι μόνο τη «σκέψη για τη σκέψη», αλλά και τη «γνώση για τη γνώση» και προτείνει ένα ευρύτερο μοντέλο, όπου ενσωματώνονται οι τέσσερις διαστάσεις των επιστημικών θεωριών: βεβαιότητα και απλότητα της γνώσης και πηγή και τεκμηρίωση της γνώσης. Οι δυο διαστάσεις σχετικά με τη φύση της γνώσης (βεβαιότητα και απλότητα) ενσωματώνονται στη μεταγνωσιακή γνώση. Οι δυο διαστάσεις σχετικά με τη διαδικασία του γινώσκουν (πηγή και τεκμηρίωση γνώσης) συμπεριλαμβάνονται στις μεταγνωσιακές διαδικασίες τεκμηρίωσης και ελέγχου.

Ειδικότερα, το πρώτο συστατικό του μοντέλου των Pintrich et al, η μεταγνωσιακή γνώση, επεκτείνεται για να συμπεριλάβει τις διαστάσεις βεβαιότητα και απλότητα της γνώσης. Παράλληλα με τη γνώση για τις στρατηγικές, τα έργα και τις πεποιθήσεις, αυτές οι πεποιθήσεις για τη γνώση πιθανόν να αναπτύσσονται σαν φυσικό επακόλουθο. Οι πεποιθήσεις για την απλότητα της γνώσης έχει φανεί να συσχετίζονται με τη χρήση στρατηγικών (Schommer et al. 1992). Επίσης αυτό το συστατικό μπορεί να επεκταθεί και να περιλαμβάνει όχι μόνο τον εαυτό ως μαθητευόμενο και σκεπτόμενο, αλλά και τον εαυτό ως γνώστη. Στο δεύτερο συστατικό μπορούν να τοποθετηθούν οι διαστάσεις για την πηγή και τεκμηρίωση της γνώσης. Το άτομο μπορεί να οδηγηθεί σε ερωτήματα για τις πηγές της γνώσης του, του τύπου «πώς το γνωρίζω αυτό». Καθώς τα άτομα διαβάζουν, ακούν, αποκτούν εμπειρία και μαθαίνουν, αρχίζουν και να ελέγχουν και αξιολογούν τους επιστημικούς ισχυρισμούς, να αξιολογούν τις αποδείξεις, να αξιολογούν τις αυθεντίες, και να επιλύουν αντικρουόμενες πληροφορίες, πλευρές της επιστημικής μεταγνώσης σε αυτό το επίπεδο. Σε κάθε σημείο που οι μαθητές έρχονται αντιμέτωποι με μια αντικρουόμενη πληροφορία σε σχέση με αυτό που γνωρίζουν, ελέγχουν υπό μια μεταγνωσιακή οπτική αυτό που πιστεύουν να είναι αληθές. Με βάση

το επίπεδο του μαθητή, αυτό μπορεί να περιλαμβάνει μια αξιολόγηση των πηγών αυθεντίας, ένα συμβιβασμό της επιδεξιότητας με την προσωπική εμπειρία και μια αξιολόγηση των ισχυρισμών και αναθεώρηση των αποδείξεων. Οι απόλυτες πεποιθήσεις για τη φύση της γνώσης μπορεί να περιορίζουν τη διαδικασία κατασκευής γνώσης. Το τρίτο συστατικό αναφέρεται σε ρυθμιστικές πλευρές του γινώσκουν, όπως ενδιαφέρον, προαίρεση, κίνητρο, ιδιοσυγκρασία, διανοητικά πρότυπα, και πεποιθήσεις που αναδύονται καθώς κάποιος διαμορφώνει μια κατανόηση ενός θέματος, ή καθώς κάποιος μεταγνωσιακά μελετά τη γνώση του και καθορίζει το εάν και το πώς θα προχωρήσει.

Και άλλοι ερευνητές τοποθετούν τις επιστημικές πεποιθήσεις (πεποιθήσεις για τη φύση, την πηγή και την τεκμηρίωση της γνώσης) στο πλαίσιο μιας μεταγνωσιακής αρχιτεκτονικής του νου μας (Mason & Bromme, 2010). Στις πρόσφατες έρευνες, διάφοροι ερευνητές προσπαθούν να συνδέσουν τις πεποιθήσεις αυτές κυρίως με την αυτό-ρύθμιση (Bromme, Piesch & Stahl, 2010. Muis & Franco, 2010).

Οι Mason et al. (Mason, Boldrin & Ariasi, 2010) πρότειναν επίσης, ότι οι επιστημικές πεποιθήσεις λειτουργούν σε ένα μεταγνωσιακό επίπεδο. Επιπρόσθετα, θεώρησαν ότι οι πεποιθήσεις αυτές πιθανό να ενεργοποιούνται μέσα σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο και όχι σε κάποιο άλλο μια και διαφορετικά πλαίσια μπορεί να πυροδοτήσουν διαφορετικές πηγές. Στις έρευνές τους μελέτησαν τις επιστημικές πεποιθήσεις στο πλαίσιο αναζήτησης πληροφοριών στο διαδίκτυο για ένα αντικρουόμενο επιστημονικό θέμα, προκειμένου να μελετήσουν αυτές τις πεποιθήσεις στην πράξη. Η θεώρησή τους αντιμετωπίζει την επιστημική μεταγνώση ως μια εγκαθιδρυμένη αναστοχαστική δραστηριότητα η οποία επηρεάζεται από το έργο και το περιβάλλον μάθησης.

Στο μοντέλο που πρότεινε η Muis (2007) υπάρχουν τέσσερις φάσεις αυτορυθμιζόμενης μάθησης: ο καθορισμός του έργου, ο σχεδιασμός και ο καθορισμός των στόχων, η θέσπιση σχεδίου και η αξιολόγηση. Οι τέσσερις περιοχές αυτορύθμισης περιλαμβάνουν τη νόηση (π.χ. ενεργοποίηση γνώσης, γνώση στρατηγικών), το κίνητρο (αξία του έργου, στόχοι επίτευξης, αποτελεσματικότητα), τη συμπεριφορά (χρόνος, προσπάθεια) και το πλαίσιο (κοινωνικό πλαίσιο, πηγές).

Η Muis (2007) πρότεινε ότι οι επιστημικές πεποιθήσεις ενεργοποιούνται κατά τη φάση καθορισμού του έργου στην αυτό-ρυθμιζόμενη μάθηση. Υποστηρίζει ότι όταν ενεργοποιηθούν τα σχήματα ή οι κόμβοι που σχετίζονται με την εξειδικευμένη ανά πεδίο γνώση ή με τη γνώση του έργου, τότε ενεργοποιούνται και τα σχήματα που σχετίζονται με τις πεποιθήσεις για τη γνώση και το γινώσκουν. Έτσι αυτές οι

πεποιθήσεις επηρεάζουν όλες τις φάσεις της αυτό-ρυθμιζόμενης μάθησης. Όταν ενεργοποιηθούν οι πεποιθήσεις αυτές επηρεάζουν τα κριτήρια που θέτουν τα υποκείμενα κατά τη μάθηση. Οι μαθητές που έχουν κονστρουκτιβιστικές επιστημικές πεποιθήσεις είναι πιο πιθανό να χρησιμοποιήσουν πιο επεξεργασμένου επιπέδου στρατηγικές όπως επεξεργασία και ενσωμάτωση της πληροφορίας κάτι που μπορεί να τους οδηγήσει σε καλύτερη επίδοση. Σε αντίθεση οι μαθητές που έχουν λιγότερο κονστρουκτιβιστικές πεποιθήσεις, εμμένουν κυρίως σε αρχικού επιπέδου στρατηγικές όπως η απομνημόνευση με συνέπεια να επιδεικνύουν χαμηλή επίδοση. Επίσης, οι επιστημικές πεποιθήσεις μεταφράζονται σε επιστημολογικά κριτήρια που υπηρετούν ως εισροές στη μεταγνώση (Hofer, 2004. Muis, 2007). Κατά τη μάθηση, οι μαθητές θέτουν επιστημολογικά κριτήρια που επηρεάζουν το βαθμό εμπλοκής τους στη μεταγνωσιακή διαδικασία. Για παράδειγμα, η πίστη στην αυθεντία και στην απόλυτη και μοναδική αλήθεια, θα οδηγήσει στην αναζήτηση μιας πηγής πληροφορίας και σε χαμηλά επίπεδα μεταγνωσιακού ελέγχου μια και δεν θα υπάρχει η ανάγκη αξιολόγησης της πηγής.

Οι Muis & Franco (2010) μελέτησαν επίσης, το αν οι μαθητές ρυθμίζουν καλύτερα τη νόησή τους και επιτυγχάνουν καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα όταν η επιστημική φύση του πεδίου είναι σύμφωνη με την επιστημική τους προσέγγιση για τη γνώση. Τα αποτελέσματα μελετών τους δείχνουν ότι οι μαθητές που προσέγγιζαν τη γνώση τόσο ορθολογικά, όσο και εμπειρικά, έδειξαν μεγαλύτερο βαθμό αυτό-ρύθμισης σε ένα μάθημα Εκπαιδευτικής Ψυχολογίας (ένα πεδίο τόσο ορθολογικό, όσο και εμπειρικό) από τους μαθητές που είχαν μόνο μια εμπειρική επιστημική προσέγγιση. Ισχυρίζονται ότι οι επιστημικές πεποιθήσεις επηρεάζουν το είδος πληροφορίας που παρακολουθείται και αξιολογείται υπό μια επιστημική έννοια και μέσα σε αυτό το πλαίσιο σχετίζονται με μεταγνωσιακές διαδικασίες και επηρεάζουν τις διαδικασίες μάθησης.

Οι Hofer & Sinatra (2010) αναρωτιούνται σε ποιο βαθμό οι επιστημικές πεποιθήσεις είναι μεταγνωσιακές; Υποστηρίζουν ότι

Αν οι πεποιθήσεις μας λειτουργούν σε ένα μεταγνωσιακό επίπεδο, οι μαθητευόμενοι πρέπει να έχουν είτε επίγνωση των πεποιθήσεών τους για τη φύση, την πηγή, τη δομή και την τεκμηρίωση της γνώσης και/ή να χρησιμοποιούν τις πεποιθήσεις τους για τη φύση, την πηγή, τη δομή και την τεκμηρίωση της γνώσης για να ρυθμίσουν τη νόησή τους» (Hofer & Sinatra, 2010, σελ. 115)

Οι Burr & Hofer (2002) υποθέτουν ότι η επιστημική μεταγνώση αναδύεται μετά την ανάπτυξη της Θεωρίας του Νου, κάπου ανάμεσα στην ηλικία των τεσσάρων και πέντε ετών. Όπως συμβαίνει και με τις μεταγνωσιακές ικανότητες, η επιστημική μεταγνώση αναπτύσσεται κατά τα σχολικά χρόνια, καθώς οι μαθητεύομενοι παρουσιάζουν αυξανόμενα επίπεδα επίγνωσης και ρύθμισης των πεποιθήσεων τους για τη γνώση κατά την επίλυση προβλημάτων, το συλλογισμό, τη λήψη αποφάσεων, τη διατύπωση κρίσεων. Καθώς αυξάνεται η εξειδίκευσή τους σε ένα πεδίο, καθίστανται ικανοί να στοχάζονται πάνω στις πεποιθήσεις τους και σταδιακά ίσως να τις χρησιμοποιούν με ένα πιο αυτοματοποιημένο τρόπο (Hofer & Sinatra, 2010).

### **Θεωρία του Νου, Προσωπική Επιστημολογία και Εννοιολογική αλλαγή στην επιστήμη: Πού συναντιούνται;**

Στην ενότητα αυτή θα προσδιοριστεί εννοιολογικά η σχέση α) ανάμεσα στη Θεωρία των παιδιών για το Νου και την Προσωπική Επιστημολογία και β) η σχέση ανάμεσα στα δυο παραπάνω πεδία με την Εννοιολογική Αλλαγή και την ανάπτυξη της επιστημονικής σκέψης.

#### **Εννοιολογική σύνδεση Προσωπικής Επιστημολογίας και Θεωρίας του Νου.**

Η έρευνα στο πεδίο της Θεωρίας του Νου έχει δείξει ότι από τα πρώτα χρόνια της ζωής τους τα παιδιά έχουν κάνει πολλά σημαντικά επιτεύγματα. Για παράδειγμα, κατανοούν ότι ένα δοσμένο ερέθισμα μπορεί να ερμηνευτεί διαφορετικά από δυο άτομα εάν το δουν από διαφορετικές θέσεις ή εάν έχουν διαφορετικές πληροφορίες για αυτό και ότι διαφορετικές εξηγήσεις μπορεί να επηρεάσουν την ερμηνεία ενός διαφορούμενου γεγονότος (για μια σύντομη συζήτηση δεξ Flavell, 2000). Πολλοί ερευνητές έχουν προτείνει ότι από θεωρητική άποψη αυτά τα πρώτα επιτεύγματα των παιδιών στο πεδίο της Θεωρίας του Νου είναι πιθανό να σχετίζονται με την ανάπτυξη της επιστημικής σκέψης (Chandler, Hallett & Sokol, 2002; Kuhn, 2000b.; Montgomery, 1992; Wellman, 1990). Αν και τα δυο πεδία αποτελούν διακριτούς χώρους έρευνας σε εντελώς διαφορετικές ηλικιακές ομάδες, εντούτοις θέτουν κοινά ερωτήματα σχετικά με την ανάπτυξη μιας θεωρίας για τη φύση της γνώσης και τη διαδικασία του γινώσκειν, στρέφοντας έτσι το ενδιαφέρον των ερευνητών προς τη μελέτη της μεταξύ τους σχέσης (Burr & Hofer, 2002; Fagnant & Crahay, 2011).

Οι Carpendale and Chandler (1998) για παράδειγμα, ισχυρίζονται ότι η κατανόηση της λανθασμένης πεποίθησης αποτελεί ένα πρώτο βήμα προς μια όλο και περισσότερο «ερμηνευτική» άποψη της φύσης του νοητικού μας κόσμου ενισχύοντας

έτσι την πιθανότητα αναπτυξιακής συνέχειας ανάμεσα στη Θεωρία του Νου και την επιστημική σκέψη. Σύμφωνα με τον Flavell (2000)

Υπάρχει κάτι περισσότερο στην αναπτυξιακή πορεία από το ότι τα 4χρονα τείνουν να επιτύχουν στα κλασικά έργα λανθασμένης πεποίθησης και στα έργα γνώσης και ότι τα 3χρονα τείνουν να αποτυγχάνουν σε αυτά. Συνεχίζοντας την ιστορία προς τα εμπρός, πολλά μεγαλύτερα παιδιά και ενήλικες θα προχωρήσουν και σε άλλες ανακαλύψεις: ως παραδείγματα, ότι το μυαλό είναι μια ερμηνευτική και κονστρουκτιβιστική μηχανή, ότι μπορεί να υπάρχουν ανώτερης τάξης καθώς και πρώτης τάξης πεποιθήσεις (π.χ., «αυτός σκέφτεται ότι αυτή σκέφτεται.»), καθώς και ότι ο επιστημονικός και οι άλλες προηγμένες μορφές συλλογισμού και η απόκτηση γνώσης διέπονται από ειδικούς κανόνες» (Flavell, 2000, σελ.284-285).

Ο Flavell (2000) υποστηρίζει την ύπαρξη μιας αναπτυξιακής τάσης στη μετάβαση από την απλή γνώση για τον κόσμο σε ένα μεταγνωσιακό αναστοχασμό στους ισχυρισμούς τους δικούς μας και των άλλων. Αρχικά φαίνεται να υπερισχύει η αντικειμενική διάσταση της γνώσης (η γνώση είναι μια αντικειμενική οντότητα που τοποθετείται στην εξωτερική πραγματικότητα και τη γνωρίζουμε με βεβαιότητα), σε ένα μεταβατικό στάδιο υπερισχύει η υποκειμενική διάσταση της γνώσης (η πηγή της γνώσης τοποθετείται στο υποκείμενο που μαθαίνει) και μόνο αργότερα υπάρχει ο συντονισμός και των δυο.

Οι Kuhn, Cheney & Weinstock, (2000) ισχυρίζονται επίσης ότι η αναπτυξιακή προέλευση της επιστημικής κατανόησης (που θεωρείται ως ο συντονισμός της υποκειμενικής και αντικειμενικής διάστασης της γνώσης) «εντοπίζεται στα αρχικά επιτεύγματα της πρώτης παιδικής ηλικίας τα οποία επισημαίνονται από τους ερευνητές της Θεωρίας του Νου» ((Kuhn et al., 2000, σελ.312) υποδηλώνοντας μια πρώτη θεωρητική σύνδεση ανάμεσα στη Θεωρία του Νου και στην επιστημική σκέψη. Υποστηρίζουν ότι και στα δυο πεδία αυτό που πρέπει να αναπτυχθεί είναι η ικανότητα κατανόησης της πολυπλοκότητας που αναπτύσσεται ανάμεσα στην αλληλεπίδραση του εξωτερικού κόσμου (της αντικειμενικής πραγματικότητας) και του εσωτερικού κόσμου του ατόμων που γνωρίζουν καθώς και η κατανόηση των τρόπων με τους οποίους οι δυο κόσμοι συντελούν στη δημιουργία της γνώσης.

Οι Smith et al. (2000) μοιράζονται την ίδια άποψη και ισχυρίζονται ότι τα παιδιά αναπτύσσουν τις απόψεις τους για τη γνώση στο πλαίσιο των πεποιθήσεών τους για το νου ανάμεσα στα 4 και 6 έτη και αναδομούν αυτή τη θεωρία καθώς αποκτούν εμπειρία με διαφορετικούς ισχυρισμούς γνώσης. Τοποθετούν δηλαδή την αρχική επιστημική θεωρία των παιδιών ως μια υπο-θεωρία της αρχικής θεωρίας των παιδιών

για το νου η οποία συνεχίζει να αναπτύσσεται κατά τη σχολική ηλικία (δες επίσης Montgomery, 1992; Wellman, 1990). Έτσι ενώ σε ένα αρχικό επίπεδο τα παιδιά θεωρούν ότι δεν υπάρχει διαφορά ανάμεσα στην εμφάνιση και την πραγματικότητα, προχωρούν στην αναδόμηση της αρχικής τους αυτής επιστημολογίας και μεταβαίνουν σε μια πιο «εκλεπτυσμένη» επιστημολογία όπου κατανοούν ότι αυτό που φαίνεται αληθινό μπορεί να ερμηνευτεί με διαφορετικούς τρόπους από διαφορετικούς ανθρώπους ή να εξαρτάται από την οπτική του κάθε ατόμου.

Συμφωνούμε με το γεγονός ότι υπάρχουν βασίμα θεωρητικά επιχειρήματα για να υποστηριχθεί η άποψη ότι υπάρχει πιθανή σχέση μεταξύ της αναπτυσσόμενης Θεωρίας του Νου των παιδιών και της επακόλουθης επιστημικής σκέψης. Η αναπτυσσόμενη ικανότητα Θεωρίας του Νου μπορεί να σχετίζεται με την κατανόηση από τα παιδιά ότι οι πεποιθήσεις μας για τον κόσμο αποτελούν προϊόντα του μυαλού μας και όχι μια απλή περιγραφή της πραγματικότητας. Περαιτέρω, θα θέλαμε να αναπτύξουμε αυτό το επιχείρημα ένα βήμα παραπέρα και να υποστηρίξουμε ότι η Θεωρία του Νου μαζί με την αναπτυσσόμενη Προσωπική Επιστημολογία των παιδιών είναι πιθανό να σχετίζονται με τη μάθηση της επιστήμης. Στην επόμενη ενότητα θα παρουσιαστεί ένα επιχείρημα που ελπίζουμε ότι διευκρινίζει το είδος της εννοιολογικής σύνδεσης που θεωρούμε ότι υπάρχει ανάμεσα στη Θεωρία του Νου, στην Προσωπική Επιστημολογία και στη μάθηση στην επιστήμη.

#### *Εννοιολογική σύνδεση Προσωπικής Επιστημολογίας, Θεωρίας του Νου και Εννοιολογικής αλλαγής στην επιστήμη.*

Στην προηγούμενη ενότητα προσδιορίστηκε εννοιολογικά η σχέση ανάμεσα στην Προσωπική Επιστημολογία και τη Θεωρία του Νου κυρίως με βάση τα εμπειρικά δεδομένα από το αναπτυξιακό ταξίδι. Σε αυτή την ενότητα θα προσπαθήσουμε να προσδιορίσουμε εννοιολογικά τη σχέση ανάμεσα στα δυο παραπάνω πεδία με την ανάπτυξη της Επιστημονικής σκέψης και την Εννοιολογική αλλαγή.

Οι Kuhn and Lao (1998) υποστηρίζουν ότι μια σημαντική στρατηγική για την κατανόηση πολύπλοκων διαδικασιών (όπως στο χώρο της εννοιολογικής αλλαγής) είναι η εξέταση πιο απλών μορφών τους. Θεωρούν ότι η μελέτη της αλλαγής πεποίθησης (χώρος Θεωρίας του Νου) θα μπορούσε να είναι ένα μονοπάτι για την κατανόηση πιο πολύπλοκων μορφών της μια και στις δυο περιπτώσεις κοινά ερωτήματα αποτελούν για παράδειγμα το πώς τα νέα δεδομένα επηρεάζουν τις υπάρχουσες θεωρίες ή πώς η νέα πληροφορία επηρεάζει τις υπάρχουσες πεποιθήσεις. Και στις δυο περιπτώσεις αναφερόμαστε σε αλλαγές στη σκέψη, όμως μια σημαντική διαφορά αποτελεί το ότι οι



ερευνητές της εννοιολογικής αλλαγής ασχολούνται με ένα σύστημα περισσότερο αλληλοεξαρτώμενων πεποιθήσεων και εξαρτημένων από τη γνώση. Οι περιορισμοί που θέτονται στο χώρο της Θεωρίας του Νου είναι αυτοί της διπλής κωδικοποίησης και της διπλής αναπαράστασης για μια ίδια κατάσταση στον κόσμο. Στο χώρο της μάθησης στην επιστήμη όμως ο περιορισμός της διπλής εξήγησης (διαισθητική εξήγηση έναντι επιστημονικής) είναι πολύπλοκότερος. Σε αυτή την περίπτωση έχουμε μια αφηρημένη, πολύπλοκη και καλά δομημένη γνώση του κόσμου έναντι της συγκεκριμένης, περιορισμένης και συγκεκριμένης πληροφορίας που μας παρέχεται από τις αισθήσεις. Πιθανώς η ύπαρξη γνωστικών περιορισμών ως προς τη διπλή κωδικοποίηση να συμβάλλει στην τάση των μικρών παιδιών να μην αναζητούν εναλλακτικές προοπτικές ή να μην λαμβάνουν υπόψη τους τις πιθανές ερμηνείες που μπορεί να έχει μια διαφορούμενη επιφανειακή δομή (Taylor, 1988). Στο χώρο της επιστήμης όμως αυτό το έργο είναι ακόμη πιο δύσκολο, γιατί η βάση των διαφορών ανάμεσα στις εναλλακτικές αναπαραστάσεις είναι λιγότερο εμφανής και πιο δυσδιάκριτη.

Η κατανόηση ότι οι πεποιθήσεις μας αποτελούν το προϊόν της ανθρώπινης γνώσης που επιτυγχάνεται στα πεδία της Θεωρίας του Νου και της Προσωπικής Επιστημολογίας φαίνεται να αποτελεί τη βάση για την επιστημονική σκέψη που αναπτύσσεται αργότερα (Kuhn, 2000a; Kuhn & Pearsall, 2000). Σύμφωνα με την Kuhn (2000a)

Η κατανόηση της γνώσης ως προϊόν της ανθρώπινης σκέψης αποτελεί ένα σημαντικό πρώτο βήμα στην ανάπτυξη της επιστημολογικής σκέψης το οποίο είναι μεταγνωσιακό υπό την έννοια ότι συγκροτεί μια αρχική θεωρία του πώς τα πράγματα είναι γνωστά και σταδιακά επηρεάζει τη σκέψη ανωτέρου επιπέδου (Kuhn, 2000a, σελ. 178).

Παρομοίως, οι Hofer & Pintrich (1997) υποστηρίζουν ότι

Αν ένα άτομο κάνει μια οντολογική δέσμευση σε μια συγκεκριμένη θέση όσον αφορά στη βεβαιότητα της γνώσης (δηλαδή απόλυτη έναντι σχετικιστικής), τότε θα αντιληφθεί και θα σκεφτεί για την εμπειρία του με ένα συγκεκριμένο τρόπο. Αυτό ενισχύει την ιδέα ότι οι επιστημολογικές πεποιθήσεις των ατόμων μπορούν να λειτουργήσουν ως θεωρία, η οποία μπορεί να καθοδηγήσει τη μετέπειτα σκέψη τους όπως και σε άλλες διαδικασίες που καθοδηγούνται από τις θεωρίες (π.χ. η επιστημονική σκέψη ως καθοδηγούμενη από τη θεωρία) (Hofer & Pintrich 1997, σελ. 118).

Ένα σημαντικό επίτευγμα που συντελείται αρχικά στο πεδίο της Θεωρίας του Νου και μπορεί να σχετίζεται με την ανάπτυξη της επιστημονικής σκέψης είναι η επίγνωση από τα παιδιά ότι οι άνθρωποι μπορούν να εκτεθούν σε διάφορες πηγές

πληροφορίας και επομένως μπορεί να πιστεύουν διαφορετικά πράγματα για το ίδιο γεγονός στον κόσμο. Αυτή η επίγνωση μπορεί με τη σειρά της να βοηθήσει τα παιδιά να αναγνωρίσουν ότι κάθε ένας από εμάς μπορεί να ερμηνεύει κάθε δεδομένη κατάσταση με διαφορετικό τρόπο. Αυτό αποτελεί και ένα πρώτο βήμα για την αναγνώριση των εμπειρικών δεδομένων ως κάτι διακριτό από τη θεωρία, μια κατανόηση που είναι επίσης στο κέντρο της επιστημονικής σκέψης (Kuhn, 1999; 2000a).

Ίδωμένη μέσα σε αυτό το πλαίσιο, η επιστημική σκέψη μπορεί να συσχετιστεί με την επιστημονική σκέψη και με την ικανότητα να διατυπώνει κανείς λογικές κρίσεις, γιατί εμπεριέχει τόσο τη διαμόρφωση θεωρίας όσο και διερεύνηση των εμπειρικών δεδομένων. Έρευνες έχουν δείξει ότι τα μικρά παιδιά δυσκολεύονται να τεκμηριώσουν απλούς ισχυρισμούς γνώσης και αποτυγχάνουν να διακρίνουν ανάμεσα σε μια θεωρητική εξήγηση και σε εμπειρικά ευρήματα όταν τους ζητείται (Kuhn, 2001). Οι Kuhn & Pearsall (1998; 2000) σε έρευνά τους έδειξαν σε παιδιά ηλικίας 4 και 6 ετών ακολουθίες εικόνων που παρουσίαζαν μια ιστορία για διαφορετικά γεγονότα. Σε μια ακολουθία τα παιδιά έβλεπαν δυο δρομείς να ανταγωνίζονται σε μια κούρσα. Οι πρώτες εικόνες στην ακολουθία παρείχαν συγκεκριμένες θεωρητικές ενδείξεις υπονοώντας ότι ο ένας από τους δυο ήταν πιο πιθανό να κερδίσει (π.χ. ο ένας είχε πιο ωραία αθλητικά παπούτσια. Η τελευταία εικόνα παρείχε εμπειρικές ενδείξεις του αποτελέσματος (π.χ. ο νικητής κρατούσε ένα τρόπαιο). Ζητούνταν από τα παιδιά να πουν τι συνέβη και να τεκμηριώσουν τις απαντήσεις τους. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα μικρότερα παιδιά κάτω από την ηλικία των 6 ετών απαντούσαν στην ερώτηση «Πώς το ξέρεις;» όχι κάνοντας αναφορά στις εμπειρικές ενδείξεις αλλά στους θεωρητικούς ισχυρισμούς. Αυτή η σύγχυση ανάμεσα στη θεωρία και την απόδειξη τείνει να μειωθεί γύρω στην ηλικία των 6 ετών αλλά μόνο σε συγκεκριμένα πλαίσια και εξακολουθεί ακόμη να υπάρχει αν και πιο περιορισμένα (Kuhn, 1999).

Σε έρευνα των Kuhn & Felton (2000), φάνηκε ότι η αξιολόγηση των εμπειρικών δεδομένων προκειμένου να θεωρηθεί καλύτερος ένας ισχυρισμός από κάποιον άλλο αναπτύσσεται ηλικιακά. Σε μαθητές του γυμνασίου, σε φοιτητές κολλεγίου και σε απόφοιτους παρουσιάστηκαν δυο επιχειρήματα και ζητήθηκε να αποφασιστεί ποιο επιχειρήμα ήταν πιο ισχυρό. Το ένα επιχειρήμα παρείχε μια θεωρητική εξήγηση και το άλλο επιχειρήμα παρείχε μια εμπειρική απόδειξη ότι ο ισχυρισμός ήταν πιθανός. Τα υποκείμενα ρωτήθηκαν επίσης για τους λόγους που έκαναν την επιλογή τους, για τη δύναμη του επιχειρήματος που επέλεξαν και την αδυναμία του άλλου. Αν και οι απόφοιτοι έδειξαν μια καλύτερη επίδοση, ελάχιστοι από τους υπόλοιπους

συμμετέχοντες έδειξαν κατανόηση της επιστημικής δύναμης και αδυναμίας κάθε είδους επιχειρήματος, χαρακτηριστικά που αποδίδονται στη μορφή του επιχειρήματος, παρά στο περιεχόμενό του. Αυτό που έκαναν οι περισσότεροι συμμετέχοντες ήταν να θέσουν μη-επιστημικά κριτήρια για τις επιλογές και τις τεκμηριώσεις τους. Έτσι πιο συχνά αναφερόντουσαν στην ορθότητα/αλήθεια ενός ισχυρισμού παρά στην ποιότητα του επιχειρήματος που υποστήριζε τον ισχυρισμό. Ήταν πιο εύκολο λοιπόν για αυτούς να σκεφτούν για το περιεχόμενο και τη σημασία του επιχειρήματος, παρά για τα τυπικά του χαρακτηριστικά (Goldstein, Crowell & Kuhn, 2009). Φαίνεται ότι αυτές οι δυσκολίες θυμίζουν τη σύγχυση θεωρητικών ισχυρισμών και εμπειρικών δεδομένων για πιο πολύπλοκους αιτιακούς ισχυρισμούς γνώσης που αντιμετωπίζουν τα μεγαλύτερα παιδιά και οι ενήλικες (Kuhn, 2001).

Όταν τα παιδιά αρχίζουν να κατανοούν ότι οι ισχυρισμοί μας για τον κόσμο δεν συνδέονται απαραίτητα αιτιακά με τον κόσμο, αλλά αντίθετα, οι πεποιθήσεις μας εξαρτώνται κάθε φορά από την τρέχουσα γνώση μας και τις πηγές της γνώσης μας κατανοούν ότι το η συμπεριφορά μας βασίζεται στις νοητικές μας καταστάσεις. Η κατανόηση αυτή παρουσιάζει σημάδια αλλαγής θεωρίας και προϋποθέτει τόσο την αναγνώριση της αλλαγής των αναπαραστάσεών μας, όσο και το μεταγνωσιακό στοχασμό πάνω σε προηγούμενες πεποιθήσεις δικές μας και των άλλων. Αυτές οι μεταγνωσιακές κατακτήσεις αποτελούν τα θεμέλια της επιστημονικής σκέψης που αναπτύσσεται σταδιακά και βοηθούν τα παιδιά να στραφούν σε ένα συντονισμό θεωρίας και αποδείξεων και να διακρίνουν ανάμεσα σε αυτές τις δυο οντότητες. Αυτή η διαδικασία αποτελεί και την ουσία της επιστημονικής σκέψης (Kuhn, 2001).

Η ίδια κατανόηση είναι επίσης σημαντική για τη διαδικασία μάθησης στις φυσικές επιστήμες. Αρχικά, τα παιδιά κατασκευάζουν φαινομενικές αναπαραστάσεις όπου υπάρχει μια προς μία αντιστοιχία ανάμεσα στην αναπαράσταση και στην πραγματική κατάσταση του κόσμου που αναπαρίσταται. Όπως έχουν δείξει οι προηγούμενες έρευνές μας τα παιδιά δυσκολεύονται να θεωρήσουν αυτές τις αναπαραστάσεις ως υποθέσεις που μπορεί και να διαψευστούν.

Η μετάβαση από αυτές τις αρχικές αναπαραστάσεις που βασίζονται στην παρατήρηση του κόσμου σε δευτερογενείς, εννοιολογικές αναπαραστάσεις δεν είναι απλή και απαιτεί από το άτομο να χειρίζεται μεταγνωσιακά τη γνώση του και τις αναπαραστάσεις του για τον κόσμο. Για παράδειγμα, όπως έχει ήδη αναφερθεί, για να κατανοήσει το παιδί τη διαφορά ανάμεσα σε μια φαινομενική και επιστημονική αναπαράσταση στο πεδίο της παρατηρησιακής αστρονομίας, πρέπει να είναι ικανό να

σχηματίζει και τις δυο αναπαραστάσεις, να τις διατηρεί στο νου του, να τις συγκρίνει και να τις χρησιμοποιεί συνειδητά σε διαφορετικές καταστάσεις.

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει και στην πρώτη ενότητα της διατριβής αυτής, η έρευνα της Karmiloff-Smith (1979; 1992) στην ανάπτυξη της γλωσσικής και μετα-γλωσσικής γνώσης έχει οδηγήσει σε παρόμοιους ισχυρισμούς. Σύμφωνα με το μοντέλο της (1992) προκειμένου το παιδί να κατανοήσει τις διαφορετικές ερμηνείες ενός φαινομένου πρέπει οι αρχικές του αναπαραστάσεις να αναθεωρηθούν μέσα από μια συνεχή, εσωτερική διαδικασία «αναπαραστασιακής αναπεριγραφής» μέσω της οποίας η υπονοούμενη πληροφορία στο νου γίνεται ρητή γνώση που αξιολογείται από το άτομο. Μόνο τότε το παιδί είναι ικανό να παράγει πολλαπλές αναπαραστάσεις μιας ίδιας κατάστασης σε διαφορετικά επίπεδα σαφήνειας και λεπτομέρειας. Στην αντίθετη περίπτωση τα παιδιά δεν μπορούν να αναγνωρίσουν ότι η ίδια κατάσταση μπορεί να λάβει διαφορετικές ερμηνείες.

Όταν αυτή η διαδικασία αναπεριγραφής έχει ολοκληρωθεί και η ρητή αναπαράσταση μπορεί να αποτελέσει αντικείμενο χειρισμού, το παιδί μπορεί να εισάγει αλλαγές και «παραβιάσεις» στις περιγραφές του κόσμου οι οποίες καθοδηγούνται από τα δεδομένα. Έτσι το άτομο μπορεί να κατανοήσει ότι μπορεί να έχουμε διαφορετικές πεποιθήσεις για τον κόσμο και ότι διαφορετικοί άνθρωποι μπορεί επίσης να έχουν διαφορετικές πεποιθήσεις για τον κόσμο, οι οποίες μπορεί να είναι λανθασμένες και να αναθεωρηθούν, ενώ ο κόσμος μας παραμένει σταθερός (Mitchell & Lacohee, 1991; Perner, 1991).

Όπως έχει δείξει η έρευνα της Karmiloff-Smith για τη γλωσσική ανάπτυξη και τα αποτελέσματα των ερευνών μας για το φυσικό κόσμο που έχουμε ήδη παρουσιάσει στην πρώτη ενότητα της διατριβής, το πρόβλημα που αντιμετωπίζουν τα παιδιά σχετίζεται με το χειρισμό διπλών αναπαραστάσεων κάποιας μορφής καθώς και με την αναστολή της συμβατικής μιας προς μια αντιστοιχίας ανάμεσα στην αναπαράσταση και τον κόσμο. Σε αυτή την περίπτωση, τα παιδιά πρέπει να κατανοήσουν ότι μπορούν να διαμορφώσουν διαφορετικές αναπαραστάσεις μιας ίδιας κατάστασης σε διαφορετικά επίπεδα λεπτομέρειας ή να διαμορφώσουν διαφορετικές οπτικές. Πρέπει επίσης να κατανοήσουν ότι αυτές οι αναπαραστάσεις δεν είναι ανεξάρτητες, αλλά συνδέονται μεταξύ τους γιατί αναφέρονται σε μια ίδια κατάσταση αν και με έναν διαφορετικό τρόπο, αλλιώς κινδυνεύουν να έχουν μια μόνο εμπειρία ως πλαίσιο κατανόησης του κόσμου μας (Kuhn, 2006).

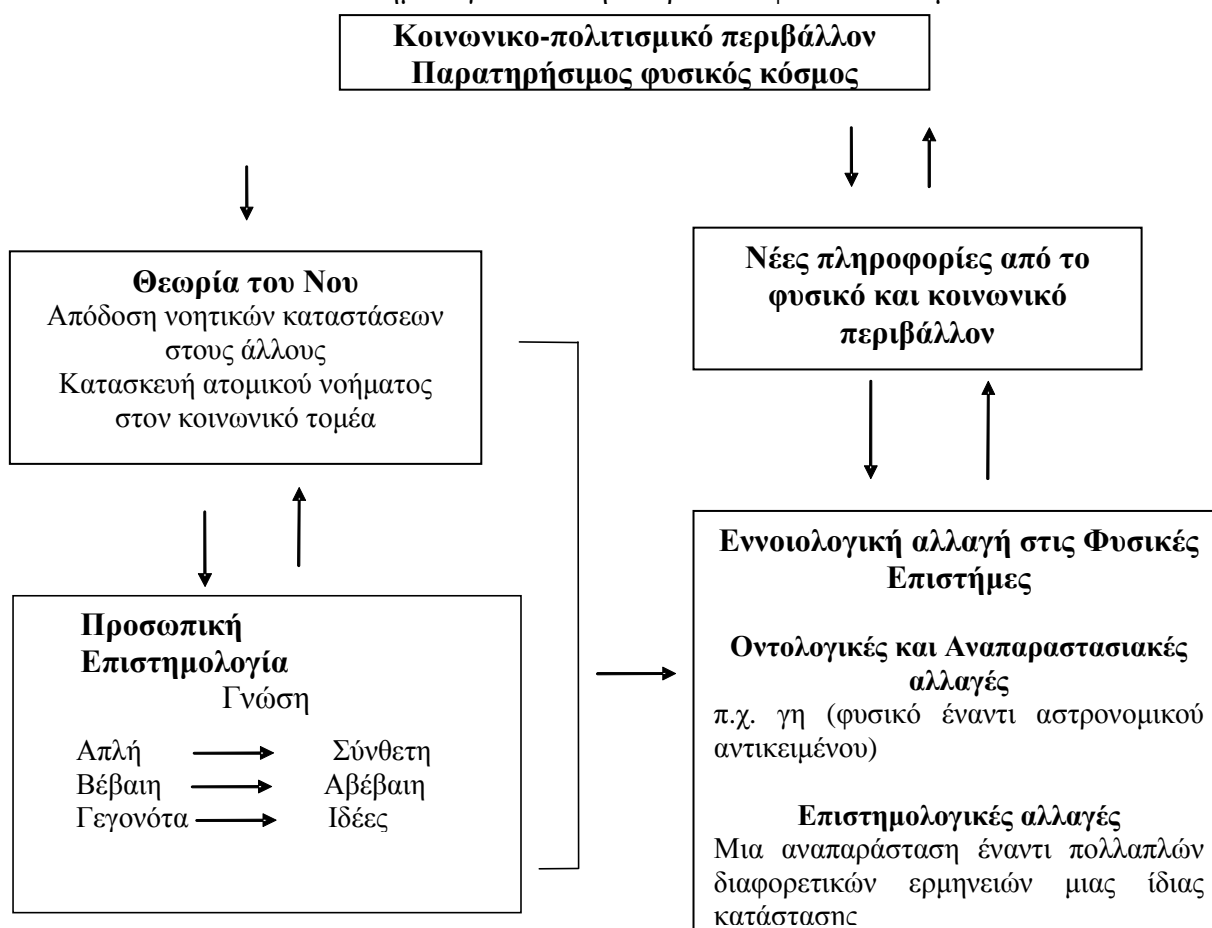
Το ενδιαφέρον ερώτημα που προκύπτει είναι πώς αυτή η ικανότητα αναγνώρισης συγκεκριμένων αμφισημιών στον φυσικό κόσμο και η κατανόηση ότι οι

πεποιθήσεις μας δεν συνδέονται πάντα αιτιακά με την πραγματικότητα σχετίζεται με την ανάπτυξη της ικανότητας να σκεφτόμαστε για τον νοητικό κόσμο (Θεωρία του Νου) και με τις πεποιθήσεις μας για τη φύση της γνώσης και τη διαδικασία του γινώσκειν (Προσωπική Επιστημολογία). Στη συνέχεια θα παρουσιαστεί το προτεινόμενο μοντέλο που πιστεύουμε ότι εξηγεί τη πιθανή θεωρητική σχέση ανάμεσα στην ικανότητα Θεωρίας του Νου, στην επιστημική σκέψη και στην επιστημονική σκέψη και θα αναπτυχθούν οι πιο συγκεκριμένες υποθέσεις μας.

### Προτεινόμενο θεωρητικό μοντέλο και υποθέσεις

Στο Γράφημα 1 που ακολουθεί περιγράφεται η υποθετική φύση της σχέσης ανάμεσα στα τρία πεδία. Αρχικά υποθέτουμε ότι και τα τρία πεδία (Θεωρία του Νου, Προσωπική Επιστημολογία και Θεωρία του Φυσικού Κόσμου) εμπλέκονται σε μια συνεχή και αμφίδρομη αναθεώρηση της διαδικασίας ερμηνείας και επικύρωσης της γνώσης. Τα παιδιά μεταβαίνουν από τις αρχικές τους αναπαραστάσεις, οι οποίες βασίζονται στην άμεση παρατήρηση του φυσικού και κοινωνικού περιβάλλοντος στο πλαίσιο της πολιτισμικής τους κουλτούρας, στην επίγνωση ότι μπορεί να έχουμε διαφορετικές αναπαραστάσεις για μια ίδια κατάσταση στον κόσμο και αντιμετωπίζουν αυτές τις αναπαραστάσεις ως θεωρητικές οντότητες που μπορεί να αναθεωρηθούν, και αντιστρόφως.

Γράφημα 1: Υποθετική σχέση ανάμεσα στη Θεωρία του Νου, στην Προσωπική Επιστημολογία και στη θεωρία του φυσικού κόσμου.



Υποθέτουμε ότι η ανάπτυξη της επίγνωσης ότι οι πεποιθήσεις μας είναι αναπαραστάσεις του κόσμου και ότι ενεργούμε στη βάση αυτών των αναπαραστάσεων (Θεωρία του Νου) μπορεί να προηγείται της ανάπτυξης μιας πιο γενικής Προσωπικής Επιστημολογίας. Εντούτοις, οι σχέσεις εδώ είναι περισσότερο διπλής κατεύθυνσης παρά μονής κατεύθυνσης. Μάλιστα, είναι πιθανό μετέπειτα επιτεύγματα στο πεδίο της Προσωπικής Επιστημολογίας να επηρεάζουν την απόκτηση πιο ώριμων μορφών Θεωρίας του Νου και το αντίστροφο.

Η κατανόηση ότι μια ίδια κατάσταση στον κόσμο μπορεί να ερμηνευτεί με διαφορετικούς τρόπους και ότι διαφορετικοί ισχυρισμοί γνώσης είναι πιθανό να αναδυθούν μέσω της έκθεσης σε διαφορετικές πλευρές της γνώσης είναι τα πρώτα βήματα προς τη θεώρηση της γνώσης ως μια ατομική κατασκευή. Αυτές οι ικανότητες θεωρείται ότι συμβάλλουν θετικά στην ανάπτυξη του συντονισμού ανάμεσα σε υποκειμενικές και αντικειμενικές διαστάσεις της γνώσης και στην ακόλουθη αναγνώριση της αβέβαιης και κατασκευαστικής φύσης της (Προσωπική Επιστημολογία).

Η πρώτη υπόθεση είναι ότι υπάρχει υψηλή συσχέτιση ανάμεσα στην ικανότητα των παιδιών να αποδίδουν νοητικές καταστάσεις (Θεωρία του Νου), τις επιστημικές τους πεποιθήσεις για τη φύση της γνώσης και της διαδικασία του γινώσκειν (Προσωπική Επιστημολογία) και τη Θεωρία τους για το Φυσικό Κόσμο, γιατί σε όλες τις περιπτώσεις υποθέτουμε ότι υπάρχει μια κοινή δομή όσον αφορά στην κατανόηση της κατασκευαστικής φύσης της γνώσης.

Η δεύτερη υπόθεση είναι ότι υπάρχει ένα αναπτυξιακό μονοπάτι με την κατεύθυνση Θεωρία του Νου → Προσωπική Επιστημολογία → Θεωρία του Φυσικού Κόσμου. Εάν η υπόθεση ότι η επιστημική σκέψη έχει την αφετηρία της στην αρχική θεωρία των παιδιών για το νου είναι σωστή, τότε οι βασικές κατακτήσεις στη Θεωρία του Νου θα πρέπει να επηρεάζουν σημαντικά και την αναπτυσσόμενη επιστημική σκέψη. Επιπλέον, ισχυριζόμαστε ότι η ανάπτυξη της επίγνωσης ότι μπορούμε να έχουμε πολλαπλές ερμηνείες μιας ίδιας κατάστασης θα συνεισφέρει σημαντικά στην αναγνώριση των διαφορετικών πλευρών της πραγματικότητας και στην καλύτερη κατανόηση των φυσικών φαινομένων σε περιπτώσεις όπου το παιδί πρέπει να σκεφτεί πάνω σε αντιφατικά μοντέλα του φυσικού κόσμου (εννοιολογική αλλαγή).

Πιο συγκεκριμένα, υποθέτουμε μια σταδιακή ανάπτυξη όπου η αρχική αναγνώριση ότι η γνώση κατασκευάζεται και είναι αβέβαιη που συντελείται στο πεδίο της Θεωρίας του Νου θα συνεισφέρει σημαντικά στην ανάπτυξη της επιστημικής σκέψης και συνακόλουθα μπορεί να διευκολύνει τη μάθηση στην επιστήμη.

### Οι παρούσες έρευνες

Για να ελεγχθούν οι θεωρητικές μας υποθέσεις διεξήχθησαν τρεις εμπειρικές μελέτες με μαθητές του δημοτικού σχολείου. Οι βασικοί στόχοι των ερευνών που θα παρουσιαστούν στην παρούσα ενότητα είναι: α) η μελέτη της ανάπτυξης της ικανότητας των παιδιών να αποδίδουν πεποιθήσεις στον εαυτό τους και τους άλλους (Θεωρία του Νου), των επιστημικών τους πεποιθήσεων για τη φύση της γνώσης και τη διαδικασία του γινώσκειν (Προσωπική Επιστημολογία) και της επιστημονικής τους σκέψης (Θεωρία του Φυσικού Κόσμου) β) η διερεύνηση της σχέσης ανάμεσα στα τρία παραπάνω πεδία και γ) η διερεύνηση της σχέσης αυτής αναπτυξιακά.

Στον ελληνικό χώρο έχουν διεξαχθεί αρκετές έρευνες που μελετούν την ικανότητα Θεωρίας του Νου των παιδιών (Καραδημούλα, 2010. Makris & Pnevmatikos, 2007. Maridaki-Kassotaki & Antonopoulou, 2011. Misailidi, 2006. Μισαηλίδη & Μπονώτη, 2005. Misailidi & Bonoti, 2008), τις επιστημικές πεποιθήσεις τους (Μεταλλίδου και Ματσάγγου, 2009. Πολυχρόνη, 2009. Stathopoulou & Vosniadou, 2007) και την εννοιολογική αλλαγή σε διάφορα πεδία όπως στις Φυσικές Επιστήμες και τα Μαθηματικά (Βοσνιάδου, 2003. Christou & Vosniadou, 2005. Vamvakoussi & Vosniadou, 2004. Vosniadou & Brewer, 1992. Vosniadou, S., Skopeliti, I., & Ikospentaki, 2004. Vosniadou, S. & Skopeliti, I., 2005). Εντούτοις δεν έχουν διεξαχθεί εμπειρικές μελέτες που να διερευνούν άμεσα τη σχέση ανάμεσα στα τρία αυτά πεδία. Οι παρούσες έρευνες στοχεύουν να μελετήσουν εμπειρικά τη σχέση αυτών των τριών θεωρητικών κατασκευών και να αναδείξουν τυχόν κοινές δομές τους.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί διάφοροι ερευνητές διατυπώνουν τη θεωρητική υπόθεση ότι η Θεωρία του Νου αποτελεί την απαρχή της επιστημικής σκέψης και είναι προαπαιτούμενο των επιστημικών ικανοτήτων που εμφανίζονται αργότερα στην ανάπτυξη (Chandler, Hallett & Sokol, 2002. Kuhn, 2000a. Montgomery, 1992. Wellman, 1990). Όμως η σχέση αυτή προσεγγίζεται από τους περισσότερους ερευνητές κυρίως θεωρητικά (Flavell, 2000. Kuhn, 2000a. Smith, Maclin, Houghton & Hennessey, 2000). Οι έρευνες που εξετάζουν εμπειρικά τη σχέση αυτή άμεσα (Burr & Hofer, 2002) ή έμμεσα υπό το πρίσμα της μεταγνώσης, συνδέοντας τη Θεωρία του Νου με τη μεταμνήμη (Lockl & Sneider, 2007), με τη χρήση μεταγνωσιακών όρων όπως «γνωρίζω» και «μαντεύω» (Astington & Pelletier, 1998), καθώς και με την ικανότητα κατανόησης των εμπειρικών δεδομένων (Astington, Pelletier & Homer, 2002) είναι περιορισμένες και έχουν διεξαχθεί σε παιδιά προσχολικής ή πρώτης σχολικής ηλικίας (3-5 και 5-7 ετών). Ουσιαστικά, καταγράφεται η έρευνα των Burr & Hofer (2002), οι

οποίοι χρησιμοποίησαν εργαλεία μέτρησης και των δυο θεωρητικών κατασκευών προκειμένου να εντοπίσουν την αφετηρία της επιστημικής σκέψης. Η έρευνά τους όμως διεξήχθη πάλι σε παιδιά προσχολικής ηλικίας, 3 έως 5 ετών.

Μέχρι τώρα δεν έχει μελετηθεί επίσης άμεσα η σχέση ανάμεσα στη Θεωρία του Νου που διαμορφώνουν τα παιδιά και στη θεωρία τους για το φυσικό κόσμο, αν και έχει μελετηθεί εκτενώς η σχέση της εννοιολογικής αλλαγής με τις γενικότερες επιστημικές τους πεποιθήσεις (Carey & Smith, 1993. Mason & Boscolo, 2004. Qian & Alvermann, 1995. Smith, Maclin, Houghton & Hennessey, 2000). Στις παρούσες έρευνες έγινε μια πρώτη προσπάθεια να διερευνήσουμε περαιτέρω τη σχέση ανάμεσα στα πεδία της Θεωρίας του Νου και της Προσωπικής Επιστημολογίας με την ανάπτυξη της επιστημονικής σκέψης και την εννοιολογική αλλαγή στο χώρο των φυσικών επιστημών. Σε όλες τις περιπτώσεις αναφερόμαστε σε αλλαγές στη σκέψη των παιδιών, σημαντική διαφορά αποτελεί όμως ότι στην περίπτωση της εννοιολογικής αλλαγής υπάρχει ένα σύστημα περισσότερο αλληλοεξαρτώμενων πεποιθήσεων και εξαρτημένων από τη γνώση.

Επίσης, επιλέξαμε να επικεντρωθούμε σε παιδιά του δημοτικού σχολείου σε αντίθεση με τις περισσότερες έρευνες που εξετάζουν εμπειρικά τη σχέση Θεωρίας του Νου και Προσωπικής Επιστημολογίας και διεξάγονται σε παιδιά προσχολικής ηλικίας (Burr & Hofer, 2002) ή τις έρευνες που μελετούν μόνο τις επιστημικές πεποιθήσεις των μαθητών και διεξάγονται σε μεγαλύτερες ηλικιακές ομάδες, σε παιδιά Γυμνασίου, Λυκείου ή φοιτητές (Carey, Evans, Honda, Jay & Unger, 1989. Kuhn, Cheney & Weinstock, 2000). Πιστεύουμε ότι στην ηλικία αυτή, των 10-12 ετών που εξετάζουμε, τα περισσότερα παιδιά θα έχουν αρχίσει ήδη να κατανοούν ότι οι άλλοι μπορεί να έχουν διαφορετικές πεποιθήσεις και να ερμηνεύουν διαφορετικά τον κόσμο (Θεωρία του Νου) κάτι που πιθανώς να τα διευκολύνει στη κατανόηση του κατασκευαστικού χαρακτήρα της γνώσης.

Η πρώτη μελέτη που θα παρουσιαστεί ήταν κυρίως διερευνητική και διεξήχθη προκειμένου να διερευνηθεί το γενικότερο προφίλ των Ελλήνων μαθητών ηλικίας 11-12 ετών και ειδικότερα σκοπός μας ήταν να μελετήσουμε αρχικά την ικανότητά τους να αποδίδουν πεποιθήσεις στους άλλους, τις επιστημικές τους πεποιθήσεις και την ικανότητά τους να επιλύουν το επιστημολογικό πρόβλημα και να στοχάζονται πάνω σε πολλαπλές ερμηνείες φαινομένων του φυσικού κόσμου. Επίσης έγινε μια αρχική προσπάθεια να διερευνηθούν οι υποθέσεις μας αν και το δείγμα μας ήταν αρκετά μικρό (N=17). Με βάση τα αποτελέσματα της αρχικής αυτής μελέτης, ακολούθησε μια δεύτερη μελέτη μόνο με μαθητές της 5<sup>ης</sup> δημοτικού προκειμένου να μελετηθούν οι



πιθανές θεωρητικές σχέσεις ανάμεσα στα τρία πεδία, τη Θεωρία του Νου, την Προσωπική Επιστημολογία και τη Θεωρία του Φυσικού Κόσμου, σε μια ηλικία παιδιών όπου υποθέσαμε ότι θα έχει κατακτηθεί η βασική ικανότητα απόδοσης πεποιθήσεων, θα έχουν αρχίσει να διαμορφώνονται πιο εκλεπτυσμένες επιστημικές πεποιθήσεις και που δεν θα έχουν ακόμη (σημαντικό στοιχείο για τις μετέπειτα έρευνες που είχαμε σχεδιάσει) εκτεθεί συστηματικά κατά τη σχολική διαδικασία στη διδασκαλία φαινομένων της Παρατηρησιακής Αστρονομίας. Στην τελευταία μελέτη προσπαθήσαμε να μελετήσουμε το πώς αναπτύσσονται αυτές οι ικανότητες και το πώς εξελίσσεται η πιθανή θεωρητική σχέση ανάμεσα στη θ.τ.ν. και την επιστημονική σκέψη κατά τη διάρκεια των σχολικών χρόνων (η έρευνα διεξήχθη σε μαθητές της 4<sup>ης</sup> και 6<sup>ης</sup> δημοτικού). Στη συνέχεια θα παρουσιαστεί κάθε μελέτη, θα συζητηθούν τα επιμέρους αποτελέσματά της και στο τέλος της ενότητας θα συζητηθούν γενικά τα αποτελέσματα και των τριών μελετών σε σχέση και με τα ευρήματα άλλων μελετών στο χώρο αυτό.

## Μελέτη 4

### *Στόχοι και Σχεδιασμός*

Στην έρευνα αυτή το βασικό ενδιαφέρον στράφηκε στη διερεύνηση του προφίλ των μαθητών που βρίσκονται στο τέλος του δημοτικού σχολείου. Ειδικότερα θέλαμε να μελετήσουμε α) το πώς έχει αναπτυχθεί η ικανότητα απόδοσης νοητικών καταστάσεων στα παιδιά αυτής της ηλικίας, β) τις πεποιθήσεις των μαθητών για το τι είναι γνώση, πώς κατασκευάζεται, πώς αλλάζει, τις γενικότερες δηλαδή επιστημικές πεποιθήσεις τους και γ) το πώς έχει αναπτυχθεί η ικανότητα επίλυσης του επιστημολογικού προβλήματος σε αυτή την ηλικία. Περαιτέρω στόχος μας ήταν ο καθορισμός των πιο κατάλληλων ερευνητικά δοκιμασιών προκειμένου να χρησιμοποιηθούν στην έρευνα που θα ακολουθούσε με μεγαλύτερο δείγμα. Τέλος, αν και το δείγμα μας ήταν σχετικά μικρό και εξυπηρετούσε κυρίως ποιοτικές αναλύσεις των δεδομένων μας, θελήσαμε να διερευνήσουμε αρχικά τις βασικές μας υποθέσεις όπως παρουσιάστηκαν στο θεωρητικό μας πλαίσιο.

Στην παρούσα μελέτη το ενδιαφέρον μας επικεντρώθηκε σε παιδιά ηλικίας 11-12 ετών, όπου θεωρήσαμε ότι θα έπρεπε να ασχοληθούμε με πιο ώριμες πλευρές της Θεωρίας του Νου (πεποιθήσεις 2<sup>ης</sup> και 3<sup>ης</sup> τάξης). Έτσι χρησιμοποιήσαμε τρεις δοκιμασίες αναγνώρισης λανθασμένης πεποίθησης: μια δοκιμασία αναγνώρισης 1<sup>ης</sup> τάξης πεποίθησης (Wimmer & Perner, 1983) που είχε κυρίως το ρόλο δοκιμασίας ελέγχου, μια δοκιμασία αναγνώρισης 2ης τάξης πεποίθησης (Perner & Wimmer, 1985) και μια δοκιμασία αναγνώρισης 3<sup>ης</sup> τάξης πεποίθησης (Harpe, 1994).

Το έργο αναγνώρισης 1<sup>ης</sup> τάξης λανθασμένης πεποίθησης που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα έρευνα είναι το κλασικό έργο με τον Μαξί και τη μητέρα του, το οποίο έχει παρουσιαστεί αναλυτικά νωρίτερα (Wimmer & Perner, 1983). Στη δοκιμασία αυτή οι συμμετέχοντες έπρεπε να αναφερθούν στη λανθασμένη πεποίθηση του ήρωα με βάση τη γνώση του και όχι με βάση τη δική τους γνώση για την αλλαγή της θέσης της σοκολάτας κατανοώντας ότι η αναπαράσταση κάποιου για μια κατάσταση στον κόσμο μπορεί να διαφέρει από την τρέχουσα κατάσταση του κόσμου.

Το έργο αναγνώρισης 2ης τάξης πεποίθησης που χρησιμοποιήθηκε ήταν το «Ice-cream story» (Perner & Wimmer, 1985), όπου τα παιδιά ακούν μια ιστορία με πρωταγωνιστές το Γιάννη και τη Μαρία. Οι δυο ήρωες βρίσκονται σε ένα πάρκο όπου συναντούν έναν παγωτατζή. Επειδή η Μαρία θέλει να αγοράσει παγωτό και δεν έχει μαζί της λεφτά αποφασίζει να πάει σπίτι της και συμφωνεί με τον παγωτατζή να συναντηθούν το απόγευμα στο πάρκο για να αγοράσει παγωτό. Στην πορεία ο Γιάννης

βλέπει τον παγωτατζή που αποφασίζει να πάει στην εκκλησία για να βρει περισσότερη πελατεία. Πηγαίνοντας ο παγωτατζής προς την εκκλησία περνάει από το σπίτι της Μαρίας και την ενημερώνει για την αλλαγή τοποθεσίας. Ο Γιάννης όμως δεν το ξέρει αυτό. Στα παιδιά γίνεται μια ερώτηση κατανόησης της μορφής «Πού έχει πάει η Μαρία για να αγοράσει παγωτό;», μια ερώτηση πεποίθησης «Πού θα νομίζει ο Γιάννης ότι έχει πάει η Μαρία να αγοράσει παγωτό;» και μια ερώτηση τεκμηρίωσης «Γιατί ο Γιάννης θα το πιστεύει αυτό;». Τα παιδιά θα πρέπει να σκεφτούν για το τι σκέφτεται ο Γιάννης για τις σκέψεις της Μαρίας. Έτσι στην ερώτηση πεποίθησης θα πρέπει να σκεφτούν με βάση τις αναπαραστάσεις του Γιάννη για το αρχικό νοητικό μοντέλο της Μαρίας (ότι ο παγωτατζής είναι στο πάρκο) και να απαντήσουν ότι ο Γιάννης θα νομίζει ότι η Μαρία θα βρίσκεται στο πάρκο.

Η δοκιμασία αναγνώρισης 3<sup>ης</sup> τάξης λανθασμένης πεποίθησης που χρησιμοποιήθηκε ήταν η «Διπλή μπλόφα» από τις Παράξενες Ιστορίες (Harpe, 1994). Στη δοκιμασία αυτή τα παιδιά ακούν μια ιστορία για έναν αιχμάλωτο στρατιώτη που του ζητείται να αποκαλύψει στους εχθρούς πού βρίσκονται τα άρματα του στρατού του. Τα άρματα βρίσκονται πραγματικά στα βουνά. Όταν οι εχθροί τον ρωτούν πού βρίσκονται τα άρματα, αυτός απαντά: «Βρίσκονται στα βουνά». Στα παιδιά γίνεται μια ερώτηση κατανόησης της μορφής «Είναι αλήθεια αυτό που είπε ο αιχμάλωτος;», μια ερώτηση πεποίθησης «Πού θα κοιτάζουν οι εχθροί για να βρουν τα άρματα;» και μια ερώτηση τεκμηρίωσης «Γιατί ο αιχμάλωτος είπε αυτό που είπε;». Στη δοκιμασία αυτή οι μαθητές πρέπει να σκεφτούν το κίνητρο του στρατιώτη να εξαπατήσει τους εχθρούς και να απαντήσουν ότι οι εχθροί θα κοιτάζουν στην παραλία επειδή θα νομίζουν ότι θα τους λέει ψέματα, ενώ τα άρματα βρίσκονται όντως στο βουνό.

Η βασική κατάκτηση της έννοιας της λανθασμένης πεποίθησης σχετίζεται με την κατανόηση πεποιθήσεων 1<sup>ης</sup> τάξης, μια κατανόηση που συντελείται πολύ πιο πριν από τη σχολική ηλικία, οπότε αναμένουμε ότι όλοι οι μαθητές θα επιτύχουν στη δοκιμασία αυτή. Υποθέτουμε ότι η κατάκτηση πιο πολύπλοκων μορφών της Θεωρίας του Νου, όπως η αναγνώριση πεποιθήσεων 3<sup>ης</sup> τάξης, όπου εμπλέκονται και πιο πολύπλοκοι παράγοντες, ακολουθεί την αναγνώριση πεποιθήσεων 2<sup>ης</sup> τάξης. Αν οι υποθέσεις μας είναι σωστές τότε αναμένουμε ότι η αναγνώριση πεποιθήσεων 1<sup>ης</sup> τάξης είναι δεδομένη, και ακολούθως περιμένουμε μια καλύτερη επίδοση στη δοκιμασία αναγνώρισης 2<sup>ης</sup> τάξης πεποίθησης από ότι στη δοκιμασία αναγνώρισης 3<sup>ης</sup> τάξης πεποίθησης.

Προκειμένου να διερευνηθούν οι επιστημικές πεποιθήσεις των μαθητών (*Προσωπική Επιστημολογία*) χρησιμοποιήθηκαν δυο δοκιμασίες: α) μια δοκιμασία

διάκρισης κρίσεων γεγονότων και απόψεων, και β) η Συνέντευξη για τη Φύση της Επιστήμης (προσαρμοσμένη εκδοχή της αρχικής συνέντευξης των Carey, Evans, Honda, Jay & Unger (1989) από τους Smith & Wenk (2006)).

Ειδικότερα, στην πρώτη δοκιμασία ζητήθηκε από τους μαθητές να κάνουν κρίσεις είτε για ασαφή ζητήματα που σχετίζονται με γεγονότα, είτε σχετικά με ασαφή ζητήματα που σχετίζονται με απόψεις και μετά να ακούσουν μια αντίθετη κρίση από κάποιον ειδικό. Στη συνέχεια έπρεπε να αποφασίσουν αν θα άλλαζαν την κρίση τους και αν οι κρίσεις δυο διαφορετικών ατόμων θα μπορούσαν να είναι σωστές ή η μια έπρεπε να είναι λάθος. Η δοκιμασία αυτή βασίστηκε στη φιλοσοφία σχεδιασμού αντίστοιχης δοκιμασίας των Banerjee et al. (2007), αλλά επεκτάθηκε περιλαμβάνοντας πεποιθήσεις για γεγονότα και απόψεις τριών επιπέδων: α) υπο-δοκιμασία 1<sup>ου</sup> επιπέδου, όπου οι πεποιθήσεις ήταν για απλά ζητήματα απόψεων και γεγονότων (νόστιμο γλυκό-χρόνος ψησίματος), β) υπο-δοκιμασία 2<sup>ου</sup> επιπέδου, όπου οι πεποιθήσεις για ζητήματα γεγονότων ενέπλεκαν επιστημονική γνώση (προτίμηση εποχής-δημιουργία εποχής) και γ) υπο-δοκιμασία 3<sup>ου</sup> επιπέδου, όπου για τις πεποιθήσεις για ζητήματα γεγονότων υπήρχε ένας συνδυασμός υποκειμενικών και αντικειμενικών στοιχείων (πιο συμπαθητικός δάσκαλος-αποτελεσματικότητα τιμωρίας).

Για παράδειγμα, στην υπο-δοκιμασία 2ου επιπέδου παρουσιάζονται στα παιδιά φωτογραφίες των τεσσάρων εποχών. Στο πρώτο έργο που αφορούσε κρίσεις για ζητήματα απόψεων οι μαθητές ρωτούνταν «Ποια εποχή σου αρέσει πιο πολύ;». Στη συνέχεια τους ζητούνταν να πουν πόσο σίγουροι ήταν για την απάντησή τους (καθόλου, λίγο, σχεδόν, πολύ σίγουρος). Η πειραματίστρια συνέχιζε λέγοντας «Κάναμε την ίδια ερώτηση στον Πέτρο, ο οποίος είναι επιστήμονας και αφιερώνει πολύ χρόνο στο να μελετά τέτοια θέματα. Μας είπε ότι του αρέσει η ...εποχή. Εσύ μας είπες ότι σου αρέσει η ..... εποχή. Μήπως θα ήθελες να αλλάξεις την απάντησή σου ή ακόμη πιστεύεις ότι ....; Πόσο σίγουρος είσαι για αυτή την απάντησή σου; Γιατί η απάντησή σου άλλαξε /παρέμεινε ίδια; Φαντάσου ότι Γιάννης έλεγε Χ και ο Κώστας έλεγε Υ. Θα έπρεπε κάποιος από τους δυο να έκανε λάθος; Γιατί ή γιατί όχι;»

Στο δεύτερο έργο που αφορούσε κρίσεις για ζητήματα γεγονότων οι μαθητές ρωτούνταν «Πώς αλλάζουν οι εποχές;». Στη συνέχεια τους ζητούνταν να πουν πόσο σίγουροι ήταν για την απάντησή τους (καθόλου, λίγο, σχεδόν, πολύ σίγουρος). Η πειραματίστρια συνέχιζε λέγοντας «Κάναμε την ίδια ερώτηση στον Πέτρο, ο οποίος είναι επιστήμονας και αφιερώνει πολύ χρόνο στο να μελετά τέτοια θέματα. Μας είπε ότι οι εποχές αλλάζουν έτσι..... Εσύ μας είπες ότι αλλάζουν έτσι.... Μήπως θα ήθελες να αλλάξεις την απάντησή σου ή ακόμη πιστεύεις ότι ....; Πόσο σίγουρος είσαι για αυτή την

*απάντησή σου; Γιατί η απάντησή σου άλλαξε /παρέμεινε ίδια; Φαντάσου ότι Γιάννης έλεγε X και ο Κώστας έλεγε Y. Θα έπρεπε κάποιος από τους δυο να έκανε λάθος; Γιατί ή γιατί όχι;»*

Τα αποτελέσματα της έρευνας των Banerjee et al. (2007) έδειξαν ότι τα παιδιά ηλικίας 6-10 ετών πιο εύκολα συμμορφώνονται σε αντίθετες απόψεις σε ζητήματα γεγονότων παρά σε ζητήματα απόψεων. Εντούτοις, στην έρευνά της, μόνο τα μεγαλύτερα παιδιά μπορούσαν να διακρίνουν ότι οι απόψεις είναι υποκειμενικές και δεν μπορούν να είναι «λανθασμένες». Δεν εξέτασε όμως την επίδοση των παιδιών σε ζητήματα τρίτου επιπέδου που περιλαμβάνουν έναν συνδυασμό και υποκειμενικών και αντικειμενικών στοιχείων, κάτι που συμπεριλάβαμε εμείς στη δική μας έρευνα.

Η πρώτη μας υπόθεση είναι ότι αν τα παιδιά έχουν μεταβεί από ένα «απόλυτο» επιστημικό επίπεδο όπου όλες οι πεποιθήσεις κατηγοριοποιούνται ως σωστές ή λανθασμένες σε ένα «πλουραλιστικό» επίπεδο, τότε θα μπορούν να αναγνωρίσουν την υποκειμενική διάσταση της γνώσης σε ζητήματα απόψεων. Επίσης, υποθέτουμε ότι τα παιδιά που αναγνωρίζουν τον πλουραλιστικό χαρακτήρα της γνώσης είναι πιο πιθανό να αρχίζουν να θέτουν αξιολογικά κριτήρια ειδικά για ζητήματα γεγονότων που σχετίζονται με την αλήθεια στον φυσικό κόσμο. Ταυτόχρονα υποθέτουμε ότι τα παιδιά θα είναι περισσότερο επικεντρωμένα στις εξωτερικές πηγές πληροφορίας κατά την αξιολόγηση ζητημάτων γεγονότων παρά κατά την αξιολόγηση ζητημάτων απόψεων. Αναμένουμε ότι η διάκριση ανάμεσα στα δυο πεδία κρίσεων θα συντελείται πρώτα στην υπο-δοκιμασία πρώτου επιπέδου, όπου οι πεποιθήσεις αφορούν σε πολύ απλά ζητήματα και στην υπο-δοκιμασία δεύτερου επιπέδου όπου οι πεποιθήσεις αφορούν σε ζητήματα επιστημονικής γνώσης, όπου θέτονται και πιο αξιολογικά κριτήρια. Υποθέτουμε όμως ότι ο συντονισμός υποκειμενικής και αντικειμενικής διάστασης της γνώσης είναι κάτι που εμφανίζεται αργότερα, ειδικά σε ζητήματα γεγονότων. Αναμένεται μεγαλύτερη δυσκολία στην υπο-δοκιμασία τρίτου επιπέδου για ζητήματα γεγονότων, όπου οι μαθητές πρέπει να συντονίσουν την υποκειμενική και αντικειμενική διάσταση της γνώσης και να αντιμετωπίσουν ζητήματα όπου εμπλέκονται και υποκειμενικά και αντικειμενικά στοιχεία για πιο πολύπλοκα ζητήματα γεγονότων για τα οποία οι μαθητές μπορεί να έχουν ήδη κάποιες διαμορφωμένες απόψεις.

Η δεύτερη δοκιμασία, η Συνέντευξη των Smith & Wenk (2006) χρησιμοποιήθηκε προκειμένου οι μαθητές να εκφράσουν σε ένα πιο ελεύθερο πλαίσιο τις πεποιθήσεις τους για βασικές έννοιες που σχετίζονται με τη φύση της επιστήμης και της γνώσης. Το πρώτο μέρος της συνέντευξης αποτελείται από μια τροποποιημένη εκδοχή του “Nature of Science Interview” των Carey et al. (1989), όπου οι μαθητές

ρωτούνται σχετικά με τους στόχους της επιστήμης, τις πειραματικές διαδικασίες και τη φύση των υποθέσεων και θεωριών. Σκοπός ήταν να διερευνηθεί το αν οι μαθητές μπορούν να διαφοροποιήσουν τις επιστημονικές ιδέες από τις αποδείξεις και τις υποθέσεις από τις θεωρίες. Στους μαθητές γίνονταν ερωτήσεις για το τι ακριβώς κάνουν οι επιστήμονες, τι είναι ένα πείραμα και μια υπόθεση, πώς η θεωρία ενός επιστήμονα επηρεάζει τις υποθέσεις του, αν αλλάζουν οι επιστημονικές ιδέες, αν μπορεί να κάνει λάθος ένας επιστήμονας.

Το δεύτερο μέρος διερευνούσε την κατανόηση της αβεβαιότητας της επιστημονικής γνώσης. Οι μαθητές καλούνταν να κρίνουν την ακόλουθη δήλωση η οποία εκφράζει μια χαμηλή επιστημολογική θέση *«Κάθε μέρα οι επιστήμονες βρίσκουν τις σωστές εξηγήσεις για πάρα πολλά θέματα που ερευνούν. Για παράδειγμα, οι επιστήμονες γνωρίζουν ότι στον πλανήτη Άρη δεν υπάρχει νερό και έτσι δεν μπορούν να ζήσουν οι άνθρωποι εκεί. Για τα θέματα που έχει βρεθεί η σωστή εξήγηση, θα πρέπει να ρωτάμε τους ειδικούς για να μας πουν τι είναι σωστό. Για τα θέματα που δεν υπάρχει σωστή εξήγηση ακόμη, οι γνώμες όλων είναι το ίδιο καλές»*. Στη συνέχεια ρωτούνταν σχετικά με τις ιδέες τους για την αλήθεια και τη βεβαιότητα της επιστημονικής γνώσης.

Με βάση τα αποτελέσματα προηγούμενων μελετών σε παιδιά αυτής της ηλικίας (Carey et al., 1989. Carey & Smith, 1993. Honda, 1994), αναμένουμε ότι οι μαθητές θα δυσκολεύονται τόσο να διαφοροποιήσουν τις επιστημονικές ιδέες από τα ερευνητικά δεδομένα, όσο και τις υποθέσεις από τις θεωρίες. Η παραπάνω δυσκολία αναμένεται να τους δημιουργεί πρόσθετες δυσκολίες κατά το συλλογισμό τους σε περιπτώσεις επιστημονικών αντιπαραθέσεων και κατά τη θεώρηση της αβέβαιης φύσης της γνώσης.

Τέλος αναμένεται ότι οι μαθητές θα έχουν καλύτερη επίδοση στη δοκιμασία διάκρισης κρίσεων για ζητήματα απόψεων και γεγονότων, μια και αναμένεται ότι θα έχουν αρχίσει ήδη να αναγνωρίζουν την υποκειμενική διάσταση της γνώσης και μεγαλύτερη δυσκολία στη Συνέντευξη των Smith & Wenk (2006), όπου πρέπει να εκφράσουν πιο ελεύθερα τις απόψεις τους για τη φύση της επιστήμης και της γνώσης.

Προκειμένου τέλος, να διερευνηθούν οι πεποιθήσεις των παιδιών για φαινόμενα του φυσικού κόσμου (Θεωρία για το Φυσικό κόσμο) κατασκευάστηκε και δόθηκε στα παιδιά μια δοκιμασία δυο επιπέδων. Η υπο-δοκιμασία πρώτου επιπέδου βασίστηκε σε αντίστοιχες δοκιμασίες του Flavell και των συνεργατών του (Flavell, Green & Flavell, 1986) στο πλαίσιο της διάκρισης ανάμεσα στην εμφάνιση και την πραγματικότητα σε περιπτώσεις όπου τα παιδιά πρέπει να αναπαραστήσουν ταυτόχρονα ασυμβίβαστες πληροφορίες. Αφού παρουσιαζόταν ένα ερέθισμα στα παιδιά γίνονταν δυο ειδών

ερωτήσεις, σχετικά με το πώς φαίνονται τα αντικείμενα και πώς πραγματικά είναι και ζητούνταν από τα παιδιά να εξηγήσουν το γιατί συμβαίνει αυτό.

Ειδικότερα η πειραματίστρια ξεκινούσε λέγοντας στο παιδί ότι τα πράγματα γύρω μας μερικές φορές φαίνονται να μοιάζουν όταν τα κοιτάμε με τα μάτια μας διαφορετικά από ότι είναι στην πραγματικότητα. Μερικές άλλες φορές βέβαια, όπως είναι τα πράγματα στην πραγματικότητα, έτσι μας φαίνονται να μοιάζουν κιόλας. Στη συνέχεια έδειχνε στο παιδί ένα κομμάτι λευκό χαρτί που ήταν σκεπασμένο με ένα κόκκινο φίλτρο και ρωτούσε «Τώρα που κοιτάς το χαρτί με τα μάτια σου, τι χρώμα φαίνεται να είναι αυτό;». Στη συνέχεια, με το παιδί να βλέπει όλες τις διαδικασίες αφαιρούσε το κόκκινο φίλτρο και ρωτάει: «Τι χρώμα είναι στην πραγματικότητα αυτό το χαρτί; Μπορείς να το εξηγήσεις;».

Στη υπο-δοκιμασία δεύτερου επιπέδου, η διαδικασία ήταν η ίδια, αλλά τα ερεθίσματα αφορούσαν σε πιο πολύπλοκα φυσικά φαινόμενα, συγκεκριμένα σε έξι φαινόμενα της Παρατηρησιακής Αστρονομίας: *Σχήμα γης, Σχήμα γης και Βαρύτητα, Σχετικά Μεγέθη Ηλιου-Γης και Ηλιου-Σελήνης, Πλανητικό Σύστημα και Εναλλαγή Ημέρας-Νύχτας* όπου απαιτούνταν και επιστημονική γνώση. Και σε αυτή την περίπτωση τα παιδιά έπρεπε να τεκμηριώσουν την απάντησή τους.

Για παράδειγμα, αφού η πειραματίστρια υπενθύμιζε στο παιδί ότι τα πράγματα μερικές φορές αλλιώς φαίνονται στα μάτια μας και αλλιώς είναι στην πραγματικότητα (κόκκινο φίλτρο), ενώ άλλες φορές όπως είναι στην πραγματικότητα έτσι φαίνονται και στα μάτια μας (διάφανο φίλτρο), του έδειχνε δυο απεικονίσεις της γης, μια που αναπαριστούσε την επιστημονική εξήγηση και μια που αναπαριστούσε τη διαισθητική του εμπειρία. Στο παιδί γίνονταν οι δυο ερωτήσεις εμφάνισης-πραγματικότητας. «*Τι σχήμα φαίνεται να έχει η γη τώρα που την κοιτάς με τα μάτια σου; Τι σχήμα έχει στην πραγματικότητα η γη; Μπορείς να μου εξηγήσεις γιατί συμβαίνει αυτό;*». Εάν το παιδί απαντούσε σωστά στις δυο προηγούμενες ερωτήσεις, η πειραματίστρια συνέχιζε με την ερώτηση: «*Πώς δικαιολογείς το ότι η γη φαίνεται επίπεδη, ενώ δεχόμαστε το ότι είναι σφαιρική;*»

Η δοκιμασία αυτή σχεδιάστηκε με βάση τα αποτελέσματα των προηγούμενων τριών ερευνών που έχουν ήδη παρουσιαστεί στην πρώτη ενότητα αυτής της διατριβής όπου διερευνήθηκε η ικανότητα των παιδιών να διακρίνουν ανάμεσα σε φαινομενικές και επιστημονικές εξηγήσεις του ίδιου φαινομένου της παρατηρησιακής αστρονομίας. Υποθέτουμε ότι τα παιδιά δεν θα έχουν δυσκολία να κατανοήσουν τη διπλή αναπαράσταση σε περιπτώσεις όπου δεν απαιτείται επιστημονική εξήγηση. Με βάση τα αναπτυξιακά δεδομένα αναμένουμε από τους μαθητές του δημοτικού να είναι ικανοί να

κάνουν τη διάκριση ανάμεσα σε εμφάνιση και πραγματικότητα για την υπο-δοκιμασία 1<sup>ου</sup> επιπέδου. Αναμένουμε όμως ότι η διάκριση αυτή θα είναι πιο δύσκολη για την υπο-δοκιμασία 2<sup>ου</sup> επιπέδου, όπου αναμένουμε να είναι πιο δύσκολη και η τεκμηρίωση των επιλογών. Υποθέτουμε ότι η επίλυση του οντολογικού προβλήματος δεν οδηγεί απαραίτητα και στην επίλυση του επιστημολογικού προβλήματος και αν τα παιδιά δεν υιοθετούν συνειδητά τις επιστημονικές εξηγήσεις, θα έχουν μεγάλη δυσκολία να σκεφτούν σε περιπτώσεις διπλής εξήγησης όπου πρέπει να συμφιλιώσουν τη διαισθητική τους εμπειρία με την επιστημονική εξήγηση.

## Μέθοδος

### Συμμετέχοντες

Συμμετείχαν συνολικά 17 μαθητές της ΣΤ΄ τάξης ενός δημοτικού σχολείου των Αθηνών (μέσος όρος ηλικίας 11 έτη και 7 μήνες). Όλοι οι μαθητές ανήκαν σε ένα μέσο κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο. Η μέθοδος δειγματοληψίας που ακολουθήθηκε ήταν η απλή τυχαία δειγματοληψία.

### Υλικό

Το υλικό αποτελούνταν από: α) δοκιμασίες που αφορούσαν στην απόδοση λανθασμένων πεποιθήσεων για φαινόμενα του κοινωνικού κόσμου (*Θεωρία του Νου*), β) δοκιμασίες για τη διερεύνηση των επιστημικών πεποιθήσεων (*Προσωπική Επιστημολογία*), και γ) δοκιμασίες για τη διερεύνηση πεποιθήσεων για φαινόμενα του φυσικού κόσμου (*Θεωρία για φυσικό κόσμο*). Οι δοκιμασίες δόθηκαν σε δυο συνεδρίες στα παιδιά και όχι πάντα με την ίδια σειρά (Παράρτημα 2.4).

### *Δοκιμασίες Θεωρίας του Νου*

Στους συμμετέχοντες δόθηκαν: α) η δοκιμασία αναγνώρισης 1<sup>ης</sup> τάξης πεποίθησης (Wimmer & Perner, 1983), β) η δοκιμασία αναγνώρισης 2ης τάξης πεποίθησης (Perner & Wimmer, 1988) και β) η δοκιμασία αναγνώρισης 3<sup>ης</sup> τάξης πεποίθησης (Happe, 1994). Στους μαθητές γίνονταν 3 είδη ερωτήσεων: ερώτηση πραγματικότητας προκειμένου να εξετάσουμε την κατανόηση των παιδιών, ερώτηση πεποίθησης προκειμένου να δούμε το είδος των συμπερασμών που κάνουν τα παιδιά για τις πεποιθήσεις και ερώτηση τεκμηρίωσης προκειμένου να δούμε πώς αιτιολογούν τις επιλογές τους.



### *Δοκιμασίες Προσωπικής Επιστημολογίας*

Στους συμμετέχοντες δόθηκαν δυο δοκιμασίες, προκειμένου να διερευνηθούν οι επιστημικές τους πεποιθήσεις.

α) *Διάκριση κρίσεων για ζητήματα που αφορούν σε απόψεις και ζητήματα που αφορούν σε γεγονότα.*

Οι μαθητές έπρεπε να κάνουν κρίσεις είτε για ασαφή ζητήματα που σχετίζονται με γεγονότα, είτε σχετικά με ασαφή ζητήματα που σχετίζονται με απόψεις και μετά να ακούσουν μια αντίθετη κρίση από κάποιον ειδικό. Στη συνέχεια έπρεπε να αποφασίσουν αν θα άλλαζαν την άποψή τους με βάση την άποψη του ειδικού και να αποφασίσουν επίσης αν από δυο διαφορετικές απόψεις μόνο μια είναι σωστή, ή αν και οι δυο μπορούν να είναι σωστές.

β) *Συνέντευξη για τη φύση της επιστήμης και την επιστημονική αλήθεια (Smith & Wenk, 2006).*

Η συνέντευξη αυτή αποτελείται από δυο μέρη. Στο πρώτο μέρος μέσα από μια σειρά ερωτήσεων διερευνήθηκε το αν οι μαθητές διαφοροποιούν τις επιστημονικές ιδέες από τα εμπειρικά δεδομένα και τις υποθέσεις από τις θεωρίες. Το δεύτερο μέρος διερεύνησε τις ιδέες των μαθητών για την αλήθεια και βεβαιότητα της επιστημονικής γνώσης.

### *Δοκιμασία Θεωρίας για το Φυσικό Κόσμο*

Στους συμμετέχοντες δόθηκε μια δοκιμασία δυο επιπέδων για τη διερεύνηση πεποιθήσεων για φαινόμενα του φυσικού κόσμου.

Η υπο-δοκιμασία πρώτου επιπέδου βασίστηκε σε αντίστοιχα έργα του Flavell και των συνεργατών του (Flavell, Green & Flavell, 1986). Αφού παρουσιαζόταν ένα ερέθισμα στα παιδιά γίνονταν δυο ειδών ερωτήσεις, σχετικά με το πώς φαίνονται τα αντικείμενα και πώς πραγματικά είναι και ζητούνταν από τα παιδιά να εξηγήσουν το γιατί συμβαίνει αυτό.

Ο πειραματιστής ξεκινούσε τη διαδικασία λέγοντας στο παιδί ότι τα πράγματα γύρω μας μερικές φορές φαίνονται να μοιάζουν όταν τα κοιτάμε με τα μάτια μας διαφορετικά από ότι είναι στην πραγματικότητα. Μερικές άλλες φορές βέβαια, όπως είναι τα πράγματα στην πραγματικότητα, έτσι μας φαίνονται να μοιάζουν κιόλας. Ένα παράδειγμα για το έργο 1<sup>ου</sup> επιπέδου είναι το ακόλουθο:

*Ο πειραματιστής δείχνει στο παιδί ένα κομμάτι χαρτί που είναι σκεπασμένο με ένα κόκκινο φίλτρο και ρωτάει: «Τώρα που κοιτάς το χαρτί με τα μάτια σου, τι χρώμα*

φαίνεται να είναι αυτό;». Στη συνέχεια, με το παιδί να βλέπει όλες τις διαδικασίες αφαιρεί το κόκκινο φίλτρο και ρωτάει: «Τι χρώμα είναι στην πραγματικότητα αυτό το χαρτί;». Επαναλαμβάνει τις ερωτήσεις σχετικά με την πραγματικότητα και την εμφάνιση. «Μπορείς να το εξηγήσεις;».

Στην υπο-δοκιμασία δεύτερου επιπέδου, η διαδικασία ήταν η ίδια, αλλά τα ερεθίσματα αφορούσαν σε πιο πολύπλοκα φυσικά φαινόμενα, όπου απαιτούνταν και επιστημονική γνώση. Και σε αυτή την περίπτωση τα παιδιά έπρεπε να τεκμηριώσουν την απάντησή τους. Ένα παράδειγμα έργου 2<sup>ου</sup> επιπέδου είναι το ακόλουθο:

Το παιδί βλέπει δυο φωτογραφίες της γης, μια που αναπαριστά τη διαισθητική του εμπειρία (επίπεδη γη) και μια που αναπαριστά το επιστημονικά αποδεκτό μοντέλο (γη σφαίρα). Στη συνέχεια γίνονται δυο ερωτήσεις στο παιδί: «Ποια εικόνα μας δείχνει πώς είναι στην πραγματικότητα η γη;. Ποια εικόνα μας δείχνει πώς φαίνεται να μοιάζει στα μάτια μας κάποιες φορές;». Εάν το παιδί κάνει τη διάκριση ανάμεσα στην εμφάνιση και την πραγματικότητα ο πειραματιστής συνέχιζε με την ερώτηση: «Πώς δικαιολογείς το ότι η γη φαίνεται επίπεδη, ενώ δεχόμαστε το ότι είναι σφαιρική;».

#### Διαδικασία

Κάθε παιδί εξετάστηκε χωριστά. Η συνέντευξη χωρίστηκε σε δυο μέρη. Ο χρόνος που χρειαζόταν για να ολοκληρωθεί κάθε συνεδρία κυμαινόταν ανάμεσα στα 40-45 λεπτά.

#### **Αποτελέσματα**

Αρχικά θα παρουσιαστούν οι επιδόσεις των μαθητών σε κάθε δοκιμασία προκειμένου να έχουμε μια πιο γενική εικόνα του πώς αναπτύσσεται η ικανότητα απόδοσης νοητικών καταστάσεων, η επιστημική σκέψη και η επίλυση του επιστημολογικού προβλήματος στα παιδιά αυτής της ηλικίας. Στη συνέχεια θα προχωρήσουμε σε σύγκριση της επίδοσης των μαθητών στις δοκιμασίες και των τριών πεδίων και σε έλεγχο των πιο συγκεκριμένων υποθέσεών μας.

#### A. Διερεύνηση του προφίλ των μαθητών.

##### *Δοκιμασίες Θεωρίας του Νου*

Στις δοκιμασίες της Θεωρίας του Νου, οι μαθητές τοποθετήθηκαν σε τρεις κατηγορίες απαντήσεων με βάση το αν αναγνώριζαν τη λανθασμένη πεποίθηση και το είδος τεκμηρίωσης που παρείχαν, δηλαδή αν έδιναν απαντήσεις στην ερώτηση τεκμηρίωσης που αφορούσαν σε φυσικές οντότητες έναντι νοητικών οντοτήτων. Εκτός από ποιοτικά η κάθε απάντηση των μαθητών βαθμολογήθηκε και ποσοτικά με ένα σκορ

αντίστοιχα. Ειδικότερα, η κατηγορία «Μη αναγνώριση πεποιθήσεως» έλαβε το σκορ (1), η κατηγορία «Αναγνώριση πεποιθήσεως» έλαβε το σκορ (2) και η κατηγορία «Αναγνώριση πεποιθήσεως και σωστή τεκμηρίωση» έλαβε το σκορ (3).

Η Ανάλυση Διακύμανσης Επαναλαμβανόμενων Μετρήσεων όπου ως ανεξάρτητη μεταβλητή ορίσαμε το είδος δοκιμασίας (Θ.τ.Ν. 1<sup>ης</sup>, 2<sup>ης</sup> και 3<sup>ης</sup> τάξης) και ως εξαρτημένη μεταβλητή το μέσο όρο επίδοσης των μαθητών, έδειξε κύρια επίδραση για το είδος της δοκιμασίας ( $F(2,32)= 5.491, p<0.05$ ). Η χρήση του τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Bonferroni έδειξε ότι η επίδοση των παιδιών στη δοκιμασία Θ.τ.Ν. 1<sup>ης</sup> τάξης (μ.ο.=2.76, τ.α.=.56) διαφέρει σημαντικά από την επίδοση στη δοκιμασία Θ.τ.Ν. 3<sup>ης</sup> τάξης (μ.ο.=2, τ.α.=1.00) όχι όμως από την επίδοση στη δοκιμασία Θ.τ.Ν. 2<sup>ης</sup> τάξης (μ.ο.=2.58, τ.α.=.79).

Στον Πίνακα 4.1 που ακολουθεί φαίνεται η κατανομή των μαθητών σε κάθε κατηγορία απαντήσεων στις δοκιμασίες Θεωρίας του Νου 1<sup>ης</sup>, 2<sup>ης</sup> και 3<sup>ης</sup> τάξης.

Πίνακας 4.1: Συχνότητες / Ποσοστά μαθητών στις τρεις κατηγορίες απαντήσεων, στις τρεις δοκιμασίες Θεωρίας του Νου (Wimmer & Perner, 1983. Perner & Wimmer, 1988. Harpe, 1994), (N=17).

<i>Θεωρία του Νου</i>	Μη-αναγνώριση πεποιθήσεως	Αναγνώριση πεποιθήσεως	Αναγνώριση πεποιθήσεως και σωστή τεκμηρίωση
<i>Έργο 1<sup>ης</sup> τάξης</i>	1 (6%)	2 (12%)	14 (82%)
<i>Έργο 2<sup>ης</sup> τάξης</i>	3 (18%)	1 (6%)	13 (76%)
<i>Έργο 3<sup>ης</sup> τάξης</i>	8 (47%)	1 (6%)	8 (47%)

Παρατηρώντας τον Πίνακα 4.1, βλέπουμε ότι οι περισσότεροι μαθητές παρουσιάζουν μια καλή επίδοση, επιτυγχάνοντας στις δοκιμασίες 1<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> τάξης (94% και 82%) αναγνωρίζοντας τη λανθασμένη πεποίθηση. Το μεγαλύτερο ποσοστό επίσης των μαθητών που αναγνωρίζουν τη λανθασμένη πεποίθηση τεκμηριώνουν βάση νοητικών οντοτήτων, αναφερόμενοι στις πηγές γνώσης των πρωταγωνιστών των ιστοριών, στο λόγο ύπαρξης των λανθασμένων πεποιθήσεων και στην ανεπαρκή γνώση των ηρώων για την αλλαγή κατάστασης ή για το περιεχόμενο του νου κάποιου τρίτου προσώπου.

Ένας μεγάλος αριθμός μαθητών όμως αποτυγχάνει στη δοκιμασία αναγνώρισης 3<sup>ης</sup> τάξης πεποιθήσεων (47%), που ίσως είναι πιο δύσκολη. Σχεδόν όλα τα παιδιά όμως

που επιτυγχάνουν μπορούν και να τεκμηριώσουν σωστά αναφερόμενα στο κίνητρο του ήρωα να εξαπατήσει τους εχθρούς του.

Ο δείκτης συνάφειας Spearman rho δεν έδειξε στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ των επιδόσεων στις τρεις δοκιμασίες Θεωρίας του Νου, να σημειώσουμε όμως ότι το δείγμα μας είναι πολύ μικρό για μη ποιοτικές αναλύσεις. Εντούτοις, παρατηρούμε ότι σχεδόν όλα τα παιδιά (13/17) που αναγνωρίζουν την πεποίθηση 1<sup>ης</sup> τάξης, μπορούν να αναγνωρίσουν και την πεποίθηση 2<sup>ης</sup> τάξης και τα περισσότερα δίνουν και σωστές τεκμηριώσεις των απαντήσεών τους. Από τα παιδιά όμως που αναγνωρίζουν τη λανθασμένη πεποίθηση 2<sup>ης</sup> τάξης, μόνο τα μισά μπορούν να αναγνωρίσουν λανθασμένες πεποιθήσεις 3<sup>ης</sup> τάξης και να τεκμηριώσουν σωστά.

Προκειμένου να έχουμε μια πιο γενική εικόνα για την ικανότητα Θεωρίας του Νου των παιδιών μελετήσαμε συνδυαστικά τις επιδόσεις κάθε μαθητή και στις τρεις δοκιμασίες και κατηγοριοποιήσαμε στη συνέχεια τους μαθητές σε τρία επίπεδα σκέψης: α) *αρχικό*, όπου αναγνωρίζουν την πεποίθηση 1<sup>ης</sup> τάξης και είτε δεν αναγνωρίζουν την πεποίθηση 2<sup>ης</sup> τάξης ή την αναγνωρίζουν αρχικά χωρίς να μπορούν να τεκμηριώσουν με βάση νοητικές οντότητες, β) *ενδιάμεσο*, όπου αναγνωρίζουν την πεποίθηση 2<sup>ης</sup> τάξης και τεκμηριώνουν σωστά και πιθανό να αναγνωρίζουν και την πεποίθηση 3<sup>ης</sup> τάξης χωρίς όμως να μπορούν ακόμη να τεκμηριώσουν σωστά ή αναγνωρίζουν και τις δυο τάξεις πεποιθήσεων χωρίς να τεκμηριώνουν σωστά καμία και γ) *εκλεπτυσμένο*, όπου αναγνωρίζουν πεποιθήσεις και 2<sup>ης</sup> και 3<sup>ης</sup> τάξης και τεκμηριώνουν σωστά ή δυσκολεύονται να τεκμηριώσουν μόνο στην πεποίθηση 3<sup>ης</sup> τάξης.

Στον Πίνακα 4.2 που ακολουθεί φαίνεται η κατανομή των μαθητών στα τρία επίπεδα σκέψης με βάση το συνδυασμό των επιδόσεών τους και στις τρεις δοκιμασίες. Κάποιες διαφορές που παρατηρούνται με τον Πίνακα 1 οφείλονται στο ότι υπήρχαν κάποιοι μαθητές οι οποίοι δεν αναγνώριζαν την πεποίθηση 1<sup>ης</sup> τάξης ή την αναγνώριζαν χωρίς να την τεκμηριώνουν σωστά, αναγνώριζαν όμως την πεποίθηση 2<sup>ης</sup> τάξης καθώς και κάποιοι μαθητές που αναγνώριζαν την πεποίθηση 3<sup>ης</sup> τάξης αλλά όχι την πεποίθηση 2<sup>ης</sup> τάξης. Αυτοί κατηγοριοποιήθηκαν στο ενδιάμεσο επίπεδο σκέψης.

Πίνακας 4.2: Συχνότητες και ποσοστά μαθητών που κατηγοριοποιούνται στα τρία επίπεδα σκέψης με βάση την Ικανότητα Θεωρίας του Νου όπως διαμορφώνεται από την επίδοσή τους και στις τρεις δοκιμασίες Θεωρίας του Νου (Wimmer & Perner, 1983. Perner & Wimmer, 1988. Harpe, 1994), (N=17).

Ικανότητα Θεωρίας του Νου	Αρχικό Επίπεδο	Ενδιάμεσο Επίπεδο	Εκλεπτυσμένο επίπεδο
	2 (12%)	7 (41%)	8 (47%)

Όπως παρατηρούμε στον Πίνακα 4.2, η βασική ικανότητα απόδοσης πεποιθήσεων στους άλλους έχει αναπτυχθεί σε αυτή την ηλικία και τα περισσότερα παιδιά αναγνωρίζουν πεποιθήσεις 1<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> τάξης (88%). Όμως δεν μπορούν ακόμη όλα τα παιδιά να αποδώσουν πεποιθήσεις 3ης τάξης στους άλλους παρά μόνο ένα μικρό ποσοστό μαθητών βρίσκεται σε αυτό το πιο εκλεπτυσμένο επίπεδο (47%).

#### Δοκιμασίες Προσωπικής Επιστημολογίας

*α) Διάκριση κρίσεων για ζητήματα που αφορούν σε απόψεις και ζητήματα που αφορούν σε γεγονότα*

Στη δοκιμασία αυτή ζητήθηκε από τους μαθητές να κάνουν κρίσεις είτε για ασαφή ζητήματα που σχετίζονται με γεγονότα, είτε σχετικά με ασαφή ζητήματα που σχετίζονται με απόψεις και μετά να ακούσουν μια αντίθετη κρίση από κάποιον ειδικό. Προκειμένου να φανεί αν τα παιδιά μπορούσαν να διακρίνουν ανάμεσα στα δυο πεδία κρίσης, αναμέναμε να διατηρήσουν την υποκειμενική τους στάση στο άκουσμα της αντίθετης άποψης του ειδικού για ζητήματα άποψης, ενώ αναμέναμε να συμβαδίσουν με τη γνώμη του ειδικού σε ζητήματα που σχετίζονται με γεγονότα. Σε αυτή τη δοκιμασία μας ενδιέφεραν οι ακόλουθες ερωτήσεις, που ήταν κοινές σε όλες τις υποδοκιμασίες:

*Ερώτηση 1<sup>η</sup>*: Μήπως θα ήθελες να αλλάξεις την απάντησή σου; Γιατί;

*Ερώτηση 2<sup>η</sup>*: Γιατί η απάντησή σου άλλαξε/παρέμεινε ίδια; (υπονοούμενη κατανόηση)

*Ερώτηση 3<sup>η</sup>* : Φαντάσου ότι κάποιος έλεγε Χ και κάποιος έλεγε Ψ. Θα έπρεπε κάποιος να κάνει λάθος;

*Ερώτηση 4<sup>η</sup>* : Γιατί ναι/όχι; (ρητή κατανόηση)

Αρχικά, μελετήθηκαν οι απαντήσεις των μαθητών στην ερώτηση 1 (*Μήπως θα ήθελες να αλλάξεις την απάντησή σου;*). Στην πρώτη αυτή ερώτηση θεωρήθηκε σωστή η

αλλαγή της αρχικής απάντησης μόνο στην περίπτωση των κρίσεων για ζητήματα γεγονότων και όχι για ζητήματα απόψεων. Έτσι για την περίπτωση κρίσεων για ζητήματα γεγονότων οι μαθητές έλαβαν σκορ (1) αν άλλαζαν την αρχική τους απάντηση και σκορ (0) αν δεν την άλλαζαν και για την περίπτωση κρίσεων για ζητήματα απόψεων οι μαθητές έλαβαν σκορ (1) αν δεν άλλαζαν την απάντησή τους και σκορ (0) αν την άλλαζαν.

Η εφαρμογή του στατιστικού κριτηρίου Cochran Q [επίπεδο υπο-δοκιμασίας (3) \* Αλλαγή απάντησης (ναι-όχι)] δεν έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές όσον αφορά στη συχνότητα αλλαγής της απάντησης τους για ζητήματα κρίσεων απόψεων ανάμεσα στα τρία επίπεδα υπο-δοκιμασιών (Cochran Q=.286, df=2, NS). Έδειξε όμως στατιστικά σημαντικές διαφορές στη συχνότητα αλλαγής της απάντησής τους ανάμεσα στα τρία επίπεδα υπο-δοκιμασιών για τα ζητήματα κρίσεων γεγονότων (Cochran Q=6.222, df=2, p<0.05), όπως αναμέναμε σύμφωνα με τις υποθέσεις μας.

Για να γίνουν πιο κατανοητές οι παραπάνω διαφορές μπορούμε να παρατηρήσουμε τον Πίνακα 4.3 που ακολουθεί, όπου αναφέρεται η συχνότητα αλλαγής απάντησης στο άκουσμα της γνώμης του ειδικού, για κάθε επίπεδο υπο-δοκιμασίας και για τα δυο πεδία κρίσης (άποψη-γεγονός).

Πίνακας 4.3: Συχνότητες/Ποσοστά αλλαγής απάντησης για κάθε υπο-δοκιμασία (πρώτου, δεύτερου και τρίτου επιπέδου) για την κρίση ζητημάτων απόψεων και για την κρίση ζητημάτων γεγονότων (N=17).

	Κρίση για ζητήματα απόψεων			Κρίση για ζητήματα γεγονότων		
	1 <sup>ο</sup> επιπέδου	2 <sup>ο</sup> επιπέδου	3 <sup>ο</sup> επιπέδου	1 <sup>ο</sup> επιπέδου	2 <sup>ο</sup> επιπέδου	3 <sup>ο</sup> επιπέδου
Αλλαγή απάντησης	3 (18%)	3 (18%)	2 (12%)	12 (71%)	14 (82%)	8 (47%)
Μη-αλλαγή απάντησης	14 (82%)	14 (82%)	15 (88%)	5 (29%)	3 (18%)	9 (53%)

Παρατηρώντας τον Πίνακα 4.3 βλέπουμε ότι όπως αναμενόταν οι περισσότεροι συμμετέχοντες δεν αλλάζουν τις απαντήσεις τους στο άκουσμα της γνώμης ενός ειδικού για τα ζητήματα που αφορούν σε απόψεις, αλλά τις αλλάζουν για τα ζητήματα που αφορούν σε γεγονότα, υποδεικνύοντας μια ικανότητα διάκρισης ανάμεσα σε πεποιθήσεις για απόψεις και σε πεποιθήσεις για γεγονότα. Στις κρίσεις για ζητήματα γεγονότων ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει η υπο-δοκιμασία τρίτου επιπέδου για ζητήματα

που αφορούν σε γεγονότα, που όμως συνδυάζει και μια υποκειμενική και μια αντικειμενική διάσταση και που φαίνεται να δυσκολεύει περισσότερο τα παιδιά αυτής της ηλικίας, μια και ίσως απαιτεί ένα συντονισμό υποκειμενικών και αντικειμενικών στοιχείων. Παρατηρούμε μια προσκόλληση των παιδιών στη δική τους αρχική κρίση, ίσως γιατί είναι πιο δύσκολο να λάβουν υπόψη τους τη γνώμη κάποιου ειδικού για γεγονότα για τα οποία όμως έχουν διαμορφώσει και μια ισχυρή υποκειμενική στάση.

Για τους συμμετέχοντες διαμορφώθηκε επίσης ένα σκορ για κάθε υποδοκιμασία διάκρισης πεποιθήσεων για ζητήματα απόψεων και για κάθε υποδοκιμασία διάκρισης πεποιθήσεων για ζητήματα γεγονότων με βάση την κατηγορία τεκμηρίωσης που χρησιμοποιούσαν για την αλλαγή ή τη μη-αλλαγή της αρχικής τους κρίσης στη δεύτερη ερώτηση (*Γιατί η απάντησή σου άλλαξε/παρέμεινε ίδια;*). Για τις κρίσεις ζητημάτων που σχετίζονταν με απόψεις, αναμέναμε μη αλλαγή της αρχικής απάντησης του μαθητή με αναφορά στον πλουραλιστικό χαρακτήρα των απόψεων και στην αποδοχή των διαφορετικών απόψεων. Για τις κρίσεις ζητημάτων που σχετίζονταν με γεγονότα, αναμέναμε αλλαγή της αρχικής απάντησης του μαθητή με αναφορά στη γνώμη του ειδικού και αξιολόγηση της καλύτερης άποψης.

Έτσι, διαμορφώθηκε το ακόλουθο σκορ για τη δεύτερη ερώτηση και οι μαθητές βαθμολογήθηκαν για κάθε υποδοκιμασία με βάση το παρακάτω σύστημα βαθμολόγησης.

*Βαθμολόγηση 2<sup>ης</sup> ερώτησης:*

<i>Γιατί η απάντησή σου άλλαξε /παρέμεινε ίδια; (υπονοούμενη κατανόηση)</i>	<b>Κρίση για ζητήματα απόψεων</b>	<b>Κρίση για ζητήματα γεγονότων</b>
<b>Κατηγορίες τεκμηρίωσης</b>		
1. δεν ξέρω / άσχετο / μη-αιτιολόγηση	Αρχικές απαντήσεις Σκορ (1)	Αρχικές απαντήσεις Σκορ (1)
2. αναφορά σε στοιχείο του ερεθίσματος	Αρχικές απαντήσεις Σκορ (1)	Αρχικές απαντήσεις Σκορ (1)
3. αναφορά σε προσωπική κρίση/ εμπειρία / προτίμηση	Ενδιάμεσες απαντήσεις Σκορ (2)	Ενδιάμεσες απαντήσεις Σκορ (2)
4. άμεση/έμμεση αναφορά στην κρίση του ειδικού	Ενδιάμεσες απαντήσεις Σκορ (2)	Εκλεπτυσμένες απαντήσεις Σκορ (3)
5. αναφορά στην εγκυρότητα των διαφορετικών απόψεων	Εκλεπτυσμένες απαντήσεις Σκορ (3)	Ενδιάμεσες απαντήσεις Σκορ (2)

Η Ανάλυση Διακύμανσης Επαναλαμβανόμενων Μετρήσεων για τις περιπτώσεις κρίσεων για ζητήματα απόψεων, όπου ως ανεξάρτητη μεταβλητή ορίσαμε το επίπεδο

κάθε δοκιμασίας (3) και ως εξαρτημένη το σκορ που έλαβαν οι μαθητές βάση της κατηγορίας τεκμηρίωσης που χρησιμοποίησαν (5) έδειξε ότι δεν υπάρχει διαφοροποίηση ως προς το είδος τεκμηρίωσης που χρησιμοποιούν οι μαθητές στις τρεις υπο-δοκιμασίες 1<sup>ου</sup>, 2<sup>ου</sup> και 3<sup>ου</sup> επιπέδου ( $F(2,32)=.178$ , NS). Το ίδιο ισχύει και για τις περιπτώσεις κρίσεων για ζητήματα γεγονότων όπου πάλι δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς τη συχνότητα εμφάνισης κάποιων κατηγοριών τεκμηρίωσης ανάμεσα στις τριών επιπέδων υπο-δοκιμασίες ( $F(2,32)=2.861$ , NS).

Πίνακας 4.4: Μέσο σκορ μαθητών για κάθε υπο-δοκιμασία διάκρισης πεποιθήσεων για ζητήματα απόψεων και ζητήματα γεγονότων με βάση την κατηγορία τεκμηρίωσης αλλαγής /μη αλλαγής απάντησης (N=17).

	<b>Κρίση για ζητήματα απόψεων</b>		<b>Κρίση για ζητήματα γεγονότων</b>	
	Μέσο σκορ	Τυπική απόκλιση	Μέσο σκορ	Τυπική απόκλιση
1 <sup>ου</sup> επιπέδου	2.35	.60	2.52	.79
2 <sup>ου</sup> επιπέδου	2.29	.58	2.82	.52
3 <sup>ου</sup> επιπέδου	2.23	.75	2.35	.78

Όπως παρατηρούμε στον Πίνακα 4.4 φαίνεται η μέση επίδοση των μαθητών για κάθε πεδίο κρίσεων και για κάθε υπο-δοκιμασία. Αν και δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές όσον αφορά την επίδοση των μαθητών στις τρεις υπο-δοκιμασίες σε κάθε πεδίο χωριστά, βλέπουμε ότι οι μαθητές έχουν γενικά καλύτερη επίδοση στις υπο-δοκιμασίες 1<sup>ου</sup> και 2<sup>ου</sup> επιπέδου σε σχέση με την υπο-δοκιμασία 3<sup>ου</sup> επιπέδου.

Στον Πίνακα 4.5 που ακολουθεί παρατηρούμε πιο συγκεκριμένα τη συχνότητα εμφάνισης κάθε κατηγορίας τεκμηρίωσης που χρησιμοποιούν οι μαθητές στην 2<sup>η</sup> αυτή ερώτηση που αποτελεί μια μέτρηση της υπονοούμενης κατανόησης για κάθε υπο-δοκιμασία και κάθε πεδίο κρίσης.

Πίνακας 4.5: Συχνότητες/Ποσοστά εμφάνισης κάθε κατηγορίας τεκμηρίωσης αλλαγής /μη αλλαγής απάντησης και για τις τρεις υπο-δοκιμασίες διάκρισης πεποιθήσεων για ζητήματα απόψεων και ζητήματα γεγονότων (N=17).

<i>Γιατί η απάντησή σου άλλαξε /παρέμεινε ίδια; (υπονοούμενη κατανόηση)</i>	<b>Κρίση για ζητήματα απόψεων</b>	<b>Κρίση για ζητήματα γεγονότων</b>
	<b>Κατηγορίες τεκμηρίωσης</b>	



	1 <sup>ου</sup> επιπέδου	2 <sup>ου</sup> επιπέδου	3 <sup>ου</sup> επιπέδου	1 <sup>ου</sup> επιπέδου	2 <sup>ου</sup> επιπέδου	3 <sup>ου</sup> επιπέδου
1. δεν ξέρω / άσχετο / μη- αιτιολόγηση			2 (12%)	1 (6%)	1 (6%)	
2. αναφορά σε στοιχείο του ερεθίσματος	1 (6%)	1 (6%)	1 (6%)	2 (12%)		3 (18%)
3. αναφορά σε προσωπική κρίση/ εμπειρία / προτίμηση	5 (29%)	8 (47%)	6 (35%)	2 (12%)	1 (6%)	5 (29%)
4. άμεση /έμμεση αναφορά στην κρίση του ειδικού	4 (24%)	2 (12%)	1 (6%)	12 (70%)	15 (88%)	9 (53%)
5. αναφορά στην εγκυρότητα των διαφορετικών απόψεων	7 (41%)	6 (35%)	7 (41%)			

Παρατηρώντας τον Πίνακα 4.5, βλέπουμε ότι οι περισσότεροι μαθητές αυτής της ηλικίας στις υπο-δοκιμασίες διάκρισης πεποιθήσεων για ζητήματα απόψεων υποδεικνύουν μια υπονοούμενη κατανόηση δικαιολογώντας την αλλαγή /μη αλλαγή της απάντησής τους μετά το άκουσμα της γνώμης του ειδικού κυρίως με αναφορά στην προσωπική τους κρίση ή εμπειρία (ενδιάμεσες απαντήσεις), οι περισσότεροι όμως μαθητές αναφέρονται στην εγκυρότητα των διαφορετικών απόψεων (εκλεπτυσμένες απαντήσεις). Στις υπο-δοκιμασίες διάκρισης πεποιθήσεων για ζητήματα γεγονότων βέβαια, οι περισσότεροι μαθητές αναφέρονται άμεσα ή έμμεσα στην κρίση του ειδικού (εκλεπτυσμένες απαντήσεις), στην υπο-δοκιμασία τρίτου επιπέδου όμως υπάρχουν αρκετοί μαθητές που αναφέρονται στην προσωπική τους κρίση (ενδιάμεσες απαντήσεις). Φαίνεται δηλαδή η δυσκολία τους να συντονίσουν τις υποκειμενικές και αντικειμενικές διαστάσεις της γνώσης.

Στη συνέχεια μελετήθηκαν οι απαντήσεις των μαθητών στην τρίτη ερώτηση (*Φαντάσου ότι κάποιος έλεγε X και κάποιος έλεγε Ψ. Θα έπρεπε κάποιος να κάνει λάθος;*). Στην ερώτηση αυτή θεωρήθηκε σωστή η αποδοχή ως σωστών και των δυο απόψεων μόνο στην περίπτωση των κρίσεων για ζητήματα απόψεων, ενώ στην περίπτωση των κρίσεων για ζητήματα γεγονότων θεωρήθηκε σωστή η υπεροχή μόνο μιας κρίσης. Έτσι, στο πεδίο κρίσεων για ζητήματα απόψεων με σκορ 1 βαθμολογήθηκε η επιλογή ότι και οι δυο απόψεις είναι σωστές, ενώ με σκορ 0

βαθμολογήθηκε η επιλογή ότι μόνο η μια άποψη είναι σωστή. Αντιθέτως στο πεδίο κρίσεων για ζητήματα γεγονότων η επιλογή ότι και οι δυο απόψεις είναι σωστές βαθμολογήθηκε με σκορ 0, ενώ η επιλογή ότι η μια άποψη είναι πιο σωστή βαθμολογήθηκε με σκορ 1.

Η εφαρμογή του στατιστικού κριτηρίου Cochran Q [επίπεδο υποδοκιμασίας (3) \* πιθανότητα λάθους (ναι-όχι)] δεν έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές στο πεδίο κρίσεων για ζητήματα απόψεων μια και όλοι οι μαθητές υποστηρίζουν ότι και οι δυο απόψεις είναι σωστές και στα τρία επίπεδα υπο-δοκιμασιών. Έδειξε όμως στατιστικά σημαντικές διαφορές στις επιλογές που κάνουν οι μαθητές στα τρία επίπεδα υπο-δοκιμασιών για το πεδίο κρίσεων για ζητήματα γεγονότων (Cochran Q=17.636, df=2, p<0.001). Για να γίνει πιο κατανοητό μπορούμε να παρατηρήσουμε τον Πίνακα 4.6 όπου αναφέρεται η συχνότητα αποδοχής της μιας ή και των δυο κρίσεων, για κάθε επιμέρους υπο-δοκιμασία και για τα δυο πεδία κρίσης (άποψη-γεγονός).

Πίνακας 4.6: Συχνότητες/Ποσοστά αποδοχής ως σωστών και των δυο κρίσεων ή μόνο της μιας κρίσης για κάθε υπο-δοκιμασία (πρώτου, δεύτερου και τρίτου επιπέδου) για την κρίση ζητημάτων απόψεων και για την κρίση ζητημάτων γεγονότων (N=17).

	Κρίση για ζητήματα απόψεων			Κρίση για ζητήματα γεγονότων		
	1 <sup>ο</sup> επιπέδου	2 <sup>ο</sup> επιπέδου	3 <sup>ο</sup> επιπέδου	1 <sup>ο</sup> επιπέδου	2 <sup>ο</sup> επιπέδου	3 <sup>ο</sup> επιπέδου
Και οι δυο κρίσεις σωστές	17 (100%)	17 (100%)	17 (100%)	4 (24%)	1 (6%)	12 (71%)
Πιο σωστή η μια	-	-	-	13 (76%)	16 (94%)	5 (29%)

Παρατηρώντας τον Πίνακα 4.6, διαπιστώνουμε ότι οι μαθητές αναγνωρίζουν τον πλουραλιστικό χαρακτήρα και την υποκειμενικότητα των απόψεων, θεωρώντας ότι και οι κρίσεις δυο ατόμων για ζητήματα απόψεων μπορεί να είναι εξίσου σωστές. Το αντίθετο παρατηρούμε στις κρίσεις για ζητήματα γεγονότων. Εκεί τα παιδιά μπορούν να αναγνωρίσουν ότι μόνο η μια άποψη μπορεί να είναι πιο σωστή θέτοντας αξιολογικά κριτήρια με βάση την κρίση του ειδικού. Αυτό όμως δεν συμβαίνει για την υπο-δοκιμασία τρίτου επιπέδου, όπου εμπλέκονται και υποκειμενικά και αντικειμενικά στοιχεία. Μάλλον για ζητήματα γεγονότων για τα οποία υπάρχει και μια ισχυρά διαμορφωμένη προσωπική άποψη είναι πιο δύσκολο να τεθούν αξιολογικά κριτήρια.

Για τους συμμετέχοντες διαμορφώθηκε επίσης ένα σκορ για κάθε υπο-δοκιμασία διάκρισης πεποιθήσεων για ζητήματα απόψεων και για κάθε υπο-δοκιμασία διάκρισης πεποιθήσεων για ζητήματα γεγονότων με βάση την κατηγορία τεκμηρίωσης (ρητή κατανόηση) που χρησιμοποιούσαν για την αποδοχή της μιας ή και των δυο κρίσεων (*Γιατί ναι/όχι;*). Για τις κρίσεις ζητημάτων που σχετίζονταν με απόψεις, αναμέναμε αναφορά στον πλουραλιστικό χαρακτήρα των απόψεων και αποδοχή και των δυο κρίσεων. Για τις κρίσεις ζητημάτων που σχετίζονταν με γεγονότα, αναμέναμε υπεροχή μιας κρίσης μόνο και αναφορά στη γνώμη του ειδικού με αξιολόγηση της καλύτερης κρίσης.

Έτσι, διαμορφώθηκε το ακόλουθο σκορ για την τέταρτη ερώτηση και οι μαθητές βαθμολογήθηκαν για κάθε υπο-δοκιμασία με βάση το παρακάτω σύστημα βαθμολόγησης.

*Βαθμολόγηση 4<sup>ης</sup> ερώτησης:*

<i>Γιατί ναι/όχι; (ρητή κατανόηση)</i>	<b>Κρίση για ζητήματα απόψεων</b>	<b>Κρίση για ζητήματα γεγονότων</b>
<b>Κατηγορίες τεκμηρίωσης</b>		
1. δεν ξέρω / άσχετο / μη-αιτιολόγηση	Αρχικές απαντήσεις Σκορ (1)	Αρχικές απαντήσεις Σκορ (1)
2. υπάρχει λάθος, γιατί τα ερεθίσματα/ κρίσεις είναι διαφορετικά	Αρχικές απαντήσεις Σκορ (1)	Αρχικές απαντήσεις Σκορ (1)
3. δεν υπάρχει λάθος, γιατί τα ερεθίσματα/κρίσεις μοιάζουν	Αρχικές απαντήσεις Σκορ (1)	Αρχικές απαντήσεις Σκορ (1)
4. αναφορά στην εγκυρότητα διαφορετικών απόψεων.	Εκλεπτυσμένες απαντήσεις Σκορ (3)	Ενδιάμεσες απαντήσεις Σκορ (2)
5. αναφορά στη δική του κρίση / προσωπική εμπειρία	Ενδιάμεσες απαντήσεις Σκορ (2)	Ενδιάμεσες απαντήσεις Σκορ (2)
6. αναφορά στην κρίση του ειδικού πριν	Ενδιάμεσες απαντήσεις Σκορ (2)	Εκλεπτυσμένες απαντήσεις Σκορ (3)

Η Ανάλυση Διακύμανσης Επαναλαμβανόμενων Μετρήσεων για τις περιπτώσεις κρίσεων για ζητήματα απόψεων, όπου ως ανεξάρτητη μεταβλητή ορίσαμε το επίπεδο κάθε υπο-δοκιμασίας (3) και ως εξαρτημένη το σκορ που έλαβαν οι μαθητές με βάση το είδος τεκμηρίωσης (6) που χρησιμοποίησαν, έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση ως προς το είδος τεκμηρίωσης που χρησιμοποιούν οι μαθητές στις τρεις υπο-δοκιμασίες 1<sup>ου</sup>, 2<sup>ου</sup> και 3<sup>ου</sup> επιπέδου ( $F(2,32) = 4.273, p < 0.05$ ). Οι μαθητές συγκεντρώνουν υψηλότερο μέσο σκορ για τις υπο-δοκιμασίες 1<sup>ου</sup> επιπέδου ( $\mu.o. = 2.82$ ,

τ.α.=.52) και 2<sup>ο</sup> επιπέδου (μ.ο.=2.88, τ.α.=.48) σε σχέση με την υπο-δοκιμασία 3<sup>ο</sup> επιπέδου (μ.ο.=2.47, τ.α.=.87). Στατιστικά σημαντικές διαφορές βρέθηκαν και για το πεδίο κρίσεων για ζητήματα γεγονότων ( $F(2,32) = 4.923, p < 0.05$ ). Μάλιστα η χρήση του τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Bonferroni έδειξε ότι δεν υπάρχει διαφοροποίηση στην επίδοση των μαθητών στις υπο-δοκιμασίες 1<sup>ο</sup> επιπέδου (μ.ο.=2.41, τ.α.=.87) και 2<sup>ο</sup> επιπέδου (μ.ο.=2.64, τ.α.=.74), αλλά υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις υποδοκιμασίες 2<sup>ο</sup> και 3<sup>ο</sup> επιπέδου με την επίδοση στην υπο-δοκιμασία 3<sup>ο</sup> επιπέδου να είναι χειρότερη (μ.ο.=1.94, τ.α.=.74).

Για να γίνουν πιο κατανοητές οι διαφορές μπορούμε να δούμε στον Πίνακα 4.7 τη συχνότητα εμφάνισης κάθε κατηγορίας ρητής δικαιολόγησης για τη διάκριση πεποιθήσεων για ζητήματα άποψης και γεγονότος. Και σε αυτή την περίπτωση τα περισσότερα παιδιά αναφέρονται στην εγκυρότητα των διαφορετικών απόψεων στα έργα διάκρισης πεποιθήσεων για ζητήματα άποψης (εκλεπτυσμένες απαντήσεις). Και για την περίπτωση διάκρισης πεποιθήσεων για ζητήματα γεγονότος, παρατηρούμε ότι στις υπο-δοκιμασίες πρώτου και δεύτερου επιπέδου τα περισσότερα παιδιά πάλι αναφέρονται στην κρίση του ειδικού για να δικαιολογήσουν την αλλαγή της απάντησής τους (εκλεπτυσμένες απαντήσεις). Η υπο-δοκιμασία όμως τρίτου επιπέδου που περιλαμβάνει και μια υποκειμενική και μια αντικειμενική διάσταση πάλι δυσκολεύει τα παιδιά και φαίνεται να υπερισχύει η αναφορά στην εγκυρότητα των διαφορετικών απόψεων, χωρίς να γίνεται μια αξιολόγηση των διαφορετικών αυτών απόψεων. Αν και φαίνεται πιο εύκολο για τα παιδιά λοιπόν να κάνουν τη διάκριση ανάμεσα σε απόψεις και γεγονότα στις υπο-δοκιμασίες πρώτου και δεύτερου επιπέδου, δυσκολεύονται στο τρίτο επίπεδο, γιατί εκεί πρέπει να λάβουν υπόψη τους και την υποκειμενική και την αντικειμενική διάσταση των πραγμάτων και να συντονίσουν αυτά τα δυο.

Πίνακας 4.7: Συχνότητα εμφάνισης κάθε κατηγορίας τεκμηρίωσης απάντησης και για τις τρεις υπο-δοκιμασίες διάκρισης πεποιθήσεων για ζητήματα απόψεων και ζητήματα γεγονότων (N=17) .

Φαντάσου ότι κάποιος έλεγε X και κάποιος έλεγε Ψ. Θα έπρεπε κάποιος να κάνει λάθος; Γιατί ναι/όχι; (ρητή κατανόηση) <b>Κατηγορίες τεκμηρίωσης</b>	<b>Κρίση για ζητήματα απόψεων</b>			<b>Κρίση για ζητήματα γεγονότων</b>		
	1 <sup>ο</sup> επιπέδου	2 <sup>ο</sup> επιπέδου	3 <sup>ο</sup> επιπέδου	1 <sup>ο</sup> επιπέδου	2 <sup>ο</sup> επιπέδου	3 <sup>ο</sup> επιπέδου
1. δεν ξέρω / άσχετο / μη-αιτιολόγηση		1 (6%)	3 (18%)	2 (12%)	1 (6%)	1 (6%)
2. υπάρχει λάθος, γιατί τα ερεθίσματα/ κρίσεις είναι διαφορετικά				2 (12%)	1 (6%)	2 (12%)
3. δεν υπάρχει λάθος, γιατί τα ερεθίσματα/ κρίσεις μοιάζουν	1 (6%)				1 (6%)	2 (12%)
4. αναφορά στην εγκυρότητα διαφορετικών απόψεων.	15 (88%)	16 (94%)	13 (76%)	2 (12%)		6 (35%)
5. αναφορά στη δική του κρίση / προσωπική εμπειρία	1 (6%)		1 (6%)			2 (12%)
6. αναφορά στην κρίση του ειδικού πριν				11 (64%)	14 (82%)	4 (23%)

Τέλος, η Ανάλυση Διακύμανσης Επαναλαμβανόμενων Μετρήσεων, όπου ως ανεξάρτητη μεταβλητή ορίσαμε το επίπεδο υπο-δοκιμασίας (1<sup>ο</sup>, 2<sup>ο</sup> και 3<sup>ο</sup> επίπεδο) και ως εξαρτημένη το μέσο σκορ που συγκέντρωσαν οι συμμετέχοντες και στα δυο πεδία κρίσεων σε κάθε υπο-δοκιμασία, έδειξε κύρια επίδραση του επιπέδου υπο-δοκιμασίας ( $F(2,32)= 7.308, p<0.05$ ). Μάλιστα η χρήση του τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Bonferonni έδειξε ότι η επίδοση στην υπο-δοκιμασία 2<sup>ο</sup> επιπέδου (μ.ο. 2.66, τ.α.=.49)

διαφέρει σημαντικά και είναι πολύ καλύτερη από την επίδοση στην υπο-δοκιμασία 3<sup>ου</sup> επιπέδου (μ.ο.=2.25, τ.α.=.51).

Επίσης, ο δείκτης συσχέτισης Pearson r έδειξε στατιστικά σημαντική συσχέτιση στη μέση επίδοση των μαθητών και στα δυο πεδία κρίσεων στην υπο-δοκιμασία 1<sup>ου</sup> και 2<sup>ου</sup> επιπέδου ( $r=0.772$ ,  $n=17$ ,  $p<0.001$ ) καθώς και ανάμεσα στη μέση επίδοση και στα δυο πεδία κρίσεων στις υπο-δοκιμασίες 2<sup>ου</sup> και 3<sup>ου</sup> επιπέδου ( $r=0.570$ ,  $n=17$ ,  $p<0.05$ ). Τέλος, εξετάζοντας κάθε πεδίο κρίσεων ξεχωριστά, ο δείκτης συσχέτισης Pearson r έδειξε στατιστικά σημαντική συσχέτιση μόνο ανάμεσα στις υπο-δοκιμασίες πρώτου και δεύτερου επιπέδου για το πεδίο κρίσης διαφορετικών πεποιθήσεων για γεγονότα ( $r=0.560$ ,  $n=17$ ,  $p<0.01$ ), κάτι που υποδηλώνει τις διαφορετικές απαιτήσεις της υπο-δοκιμασίας τρίτου επιπέδου. Σχεδόν όλοι οι μαθητές που δίνουν πιο εκλεπτυσμένες απαντήσεις στην υπο-δοκιμασία 1<sup>ου</sup> επιπέδου για κρίσεις ζητημάτων γεγονότων ακολουθούν μια παράλληλη πορεία στην υπο-δοκιμασία δεύτερου επιπέδου. Στην υπο-δοκιμασία όμως 3<sup>ου</sup> επιπέδου, οι μαθητές δυσκολεύονται περισσότερο να συντονίσουν τις υποκειμενικές τους κρίσεις με τις κρίσεις των ειδικών θέτοντας αξιολογικά κριτήρια για πιο πολύπλοκα ζητήματα γεγονότων, όπου έχουν διαμορφώσει ισχυρές προσωπικές απόψεις.

*β) Συνέντευξη για τη φύση της επιστήμης και την επιστημονική αλήθεια (Smith & Wenk, 2006)*

Η δοκιμασία αυτή ήταν η συνέντευξη των Smith & Wenk (2006) η οποία χωρίζεται σε 2 μέρη, καθένα από τα οποία αρχικά βαθμολογήθηκε ξεχωριστά και στο τέλος κάθε υποκείμενο έλαβε ένα συνολικό μέσο σκορ για όλη αυτή την επιστημική δοκιμασία. Η βαθμολόγηση της συνέντευξης βασίστηκε στο σύστημα βαθμολόγησης των Smith & Wenk (2006). Στη συνέχεια θα διευκρινιστούν τα κριτήρια βαθμολόγησης των απαντήσεων των μαθητών για κάθε μέρος της συνέντευξης χωριστά και θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα.

*1<sup>ο</sup> μέρος: “Συνέντευξη για τη Φύση της Επιστήμης”:*

Η βαθμολόγηση βασίστηκε ακριβώς στο σύστημα βαθμολόγησης που είχαν ακολουθήσει η Smith και οι συνεργάτες της (Smith et al., 2000. Smith & Wenk, 2004) και το οποίο αποτελεί μια βελτίωση του αρχικού συστήματος βαθμολόγησης που είχαν θεμελιώσει η Carey και οι συνεργάτες της (1989). Κάθε μαθητής έλαβε ένα σκορ για κάθε ερώτηση ξεχωριστά που κυμαινόταν από 1-3 και ήταν σύμφωνο με το επιστημικό επίπεδο στο οποίο εντασσόταν η απάντησή του. Έτσι κάθε απάντηση μαθητή

βαθμολογήθηκε και ποιοτικά (σε ποιο επίπεδο επιστημολογίας εντάσσεται με βάση τις ιδέες του) και ποσοτικά (ένα σκορ αντιστοιχούσε σε κάθε επίπεδο επιστημολογίας). Ειδικότερα, στο Αρχικό επιστημικό επίπεδο (σκορ 1) οι αναμενόμενες απαντήσεις είναι σε συμφωνία με μια δυσκολία διαφοροποίησης των επιστημονικών ιδεών και των εμπειρικών δεδομένων και φανερώνουν μια προσκόλληση στην αληθή και βέβαιη γνώση. Στο Ενδιάμεσο επιστημικό επίπεδο (σκορ 2) έχουμε μια πρώτη απλή διάκριση ιδεών και εμπειρικών δεδομένων και εισάγονται παράλληλα και οι έννοιες της εξήγησης και του ελέγχου υποθέσεων αλλά θεωρείται ακόμη εφικτή η απόκτηση της απόλυτης γνώσης. Τέλος, στο Εκλεπτυσμένο επιστημικό επίπεδο (σκορ 3) υπάρχει η κατανόηση της αβέβαιης και σχετικής με το πλαίσιο φύσης της γνώσης και η διάκριση ανάμεσα στις θεωρίες πλαισίου, τις βασικές υποθέσεις και τα εμπειρικά δεδομένα είναι ρητή πια. Πιο εκλεπτυσμένες απαντήσεις του αρχικού επιπέδου 1, τοποθετήθηκαν στο Επίπεδο 1.5 και λιγότερο εκλεπτυσμένες απαντήσεις του Επιπέδου 3, τοποθετήθηκαν στο επίπεδο 2.5, προκειμένου να φανεί η διαφοροποίηση των συγκεκριμένων μαθητών.

Η Ανάλυση Διακύμανσης Επαναλαμβανόμενων Μετρήσεων, όπου ως ανεξάρτητη μεταβλητή ορίσαμε την ομάδα ερωτήσεων (4) και ως εξαρτημένη το μέσο όρο επίδοσης των μαθητών, δεν έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις ομάδες ερωτήσεων ( $F(3,48)=1.00, NS$ ). Γενικά οι μαθητές είχαν χαμηλή μέση επίδοση, αν και ήταν λίγο καλύτερη για τις *Γενικές ερωτήσεις* (μ.ο.=1.35, τ.α.=.45), τις ερωτήσεις που αναφέρονται στις *Πειραματικές Διαδικασίες* (μ.ο.=1.38, τ.α.=.48) και τις ερωτήσεις για τη *Διαμόρφωση Θεωριών* (μ.ο.=1.32, τ.α.=.30) σε σχέση με τις ερωτήσεις για τη *Διαμόρφωση Υποθέσεων* (μ.ο.=1.17, τ.α.=.30).

Πίνακας 4.8: Συχνότητες / Ποσοστά μαθητών στα τρία επιστημικά επίπεδα για κάθε ομάδα ερωτήσεων στη Συνέντευξη για τη Φύση της Επιστήμης (N=17).

Ομάδα ερώτησης	Αρχικό επίπεδο		Ενδιάμεσο Επίπεδο	Εκλεπτυσμένο Επίπεδο	
	Επίπεδο 1	Επίπεδο 1.5	Επίπεδο 2	Επίπεδο 2.5	Επίπεδο 3
Γενικές ερωτήσεις Q.1.1-1.4	10 (58.8%)	2 (11.8%)	5 (29.4%)		
Ερωτήσεις για πειραματικές διαδικασίες Q. 2.1-2.2.	10 (58.8%)	1 (5.9%)	6 (35.3%)		
Ερωτήσεις για διαμόρφωση υποθέσεων Q.3.1-3.2	13 (76.5%)	2 (11.8%)	2 (11.8%)		
Ερωτήσεις για διαμόρφωση θεωριών Q.4.1-4.7	7 (41.2%)	9 (52.9%)	1 (5.9%)		

Παρατηρώντας τον Πίνακα 4.8, βλέπουμε ότι στις πιο γενικές ερωτήσεις (Q. 1.1-1.4) για το τι είναι ένας επιστήμονας και με τι ασχολείται, οι περισσότεροι μαθητές δίνουν απαντήσεις που εμπίπτουν στο Επίπεδο 1, δηλαδή απαντούν ότι οι επιστήμονες κάνουν και μαθαίνουν πράγματα και πραγματοποιούν ανακαλύψεις και οι ερωτήσεις που διατυπώνουν οι επιστήμονες είναι διαδικαστικές (πώς να κάνουν πράγματα) και δηλωτικές (τι συμβαίνει). Στις ερωτήσεις που αναφέρονται στις πειραματικές διαδικασίες (Q.2.1 -2.2), οι περισσότεροι μαθητές αντιμετωπίζουν το πείραμα ως κάτι που δοκιμάζουμε για να έχουμε ένα αποτέλεσμα (Επίπεδο 1), υπάρχουν όμως και κάποιοι ελάχιστοι μαθητές που αρχίζουν να αντιμετωπίζουν το πείραμα ως έλεγχο υπόθεσης και όχι σαν κάτι που απλά μας οδηγεί σε ένα καλό αποτέλεσμα (Επίπεδο 2). Στις ερωτήσεις για το τι είναι μια υπόθεση (Q. 3.1-3.2) οι περισσότεροι μαθητές θεωρούν ότι υπόθεση είναι κάτι που βασίζεται στις ιδέες του επιστήμονα και αποτελεί ένα ασαφές ερώτημα, δυσκολεύονται όμως να δώσουν οι ίδιοι ένα παράδειγμα υπόθεσης (Επίπεδο 1). Τέλος, στις ερωτήσεις σχετικά με τη διαμόρφωση θεωριών από τους επιστήμονες (Q. 4.1-4.7), οι περισσότεροι μαθητές απλά συσχετίζουν τις θεωρίες με τα αποτελέσματα των πειραμάτων (Επίπεδο 1) και δεν κατανοούν ότι αποτελούν καλά ελεγμένες υποθέσεις. Δεν διακρίνουν επίσης ανάμεσα στις ιδέες των επιστημόνων και στα πειράματα που κάνουν (Επίπεδο 1), θεωρούν ότι οι διαφορετικές επιστημονικές



ιδέες είναι εξίσου αξιόπιστες και διαφοροποιούνται μόνο σε επίπεδο αντικειμενικής γνώσης (Επίπεδο 1.5) και μπορούν απλά να αλλάξουν όταν κάτι δεν πετυχαίνει ή όταν κάνουν λάθη (Επίπεδο 1).

*2<sup>ο</sup> μέρος: Έρευνα για επιστημονική αλήθεια*

Το δεύτερο μέρος της συνέντευξης αυτής αναφέρεται στην επιστημονική αλήθεια και οι μαθητές βαθμολογήθηκαν για τις απαντήσεις τους σε δυο ομάδες ερωτήσεων, η μια ομάδα αναφέρεται στη βεβαιότητα/αβεβαιότητα της επιστημονικής γνώσης (ερωτήσεις 1-3) και η δεύτερη ομάδα αναφέρεται στο πώς αντιμετωπίζονται οι διαφορετικές απόψεις (ερωτήσεις 4-6). Οι μαθητές τοποθετήθηκαν σε τρία επιστημικά επίπεδα, τα οποία περιγράφονται αναλυτικά στον Πίνακα 4.9 που ακολουθεί. Με βάση το επιστημικό επίπεδο, οι μαθητές βαθμολογήθηκαν και με ένα αντίστοιχο σκορ (π.χ. σκορ 1, αν η απάντησή τους κατατάσσεται στο επίπεδο 1).

Πίνακας 4.9: Αναλυτική περιγραφή των επιστημικών επιπέδων για κάθε ομάδα ερώτησης, σχετικά με την επιστημονική αλήθεια.

	<i>Επίπεδο 1/1.5 Αρχικό</i>	<i>Επίπεδο 2 Ενδιάμεσο</i>	<i>Επίπεδο 2.5 /3 Επιστημονικό</i>
Βεβαιότητα επιστημονικής γνώσης (Q. 1-3)	Βέβαιη / Βέβαιη σε κάποια πεδία	Αβέβαιη. Εξαιρέσεις στις γενικεύσεις (επαγωγική αβεβαιότητα).	Αβέβαιη. Εναλλακτικές εξηγήσεις / Θεωρητικά καθοδηγούμενη έρευνα (ερμηνευτική αβεβαιότητα).
Αντιμετώπιση διαφορετικών απόψεων (Q. 4-6)	Όλα σωστά. Πίστη στην αυθεντία. / Πλειονότητα.	Αίτια αντιπαράθεσης. Τεκμήρια έρευνας.	Ποιότητα τεκμηρίων/ Ποιότητα τεκμηρίων και θεωρία.

Το κριτήριο t για εξαρτημένα δείγματα δεν έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στην επίδοση των μαθητών στις δυο ομάδες ερωτήσεων ( $t(16)=2.045$ ,  $p=0.058$ ). Η επίδοση όμως των μαθητών στην ομάδα ερωτήσεων που αναφερόντουσαν στην αντιμετώπιση διαφορετικών απόψεων (μ.ο.1.44, τ.α.=.46) ήταν γενικά λίγο καλύτερη από την επίδοσή τους στην ομάδα ερωτήσεων που αναφερόντουσαν στη βεβαιότητα της επιστημονικής γνώσης (μ.ο.=1.17, τ.α.=.24).

Όπως παρατηρούμε στον Πίνακα 4.10, οι περισσότεροι μαθητές θεωρούν ότι η γνώση είναι βέβαιη (Επίπεδο 1) ή βέβαιη σε κάποιες περιοχές, αλλά όχι σε κάποιες άλλες (Επίπεδο 1.5) και πιστεύουν ότι όταν δεν γνωρίζουμε τις απαντήσεις για ένα

θέμα, τότε καθένας μπορεί να πιστεύει ότι θέλει (Επίπεδο 1). Είναι λίγοι οι μαθητές που θεωρούν ότι η επίλυση μιας διαφωνίας μπορεί να γίνει βάση αποδείξεων, χωρίς όμως να μιλούν ακόμη για το είδος και την ποιότητα των αποδείξεων (Επίπεδο 2).

Πίνακας 4.10: Συχνότητες/Ποσοστά μαθητών στα τρία επιστημικά επίπεδα για κάθε ομάδα ερωτήσεων σχετικά με την επιστημονική αλήθεια (N=17).

	Αρχικό επίπεδο		Ενδιάμεσο Επίπεδο	Επιστημονικό Επίπεδο	
Ομάδα Ερώτησης	<i>Επίπεδο 1</i>	<i>Επίπεδο 1.5</i>	<i>Επίπεδο 2</i>	<i>Επίπεδο 2.5</i>	<i>Επίπεδο 3</i>
Βεβαιότητα Γνώσης (Q. 1-3)	11 (64.7%)	6 (35.3%)			
Αντιμετώπιση Διαφορετικών Απόψεων (Q. 4-6)	8 (47.1%)	3 (17.6%)	6 (35.3%)		

Αν μελετήσουμε το πώς απαντούν οι μαθητές για τον τρόπο που αντιμετωπίζουμε διαφορετικές απόψεις με βάση το τι πιστεύουν για τη βεβαιότητα της γνώσης, παρατηρούμε ότι οι περισσότεροι μαθητές που μιλούν για βεβαιότητα της γνώσης (11/17) θεωρούν ότι όλες οι γνώμες είναι σωστές και θα επιλέξουν αυτή που είναι περισσότερο αποδεκτή και είναι λίγοι οι μαθητές (6/17) που αναφέρονται στη σημασία των αποδείξεων για την επίλυση διαφωνιών.

Τέλος, ο δείκτης συσχέτισης Spearman rho έδειξε στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στη Συνέντευξη για τη Φύση της Επιστήμης και στην Έρευνα για την Επιστημονική αλήθεια ( $r_s = 0.587$ ,  $n=17$ ,  $p < 0.05$ ). Οι ελάχιστοι μαθητές που έχουν λίγο πιο εκλεπτυσμένες απόψεις για τη φύση της επιστήμης και της επιστημονικής διαδικασίας, πιστεύουν περισσότερο και στην αβεβαιότητα της γνώσης και αναφέρονται στο ρόλο των εμπειρικών δεδομένων στις επιστημονικές αντιπαραθέσεις.

#### Δοκιμασία Θεωρίας του Φυσικού Κόσμου

Στους μαθητές δόθηκε μια δοκιμασία για τη διερεύνηση των πεποιθήσεων τους για φαινόμενα του Φυσικού κόσμου η οποία αποτελείται από δυο επίπεδα δυσκολίας. Κοινή απαίτηση και για τα δυο επίπεδα ήταν η διάκριση ανάμεσα στην εμφάνιση και την πραγματικότητα, η επίλυση δηλαδή του επιστημολογικού προβλήματος και η τεκμηρίωση της διάκρισης με επιστημονικά δεδομένα. Έτσι οι απαντήσεις των

μαθητών κατηγοριοποιήθηκαν με βάση το αν έκαναν ή όχι τη διάκριση ανάμεσα στην πραγματικότητα και την εμφάνιση και το είδος της τεκμηρίωσης που παρείχαν. Ο τρόπος βαθμολόγησης που ακολουθήθηκε ήταν κοινός και για τις δυο υπο-δοκιμασίες. Έτσι με βάση το συνδυασμό των απαντήσεων στις ερωτήσεις εμφάνισης-πραγματικότητας οι μαθητές τοποθετήθηκαν στις παρακάτω τρεις κατηγορίες.

4. Μη επίλυση οντολογικού προβλήματος: όταν έχει επιλεγθεί η φαινομενική απεικόνιση και για την Πραγματικότητα και για την Εμφάνιση.
5. Επίλυση μόνο οντολογικού προβλήματος: όταν έχουν επιλεγθεί η φαινομενική απεικόνιση για την Πραγματικότητα και η επιστημονική απεικόνιση για την Εμφάνιση ή όταν έχει επιλεγθεί η επιστημονική απεικόνιση και για την Πραγματικότητα και για την Εμφάνιση.
6. Επίλυση και οντολογικού και επιστημολογικού προβλήματος: όταν έχουν επιλεγθεί η επιστημονική απεικόνιση για την Πραγματικότητα και η φαινομενική απεικόνιση για την Εμφάνιση.

Κάθε συνδυασμός επιλογών των μαθητών εκτός από ποιοτικά βαθμολογήθηκε και ποσοτικά. Έτσι η κατηγορία «Μη επίλυση του οντολογικού προβλήματος» έλαβε το σκορ (1), η κατηγορία «Επίλυση του οντολογικού προβλήματος» έλαβε το σκορ (2) και η κατηγορία «Επίλυση του οντολογικού και επιστημολογικού προβλήματος» έλαβε το σκορ (3).

Ανάλογα με το είδος τεκμηρίωσης που παρείχαν, οι μαθητές τοποθετήθηκαν επίσης σε τρεις κατηγορίες τεκμηριώσεων: α) *αρχικές* (σκορ 1) αν ήταν σύμφωνες μόνο με τη διαισθητική μας εμπειρία των πραγμάτων, β) *ενδιάμεσες* (σκορ 2), αν αναφερόντουσαν σε στοιχεία του ερεθίσματος κάνοντας μια γενική αναφορά στην οπτική πλάνη και εξαπάτηση και αν στην προσπάθειά τους να ενσωματώσουν επιστημονική πληροφορία οδηγούνταν σε παρερμηνείες και στη δημιουργία συνθετικών μοντέλων και γ) *εκλεπτυσμένες* (σκορ 3), αν γνώριζαν την επιστημονική εξήγηση και μπορούσαν να δικαιολογήσουν τις διαφορές ανάμεσα στην εμφάνιση και την πραγματικότητα, αναφερόντουσαν σε πολλαπλούς τρόπους ερμηνείας αντικειμένων, κατανοούσαν την ασυμφωνία εμφάνισης-πραγματικότητας ή αναφερόντουσαν σε νοητικές διεργασίες (πώς είναι κάτι-πώς μου φαίνεται).

Θα εξετάσουμε τις απαντήσεις των μαθητών σε κάθε υπο-δοκιμασία ξεχωριστά. Για τις στατιστικές μας αναλύσεις τέλος υπολογίστηκε και ένα μέσο σκορ με βάση την κατηγορία διάκρισης και το είδος τεκμηρίωσης.

### Υπο-δοκιμασία Θεωρίας του Φυσικού Κόσμου 1<sup>ου</sup> επιπέδου

Στην υπο-δοκιμασία αυτή αρχικό έργο των μαθητών ήταν να κάνουν τη διάκριση ανάμεσα σε Εμφάνιση και Πραγματικότητα. Όλοι οι μαθητές μπορούν να διακρίνουν ανάμεσα στην εμφάνιση και την πραγματικότητα σε περιπτώσεις όχι ιδιαίτερα πολύπλοκων ερεθισμάτων, όπως αυτά στην υπο-δοκιμασία 1<sup>ου</sup> επιπέδου. Για παράδειγμα, οι μαθητές μπορούν να διακρίνουν ότι το χρώμα του χαρτιού είναι άσπρο στην πραγματικότητα, αλλά κάτω από το κόκκινο φίλτρο φαίνεται να μοιάζει κόκκινο.

Το ενδιαφέρον έτσι στην περίπτωση αυτή ήταν να επεξεργαστούμε το είδος τεκμηριώσεων που παρείχαν οι μαθητές για τις επιλογές τους. Παρατηρώντας τον Πίνακα 4.11, βλέπουμε ότι οι περισσότεροι μαθητές μπορούν να κάνουν τη διάκριση αλλά η τεκμηριώσή τους δεν είναι ακόμη εκλεπτυσμένη. Διατυπώνουν δηλαδή περισσότερο απλές και γενικές αναφορές σε στοιχεία του ερεθίσματος, αναφέρονται μόνο στις φυσικές εμφανίσεις, και κάνουν μια πολύ γενική αναφορά στην οπτική πλάνη και εξαπάτηση. Για παράδειγμα τεκμηριώνουν λέγοντας στο πρώτο σετ ερεθισμάτων (Διάφανο-κόκκινο φίλτρο) ότι «ο φάκελος είναι κόκκινος και διαφανής» αλλά δεν αναφέρονται σε νοητικές διεργασίες (πώς είναι κάτι και πώς μου φαίνεται) και στον τρόπο που μπορεί να ξεγελάσει μια ιδιότητα ενός ερεθίσματος. Τα παιδιά που αρχίζουν να λαμβάνουν υπόψη τους τέτοιες ιδιότητες απαντούν λέγοντας «γιατί η ζελατίνα είναι κόκκινη και ό,τι βρίσκεται μέσα της μας φαίνεται κόκκινο». Γενικά, παρατηρούμε ότι οι μαθητές φαίνεται να μπορούν να κάνουν τη διάκριση, αλλά δυσκολεύονται ακόμη να αναφερθούν σε πιο αφηρημένα σχήματα στις τεκμηριώσεις τους και να κάνουν μια πιο ρητή αναφορά στους πολλαπλές αναπαραστάσεις ενός ίδιου αντικειμένου στον κόσμο.

Πίνακας 4.11: Συχνότητες/Ποσοστά εμφάνισης κάθε επιπέδου τεκμηρίωσης για κάθε φαινόμενο του φυσικού κόσμου στην υπο-δοκιμασία Θεωρίας του Φυσικού Κόσμου 1<sup>ου</sup> επιπέδου (N=17).

Είδος φαινομένου	Αρχικές τεκμηριώσεις (1)	Ενδιάμεσες τεκμηριώσεις (2)	Εκλεπτυσμένες τεκμηριώσεις (3)
Διάφανο-κόκκινο φίλτρο	2 (12%)	13 (76%)	2 (12%)
Σχέδιο σε διαφάνεια		14 (82%)	3 (18%)
Μεγεθυντικός φακός		14 (82%)	3 (18%)

Γυάλινο ποτήρι με νερό-μολύβι	12 (70%)	5 (30%)
-------------------------------	-------------	------------

Η Ανάλυση Διακύμανσης Επαναλαμβανόμενων Μετρήσεων, όπου ως ανεξάρτητη μεταβλητή ορίστηκε το είδος φαινομένου (4) και ως εξαρτημένη το μέσο σκορ που συγκέντρωσαν οι μαθητές για κάθε φαινόμενο με βάση την κατηγορία διάκρισης και το είδος τεκμηρίωσης δεν έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στην επίδοση των μαθητών στα διαφορετικά φαινόμενα ( $F(3,48)=1.704$ , NS).

Όπως βλέπουμε και στον Πίνακα 4.12, δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές στο μέσο σκορ που συγκεντρώνουν οι μαθητές για κάθε φαινόμενο του φυσικού κόσμου επιπέδου 1.

Πίνακας 4.12: Μέσο σκορ για κάθε φαινόμενο του φυσικού κόσμου στην υποδοκιμασία Θεωρίας του Φυσικού Κόσμου 1<sup>ου</sup> επιπέδου.

Είδος φαινομένου	Μέσο σκορ	Τυπική απόκλιση
Διάφανο-κόκκινο φίλτρο	2.41	.53
Σχέδιο σε διαφάνεια	2.58	.19
Μεγεθυντικός φακός	2.58	.19
Γυάλινο ποτήρι με νερό-μολύβι	2.64	.23

*Υποδοκιμασία Θεωρίας Φυσικού Κόσμου 2<sup>ου</sup> επιπέδου*

Αρχικό έργο των συμμετεχόντων στη δοκιμασία αυτή ήταν να αναγνωρίσουν τη διάκριση ανάμεσα στην εμφάνιση και την πραγματικότητα. Η Ανάλυση Διακύμανσης Επαναλαμβανόμενων Μετρήσεων, όπου ως ανεξάρτητη μεταβλητή ορίσαμε το Φαινόμενο Παρατηρησιακής Αστρονομίας (6) και ως εξαρτημένη το μέσο όρο επίδοσης των μαθητών με βάση το συνδυασμό των επιλογών τους στις ερωτήσεις εμφάνισης και πραγματικότητας, δεν έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές για το είδος φαινομένου ( $F(5,80)= 1.338$ , NS). Οι μαθητές συγκεντρώνουν υψηλό σκορ σε όλα τα φαινόμενα παρατηρησιακής αστρονομίας κάτι που υποδηλώνει ότι η πλειονότητα τους μπορεί να κάνει την επιστημολογική διάκριση ανάμεσα στην εμφάνιση και την πραγματικότητα.

Μπορούμε να κατανοήσουμε καλύτερα τα παραπάνω αποτελέσματα παρατηρώντας τον Πίνακα 4.13 που ακολουθεί, όπου φαίνεται η κατανομή των

μαθητών σε κάθε κατηγορία απαντήσεων για κάθε φαινόμενο της παρατηρησιακής αστρονομίας. Αν και υπάρχουν κάποιοι μαθητές που φαίνεται ότι έχουν επιλύσει μόνο το οντολογικό πρόβλημα, η πλειονότητα τους φαίνεται να κάνει την επιστημολογική διάκριση, έχει επιλύσει δηλαδή και τα δυο προβλήματα.

Πίνακας 4.13: Συχνότητες/Ποσοστά μαθητών που εμπίπτουν σε κάθε κατηγορία απαντήσεων στη δοκιμασία Θεωρίας του Φυσικού Κόσμου (N=46).

	Μη επίλυση οντολογικού προβλήματος	Επίλυση μόνο οντολογικού προβλήματος		Επίλυση και οντολογικού και επιστημολογικού προβλήματος
	<i>Φ-Φ</i> <i>Φαινομενικές</i> <i>απαντήσεις</i>	<i>Φ-Ε</i> <i>Αντιστροφή</i>	<i>Ε-Ε</i> <i>Επιστημονικές</i> <i>απαντήσεις</i>	<i>Ε-Φ</i> <i>Διάκριση</i>
Σχήμα γης			5 (29 %)	12 (71%)
Βαρύτητα			1 (6 %)	16 (94 %)
Σχετικό μέγεθος ήλιου-σελήνης	1 (6 %)	1 (6 %)	2 (12 %)	13 (76 %)
Σχετικό μέγεθος ήλιου-γης			1 (6 %)	16 (94 %)
Εναλλαγή Ημέρας/Νύχτας	1 (6 %)		1 (6 %)	15 (88%)
Πλανητικό σύστημα			4 (24 %)	13 (76 %)

Το ενδιαφέρον και σε αυτή την περίπτωση ήταν να δούμε το είδος τεκμηρίωσης που χρησιμοποίησαν οι μαθητές για τις επιλογές τους. Στον Πίνακα 4.14 φαίνεται η κατανομή των μαθητών σε κάθε επίπεδο με βάση τις απαντήσεις τους και το είδος τεκμηρίωσης που χρησιμοποιούν. Παρατηρούμε ότι αν και οι περισσότεροι μαθητές μπορούν να κάνουν τη διάκριση, η τεκμηρίωσή τους δεν είναι ακόμη εκλεπτυσμένη. Στις περισσότερες περιπτώσεις συνάδει με αρχικά και ενδιάμεσα νοητικά μοντέλα και είναι λίγα τα παιδιά που βασίζονται σε επιστημονικά μοντέλα για να τεκμηριώσουν τις επιλογές τους. Δυσκολεύονται να κατανοήσουν την αντίθεση εμφάνισης-πραγματικότητας, και να αναφερθούν σε νοητικές διεργασίες καθώς και στις επιστημονικές εξηγήσεις. Για παράδειγμα για το φυσικό φαινόμενο *Σχήμα γης*, πολλοί μαθητές παρέχουν τεκμηριώσεις του τύπου «*Γιατί η γη γυρνάει γρήγορα και δεν το καταλαβαίνουμε*» (αρχικές τεκμηριώσεις) ή «*Επειδή βρισκόμαστε πάνω στη γη δεν μπορούμε να καταλάβουμε ούτε την κίνησή της, ούτε το πώς είναι*» (ενδιάμεσες τεκμηριώσεις) και ελάχιστοι μαθητές τεκμηριώνουν λέγοντας ότι «*η επιφάνεια της γης*

είναι πολύ μεγάλη και εμείς βλέπουμε μόνο ένα μέρος της» (επιστημονικές τεκμηριώσεις).

Πίνακας 4.14: Συχνότητες/Ποσοστά μαθητών σε κάθε επίπεδο τεκμηρίωσης για κάθε φαινόμενο του φυσικού κόσμου στην υπο-δοκιμασία Θεωρίας του Φυσικού Κόσμου 2<sup>ου</sup> επιπέδου (N=17).

Είδος φαινομένου	Αρχικές τεκμηριώσεις	Ενδιάμεσες τεκμηριώσεις	Εκλεπτυσμένες τεκμηριώσεις
Σχήμα γης	4 (24%)	11 (65%)	2 (12%)
Βαρύτητα	8 (47%)	5 (29%)	4 (24%)
Σχετικό μέγεθος ήλιου-σελήνης	7 (41%)	3 (18%)	7 (41%)
Σχετικό μέγεθος ήλιου-γης	7 (41%)	3 (18%)	7 (41%)
Εναλλαγή Ημέρας/Νύχτας	5 (29%)	9 (53%)	3 (18%)
Πλανητικό σύστημα	11 (65%)	4(24%)	2 (12%)

Η Ανάλυση Διακύμανσης Επαναλαμβανόμενων Μετρήσεων, όπου ως ανεξάρτητη μεταβλητή ορίστηκε το είδος φαινομένου (7) και ως εξαρτημένη το μέσο σκορ που συγκέντρωσαν οι μαθητές για κάθε φαινόμενο με βάση την κατηγορία τεκμηρίωσης δεν έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στην επίδοση των μαθητών στα διαφορετικά φαινόμενα ( $F(5,80)=1.994, NS$ ). Εντούτοις, η μέση επίδοση των μαθητών στα φαινόμενα *Πλανητικό Σύστημα* και *Σχήμα γης και Βαρύτητα* (μ.ο.=1,47, τ.α.=.71 και μ.ο.=1.76, τ.α.=.83 αντίστοιχα) ήταν πιο χαμηλή από την επίδοσή τους στα υπόλοιπα φαινόμενα όπου οι μέσοι όροι κυμαίνονται από 1.88 ως 2.00.

Περαιτέρω, συγκρίναμε την επίδοση των μαθητών αναφορικά με την επίλυση ή μη του επιστημολογικού προβλήματος με την επίδοσή τους αναφορικά με το είδος τεκμηρίωσης που παρείχαν, υπολογίζοντας ένα μέσο σκορ για όλα τα φυσικά φαινόμενα με βάση το συνδυασμό επιλογών στις ερωτήσεις εμφάνισης-πραγματικότητας και ένα μέσο σκορ με βάση το είδος της τεκμηρίωσης. Το κριτήριο t για εξαρτημένα δείγματα έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές στην επίδοση των μαθητών στις δυο περιπτώσεις ( $t(16)=8.452, p<0.001$ ), με την επίδοση που βασίζεται στο συνδυασμό των επιλογών των απαντήσεων των μαθητών στις δυο ερωτήσεις εμφάνισης-πραγματικότητας να είναι καλύτερη (μ.ο.=2.81, τ.α=.26) από την επίδοση

που βασίστηκε στο είδος τεκμηρίωσης που παρείχαν ( $\mu.o.=1.83$ ,  $\tau.a=.59$ ). Αν και φαινομενικά οι μαθητές κάνουν την επιστημολογική διάκριση στο σύνολό τους, εντούτοις έχουν μεγάλη δυσκολία να τεκμηριώσουν τις επιλογές τους και να συλλογιστούν πάνω στα συγκεκριμένα μοντέλα του φυσικού κόσμου.

Προκειμένου να έχουμε μια πιο σφαιρική εικόνα του πώς σκέφτονται τα παιδιά σε αυτή τη δοκιμασία λαμβάνοντας υπόψη τους συνδυασμούς των επιλογών τους για την Εμφάνιση και την Πραγματικότητα αλλά και τις τεκμηριώσεις που παρείχαν, κατηγοριοποιήσαμε τους μαθητές σε τρία επίπεδα σκέψης: α) *αρχικό επίπεδο σκέψης*, όπου έχουμε φαινομενικές απαντήσεις σε ορισμένες περιπτώσεις και μια αρχική επίλυση του οντολογικού προβλήματος με ελλιπή τεκμηρίωση για κάποια φαινόμενα β) *ενδιάμεσο επίπεδο σκέψης*, όπου έχουμε επίλυση του οντολογικού προβλήματος με ενδιάμεσες ή επιστημονικές τεκμηριώσεις κυρίως και μια αρχική επίλυση του επιστημολογικού προβλήματος χωρίς τεκμηρίωση για κάποια φαινόμενα και γ) *εκλεπτυσμένο επίπεδο σκέψης*, όπου για τα περισσότερα φαινόμενα έχουμε επίλυση του επιστημολογικού προβλήματος με ενδιάμεσες ή επιστημονικές τεκμηριώσεις.

Πίνακας 4.15: Συχνότητες/Ποσοστά μαθητών που κατηγοριοποιούνται στα τρία επίπεδα σκέψης στη δοκιμασία Θεωρίας του Φυσικού Κόσμου (N=46).

	<i>Αρχικό επίπεδο</i>	<i>Ενδιάμεσο επίπεδο</i>	<i>Εκλεπτυσμένο επίπεδο</i>
<i>Θεωρία του Φυσικού Κόσμου</i>	2 12%	9 53%	6 35%

Παρατηρώντας τον Πίνακα 4.15, βλέπουμε ότι η πλειονότητα των μαθητών εμπίπτει στο πιο ενδιάμεσο επίπεδο όπου επιλύει το οντολογικό πρόβλημα και σε λίγες περιπτώσεις έχει αρχίσει να επιλύει και το επιστημολογικό παρέχοντας όμως αρχικές τεκμηριώσεις της γνώσης.

Τέλος, το κριτήριο t για εξαρτημένα δείγματα έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στην επίδοση των μαθητών στις δυο υπο-δοκιμασίες Θεωρίας του Φυσικού Κόσμου ( $t(16)=2.927$ ,  $p<0.01$ ), με την επίδοση των μαθητών να είναι πολύ καλύτερη στην υπο-δοκιμασία 1<sup>ου</sup> επιπέδου ( $\mu.o.=2.58$ ,  $\tau.a=.09$ ) από την επίδοσή τους στην υπο-δοκιμασία 2<sup>ου</sup> επιπέδου ( $\mu.o.=2.32$ ,  $\tau.a=.39$ ).



## B. Διερεύνηση σχέσης Θεωρίας του Νου, Προσωπικής Επιστημολογίας και Θεωρίας Φυσικού Κόσμου.

Σύμφωνα με την πρώτη υπόθεση αναμενόταν υψηλή συσχέτιση ανάμεσα στην ικανότητα Θεωρίας του Νου των παιδιών, στις επιστημικές τους πεποιθήσεις και στην ικανότητά τους να στοχάζονται σε αντιφατικές αναπαραστάσεις του φυσικού κόσμου.

Για τις στατιστικές μας αναλύσεις υπολογίσαμε ένα μέσο σκορ για το πεδίο Θεωρίας του Νου με βάση τις επιδόσεις των μαθητών στις δοκιμασίες 1<sup>ης</sup>, 2<sup>ης</sup> και 3<sup>ης</sup> τάξης, ένα μέσο σκορ για το πεδίο Προσωπικής Επιστημολογίας με βάση τις επιδόσεις των μαθητών στη δοκιμασία *Διάκριση κρίσεων για ζητήματα που αφορούν σε απόψεις και ζητήματα που αφορούν σε γεγονότα* και στη δοκιμασία *Συνέντευξη για τη φύση της επιστήμης και την επιστημονική αλήθεια* και ένα μέσο σκορ για το πεδίο θεωρίας του φυσικού κόσμου με βάση το συνδυασμό των επιλογών των μαθητών στις δυο ερωτήσεις εμφάνισης-πραγματικότητας και το είδος τεκμηρίωσης που χρησιμοποίησαν.

Τα αποτελέσματα επιβεβαίωσαν την υπόθεσή μας και έδειξαν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις ανάμεσα στην επίδοση των παιδιών στη Θεωρία του Νου και στην επίδοσή τους στις δυο δοκιμασίες Προσωπικής Επιστημολογίας ( $r_s = .516$ ,  $n=17$ ,  $p < 0.05$ ), ανάμεσα στην επίδοση των παιδιών στη Θεωρία του Νου και στην επίδοσή τους στη συνολική δοκιμασία θεωρίας του φυσικού κόσμου ( $r_s = 0.527$ ,  $n=17$ ,  $p < 0.05$ ) και ανάμεσα στην επίδοση των παιδιών στις δοκιμασίες Προσωπικής Επιστημολογίας και στην επίδοσή τους στη συνολική δοκιμασία θεωρίας του φυσικού κόσμου ( $r_s = 0.773$ ,  $n=17$ ,  $p < 0.01$ ) αλλά και σε σχέση με κάθε επίπεδο χωριστά ( $r_s = 0.574$ ,  $n=17$ ,  $p < 0.05$  για υπο-δοκιμασία επιπέδου 1 και  $r_s = 0.719$ ,  $n=17$ ,  $p < 0.01$  για υπο-δοκιμασία επιπέδου 2).

Όπως παρατηρούμε στον Πίνακα 4.16 τα παιδιά που δεν αναγνωρίζουν και τα δυο είδη λανθασμένης πεποίθησης ή δεν μπορούν ακόμη να τεκμηριώσουν τη γνώση τους με βάση νοητικές καταστάσεις βρίσκονται κυρίως σε ένα αρχικό επιστημικό επίπεδο όπου έχουν πολύ αρχικές πεποιθήσεις για την επιστήμη και δυσκολεύονται να κάνουν τη διάκριση ανάμεσα σε ζητήματα κρίσεων για γεγονότα και απόψεις. Σε αντίθεση τα παιδιά που αναγνωρίζουν πεποιθήσεις και 2<sup>ης</sup> και 3<sup>ης</sup> τάξης και τεκμηριώνουν σωστά βρίσκονται κυρίως σε ένα ενδιάμεσο επιστημικό επίπεδο (όπου έχουν λίγο πιο εκλεπτυσμένες επιστημικές πεποιθήσεις αρχικού βέβαια επιπέδου ακόμη και έχουν αρχίσει να διακρίνουν κρίσεις για ζητήματα απόψεων και γεγονότων στις περισσότερες περιπτώσεις) και σε ένα πιο εκλεπτυσμένο επιστημικό επίπεδο (όπου διακρίνουν ανάμεσα σε κρίσεις για ζητήματα γεγονότων και απόψεων και έχουν πιο εκλεπτυσμένες πεποιθήσεις για τη φύση της επιστήμης). Όπως βλέπουμε και στον

Πίνακα 4.17, ο μέσος όρος επίδοσης στις δοκιμασίες Προσωπικής Επιστημολογίας είναι καλύτερος για τα παιδιά που έχουν κατακτήσει την ικανότητα Θεωρίας του Νου.

Πίνακας 4.16: Σχέση ανάμεσα στην Ικανότητα Θεωρίας του Νου και στο Επίπεδο Επιστημικής Σκέψης στην Προσωπική Επιστημολογία (N=17).

<i>Προσωπική Επιστημολογία</i>				
<i>Ικανότητα Θεωρίας του Νου</i>	<i>Αρχικό Επιστημικό Επίπεδο</i>	<i>Ενδιάμεσο Επιστημικό Επίπεδο</i>	<i>Εκλεπτυσμένο Επιστημικό Επίπεδο</i>	Σύνολο
<i>Αρχικό επίπεδο</i>	1	1	0	2
<i>Ενδιάμεσο επίπεδο</i>	2	5	0	7
<i>Εκλεπτυσμένο επίπεδο</i>	2	3	3	8
Σύνολο	5	9	3	17

Πίνακας 4.17: Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις επίδοσης στην Προσωπική Επιστημολογία σε σχέση με την Ικανότητα Θεωρίας του Νου.

<i>Ικανότητα Θεωρίας του Νου</i>	<i>Προσωπική Επιστημολογία</i>		
	M.O	<i>τ.α.</i>	<i>N</i>
<i>Αρχικό επίπεδο</i>	1.78	.10	2
<i>Ενδιάμεσο επίπεδο</i>	1.84	.38	7
<i>Εκλεπτυσμένο επίπεδο</i>	2.08	.20	8

Οι μαθητές που έχουν πιο ανεπτυγμένη ικανότητα Θεωρίας του Νου επιλύουν στις περισσότερες περιπτώσεις και το επιστημολογικό πρόβλημα παρέχοντας πιο εκλεπτυσμένες τεκμηριώσεις των επιλογών τους. Μάλιστα, η επίδοση των μαθητών που έχουν μια πιο αναπτυγμένη ικανότητα Θ.τ.Ν. είναι πολύ καλύτερη στη δοκιμασία αυτή από την επίδοση των μαθητών που έχουν μια αρχική ικανότητα Θεωρίας του Νου (μ.ο.=2.52, τ.α.=.29 και μ.ο.=2.20, τ.α.=.05 αντίστοιχα). Στον πίνακα 4.18 που ακολουθεί φαίνεται η κατηγοριοποίηση των μαθητών στα τρία επίπεδα σκέψης στην υπο-δοκιμασία φυσικού κόσμου 2<sup>ου</sup> επιπέδου (μια και στην υποδοκιμασία 1<sup>ου</sup> επιπέδου δεν συναντάμε διαφορές στην επίδοση των μαθητών).

Πίνακας 4.18: Σχέση ανάμεσα στην Ικανότητα Θεωρίας του Νου και στο Επίπεδο Σκέψης στη δοκιμασία Θεωρίας του Φυσικού Κόσμου (N=17).

<i>Θεωρία του Φυσικού Κόσμου</i>				
	<i>Αρχικό Επίπεδο</i>	<i>Ενδιάμεσο Επίπεδο</i>	<i>Εκλεπτυσμένο Επίπεδο</i>	Σύνολο
<b><i>Ικανότητα Θεωρίας του Νου</i></b>				
<i>Αρχικό επίπεδο</i>	-	2	-	2
<i>Ενδιάμεσο επίπεδο</i>	2	3	2	7
<i>Εκλεπτυσμένο επίπεδο</i>	-	4	4	8
Σύνολο	2	9	6	17

Καλύτερη επίδοση στη δοκιμασία θεωρίας του φυσικού κόσμου έχουν και οι μαθητές με πιο εκλεπτυσμένες επιστημικές πεποιθήσεις. Η επίδοση των μαθητών που είχαν πιο εκλεπτυσμένες επιστημικές πεποιθήσεις ήταν πολύ καλύτερη από την επίδοση των παιδιών με αρχικές επιστημικές πεποιθήσεις (μ.ο.=2.75, τ.α.=.11 και μ.ο.=2.08, τ.α.=.29 αντίστοιχα) και αυτοί οι μαθητές φαίνεται ότι αρχίζουν να επιλύουν το επιστημολογικό πρόβλημα παρέχοντας και πιο επιστημονικές τεκμηριώσεις, όπως μπορούμε να διαπιστώσουμε και από τον πίνακα 4.19.

Πίνακας 4.19: Σχέση ανάμεσα στο επίπεδο επιστημικής σκέψης και στο επίπεδο σκέψης στη δοκιμασία Θεωρίας του Φυσικού Κόσμου (N=17).

<i>Θεωρία του Φυσικού Κόσμου</i>				
	<i>Αρχικό Επίπεδο</i>	<i>Ενδιάμεσο Επίπεδο</i>	<i>Εκλεπτυσμένο Επίπεδο</i>	Σύνολο
<b><i>Προσωπική Επιστημολογία</i></b>				
<i>Αρχικό επίπεδο</i>	1	3	1	5
<i>Ενδιάμεσο επίπεδο</i>	1	5	3	9
<i>Εκλεπτυσμένο επίπεδο</i>	-	1	2	3
Σύνολο	2	9	6	17

Στον πίνακα 4.20 που ακολουθεί βλέπουμε πώς κατηγοριοποιούνται οι μαθητές στα τρία επίπεδα σκέψης στο φυσικό κόσμο με βάση το συνδυασμό της ικανότητας Θεωρίας του Νου και της επιστημικής τους σκέψης. Αν και ο αριθμός των υποκειμένων

είναι μικρός παρατηρούμε μια τάση μετακίνησης προς ένα πιο εκλεπτυσμένο επίπεδο σκέψης στο φυσικό κόσμο για τους μαθητές που έχουν πιο αναπτυγμένη ικανότητα Θεωρίας του Νου και πιο εκλεπτυσμένες επιστημικές πεποιθήσεις.

Πίνακας 4.20: Συχνότητες μαθητών σε κάθε επίπεδο σκέψης στο φυσικό κόσμο με βάση την ικανότητα θ.τ.ν. και το επιστημικό επίπεδο σκέψης (N=17).

Επίπεδο ικανότητας Θεωρίας του Νου και επιστημικής σκέψης		Θεωρία του φυσικού κόσμου		
		Αρχικό Επίπεδο	Ενδιάμεσο Επίπεδο	Εκλεπτυσμένο Επίπεδο
Εκλεπτυσμένο επίπεδο (N=6)	Καθαρό εκλεπτυσμένο (N=3)		1	2
	Αρχικό εκλεπτυσμένο (N=3)		2	1
Ενδιάμεσο Επίπεδο (N=10)	Καθαρό ενδιάμεσο (N=5)	1	2	2
	Αρχικό ενδιάμεσο (N=5)	1	3	1
Αρχικό Επίπεδο (N=1)	Καθαρό αρχικό (N=1)		1	

Προκειμένου να εξετάσουμε τη δεύτερη υπόθεσή μας, όπου τα βασικά επιτεύγματα στο πεδίο της Θεωρίας του Νου θα επηρεάζουν την επιστημική σκέψη των παιδιών και ακολούθως θα διευκολύνουν την κατανόηση φαινομένων του φυσικού κόσμου, πραγματοποιήσαμε μια σειρά αναλύσεων παλινδρόμησης.

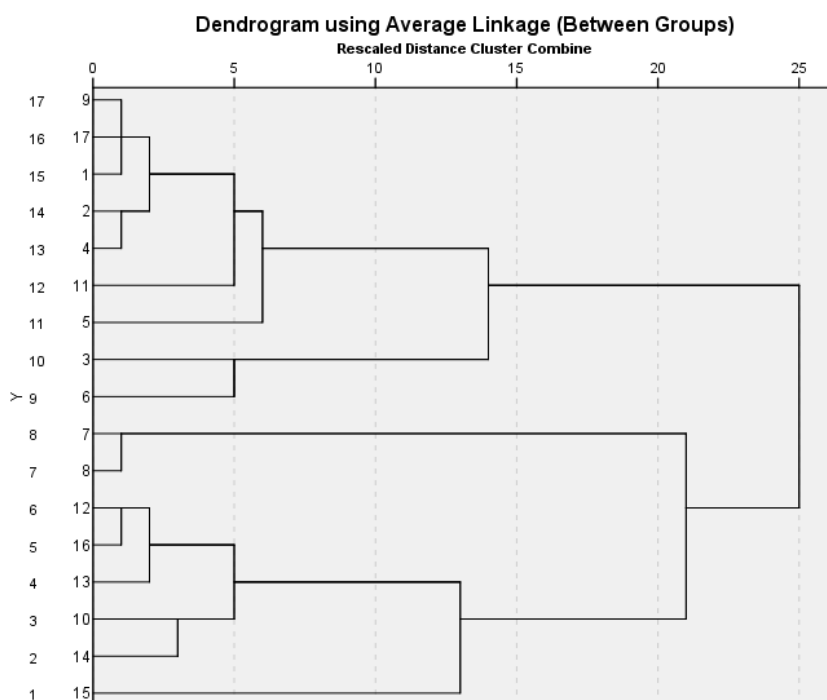
Αρχικά, προκειμένου να μελετήσουμε τη σχέση ανάμεσα στη Θεωρία του Νου και στην Προσωπική Επιστημολογία πραγματοποιήσαμε μια ανάλυση παλινδρόμησης με την επίδοση στις δοκιμασίες Προσωπικής Επιστημολογίας ως εξαρτημένη μεταβλητή και την επίδοση στις δοκιμασίες Θ.τ.Ν. ως προβλεπτικό παράγοντα

( $F(1,15)=5.454, p\leq 0.05$ ). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ικανότητα Θεωρίας του Νου αποτελεί σημαντικό προβλεπτικό παράγοντα για τις επιστημικές απόψεις που καθένας μας διαμορφώνει για τη φύση της γνώσης και τη διαδικασία του γινώσκειν ( $Beta=.516; p\leq 0.05$ ). Φάνηκε ότι το 22% της διακύμανσης στην επίδοση στις δοκιμασίες Προσωπικής Επιστημολογίας μπορεί να προβλεφθεί από την επίδοση στις δοκιμασίες Θεωρίας του Νου.

Η ανάλυση παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την επίδοση των μαθητών στη δοκιμασία Θεωρίας του Φυσικού κόσμου και προβλεπτικούς παράγοντες την επίδοση των μαθητών στις δοκιμασίες Θεωρίας του Νου και στις δοκιμασίες Προσωπικής Επιστημολογίας υπήρξε επίσης στατιστικά σημαντική ( $F(2,14)= 8.048, p\leq 0.01$ ) και έδειξε ότι το 47% της επίδοσης στη δοκιμασία Θεωρίας του Φυσικού κόσμου σχετίζεται με τη διακύμανση στην επίδοση στις δοκιμασίες Θεωρίας του Νου και Προσωπικής Επιστημολογίας. Οι επιστημικές πεποιθήσεις των παιδιών όμως φάνηκαν να αποτελούν ισχυρότερο προβλεπτικό παράγοντα για την ικανότητα συλλογισμού πάνω σε εναλλακτικά μοντέλα ( $Beta=.664; p\leq 0.01$ ) σε σχέση με την ικανότητα Θεωρίας του Νου ( $Beta=.118; NS$ ).

Προκειμένου να ομαδοποιήσουμε τις επιδόσεις των μαθητών πραγματοποιήσαμε μια ανάλυση κατά συστάδες με τη μέθοδο της ιεραρχικής ομαδοποίησης. Το δένδροδιάγραμμα που προκύπτει μας δίνει ως καλύτερη λύση τις δυο ομάδες, όπως βλέπουμε στο Γράφημα 4.1.

Γράφημα 4.1: Δενδροδιάγραμμα απεικόνισης ομαδοποίησης υποκειμένων με βάση τις επιδόσεις τους στις δοκιμασίες των τριών πεδίων.



Όπως παρατηρούμε και στο δενδροδιάγραμμα οι παρατηρήσεις μας φαίνεται να ομαδοποιούνται σε δυο ομάδες. Η ίδια λύση επιβεβαιώνεται και αφού χρησιμοποιήσαμε τη μέθοδο k-means όπου ορίσαμε εξ αρχής δυο ομάδες α) αρχική θεώρηση των πραγμάτων και β) πιο εκλεπτυσμένη θεώρηση των πραγμάτων. Τα τελικά κέντρα των δυο ομάδων περιγράφονται στον Πίνακα 4.21 που ακολουθεί. Η ανάλυση διακύμανσης για το αν διαφέρουν οι μέσες τιμές ανάμεσα στις τρεις ομάδες δείχνει ότι οι μεταβλητές που έχουν καλή ικανότητα να ξεχωρίζουν τις παρατηρήσεις είναι η Θ.τ.Ν. 3<sup>ης</sup> τάξης, η Διάκριση κρίσεων για ζητήματα γεγονότων και απόψεων και η Θεωρία του Φυσικού Κόσμου ( $F(1,15)=255.000$ ;  $p \leq 0.001$ ,  $F(1,15)=7.618$  και  $F(1,15)=4.952$  για  $p \leq 0.05$  αντίστοιχα).

Πίνακας 4.21: Τελικά κέντρα των δυο ομάδων που βρέθηκαν κατά την Ανάλυση σε συστάδες με τη μέθοδο k-means για τις μεταβλητές Θ.τ.Ν. 2<sup>ης</sup> και 3<sup>ης</sup> τάξης, Διάκριση κρίσεων για ζητήματα γεγονότων και απόψεων, Συνέντευξη για τη Φύση της Επιστήμης και την επιστημονική αλήθεια και Θεωρία για το Φυσικό Κόσμο (N=17).

	Τελικά Κέντρα Ομάδων			
	Ομάδες		Ομάδες	
	Αρχικό Επίπεδο σκέψης		Εκλεπτυσμένο Επίπεδο σκέψης	
	Μέσος όρος επίδοσης		Μέσος όρος επίδοσης	
Θ.τ.Ν. 2 <sup>ης</sup> τάξης	2.50		2.67	
Θ.τ.Ν. 3 <sup>ης</sup> τάξης	1.00		2.89	
Διάκριση κρίσεων για ζητήματα γεγονότων και απόψεων	2.36		2.58	
Συνέντευξη για τη φύση της επιστήμης και την επιστημονική αλήθεια	1.24		1.58	
Δοκιμασία Θεωρίας Φυσικού Κόσμου	1 <sup>ου</sup> επιπέδου	2.53	1 <sup>ου</sup> επιπέδου	2.63
	2 <sup>ου</sup> επιπέδου	2.15	2 <sup>ου</sup> επιπέδου	2.48
	3 <sup>ου</sup> επιπέδου		3 <sup>ου</sup> επιπέδου	
<i>Αριθμός υποκειμένων</i>	8		9	

Παρατηρώντας τον παραπάνω πίνακα βλέπουμε ότι τα υποκείμενα που βρίσκονται στην πρώτη ομάδα δεν έχουν μια καλά αναπτυγμένη ικανότητα Θεωρίας του Νου και δυσκολεύονται να αναγνωρίσουν πιο πολύπλοκες πεποιθήσεις 3<sup>ης</sup> τάξης. Αν και φαίνεται ότι μπορούν να διακρίνουν ανάμεσα σε ζητήματα απόψεων και γεγονότων, εντούτοις οι επιστημικές τους πεποιθήσεις για τη φύση της επιστήμης και της γνώσης είναι πιο αρχικού επιπέδου. Τέλος, φαίνεται ότι επιλύουν το οντολογικό πρόβλημα και έχουν αρχίσει και να επιλύουν και το επιστημολογικό πρόβλημα, οι τεκμηριώσεις τους όμως είναι πιο αρχικές ή ενδιάμεσες ακόμη. Στη δεύτερη ομάδα βλέπουμε ότι ανήκουν υποκείμενα όπου έχουν αναπτύξει μια καλύτερη ικανότητα Θεωρίας του Νου, έχουν πιο εκλεπτυσμένες επιστημικές πεποιθήσεις και παρουσιάζουν μια καλύτερη επίδοση στη δοκιμασία Θεωρίας για το Φυσικό Κόσμο, έχουν αρχίσει δηλαδή να στοχάζονται καλύτερα πάνω σε εναλλακτικές συλλήψεις των φυσικών φαινομένων.

Τέλος, προκειμένου να ερμηνευτούν οι φαινομενικές σχέσεις ανάμεσα στα τρία πεδία, της Θεωρίας του Νου, της Προσωπικής Επιστημολογίας και της Θεωρίας για το Φυσικό Κόσμο, και να διερευνηθούν οι διαστάσεις που σχετίζονται με την επίδοση των μαθητών στις αντίστοιχες δοκιμασίες, πραγματοποιήθηκε παραγοντική ανάλυση με τη μέθοδο ανάλυσης κυρίων συνιστωσών. Η αρχική ανάλυση ανέδειξε έναν μόνο παράγοντα με ιδιοτιμή >1. Ο παράγοντας αυτός εξηγεί το 71% της συνολικής διακύμανσης της επίδοσης. Η μεταβλητή που έχει μεγαλύτερη επιβάρυνση στον παράγοντα αυτό είναι η επίδοση στις δοκιμασίες Προσωπικής Επιστημολογίας (0.897), ακολουθεί η επίδοση στη δοκιμασία Θεωρίας του Φυσικού Κόσμου (0.874) και τέλος η επίδοση στις δοκιμασίες Θεωρίας του Νου (0.758).

Ο παράγοντας αυτός θεωρούμε ότι αναφέρεται στην ικανότητά μας να σκεφτόμαστε πάνω στις πρωταρχικές μας αναπαραστάσεις, αναγνωρίζοντας έτσι την ύπαρξη εναλλακτικών ερμηνειών και της αβέβαιης φύσης της γνώσης. Αναφέρεται δηλαδή στην ικανότητά μας να συντονίζουμε τις υποκειμενικές διαστάσεις της γνώσης μας με τις αντικειμενικές διαστάσεις της, στην προκειμένη περίπτωση την ικανότητά μας να συντονίζουμε τη διαισθητική εμπειρία του υποκειμένου που μαθαίνει με την αντικειμενική επιστημονική πραγματικότητα που βασίζεται σε κριτήρια.

## Συζήτηση

### *Το προφίλ των Ελλήνων μαθητών*

Η επίδοση των μαθητών στο πεδίο της Θεωρίας του Νου είναι σε συμφωνία με την αναπτυξιακή συνέχεια που παρατηρείται στην κατάκτηση συγκεκριμένων εννοιολογικών κατασκευών από τα παιδιά (Muris et al., 1999. Wellman & Liu, 2004).

Όπως αναμενόταν σχεδόν όλα τα παιδιά αυτής της ηλικίας έχουν κατακτήσει την έννοια της λανθασμένης πεποίθησης 1<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> τάξης. Τα αποτελέσματα είναι σε συμφωνία με την έρευνα των Muris et al. (1999) όπου τα παιδιά ηλικίας 11-12 ετών επιτυγχάνουν σε αυτές τις δοκιμασίες. Σε αντίθεση όμως με τα ευρήματά τους όπου ένα πολύ μεγάλο ποσοστό (80%) παιδιών αυτής της ηλικίας επιτυγχάνουν στις δοκιμασίες Θεωρίας του Νου 3<sup>ης</sup> τάξης, μόνο οι μισοί συμμετέχοντες (53%) στην παρούσα έρευνα επιτυγχάνουν στη δοκιμασία αυτή. Φάνηκε ότι οι μαθητές αυτής της ηλικίας αν και μπορούν να αποδώσουν νοητικές καταστάσεις στους άλλους και να σκεφτούν για τις πεποιθήσεις κάποιου τρίτου, δυσκολεύονται ακόμη να σκεφτούν πάνω σε πιο πολύπλοκες πεποιθήσεις που επηρεάζονται από κίνητρα και συναισθήματα. Η Θεωρία του Νου φαίνεται ότι συνεχίζει να αναπτύσσεται και σε αυτή την ηλικία.



Στη δοκιμασία *Διάκρισης κρίσεων για ζητήματα που αφορούν σε απόψεις και ζητήματα που αφορούν σε γεγονότα* τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι μαθητές μπορούσαν να κάνουν τη διάκριση ανάμεσα σε απόψεις και γεγονότα για απλά ζητήματα -π.χ. ποιο γλυκό είναι πιο νόστιμο και ποιο γλυκό χρειάζεται περισσότερο χρόνο για να ψηθεί- ή για ζητήματα όπου εμπλεκόταν επιστημονική γνώση -π.χ. προτίμηση εποχής και δημιουργία εποχών. Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας είναι σε συμφωνία με τα ευρήματα της έρευνας των Banerjee et al. (2007). Τα παιδιά αναγνώριζαν τον πλουραλιστικό χαρακτήρα των απόψεων και την υποκειμενική διάσταση της γνώσης και δεν άλλαζαν την υποκειμενική τους άποψη για ζητήματα απόψεων στο άκουσμα της γνώμης κάποιου ειδικού. Επίσης, είχαν αρχίσει να αναγνωρίζουν και την αντικειμενική διάσταση της γνώσης και άλλαζαν την άποψή τους για ζητήματα γεγονότων με αναφορά σε αξιολογικά κριτήρια και λαμβάνοντας υπόψη τη γνώση του ειδικού.

Στην παρούσα έρευνα όμως εξετάσαμε επιπλέον την ικανότητα διάκρισης ανάμεσα σε κρίσεις για ζητήματα απόψεων και σε κρίσεις για ζητήματα γεγονότων σε ένα πιο δύσκολο επίπεδο όπου συνδυαζόταν η αντικειμενική και η υποκειμενική διάσταση της γνώσης. Η δυσκολία των παιδιών ήταν μεγάλη ειδικά στις περιπτώσεις κρίσεων για ζητήματα γεγονότων όπου αναγνωρίζεται η υποκειμενικότητα των διάφορων απόψεων, αλλά δεν αξιολογούνται και θεωρούνται εξίσου «σωστές» όλες. Βλέπουμε λοιπόν ότι οι περισσότεροι μαθητές έχουν αρχίσει να αναγνωρίζουν τον πλουραλιστικό χαρακτήρα της γνώσης, αλλά δυσκολεύονται να θέσουν αξιολογικά κριτήρια ειδικά για περιπτώσεις όπου απαιτείται συντονισμός υποκειμενικών και αντικειμενικών διαστάσεων της γνώσης.

Στη δοκιμασία *Συνέντευξη για τη φύση της επιστήμης και την επιστημονική αλήθεια* οι περισσότεροι μαθητές βρίσκονται σε ένα αρχικό επιστημικό επίπεδο όπου δυσκολεύονται να διακρίνουν ανάμεσα στις επιστημονικές ιδέες και στις πειραματικές διαδικασίες που ακολουθούν οι επιστήμονες και μόνο ελάχιστοι είναι οι μαθητές όπου αρχίζουν να αναφέρονται σε έλεγχο υποθέσεων. Τα περισσότερα παιδιά αυτής της ηλικίας πιστεύουν στη βεβαιότητα της γνώσης και στον πλουραλιστικό χαρακτήρα των απόψεων όταν δεν γνωρίζουμε τις απαντήσεις για ένα θέμα. Δεν λαμβάνουν όμως ακόμη υπόψη τους το σημαντικό ρόλο των εμπειρικών δεδομένων κατά την επίλυση των διαφωνιών. Γενικά φαίνεται ότι η πίστη στη γνώση που αποκτάται μέσω της παρατήρησης ή της αυθεντίας είναι έντονη στο επιστημικό αυτό επίπεδο στο οποίο βρίσκονται οι περισσότεροι μαθητές και η διάκριση ανάμεσα στις ιδέες και στα δεδομένα των πειραματικών διαδικασιών δεν είναι ρητή ακόμη. Τα ευρήματα αυτά

συμφωνούν με τα ευρήματα των Carey et al. (1989), Honda (1994) και Smith et al. (2000) που χρησιμοποίησαν μέρος ή ολόκληρη τη συνέντευξη αυτή και βρήκαν ότι οι μαθητές των τελευταίων τάξεων του δημοτικού σχολείου και των πρώτων τάξεων του γυμνασίου έχουν παρόμοιες ιδέες που συνάδουν με μια αρχική επιστημολογία.

Συγκρίνοντας την επίδοση των μαθητών στα δυο αυτά πεδία σκέψης, τη Θεωρία του Νου και την Προσωπική Επιστημολογία, βλέπουμε ότι οι συμμετέχοντες συγκέντρωσαν υψηλότερο μέσο σκορ στις δοκιμασίες Θεωρίας του Νου σε σχέση με τις επιστημικές δοκιμασίες. Όπως φάνηκε από τα έργα Θεωρίας του Νου 1<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> τάξης τα παιδιά αυτής της ηλικίας έχουν αρχίσει να κατανοούν ότι η έκθεση σε διαφορετικές πλευρές της γνώσης μπορεί να οδηγήσει και σε διαφορετικούς ισχυρισμούς για την πραγματικότητα, όμως δεν καταφέρνουν ακόμη όλα τα παιδιά να αποδώσουν πεποιθήσεις 3<sup>ης</sup> τάξης στους άλλους. Φαίνεται λοιπόν, ότι η Θεωρία του Νου συνεχίζει να αναπτύσσεται και σε αυτή την ηλικία, όμως η βασική ικανότητα κατανόησης διαφορετικών πεποιθήσεων έχει αναπτυχθεί και τα παιδιά έχουν αρχίσει να αντιλαμβάνονται ότι καθένας μας συνθέτει το δικό του νόημα.

Όσον αφορά στη δοκιμασία *Θεωρίας για το Φυσικό Κόσμο* παρατηρούμε ότι είναι πιο εύκολο για τα παιδιά να κατανοήσουν ότι δυο διαφορετικές αναπαραστάσεις μπορούν να αναφέρονται στο ίδιο φαινόμενο για περιπτώσεις όπου δεν απαιτείται εξειδικευμένη επιστημονική γνώση. Στην υπο-δοκιμασία Θεωρίας του Φυσικού Κόσμου Επιπέδου 1 βλέπουμε ότι σχεδόν όλοι οι μαθητές διακρίνουν ανάμεσα στην εμφάνιση και την πραγματικότητα για απλά φαινόμενα του φυσικού κόσμου αλλά για αρκετά παιδιά οι τεκμηριώσεις που παρέχουν αναφέρονται κυρίως σε φυσικά χαρακτηριστικά των ερεθισμάτων (π.χ. «η ζελατίνα είναι κόκκινη») και όχι σε νοητικές διεργασίες ή στην προηγούμενη γνώση τους. Η ίδια δυσκολία φαίνεται και στην υπο-δοκιμασία 2<sup>ου</sup> επιπέδου, όπου αν και για τα περισσότερα φαινόμενα του φυσικού κόσμου τα παιδιά κάνουν τη διάκριση ανάμεσα στην εμφάνιση και την πραγματικότητα, στις τεκμηριώσεις τους αναφέρονται στη διαισθητική τους εμπειρία και όχι σε επιστημονικά αποδεκτές εξηγήσεις που δικαιολογούν και την ασυμφωνία εμφάνισης-πραγματικότητας.

*Σχέση Θεωρίας του Νου, Προσωπικής Επιστημολογίας και Θεωρίας του Φυσικού Κόσμου.*

Σύμφωνα με την πρώτη μας υπόθεση η απόδοση νοητικών καταστάσεων στον εαυτό μας και τους άλλους και η αναγνώριση ότι καθένας μας κατασκευάζει το δικό του προσωπικό νόημα με βάση συγκεκριμένους περιορισμούς (π.χ. πηγές γνώσης) είναι

μεταγνωσιακές κατακτήσεις που εμφανίζονται στα πεδία της Θεωρίας του Νου και της Προσωπικής Επιστημολογίας και σχετίζονται με τη θεωρία και τις πεποιθήσεις των παιδιών για φαινόμενα του φυσικού κόσμου.

Τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν να στηρίζουν την υπόθεση αυτή. Οι στατιστικές αναλύσεις έδειξαν ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στις επιδόσεις των μαθητών στα τρία πεδία σκέψης. Ειδικότερα, φάνηκε ότι η ικανότητα απόδοσης νοητικών καταστάσεων (Θεωρία του Νου) συσχετίζεται σημαντικά με την Προσωπική Επιστημολογία που διαμορφώνουν τα παιδιά. Περαιτέρω φάνηκε ότι οι πεποιθήσεις των μαθητών για τη γνώση και τη διαδικασία απόκτησης γνώσης όπως εκφράζονται στα δυο αυτά πεδία σκέψης συσχετίζονται σημαντικά με την ικανότητά τους να σκέφτονται για φαινόμενα του φυσικού κόσμου και να αναγνωρίζουν τις διαφορές ανάμεσα στα ποικίλα νοητικά μοντέλα που δημιουργούνται με βάση τις διαφορετικές συλλήψεις της πραγματικότητας.

Τα αποτελέσματα φανερώνουν την τάση οι μαθητές που αναγνωρίζουν τις λανθασμένες πεποιθήσεις να έχουν αρχίσει να κινούνται προς έναν πιο πλουραλιστικό τρόπο σκέψης. Οι περισσότεροι μαθητές μπορούν να διακρίνουν ανάμεσα σε κρίσεις για απόψεις και σε κρίσεις για γεγονότα. Αναγνωρίζουν δηλαδή την υποκειμενική διάσταση της γνώσης και σέβονται τον πλουραλιστικό χαρακτήρα των απόψεων και ειδικότερα σε περιπτώσεις όπου υπάρχει αναφορά σε επιστημονικά «γεγονότα», μπορούν να θέσουν κάποια αξιολογικά κριτήρια και να στραφούν προς την άποψη κάποιου ειδικού. Είναι μεγάλη όμως η δυσκολία των παιδιών όταν πρέπει να συντονίσουν την υποκειμενική διάσταση της γνώσης με την αντικειμενική της διάσταση και να σκεφτούν πάνω σε ζητήματα γεγονότων για τα οποία όμως έχουν διαμορφώσει και μια ισχυρή υποκειμενική άποψη. Η ίδια δυσκολία φαίνεται και όταν πρέπει να σκεφτούν πάνω σε εναλλακτικές ερμηνείες φαινομένων του φυσικού κόσμου.

Γενικότερα, αν και οι μαθητές έχουν αρχίσει να αναγνωρίζουν την έννοια της λανθασμένης πεποίθησης και των διαφορετικών πεποιθήσεων που μπορεί να έχει καθένας μας, δείχνουν μια πίστη στην κατάκτηση της απόλυτης αλήθειας και βρίσκονται σε ένα πολύ αρχικό επιστημικό επίπεδο. Κάποιοι μαθητές που δείχνουν μια καλύτερη επίδοση στις δοκιμασίες Θεωρίας του Νου, έχουν αρχίσει να διαμορφώνουν λίγο πιο επεξεργασμένες πεποιθήσεις για τη φύση της επιστήμης όμως κυριαρχεί ακόμη η πίστη στην απλή, βέβαιη και αληθή γνώση που βασίζεται σε γεγονότα και πηγάζει από την παρατήρηση. Λίγοι είναι οι μαθητές που αρχίζουν να εισάγουν έννοιες όπως η εξήγηση και ο έλεγχος υποθέσεων, οι οποίοι όμως συνεχίζουν να πιστεύουν στην απόκτηση της απόλυτης γνώσης.

Η δεύτερη υπόθεση ήταν ότι η αρχική αναγνώριση του κατασκευάσιμου χαρακτήρα της γνώσης θα προχωρά παράλληλα με την κατανόηση φαινομένων του φυσικού κόσμου και θα τη διευκολύνει. Αν τα παιδιά δεν μπορούσαν να αντιμετωπίσουν τη γνώση σε ένα τέτοιο επιστημικό επίπεδο, δεν θα μπορούσαν να συλλάβουν εύκολα και το πιο σημαντικό να εξηγήσουν αλληλοσυγκρουόμενες πλευρές της πραγματικότητας. Έτσι θα διακρίναμε στη δοκιμασία Θεωρίας για το Φυσικό Κόσμο μια αδυναμία να διακρίνουν ανάμεσα σε αντιφατικές συλλήψεις της πραγματικότητας, σε αυτές που βασίζονται στη διαισθητική μας εμπειρία και σε αυτές που βασίζονται στις επιστημονικές εξηγήσεις.

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων παλινδρόμησης που πραγματοποιήθηκαν έδειξαν ότι η ικανότητα Θεωρίας του Νου και οι επιστημικές πεποιθήσεις των παιδιών αποτελούν σημαντικούς προβλεπτικούς παράγοντες για την ικανότητά τους να στοχάζονται πάνω σε εναλλακτικές ερμηνείες των φυσικών φαινομένων. Οι περισσότεροι μαθητές που αναγνωρίζουν τη λανθασμένη πεποίθηση αναφερόμενοι σε νοητικές οντότητες διακρίνουν ανάμεσα στην εμφάνιση και την πραγματικότητα σε φαινόμενα του φυσικού κόσμου. Η δυσκολία όμως να τεκμηριώσουν τις επιλογές τους με αναφορά σε επιστημονικές εξηγήσεις παραμένει. Φάνηκε επίσης ότι οι μαθητές που έχουν αρχίσει να ενσωματώνουν την υποκειμενική διάσταση της γνώσης, διακρίνουν ανάμεσα στην εμφάνιση και την πραγματικότητα, κυρίως σε πιο απλά φαινόμενα του φυσικού κόσμου όπου δεν απαιτείται ιδιαίτερη επιστημονική γνώση, αλλά δεν καταφέρνουν όμως ακόμη να δώσουν και τεκμηριώσεις που να αναφέρονται σε πιο αφηρημένα νοητικά σχήματα. Μάλιστα, όπως φάνηκε από την ανάλυση παλινδρόμησης, το επιστημικό επίπεδο επηρεάζει σημαντικά την επίδοση των μαθητών, περισσότερο από κάθε άλλο παράγοντα.

Η παρούσα μελέτη μας έδωσε μια πρώτη εικόνα για τις πρώτες συλλήψεις από το παιδί της έννοιας της γνώσης. Αν και το δείγμα μας είναι πολύ μικρό και αυτό αποτελεί το πιο βασικό περιορισμό της παρούσας έρευνας, μας δίνει το κίνητρο να διερευνήσουμε περαιτέρω την υπόθεση ότι ανάμεσα στα τρία πεδία είναι πιθανό να υπάρχουν κοινές δομές που βοηθούν το άτομο να κατανοήσει την ύπαρξη πολλαπλών αναπαραστάσεων για ίδια φαινόμενα και καταστάσεις που υπόκεινται σε συνεχή αξιολόγηση και συνεχώς αναδιοργανώνονται. Αυτές οι κοινές δομές είναι πιθανό να ενισχύσουν τη θεώρηση της γνώσης ως κάτι αβέβαιο που δεν βασίζεται στην παρατήρηση, αλλά συνεχώς αναθεωρείται με βάση τα εμπειρικά δεδομένα. Τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής θα συζητηθούν εκτενέστερα και θα συνδεθούν με τα

αποτελέσματα των υπόλοιπων ερευνών που περιγράφονται στο δεύτερο μέρος της διατριβής αυτής στη γενική συζήτηση του β' μέρους.

Προκειμένου να ελεγχθούν περαιτέρω οι υποθέσεις μας προχωρήσαμε στη διεξαγωγή μιας δεύτερης μελέτης, με ένα μεγαλύτερο δείγμα και λίγο διαφοροποιημένα έργα και των τριών πεδίων μελέτης. Με βάση τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας προσπαθήσαμε να περιορίσουμε τις δοκιμασίες επιλέγοντας μόνο αυτές που κρίθηκε ότι θα μπορούσαν να μας δώσουν μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα των πεποιθήσεων και των δυσκολιών που αντιμετωπίζουν οι μαθητές. Επιλέξαμε έτσι κάποιες από τις δοκιμασίες που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα αυτή και θεωρήσαμε ότι ήταν οι πιο αντιπροσωπευτικές των πεποιθήσεων των μαθητών καθώς και κάποιες καινούριες δοκιμασίες που βασίζονταν όμως στην ίδια φιλοσοφία σχεδιασμού με τις ήδη χρησιμοποιημένες δοκιμασίες.

## Μελέτη 5

### *Στόχοι και Σχεδιασμός*

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της προηγούμενης διερευνητικής μελέτης είδαμε ότι ίσως είναι πιθανό να υπάρχει κάποια σχέση ανάμεσα στην ικανότητα Θεωρίας του Νου των παιδιών, στις πεποιθήσεις τους για τη φύση της επιστήμης και τη διαδικασία της απόκτησης γνώσης και στην ικανότητά τους να αναγνωρίζουν αντιφατικές ερμηνείες των φυσικών φαινομένων στη Θεωρία τους δηλαδή για το φυσικό κόσμο. Η μελέτη αυτή ήταν μια αρχική, διερευνητική μελέτη με πολλούς περιορισμούς λόγω του μικρού δείγματος μαθητών που αξιολογήθηκαν. Παρόλα αυτά αποτέλεσε μια καλή πηγή πληροφοριών για το προφίλ των μαθητών και τον τρόπο που κατανοούν την αβέβαιη φύση της γνώσης στα τρία αυτά πεδία. Φάνηκε επίσης ότι η ικανότητα Θεωρίας του Νου αποτελεί προβλεπτικό παράγοντα για την Προσωπική Επιστημολογία που διαμορφώνουν τα παιδιά καθώς και ότι τα πρώτα αυτά μεταγνωσιακά βήματα προς την κατανόηση της αβέβαιης φύσης της γνώσης επηρεάζουν την ικανότητα των παιδιών να αναγνωρίζουν αντιφατικές ερμηνείες της πραγματικότητας και να στοχάζονται πάνω σε αυτές.

Στην παρούσα έρευνα θέλαμε να διερευνήσουμε περαιτέρω τη σχέση αυτή και να μελετήσουμε περισσότερο τις αρχικές μας υποθέσεις. Ειδικότερα, διερευνήσαμε αρχικά α) την ανάπτυξη της ικανότητας μαθητών 5<sup>ης</sup> δημοτικού να αποδίδουν πεποιθήσεις στον εαυτό τους και τους άλλους (Θεωρία του Νου), β) τις επιστημικές τους πεποιθήσεις για τη φύση της γνώσης και τη διαδικασία του γινώσκειν (Προσωπική Επιστημολογία) και γ) την ικανότητά τους να στοχάζονται πάνω σε νοητικά μοντέλα του φυσικού κόσμου (Θεωρία του Φυσικού Κόσμου). Περαιτέρω μελετήσαμε τη σχέση ανάμεσα στις επιδόσεις τους σε αυτά τα τρία πεδία προκειμένου να εξετάσουμε τις ειδικότερες υποθέσεις μας.

Σύμφωνα με το θεωρητικό μας πλαίσιο υποθέτουμε ότι υπάρχει υψηλή συσχέτιση ανάμεσα στα τρία αυτά πεδία και υποστηρίζουμε ότι υπάρχουν παρόμοια γνωστικά στοιχεία που διέπουν και τα τρία πεδία. Η ικανότητα να έχουμε επίγνωση των πεποιθήσεών μας και των πεποιθήσεων των άλλων, η ικανότητα να αναγνωρίζουμε αυτές ως διαφορετικές οπτικές που κατασκευάζονται από το άτομο και όχι απλά ως σωστές ή λανθασμένες καθώς και η ικανότητα να κατανοούμε αυτές τις διαφορετικές ερμηνείες πιθανόν να επηρεάζουν και τον τρόπο που ερμηνεύουμε τις διαισθητικές μας εμπειρίες.

Περαιτέρω υποθέτουμε ότι η ικανότητα Θεωρίας του Νου και η Προσωπική Επιστημολογία που διαμορφώνουν τα παιδιά αποτελούν τα πρώτα μεταγνωσιακά βήματα προς την κατανόηση αντιφατικών συλλήψεων φαινομένων του φυσικού κόσμου και συμβάλλουν θετικά στην ικανότητα των παιδιών να επιλύουν το επιστημολογικό πρόβλημα.

Στην παρούσα έρευνα επιλέξαμε μαθητές της 5<sup>ης</sup> δημοτικού σε αντίθεση με την προηγούμενη έρευνα γιατί θεωρούμε ότι οι μαθητές αυτής της ηλικίας θα έχουν αναπτύξει τη βασική ικανότητα Θεωρίας του Νου, θα έχουν αρχίσει να διαμορφώνουν μια πιο εκλεπτυσμένη (αρχικού επιπέδου βέβαια ακόμη) Προσωπική Επιστημολογία και δεν θα έχουν διδαχτεί συστηματικά τα υπό εξέταση φαινόμενα της Παρατηρησιακής Αστρονομίας μια και τα διδάσκονται στην αρχή του επόμενου σχολικού έτους. Χρησιμοποιήσαμε επίσης εργαλεία παραπλήσια με αυτά που χρησιμοποιήθηκαν στην προηγούμενη μελέτη με μικρές διαφοροποιήσεις όπου κρίναμε ότι θα μας παρέχουν μια καλύτερη εικόνα του προφίλ των μαθητών.

Ειδικότερα, προκειμένου να μελετήσουμε την ικανότητα απόδοσης λανθασμένων πεποιθήσεων των μαθητών χρησιμοποιήσαμε τις ίδιες δοκιμασίες Θεωρίας του Νου που χρησιμοποιήθηκαν και στην προηγούμενη έρευνα μια και αναφέρονται σε πιο ώριμες πλευρές της Θεωρίας του Νου. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήσαμε τη δοκιμασία αναγνώρισης λανθασμένων πεποιθήσεων 2<sup>ης</sup> τάξης (Perner & Wimmer, 1988) και τη δοκιμασία αναγνώρισης λανθασμένων πεποιθήσεων 3<sup>ης</sup> τάξης (Harpe, 1994). Αναμένουμε πάλι μια καλύτερη επίδοση των μαθητών στη δοκιμασία 2<sup>ης</sup> τάξης και μεγαλύτερη δυσκολία στη δοκιμασία 3<sup>ης</sup> τάξης μια και η αναγνώριση ακόμη πιο πολύπλοκων μορφών της Θεωρίας του Νου εμφανίζεται αργότερα κατά τα σχολικά χρόνια.

Προκειμένου να διερευνηθούν οι επιστημικές πεποιθήσεις των μαθητών χρησιμοποιήθηκαν δυο εργαλεία μέτρησης α) το Ερωτηματολόγιο Επιστημικής Σκέψης (Kuhn et al., 2000) και β) η Συνέντευξη για τη Φύση της Επιστήμης όχι στην προσαρμοσμένη σύντομη εκδοχή της όμως που είχε χρησιμοποιηθεί στην προηγούμενη μελέτη (Smith & Wenk, 2006) αλλά στην αρχική μορφή της (Carey, Evans, Honda, Jay & Unger, 1989). Θεωρήσαμε ότι τα εργαλεία αυτά μας δίνουν αρκετές πληροφορίες τόσο για τις γενικότερες επιστημικές πεποιθήσεις των μαθητών όσο και για τις πιο συγκεκριμένες πεποιθήσεις τους για τη φύση της επιστήμης.

Επιλέξαμε αρχικά το *Ερωτηματολόγιο Επιστημικής Σκέψης* γιατί, σε αντίθεση με άλλα ερωτηματολόγια που μελετούν πιο εξειδικευμένα διάφορες διαστάσεις της γνώσης και του γινώσκειν (για παράδειγμα το ερωτηματολόγιο της Schommer, 1990),

διερευνά τις πεποιθήσεις των μαθητών για τη γνώση σε ένα πιο γενικό πλαίσιο και μας παρέχει μια πιο γενική εικόνα του επιστημικού προφίλ των μαθητών σε διαφορετικά πεδία κρίσεων. Το Ερωτηματολόγιο Επιστημικής Σκέψης έχει χρησιμοποιηθεί από διάφορους ερευνητές διεθνώς και τελευταία ελέγχθηκε και η εγκυρότητά του και στον ελληνικό πληθυσμό. Για παράδειγμα, οι Mason & Boscolo (2004) και οι Mason & Scirica (2006) χρησιμοποίησαν το εργαλείο αυτό προκειμένου να διερευνηθεί το επιστημικό προφίλ μαθητών Γυμνασίου και να αξιολογηθεί περαιτέρω η συμβολή των επιστημικών πεποιθήσεων σε δεξιότητες επιχειρηματολογίας καθώς και στην ερμηνεία κειμένων όπου γίνεται παράθεση αντιφατικών απόψεων. Σε έρευνα των Mason, Boldrin & Zurlo (2006) ποσοστό μεγαλύτερο από το 70% των αναγνωρισμένων προτύπων ήταν σε συμφωνία με το θεωρητικό μοντέλο των Kuhn et al. (2000). Επίσης, οι Μεταλλίδου και Ματσάγγου (2009) έχουν ελέγξει την εγκυρότητα του συγκεκριμένου εργαλείου στον ελληνικό πληθυσμό σε μαθητές Γυμνασίου, Λυκείου καθώς και σε φοιτητές. Τα ευρήματα από τη μελέτη τους είναι σε συμφωνία με τα ευρήματα των Kuhn et al. (2000) και υποστηρίζουν την εγκυρότητα του εργαλείου στον ελληνικό πληθυσμό.

Στη δοκιμασία αυτή οι μαθητές έπρεπε να κρίνουν ζεύγη διαφορετικών ισχυρισμών σε πέντε διαφορετικά πεδία κρίσεων α) κρίσεων προσωπικού γούστου, β) κρίσεων αισθητικής, γ) κρίσεων αξιών και δ) κρίσεων αλήθειας για τον κοινωνικό κόσμο και τον φυσικό κόσμο. Στη συνέχεια δίνεται ένα παράδειγμα για κάθε πεδίο κρίσεων:

α) Κρίσεις προσωπικού γούστου:

*«Ο Γιάννης λέει ότι οι ζεστές μέρες του καλοκαιριού είναι οι καλύτερες.»*

*«Ο Χρήστος λέει ότι οι δροσερές μέρες του φθινοπώρου είναι οι καλύτερες.»*

β) Κρίσεις αισθητικής:

*«Ο Γιάννης θεωρεί ότι από τα δύο μουσικά κομμάτια που άκουσαν το πρώτο κομμάτι είναι καλύτερο.»*

*«Ο Χρήστος θεωρεί ότι από τα δύο μουσικά κομμάτια που άκουσαν το δεύτερο κομμάτι είναι καλύτερο.»*

γ) Κρίσεις αξιών:

*«Ο Γιάννης πιστεύει ότι οι άνθρωποι πρέπει να είναι υπεύθυνοι για τον εαυτό τους.»*

*«Ο Χρήστος πιστεύει ότι οι άνθρωποι πρέπει να συνεργάζονται και να φροντίζει ο ένας τον άλλο.»*

δ) Κρίσεις για την αλήθεια του κοινωνικού κόσμου:

*«Ο Γιάννης έχει μια άποψη για το γιατί οι εγκληματίες ξαναγυρίζουν στο έγκλημα.»*



*«Ο Χρήστος έχει μια διαφορετική άποψη για το γιατί οι εγκληματίες ξαναγυρίζουν στο έγκλημα.»*

ε) Κρίσεις για την αλήθεια του φυσικού κόσμου:

*«Ο Γιάννης πιστεύει την ερμηνεία που δίνεται σ' ένα βιβλίο φυσικής για το από τι αποτελούνται τα άτομα.»*

*«Ο Χρήστος πιστεύει την ερμηνεία που δίνεται σ' ένα άλλο βιβλίο φυσικής για το από τι αποτελούνται τα άτομα.»*

Οι συμμετέχοντες καλούνταν να αποφασίσουν αν μόνο μια από τις δυο απόψεις που άκουγαν κάθε φορά ήταν σωστή ή αν και οι δυο ήταν σωστές και σε αυτή την περίπτωση αν η μια ήταν πιο σωστή από την άλλη. Αναμέναμε ότι το συγκεκριμένο ερωτηματολόγιο θα μας παρείχε αρκετές πληροφορίες για τη διερεύνηση της επιστημικής κατανόησης μέσα σε ένα πλαίσιο διαφορετικών πεδίων κρίσεων. Το ερωτηματολόγιο αυτό μελετά δυο ειδών μεταβάσεις στα διαφορετικά αυτά πεδία κρίσεων: τη μετάβαση από το επίπεδο απόλυτης σκέψης στο πλουραλιστικό και τη μετάβαση από το πλουραλιστικό επίπεδο στο αξιολογικό. Για τη μετάβαση από το απόλυτο επίπεδο στο πλουραλιστικό θα πρέπει να αναγνωριστεί η υποκειμενική διάσταση της γνώσης. Με βάση τα αποτελέσματα προηγούμενων ερευνών (Kuhn et al., 2000. Mason & Boscolo, 2004) η αναγνώριση αυτή αναμένεται να αποκτηθεί με τη σειρά που παρουσιάζονται οι κρίσεις παραπάνω ( $\alpha \rightarrow \delta$ ). Για τη μετάβαση από το πλουραλιστικό επίπεδο στο αξιολογικό θα πρέπει να αναγνωριστεί και να ενσωματωθεί η αντικειμενική διάσταση της γνώσης. Εδώ αναμένεται να αποκτηθεί με την αντίστροφη σειρά, προχωρώντας από το  $\delta$  προς το  $\alpha$ . Σε αυτή την περίπτωση περιμένουμε ότι από τη στιγμή που τα παιδιά θα έχουν αρχίσει να αναγνωρίζουν την ύπαρξη πολλαπλών απόψεων, θα μπορούν πιο εύκολα να θέσουν αξιολογικά κριτήρια για να υποστηρίξουν για παράδειγμα την υπεροχή ενός επιστημονικού μοντέλου σε σχέση με κάποιο άλλο.

Η *Συνέντευξη για τη Φύση της Επιστήμης* είχε χρησιμοποιηθεί και στην προηγούμενη έρευνα και θεωρήσαμε ότι είναι πολύ καλό εργαλείο που μας παρέχει σημαντικές πληροφορίες για το πώς αντιμετωπίζουν οι μαθητές την επιστήμη και τη γνώση και το τι πιστεύουν για τη διαδικασία απόκτησης γνώσης.

Αναμέναμε πάλι ότι οι περισσότεροι μαθητές αυτής της ηλικίας θα είχαν αρχίσει να αναγνωρίζουν την υποκειμενική διάσταση της γνώσης αποδεχόμενοι τις πολλαπλές απόψεις και ίσως κάποιοι μαθητές θα μπορούσαν να συντονίσουν την υποκειμενική με την αντικειμενική διάσταση της γνώσης σε θέματα του κοινωνικού και φυσικού κόσμου. Αναμέναμε όμως μεγαλύτερη δυσκολία των παιδιών να εκφράσουν τις

γενικότερες πεποιθήσεις τους για τη φύση της επιστήμης και της διαδικασίας του γινώσκουν καθώς και πιο αρχικού επιπέδου δηλώσεις τους.

Τέλος, προκειμένου να διερευνηθούν οι πεποιθήσεις των παιδιών για φαινόμενα του φυσικού κόσμου (Θεωρία για το Φυσικό κόσμο) κατασκευάστηκε και δόθηκε στα παιδιά μια δοκιμασία ελέγχου συλλογισμού με βάση μοντέλα για έξι φαινόμενα της Παρατηρησιακής Αστρονομίας: *Σχήμα γης*, *Σχήμα γης και Βαρύτητα*, *Σχετικά Μεγέθη Ηλιου-Γης και Ηλιου-Σελήνης*, *Πλανητικό Σύστημα και Εναλλαγή Ημέρας-Νύχτας*.

Η δοκιμασία αυτή σχεδιάστηκε με βάση τα αποτελέσματα των προηγούμενων μελετών όπου διερευνήθηκε η ικανότητα των παιδιών να διακρίνουν ανάμεσα σε φαινομενικές και επιστημονικές εξηγήσεις του ίδιου φαινομένου της παρατηρησιακής αστρονομίας. Στα υποκείμενα παρουσιάζονταν δυο εικόνες-μοντέλα για κάθε φαινόμενο της Παρατηρησιακής Αστρονομίας. Έργο των συμμετεχόντων ήταν να εντοπίσουν τις διαφορές ανάμεσα στα δυο μοντέλα-αναπαραστάσεις του ίδιου φαινομένου, αυτού που αντιστοιχούσε στη διαισθητική μας εμπειρία και αυτού που αντιστοιχούσε στην επιστημονική εξήγηση και να τεκμηριώσουν την απάντησή τους. Για παράδειγμα το παιδί έβλεπε ένα μοντέλο επίπεδης γης και ένα μοντέλο σφαιρικής γης. Η πειραματίστρια έλεγε στο συμμετέχοντα: «Κοίτα τις δυο εικόνες που ακολουθούν. Μπορείς να μου πεις τι δείχνει κάθε εικόνα; Τι δείχνει η πρώτη εικόνα; Τι δείχνει η δεύτερη εικόνα;» Αν το παιδί απαντούσε ότι και στις δυο εικόνες φαίνεται η γη προχωρούσαμε στην επόμενη ερώτηση «Γιατί οι δυο εικόνες δείχνουν τη γη τόσο διαφορετική; Γιατί οι δυο εικόνες είναι διαφορετικές; Μπορείς να μου πεις ποιες είναι οι διαφορές ανάμεσα στις δυο αυτές εικόνες;». Αν το παιδί έκανε αναφορά σε Εμφάνιση και Πραγματικότητα το ρωτούσαμε «Πώς δικαιολογείς το ότι η γη φαίνεται επίπεδη, ενώ δεχόμαστε το ότι είναι σφαιρική;». Αν το παιδί δεν μπορούσε να κάνει αυτή τη διάκριση κάναμε τις δυο ερωτήσεις για διάκριση εμφάνισης-πραγματικότητας: «Τι σχήμα φαίνεται να έχει η γη τώρα που την κοιτάς με τα μάτια σου; Τι σχήμα έχει στην πραγματικότητα η γη; Μπορείς να μου εξηγήσεις γιατί συμβαίνει αυτό;».

Με βάση τις υποθέσεις μας αναμένουμε ότι τα παιδιά που έχουν αρχίσει να γίνονται πιο ευαίσθητα σε αμφισημίες του κόσμου και να αναγνωρίζουν ότι δεν υπάρχει πλήρης αντιστοιχία ανάμεσα στις αναπαραστάσεις μας για τον κόσμο και στον κόσμο, θα μπορούν πιο εύκολα να αναγνωρίσουν και να εξηγήσουν διαφορετικές ερμηνείες του ίδιου φυσικού φαινομένου. Αναμένουμε όμως ότι η αναγνώριση διαφορετικών ερμηνειών θα προηγείται της σωστής τεκμηρίωσης αυτής. Δηλαδή περιμένουμε ότι αφού προηγηθεί η αναγνώριση της διπλής εξήγησης μόνο τότε θα μπορούν τα παιδιά να στοχαστούν πάνω σε εναλλακτικά μοντέλα ίδιας κατάστασης στον κόσμο.

## Μέθοδος

### *Συμμετέχοντες*

Συμμετείχαν συνολικά 46 μαθητές της Ε΄ τάξης ενός δημοτικού σχολείου των Αθηνών (μέσος όρος ηλικίας 10 έτη και 7 μήνες), 23 αγόρια και 23 κορίτσια. Όλοι οι μαθητές ανήκαν σε ένα μέσο κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο. Η μέθοδος δειγματοληψίας που ακολουθήθηκε ήταν η απλή τυχαία δειγματοληψία.

### *Υλικό*

Στους συμμετέχοντες δόθηκαν: α) δοκιμασίες που αφορούσαν στην απόδοση λανθασμένων πεποιθήσεων για φαινόμενα του κοινωνικού κόσμου (*Θεωρία του Νου*), β) δοκιμασίες για τη διερεύνηση των επιστημικών πεποιθήσεων (*Προσωπική Επιστημολογία*) και γ) δοκιμασίες για τη διερεύνηση των πεποιθήσεων για φαινόμενα του φυσικού κόσμου (*Θεωρία για το Φυσικό Κόσμο*). Οι δοκιμασίες δόθηκαν σε δυο συνεδρίες στα παιδιά και όχι πάντα με την ίδια σειρά (Παράρτημα 2.5).

### *Δοκιμασίες Θεωρίας του Νου*

Στα υποκείμενα δόθηκαν: α) η δοκιμασία αναγνώρισης 2ης τάξης πεποίθησης “Ice-Cream story” (Perner & Wimmer, 1988) και β) η δοκιμασία αναγνώρισης 3<sup>ης</sup> τάξης πεποίθησης “Double Bluff” (Harpe, 1994). Στους μαθητές γίνονταν 3 είδη ερωτήσεων: ερώτηση πραγματικότητας προκειμένου να βεβαιωθούμε ότι τα υποκείμενα είχαν κατανοήσει την ιστορία, ερώτηση πεποίθησης προκειμένου να αναδειχθούν οι συμπερασμοί τους για τις λανθασμένες πεποιθήσεις και ερώτηση τεκμηρίωσης.

### *Δοκιμασίες Προσωπικής Επιστημολογίας*

Στα υποκείμενα δόθηκαν δυο δοκιμασίες, προκειμένου να διερευνηθούν οι επιστημικές τους πεποιθήσεις.

α) *Ερωτηματολόγιο Επιστημικής Σκέψης* (Kuhn, Cheney & Weinstock, 2000). Οι μαθητές έπρεπε να κρίνουν 15 ζεύγη διαφορετικών ισχυρισμών σε πέντε διαφορετικά πεδία. Τα υποκείμενα καλούνταν να αποφασίσουν αν μόνο μια από τις δυο απόψεις που άκουγαν κάθε φορά ήταν σωστή ή αν και οι δυο ήταν σωστές και σε αυτή την περίπτωση αν η μια ήταν πιο σωστή από την άλλη.

β) *Συνέντευξη για τη Φύση της Επιστήμης* (Carey et al., 1989). Οι μαθητές ρωτήθηκαν σχετικά με τους στόχους της επιστήμης, τις πειραματικές διαδικασίες και τη φύση των υποθέσεων και θεωριών.

#### Δοκιμασία Θεωρίας για το Φυσικό Κόσμο

Στα υποκείμενα παρουσιάζονταν δυο εικόνες-μοντέλα για κάθε φαινόμενο της Παρατηρησιακής Αστρονομίας. Έργο των συμμετεχόντων ήταν να κάνουν τη διάκριση ανάμεσα στις εναλλακτικές ερμηνείες-αναπαραστάσεις του ίδιου φαινομένου και να τεκμηριώσουν την απάντησή τους.

#### *Διαδικασία*

Κάθε παιδί εξετάστηκε ατομικά. Η συνέντευξη χωρίστηκε σε δυο μέρη. Ο χρόνος που χρειαζόταν για να ολοκληρωθεί κάθε συνεδρία κυμαινόταν ανάμεσα στα 40-45 λεπτά.

### **Αποτελέσματα**

Αρχικά θα παρουσιαστούν οι επιδόσεις των μαθητών σε κάθε δοκιμασία προκειμένου να έχουμε μια πιο γενική εικόνα του πώς αναπτύσσεται η ικανότητα απόδοσης νοητικών καταστάσεων, η επιστημική σκέψη και η επίλυση του επιστημολογικού προβλήματος στα παιδιά αυτής της ηλικίας. Στη συνέχεια θα προχωρήσουμε σε σύγκριση της επίδοσης των μαθητών στις δοκιμασίες και των τριών πεδίων και σε έλεγχο των πιο συγκεκριμένων υποθέσεών μας.

#### A. Διερεύνηση του προφίλ των μαθητών.

##### *Δοκιμασίες Θεωρίας του Νου*

Η κατηγοριοποίηση των απαντήσεων των μαθητών ακολούθησε τα πρότυπα κατηγοριών που υιοθετήθηκαν στην προηγούμενη έρευνα: α) «μη αναγνώριση πεποίθησης», σκορ (1), β) «αναγνώριση πεποίθησης», σκορ (2) και γ) «αναγνώριση πεποίθησης και σωστή τεκμηρίωση», σκορ (3).

Η εφαρμογή του κριτηρίου t για εξαρτημένα δείγματα έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές στην επίδοση των μαθητών στις δυο δοκιμασίες ( $t(45) = 3.889$ ,  $p < 0.001$ ), με την επίδοση στη Θ.τ.Ν. 2<sup>ης</sup> τάξης να είναι καλύτερη (μ.ο.= 2.21, τ.α=.81) από την επίδοση στη δοκιμασία Θ.τ.Ν. 3<sup>ης</sup> τάξης (μ.ο.=1.63, τ.α=.92). Στον Πίνακα 5.1 που ακολουθεί φαίνονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των μαθητών που εμπίπτουν σε κάθε κατηγορία απάντησης για κάθε δοκιμασία Θεωρία του Νου.

Πίνακας 5.1: Συχνότητες / Ποσοστά μαθητών στις τρεις κατηγορίες απαντήσεων, στις δυο δοκιμασίες Θεωρίας του Νου (N=46).

Θεωρία του Νου	Μη-αναγνώριση πεποιθήσης	Αναγνώριση πεποιθήσης	Αναγνώριση πεποιθήσης και σωστή τεκμηρίωση
Έργο 2 <sup>ης</sup> τάξης	11 (24%)	14 (30%)	21 (46%)
Έργο 3 <sup>ης</sup> τάξης	31 (68%)	1 (2%)	14 (30%)

Οι περισσότεροι μαθητές επιτυγχάνουν στη δοκιμασία 2<sup>ης</sup> τάξης αναγνωρίζοντας τη λανθασμένη πεποίθηση που έχει ο ήρωας της ιστορίας για το περιεχόμενο του νου κάποιου τρίτου (76%). Όμως ένα μεγάλο ποσοστό αυτών των μαθητών (30%) δυσκολεύεται ακόμη να τεκμηριώσει σωστά την επιλογή του. Έτσι υπάρχουν μαθητές που αν και αποδίδουν σωστά μια λανθασμένη πεποίθηση σε κάποιον τρίτο, στην ερώτηση τεκμηρίωσης «Γιατί θα το πιστεύει ο Γιάννης;» απαντούν «Επειδή η Μαρία δεν του το είπε γιατί βιαζόταν» και όχι με αναφορά στη μη επαρκή γνώση του Γιάννη για το περιεχόμενο του νου της Μαρίας «Γιατί νόμιζε ότι η Μαρία δεν ήξερε ότι ο παγωτατζής θα πάει στην εκκλησία».

Η πλειονότητα των παιδιών (68%) όμως, φάνηκε να αποτυγχάνει στη δοκιμασία 3<sup>ης</sup> τάξης, που μοιάζει να είναι πιο απαιτητική. Τα παιδιά βέβαια που επιτυγχάνουν μπορούν, με εξαίρεση ένα μόνο παιδί, να τεκμηριώσουν σωστά την άποψή τους με αναφορά στην πρόθεση του αιχμαλώτου να εξαπατήσει τους εχθρούς.

Ο δείκτης συνάφειας Spearman rho έδειξε στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στις επιδόσεις των μαθητών στις δυο δοκιμασίες Θ.τ.Ν. ( $r_s=0.338$ ,  $n=46$ ,  $p<0.05$ ). Σχεδόν όλα τα παιδιά που δεν επιτυγχάνουν στη δοκιμασία 2<sup>ης</sup> τάξης, ή που αναγνωρίζουν τη λανθασμένη πεποίθηση αλλά δεν τεκμηριώνουν σωστά την απάντησή τους, δεν επιτυγχάνουν και στη δοκιμασία 3<sup>ης</sup> τάξης. Από τα παιδιά που στη δοκιμασία 2<sup>ης</sup> τάξης αναγνωρίζουν τη λανθασμένη πεποίθηση και τεκμηριώνουν την απάντησή τους αναφερόμενα σε νοητικές οντότητες, μόνο τα μισά επιτυγχάνουν και στη δοκιμασία 3<sup>ης</sup> τάξης.

Προκειμένου να έχουμε μια πιο γενική εικόνα για την ικανότητα Θεωρίας του Νου των παιδιών προσπαθήσαμε να δούμε συνδυαστικά τις επιδόσεις κάθε μαθητή και στις δυο δοκιμασίες και να κατηγοριοποιήσουμε στη συνέχεια τους μαθητές σε τρία επίπεδα σκέψης: α) αρχικό, όπου είτε δεν αναγνωρίζουν την πεποίθηση 2<sup>ης</sup> τάξης ή την αναγνωρίζουν αρχικά χωρίς να μπορούν να τεκμηριώσουν με βάση νοητικές οντότητες,

β) *ενδιάμεσο*, όπου αναγνωρίζουν την πεποίθηση 2<sup>ης</sup> τάξης και τεκμηριώνουν σωστά και πιθανό να αναγνωρίζουν και την πεποίθηση 3<sup>ης</sup> τάξης χωρίς όμως να μπορούν ακόμη να τεκμηριώσουν σωστά και γ) *εκλεπτυσμένο*, όπου αναγνωρίζουν πεποιθήσεις και 2<sup>ης</sup> και 3<sup>ης</sup> τάξης και τεκμηριώνουν σωστά.

Στον Πίνακα 5.2 που ακολουθεί φαίνεται η κατανομή των μαθητών στα τρία επίπεδα σκέψης με βάση το συνδυασμό των επιδόσεών τους και στις δυο δοκιμασίες. Κάποιες διαφορές που παρατηρούνται με τον Πίνακα 5.1 οφείλονται στο ότι υπήρχαν κάποιοι μαθητές οι οποίοι δεν αναγνώριζαν την πεποίθηση 2<sup>ης</sup> τάξης ή την αναγνώριζαν χωρίς να την τεκμηριώνουν σωστά, αναγνώριζαν όμως την πεποίθηση 3<sup>ης</sup> τάξης. Αυτοί κατηγοριοποιήθηκαν στο ενδιάμεσο επίπεδο σκέψης.

Πίνακας 5.2: Συχνότητες και ποσοστά μαθητών που κατηγοριοποιούνται στα τρία επίπεδα σκέψης με βάση την Ικανότητα Θεωρίας του Νου όπως διαμορφώνεται από την επίδοσή τους και στις δυο δοκιμασίες Θεωρίας του Νου (N=46).

Ικανότητα Θεωρίας του Νου	Αρχικό Επίπεδο	Ενδιάμεσο Επίπεδο	Εκλεπτυσμένο επίπεδο
	21 (46%)	12 (26%)	13 (28%)

Για τη μελέτη της σχέσης ανάμεσα στην επίδοση στη δοκιμασία Θεωρίας του Νου 2<sup>ης</sup> τάξης και την επίδοση στη δοκιμασία Θεωρίας του Νου 3<sup>ης</sup> τάξης πραγματοποιήθηκε επίσης μια ανάλυση παλινδρόμησης. Η παλινδρόμηση (με εξαρτημένη μεταβλητή την επίδοση στη δοκιμασία Θ.τ.Ν. 3<sup>ης</sup> τάξης και προβλεπτικό παράγοντα την επίδοση στη δοκιμασία Θ.τ.Ν. 2<sup>ης</sup> τάξης) υπήρξε στατιστικά σημαντική ( $F(1,45)=4.838$ ,  $p \leq 0.05$ ) και έδειξε ότι το 10% της επίδοσης στη Θ.τ.Ν. 3<sup>ης</sup> τάξης μπορεί να προβλεφθεί από τη διακύμανση στην επίδοση στη Θ.τ.Ν. 2<sup>ης</sup> τάξης. Η ικανότητα απόδοσης λανθασμένων πεποιθήσεων φάνηκε να αποτελεί σημαντικό προβλεπτικό παράγοντα για την αναγνώριση πιο πολύπλοκων πεποιθήσεων ( $Beta=.315$ ;  $p \leq 0.05$ ).

#### Δοκιμασίες Προσωπικής Επιστημολογίας

##### α) Ερωτηματολόγιο Επιστημικής Σκέψης

Η βαθμολόγηση του ερωτηματολογίου βασίστηκε στο σύστημα βαθμολόγησης των Kuhn et al. (2000). Με βάση τις επιλογές τους, οι μαθητές τοποθετήθηκαν σε ένα από τα ακόλουθα επιστημικά επίπεδα: Απόλυτο («μόνο η μία άποψη είναι σωστή»),

Πλουραλιστικό («και οι δύο μπορεί να έχουν κάποιο δίκιο») και Αξιολογικό («ο ένας μπορεί να είναι πιο σωστός από τον άλλο»). Τα υποκείμενα τοποθετήθηκαν σε ένα επίπεδο για κάθε ένα από τα πέντε πεδία κρίσεων με βάση το εάν είχαν 2 ή 3 απαντήσεις αυτού του επιπέδου στα τρία ζεύγη των ισχυρισμών του κάθε πεδίου. Στις περιπτώσεις όπου και στα τρία ζεύγη υπήρχε διαφορετική απάντηση, το υποκείμενο τοποθετήθηκε στο Πλουραλιστικό επίπεδο. Μια και το ενδιαφέρον στην παρούσα έρευνα ήταν να έχουμε μια πιο γενική εικόνα του επιστημικού προφίλ των μαθητών, βαθμολογήσαμε περαιτέρω κάθε απάντηση των παιδιών εκτός από ποιοτικά (σε ποιο επίπεδο ανήκε) και ποσοτικά (ένα σκορ ανάλογα με το επίπεδο) και υπολογίσαμε το μέσο σκορ για όλα τα πεδία κρίσεων. Ακολουθώντας τον αντίστοιχο τρόπο βαθμολόγησης των Mason & Boscolo (2004), το Απόλυτο επίπεδο βαθμολογήθηκε με σκορ (1), το Πλουραλιστικό με σκορ (2) και το Αξιολογικό με σκορ (3).

Η Ανάλυση Διακύμανσης Επαναλαμβανόμενων Μετρήσεων, όπου ως ανεξάρτητη μεταβλητή ορίσαμε το είδος πεδίου (5) και ως εξαρτημένη το μέσο όρο επίδοσης των μαθητών, έδειξε κύρια επίδραση για το είδος του πεδίου ( $F(4,180)=23.310, p<0.001$ ). Η χρήση του τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Bonferroni έδειξε ότι οι επιδόσεις στα πεδία *Προσωπικό Γούστο* (μ.ο.=1.71, τ.α.=.10) και *Αξίες* (μ.ο.=1.28, τ.α.=.09) δεν διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους, αλλά διαφέρουν σημαντικά από τις επιδόσεις στα πεδία *Αισθητική* (μ.ο.=2.21, τ.α.=.08), *Αλήθεια για Κοινωνικό Κόσμο* (μ.ο.=2.28, τ.α.=.11) και *Αλήθεια για Φυσικό Κόσμο* (μ.ο.=2.32, τ.α.=.11). Έτσι ενώ για τα πεδία *Προσωπικό Γούστο* και *Αξίες* συναντάμε σημαντικό αριθμό παιδιών στο Απόλυτο επίπεδο σκέψης, στα υπόλοιπα πεδία φαίνεται να έχει αναπτυχθεί γενικά ένας πλουραλιστικός τρόπος σκέψης όπου όλες οι απόψεις είναι αποδεκτές. Τα παιδιά δυσκολεύονται όμως ακόμη να θέσουν αξιολογικά κριτήρια.

Παρατηρώντας τον Πίνακα 5.3 βλέπουμε ότι με εξαίρεση τα πεδία *Αξίες* και *Προσωπικό γούστο*, όπου ένα σημαντικό ποσοστό παιδιών παραμένει σε ένα απόλυτο στάδιο θεωρώντας σωστή μόνο τη μια άποψη (83% και 41% αντίστοιχα), οι περισσότεροι μαθητές έχουν αρχίσει να αναγνωρίζουν την υποκειμενική διάσταση της γνώσης (πλουραλιστικό επίπεδο) και στα πεδία *Αλήθεια για Κοινωνικό και Φυσικό κόσμο* έχουν αρχίσει να συντονίζουν την υποκειμενική με την αντικειμενική διάσταση της γνώσης(αξιολογικό επίπεδο).

Πίνακας 5.3: Συχνότητες και Ποσοστά μαθητών στα τρία επίπεδα επιστημικής σκέψης στο Ερωτηματολόγιο Επιστημικής Σκέψης (Kuhn et al., 2000), (N=46).

<i>Πεδία Κρίσεων</i>	Απόλυτο Επίπεδο	Πλουραλιστικό Επίπεδο	Αξιολογικό Επίπεδο
Αξίες	38 (83%)	3 (6%)	5 (11%)
Προσωπικό Γούστο	19 (41%)	21 (46%)	6 (13%)
Αισθητική	4 (9%)	28 (61%)	14 (30%)
Αλήθεια για τον Κοινωνικό Κόσμο	9 (19%)	15 (33%)	22 (48%)
Αλήθεια για το Φυσικό Κόσμο	8 (17%)	15 (33%)	23 (50%)

Ο δείκτης συσχέτισης Spearman rho έδειξε στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στις επιδόσεις στο πεδίο κρίσεων για την *Αλήθεια στον Κοινωνικό κόσμο* και στα πεδία κρίσεων για το *Προσωπικό γούστο* ( $r_s = 0.335$ ,  $n=46$ ,  $p<0.05$ ), την *Αισθητική* ( $r_s = 0.336$ ,  $n=46$ ,  $p<0.05$ ) και την *Αλήθεια στο Φυσικό κόσμο* ( $r_s = 0.416$ ,  $n=46$ ,  $p<0.05$ ). Σχεδόν όλα τα παιδιά που έχουν περάσει στο αξιολογικό επίπεδο στο πεδίο *Αλήθεια στον Κοινωνικό κόσμο*, ακολουθούν μια παράλληλη πορεία και στο πεδίο *Αλήθεια στο Φυσικό κόσμο*, ενώ για τα άλλα δυο πεδία φαίνεται να κυριαρχεί ήδη ένας πλουραλιστικός τρόπος σκέψης, και να καθυστερεί λίγο περισσότερο η μετάβαση στο αξιολογικό επίπεδο.

Για να έχουμε μια καλύτερη εικόνα του επιστημικού προφίλ των μαθητών όπως αναδύεται μέσα από το συγκεκριμένο έργο αποφασίσαμε να επικεντρωθούμε μόνο στα πρότυπα απαντήσεων που παρατηρούμε στα πεδία *Προσωπικό γούστο* και *Αλήθεια στον Κοινωνικό και Φυσικό Κόσμο*. Αποφασίσαμε να εξαιρέσουμε το πεδίο κρίσης *Αξίες* μια και η πλειονότητα των μαθητών βρίσκεται στο Απόλυτο επίπεδο σκέψης (83%) καθώς και το πεδίο *Αισθητική* μια και είναι ελάχιστοι οι μαθητές που βρίσκονται ακόμη σε ένα απόλυτο επίπεδο σκέψης (9%) και το μεγαλύτερο ποσοστό τους έχει μεταβεί στο Πλουραλιστικό και Αξιολογικό επίπεδο σκέψης (61% και 13% αντίστοιχα). Στο ένα πεδίο λοιπόν η μετάβαση από το απόλυτο επίπεδο σκέψης στο επόμενο επίπεδο σκέψης δεν έχει ξεκινήσει ακόμη και στο άλλο πεδίο έχει ήδη ολοκληρωθεί. Το πεδίο



*Προσωπικό γούστο* μας ενδιαφέρει γιατί παρατηρούμε ότι τα ποσοστά μαθητών μοιράζονται στο απόλυτο και πλουραλιστικό πεδίο σκέψης ακόμη, οπότε θα φανούν περισσότερο οι όποιες διαφορές ανάμεσα στους μαθητές και τα πεδία *Αλήθεια στον Κοινωνικό και Φυσικό Κόσμο* σχετίζονται άμεσα με τη Θεωρία του Νου και τη Θεωρία του φυσικού κόσμου που μελετάμε στην παρούσα έρευνα. Στη συνέχεια κατηγοριοποιήσαμε τα πρότυπα απαντήσεων που συναντήσαμε σε τρεις κατηγορίες: α) *αρχικό επίπεδο σκέψης*, όπου κυριαρχεί το απόλυτο επίπεδο σκέψης, β) *ενδιάμεσο επίπεδο σκέψης*, όπου κυριαρχεί το πλουραλιστικό επίπεδο σκέψης και αρχίζουν να φαίνονται κάποια στοιχεία αξιολογικού επιπέδου, αλλά υπάρχουν ακόμη και στοιχεία απόλυτης σκέψης και γ) *εκλεπτυσμένο επίπεδο σκέψης*, όπου κυριαρχεί το αξιολογικό επίπεδο σκέψης με στοιχεία πλουραλιστικού τρόπου σκέψης κάποιες φορές.

Πίνακας 5.4: Συχνότητες και Ποσοστά μαθητών που κατηγοριοποιούνται στα τρία επίπεδα επιστημικής σκέψης με βάση τα παρατηρούμενα πρότυπα απαντήσεων για τα πεδία *Προσωπικό γούστο* και *Αλήθεια στον Κοινωνικό και Φυσικό Κόσμο* (N=46).

Επίπεδα Επιστημικής Σκέψης	Παρατηρούμενα μοτίβα Προσωπικό γούστο-Κοινωνικός κόσμος-Φυσικός κόσμος	Συχνότητες εμφάνισης
Αρχικό επίπεδο επιστημικής σκέψης	ΑΑΑ	3
	ΠΑΑ	2
	ΑΑΠ	2
	ΑΑΚ	2
	ΑΚΑ	2
	ΣΥΝΟΛΟ	
Ενδιάμεσο επίπεδο επιστημικής σκέψης	ΑΠΠ	4
	ΠΠΑ	1
	ΠΠΠ	4
	ΠΠΚ	4
	ΠΚΠ	3
	ΑΠΚ	1
ΣΥΝΟΛΟ		17 (37%)
Εκλεπτυσμένο επίπεδο επιστημικής σκέψης	ΑΚΚ	5
	ΚΠΚ	1
	ΚΚΠ	2
	ΠΚΚ	8
	ΚΚΚ	2
ΣΥΝΟΛΟ		18 (39%)

\*Α=απόλυτο επίπεδο σκέψης, Π=πλουραλιστικό επίπεδο σκέψης, Κ=κριτικό-αξιολογικό επίπεδο σκέψης.

Παρατηρώντας τον Πίνακα 5.4 βλέπουμε πάλι ότι τα περισσότερα πρότυπα απαντήσεων για τα τρία αυτά πεδία κρίσεων εμπίπτουν στο ενδιάμεσο επίπεδο κάτι που υποδηλώνει ότι οι περισσότεροι μαθητές έχουν αρχίσει να σκέφτονται με έναν πλουραλιστικό τρόπο σκέψης αναγνωρίζοντας την ύπαρξη πολλαπλών απόψεων για ένα θέμα. Ανάλογες παρατηρήσεις κάνουμε από τον υπολογισμό του μέσου σκορ που συγκέντρωσαν οι μαθητές α) λαμβάνοντας υπόψη τις επιλογές τους σε όλα τα πεδία κρίσεων ( $M=1.96$ ,  $\tau.a.=.40$ ) και β) λαμβάνοντας υπόψη μας τις επιλογές τους μόνο για τα τρία πεδία κρίσεων Προσωπικό Γούστο, Αλήθεια στον Κοινωνικό και φυσικό Κόσμο ( $M=2.10$ ,  $\tau.a.=.55$ ). Και στις δυο περιπτώσεις βλέπουμε ότι οι μαθητές βρίσκονται πιο κοντά σε ένα πλουραλιστικό τρόπο σκέψης.

*β) Συνέντευξη για φύση επιστήμης.*

Η βαθμολόγηση της συνέντευξης αυτής βασίστηκε ακριβώς στο σύστημα βαθμολόγησης που θεμελίωσαν η Carey και οι συνεργάτες της (Carey et al., 1989. Carey & Smith, 1993. Smith et al., 2000. Smith & Wenk, 2006). Κάθε μαθητής βαθμολογήθηκε και ποιοτικά (σε ποιο επιστημικό επίπεδο εντάσσεται με βάση τις ιδέες του) και ποσοτικά (ένα σκορ αντιστοιχούσε σε κάθε επίπεδο).

Ειδικότερα, στο *αρχικό επιστημικό επίπεδο* (σκορ 1) οι αναμενόμενες απαντήσεις είναι σε συμφωνία με την προσκόλληση στην αληθή και βέβαιη γνώση. Στο *ενδιάμεσο επιστημικό επίπεδο* (σκορ 2) θεωρείται εφικτή η απόκτηση της απόλυτης γνώσης, αλλά εισάγονται παράλληλα και οι έννοιες της εξήγησης και του ελέγχου υποθέσεων. Τέλος, στο *εκλεπτυσμένο επιστημικό επίπεδο* (σκορ 3) υπάρχει η κατανόηση της αβέβαιης και σχετικής με το πλαίσιο φύσης της γνώσης. Πιο εκλεπτυσμένες απαντήσεις του αρχικού επιπέδου 1, τοποθετήθηκαν στο Επίπεδο 1.5 και λιγότερο εκλεπτυσμένες απαντήσεις του Επιπέδου 3, τοποθετήθηκαν στο επίπεδο 2.5, προκειμένου να φανεί η διαφοροποίηση των συγκεκριμένων μαθητών.

Η Ανάλυση Διακύμανσης Επαναλαμβανόμενων Μετρήσεων, όπου ως ανεξάρτητη μεταβλητή ορίσαμε την ομάδα ερωτήσεων (7) και ως εξαρτημένη το μέσο όρο επίδοσης των μαθητών, έδειξε κύρια επίδραση για την ομάδα των ερωτήσεων ( $F(6,270)= 8.059$ ,  $p<0.001$ ). Η χρήση του τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Bonferroni έδειξε ότι οι επιδόσεις στις ομάδες ερωτήσεων *Διαμόρφωση Υποθέσεων* ( $\mu.o.=1.20$ ,  $\tau.a.=.046$ ) και *Διαφορετικοί Ισχυρισμοί* ( $\mu.o.=1.12$ ,  $\tau.a.=.0.32$ ) δεν διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους, αλλά διαφέρουν σημαντικά από τις επιδόσεις στις ομάδες ερωτήσεων *Διαμόρφωση Θεωριών* ( $\mu.o.=1$ ,  $\tau.a.=.00$ ), και *Αλλαγή Θεωρίας* ( $\mu.o.=1$ ,  $\tau.a.=.00$ ).

Επίσης, η επίδοση στην ομάδα *Διαμόρφωση Υποθέσεων* διαφέρει σημαντικά και από την επίδοση στην ομάδα *Είδος ερωτημάτων* ( $\mu.o.=1.02$ ,  $\tau.a.=.015$ ).

Πίνακας 5.5: Συχνότητες και Ποσοστά μαθητών στα τρία επιστημικά επίπεδα για κάθε ομάδα ερωτήσεων στη Συνέντευξη για τη Φύση της Επιστήμης (N=46).

<i>Είδος ερώτησης</i>	Αρχικό επίπεδο		Ενδιάμεσο Επίπεδο	Εκλεπτυσμένο Επίπεδο	
	Επίπεδο 1	Επίπεδο 1.5	Επίπεδο 2	Επίπεδο 2.5	Επίπεδο 3
Γενικές Ερωτήσεις Q.1.1-1.3 <i>Στόχοι επιστημόνων και επιστήμης</i>	37 (80.4%)	7 (15.2%)	2 (4.3%)		
Είδος ερωτημάτων Q.2.1-2.2 <i>Ποιες ερωτήσεις διατυπώνουν οι επιστήμονες</i>	44 (95.7%)	2 (4.3%)			
Πειραματικές Διαδικασίες Q.3.1-3.2 <i>Τι είναι πείραμα / τι αποκαλύπτει για επιστημονικές ιδέες</i>	42 (91.3%)		4 (8.7%)		
Διαμόρφωση Υποθέσεων Q.4.1-4.3 <i>Τι είναι υπόθεση / πώς επηρεάζει τα πειράματα</i>	30 (65.2%)	13 (28.3%)	3 (6.5%)		
Διαμόρφωση Θεωριών Q.5.1-5.2 <i>Τι είναι θεωρία / πώς επηρεάζει πειράματα</i>	46 (100%)				
Διαφορετικοί ισχυρισμοί Q.6.1-6.3 <i>Ερμηνείες ίδιων αποτελεσμάτων / λανθασμένες ιδέες</i>	35 (76.1%)	11 (23.9%)			

---

Αλλαγή Θεωρίας	46
Q.7.1-7.3	(100%)
<i>Πότε αλλάζει μια θεωρία</i>	

---

Για να κατανοήσουμε καλύτερα τις επιστημικές πεποιθήσεις των μαθητών όπως αναδεικνύονται μέσα από τη συγκεκριμένη δοκιμασία μπορούμε να δούμε στον Πίνακα 5.5 την κατανομή των απαντήσεων των μαθητών σε κάθε επιστημικό επίπεδο. Παρατηρούμε ότι η πλειονότητα των μαθητών βρίσκεται σε ένα αρχικό επιστημικό επίπεδο. Στο αρχικό αυτό επίπεδο, οι μαθητές δυσκολεύονται να διακρίνουν ανάμεσα στις ιδέες των επιστημόνων, στις διαδικασίες έρευνας που ακολουθούν και στα αποτελέσματα των πειραμάτων. Παρατηρούμε ότι στις πιο γενικές ερωτήσεις (Q. 1.1-2.2) για το τι είναι ένας επιστήμονας, με τι ασχολείται και τι είδους ερωτήσεις κάνει, οι περισσότεροι μαθητές δίνουν απαντήσεις που εμπίπτουν στο Επίπεδο 1, δηλαδή δεν έχουν ακόμη επίγνωση του ρόλου των επιστημονικών ιδεών κατά τη διαδικασία έρευνας. Κυρίως απαντούν ότι οι επιστήμονες πραγματοποιούν ανακαλύψεις, κάνουν πράγματα, συγκεντρώνουν πληροφορίες, εργάζονται στα εργαστήρια και οι ερωτήσεις που διατυπώνουν οι επιστήμονες είναι διαδικαστικές (πώς να κάνουν πράγματα) και δηλωτικές (τι συμβαίνει). Στις ερωτήσεις που αναφέρονται στις πειραματικές διαδικασίες (Q.3.1 -3.2), οι περισσότεροι μαθητές αντιμετωπίζουν το πείραμα ως κάτι που δοκιμάζουμε για να έχουμε ένα αποτέλεσμα (Επίπεδο 1), και όχι ως ένα τρόπο να ελέγξουμε μια υπόθεσή μας. Στις ερωτήσεις για το τι είναι μια υπόθεση (Q.4.1-4.3) οι περισσότεροι μαθητές συγχέουν τις υποθέσεις με την πειραματική διαδικασία και το αποτέλεσμα του πειράματος (Επίπεδο 1). Ελάχιστοι μαθητές θεωρούν ότι η υπόθεση θα οδηγήσει σε ένα πείραμα, και κυρίως την αντιμετωπίζουν ως ένα είδος μαντεψιάς για το τι θα συμβεί σε μια συγκεκριμένη κατάσταση (Επίπεδο 1.5). Στις ερωτήσεις σχετικά με τη διαμόρφωση θεωριών από τους επιστήμονες (Q. 5.1-5.2), όλοι οι μαθητές απλά συσχετίζουν τις θεωρίες με τα αποτελέσματα των πειραμάτων και δεν αντιμετωπίζουν με ένα διακριτό τρόπο τις ιδέες των επιστημόνων και τα πειράματα που κάνουν (Επίπεδο 1). Σχετικά με την αντιμετώπιση διαφορετικών ερμηνειών μιας ίδιας κατάστασης (Q. 6.1) αν και οι περισσότεροι μαθητές βλέπουν τη γνώση ως κάτι βέβαιο, και το λόγο της διαφωνίας τον αποδίδουν σε ελλιπή πληροφορία, οπότε υπάρχει μόνο σωστό / λάθος για αυτούς (Επίπεδο 1), υπάρχουν και κάποιοι μαθητές που μιλούν για εξίσου έγκυρες απόψεις, οπότε αρχίζει να εισάγεται η έννοια του πλουραλισμού (Επίπεδο 1.5), αλλά δεν αναφέρονται ακόμη σε διαδικασίες ελέγχου των υποθέσεων. Τέλος, σχετικά με την αλλαγή των ιδεών και των θεωριών (Q. 7.1-7.2) όλοι οι μαθητές

συνδέουν την αλλαγή με μια δυσλειτουργία, ένα λάθος. Θεωρούν ότι μέσα από ένα απλό πείραμα ή μέσα από την απλή παρατήρηση, μπορεί κάποιος να δει ότι μια ιδέα του δεν δουλεύει και να την αλλάξει. Δεν κατανοούν λοιπόν ότι η αλλαγή θεωρίας είναι μια αργή και σταδιακή διαδικασία.

Ο δείκτης συσχέτισης Spearman rho έδειξε στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στις επιδόσεις των μαθητών στις διάφορες ομάδες ερωτήσεων της συνέντευξης. Ο Πίνακας 5.6 παρουσιάζει τις στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις ανάμεσα στα διάφορα μέρη της Συνέντευξης. Σε αυτές τις ομάδες ερωτήσεων συναντάμε περισσότερους μαθητές που δίνουν πιο εκλεπτυσμένες απαντήσεις και απαντήσεις ενδιάμεσου επιπέδου.

Πίνακας 5.6: Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις ανάμεσα στις διάφορες ομάδες ερωτήσεων στη Συνέντευξη για τη Φύση της Επιστήμης σύμφωνα με το δείκτη συσχέτισης Spearman rho (N=46).

<i>Ομάδα Ερωτήσεων</i>	<i>Διαφορετικοί ισχυρισμοί</i>	<i>Διαμόρφωση Υποθέσεων</i>	<i>Πειραματικές Διαδικασίες</i>
Γενικές Ερωτήσεις	.509**	.311**	.665**
Διαφορετικοί ισχυρισμοί		.360*	.370*
Είδος ερωτημάτων			.313*

\*  $p < 0.05$  , \*\*  $p < 0.01$

Σύμφωνα με τις προβλέψεις μας περιμέναμε επίσης ότι τα παιδιά θα δυσκολεύονταν περισσότερο να εκφράσουν τις ιδέες τους για τη φύση της επιστήμης μέσα σε ένα τέτοιο πιο ελεύθερο πλαίσιο όπως είναι η Συνέντευξη για τη Φύση της Επιστήμης σε σχέση με το Ερωτηματολόγιο Επιστημικής Σκέψης. Αν και τα δυο ερωτηματολόγια δεν μελετούν το ίδιο πράγμα, εξετάζοντας τους μέσους όρους επίδοσης βλέπουμε ότι η επίδοση στο Ερωτηματολόγιο Επιστημικής Σκέψης είναι καλύτερη και για όλα τα πεδία κρίσεων και για τα τρία μόνο πεδία που μελετήσαμε ειδικότερα, το *Προσωπικό Γούστο*, *Αλήθεια στο Φυσικό και Κοινωνικό Κόσμο* (μ.ο.=1.96, τ.α=.40 και μ.ο.=2.10, τ.α=.55 αντίστοιχα) από την επίδοση στη Συνέντευξη για τη Φύση της Επιστήμης (μ.ο.=1.03, τ.α=.12).

### Δοκιμασία Θεωρίας του Φυσικού Κόσμου

Στη δοκιμασία αυτή το αρχικό έργο των υποκειμένων ήταν να αναγνωρίσουν την ύπαρξη δυο διαφορετικών μοντέλων για το ίδιο φυσικό φαινόμενο, ενός που αντιστοιχούσε στην εμφάνιση των πραγμάτων (διαισθητική μας εμπειρία) και ενός που αντιστοιχούσε στην πραγματικότητα (επιστημονική εξήγηση). Η εφαρμογή του στατιστικού κριτηρίου Cochran Q [Φαινόμενο Παρατηρησιακής Αστρονομίας (6) \* Διάκριση Εμφάνισης-Πραγματικότητας (ναι-όχι)] έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα έξι φαινόμενα της Παρατηρησιακής Αστρονομίας αναφορικά με τον αριθμό των παιδιών που μπορούν να διακρίνουν αρχικά ανάμεσα στην πραγματικότητα και την εμφάνιση (Cochran Q=15.909, df=5, p<0.05). Τα παιδιά γενικά δυσκολεύονται να εντοπίσουν μόνα τους τις διαφορές ανάμεσα στα δυο μοντέλα για τα φαινόμενα *Σχετικό μέγεθος ήλιου-σελήνης*, *Πλανητικό σύστημα*, *Σχήμα γης*, *Βαρύτητα* (ποσοστό αρχικής διάκρισης 17.4%, 19.6%, 21.7% και 26.1% αντίστοιχα) σε σχέση με τα φαινόμενα *Εναλλαγή ημέρας-νύχτας* και *Σχετικό μέγεθος ήλιου-γης* όπου εντοπίζουν τις διαφορές σε μεγαλύτερο ποσοστό (34.8% και 41.3% αντίστοιχα).

Στην περίπτωση που οι μαθητές δεν κατάφεραν να εντοπίσουν μόνοι τους τις διαφορές, γίνονταν οι δυο ερωτήσεις εμφάνισης και πραγματικότητας για κάθε φαινόμενο του φυσικού κόσμου. Κάθε συνδυασμός επιλογών για τις ερωτήσεις Πραγματικότητας και Εμφάνισης για τα έξι Φαινόμενα Παρατηρησιακής Αστρονομίας τοποθετήθηκε στις ακόλουθες τρεις κατηγορίες, όπως και στις προηγούμενες μελέτες μας: α) μη επίλυση οντολογικού προβλήματος (σκορ 1), β) επίλυση οντολογικού προβλήματος (σκορ 2) και γ) επίλυση επιστημολογικού προβλήματος (σκορ 3).

Η Ανάλυση Διακύμανσης Επαναλαμβανόμενων Μετρήσεων, όπου ως ανεξάρτητη μεταβλητή ορίσαμε το Φαινόμενο Παρατηρησιακής Αστρονομίας (6) και ως εξαρτημένη το μέσο όρο επίδοσης των μαθητών, έδειξε κύρια επίδραση για το είδος φαινομένου ( $F(5,225)= 5.210$ ,  $p<0.001$ ). Η χρήση του τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Bonferroni έδειξε ότι η επίδοση στο φαινόμενο *Σχετικό μέγεθος ήλιου-γης* (μ.ο.=2.71, τ.α.=.58) διαφέρει σημαντικά από τις επιδόσεις στα φαινόμενα *Πλανητικό σύστημα* (μ.ο.=2.17, τ.α.=.79), *Εναλλαγή ημέρας-νύχτας* (μ.ο.=2.26, τ.α.=.90) και *Βαρύτητα* (μ.ο.=2.21, τ.α.=.69) και είναι πολύ καλύτερη. Οι επιδόσεις στα φαινόμενα *Σχήμα γης* (μ.ο.=2.45, τ.α.=.50) και *Σχετικό Μέγεθος ήλιου-σελήνης* (μ.ο.=2.45, τ.α.=.68) δεν διαφέρουν σημαντικά από καμία άλλη επίδοση.

Μπορούμε να κατανοήσουμε καλύτερα τα παραπάνω αποτελέσματα παρατηρώντας τον Πίνακα 5.7 που ακολουθεί, όπου φαίνεται η κατανομή των μαθητών σε κάθε κατηγορία απαντήσεων για κάθε φαινόμενο της παρατηρησιακής αστρονομίας.

Πίνακας 5.7: Συχνότητες/Ποσοστά μαθητών που εμπίπτουν σε κάθε κατηγορία απαντήσεων στη δοκιμασία Θεωρίας του Φυσικού Κόσμου (N=46).

	Μη επίλυση οντολογικού προβλήματος	Επίλυση μόνο οντολογικού προβλήματος		Επίλυση και οντολογικού και επιστημολογικού προβλήματος	
	<i>Φ-Φ</i>	<i>Φ-Ε</i>	<i>Ε-Ε</i>	<i>Ε-Φ</i>	
	<i>Φαινομενικές απαντήσεις</i>	<i>Αντιστροφή</i>	<i>Επιστημονικές απαντήσεις</i>	<i>Διάκριση Αρχική</i>	<i>Μετά</i>
Σχήμα γης		12 (26.1 %)	13 (28.3 %)	10 (21.7%)	11 (23.9%)
Βαρύτητα	7 (15.2 %)	5 (10.9 %)	17 (37 %)	12(26.1 %)	5 (10.9 %)
Σχετικό μέγεθος ήλιου- σελήνης	5 (10.9 %)	9 (19.6 %)	6 (13 %)	8 (17.4 %)	18 (39.1%)
Σχετικό μέγεθος ήλιου- γης	3 (6.5 %)	2 (4.3 %)	5 (10.9 %)	19(41.3 %)	17 (37 %)
Πλανητικό σύστημα	11 (23.9 %)	9 (19.6 %)	7 (15.2 %)	9 (19.6 %)	10 (21.7%)
Εναλλαγή ημέρας-νύχτας	14 (30.4 %)		6 (13 %)	16(34.8 %)	10 (21.7%)

Βλέπουμε ότι συνολικά αρκετοί μαθητές μπορούν να κάνουν τη διάκριση ανάμεσα στην εμφάνιση και την πραγματικότητα, και ειδικά για το φαινόμενο Σχετικό Μέγεθος Ήλιου-Γης το ποσοστό που επιλύει το επιστημολογικό πρόβλημα είναι ιδιαίτερα υψηλό (78%). Το ενδιαφέρον στον πίνακα αυτό είναι ότι αν εξαιρέσουμε τους μαθητές που κάνουν τη διάκριση αυτή αρχικά και επικεντρωθούμε στους υπόλοιπους μαθητές που συνεχίζουν με τις δυο ερωτήσεις εμφάνισης-πραγματικότητας, βλέπουμε ότι οι περισσότεροι από αυτούς κάνουν τη διάκριση για τα φαινόμενα που αφορούν στα *Σχετικά Μεγέθη Ήλιου, Σελήνης και Γης*, όμως για τα υπόλοιπα φαινόμενα ένας σημαντικός αριθμός μαθητών είτε δεν έχει επιλύσει το οντολογικό πρόβλημα ακόμη (*Εναλλαγή Ημέρας-Νύχτας*), είτε έχει επιλύσει μόνο αυτό (*Σχήμα Γης, Βαρύτητα και Πλανητικό σύστημα*).

Από τους μαθητές ζητήθηκε επίσης να τεκμηριώσουν τις επιλογές τους. Ανάλογα με το είδος τεκμηρίωσης που παρείχαν οι απαντήσεις τους θεωρούνταν *αρχικές* (σκορ 1) αν ήταν σύμφωνες μόνο με τη διαισθητική μας εμπειρία των πραγμάτων, *ενδιάμεσες* (σκορ 2), αν στην προσπάθειά τους να ενσωματώσουν επιστημονική πληροφορία οδηγούνταν σε παρερμηνείες και στη δημιουργία συνθετικών μοντέλων και *επιστημονικές* (σκορ 3), αν γνώριζαν την επιστημονική

εξήγηση και μπορούσαν να δικαιολογήσουν τις διαφορές ανάμεσα στην εμφάνιση και την πραγματικότητα.

Η Ανάλυση Διακύμανσης Επαναλαμβανόμενων Μετρήσεων, όπου ως ανεξάρτητη μεταβλητή ορίσαμε το Φαινόμενο Παρατηρησιακής Αστρονομίας (6) και ως εξαρτημένη το μέσο όρο επίδοσης των μαθητών, έδειξε κύρια επίδραση για το είδος φαινομένου ( $F(5,225)= 10.557, p<0.001$ ). Η χρήση του τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Bonferroni έδειξε ότι οι τεκμηριώσεις για το φαινόμενο *Σχετικό Μέγεθος Ήλιου-Γης* (μ.ο.=2.13, τ.α.=.90) διαφέρουν σημαντικά από τις τεκμηριώσεις για τα φαινόμενα *Σχήμα Γης* (μ.ο.=1.39, τ.α.=.64), *Σχετικό Μέγεθος Ήλιου-Σελήνης* (μ.ο.=1.58, τ.α.=.83), *Πλανητικό Σύστημα* (μ.ο.=1.32, τ.α.=.47) και *Εναλλαγή Ημέρας-Νύχτας* (μ.ο.=1.56, τ.α.=.74) και πλησιάζουν περισσότερο σε πιο επιστημονικές τεκμηριώσεις.

Στον Πίνακα 5.8 που ακολουθεί φαίνεται η κατανομή των μαθητών στις τρεις κατηγορίες απαντήσεων ανάλογα με το είδος των τεκμηριώσεων που παρείχαν. Παρατηρούμε ότι οι περισσότεροι μαθητές δυσκολεύονται να τεκμηριώσουν με βάση τις επιστημονικές εξηγήσεις για τα φαινόμενα και παρέχουν κυρίως αρχικές εξηγήσεις, δηλαδή φαινομενικές. Για παράδειγμα, για το φαινόμενο *Σχήμα Γης*, ελάχιστοι είναι οι μαθητές που αιτιολογούν τη διάκριση εμφάνισης-πραγματικότητας λέγοντας ότι η γη έχει τεράστιες διαστάσεις και μπορούμε να δούμε μόνο ένα κομμάτι της. Οι περισσότεροι δίνουν απαντήσεις τύπου «γιατί ο ουρανός είναι στρογγυλός» ή «γιατί περπατάμε σε επίπεδο έδαφος». Για το φαινόμενο της *Βαρύτητας* υπάρχουν μαθητές που αναφέρονται στις περιπτώσεις της διπλής γης ή που υποστηρίζουν ότι οι άνθρωποι ζουν μέσα στη γη ή ότι η διαφορά οφείλεται στο ότι η μια εικόνα είναι μια φωτογραφία της γης από κοντά ενώ η άλλη από μακριά. Για το φαινόμενο *Σχετικό μέγεθος ήλιου-σελήνης* εξηγούν τα διαφορετικά μεγέθη αναφερόμενα στη θέση του φωτογράφου, στην αλλαγή των κλιματολογικών συνθηκών, στο φως που παρέχει ο ήλιος στη σελήνη και την κάνει να μεγαλώνει λίγο ή με αναφορά στην απόστασή τους από τη γη, αλλά όχι στα διαφορετικά μεγέθη τους. Για το φαινόμενο *Πλανητικό Σύστημα* και το γιατί δεν καταλαβαίνουμε την κίνηση της γης, υπάρχουν μαθητές που υποστηρίζουν ότι όντως η γη είναι στο κέντρο του πλανητικού συστήματος ή μιλούν για τη γρήγορη κίνηση της γης, για τη βαρύτητα που μας έλκει πάνω στη γη ή για το ότι η γη γυρνάει γύρω από τον εαυτό της. Κανένα παιδί δεν τεκμηριώνει λέγοντας ότι βρισκόμαστε πάνω στη γη και κινούμαστε μαζί της. Μόνο για το φαινόμενο *Σχετικό μέγεθος ήλιου-γης* βλέπουμε μια αύξηση των επιστημονικών απαντήσεων, όπου αρκετοί μαθητές αναφέρονται και στο μέγεθος του ήλιου και στην απόστασή του από τη γη.



Πίνακας 5.8: Συχνότητες / Ποσοστά μαθητών στις τρεις κατηγορίες τεκμηριώσεων στη δοκιμασία Θεωρίας του Φυσικού Κόσμου ( $N=46$ ).

Φαινόμενο Παρατηρησιακής Αστρονομίας	Αρχικές τεκμηριώσεις	Ενδιάμεσες τεκμηριώσεις	Επιστημονικές τεκμηριώσεις
Σχήμα γης	32 (69.6%)	10 (21.7%)	4 (8.7%)
Βαρύτητα	23 (50%)	14 (30.4%)	9 (19.6%)
Σχετικό μέγεθος ήλιου-σελήνης	29 (63%)	7 (15.2%)	10 (21.7%)
Σχετικό μέγεθος ήλιου-γης	16 (34.8%)	8 (17.4%)	22 (47.8%)
Πλανητικό σύστημα	31 (67.4%)	15(32.6%)	-
Εναλλαγή ημέρας-νύχτας	27 (58.7%)	12 (26.1%)	7 (15.2%)

Ενδιαφέρον είχε και η περίπτωση των μαθητών που μπορούσαν να κάνουν τη διάκριση ανάμεσα στην εμφάνιση και την πραγματικότητα, είχαν επιλύσει δηλαδή και το οντολογικό και το επιστημολογικό πρόβλημα. Τι είδους τεκμηριώσεις παρείχαν αυτοί οι μαθητές για τις επιλογές τους; Όπως βλέπουμε στον Πίνακα 5.9 που ακολουθεί οι περισσότεροι μαθητές αν και φαίνεται ότι μπορούν να διακρίνουν ανάμεσα στα εναλλακτικά μοντέλα των φαινομένων του φυσικού κόσμου, δεν μπορούν να τεκμηριώσουν επιστημονικά τις επιλογές τους αυτές στις περισσότερες περιπτώσεις και σε ορισμένες περιπτώσεις μάλιστα οι τεκμηριώσεις τους αντιπροσωπεύουν αρχικά μοντέλα.

Πίνακας 5.9: Συχνότητες / Ποσοστά μαθητών που έχουν επιλύσει το επιστημολογικό πρόβλημα στις τρεις κατηγορίες τεκμηριώσεων στη δοκιμασία Θεωρίας του Φυσικού Κόσμου.

Φαινόμενο Παρατηρησιακής Αστρονομίας	<i>N</i>	Αρχικές τεκμηριώσεις	Ενδιάμεσες τεκμηριώσεις	Επιστημονικές τεκμηριώσεις
Σχήμα γης	21	8 (38.1%)	9 (42.9%)	4 (19%)
Βαρύτητα	17	5 (29.4%)	5 (29.4%)	7 (41.2%)
Σχετικό μέγεθος ήλιου-σελήνης	26	10 (38.5%)	6 (23.1%)	10 (38.5%)
Σχετικό μέγεθος ήλιου-γης	36	6 (16.7%)	8 (22.2%)	22 (61.1%)
Πλανητικό σύστημα	19	5 (26.3%)	14(73.7%)	-
Εναλλαγή ημέρας-νύχτας	26	8 (30.8%)	12 (46.2%)	6 (23.1%)

Προκειμένου να συγκρίνουμε την επίδοση των μαθητών αναφορικά με την επίλυση ή μη του επιστημολογικού προβλήματος με την επίδοσή τους αναφορικά με το είδος τεκμηρίωσης που παρείχαν, υπολογίστηκε ένα μέσο σκορ για όλα τα φυσικά φαινόμενα με βάση το συνδυασμό επιλογών στις ερωτήσεις εμφάνισης-πραγματικότητας και ένα μέσο σκορ με βάση το είδος της τεκμηρίωσης. Το κριτήριο *t* για εξαρτημένα δείγματα έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές στην επίδοση των μαθητών στις δυο περιπτώσεις ( $t(45)=15.254$ ,  $p<0.001$ ), με την επίδοση που βασίζεται στο συνδυασμό των επιλογών των απαντήσεων των μαθητών στις δυο ερωτήσεις εμφάνισης-πραγματικότητας να είναι καλύτερη ( $\mu.o.=2.38$ ,  $\tau.a=.44$ ) από την επίδοση που βασίστηκε στο είδος τεκμηρίωσης που παρείχαν ( $\mu.o.=1.61$ ,  $\tau.a=.50$ ).

Παρατηρώντας τον Πίνακα 5.10, διαπιστώνουμε ότι το μέσο σκορ για κάθε φαινόμενο με βάση το συνδυασμό των επιλογών είναι μεγαλύτερο από το μέσο σκορ με βάση το είδος τεκμηρίωσης. Αυτό μας δείχνει ότι αν και φαινομενικά τα παιδιά μπορούν σε αρκετές περιπτώσεις να κάνουν τη διάκριση Εμφάνισης-Πραγματικότητας, δεν μπορούν ακόμη να σκεφτούν πάνω σε αυτή τη διάκριση και να τεκμηριώσουν την απάντησή τους συλλογίζόμενα με βάση εναλλακτικά μοντέλα.

Πίνακας 5.10: Μέσο σκορ για κάθε Φαινόμενο Παρατηρησιακής Αστρονομίας με βάση το συνδυασμό επιλογών στις ερωτήσεις Εμφάνιση-Πραγματικότητα και το είδος της τεκμηρίωσης στη δοκιμασία Θεωρίας του Φυσικού Κόσμου.

Φαινόμενο Παρατηρησιακής Αστρονομίας	Συνδυασμός επιλογών για Εμφάνιση-Πραγματικότητα		Είδος Τεκμηρίωσης	
	μ.ο.	τ.α.	μ.ο.	τ.α.
Σχήμα γης	2.45	.50	1.39	.64
Βαρύτητα	2.21	.69	1.69	.78
Σχετικό μέγεθος ήλιου-σελήνης	2.45	.68	1.58	.83
Σχετικό μέγεθος ήλιου-γης	2.71	.58	2.13	.90
Πλανητικό σύστημα	2.17	.79	1.32	.47
Εναλλαγή ημέρας-νύχτας	2.26	.90	1.56	.74
<i>Όλα τα φαινόμενα της Παρατηρησιακής Αστρονομίας</i>	2.38	.44	1.61	.50

Προκειμένου να έχουμε μια πιο γενική εικόνα του τρόπου σκέψης των παιδιών σε αυτή τη δοκιμασία και με βάση τις επιδόσεις των παιδιών σε όλο το έργο γενικά και λαμβάνοντας υπόψη και τους συνδυασμούς επιλογών για Εμφάνιση και Πραγματικότητα αλλά και τις τεκμηριώσεις που παρείχαν, οι μαθητές τοποθετήθηκαν επίσης σε τρία επίπεδα σκέψης: α) *αρχικό επίπεδο σκέψης*, όπου έχουμε φαινομενικές απαντήσεις σε ορισμένες περιπτώσεις και μια αρχική επίλυση του οντολογικού προβλήματος χωρίς τεκμηρίωση για κάποια φαινόμενα β) *ενδιάμεσο επίπεδο σκέψης*, όπου έχουμε επίλυση του οντολογικού προβλήματος με ενδιάμεσες ή επιστημονικές τεκμηριώσεις κυρίως και μια αρχική επίλυση του επιστημολογικού προβλήματος χωρίς ή αρχική τεκμηρίωση για κάποια φαινόμενα και γ) *εκλεπτυσμένο επίπεδο σκέψης*, όπου για τα περισσότερα φαινόμενα έχουμε επίλυση του επιστημολογικού προβλήματος με ενδιάμεσες ή επιστημονικές τεκμηριώσεις.

Πίνακας 5.11: Συχνότητες και Ποσοστά μαθητών που κατηγοριοποιούνται στα τρία επίπεδα σκέψης στη δοκιμασία Θεωρίας του Φυσικού Κόσμου (N=46).

Θεωρία	Αρχικό επίπεδο	Ενδιάμεσο επίπεδο	Εκλεπτυσμένο επίπεδο
--------	----------------	-------------------	----------------------

21 (46%)	15 (33%)	10 (21%)
-------------	-------------	-------------

Παρατηρώντας τον Πίνακα 5.11, βλέπουμε ότι η πλειονότητα των παιδιών εμπίπτει στα δυο πρώτα επίπεδα σκέψης όπου κυρίως επιλύει το οντολογικό πρόβλημα και σε κάποιες περιπτώσεις και το επιστημολογικό, όμως δεν μπορεί ακόμη να σκεφτεί πάνω στη διάκριση Εμφάνισης-Πραγματικότητας και να τεκμηριώσει με επιστημονικές εξηγήσεις τις επιλογές που κάνει.

#### B. Διερεύνηση σχέσης Θεωρίας του Νου, Προσωπικής Επιστημολογίας και Θεωρίας Φυσικού Κόσμου.

Σύμφωνα με την πρώτη υπόθεση αναμένουμε υψηλή συσχέτιση ανάμεσα στα τρία πεδία. Για τις στατιστικές μας αναλύσεις υπολογίστηκε ένα μέσο σκορ για το πεδίο Θεωρίας του Νου με βάση τις επιδόσεις των μαθητών στις δοκιμασίες Θεωρίας του Νου 2<sup>ης</sup> και 3<sup>ης</sup> τάξης, ένα μέσο σκορ για το πεδίο Προσωπικής Επιστημολογίας με βάση τις επιδόσεις των μαθητών στο Ερωτηματολόγιο Επιστημικής Σκέψης (μόνο για τα τρία πεδία Προσωπικό Γούστο, Αλήθεια στον Κοινωνικό και Φυσικό Κόσμο) και τις επιδόσεις των μαθητών στη Συνέντευξη για τη Φύση της Επιστήμης και ένα μέσο σκορ για το πεδίο Θεωρίας του Φυσικού Κόσμου με βάση το συνδυασμό των επιλογών των μαθητών στις δυο ερωτήσεις εμφάνισης-πραγματικότητας και το είδος τεκμηρίωσης που χρησιμοποίησαν.

Τα αποτελέσματα έδειξαν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις ανάμεσα στην επίδοση των παιδιών στις δοκιμασίες Θεωρία του Νου και στην επίδοσή τους στις δοκιμασίες Προσωπικής Επιστημολογίας ( $r_s=0.434$ ,  $n=46$ ,  $p<0.01$ ), ανάμεσα στην επίδοση των παιδιών στη Θεωρία του Νου και στην επίδοσή τους στη δοκιμασία θεωρίας του φυσικού κόσμου ( $r_s=0.542$ ,  $n=46$ ,  $p<0.01$ ) και ανάμεσα στην επίδοση των παιδιών στις δοκιμασίες Προσωπικής Επιστημολογίας και στην επίδοσή τους στη δοκιμασία θεωρίας του φυσικού κόσμου ( $r_s =0.498$ ,  $n=46$ ,  $p<0.01$ ).

Όπως βλέπουμε στον πίνακα 5.12, τα παιδιά που είτε δεν αναγνωρίζουν τη λανθασμένη πεποίθηση ή την αναγνωρίζουν αρχικά χωρίς όμως να μπορούν να αναφερθούν σε αυτή με βάση νοητικές οντότητες έχουν αρχίσει να σκέφτονται με έναν πλουραλιστικό τρόπο σκέψης, αλλά ένας αριθμός τους εξακολουθεί να πιστεύει στη μια και μοναδική αλήθεια. Τα παιδιά όμως που αναγνωρίζουν τις λανθασμένες πεποιθήσεις 2<sup>ης</sup> και 3<sup>ης</sup> τάξης και τεκμηριώνουν σωστά τις επιλογές τους έχουν αρχίσει να θέτουν

και κάποια αξιολογικά κριτήρια και να εκφράζουν λίγο πιο εκλεπτυσμένες πεποιθήσεις για την επιστήμη, αν και είναι ακόμη αρχικού επιπέδου.

Πίνακας 5.12: Σχέση ανάμεσα στην Ικανότητα Θεωρίας του Νου και στο Επίπεδο Επιστημικής Σκέψης στην Προσωπική Επιστημολογία (N=46).

<i>Προσωπική Επιστημολογία</i>				
<i>Ικανότητα Θεωρίας του Νου</i>	<i>Αρχικό Επιστημικό Επίπεδο</i>	<i>Ενδιάμεσο Επιστημικό Επίπεδο</i>	<i>Εκλεπτυσμένο Επιστημικό Επίπεδο</i>	Σύνολο
<i>Αρχικό επίπεδο</i>	8	7	6	21
<i>Ενδιάμεσο επίπεδο</i>	2	6	4	12
<i>Εκλεπτυσμένο επίπεδο</i>	1	2	10	13
Σύνολο	11	15	20	46

Ειδικότερα, η μονομεταβλητή ανάλυση διακύμανσης με ανεξάρτητη μεταβλητή την ικανότητα Θεωρίας του Νου και εξαρτημένη μεταβλητή τη μέση επίδοση των μαθητών στην πρώτη περίπτωση στη Συνέντευξη για τη Φύση της Επιστήμης και στη δεύτερη περίπτωση στο Ερωτηματολόγιο Επιστημικής σκέψης με βάση μόνο τα τρία πεδία κρίσεων (Προσωπικό Γούστο, Αλήθεια στον Κοινωνικό Κόσμο και Αλήθεια στο Φυσικό Κόσμο) έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα διάφορα επίπεδα επιστημικής σκέψης σε κάθε δοκιμασία με βάση την ικανότητα Θεωρίας του Νου ( $F(2,43)=3.480$  και  $F(2,43)=3.229$ ;  $p<0.05$  αντίστοιχα). Η μέθοδος διόρθωσης Bonferroni έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές αναφορικά με την επίδοση στις δοκιμασίες Προσωπικής Επιστημολογίας μεταξύ των παιδιών που δεν αναγνωρίζουν τη λανθασμένη πεποίθηση ή αρχίζουν να την αναγνωρίζουν χωρίς όμως να μπορούν να την τεκμηριώσουν και των παιδιών που κατέχουν πλήρως την ικανότητα Θεωρίας του Νου και για τις δυο περιπτώσεις ( $p<0.05$ ). Στον πίνακα 5.13 που ακολουθεί μπορούμε να δούμε τους μέσους όρους επίδοσης κάθε ομάδας στις δοκιμασίες Προσωπικής Επιστημολογίας.

Πίνακας 5.13: Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις επίδοσης σε κάθε δοκιμασία Προσωπικής Επιστημολογίας σε σχέση με την Ικανότητα Θεωρίας του Νου.

Ικανότητα Θεωρίας του Νου	Συνέντευξη για τη Φύση της επιστήμης			Ερωτηματολόγιο Επιστημικής Σκέψης		
	M.O	τ.α.	N	M.O	τ.α.	N
<i>Αρχικό επίπεδο</i>	1.03	.06	21	1.92	.56	21
<i>Ενδιάμεσο επίπεδο</i>	1.10	.12	15	2.15	.51	15
<i>Εκλεπτυσμένο επίπεδο</i>	1.14	.16	10	2.43	.47	10

Επίσης, όπως παρατηρούμε στον πίνακα 5.14 παρακάτω, οι μαθητές που έχουν μια ικανότητα Θεωρίας του Νου αρχικού επιπέδου δυσκολεύονται να συλλογιστούν πάνω σε εναλλακτικά μοντέλα φαινομένων του φυσικού κόσμου και να λάβουν υπόψη τους διαφορετικές συλλήψεις μιας ίδιας κατάστασης στον κόσμο και πολλοί από αυτούς δεν επιλύουν ούτε το οντολογικό πρόβλημα στις περισσότερες περιπτώσεις. Αντιθέτως κάποιοι από τους μαθητές που μπορούν να αποδώσουν λανθασμένες πεποιθήσεις στους άλλους και να τεκμηριώσουν σωστά, έχουν αρχίσει να διακρίνουν ανάμεσα στα μοντέλα που σχετίζονται με τη διαισθητική μας εμπειρία και στα μοντέλα που σχετίζονται με τις επιστημονικές εξηγήσεις και κάποιοι μπορούν και να τεκμηριώσουν αυτή τη διάκριση με επιστημονικούς όρους.

Πίνακας 5.14: Σχέση ανάμεσα στην Ικανότητα Θεωρίας του Νου και στο Επίπεδο Σκέψης στη δοκιμασία Θεωρίας του Φυσικού Κόσμου (N=46).

Ικανότητα Θεωρίας του Νου	Θεωρία του Φυσικού Κόσμου			Σύνολο
	<i>Αρχικό Επίπεδο</i>	<i>Ενδιάμεσο Επίπεδο</i>	<i>Εκλεπτυσμένο Επίπεδο</i>	
<i>Αρχικό επίπεδο</i>	16	4	1	21
<i>Ενδιάμεσο επίπεδο</i>	3	6	3	12
<i>Εκλεπτυσμένο επίπεδο</i>	2	5	6	13
Σύνολο	21	15	10	46

(F(2,43)=13.883; p<0.001)

Τέλος, παρατηρώντας τον πίνακα 5.15, διαπιστώνουμε ότι τα παιδιά που κυρίως πιστεύουν στον απόλυτο χαρακτήρα της γνώσης δίνουν κυρίως φαινομενικές απαντήσεις ή αρχίζουν να επιλύουν το οντολογικό πρόβλημα σε κάποιες περιπτώσεις.

Παρόμοιες δυσκολίες αντιμετωπίζουν και τα περισσότερα από τα παιδιά που έχουν αρχίσει να αναγνωρίζουν τον πλουραλιστικό χαρακτήρα της γνώσης πιστεύοντας όμως ακόμη στην απόλυτη αλήθεια, όμως κάποια αρχίζουν να διακρίνουν ανάμεσα στην εμφάνιση και την πραγματικότητα και να τεκμηριώνουν πιο σωστά τις επιλογές τους. Αρχίζουν δηλαδή να επιλύουν και το επιστημολογικό πρόβλημα. Τέλος τα περισσότερα από τα παιδιά που έχουν αρχίσει να εισάγουν αξιολογικά κριτήρια και έχουν πιο εκλεπτυσμένες αρχικές πεποιθήσεις για την επιστήμη διακρίνουν ανάμεσα στα εναλλακτικά μοντέλα των φυσικών φαινομένων και μπορούν και να τεκμηριώσουν καλύτερα τη σκέψη τους.

Πίνακας 5.15: Σχέση ανάμεσα στο επίπεδο επιστημικής σκέψης και στο επίπεδο σκέψης στη δοκιμασία Θεωρίας του Φυσικού Κόσμου (N=46).

<i>Θεωρία του Φυσικού Κόσμου</i>				
	<i>Αρχικό Επίπεδο</i>	<i>Ενδιάμεσο Επίπεδο</i>	<i>Εκλεπτυσμένο Επίπεδο</i>	Σύνολο
<i>Προσωπική Επιστημολογία</i>				
<i>Αρχικό επίπεδο</i>	1	3	1	5
<i>Ενδιάμεσο επίπεδο</i>	1	5	3	9
<i>Εκλεπτυσμένο επίπεδο</i>	-	1	2	3
Σύνολο	2	9	6	17

(F(2,43)=5.533, p<0.01)

Στον πίνακα 5.16 βλέπουμε τους μέσους όρους επίδοσης κάθε ομάδας συμμετεχόντων στη δοκιμασία θεωρίας του φυσικού κόσμου. Οι μαθητές που έχουν καλύτερη επίδοση στη δοκιμασία θεωρίας του φυσικού κόσμου έχουν και πιο εκλεπτυσμένες αρχικές πεποιθήσεις για την επιστήμη και γενικότερα για τα διαφορετικά πεδία κρίσεων.

Πίνακας 5.16: Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις επίδοσης στη δοκιμασία θεωρίας του φυσικού κόσμου σε σχέση με τα επίπεδα σκέψης στις δοκιμασίες Προσωπικής Επιστημολογίας (N=46).

Προσωπική Επιστημολογία	Θεωρία του Φυσικού Κόσμου		
	ΜΟ	τ.α.	N
<b>Συνέντευξη για τη Φύση της επιστήμης</b>			
Αρχικές επιστημικές πεποιθήσεις	1.93	.41	39
Εκλεπτυσμένες αρχικές επιστημικές πεποιθήσεις	2.34	.47	7
<b>Ερωτηματολόγιο Επιστημικής Σκέψης</b>			
Αρχικό επιστημικό επίπεδο	1.75	.15	11
Ενδιάμεσο επιστημικό επίπεδο	2.01	.51	22
Εκλεπτυσμένο επιστημικό επίπεδο	2.17	.38	13

Στον πίνακα 5.17 που ακολουθεί βλέπουμε πώς κατηγοριοποιούνται οι μαθητές στα τρία επίπεδα σκέψης στο φυσικό κόσμο με βάση το συνδυασμό της ικανότητας Θεωρίας του Νου και της επιστημικής τους σκέψης. Αν και ο αριθμός των υποκειμένων είναι μικρός παρατηρούμε μια τάση μετακίνησης προς ένα πιο εκλεπτυσμένο επίπεδο σκέψης στο φυσικό κόσμο για τους μαθητές που έχουν πιο αναπτυγμένη ικανότητα Θεωρίας του Νου και πιο εκλεπτυσμένες επιστημικές πεποιθήσεις.

Πίνακας 5.17: Συχνότητες μαθητών σε κάθε επίπεδο σκέψης στο φυσικό κόσμο με βάση την ικανότητα θ.τ.ν. και το επιστημικό επίπεδο σκέψης (N=17).

Επίπεδο ικανότητας Θεωρίας του Νου και επιστημικής σκέψης		Θεωρία του φυσικού κόσμου		
		Αρχικό Επίπεδο	Ενδιάμεσο Επίπεδο	Εκλεπτυσμένο Επίπεδο
Εκλεπτυσμένο επίπεδο (N=16)	Καθαρό	2 (20%)	4 (40%)	4 (40%)
	εκλεπτυσμένο (N=10)	-	3 (50%)	3 (50%)
Ενδιάμεσο Επίπεδο (N=22)	Καθαρό	1 (17%)	3 (50%)	2 (33%)
	ενδιάμεσο (N=6)	13 (82%)	2 (12%)	1 (6%)
Αρχικό Επίπεδο (N=8)	Καθαρό αρχικό (N=8)	5 (62.5%)	3 (37.5%)	-



Η δεύτερη υπόθεσή μας συνηγορούσε υπέρ μιας σταδιακής ανάπτυξης όπου η κατανόηση ότι καθένας κατασκευάζει το προσωπικό του νόημα που συντελείται αρχικά στο πεδίο Θεωρίας του Νου θα επηρέαζε τις επιστημικές πεποιθήσεις των παιδιών και περαιτέρω η ανάπτυξη αυτής της κατανόησης θα διευκόλυνε την κατανόηση φαινομένων του φυσικού κόσμου όπου το παιδί θα έπρεπε να σκεφτεί πάνω σε αντιφατικές συλλήψεις της πραγματικότητας.

Προκειμένου να μελετήσουμε περαιτέρω τις σχέσεις αυτές πραγματοποιήσαμε μια σειρά αναλύσεων παλινδρόμησης. Ειδικότερα για να μελετήσουμε τη σχέση ανάμεσα στην επίδοση στις δοκιμασίες Θεωρίας του Νου και την επίδοση στις δοκιμασίες Προσωπικής Επιστημολογίας, πραγματοποιήσαμε μια ανάλυση παλινδρόμησης με την επίδοση στις δοκιμασίες Προσωπικής Επιστημολογίας ως εξαρτημένη μεταβλητή και την επίδοση στις δοκιμασίες Θ.τ.Ν. ως προβλεπτικό παράγοντα ( $F(1,45)=10.256, p\leq 0.01$ ). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ικανότητα απόδοσης πεποιθήσεων στους άλλους (Θεωρία του Νου) αποτελεί σημαντικό προβλεπτικό παράγοντα για τις επιστημικές απόψεις που καθένας μας διαμορφώνει για τη φύση της γνώσης και τη διαδικασία του γινώσκειν ( $Beta=.435; p\leq 0.01$ ). Φάνηκε ότι το 17% της διακύμανσης στην επίδοση στις δοκιμασίες Προσωπικής Επιστημολογίας μπορεί να προβλεφθεί από την επίδοση στις δοκιμασίες Θεωρίας του Νου.

Επειδή η επίδοση των μαθητών στις δυο δοκιμασίες Προσωπικής Επιστημολογίας ήταν πολύ διαφορετική και θεωρώντας ότι το κάθε εργαλείο μας έδινε διαφορετικές πληροφορίες για το επιστημικό προφίλ τους, πραγματοποιήσαμε δυο ακόμη αναλύσεις παλινδρόμησης όπου ως προβλεπτικός παράγοντας ήταν πάλι η επίδοση των μαθητών στις δοκιμασίες Θεωρίας του Νου και ως εξαρτημένη μεταβλητή ήταν στην πρώτη περίπτωση η επίδοση των μαθητών στο Ερωτηματολόγιο Επιστημικής Σκέψης (μόνο για τα τρία πεδία) και στη δεύτερη περίπτωση ήταν η επίδοση των μαθητών στη Συνέντευξη για τη Φύση της Επιστήμης. Η ανάλυση παλινδρόμησης υπήρξε στατιστικά σημαντική και στις δυο περιπτώσεις. Στην πρώτη περίπτωση ( $F(1,45)=7.346, p\leq 0.01$ ) έδειξε ότι το 13% της διακύμανσης στην επίδοση στο Ερωτηματολόγιο Επιστημικής Σκέψης μπορεί να προβλεφθεί από την επίδοση στις δοκιμασίες Θεωρίας του Νου ( $Beta=.378; p\leq 0.01$ ). Στη δεύτερη περίπτωση ( $F(1,45)=6.307, p\leq 0.05$ ) έδειξε ότι το 11% της διακύμανσης στην επίδοση στη Συνέντευξη για τη Φύση της Επιστήμης μπορεί να προβλεφθεί από την επίδοση στις δοκιμασίες Θεωρίας του Νου ( $Beta=.354; p\leq 0.05$ ).

Προκειμένου να μελετήσουμε περαιτέρω τη σχέση α) ανάμεσα στην επίδοση στις δοκιμασίες Θεωρίας του Νου και την επίδοση στη δοκιμασία Θεωρίας του

Φυσικού κόσμου και β) ανάμεσα στην επίδοση στις δοκιμασίες Προσωπικής Επιστημολογίας και στη δοκιμασία Θεωρίας του Φυσικού κόσμου, πραγματοποιήθηκαν επίσης δυο αναλύσεις παλινδρόμησης.

Η πρώτη παλινδρόμηση, με εξαρτημένη μεταβλητή την επίδοση των μαθητών στη δοκιμασία Θεωρίας του Φυσικού κόσμου και προβλεπτικούς παράγοντες τις επιδόσεις των μαθητών σε κάθε δοκιμασία Θεωρίας του Νου, υπήρξε στατιστικά σημαντική ( $F(2,45)= 7.304, p\leq 0.01$ ) και έδειξε ότι το 22% της επίδοσης στη δοκιμασία Θεωρίας του Φυσικού κόσμου σχετίζεται με τη διακύμανση στην επίδοση στις δοκιμασίες Θεωρίας του Νου. Η ικανότητα απόδοσης λανθασμένων πεποιθήσεων 2<sup>ης</sup> και 3<sup>ης</sup> τάξης φάνηκε να αποτελεί ισχυρό προβλεπτικό παράγοντα για την ικανότητα συλλογισμού πάνω σε εναλλακτικά μοντέλα ( $Beta=.335; p\leq 0.05$  και  $Beta=.285; p\leq 0.05$  αντίστοιχα).

Η δεύτερη παλινδρόμηση, με εξαρτημένη μεταβλητή την επίδοση των μαθητών στη δοκιμασία Θεωρίας του Φυσικού κόσμου και προβλεπτικούς παράγοντες τις επιδόσεις των μαθητών στις δυο δοκιμασίες Προσωπικής Επιστημολογίας, υπήρξε επίσης στατιστικά σημαντική ( $F(2,45)= 9.932, p\leq 0.01$ ) και έδειξε ότι το 29% της επίδοσης στη δοκιμασία Θεωρίας του Φυσικού κόσμου σχετίζεται με τη διακύμανση στην επίδοση στις δοκιμασίες Προσωπικής Επιστημολογίας. Η διαμόρφωση μιας Προσωπικής Επιστημολογίας φάνηκε να αποτελεί ισχυρό προβλεπτικό παράγοντα για την ικανότητα συλλογισμού πάνω σε εναλλακτικά μοντέλα. Μεγαλύτερη συνεισφορά φάνηκε να έχουν οι πεποιθήσεις των μαθητών για τη φύση της επιστήμης όπως αναδύονται μέσα από τη Συνέντευξη για τη φύση της Επιστήμης ( $Beta=.430; p\leq 0.01$ ) σε σχέση με την επιστημική τους σκέψη όπως διαμορφώνεται μέσα από το Ερωτηματολόγιο Επιστημικής σκέψης ( $Beta=.320; p\leq 0.05$ ).

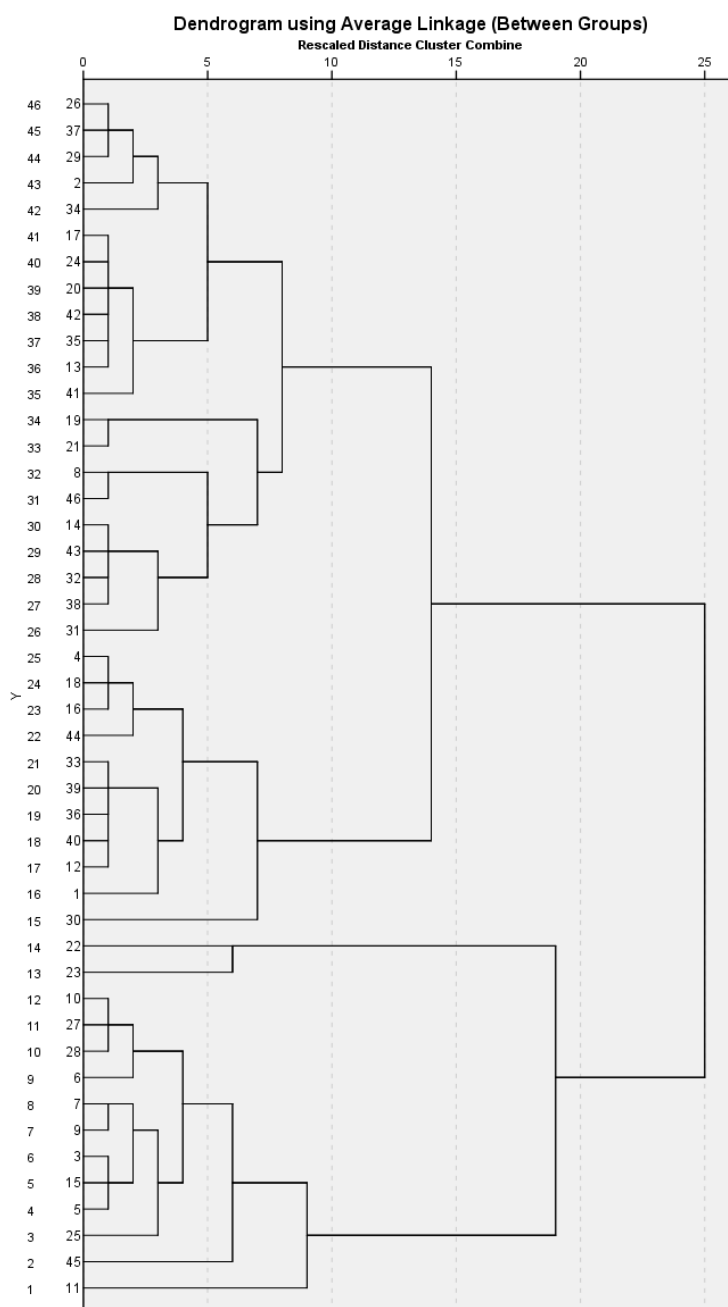
Με βάση αυτά τα δεδομένα προχωρήσαμε και σε μια τρίτη ανάλυση παλινδρόμησης προκειμένου να μελετήσουμε τις σχέσεις ανάμεσα και στα τρία πεδία, της Θεωρίας του Νου, της Προσωπικής Επιστημολογίας και της Θεωρίας του Φυσικού Κόσμου. Στην ιεραρχική αυτή παλινδρόμηση με την επίδοση των μαθητών στη δοκιμασία Θεωρίας του Φυσικού κόσμου ως εξαρτημένη μεταβλητή, εισήχθη πρώτα στην εξίσωση η μεταβλητή μέση επίδοση των μαθητών και στις δυο δοκιμασίες Θεωρίας του Νου 2<sup>ης</sup> και 3<sup>ης</sup> τάξης και σε ένα δεύτερο στάδιο οι μεταβλητές επίδοση των μαθητών στη δοκιμασία Ερωτηματολόγιο Επιστημικής Σκέψης και επίδοση των μαθητών στη Συνέντευξη για τη Φύση της Επιστήμης χωριστά μια και τα δυο αυτά εργαλεία μας παρέχουν διαφορετικές πληροφορίες για το επιστημικό προφίλ των μαθητών.

Η παλινδρόμηση αυτή υπήρξε στατιστικά σημαντική και στα δυο βήματα ( $F(1,45)= 14.726, p \leq 0.001$  και  $F(2,45)= 11.300, p \leq 0.001$  αντίστοιχα). Στο Βήμα 1, η Θεωρία του Νου συνεισφέρει σημαντικά στην πρόβλεψη της επίδοσης στη δοκιμασία Θεωρίας του Φυσικού κόσμου ( $R^2 = .234; \text{Beta} = .501, p \leq 0.001$ ). Στο Βήμα 2 η εισαγωγή των μεταβλητών Επίδοση στο Ερωτηματολόγιο Επιστημικής Σκέψης και Επίδοση στη Συνέντευξη για τη Φύση της Επιστήμης αύξησε την πρόβλεψη της επίδοσης ( $R^2 = .314$ ). Στο δεύτερο αυτό βήμα τη μεγαλύτερη συνεισφορά την έχει η Θεωρία του Νου οποία είναι υπεύθυνη για το 39% της διακύμανσης και ακολουθεί η Επίδοση στη Συνέντευξη για την Επιστήμη που είναι υπεύθυνη για το 33% της διακύμανσης. Η επίδοση στο Ερωτηματολόγιο Επιστημικής Σκέψης δεν φαίνεται να συνεισφέρει σημαντικά ( $\text{Beta} = .216, \text{NS}$ ).

Βλέπουμε λοιπόν ότι η ικανότητα Θεωρίας του Νου και οι πεποιθήσεις των μαθητών για τη φύση της επιστήμης ειδικότερα αποτελούν σημαντικούς προβλεπτικούς παράγοντες για την ικανότητα των παιδιών να επιλύουν το επιστημολογικό πρόβλημα και να σκέφτονται πάνω σε πολλαπλές αναπαραστάσεις των ίδιων φυσικών φαινομένων στον κόσμο. Οι γενικότερες επιστημικές πεποιθήσεις των παιδιών όπως αναδύονται μέσα από το Ερωτηματολόγιο Επιστημικής Σκέψης δεν αποτελούν ιδιαίτερα σημαντικό προβλεπτικό παράγοντα πιθανότατα γιατί οι περισσότεροι μαθητές βρίσκονται σε ένα ίδιο επιστημικό επίπεδο σκέψης όπου επικρατεί το πλουραλιστικό στοιχείο.

Η ανάλυση κατά συστάδες με τη μέθοδο της ιεραρχικής ομαδοποίησης προτείνει ως καλύτερη λύση τις δυο ομάδες, όπως βλέπουμε στο Γράφημα 5.1.

Γράφημα 5.1: Δενδροδιάγραμμα απεικόνισης ομαδοποίησης υποκειμένων με βάση τις επιδόσεις τους στις δοκιμασίες των τριών πεδίων.



Η ίδια λύση προκύπτει και ως καλύτερη με τη χρήση της μεθόδου k-means όπου ορίστηκαν εξ αρχής δυο ομάδες: α) αρχική θεώρηση των πραγμάτων και β) πιο επιστημονική θεώρηση των πραγμάτων. Τα τελικά κέντρα των δυο ομάδων περιγράφονται στον Πίνακα 5.18 που ακολουθεί. Μάλιστα η ανάλυση διακύμανσης για το αν διαφέρουν οι μέσες τιμές ανάμεσα στις δυο ομάδες δείχνει ότι όλες οι μεταβλητές έχουν καλή ικανότητα να ξεχωρίζουν τις παρατηρήσεις, με τις μεταβλητές όμως Θ.τ.Ν. 3<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> τάξης και Θεωρίας του Φυσικού Κόσμου να παρουσιάζουν καλύτερη ικανότητα διάκρισης ( $F(1,44)=1781.248$ ,  $F(1,44)=6.806$  και  $F(1,44)=9.051$  για  $p \leq 0.01$

αντίστοιχα) από τη Συνέντευξη για τη Φύση της Επιστήμης και το Ερωτηματολόγιο Επιστημικής σκέψης ( $F(1,44)=4.950$  και  $F(1,44)=4.716$  για  $p \leq 0.05$  αντίστοιχα).

Πίνακας 5.18: Τελικά κέντρα των δυο ομάδων που βρέθηκαν κατά την Ανάλυση σε συστάδες με τη μέθοδο k-means για τις μεταβλητές Θ.τ.Ν. 2<sup>ης</sup> και 3<sup>ης</sup> τάξης, Ερωτηματολόγιο επιστημικής σκέψης, Συνέντευξη για τη Φύση της Επιστήμης και Θεωρία για το Φυσικό Κόσμο (N=46).

	Τελικά Κέντρα Ομάδων	
	Ομάδες Αρχικό Επίπεδο σκέψης	Ομάδες Εκλεπτυσμένο Επίπεδο σκέψης
	<i>Μέσος όρος επίδοσης</i>	<i>Μέσος όρος επίδοσης</i>
Θ.τ.Ν. 2 <sup>ης</sup> τάξης	2.03	2.67
Θ.τ.Ν. 3 <sup>ης</sup> τάξης	1	2.93
Ερωτηματολόγιο Επιστημικής σκέψης	1.99	2.36
Συνέντευξη για τη φύση της επιστήμης	1.05	1.13
Δοκιμασία Θεωρίας Φυσικού Κόσμου	1.87	2.26
<i>Αριθμός υποκειμένων</i>	<i>31</i>	<i>15</i>

Συγκεκριμένα, παρατηρώντας τα τελικά κέντρα κάθε ομάδας διαπιστώνουμε ότι στην πρώτη ομάδα βρίσκονται υποκείμενα όπου αναγνωρίζουν τη λανθασμένη πεποίθηση 2<sup>ης</sup> τάξης, αποτυγχάνουν όμως στη δοκιμασία Θεωρίας του Νου 3<sup>ης</sup> τάξης. Αν και έχουν αρχίσει να διαμορφώνουν έναν πιο πλουραλιστικό τρόπο σκέψης εντούτοις παραμένουν στην πλειονότητα τους σε ένα απόλυτο επίπεδο σκέψης όπου επικρατεί το σωστό ή λάθος και οι απόψεις τους για τη φύση της επιστήμης συνάδουν με πίστη στην απόκτηση της απόλυτης αλήθειας. Τέλος, δεν κατορθώνουν να επιλύσουν το οντολογικό πρόβλημα στις περισσότερες περιπτώσεις και βασίζονται κυρίως στη διαισθητική τους εμπειρία. Η δεύτερη ομάδα έχει μια πάρα πολύ καλή επίδοση και στις δυο δοκιμασίες Θεωρίας του Νου, έχει πιο εκλεπτυσμένες επιστημικές απόψεις αρχικού επιπέδου βέβαια για τη φύση της επιστήμης, αλλά τα υποκείμενα έχουν αρχίσει να εισάγουν και κάποια αξιολογικά κριτήρια. Τέλος συναντάμε κι εδώ

μια τάση προς επίλυση του επιστημολογικού προβλήματος και πιο σωστή τεκμηρίωση της γνώσης τους.

Τέλος, προκειμένου να ερμηνεύσουμε τις φαινομενικές σχέσεις ανάμεσα στα τρία πεδία, της Θεωρίας του Νου, της Προσωπικής Επιστημολογίας και της Θεωρίας για το Φυσικό Κόσμο, και να διερευνήσουμε τις διαστάσεις που σχετίζονται με την επίδοση των μαθητών στις αντίστοιχες δοκιμασίες, πραγματοποιήσαμε παραγοντική ανάλυση με τη μέθοδο ανάλυσης κυρίων συνιστωσών. Η αρχική ανάλυση ανέδειξε έναν μόνο παράγοντα με ιδιοτιμή  $>1$ . Ο παράγοντας αυτός εξηγεί το 64% της συνολικής διακύμανσης της επίδοσης. Η μεταβλητή που έχει μεγαλύτερη επιβάρυνση στον παράγοντα αυτό είναι η επίδοση στη δοκιμασία Θεωρίας του Φυσικού Κόσμου (0.815), ακολουθεί η επίδοση στις δοκιμασίες Θεωρίας του Νου (0.809) και τέλος η επίδοση στις δοκιμασίες Προσωπικής Επιστημολογίας (0.776). Ο παράγοντας αυτός θεωρούμε ότι αναφέρεται στην «μετα-αναπαραστασιακή ικανότητα», στην ικανότητά μας δηλαδή να συνδέουμε νοητικά μια αναπαράσταση με αυτό που αρχικά αναπαριστά βάση μιας κατάστασης στον κόσμο. Μια τέτοια αναπαραστασιακή ικανότητα είναι απαραίτητη προκειμένου να αναγνωρίσουμε εναλλακτικές ερμηνείες και να κατανοήσουμε την αβέβαιη φύση της γνώσης. Η ικανότητα αυτή απαιτείται προκειμένου να μπορούμε να «κινούμαστε» ανάμεσα στο υποκείμενο που κατασκευάζει τη γνώση και στη γνώση που ως αντικειμενική οντότητα τοποθετείται στην εξωτερική πραγματικότητα, αναφέρεται σε κριτήρια και αποδείξεις και τη γνωρίζουμε με βεβαιότητα.

## Συζήτηση

### *Το προφίλ των Ελλήνων μαθητών*

Η επίδοση των Ελλήνων μαθητών στις δοκιμασίες Θεωρίας του Νου συμφωνεί με τα αναπτυξιακά δεδομένα και με την επίδοση αντίστοιχων ηλικιακών ομάδων σε έρευνες που έχουν γίνει από ξένους ερευνητές και έχουν χρησιμοποιηθεί ακριβώς οι ίδιες δοκιμασίες με τη δική μας έρευνα (Happe, 1994. Muris et al., 1999. Wellman & Hickling, 1994. Wellman & Liu, 2004).

Τα παιδιά αυτής της ηλικίας μπορούν λοιπόν να αναγνωρίζουν λανθασμένες πεποιθήσεις και να σκέφτονται για το περιεχόμενο του νου άλλων ατόμων (πεποιθήσεις 2<sup>ης</sup> τάξης). Εντούτοις, δυσκολεύονται ακόμη να σκεφτούν πάνω σε πεποιθήσεις 3<sup>ης</sup> τάξης όπου εμπλέκονται πολυπλοκότεροι παράγοντες, όπως προθέσεις και συναισθήματα. Η Θεωρία του Νου 3<sup>ης</sup> τάξης φαίνεται ότι αναπτύσσεται ακόμη σε αυτή την ηλικία, εύρημα που συμφωνεί και με την προηγούμενη έρευνά μας. Οι μαθητές αν και επιτυγχάνουν σε ένα μεγάλο ποσοστό στη δοκιμασία Θ.τ.Ν. 2<sup>ης</sup> τάξης, εντούτοις

παρουσιάζουν την ίδια δυσκολία στη δοκιμασία Θ.τ.Ν. 3<sup>ης</sup> τάξης, όπου αποτυγχάνουν στο μεγαλύτερο ποσοστό (68%).

Τα περισσότερα παιδιά έχουν επίσης αρχίσει να εμφανίζουν ένα πλουραλιστικό τρόπο σκέψης, όπως φαίνεται από την επίδοσή τους στο Ερωτηματολόγιο Επιστημικής Σκέψης (Kuhn et al., 2000). Οι περισσότερες έρευνες που χρησιμοποιούν το συγκεκριμένο εργαλείο έχουν γίνει κυρίως σε μεγαλύτερες ηλικιακές ομάδες, σε παιδιά Γυμνασίου, Λυκείου και φοιτητές (Mason & Boscolo, 2004. Mason & Scirica, 2006. Μεταλλίδου και Ματσάγγου, 2009) και συνεπώς δεν υπάρχουν πολλές αντίστοιχες έρευνες που έχουν ως δείγμα την ηλικιακή ομάδα της δικής μας έρευνας για να συγκρίνουμε την επίδοση του ελληνικού πληθυσμού. Οι έρευνες όμως των Kuhn et al. (2000) και των Mason, Boldrin & Zurlo (2006) έχουν διεξαχθεί και σε παιδιά αυτής της ηλικιακής ομάδας. Τα ευρήματα των μελετών αυτών έδειξαν ότι με εξαίρεση το πεδίο των *Αξιών*, όπου υπερισχύει ένα απόλυτο επίπεδο επιστημικής σκέψης, οι μαθητές επιδεικνύουν κυρίως ένα πλουραλιστικό επίπεδο σκέψης.

Στην παρούσα έρευνα, με εξαίρεση τα πεδία *Προσωπικό γούστο* και *Αξίες*, η μετάβαση στο πλουραλιστικό επίπεδο φαίνεται να έχει αρχίσει ταυτόχρονα σχεδόν για όλα τα υπόλοιπα πεδία, για κάποια παιδιά μάλιστα έχει αρχίσει και η μετάβαση στο αξιολογικό επίπεδο, κάτι που δεν συναντάται σε μεγάλο ποσοστό παιδιών στις προηγούμενες έρευνες. Η μετάβαση από το απόλυτο στο πλουραλιστικό επίπεδο φαίνεται να ακολουθεί την προβλεπόμενη πορεία μέσα στα διάφορα πεδία, με εξαίρεση το πεδίο *Αξίες* όπου σε αντίθεση με τις προβλέψεις μας και οι δυο μεταβάσεις φαίνονται δύσκολες για τα παιδιά και υπάρχει μια προσκόλληση στο απόλυτο επίπεδο. Τα παιδιά στη δική μας έρευνα όμως φαίνεται να έχουν μεταβεί σε ένα μεγαλύτερο ποσοστό στο αξιολογικό επίπεδο στο πεδίο *Αλήθεια για Φυσικό κόσμο*, το δείγμα μας όμως είναι πολύ μικρό και έτσι υπάρχουν κάποιες επιφυλάξεις για την εγκυρότητα του αποτελέσματος.

Όσον αφορά στις ιδέες των παιδιών για τη φύση της επιστήμης, όπως αναδύονται μέσα από τη Συνέντευξη για τη φύση της Επιστήμης (Carey et al., 1989), φαίνεται ότι εμπίπτουν σε ένα πολύ αρχικό επίπεδο επιστημολογίας, υποδηλώνοντας μια προσκόλληση στη μια και μοναδική αλήθεια. Οι ιδέες σε αυτό το επίπεδο είναι σε συμφωνία με μια επιστημολογία όπου η γνώση θεωρείται αληθής και βέβαιη. Τα ευρήματα της έρευνας αυτής είναι σε συμφωνία με αντίστοιχες έρευνες όπου φαίνεται το χαμηλό επιστημικό επίπεδο των μαθητών αυτής της ηλικίας ή λίγο μεγαλύτερων. Οι Carey et al. (1989), Honda (1994) και Smith et al. (2000) χρησιμοποίησαν το εργαλείο αυτό για να διερευνήσουν τις επιστημικές πεποιθήσεις μαθητών που φοιτούσαν στην

τελευταία τάξη του δημοτικού και στις αρχικές τάξεις του Γυμνασίου. Τα αποτελέσματα των ερευνών τους έδειξαν ότι οι περισσότεροι μαθητές συγκέντρωσαν πολύ χαμηλό μέσο σκορ (κοντά στο σκορ 1, αντίστοιχο του αρχικού επιστημικού επιπέδου σκέψης). Η ίδια δυσκολία όμως συναντάται και σε μεγαλύτερης ηλικίας παιδιά καθώς και σε φοιτητές (Kuhn et al., 2000. Smith & Wenk, 2006. Stathopoulou & Vosniadou, 2007). Είναι πολύ μικρό το ποσοστό των μεγαλύτερων παιδιών που πλησιάζουν σε μια πιο προχωρημένη επιστημολογία της επιστήμης.

Παρατηρούμε λοιπόν ότι αν και οι μαθητές του δείγματός μας μπορούν να αναγνωρίσουν περιπτώσεις λανθασμένης πεποίθησης για πιο απλές μορφές της Θεωρίας του Νου και κάποιοι και για πιο ώριμες πλευρές της Θεωρίας του Νου, εντούτοις αντιμετωπίζουν και αυτοί μεγάλη δυσκολία να εκφράσουν πιο προχωρημένες επιστημικές απόψεις για τη φύση της γνώσης και του γινώσκειν.

Δυσκολία αντιμετωπίζουν όμως και αναφορικά με τη κατανόηση των διαφορετικών αναπαραστάσεων για τα ίδια φυσικά φαινόμενα στον κόσμο. Η έρευνα έδειξε ότι ένα μεγάλο ποσοστό μαθητών δυσκολεύεται να αναγνωρίσει ότι δυο διαφορετικές αναπαραστάσεις μπορούν να αναφέρονται σε διαφορετικά επίπεδα κατανόησης ενός φυσικού φαινομένου. Για αρκετά φαινόμενα της παρατηρησιακής αστρονομίας οι μαθητές είτε δεν έχουν επιλύσει το οντολογικό πρόβλημα, είτε έχουν επιλύσει μόνο αυτό. Ακόμη όμως και οι μαθητές που φαίνεται να κατανοούν τις διαφορές ανάμεσα στα διάφορα μοντέλα και επιλύουν το επιστημολογικό πρόβλημα, δυσκολεύονται να τεκμηριώσουν τις απαντήσεις τους. Οι τεκμηριώσεις τους είναι σύμφωνες κυρίως με τις διαισθητικές εμπειρίες των φαινομένων ή αποτελούν μια προσπάθεια να συγκεράσουν τις αρχικές τους αυτές εμπειρίες με τις επιστημονικές εξηγήσεις που μαθαίνουν. Αυτό παρατηρείται ακόμη και για φαινόμενα όπως το Σχήμα της γης, όπου περιμέναμε οι μαθητές να έχουν κατανοήσει πιο νωρίς τις επιστημονικές έννοιες.

Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής είναι σε συμφωνία και με τα ευρήματα των μελετών που έχουν παρουσιαστεί στην πρώτη ενότητα της διατριβής αυτής όπου φάνηκε ότι ακόμη κι αν οι μαθητές γνωρίζουν την επιστημονική εξήγηση ενός φαινομένου δυσκολεύονται να σκεφτούν πάνω σε διαφορετικές ερμηνείες / αναπαραστάσεις του φαινομένου αυτού και να κατανοήσουν τις διαφορές ανάμεσα στην αναπαράσταση/μοντέλο και στον κόσμο που «βλέπουμε» με τα μάτια μας και σε συμφωνία με τα ευρήματα της προηγούμενης μελέτης όπου οι μαθητές της έκτης τάξης παρουσιάζουν ένα παρόμοιο προφίλ.



*Σχέση Θεωρίας του Νου, Προσωπικής Επιστημολογίας και Θεωρίας του Φυσικού Κόσμου.*

Τα αποτελέσματα της έρευνας συμφωνούν με την υπόθεση ότι οι πρώτες μεταγνωσιακές επιτεύξεις των παιδιών προς την αναγνώριση της ατομικής κατασκευής του νοήματος που συντελούνται αρχικά στο πεδίο της Θεωρίας του Νου και αργότερα στο πεδίο της Προσωπικής Επιστημολογίας σχετίζονται σημαντικά μεταξύ τους καθώς και με τις πεποιθήσεις των παιδιών για διάφορα φαινόμενα του φυσικού κόσμου.

Οι μαθητές έδειξαν μια καλύτερη επίδοση στις δοκιμασίες Θεωρίας του Νου σε σχέση με τις δοκιμασίες Προσωπικής Επιστημολογίας κάτι που υποδεικνύει ότι έχουν αρχίσει να στοχάζονται πάνω στις πεποιθήσεις τις δικές τους και των άλλων. Η αρχική κατανόηση του κατασκευαστικού χαρακτήρα της γνώσης βάσει των διαφορετικών ερμηνειών που αποδίδει καθένας στον κόσμο μας έχει συντελεστεί στο πεδίο της Θεωρίας του Νου και συμπίπτει με την κατανόηση της λανθασμένης πεποίθησης. Στα πλαίσια αυτής της Θεωρίας για το Νου τα παιδιά αρχίζουν να αντιλαμβάνονται την ιδιαίτερα πολύπλοκη δυναμική και τους πολύπλοκους τρόπους αλληλεπίδρασης ανάμεσα στην αντικειμενική «πραγματικότητα» και τον εσωτερικό κόσμο του ατόμου «γνώστη». Υπό αυτή την έννοια η κατανόηση των διαφορετικών ερμηνειών μιας ίδιας κατάστασης στον κόσμο, των διαφορετικών ισχυρισμών γνώσης που μπορεί να προκύψουν μέσω της έκθεσης σε διαφορετικές πλευρές γνώσης, του ρόλου που διαδραματίζουν οι πηγές γνώσης για τον καθένα μας, είναι τα πρώτα μεταγνωσιακά βήματα που κάνει το παιδί προς τη θεώρηση της γνώσης ως ένα ατομικό κατασκεύασμα.

Υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στην επίδοση των παιδιών στις δοκιμασίες Θεωρίας του Νου και στην επίδοσή τους στις δοκιμασίες Προσωπικής Επιστημολογίας η οποία συμφωνεί με την υπόθεσή μας. Τα παιδιά που αναγνωρίζουν τη λανθασμένη πεποίθηση έχουν αρχίσει να σκέφτονται για τον πλουραλιστικό χαρακτήρα της γνώσης και να αναγνωρίζουν την ύπαρξη πολλών και διαφορετικών ισχυρισμών, αν και δυσκολεύονται ακόμη να στοχαστούν πάνω σε αυτούς τους διαφορετικούς ισχυρισμούς. Μάλιστα, τα αποτελέσματα των αναλύσεων παλινδρόμησης έδειξαν ότι η Θεωρία του Νου αποτελεί σημαντικό προβλεπτικό παράγοντα ως προς τη διαμόρφωση μιας αρχικής Προσωπικής Επιστημολογίας. Είναι πιθανό αυτή η αναδιοργάνωση των αρχικών πεποιθήσεων των παιδιών για τη φύση της γνώσης που συντελείται στο πεδίο της Θεωρίας του Νου να διευκολύνει τα παιδιά προς την κατανόηση της αβέβαιης και μη απόλυτης γνώσης που δεν βασίζεται στην απλή

παρατήρηση του εξωτερικού κόσμου αλλά κατασκευάζεται από την ανθρώπινη σκέψη στο πεδίο της Προσωπικής Επιστημολογίας.

Η αρχή της διαδικασίας συντονισμού ανάμεσα στην αντικειμενική διάσταση της γνώσης και στον υποκειμενικό της χαρακτήρα, όπου η πηγή της γνώσης επανατοποθετείται στο υποκείμενο που μαθαίνει, είναι πιθανό να βρίσκεται στις πρώτες κατακτήσεις των παιδιών στο πεδίο της Θεωρίας του Νου (Kuhn et al., 2000). Αυτές οι πρώτες κατακτήσεις βοηθούν τα παιδιά να συντονίσουν τις θεωρίες τους με τα εμπειρικά δεδομένα και να διακρίνουν ανάμεσα σε αυτές τις δυο οντότητες. Έτσι, μπορούν να κατανοήσουν ότι οι ισχυρισμοί μας για τον κόσμο μπορεί να μην βασίζονται σε όσα παρατηρούμε και είναι δυνατό να ελεγχθούν, να διαψευστούν και να αναθεωρηθούν μια και είναι προϊόντα του νου μας και όχι απλές αντιγραφές του κόσμου μας.

Στατιστικά σημαντική συσχέτιση φάνηκε επίσης ανάμεσα στην επίδοση των παιδιών στις δοκιμασίες Θεωρίας του Νου και Προσωπικής Επιστημολογίας και στη δοκιμασία Θεωρίας του Φυσικού Κόσμου η οποία είναι σύμφωνη με την υπόθεσή μας. Αρκετοί από τους μαθητές που στο πεδίο της Θεωρίας του Νου αποδίδουν λανθασμένες πεποιθήσεις στους άλλους και τεκμηριώνουν και τις απαντήσεις τους με βάση νοητικές οντότητες μπορούν και να κατανοούν τις διαφορές ανάμεσα στην εμφάνιση και την πραγματικότητα. Τα παιδιά που δεν αναγνωρίζουν τις λανθασμένες πεποιθήσεις ή οι τεκμηριώσεις τους βασίζονται σε φυσικές οντότητες φαίνεται ότι δεν έχουν επιλύσει ακόμη το επιστημολογικό πρόβλημα και δεν κατανοούν τις διαφορές ανάμεσα στα διάφορα εναλλακτικά μοντέλα. Αντίστοιχη δυσκολία παρουσιάζουν και τα παιδιά που πιστεύουν ακόμη στην απόκτηση της απόλυτης αλήθειας στο πεδίο της Προσωπικής Επιστημολογίας και δυσκολεύονται να θέσουν αξιολογικά κριτήρια.

Τα αποτελέσματα δείχνουν να στηρίζουν και τη δεύτερη υπόθεσή μας, ότι δηλαδή τα παιδιά που κατανοούν την ατομική κατασκευή του νοήματος και αναγνωρίζουν τα πολλαπλά επίπεδα κατανόησης του κόσμου μας θα μπορούν πιο εύκολα να αναγνωρίσουν και εναλλακτικές οπτικές της πραγματικότητας, αυτές που βασίζονται στη διαισθητική εμπειρία και αυτές που συνάδουν με την επιστημονική εξήγηση και γνώση.

Τα ευρήματα από τις αναλύσεις παλινδρόμησης έδειξαν ότι η ικανότητα απόδοσης πεποιθήσεων 2<sup>ης</sup> και 3<sup>ης</sup> τάξης στο πεδίο της Θεωρίας του Νου και οι επιστημικές πεποιθήσεις των μαθητών για τη φύση της γνώσης αποτελούν σημαντικούς προβλεπτικούς παράγοντες για την ικανότητα στοχασμού πάνω σε εναλλακτικά μοντέλα. Τα παιδιά που δείχνουν μια καλή επίδοση στις δυο δοκιμασίες Θεωρίας του

Νου και έχουν πιο εκλεπτυσμένες επιστημικές απόψεις έχουν την τάση να επιλύουν το επιστημολογικό πρόβλημα και να διακρίνουν ανάμεσα στην εμφάνιση και την πραγματικότητα.

Υποθέτουμε ότι υπάρχουν κοινές δομές ανάμεσα στα τρία πεδία για να μπορεί το υποκείμενο να μεταβεί σε πολλαπλές αναπαραστάσεις των ίδιων φαινομένων στον κόσμο και να κατανοήσει τη φύση της γνώσης η οποία αναπτύσσεται σε διάφορα επίπεδα και γίνεται σταδιακά πιο αβέβαιη και εξαρτημένη από το πλαίσιο. Η παρούσα έρευνα δείχνει ότι υπάρχει λόγος να πιστεύουμε στην ύπαρξη μιας κοινής δομής ανάμεσα στη Θεωρία του Νου, την Προσωπική Επιστημολογία και τη Θεωρία για το Φυσικό Κόσμο, η οποία αναφέρεται στη συνεχή αναθεώρηση της διαδικασίας απόκτησης γνώσης. Θα συζητηθούν περαιτέρω τα ευρήματα της μελέτης αυτής σε σχέση με τα ευρήματα των υπόλοιπων ερευνών που παρουσιάζονται στο β' μέρος της διατριβής αυτής στη γενική συζήτηση του β' μέρους.

Εντούτοις, η έρευνα αυτή υπόκειται σε κάποιους περιορισμούς μια και δεν αποτελεί μια αναπτυξιακή έρευνα και το δείγμα της είναι αρκετά μικρό. Μας παρέχει όμως μια αρχική εικόνα τόσο για το επιστημικό προφίλ των μαθητών του δημοτικού σχολείου, όσο και για την επίδραση της Θεωρίας για το Νου στις επιστημικές πεποιθήσεις τους και στην επιστημονική σκέψη τους. Μια και θα είχε ιδιαίτερο ενδιαφέρον να προσεγγιστεί αυτή η σχέση και αναπτυξιακά και να διερευνηθούν πιθανοί κοινοί μηχανισμοί ανάπτυξης σχεδιάστηκε και ακολούθησε μια τρίτη έρευνα. Η έρευνα αυτή πραγματοποιήθηκε με μαθητές της τετάρτης και έκτης δημοτικού προκειμένου να διερευνήσουμε πώς αναπτύσσεται αυτή η πιθανή σχέση ανάμεσα στη Θεωρία του Νου (που αποτελεί το πρώτο πεδίο εμφάνισης επιστημικής σκέψης) και στη θεωρία του φυσικού κόσμου κατά τη διάρκεια των σχολικών χρόνων και θα παρουσιαστεί στη συνέχεια

## **Μελέτη 6**

### *Στόχοι και υποθέσεις*

Με βάση τα αποτελέσματα των προηγούμενων δυο ερευνών είδαμε ότι είναι πιθανόν να υπάρχει μια κοινή δομή ανάμεσα στην ικανότητα Θεωρίας του Νου των παιδιών, στις επιστημικές τους πεποιθήσεις και στην ικανότητά τους να συλλογίζονται σε εναλλακτικές ερμηνείες του κόσμου. Όπως έχει ήδη αναφερθεί η σχέση ανάμεσα στη Θεωρία του Νου και στην ανάπτυξη της επιστημονικής σκέψης στις φυσικές επιστήμες αποτελεί ένα πεδίο που δεν έχει ερευνηθεί ιδιαίτερα πειραματικά. Αν και έχουν μελετηθεί αναπτυξιακά οι πεποιθήσεις των μαθητών στα δυο επιμέρους πεδία όπως έχουμε και εκτενέστερα αναφερθεί προηγουμένως, δεν έχουν διεξαχθεί μελέτες που να μελετούν την πορεία της σχέσης τους αναπτυξιακά. Το ενδιαφέρον μας λοιπόν μετατοπίστηκε ειδικότερα στη μελέτη της σχέσης ανάμεσα στα δυο αυτά πεδία σκέψης αναπτυξιακά προκειμένου να δούμε πώς διαμορφώνεται η σχέση αυτή κατά τη διάρκεια των σχολικών χρόνων. Επιλέξαμε για αυτό να διερευνήσουμε τη σχέση αυτή σε μαθητές της τετάρτης και έκτης τάξης του δημοτικού προκειμένου να γίνει μια αρχική προσπάθεια πιθανού καθορισμού του αναπτυξιακού αυτού μονοπατιού.

Στο πεδίο Θεωρίας του Νου θεωρούμε ότι με βάση τα αναπτυξιακά δεδομένα (Flavell, Miller & Miller, 1993. Muris et al., 1999. Wellman & Liu, 2004) στα οποία έχουμε αναφερθεί και προηγουμένως στην ενότητα αυτή και τα αποτελέσματα των προηγούμενων μελετών μας, η ικανότητα των μαθητών της 4<sup>ης</sup> τάξης να αναγνωρίζουν λανθασμένες πεποιθήσεις δεν θα έχει αναπτυχθεί πλήρως για πιο ώριμες μορφές της Θεωρίας του Νου όπως στους μαθητές της 6<sup>ης</sup> τάξης. Αναμένουμε έτσι ότι οι μικρότεροι μαθητές, σε αντίθεση με τα μεγαλύτερα παιδιά, θα έχουν κατακτήσει τη βασική ικανότητα αναγνώρισης λανθασμένων πεποιθήσεων και θα επιτυγχάνουν στη δοκιμασία Θεωρίας του Νου 2<sup>ης</sup> τάξης, δεν θα μπορούν όμως να στοχαστούν σε περιπτώσεις όπου πρέπει να λάβουν υπόψη τους και άλλους παράγοντες όπως τα συναισθήματα, το κίνητρο, η εκφορά του λόγου.

Στο πεδίο των φυσικών επιστημών με βάση και τα αποτελέσματα των αναπτυξιακών μελετών που έχουμε ήδη παρουσιάσει στην πρώτη ενότητα της διατριβής αυτής σχετικά με την επίλυση του επιστημολογικού προβλήματος, αναμένουμε ότι οι μαθητές και των δυο τάξεων θα επιλύουν το οντολογικό πρόβλημα, θα έχουν δηλαδή αποκτήσει γνώση για τα περισσότερα υπό εξέταση φυσικά φαινόμενα. Οι διαφορές ανάμεσα στις δυο ηλικιακές ομάδες περιμένουμε να εντοπίζονται κυρίως στην επίλυση του επιστημολογικού προβλήματος, στη διάκριση δηλαδή ανάμεσα στην

αναπαραστάσεις που βασίζονται στη διαισθητική μας εμπειρία και στις αναπαραστάσεις που συνάδουν με τις επιστημονικές εξηγήσεις των φαινομένων καθώς και στην ικανότητα των μαθητών να τεκμηριώνουν τη διάκριση ανάμεσα στην εμφάνιση και την πραγματικότητα.

Όσον αφορά στη σχέση ανάμεσα στα δυο πεδία, της Θεωρίας του Νου και της θεωρίας για το φυσικό κόσμο, υποθέτουμε ότι θα είναι εμφανής από την 4<sup>η</sup> τάξη, αλλά θα γίνεται πιο έντονη κατά τη διάρκεια των σχολικών χρόνων.

Προκειμένου να διερευνηθούν οι υποθέσεις μας χρησιμοποιήθηκε ένας συνδυασμός εργαλείων και από τα δυο πεδία με βάση και τα αποτελέσματα των προηγούμενων δυο μελετών.

Ειδικότερα, προκειμένου να μελετήσουμε την ικανότητα των παιδιών να αποδίδουν πεποίθησεις και νοητικές καταστάσεις στον εαυτό τους και τους άλλους χρησιμοποιήσαμε δυο δοκιμασίες Θεωρίας του Νου που είχαμε ήδη χρησιμοποιήσει και στην προηγούμενη έρευνα: τη δοκιμασία αναγνώρισης 2ης τάξης πεποίθησης (Perner & Wimmer, 1988) και τη δοκιμασία αναγνώρισης 3<sup>ης</sup> τάξης πεποίθησης (Harpe, 1994). Ασχοληθήκαμε μόνο με πιο ώριμες εκδηλώσεις της ικανότητας Θεωρίας του Νου, γιατί θεωρούμε ότι η αναγνώριση 1<sup>ης</sup> τάξης πεποίθησης έχει ήδη κατακτηθεί κατά τα προσχολικά χρόνια. Αναμένουμε ότι οι μαθητές θα αναγνωρίζουν σε μεγαλύτερο ποσοστό την πεποίθηση 2<sup>ης</sup> τάξης και θα έχουν μεγαλύτερη δυσκολία όσον αφορά στην αναγνώριση της πεποίθησης 3<sup>ης</sup> τάξης. Επίσης υποθέτουμε ότι αυτή η δυσκολία θα είναι μεγαλύτερη για τους μαθητές της 4<sup>ης</sup> τάξης σε σχέση με τους μαθητές της 6<sup>ης</sup> τάξης.

Προκειμένου να διερευνήσουμε την ικανότητα των παιδιών να επιλύουν το επιστημολογικό πρόβλημα παρουσιάσαμε στα παιδιά 5 σετ απεικονίσεων για κάθε ένα από τα παρακάτω φαινόμενα της Παρατηρησιακής Αστρονομίας: Σχήμα γης, Σχετικά μεγέθη ήλιου-σελήνης, γης, Εναλλαγή ημέρας/νύχτας, Πλανητικό σύστημα και Βαρύτητα. Σε κάθε σετ απεικονίσεων, το ένα μοντέλο αναφερόταν στην επιστημονική εξήγηση και το άλλο μοντέλο ήταν σύμφωνο με τη διαισθητική μας εμπειρία. Τα παιδιά, αφού τους γίνονταν δυο είδη ερωτήσεων για τη διάκριση εμφάνισης-πραγματικότητας, καλούνταν να αποφασίσουν ποια εικόνα ταιρίαζε καλύτερα με την πραγματικότητα και ποια εικόνα με την εμφάνιση και τους ζητούνταν επίσης να τεκμηριώσουν την άποψή τους. Ειδικότερα, η πειραματίστρια έλεγε στα παιδιά: *«Σου παρουσιάζονται δυο εικόνες για διάφορα φαινόμενα της αστρονομίας. Προσπάθησε να σκεφτείς ποια εικόνα ταιριάζει καλύτερα στην πραγματικότητα (πώς είναι πραγματικά τα φαινόμενα, τι πιστεύουν δηλαδή οι επιστήμονες) και ποια εικόνα ταιριάζει καλύτερα στην*

*εμφάνιση (πώς μας φαίνονται δηλαδή τα πράγματα όταν τα κοιτάμε με τα μάτια μας). Μετά τοποθέτησε τον αριθμό της εικόνας που διάλεξες κάτω από κάθε κατηγορία Εμφάνιση ή Πραγματικότητα. Θυμήσου ότι μπορείς να επιλέξεις την ίδια εικόνα αν κρίνεις ότι η εμφάνιση και η πραγματικότητα είναι το ίδιο σε κάποιες περιπτώσεις, δηλαδή να βάλεις τον ίδιο αριθμό και στα δυο κουτάκια.»*

Για το φαινόμενο της Εναλλαγής ημέρας/νύχτας για παράδειγμα, το παιδί έβλεπε δυο απεικονίσεις-μοντέλα για το φαινόμενο και έπρεπε να απαντήσει σε μια ερώτηση πραγματικότητας (Πώς αλλάζει η μέρα και γίνεται νύχτα στην πραγματικότητα;) και σε μια ερώτηση εμφάνισης (Πώς φαίνεται να αλλάζει η μέρα και να γίνεται νύχτα σε εμάς που ζούμε στη γη;). Στη συνέχεια έπρεπε να απαντήσει σε μια ερώτηση τεκμηρίωσης που έδειχνε τη βαθύτερη κατανόηση του φαινομένου (*Γιατί βλέπουμε τον ήλιο να βγαίνει από την ανατολή και να πηγαίνει προς τη δύση;*).

Με βάση τα αποτελέσματα των προηγούμενων ερευνών μας αναμένουμε ότι οι μαθητές της 4<sup>ης</sup> τάξης θα επιλύουν το οντολογικό πρόβλημα, αλλά θα έχουν μεγαλύτερη δυσκολία να επιλύσουν το επιστημολογικό πρόβλημα σε σχέση με τους μαθητές της 6<sup>ης</sup> δημοτικού. Επίσης αναμένουμε ότι γενικά οι μαθητές και των δυο τάξεων θα δυσκολεύονται να τεκμηριώσουν τις επιλογές τους και να σκεφτούν πάνω σε αυτές, αλλά περιμένουμε ότι οι μαθητές της 6<sup>ης</sup> τάξης θα δείξουν μια καλύτερη επίδοση σε σχέση με τους μικρότερους μαθητές.

## **Μέθοδος**

### *Συμμετέχοντες*

Συμμετείχαν συνολικά 38 μαθητές της Δ' τάξης (μέσος όρος ηλικίας 9 έτη και 8 μήνες) και 36 μαθητές της ΣΤ' τάξης ενός δημοτικού σχολείου των Αθηνών (μέσος όρος ηλικίας 11 έτη και 6 μήνες). Όλοι οι μαθητές ανήκαν σε ένα μέσο κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο. Η μέθοδος δειγματοληψίας που ακολουθήθηκε ήταν η απλή τυχαία δειγματοληψία.

### *Υλικό*

Το υλικό αποτελούνταν από: α) δυο δοκιμασίες (Happe, 1994. Perner & Wimmer, 1988) που αφορούσαν στην απόδοση λανθασμένων πεποιθήσεων για φαινόμενα του κοινωνικού κόσμου (*Θεωρία του Νου*), και β) μια δοκιμασία για τη διερεύνηση πεποιθήσεων για φαινόμενα του φυσικού κόσμου (*Θεωρία για φυσικό*

κόσμο). Οι δοκιμασίες δόθηκαν σε δυο συνεδρίες στα παιδιά και όχι πάντα με την ίδια σειρά (Παράρτημα 2.6).

#### Διαδικασία

Κάθε παιδί εξετάστηκε χωριστά. Η συνέντευξη χωρίστηκε σε δυο μέρη. Ο χρόνος που χρειαζόταν για να ολοκληρωθεί κάθε συνεδρία κυμαινόταν ανάμεσα στα 30-35 λεπτά.

### Αποτελέσματα

Αρχικά θα παρουσιαστούν οι επιδόσεις των μαθητών κάθε τάξης σε κάθε δοκιμασία προκειμένου να μελετήσουμε πώς αναπτύσσεται η ικανότητα απόδοσης νοητικών καταστάσεων και η ικανότητα επίλυσης του επιστημολογικού προβλήματος στα παιδιά αυτών των δυο ηλικιακών ομάδων. Στη συνέχεια θα προχωρήσουμε σε σύγκριση της επίδοσης των μαθητών κάθε τάξης στις δοκιμασίες και των δυο πεδίων και σε πειραματικό έλεγχο της υπόθεσής μας για την ανάπτυξη της σχέσης των δυο αυτών πεδίων.

Για την ανάλυση των δεδομένων υπολογίστηκε ένα μέσο σκορ για κάθε ηλικιακή ομάδα σε κάθε δοκιμασία χρησιμοποιώντας τον ίδιο τρόπο βαθμολόγησης που ακολουθήθηκε και στις προηγούμενες έρευνες. Η Μικτή Ανάλυση Διακύμανσης [ηλικιακή ομάδα (2) μεταξύ υποκειμένων] \* [είδος δοκιμασίας (3) διαμέσου των υποκειμένων] που πραγματοποιήθηκε δεν έδειξε κύρια επίδραση για την Ηλικιακή Ομάδα ( $F(1,72)=2.590$ , NS). Εντούτοις, η μέση επίδοση των μαθητών της 6<sup>ης</sup> τάξης σε κάθε μια από τις τρεις δοκιμασίες είναι καλύτερη από την επίδοση των μαθητών της 4<sup>ης</sup> τάξης (Πίνακας 6.1). Στη συνέχεια θα εξετάσουμε τις επιδόσεις κάθε ηλικιακής ομάδας σε κάθε δοκιμασία αναλυτικά και θα συγκρίνουμε την επίδοση των δυο ομάδων.

Πίνακας 6.1: Μέση επίδοση των μαθητών της 4<sup>ης</sup> και 6<sup>ης</sup> τάξης σε κάθε δοκιμασία Θεωρίας του Νου και Θεωρίας του Φυσικού Κόσμου.

Είδος δοκιμασίας	Δ' τάξη		ΣΤ' τάξη	
	μ.ο.	τ.α.	μ.ο.	τ.α.
Δοκιμασία Θεωρίας του Νου 2 <sup>ης</sup> τάξης	2.13	.84	2.44	.77
Δοκιμασία Θεωρίας του Νου 3 <sup>ης</sup> τάξης	1.97	.88	2.08	.99
Δοκιμασία Θεωρίας του Φυσικού Κόσμου	2.02	.35	2.16	.30

### Δοκιμασίες Θεωρίας του Νου

Με βάση το αν οι μαθητές αναγνώριζαν τη λανθασμένη πεποίθηση και το είδος τεκμηρίωσης που παρείχαν, τοποθετήθηκαν σε τρεις κατηγορίες α) «μη αναγνώριση πεποίθησης» (σκορ 1), β) «αναγνώριση πεποίθησης» (σκορ 2) και γ) «αναγνώριση πεποίθησης και σωστή τεκμηρίωση» (σκορ 3).

Η εφαρμογή του κριτηρίου t για ανεξάρτητα δείγματα δεν έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές για την επίδοση των μαθητών των δυο τάξεων ούτε στη δοκιμασία Θ.τ.Ν. 2<sup>ης</sup> τάξης ( $t(72)= 1.661$ , NS), ούτε στη δοκιμασία Θ.τ.Ν. 3<sup>ης</sup> τάξης ( $t(72)= 501$ , NS). Εντούτοις, η μέση επίδοση των μαθητών της 6<sup>ης</sup> δημοτικού ήταν καλύτερη και στις δυο περιπτώσεις (μ.ο.=2.44, τ.α.=.77 για Θ.τ.Ν. 2<sup>ης</sup> τάξης και μ.ο.=2.08, τ.α.=.99 για Θ.τ.Ν. 3<sup>ης</sup> τάξης) σε σχέση με την επίδοση των μαθητών της 4<sup>ης</sup> τάξης (μ.ο.=2.13, τ.α.=.84 για Θ.τ.Ν. 2<sup>ης</sup> τάξης και μ.ο.=1.97, τ.α.=.88 για Θ.τ.Ν. 3<sup>ης</sup> τάξης). Στον Πίνακα 6.2 που ακολουθεί φαίνονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των μαθητών κάθε τάξης που εμπίπτουν σε κάθε κατηγορία απάντησης για κάθε δοκιμασία Θεωρία του Νου.

Πίνακας 6.2: Συχνότητες / Ποσοστά μαθητών 4<sup>ης</sup> και 6<sup>ης</sup> τάξης στις τρεις κατηγορίες απαντήσεων, στις δυο δοκιμασίες Θεωρίας του Νου (Parker, McDonald & Miller, 2007. Harpe, 1994).

Θεωρία του Νου	Σχολική Τάξη	Μη-αναγνώριση πεποίθησης	Αναγνώριση πεποίθησης	Αναγνώριση πεποίθησης και σωστή τεκμηρίωση
Έργο 2 <sup>ης</sup> τάξης	Δ (N=38)	11 (29%)	11 (29%)	16 (42%)
	ΣΤ (N=36)	6 (17%)	8 (22%)	22 (61%)
Έργο 3 <sup>ης</sup> τάξης	Δ (N=38)	15 (39%)	9 (24%)	14 (37%)
	ΣΤ (N=36)	16 (44%)	1 (3%)	19 (53%)

Όπως βλέπουμε στον Πίνακα 6.2, σχεδόν όλοι οι μαθητές της 6<sup>ης</sup> τάξης αναγνωρίζουν τη λανθασμένη πεποίθηση 2<sup>ης</sup> τάξης (30/36) και η πλειονότητα αυτών (22/30) τεκμηριώνουν και σωστά την επιλογή τους με αναφορά στην μη επαρκή γνώση του Γιάννη για τη συνάντηση της Μαρίας με τον παγωτατζή και στην προηγούμενη λανθασμένη πεποίθησή του. Σε αντίθεση σχεδόν οι μισοί από τους μαθητές της 4<sup>ης</sup> τάξης που αναγνωρίζουν τη λανθασμένη πεποίθηση 2<sup>ης</sup> τάξης (11/27) δεν μπορούν να τεκμηριώσουν ακόμη την απάντησή τους. Όσον αφορά την αναγνώριση λανθασμένης



πεποιθής της 3<sup>ης</sup> τάξης βλέπουμε ότι σχεδόν όλοι οι μαθητές της 6<sup>ης</sup> τάξης που αναγνωρίζουν τη λανθασμένη πεποίθηση 3<sup>ης</sup> τάξης μπορούν και να τεκμηριώσουν την αναγνώριση αυτή, σε αντίθεση με τους μαθητές της 4<sup>ης</sup> τάξης όπου αρκετά παιδιά αναγνωρίζουν αυτήν την πιο ώριμη μορφή πεποίθησης, αλλά δεν μπορούν να τεκμηριώσουν ακόμη. Θα πρέπει να τονίσουμε πάντως σε αυτό το σημείο ότι οι 17 από τους 23 μαθητές της 4<sup>ης</sup> τάξης που αναγνωρίζουν τη λανθασμένη πεποίθηση 3<sup>ης</sup> τάξης είχαν εκτεθεί σε συστηματική διδασκαλία κατανόησης κειμένου κάτι που είναι πιθανό να επηρέασε τα αποτελέσματά μας. Γενικά πάντως παρατηρούμε ότι ένα μεγάλο ποσοστό μαθητών δυσκολεύεται ακόμη να αναγνωρίσει αυτή την πιο ώριμη μορφή πεποίθησης.

Προκειμένου να μελετήσουμε πιο σφαιρικά την ικανότητα Θεωρίας του Νου των παιδιών παρατηρήσαμε συνδυαστικά τις επιδόσεις κάθε μαθητή και στις δυο δοκιμασίες και κατηγοριοποιήσαμε στη συνέχεια τους μαθητές σε τρία επίπεδα σκέψης: α) αρχικό, β) ενδιάμεσο και γ) εκλεπτυσμένο, ακολουθώντας τα πρότυπα κατηγοριών που χρησιμοποιήσαμε στις προηγούμενες μελέτες. Στον Πίνακα 6.3 που ακολουθεί παρατηρούμε την κατηγοριοποίηση των μαθητών στα τρία επίπεδα σκέψης με βάση το συνδυασμό των επιδόσεών τους και στις δυο δοκιμασίες (έτσι εξηγούνται και οι όποιες διαφορές με τον προηγούμενο πίνακα).

Πίνακας 6.3: Συχνότητες και ποσοστά μαθητών των δυο τάξεων που κατηγοριοποιούνται στα τρία επίπεδα σκέψης με βάση την Ικανότητα Θεωρίας του Νου όπως διαμορφώνεται από την επίδοσή τους και στις δυο δοκιμασίες Θεωρίας του Νου.

Ικανότητα Θεωρίας του Νου	Σχολική Τάξη	Αρχικό Επίπεδο	Ενδιάμεσο Επίπεδο	Εκλεπτυσμένο επίπεδο
	Δ (N=38)		13 (34%)	8 (21%)
ΣΤ (N=36)		6 (17%)	14 (39%)	16 (44%)

Παρατηρώντας τον παραπάνω πίνακα βλέπουμε ότι με βάση τις επιδόσεις των μαθητών και στις δυο δοκιμασίες Θ.τ.Ν. περίπου το ίδιο ποσοστό μαθητών και για τις δυο τάξεις βρίσκεται σε ένα πιο εκλεπτυσμένο επίπεδο. Το ενδιαφέρον είναι ότι τα ποσοστά αντιστρέφονται σχεδόν για τις άλλες δυο κατηγορίες με τους περισσότερους μαθητές της 4<sup>ης</sup> να βρίσκονται στο αρχικό επίπεδο και τους περισσότερους μαθητές της 6<sup>ης</sup> να βρίσκονται στο ενδιάμεσο επίπεδο. Συνολικά πάντως βλέπουμε ότι γενικά οι

μαθητές της 6<sup>ης</sup> τάξης έχουν μια καλύτερα αναπτυγμένη ικανότητα Θεωρίας του Νου σε σχέση με τους μαθητές της 4<sup>ης</sup> τάξης.

#### Δοκιμασία Θεωρίας του Φυσικού Κόσμου

Στη δοκιμασία αυτή οι συμμετέχοντες έπρεπε να διακρίνουν αρχικά ανάμεσα σε δυο διαφορετικά μοντέλα για το ίδιο φυσικό φαινόμενο, αυτό που αντιστοιχούσε στην εμφάνιση των πραγμάτων (διαισθητική μας εμπειρία) και αυτό που αντιστοιχούσε στην πραγματικότητα (επιστημονική εξήγηση). Ο συνδυασμός των επιλογών των μαθητών για τις δυο ερωτήσεις Πραγματικότητας και Εμφάνισης για τα πέντε Φαινόμενα Παρατηρησιακής Αστρονομίας τοποθετήθηκε στις ακόλουθες τρεις κατηγορίες α) μη επίλυση οντολογικού προβλήματος (σκορ 1), β) επίλυση μόνο οντολογικού προβλήματος (σκορ 2) και γ) επίλυση και οντολογικού και επιστημολογικού προβλήματος (σκορ 3). Τέλος υπολογίστηκε ένα μέσο σκορ για όλα τα φαινόμενα της παρατηρησιακής αστρονομίας

Το t-test για ανεξάρτητα δείγματα δεν έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις δυο ηλικιακές ομάδες αναφορικά με την επίδοσή τους στο έργο αυτό ( $t(72) = 1.787$ , NS). Η μέση επίδοση των μαθητών της 6<sup>ης</sup> τάξης (μ.ο.=2.16, τ.α.=.30) αν και ήταν καλύτερη, δεν φάνηκε να διαφέρει σημαντικά από τη μέση επίδοση των μαθητών της 4<sup>ης</sup> τάξης (μ.ο.=2.01, τ.α.=.35).

Η μικτή ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων [φαινόμενο αστρονομίας (5) \* ηλικιακή ομάδα (2)] έδειξε κύρια επίδραση για το είδος φαινομένου και στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση ανάμεσα στο είδος φαινομένου και την ηλικιακή ομάδα. Παρατηρώντας τον Πίνακα 6.4 βλέπουμε ότι οι μαθητές της 4<sup>ης</sup> τάξης παρουσιάζουν μια χαμηλότερη μέση επίδοση στο φαινόμενο Εναλλαγή ημέρας-νύχτας (μ.ο.=1.94, τ.α.=.57) σε αντίθεση με το φαινόμενο της Βαρύτητας όπου η μέση επίδοσή τους είναι καλύτερη (μ.ο.=2.15, τ.α.=.50). Για τους μαθητές της 6<sup>ης</sup> τάξης βλέπουμε ότι για τα φαινόμενα της *Εναλλαγής ημέρας-νύχτας* (μ.ο.=2.34, τ.α.=.47), της *Βαρύτητας* (μ.ο.=2.25, τ.α.=.56) και του *Πλανητικού συστήματος* (μ.ο.=2.16, τ.α.=.39) η μέση επίδοση είναι πολύ καλύτερη από την επίδοσή τους για τα φαινόμενα *Σχήμα γης* (μ.ο.=1.94, τ.α.=.33) και *Σχετικά μεγέθη* (μ.ο.=2.09, τ.α.=.49).

Πίνακας 6.4: Μέσο σκορ για κάθε Φαινόμενο Παρατηρησιακής Αστρονομίας με βάση το συνδυασμό επιλογών στις ερωτήσεις Εμφάνιση-Πραγματικότητα και το είδος της τεκμηρίωσης στη δοκιμασία Θεωρίας του Φυσικού Κόσμου για τις δυο ηλικιακές ομάδες.

Φαινόμενο Παρατηρησιακής Αστρονομίας	Μέση επίδοση μαθητών στη δοκιμασία φυσικού κόσμου			
	4 <sup>η</sup> τάξη		6 <sup>η</sup> τάξη	
	μ.ο.	τ.α.	μ.ο.	τ.α.
Σχήμα γης	2	.41	1.94	.33
Βαρύτητα	2.15	.50	2.25	.56
Σχετικά μεγέθη ήλιου-σελήνης	2	.46	2.09	.49
Πλανητικό σύστημα	2.01	.48	2.16	.39
Εναλλαγή ημέρας-νύχτας	1.94	.57	2.34	.47

Μπορούμε να κατανοήσουμε καλύτερα τα παραπάνω αποτελέσματα παρατηρώντας τους Πίνακες 6.5 και 6.6 που ακολουθούν, όπου φαίνονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των μαθητών κάθε τάξης που διακρίνουν ανάμεσα στην εμφάνιση και την πραγματικότητα. Βλέπουμε ότι οι περισσότεροι μαθητές και των δυο τάξεων επιλύουν το επιστημολογικό πρόβλημα σε όλα τα φαινόμενα. Είναι ελάχιστοι οι μαθητές που δεν έχουν επιλύσει το οντολογικό πρόβλημα. Το ενδιαφέρον όμως είναι ότι για φαινόμενα που θα περιμέναμε ότι θα ήταν πιο εύκολο για τους μαθητές να κάνουν τη διάκριση ανάμεσα στην πραγματικότητα και την εμφάνιση (π.χ. *Σχήμα γης*) υπάρχουν μαθητές που δίνουν μόνο επιστημονικές απαντήσεις. Για παράδειγμα, για το φαινόμενο *Σχήμα γης*, παρατηρούμε ότι αρκετοί μαθητές και των δυο τάξεων πιστεύουν ότι η γη και είναι και φαίνεται σφαίρα και για το φαινόμενο *Πλανητικό σύστημα* βλέπουμε επίσης ότι ένα σημαντικό ποσοστό μαθητών της 6<sup>ης</sup> τάξης (36%) πιστεύει ότι στο κέντρο του πλανητικού μας συστήματος και είναι και μας φαίνεται να είναι ο ήλιος.

Πίνακας 6.5: Συχνότητες/Ποσοστά μαθητών 4<sup>ης</sup> τάξης που εμπίπτουν σε κάθε κατηγορία απαντήσεων στη δοκιμασία Θεωρίας του Φυσικού Κόσμου (N=38).

Φαινόμενο Αστρονομίας	Μη επίλυση οντολογικού προβλήματος	Επίλυση οντολογικού προβλήματος		Επίλυση επιστημολογικού προβλήματος
	<i>Φ-Φ</i> <i>Φαινομενικές</i> <i>απαντήσεις</i>	<i>Φ-Ε</i> <i>Αντιστροφή</i>	<i>Ε-Ε</i> <i>Επιστημονικές</i> <i>απαντήσεις</i>	<i>Ε-Φ</i> <i>Διάκριση</i>
Σχήμα γης			11 (29%)	27 (71%)
Βαρύτητα	4 (11%)	7 (18%)	1 (3%)	26 (68%)
Σχετικά μεγέθη ήλιου-σελήνης	5 (13%)	2 (5%)	1 (3%)	30 (79%)
Πλανητικό σύστημα	4 (11%)	3 (8%)	2 (5%)	29 (76%)
Εναλλαγή ημέρας-νύχτας	6 (16%)	6 (16%)	1 (3%)	25 (65%)

Πίνακας 6.6: Συχνότητες/Ποσοστά μαθητών 6<sup>ης</sup> τάξης που εμπίπτουν σε κάθε κατηγορία απαντήσεων στη δοκιμασία Θεωρίας του Φυσικού Κόσμου (N=36).

Φαινόμενο Αστρονομίας	Μη επίλυση οντολογικού προβλήματος	Επίλυση οντολογικού προβλήματος		Επίλυση επιστημολογικού προβλήματος
	<i>Φ-Φ</i> <i>Φαινομενικές</i> <i>απαντήσεις</i>	<i>Φ-Ε</i> <i>Αντιστροφή</i>	<i>Ε-Ε</i> <i>Επιστημονικές</i> <i>απαντήσεις</i>	<i>Ε-Φ</i> <i>Διάκριση</i>
Σχήμα γης		2 (5%)	10 (28%)	24 (67%)
Βαρύτητα	8 (22%)	5 (14%)	7 (19%)	16 (45%)
Σχετικά μεγέθη ήλιου-σελήνης	4 (11%)	3 (8%)	3 (8%)	26 (73%)
Πλανητικό σύστημα	2 (6%)	1 (3%)	13 (36%)	20 (55%)
Εναλλαγή ημέρας-νύχτας	6 (16%)	2 (6%)	1 (3%)	27 (75%)

Το ενδιαφέρον ερώτημα που προέκυψε για εμάς ήταν αν οι μαθητές μπορούν και να στοχαστούν πάνω σε αυτή τη διάκριση εμφάνισης-πραγματικότητας και να καταλάβουν τις διαφορές των δυο μοντέλων-αναπαραστάσεων. Ανάλογα με το είδος τεκμηρίωσης που παρείχαν οι μαθητές οι απαντήσεις τους κατηγοριοποιήθηκαν ως α) *αρχικές* (σκορ 1) αν συμφωνούσαν μόνο με τη διαισθητική εμπειρία του κόσμου, β) *ενδιάμεσες* (σκορ 2), αν υποδήλωναν παρερμηνείες και ύπαρξη συνθετικών μοντέλων σε μια προσπάθεια ενσωμάτωσης της νέας επιστημονικής πληροφορίας και γ) *επιστημονικές* (σκορ 3), αν ήταν σε συμφωνία με την επιστημονική εξήγηση και επικεντρωνόντουσαν στις διαφορές ανάμεσα στην εμφάνιση και την πραγματικότητα. Επίσης, υπολογίστηκε και ένα μέσο σκορ για όλα τα φαινόμενα παρατηρησιακής αστρονομίας.

Το t-test για ανεξάρτητα δείγματα έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις δυο ηλικιακές ομάδες αναφορικά με την ικανότητά τους να τεκμηριώνουν και να στοχάζονται για τη διάκριση ανάμεσα στην πραγματικότητα και την εμφάνιση ( $t(72)=4.053$ ,  $p<0.001$ ) υπέρ της μεγαλύτερης ηλικιακής ομάδας. Η μέση επίδοση των μαθητών της 6<sup>ης</sup> τάξης (μ.ο.=1.80, τ.α.=.40) ήταν πολύ καλύτερη από τη μέση επίδοση των μαθητών της 4<sup>ης</sup> τάξης (μ.ο.=1.42, τ.α.=.40) και φάνηκε ότι τα μεγαλύτερα παιδιά δεν αναγνωρίζουν απλά το επιστημολογικό πρόβλημα, αλλά μπορούν και να στοχάζονται καλύτερα πάνω σε αυτό.

Η Μικτή Ανάλυση Διακύμανσης Επαναλαμβανόμενων Μετρήσεων [Φαινόμενο Παρατηρησιακής Αστρονομίας (5) \* ηλικιακή ομάδα (2)] έδειξε κύρια επίδραση για το είδος φαινομένου ( $F(4,288)=19.649$ ,  $p<0.001$ ) και για την ηλικιακή ομάδα ( $F(1,72)=16.428$ ,  $p<0.001$ ) καθώς και στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση ανάμεσα στο είδος φαινομένου και την ηλικιακή ομάδα ( $F(4,288)=5.520$ ,  $p<0.001$ ). Για τους μαθητές της 4<sup>ης</sup> τάξης η χρήση του τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Bonferroni έδειξε ότι οι τεκμηριώσεις για τα φαινόμενα *Σχήμα Γης* (μ.ο.=1.28, τ.α.=.56) και *Σχετικά Μεγέθη Ηλιου-Σελήνης* (μ.ο.=1.34, τ.α.=.48) δεν διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους, αλλά διαφέρουν σημαντικά από τις τεκμηριώσεις για το φαινόμενο *Βαρύτητα* (μ.ο.=1.73, τ.α.=.74) που φαίνονται να πλησιάζουν περισσότερο σε πιο ενδιάμεσες τεκμηριώσεις. Για τους μαθητές της 6<sup>ης</sup> τάξης η χρήση του τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Bonferroni έδειξε ότι οι τεκμηριώσεις για τα φαινόμενα *Σχήμα Γης* (μ.ο.=1.22, τ.α.=.42) και *Σχετικά Μεγέθη Ηλιου-Σελήνης* (μ.ο.=1.58, τ.α.=.55) δεν διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους, αλλά διαφέρουν σημαντικά από τις τεκμηριώσεις για τα φαινόμενα *Βαρύτητα* (μ.ο.=2.27, τ.α.=.74) και *Εναλλαγή Ημέρας-Νύχτας* (μ.ο.=2.11, τ.α.=.88) που πλησιάζουν περισσότερο σε πιο επιστημονικές τεκμηριώσεις.

Στον Πίνακα 6.7 που ακολουθεί φαίνεται η κατανομή των μαθητών και των δυο τάξεων στις τρεις κατηγορίες απαντήσεων ανάλογα με το είδος των τεκμηριώσεων που παρείχαν. Παρατηρώντας τον Πίνακα 6.7 βλέπουμε ότι για το φαινόμενο *Σχήμα γης* οι περισσότεροι μαθητές και των δυο τάξεων δυσκολεύονται να τεκμηριώσουν με αναφορά στις μεγάλες διαστάσεις της γης και στη δυνατότητά μας να βλέπουμε μόνο ένα μικρό κομμάτι της. Οι πιο μικροί μαθητές αναφέρουν ότι «ζούμε μέσα στη γη» ή μιλούν για δυο γαίες, μια εδώ και μια στο διάστημα. Το ενδιαφέρον για τους μεγαλύτερους μαθητές που έχουν ήδη διδαχτεί από την αρχή της σχολικής χρονιάς έννοιες και φαινόμενα της αστρονομίας ότι αναφέρονται στο «γεωειδές» σχήμα της γης για την πραγματικότητα (όπως γράφει και το σχολικό βιβλίο τους) και στο σφαιρικό σχήμα της γης ως εμφάνιση. Τεκμηριώνουν λέγοντας ότι έτσι ξέρουμε τη γη από τα βιβλία και τους επιστήμονες, αν και στην πραγματικότητα είναι πιο συμπίεσμένη στο κέντρο. Οι τεκμηριώσεις τους αυτές φανερώνουν την επίδραση του σχολικού εγχειριδίου που στη συγκεκριμένη περίπτωση έχει οδηγήσει στη δημιουργία μιας παρερμηνείας. Για τα υπόλοιπα φαινόμενα της αστρονομίας βλέπουμε ότι οι μικρότεροι μαθητές παρέχουν κυρίως αρχικές τεκμηριώσεις βασισμένες στη διαισθητική τους εμπειρία, ενώ οι μεγαλύτεροι μαθητές έχουν αρχίσει να τεκμηριώνουν με αναφορά στις επιστημονικές εξηγήσεις. Για παράδειγμα, για το φαινόμενο της *Βαρύτητας*, οι πιο μικροί μαθητές λένε ότι στεκόμαστε με τα πόδια και ακόμη και αυτοί που αναφέρουν την έννοια της βαρύτητας φαίνεται ότι δεν την έχουν κατανοήσει πλήρως μην μπορώντας να ζωγραφίσουν σωστά την κατεύθυνση της βροχής. Για το *Πλανητικό Σύστημα* μόνο οι μεγαλύτεροι μαθητές αναφέρονται στις δυο κινήσεις της γης και λένε ότι κινείται αργά ή γρήγορα, αλλά μόνο ένα παιδί λέει ότι κινούμαστε μαζί με τη γη και δεν καταλαβαίνουμε την κίνησή της αυτή. Για την *Εναλλαγή ημέρας-νύχτας* οι μαθητές αναφέρουν ότι μας φαίνεται ότι ο ήλιος πάει από την ανατολή στη δύση επειδή η γη κινείται, όμως μόνο οι μεγαλύτεροι μαθητές αναφέρονται συνειδητά στην περιστροφή της γης. Οι μικρότεροι μαθητές πολλές φορές αναφέρονται σε μια κίνηση της γης πάνω/κάτω ή ουσιαστικά μιλούν και για μια κίνηση του ήλιου παράλληλα. Τέλος για τα *Σχετικά μεγέθη ήλιου-σελήνης*, οι μαθητές και των δυο τάξεων αναφέρονται μόνο στην απόσταση και όχι σε συνδυασμό με τα πραγματικά μεγέθη τους και την απόστασή τους από τη γη.

Πίνακας 6.7: Συχνότητες / Ποσοστά μαθητών 4<sup>ης</sup> και 6<sup>ης</sup> τάξης στις τρεις κατηγορίες τεκμηριώσεων στη δοκιμασία Θεωρίας του Φυσικού Κόσμου.

Φαινόμενο Παρατηρησιακής Αστρονομίας	Αρχικές τεκμηριώσεις		Ενδιάμεσες τεκμηριώσεις		Επιστημονικές τεκμηριώσεις	
	<i>Δ</i>	<i>ΣΤ</i>	<i>Δ</i>	<i>ΣΤ</i>	<i>Δ</i>	<i>ΣΤ</i>
	(N=38)	(N=36)	(N=38)	(N=36)	(N=38)	(N=36)
Σχήμα γης	29 (76%)	28 (78%)	7 (19%)	8 (22%)	2 (5%)	-
Βαρύτητα	18 (47%)	6 (17%)	12 (32%)	14 (39%)	8 (21%)	16 (44%)
Σχετικά μεγέθη ήλιου-σελήνης	25 (66%)	16 (44%)	13 (34%)	19 (53%)	-	1 (3%)
Πλανητικό σύστημα	25 (66%)	7 (19%)	12 (32%)	28 (78%)	1 (2%)	1 (3%)
Εναλλαγή ημέρας- νύχτας	29 (76%)	12 (34%)	3 (8%)	8 (22%)	6 (16%)	16 (44%)

Για να κατανοήσουμε καλύτερα και πιο σφαιρικά τον τρόπο που σκέφτονται τα παιδιά σε αυτή τη δοκιμασία και βασισμένοι στη μέση επίδοση των μαθητών κάθε τάξης σε όλη τη δοκιμασία γενικά, λαμβάνοντας υπόψη και τους συνδυασμούς επιλογών για Εμφάνιση και Πραγματικότητα αλλά και τις τεκμηριώσεις που παρείχαν, οι μαθητές τοποθετήθηκαν σε τρία επίπεδα σκέψης: α) *αρχικό επίπεδο σκέψης*, όπου έχουμε φαινομενικές απαντήσεις σε ορισμένες περιπτώσεις και μια αρχική επίλυση του οντολογικού προβλήματος με ελλιπή τεκμηρίωση για κάποια φαινόμενα β) *ενδιάμεσο επίπεδο σκέψης*, όπου έχουμε επίλυση του οντολογικού προβλήματος με ενδιάμεσες ή επιστημονικές τεκμηριώσεις κυρίως και μια αρχική επίλυση του επιστημολογικού προβλήματος χωρίς τεκμηρίωση για κάποια φαινόμενα και γ) *εκλεπτυσμένο επίπεδο σκέψης*, όπου για τα περισσότερα φαινόμενα έχουμε επίλυση του επιστημολογικού προβλήματος με ενδιάμεσες ή επιστημονικές τεκμηριώσεις.

Πίνακας 6.8: Συχνότητες και Ποσοστά μαθητών 4<sup>ης</sup> και 6<sup>ης</sup> τάξης που κατηγοριοποιούνται στα τρία επίπεδα σκέψης στη δοκιμασία Θεωρίας του Φυσικού Κόσμου.

	<i>Ηλικιακή ομάδα</i>	<i>Αρχικό επίπεδο</i>	<i>Ενδιάμεσο επίπεδο</i>	<i>Εκλεπτυσμένο επίπεδο</i>
<i>Θεωρία του Φυσικού Κόσμου</i>	Δ' (N=38)	8 (21%)	27 (71%)	3 (8%)
	ΣΤ (N=36)	11 (31%)	16 (44%)	9 (25%)

Παρατηρώντας τον Πίνακα 6.8, βλέπουμε ότι ελάχιστοι είναι οι μαθητές και των δυο τάξεων που δεν επιλύουν το οντολογικό πρόβλημα στα περισσότερα φαινόμενα ή το επιλύουν τεκμηριώνοντας με βάση μόνο τη διαισθητική τους εμπειρία. Οι περισσότεροι μαθητές της 4<sup>ης</sup> τάξης επιλύουν το οντολογικό πρόβλημα για τα περισσότερα φαινόμενα και κάποιοι και το επιστημολογικό χωρίς όμως ακόμα να μπορούν να τεκμηριώσουν με βάση επιστημονικές εξηγήσεις. Το ποσοστό όμως αυξάνεται για τους μαθητές της 6<sup>ης</sup> τάξης που αρχίζουν να επιλύουν το επιστημολογικό πρόβλημα παρέχοντας τεκμηριώσεις που πλησιάζουν κυρίως σε πιο επιστημονικές εξηγήσεις.

#### Διερεύνηση σχέσης Θεωρίας του Νου και Θεωρίας του Φυσικού Κόσμου

Υποθέσαμε αρχικά ότι η ικανότητα των παιδιών να αναγνωρίζουν και να αποδίδουν νοητικές καταστάσεις στον εαυτό τους και τους άλλους (Θεωρία του Νου), και η Θεωρία τους για το Φυσικό Κόσμο θα συσχετίζονται μια και υποστηρίζουμε την ύπαρξη μιας κοινής δομής που αφορά στον τρόπο κατασκευής της γνώσης. Υποθέσαμε επίσης ότι αυτή η συσχέτιση θα υπάρχει από την 4<sup>η</sup> τάξη, αλλά θα είναι πιο έντονη στην 6<sup>η</sup> τάξη.

Για τις στατιστικές μας αναλύσεις υπολογίστηκε ένα μέσο σκορ για το πεδίο Θεωρίας του Νου με βάση τις επιδόσεις των μαθητών στις δοκιμασίες Θεωρίας του Νου 2<sup>ης</sup> και 3<sup>ης</sup> τάξης και ένα μέσο σκορ για το πεδίο Θεωρίας του Φυσικού Κόσμου με βάση το συνδυασμό των επιλογών των μαθητών στις δυο ερωτήσεις εμφάνισης-πραγματικότητας και το είδος τεκμηρίωσης που χρησιμοποίησαν.

Ο δείκτης συσχέτισης Spearman rho έδειξε στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στην επίδοση των παιδιών στη Θεωρία του Νου και στην επίδοσή τους στη δοκιμασία Θεωρίας του Φυσικού Κόσμου για την 6<sup>η</sup> τάξη ( $r_s=0.439$ ,  $n=36$ ,  $p<0.01$ ) και



για την 4<sup>η</sup> τάξη ( $r_s=0.355$ ,  $n=38$ ,  $p<0.05$ ). Μάλιστα, η συσχέτιση ανάμεσα στα δυο πεδία είναι πιο μεγάλη για τους μαθητές της 6<sup>ης</sup> τάξης, σύμφωνα με τις υποθέσεις μας. Όπως παρατηρούμε και στον Πίνακα 6.9 που ακολουθεί τα παιδιά που έχουν πιο αναπτυγμένη ικανότητα Θεωρίας του Νου δείχνουν μια καλύτερη επίδοση στη δοκιμασία Θεωρίας του Φυσικού Κόσμου σε σχέση με τα παιδιά που δεν αναγνωρίζουν την λανθασμένη πεποιθήση.

Πίνακας 6.9: Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις επίδοσης στη Θεωρία του Φυσικού Κόσμου σε σχέση με την Ικανότητα Θεωρίας του Νου για τους μαθητές της 4<sup>ης</sup> (N=38) και 6<sup>ης</sup> τάξης (N=36).

<i>Ικανότητα Θεωρίας του Νου</i>	<b>Θεωρία του Φυσικού Κόσμου</b>					
	<i>Δ</i>			<i>ΣΤ</i>		
	μ.ο.	τ.α.	N	μ.ο.	τ.α.	N
<i>Αρχικό επίπεδο</i>	1.86	.30	13	1.91	.31	6
<i>Ενδιάμεσο επίπεδο</i>	2.15	.20	8	2.10	.29	14
<i>Εκλεπτυσμένο επίπεδο</i>	2.08	.41	17	2.30	.23	16

Σύμφωνα με τη δεύτερη υπόθεσή μας η αναγνώριση των διαφορετικών πεποιθήσεων που μπορεί να έχει καθένας μας και η αρχική κατανόηση ότι το κάθε υποκείμενο κατασκευάζει το δικό του νόημα που συντελείται στο πεδίο Θεωρίας του Νου θα διευκόλυνε περαιτέρω την κατανόηση φαινομένων του φυσικού κόσμου όπου το παιδί θα έπρεπε να αναγνωρίσει τις διαφορές ανάμεσα στη διαισθητική του εμπειρία και στις επιστημονικές εξηγήσεις. Υποθέταμε επίσης ότι η Θεωρία του Νου θα αποτελούσε σημαντικότερο προβλεπτικό παράγοντα στην 6<sup>η</sup> τάξη.

Στην ανάλυση παλινδρόμησης που πραγματοποιήσαμε ορίσαμε ως εξαρτημένη μεταβλητή την επίδοση των μαθητών στη δοκιμασία Θεωρίας του Φυσικού κόσμου και ως ανεξάρτητη μεταβλητή τη μέση επίδοση των μαθητών στις δυο δοκιμασίες Θεωρίας του Νου 2<sup>ης</sup> και 3<sup>ης</sup> τάξης. Η ανάλυση αυτή υπήρξε στατιστικά σημαντική για την 6<sup>η</sup> τάξη ( $F(1,34)=11.160$ ,  $p\leq 0.01$ ), όχι όμως για την 4<sup>η</sup> τάξη ( $F(1,36)=3.920$ , NS; αν και το επίπεδο σημαντικότητας ήταν οριακά μη σημαντικό  $p=.055$ ). Τα αποτελέσματα έδειξαν στην 6<sup>η</sup> τάξη η ικανότητα απόδοσης πεποιθήσεων στους άλλους (Θεωρία του Νου) αποτελεί σημαντικό προβλεπτικό παράγοντα για την ικανότητα επίλυσης του επιστημολογικού προβλήματος ( $Beta=.497$ ;  $p\leq 0.05$ ) και μπορεί να προβλέψει το 23% της διακύμανσης στην επίδοση στη δοκιμασία Θεωρίας του Φυσικού Κόσμου.

## Συζήτηση

### *Το προφίλ των Ελλήνων μαθητών*

Σύμφωνα με την υπόθεσή μας, αναμέναμε ότι η ικανότητα Θεωρίας του Νου δεν θα είχε αναπτυχθεί πλήρως στους μαθητές της 4<sup>ης</sup> τάξης και θα ήταν λίγο καλύτερη για τους μαθητές της 6<sup>ης</sup> τάξης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι μαθητές της 6<sup>ης</sup> τάξης αναγνωρίζουν στο μεγαλύτερο ποσοστό τους την λανθασμένη πεποίθηση 2<sup>ης</sup> τάξης (83%) και το μεγαλύτερο ποσοστό αυτών μπορεί επίσης να τεκμηριώσει βάσει νοητικών οντοτήτων (61%). Περισσότεροι από τους μισούς μαθητές της 6<sup>ης</sup> (56%) μπορούν επίσης αναγνωρίσουν την 3<sup>ης</sup> τάξης πεποίθηση και σχεδόν όλοι παρέχουν και σωστή τεκμηρίωση (53%). Οι μαθητές της 4<sup>ης</sup> τάξης αναγνωρίζουν σε ένα σημαντικό ποσοστό την πεποίθηση 2<sup>ης</sup> τάξης (71%), όμως σχεδόν οι μισοί δεν μπορούν να τεκμηριώσουν την αναγνώριση αυτή (29%). Όσον αφορά στην αναγνώριση 3<sup>ης</sup> τάξης πεποίθησης που είναι και πιο δύσκολη, βλέπουμε ότι ένα σημαντικό ποσοστό μαθητών της 4<sup>ης</sup> τάξης έχει αρχίσει να την αναγνωρίζει (61%), αλλά μόνο οι μισοί μαθητές μπορούν και να την εξηγήσουν σωστά (37%). Το καλό σχετικά ποσοστό αναγνώρισης της πιο ώριμης αυτής μορφής θ.τ.ν. από τους μαθητές της 4<sup>ης</sup> τάξης ίσως εξηγείται από το γεγονός ότι το 44% των μαθητών που αναγνωρίζουν την πεποίθηση 3<sup>ης</sup> τάξης είχαν ασχοληθεί συστηματικά με την κατανόηση κειμένου μέσα στην τάξη, κάτι που μπορεί να επηρέασε τα αποτελέσματά μας.

Η επίδοση των μαθητών συνολικά είναι σε συμφωνία τόσο με τα αναπτυξιακά δεδομένα που έχουν παρουσιαστεί (Muris et al., 1999) και δείχνουν ότι η ικανότητα θ.τ.ν. 3<sup>ης</sup> τάξης δεν έχει αναπτυχθεί ακόμη όπως η ικανότητα να σκεφτόμαστε για το τις πεποιθήσεις των άλλων (πεποιθήσεις 2<sup>ης</sup> τάξης), όσο και με τα αποτελέσματα των δυο προηγούμενων μελετών όπου οι μαθητές αναγνωρίζουν τις πεποιθήσεις 2<sup>ης</sup> τάξης, αλλά η ικανότητα αναγνώρισης των πιο ώριμων μορφών πεποίθησης υπολείπεται. Στη μελέτη 3 είδαμε ότι ένα αντίστοιχο ποσοστό (53%) μαθητών της 6<sup>ης</sup> τάξης αναγνωρίζει τη λανθασμένη πεποίθηση 3<sup>ης</sup> τάξης ενώ στη μελέτη 5 το ποσοστό των μαθητών της 5<sup>ης</sup> τάξης που αναγνωρίζει αυτή την πιο ώριμη πεποίθηση είναι μικρότερο (32%).

Υποθέταμε επίσης ότι οι μαθητές και των δυο τάξεων θα είχαν επιλύσει το οντολογικό πρόβλημα για τα περισσότερα υπό εξέταση φαινόμενα του φυσικού κόσμου. Οι όποιες διαφορές αναμέναμε να υπάρχουν θα σχετίζονταν με την επίλυση του επιστημολογικού προβλήματος και ειδικότερα με την ικανότητα τεκμηρίωσης της διάκρισης ανάμεσα στην εμφάνιση και την πραγματικότητα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι για τη δοκιμασία θεωρίας του φυσικού κόσμου η επίδοση των μαθητών της 6<sup>ης</sup> τάξης ήταν καλύτερη από την επίδοση των μαθητών της 4<sup>ης</sup> τάξης, αλλά οι πιο

σημαντικές διαφορές εντοπίστηκαν στην ικανότητα των μαθητών να στοχάζονται πάνω σε αυτή τη διάκριση. Τα μεγαλύτερα παιδιά παρείχαν λιγότερες διαισθητικές τεκμηριώσεις της διάκρισης αυτής και δεν αναγνώριζαν απλά το επιστημολογικό πρόβλημα, αλλά μπορούσαν σε αρκετές περιπτώσεις και να αναφερθούν πιο συνειδητά στη διάκριση αυτή. Τα αποτελέσματα αυτά είναι σε συμφωνία και με τα αποτελέσματα των προηγούμενων μελετών όπου φαίνεται ότι οι μαθητές ακόμη κι αν γνωρίζουν τις επιστημονικές εξηγήσεις των φαινομένων δυσκολεύονται να διακρίνουν «πώς είναι πραγματικά τα πράγματα» και «πώς φαίνονται να μοιάζουν» και μάλιστα η δυσκολία τους είναι μεγαλύτερη όταν πρέπει να αναφερθούν ρητά στην εξήγηση αυτή. Αναπτυξιακά όμως παρατηρείται μια βελτίωση της ικανότητας αυτής όπως υποδηλώνουν και τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής.

#### *Σχέση Θεωρίας του Νου και Θεωρίας του φυσικού κόσμου*

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης δείχνουν να υποστηρίζουν την υπόθεσή μας ότι η ικανότητα Θεωρίας του Νου των παιδιών και η θεωρία τους για το φυσικό κόσμο θα συσχετίζονται και μάλιστα η συσχέτιση αυτή θα είναι πιο υψηλή στα μεγαλύτερα παιδιά. Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις φάνηκαν ανάμεσα στην επίδοση των παιδιών στις δοκιμασίες θ.τ.ν. και στην επίδοση τους στη δοκιμασία του φυσικού κόσμου και για τις δυο τάξεις, και η συσχέτιση ήταν μεγαλύτερη για την 6<sup>η</sup> τάξη. Μάλιστα η ανάλυση παλινδρόμησης που πραγματοποιήθηκε έδειξε ότι η θ.τ.ν. αποτελεί πιο σημαντικό προβλεπτικό παράγοντα για την ικανότητα των παιδιών να στοχάζονται σε πολλαπλές αναπαραστάσεις του φυσικού κόσμου καθώς αυξάνεται η ηλικία των παιδιών.

Τα παραπάνω ευρήματα είναι σε συμφωνία και με τα αποτελέσματα των προηγούμενων μελετών της ενότητας αυτής όπου φαίνεται ότι υπάρχει μια κοινή δομή ανάμεσα στο πεδίο Θεωρίας του Νου και στην επιστημονική σκέψη των παιδιών που αναφέρεται στην κατασκευαστική φύση της γνώσης και στον αβέβαιο χαρακτήρα της.

Αν σκεφτούμε τα παραπάνω ευρήματα σε σχέση με το θεωρητικό μοντέλο που προτείνει η Karmiloff- Smith (1991) είναι πιθανό αυτή η διαδικασία αναπαραστασιακής αναπεριγραφής (στην οποία έχουμε αναφερθεί στο πρώτο μέρος της διατριβής αυτής) να αποτελεί μια γενικού πεδίου διαδικασία που να επαναλαμβάνεται χωριστά σε κάθε ένα από τα δυο πεδία σκέψης κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης. Το αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι ότι σε κάθε πεδίο οι αρχικές αναπαραστάσεις των παιδιών γίνονται προοδευτικά πιο εύκαμπτες, αποτελούν αντικείμενο χειρισμού και συνειδητής πρόσβασης και επιτρέπουν στο παιδί να εισάγει αλλαγές στις περιγραφές του κόσμου.

Βέβαια, όπως τονίζει και η Karmiloff-Smith η διαδικασία αυτή μπορεί να συντελείται νωρίτερα σε κάποιο πεδίο (στη δική μας περίπτωση στο πεδίο Θεωρίας του Νου) από ότι σε κάποιο άλλο. Καθώς τα παιδιά μεγαλώνουν και έχουν ήδη προχωρήσει στη δημιουργία πολλαπλών αναπραστάσεων όμοιας γνώσης σε διαφορετικά επίπεδα λεπτομέρειας μέσα σε ένα πεδίο, είναι πιθανό να προχωρούν πέρα από τις αναπαραστασιακές συνδέσεις εντός του πεδίου σε αναπαραστασιακές συνδέσεις μεταξύ διαφορετικών πεδίων και αυτές οι συνδέσεις να γίνονται πιο ισχυρές καθώς οι αναπραστάσεις γίνονται πιο συνειδητά προσβάσιμες και ευέλικτες.

Στη συνέχεια θα συζητήσουμε πιο αναλυτικά τα αποτελέσματα και των τριών ερευνών που παρουσιάστηκαν στην ενότητα αυτή σε σχέση με τις γενικότερες υποθέσεις μας και το προτεινόμενο θεωρητικό μας μοντέλο.

### **Γενική Συζήτηση**

Στις τρεις μελέτες που παρουσιάστηκαν έγινε μια προσπάθεια διερεύνησης της θεωρητικής σχέσης τριών διαφορετικών πεδίων: του πεδίου της Θεωρίας του Νου, του πεδίου της Προσωπικής Επιστημολογίας και του πεδίου της Θεωρίας μας για το Φυσικό Κόσμο. Και στις τρεις αυτές θεωρητικές κατασκευές οι ερευνητές προσπαθούν να διερευνήσουν παρόμοια ζητήματα, όπως πώς τα άτομα αντιμετωπίζουν αντιφατικούς ισχυρισμούς γνώσης, πώς αξιολογούν τη νέα πληροφορία και τα νέα εμπειρικά δεδομένα, πώς λαμβάνουν βασικές αποφάσεις ή αναθεωρούν τη γνώση τους, πώς η διαδικασία μάθησης γίνεται λιγότερο αντενεργή και περισσότερο κατασκευαστική.

Το βασικό ερώτημα που μας απασχόλησε είναι το πώς, σε κάθε ένα από τα πεδία αυτά, τα παιδιά γίνονται περισσότερο ευαίσθητα σε αμφισημίες στον κόσμο και σε ανεπάρκειες στην προηγούμενη γνώση τους και εμπειρία τους, έτσι ώστε να μην υποθέτουν πια ότι μπορούν άμεσα να «διαβάσουν» την αλήθεια απλά παρατηρώντας το υπό συζήτηση αντικείμενο, ή δεχόμενα αδιαμφισβήτητα το λόγο της αυθεντίας ή τη διαίσθησή τους (Mansfield & Clinchy, 2000).

Μέσα σε αυτό το πλαίσιο μελετήθηκε η μετάβαση από τις εννοιολογικές κατασκευές του ατόμου που μαθαίνει στις επιστημονικές έννοιες που είναι αποδεκτές και διέπονται από αντικειμενικότητα καθώς και η επίτευξη του συντονισμού ανάμεσα στον «υποκειμενικό» κόσμο που γνωρίζει και στην αντικειμενική πραγματικότητα. Κοινή συνισταμένη σε όλα τα πεδία ήταν η αναγνώριση της ενεργής κατασκευής του νοήματος και η αντιμετώπιση αυτής της διαδικασίας υπό μια μεταγνωσιακή οπτική. Ειδικότερα σε όλες τις περιπτώσεις μελετήθηκε η γνώση που έχουν οι μαθητές για τη γνώση τους, η ικανότητά τους να αναστοχάζονται πάνω στη γνώση τους, η ικανότητά

τους να συγκρίνουν προηγούμενες αναπαραστάσεις με τις επιστημονικές και να αναγνωρίζουν την πορεία εξέλιξης και τα πλεονεκτήματα της μιας αναπαράστασης πάνω στην άλλη, ο βαθμός ευελιξίας ως προς τη μετάβαση από τη μια αναπαράσταση στην άλλη, η ικανότητά τους να κατασκευάζουν εννοιολογικά μοντέλα και ο έλεγχος όλης αυτής της διαδικασίας αναδιοργάνωσης των εννοιολογικών μοντέλων τους.

Σύμφωνα με την πρώτη υπόθεση, η Θεωρία του Νου, η Προσωπική Επιστημολογία που καθένας μας διαμορφώνει και η θεωρία μας για το φυσικό κόσμο διέπονται από μια κοινή γνωστική-επιστημολογική δομή που σχετίζεται με την ερμηνεία και αναθεώρηση της γνώσης.

Τα αποτελέσματα των μελετών που παρουσιάστηκαν σε αυτή την ενότητα έδειξαν να υποστηρίζουν την υπόθεση αυτή καθώς ανάμεσα στα τρία αυτά πεδία βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις. Η αναπτυσσόμενη ικανότητα Θεωρίας του Νου φάνηκε να σχετίζεται σημαντικά με τις επιστημικές πεποιθήσεις που διαμορφώνουν τα παιδιά για τη γνώση. Η κατανόηση ότι καθένας μας κατασκευάζει το ατομικό του νόημα είναι πιθανό να σχετίζεται με την κατανόηση ότι οι πεποιθήσεις μας για τον κόσμο δεν είναι απλές αντιγραφές της πραγματικότητας, αλλά αποτελούν προϊόν και κατασκεύασμα του ανθρώπινου νου. Τα ευρήματα μας τείνουν να υποστηρίζουν και τα θεωρητικά επιχειρήματα διαφόρων ερευνητών για τη σχέση Θεωρίας του Νου και Προσωπικής Επιστημολογίας (Chandler, Hallett & Sokol, 2002; Kuhn, 2000b.; Montgomery, 1992; Wellman, 1990).

Τα αποτελέσματα των μελετών έδειξαν επίσης ότι η ικανότητα των παιδιών να σκέφτονται για το νοητικό κόσμο και η επιστημολογική τους εκκλέπτυνση σχετίζονται με την επιστημονική τους σκέψη και την ικανότητά τους να στοχάζονται σε αντιφατικές συλλήψεις της πραγματικότητας στον φυσικό κόσμο. Η επίγνωση ότι οι πηγές γνώσης μας επηρεάζουν τον τρόπο που βλέπουμε τον κόσμο μας και τις πεποιθήσεις μας για αυτόν είναι πιθανό να σχετίζεται με την ικανότητα των παιδιών να διακρίνουν ανάμεσα σε μια θεωρία και τα εμπειρικά δεδομένα για αυτή, μια διάκριση που θεωρείται πολύ σημαντική για την ανάπτυξη της επιστημονικής σκέψης (Kuhn, 2001). Μάλιστα η αναπτυξιακή έρευνα που παρουσιάστηκε έδειξε ότι η σχέση αυτή είναι πιθανό να αναπτύσσεται ηλικιακά. Η κατανόηση ότι οι πεποιθήσεις μας δεν συνδέονται αιτιακά με τον κόσμο φαίνεται να βελτιώνεται με την ηλικία και να σχετίζεται περισσότερο με την ικανότητα των παιδιών να αναγνωρίζουν τα πολλαπλά επίπεδα κατανόησης του κόσμου. Η αποδοχή και η κριτική θεώρηση διαφορετικών ερμηνειών του ίδιου αντικειμένου που συντελείται αρχικά στο χώρο του κοινωνικού κόσμου και αποτελεί το κέντρο της επιστημολογικής κατανόησης φαίνεται να προσφέρει στο άτομο μια

διαφορετική αντιμετώπιση της γνώσης και αποδίδει μια άλλη σημασία στο τι σημαίνει πραγματικά το να «μαθαίνουμε» κάτι.

Τα αποτελέσματα τείνουν να υποστηρίζουν και τη δεύτερη υπόθεσή μας ότι δηλαδή υπάρχει ένα αναπτυξιακό μονοπάτι με την κατεύθυνση Θεωρία του Νου → Προσωπική Επιστημολογία → θεωρία του φυσικού κόσμου. Τα αποτελέσματα των αναλύσεων παλινδρόμησης που πραγματοποιήθηκαν έδειξαν να υποστηρίζουν μια σταδιακή ανάπτυξη όπου οι πρώτες ενδείξεις μεταγνωσιακής σκέψης εμφανίζονται στο πεδίο της Θεωρίας του Νου.

Η κατανόηση από τα παιδιά των διαφορετικών ερμηνειών και οπτικών που μπορεί να έχουν οι άλλοι στον κοινωνικό κόσμο φάνηκε να αποτελεί τη βάση της υπό ανάπτυξης επιστημικής σκέψης. Σταδιακά τα παιδιά αρχίζουν να αντιλαμβάνονται τη γνώση ως ένα προϊόν της σκέψης μας. Η μετάβαση από τη βέβαιη και αληθή γνώση που βασίζεται στην προσωπική παρατήρηση, στην αυθεντία και στη μια και μοναδική αλήθεια, προς την αβέβαιη και τη σχετική με το πλαίσιο φύση της γνώσης, είναι κάτι που απαιτεί μια αναδιοργάνωση των αρχικών πεποιθήσεων των μαθητών για τη φύση της γνώσης και τη φύση της διαδικασίας του γινώσκειν και που συντελείται σταδιακά και πιο αργά. Αλλαγές και αναδιοργανώσεις σε αυτό το πεδίο είναι πιθανό βέβαια αργότερα να οδηγούν σε νέες αλλαγές στο πεδίο της Θεωρίας του Νου και γενικότερα να προκύπτει μια δυναμική αλληλεπίδραση ανάμεσα σε αυτά τα δυο πεδία.

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι είναι πιθανό να αναπτύσσεται μια αρχική, συγκεκριμένη θεωρία για τη φύση της γνώσης μέσα στο υπάρχον πλαίσιο μιας γενικότερης Θεωρίας για το Νου. Η θεωρία αυτή είναι πιθανό να βρίσκεται σε μια συνεχή αναδόμηση καθώς το άτομο αποκτά περισσότερες εμπειρίες μέσα από την αντιμετώπιση διαφορετικών ισχυρισμών γνώσης τους οποίους πρέπει να αξιολογήσει και να τεκμηριώσει (Smith et al., 2000). Στη δική μας θεώρηση η αλληλεπίδραση ανάμεσα στην αρχική Θεωρία του Νου και στη μεταγενέστερη Προσωπική Επιστημολογία που διαμορφώνει καθένας μας συνεχίζει να υφίσταται και είναι αμφίδρομη. Έτσι πρόοδοι σε κάθε πεδίο είναι πιθανό να συμβάλλουν σε πρόοδο στο άλλο πεδίο κι όλα μαζί να οδηγούν σε μια κατανόηση του αβέβαιου χαρακτήρα της γνώσης που εμείς κατασκευάζουμε.

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων έδειξαν επίσης ότι η κατανόηση της γνώσης ως προσωπικό κατασκεύασμα που χαρακτηρίζεται από αβεβαιότητα και αναδιοργανώνεται συνεχώς, προχωρά παράλληλα και διευκολύνει την κατανόηση φαινομένων του φυσικού κόσμου, όπου το παιδί έρχεται αντιμέτωπο με αντιφάσεις ανάμεσα στις επιστημονικές εξηγήσεις και τη διαισθητική εμπειρία που αποκτά μέσα

από την παρατήρηση του κόσμου. Φάνηκε ότι η αναγνώριση ότι η γνώση είναι κατασκευάσιμη διευκολύνει την κατανόηση φαινομένων όπου το παιδί θα πρέπει να στοχαστεί σε διαφορετικά μοντέλα-αναπαραστάσεις του φυσικού κόσμου και να αναγνωρίσει τις διαφορές και ομοιότητες ανάμεσα στις αλληλοσυγκρουόμενες συλλήψεις της πραγματικότητας, όπου θα πρέπει δηλαδή να συλλάβει και να ερμηνεύσει τη διαφορά ανάμεσα σε αυτό που «φαίνεται» και σε αυτό που πραγματικά «είναι».

Οι δυσκολίες όμως που αντιμετωπίζουν ακόμη οι μαθητές αυτής της ηλικίας είναι πολλές. Αν και φαίνεται να προηγείται μια ανάπτυξη στο πεδίο της Θεωρίας του Νου, η ικανότητα Θεωρίας του Νου δεν έχει αναπτυχθεί πλήρως και συνεχίζει να αναπτύσσεται και κατά τη σχολική ηλικία. Σημαντική ανάπτυξη σε αυτό το πεδίο αποτελεί η βασική αναγνώριση της έννοιας της λανθασμένης πεποίθησης, κάτι που υποδεικνύει την αναγνώριση και αποδοχή από τα παιδιά των διαφορετικών πεποιθήσεων που μπορεί να έχει καθένας μας. Τα παιδιά δηλαδή κατανοούν ότι κάθε άτομο έχει πεποιθήσεις για καταστάσεις στον κόσμο, οι οποίες μπορεί να είναι και λανθασμένες, και αρχίζουν να σκέφτονται για το περιεχόμενο του νου άλλων ανθρώπων. Φάνηκε όμως ότι τα παιδιά αυτής της ηλικίας έχουν δυσκολία να σκεφτούν πάνω σε πιο πολύπλοκες πεποιθήσεις που σχετίζονται με πεποιθήσεις 3<sup>ης</sup> τάξης. Φαίνεται λοιπόν ότι η Θεωρία του Νου συνεχίζει να αναπτύσσεται κατά τα σχολικά χρόνια και είναι πιθανό να συμβαδίζει και με άλλες προόδους που σημειώνονται αυτή την περίοδο.

Οι επιστημικές πεποιθήσεις των μαθητών για τη φύση της γνώσης γενικότερα και τη διαδικασία του γινώσκειν φάνηκαν να ανακλούν μια απόλυτη με μια τάση μετάβασης προς πλουραλιστική θεώρηση της γνώσης. Οι ιδέες σε αυτό το επίπεδο είναι σε συμφωνία με μια επιστημολογία όπου η γνώση θεωρείται αληθής και βέβαιη ακόμη κι όταν έχει αρχίσει να αναγνωρίζεται η ύπαρξη πολλαπλών απόψεων (Carey & Smith, 1993. Smith, Maclin, Houghton & Hennessey, 2000). Σε αυτό το αρχικό επίπεδο, η επιστημονική γνώση αποτελεί μια συλλογή αληθινών πεποιθήσεων για συγκεκριμένες διαδικασίες (π.χ. πώς να κάνεις κάτι σωστά) ή βασικών γεγονότων. Η διάκριση ανάμεσα στις ιδέες των επιστημόνων και στις δραστηριότητές τους ή ανάμεσα στις ιδέες και στα πειραματικά τους δεδομένα δεν είναι ξεκάθαρη και τα πειράματα θεωρούνται ότι παρέχουν συγκεκριμένη πληροφορία για το τι συμβαίνει ή για το αν δουλεύει η διαδικασία κάποιου. Η γνώση είναι συγκεκριμένη και αληθής και γίνεται γνωστή μέσα από την παρατήρηση ή όταν κάποιος μας λέει κάτι. Αν και σταδιακά φαίνεται ότι τα παιδιά αυτής της ηλικίας έχουν αρχίσει να σκέφτονται για τον πλουραλιστικό χαρακτήρα της γνώσης και να αναγνωρίζουν την ύπαρξη πολλών και

διαφορετικών ισχυρισμών, εντούτοις θεωρούν ότι η απόλυτη αλήθεια μπορεί να κατακτηθεί και είναι μοναδική.

Η προσκόλληση σε αυτή τη «μοναδική» θεώρηση των πραγμάτων φαίνεται να δυσκολεύει τα παιδιά να λάβουν υπόψη τους πολλαπλές ερμηνείες των φαινομένων και να αναγνωρίσουν τις διαφορές ανάμεσα σε αυτές και τα μειονεκτήματα και πλεονεκτήματα κάθε μιας. Εντούτοις, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι μαθητές που είχαν πιο αναπτυγμένη Θεωρία του Νου και λίγο πιο εκλεπτυσμένες επιστημικές πεποιθήσεις (αν και πιο αρχικού επιπέδου ακόμη) μπορούσαν καλύτερα να διακρίνουν ανάμεσα στην πραγματικότητα και την εμφάνιση και να λάβουν υπόψη τους τις πολλαπλές ερμηνείες ενός ίδιου φαινομένου. Μάλιστα, είχαν αρχίσει και να εκφράζουν πιο ρητά την κατανόηση αυτή και να τεκμηριώνουν σε αρκετές περιπτώσεις την κατανόηση αυτή.

Το πιο σημαντικό επίτευγμα που φάνηκε να χαρακτηρίζει και τα τρία πεδία είναι η κατανόηση ότι οι αναπαραστάσεις μας για τον κόσμο είναι αυτές που καθορίζουν τις πράξεις μας και όχι ο ίδιος ο κόσμος. Στο πεδίο της Θεωρίας του Νου αυτό που αναπτύσσεται είναι η αναπαραστασιακή πλευρά της πεποίθησης, στο πεδίο της Προσωπικής Επιστημολογίας είναι η κατανόηση της αβέβαιης και μη απόλυτης γνώσης που δεν βασίζεται στην απλή παρατήρηση του εξωτερικού κόσμου αλλά κατασκευάζεται από την ανθρώπινη σκέψη, και στο πεδίο της Θεωρίας μας για το Φυσικό Κόσμο, η κατανόηση ότι μπορεί να υπάρξουν διαφορετικές αναπαραστάσεις της ίδιας εξωτερικής πραγματικότητας και μπορούμε να μεταβαίνουμε από τη μια αναπαράσταση στην άλλη.

Κοινή συνισταμένη και στα τρία πεδία μπορεί να αποτελεί η ανάπτυξη μιας μετα-αναπαραστασιακής ικανότητας, της ικανότητας δηλαδή των παιδιών να σκέφτονται πάνω σε δευτερογενείς αναπαραστάσεις και να κατανοούν ότι οι αναπαραστάσεις δεν είναι μια απλή αντιγραφή του κόσμου, αλλά προχωρούν πέρα από άμεσες παρατηρήσεις. Η μετάβαση από απλές, πρωτογενείς αναπαραστάσεις για τον κόσμο (που αντιπροσωπεύουν την απόλυτη και μοναδική αλήθεια και είναι αιτιακά συνδεδεμένες με την εξωτερική πραγματικότητα) σε μετα-αναπαραστάσεις (όπου το παιδί στοχάζεται πάνω στα νοητικά του μοντέλα) απαιτεί μεταγνωσιακές διαδικασίες που καθιστούν το άτομο ικανό να χειριστεί τη γνώση του και τις αναπαραστάσεις του για τον κόσμο (Perner, 1991).

Αυτού του είδους η μετάβαση μπορεί να σχετίζεται και με τη διαδικασία «αναπαραστασιακής αναπεριγραφής» που υποστηρίζεται από την Karmiloff-Smith (1992) και που έχουμε ήδη παρουσιάσει στην πρώτη ενότητα της διατριβής αυτής.



Καθώς τα παιδιά αναθεωρούν τις αρχικές τους αναπαραστάσεις και σκέφτονται για αυτές με έναν πιο ρητό τρόπο, αρχίζουν να σκέφτονται για τις διαφορετικές ερμηνείες του κόσμου μας και να κατανοούν την αβέβαιη και εξαρτημένη από το πλαίσιο φύση της γνώσης.

Τα τρία πεδία που μελετήθηκαν, όπως έχει ήδη αναφερθεί, διερευνήθηκαν κάτω από την ομπρέλα μιας μεταγνωσιακής, μετα-αναπαραστασιακής ικανότητας που μας βοηθά να στοχαζόμαστε πάνω στις πεποιθήσεις μας για τον κόσμο. Με βάση τα παραπάνω θα μπορούσαμε να επεκτείνουμε το προτεινόμενο θεωρητικό μας μοντέλο ενσωματώνοντας και την έννοια της επιστημικής μεταγνώσης, η οποία αναφέρεται στη «γνώση μας για τη γνώση», στη φύση της γνώσης και στα κριτήρια που πρέπει να ισχύουν προκειμένου οι πεποιθήσεις μας να χαρακτηρίζονται ως γνώση.

Στο θεωρητικό μας μοντέλο, η επιστημική μεταγνώση θα μπορούσε να αποτελεί ένα στοιχείο που να χαρακτηρίζει και τα τρία πεδία και που θα οδηγεί το άτομο να στοχαστεί πάνω στις διαστάσεις που αφορούν στη φύση της γνώσης (απλότητα και βεβαιότητα) και στη φύση της διαδικασίας του γινώσκειν (πηγή και τεκμηρίωση γνώσης) και στα τρία πεδία. Είναι πιθανό να εμφανίζεται μετά την ανάπτυξη της Θεωρίας του Νου (όπως υποστηρίζουν και οι Burr & Hofer, 2002) και να συνεχίζει να αναπτύσσεται κατά τη διάρκεια των σχολικών χρόνων. Η επιστημική μεταγνώση θα μπορούσε να είναι γενικού πεδίου, που όμως αναπτύσσεται παράλληλα διαφορετικά μέσα σε κάθε πεδίο. Έτσι είναι πιθανό τα παιδιά να μπορούν να επιδείξουν κάποιο πιο εκλεπτυσμένο είδος επιστημικής μεταγνώσης στο πεδίο της Θεωρίας του Νου (το οποίο μπορεί όμως να συνεχίζει να αναπτύσσεται), αλλά όχι ακόμη στο πεδίο της Θεωρίας τους για το Φυσικό Κόσμο, όπου απαιτείται και επίλυση του οντολογικού προβλήματος και απόκτηση πιο εξειδικευμένης επιστημονικής γνώσης. Η ανάπτυξη της επιστημικής μεταγνώσης σε κάποιο πεδίο είναι πιθανό να πυροδοτεί αλλαγές και σε άλλα πεδία, χωρίς βέβαια να σημαίνει ότι αν τα παιδιά βρίσκονται σε ένα πιο εκλεπτυσμένο επίπεδο σε κάποιο πεδίο θα αναπτύξουν ταυτόχρονα και επιστημική μεταγνώση σε ένα άλλο πεδίο, αλλά μάλλον ο ρόλος θα είναι διευκολυντικός.

Η ανάπτυξη γενικού πεδίου πιθανό να αναφέρεται γενικότερα στην ανάπτυξη της επίγνωσης ότι η γνώση κατασκευάζεται από τον ανθρώπινο νου και διακρίνεται από αβεβαιότητα και ότι η πραγματικότητα δεν είναι άμεσα γνωστή. Το άτομο πρέπει να στοχαστεί σε ερωτήματα του τύπου «πόσο βέβαιος μπορώ να είμαι για τη γνώση που έχω», «πόσο συγκεκριμένη μπορεί να είναι η γνώση μου», «πώς μπορώ να ερμηνεύσω αντικρουόμενους ισχυρισμοί γνώσης», «ποια επιστημικά κριτήρια πρέπει να θέσω για να αποφασίσω για τον καλύτερο ισχυρισμό». Πιο εξειδικευμένη ανάπτυξη ανά πεδίο,

για παράδειγμα στο πεδίο της Θεωρίας μας για το φυσικό κόσμο, είναι πιθανό να αναφέρεται στην επίγνωση των διαφορών ανάμεσα στον υποκειμενικό κόσμο που μαθαίνει και στην αντικειμενική πραγματικότητα καθώς και στην αναγνώριση των διαφορών ανάμεσα στην επιστημονικά αποδεκτή γνώση και στη γνώση που πηγάζει από τη διαισθητική μας εμπειρία. Έτσι σε αυτό το πεδίο το άτομο θα μπορεί να κάνει την επιστημολογική διάκριση ανάμεσα σε αυτό που «πραγματικά είναι» και σε αυτό που «φαίνεται στα μάτια μας», να συλλάβει δηλαδή της διαφορετικές ερμηνείες για μια κατάσταση στον κόσμο και να μπορεί να μεταβαίνει από τη μια ερμηνεία-αναπαράσταση στην άλλη. Η ανάπτυξη της επιστημικής μεταγνώσης σε ένα πεδίο για το Φυσικό κόσμο που αναφέρεται σε γεγονότα είναι πιθανό να είναι και πιο δύσκολη γιατί το άτομο θα πρέπει να αποδεχτεί την ύπαρξη αντικρουόμενων ισχυρισμών που μπορεί να έχουν κάποιο βαθμό αλήθειας και να αναπτύξει κριτήρια αξιολόγησης αυτών, αλλά θα πρέπει παράλληλα να επιλύσει και οντολογικά προβλήματα. Σε αντίθεση, η ανάπτυξη της επιστημικής μεταγνώσης σε ένα πεδίο όπως αυτό της Θεωρίας του Νου είναι πιθανό να συντελείται νωρίτερα, γιατί το άτομο θα πρέπει μόνο να αναγνωρίσει ότι διαφορετικοί άνθρωποι μπορούν να έχουν διαφορετικές πεποιθήσεις για το ίδιο αντικείμενο ή την ίδια κατάσταση στον κόσμο. Έτσι το ίδιο άτομο είναι πιθανό να σκέφτεται διαφορετικά για παράδειγμα σε σχέση με τις πηγές της γνώσης σε ένα πλαίσιο που αναφέρεται στον φυσικό κόσμο, σε σχέση με ένα πλαίσιο που αναφέρεται στον κοινωνικό κόσμο (Hofer, 2000).

## ΜΕΡΟΣ 3<sup>ο</sup>

### Αναγνωρίζοντας Διαφορετικές Οπτικές.....

#### Ένα Εκπαιδευτικό Πρόγραμμα για μαθητές του Δημοτικού Σχολείου.

#### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Πολλοί ερευνητές αναγνωρίζουν ότι η μάθηση στις φυσικές επιστήμες βασίζεται σε σημαντικό βαθμό στην ικανότητα των παιδιών να διαμορφώνουν και να χειρίζονται με ευελιξία διαφορετικές αναπαραστάσεις μιας ίδιας κατάστασης ανάλογα με το υπάρχον πλαίσιο αναφοράς (Poza, Gomez & Sanz, 1999. Spada, 1994. Vosniadou, Vamvakoussi & Skopeliti, 2008). Όμως, αν και κατά τη διαδικασία μάθησης στις φυσικές επιστήμες τα παιδιά μαθαίνουν να χρησιμοποιούν επιστημονικές αναπαραστάσεις μέσα στο σχολικό πλαίσιο και συνεχίζουν να χρησιμοποιούν τις φαινομενικές τους αναπαραστάσεις στην καθημερινότητά τους, δεν κατανοούν ακόμη το πώς αυτές οι αναπαραστάσεις συνδέονται μεταξύ τους (Vosniadou, 2003). Η υπόθεση ότι τα μικρά παιδιά χρησιμοποιούν αυθόρμητα πολλαπλές αναπαραστάσεις με έναν συστηματικό, λογικό τρόπο, δεν φαίνεται να επιβεβαιώνεται από τα αποτελέσματα των μελετών μας.

Οι διδακτικές μέθοδοι που θα βοηθούσαν τα παιδιά να αποκτήσουν αυτή τη σημαντική μετα-αναπαραστασιακή ικανότητα και γνωστική ευελιξία δεν έχουν αναπτυχθεί ακόμη σε μεγάλο βαθμό. Οι έρευνες που παρουσιάσαμε στην προηγούμενη ενότητα δείχνουν ότι τα πρώτα βήματα προς αυτή την κατεύθυνση συντελούνται στο πεδίο της Θεωρίας του Νου, στην ικανότητα δηλαδή των παιδιών να σκέφτονται για τις διαφορές ανάμεσα στις πεποιθήσεις τους και τις πεποιθήσεις των άλλων στον κοινωνικό χώρο. Το ενδιαφέρον μας λοιπόν εστιάστηκε στο πώς μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τα αποτελέσματα των προηγούμενων ερευνών μας προκειμένου να σχεδιάσουμε ένα εκπαιδευτικό πρόγραμμα που να προωθεί τόσο την ανάπτυξη μιας πιο εκλεπτυσμένης Προσωπικής Επιστημολογίας όσο και την ενίσχυση της ικανότητας στοχασμού πάνω σε διαφορετικές πεποιθήσεις και οπτικές και της κατανόησης του τρόπου που αυτές οι οπτικές μπορεί να επηρεάζουν την ερμηνεία των εμπειριών μας.

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι να διερευνήσουμε πώς η εφαρμογή ενός εκπαιδευτικού προγράμματος όπου ενθαρρύνεται η αναζήτηση πολλαπλών οπτικών στα τρία πεδία γνώσης, βοηθά τους μαθητές να αναπτύξουν κριτική σκέψη, έλεγχο των αναπαραστάσεών τους και κατανόηση του κατασκευάσιμου χαρακτήρα της γνώσης. Ειδικότερα, σκοπός ήταν να παρέχουμε ευκαιρίες στους μαθητές να εργαστούν σε τρία επίπεδα. Σε ένα αρχικό επίπεδο προωθείται η αναζήτηση πολλαπλών οπτικών στο πεδίο

του κοινωνικού κόσμου, σε ένα δεύτερο επίπεδο «χτίζουμε» πιο εκλεπτυσμένες επιστημικές πεποιθήσεις πάνω στην κατανόηση αυτή και σε ένα τρίτο επίπεδο χρησιμοποιούμε την παραπάνω γνώση προκειμένου να διευκολύνουμε την εννοιολογική αλλαγή στο χώρο των φυσικών επιστημών.

Η υπόθεσή μας είναι ότι, εάν ενισχύσουμε την ικανότητα Θεωρίας του Νου των παιδιών και τα βοηθήσουμε να κατανοήσουν ότι καθένας μας κατασκευάζει το δικό του ατομικό νόημα, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε αυτή τη γνώση προκειμένου να αναπτύξουμε περισσότερο την επιστημολογική τους κατανόηση αναφορικά με την αβέβαιη φύση της γνώσης. Περαιτέρω υποθέτουμε ότι μια πιο εκλεπτυσμένη Προσωπική Επιστημολογία, όπου τα παιδιά κατανοούν ότι διαφορετικοί ισχυρισμοί μπορούν να συγκριθούν και να αξιολογηθούν σύμφωνα με συγκεκριμένα κριτήρια (π.χ. δύναμη επιχειρήματος και είδος εμπειρικής τεκμηρίωσης), μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να βοηθήσει τα παιδιά να αναγνωρίσουν ότι μπορεί να υπάρχουν περισσότερες από μια αναπαραστάσεις για μια ίδια κατάσταση στον κόσμο.

Προκειμένου να εξεταστούν οι παραπάνω υποθέσεις προχωρήσαμε στο σχεδιασμό ενός πειραματικού προγράμματος εκπαίδευσης. Σε μαθητές της 5<sup>ης</sup> τάξης δόθηκαν ευκαιρίες να στοχαστούν πάνω σε διαφορετικές οπτικές των πραγμάτων, τόσο στον κοινωνικό, όσο και στο φυσικό κόσμο και να προχωρήσουν πέρα από μια μονοδιάστατη θεώρηση των πραγμάτων στον κόσμο. Με την παροχή τέτοιων ευκαιριών οι μαθητές έρχονται αντιμέτωποι με καταστάσεις όπου πρέπει να στοχαστούν πάνω σε πολλαπλές οπτικές, σε διαφορετικές αναπαραστάσεις του εξωτερικού κόσμου, αποκτούν επίγνωση αυτών και του πώς μπορεί να αλλάξουν. Αυτή είναι μια γενικού πεδίου οπτική που διακατέχει όλο το εκπαιδευτικό πρόγραμμα, αλλά ταυτόχρονα εξειδικεύεται ανά πεδίο.

Ειδικότερα, στο πεδίο Θεωρίας του Νου σκοπός ήταν να κατανοήσουν οι μαθητές την ύπαρξη διαφορετικών πεποιθήσεων και να στοχαστούν πάνω στις διαφορετικές πηγές γνώσης που μπορεί να έχει ο καθένας και στο πώς μπορεί να επηρεάσουν την κατασκευή της γνώσης. Στο πεδίο της Προσωπικής Επιστημολογίας οι διδακτικές παρεμβάσεις στόχευαν στο να είναι πιο αποτελεσματικοί οι μαθητές στη δημιουργία επιχειρημάτων, στην αξιολόγηση των εμπειρικών δεδομένων και στη χρήση επιστημονικών κριτηρίων για την αξιολόγηση της αξιοπιστίας ενός επιστημονικού επιχειρήματος, στο συντονισμό δηλαδή θεωρίας και αποδείξεων και στην κατανόηση του αβέβαιου χαρακτήρα της γνώσης. Τέλος, στο πεδίο της θεωρίας για το φυσικό κόσμο, στόχος ήταν οι μαθητές να κατανοήσουν και να συλλογιστούν με βάση επιστημονικές εξηγήσεις φαινομένων που βασίζονται σε εννοιολογικά μοντέλα,

αναγνωρίζοντας τις διαφορές ανάμεσα στα μοντέλα που βασίζονται στις αντιληπτικές μας εμπειρίες και στις επιστημονικές εξηγήσεις που μαθαίνουμε.

Αναμένουμε ότι οι μαθητές που θα εκτεθούν σε ένα τέτοιο περιβάλλον όπου θα αναγνωρίζουν την ατομική κατασκευή του νοήματος και θα θεσπίζουν επιστημικά κριτήρια προκειμένου να αξιολογούν διαφορετικούς ισχυρισμούς και μοντέλα για ίδιες καταστάσεις στον κόσμο, θα μπορούν πιο εύκολα να αναγνωρίζουν καταστάσεις στο φυσικό κόσμο όπου θα πρέπει να στοχαστούν πάνω σε αντιφατικές ερμηνείες ίδιων φαινομένων, αυτές που βασίζονται στη διαισθητική θεώρηση του κόσμου και αυτές που προτείνονται από την επιστημονική κοινότητα. Αναμένουμε έτσι καλύτερη επίδοση των μαθητών που θα συμμετάσχουν στο εκπαιδευτικό πρόγραμμα σε δοκιμασίες του φυσικού κόσμου όπου πρέπει να συλλογιστούν πάνω σε τέτοιες αντιφατικές συλλήψεις της πραγματικότητας σε σχέση με τους μαθητές που θα εκτεθούν στον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας.

Στη συνέχεια θα παρουσιαστούν τα εμπειρικά δεδομένα από διάφορες έρευνες για την εκπαίδευση σε κάθε πεδίο χωριστά και θα παρουσιαστεί το συγκεκριμένο εκπαιδευτικό πρόγραμμα πιο αναλυτικά.

### Η ανάπτυξη Κοινωνικών Δεξιοτήτων στο πλαίσιο της Θεωρίας του Νου: Εκπαιδευτικά προγράμματα

Ένα από τα ερωτήματα που απασχόλησε διάφορους ερευνητές ήταν κατά πόσο η εκπαίδευση στη Θεωρία του Νου θα μπορούσε να αποδειχτεί ένα πολύτιμο εργαλείο που θα βελτίωνε την ακαδημαϊκή επίδοση των παιδιών.

Οι Chen, Rubin & Li (1997), σε μια αναπτυξιακή μελέτη με κινέζους μαθητές ηλικίας 10 και 12 ετών, βρήκαν ότι οι κοινωνικές δεξιότητες των παιδιών (όπως κοινωνική ικανότητα, ηγετικός ρόλος, αποδοχή από συμμαθητές) συνεισέφεραν σημαντικά στην ακαδημαϊκή επίδοση. Οι Malecki & Elliot (2002) διερεύνησαν τις σχέσεις ανάμεσα στις κοινωνικές δεξιότητες, τα προβλήματα συμπεριφοράς, την ακαδημαϊκή ικανότητα και την ακαδημαϊκή επίδοση μαθητών του δημοτικού σχολείου. Τα αποτελέσματα των ερευνών τους έδειξαν ότι οι κοινωνικές δεξιότητες αποτελούν καλό προβλεπτικό παράγοντα για τη μελλοντική ακαδημαϊκή επίδοση των μαθητών.

Άλλοι ερευνητές τόνισαν την πολύπλοκη σχέση ανάμεσα στη Θεωρία του Νου και στις διδακτικές μεθόδους που κάποιος χρησιμοποιεί. Οι Strauss, Ziv & Stein (2002) υποστήριξαν ότι η διδασκαλία είναι μια καθολική γνωστική διαδικασία που εμφανίζεται νωρίς στη ζωή του ατόμου και η Θεωρία του Νου αποτελεί μια σημαντική γνωστική προϋπόθεση για αυτή. Σε μια μελέτη τους με παιδιά ηλικίας 3 και 5 ετών

ερευνήσαν τις σχέσεις ανάμεσα στη Θεωρία του Νου και στη διδασκαλία. Στην έρευνα αυτή αρχικά παρουσιάζονταν στα παιδιά έργα Θεωρίας του Νου που σχετίζονταν με τη διδασκαλία. Για παράδειγμα, σε ένα έργο άκουγαν για ένα δάσκαλο που πίστευε ότι ένας μαθητής του ήξερε να διαβάζει. Στην πραγματικότητα όμως ο μαθητής δεν ήξερε να διαβάζει. Τα παιδιά ρωτούνταν αν πίστευαν ότι ο δάσκαλος θα δίδασκε στο μαθητή πώς να διαβάζει. Μετά την ενασχόλησή τους με παρόμοια έργα, τα παιδιά έπρεπε να διδάξουν σε συνομήλικους τους ένα παιχνίδι που μόλις είχαν μάθει α) εξηγώντας τους κανόνες και β) παίζοντας το παιχνίδι με το συνομήλικό τους μαθητευόμενο. Στο τέλος κάθε παιδί-δάσκαλος έπρεπε να απαντήσει σε δυο ερωτήσεις α) πώς δίδαξες το φίλο σου πώς να παίζει και β) πώς ξέρεις ότι ο φίλος σου έμαθε να παίζει το παιχνίδι. Τα μεγαλύτερα παιδιά, που έδειξαν μια πιο καλή επίδοση στα έργα Θεωρίας του Νου (π.χ. απαντώντας στην ερώτηση πεποίθησης λαμβάνοντας υπόψη την πεποίθηση του δασκάλου), χρησιμοποιούσαν περισσότερες λεκτικές εξηγήσεις κατά τη διδασκαλία από τα μικρότερα παιδιά που χρησιμοποιούσαν κυρίως την επίδειξη. Επίσης τα 5χρονα έδειξαν να ανταποκρίνονται στις πράξεις του μαθητευόμενου με το να του επαναλαμβάνουν λεκτικά ή να του υπενθυμίζουν τους κανόνες που πριν του είχαν εξηγήσει και ρωτούσαν επίσης τους μαθητευόμενους αν είχαν κατανοήσει τι έπρεπε να κάνουν για να παίξουν το παιχνίδι. Επίσης, τα μεγαλύτερα παιδιά έλεγαν ότι είχαν χρησιμοποιήσει εξηγήσεις κατά τη διδασκαλία τους και αναφέρονταν στη συμπεριφορά του μαθητευόμενου για να αποδείξουν αν είχε μάθει ή όχι να παίζει το παιχνίδι. Φάνηκε λοιπόν ότι η επίδοση των παιδιών στα έργα Θεωρίας του Νου συσχετιζόταν σημαντικά με τις διδακτικές στρατηγικές που επέλεξαν να χρησιμοποιήσουν (δες επίσης Davis-Unger & Carlson, 2008). Οι Wellman & Lagattuta (2004) υποστήριξαν επίσης ότι οι ψυχολογικές εξηγήσεις (οι εξηγήσεις που παρέχει κάποιος για τις πράξεις του θεωρώντας τις ως αιτίες και συνέπειες των νοητικών του καταστάσεων) είναι στο κέντρο της αναπτυσσόμενης Θεωρίας του Νου, αλλά είναι εξίσου μεγάλης σπουδαιότητας και για τη μάθηση και τη διδασκαλία γενικότερα. Το να εξηγεί κανείς το συλλογισμό κάποιου άλλου αποτελεί κοινό έδαφος και για τη Θεωρία του Νου και για τη διδασκαλία.

Στη βιβλιογραφία επίσης συναντάμε ένα μεγάλο αριθμό ερευνών όπου γίνεται μια προσπάθεια εκπαίδευσης των παιδιών (κανονικών πληθυσμών, αλλά και παιδιών με αυτισμό) σε κοινωνικές δεξιότητες της Θεωρίας του Νου. Αν και οι Flavell, Green & Flavell (1986) και οι Taylor & Hort (1990) υποστήριξαν ότι η διδασκαλία σε θέματα διάκρισης εμφάνισης-πραγματικότητας δεν οδήγησε σε βελτίωση της επίδοσης των παιδιών σε έργα Θεωρίας του Νου, άλλες έρευνες έδειξαν διαφορετικά αποτελέσματα.

Οι Appleton & Reddy (1996) ανέπτυξαν ένα εκπαιδευτικό πρόγραμμα διάρκειας 2 εβδομάδων, όπου εκπαίδευσαν επιτυχώς παιδιά 3 ετών προκειμένου να πετύχουν στο κλασικό έργο αναγνώρισης λανθασμένης πεποιθήσης. Τα παιδιά παρακολουθούσαν όλο το χρονικό διάστημα σύντομα βίντεο σχετικά με καταστάσεις απρόσμενης μετακίνησης ενός αντικειμένου και στη συνέχεια εμπλέκονταν σε συζητήσεις όπου εξηγούνταν οι σκέψεις και οι πράξεις των πρωταγωνιστών. Στις δοκιμασίες μεταελέγχου που ακολούθησαν τα παιδιά αυτά είχαν καλύτερη επίδοση σε έργα Θεωρίας του Νου σε σχέση με παιδιά που δεν έλαβαν αντίστοιχη εκπαίδευση.

Οι Slaughter & Gopnik (1996) εκπαίδευσαν επίσης μια ομάδα τρίχρονων στην έννοια της πεποιθήσης και μια ομάδα τρίχρονων στις έννοιες της αντίληψης και επιθυμίας που θεωρήθηκαν σχετιζόμενες έννοιες με αυτήν της πεποιθήσης. Και στις δυο περιπτώσεις, η διάρκεια δυο εβδομάδων εκπαίδευση των παιδιών οδήγησε σε βελτίωση της απόδοσής τους σε ένα έργο αναγνώρισης λανθασμένης πεποιθήσης. Επίσης φάνηκε μεταφορά της γνώσης αυτής και σε άλλα έργα Θεωρίας του Νου, όπως στο έργο διάκρισης εμφάνισης-πραγματικότητας, στο έργο υποκειμενικής πιθανότητας και στο έργο που σχετίζεται με τις πηγές της γνώσης κάποιου.

Αντίστοιχες προσπάθειες έγιναν κι από άλλους ερευνητές (δες Kloo & Perner (2008) για εκτενέστερη αναφορά). Στα εκπαιδευτικά αυτά προγράμματα, τα παιδιά στοχάζονταν πάνω σε έργα αναγνώρισης λανθασμένης πεποιθήσης, λάμβαναν εξηγήσεις για τη συμπεριφορά των πρωταγωνιστών και ανατροφοδότηση για τις απαντήσεις τους, κάτι που φάνηκε να συνεισφέρει σημαντικά στη βελτίωση της απόδοσής τους σε έργα Θεωρίας του Νου. Οι Kloo & Perner (2008) συνοψίζοντας τα αποτελέσματα των σχετικών ερευνών, τονίζουν τη σπουδαιότητα συγκεκριμένων μεθοδολογικών παραγόντων στα προγράμματα εκπαίδευσης στη Θεωρία του Νου. Υποστηρίζουν ότι χρειάζεται χρόνος προκειμένου τα παιδιά να κατανοήσουν και να καταφέρουν να ενσωματώσουν τις νέες πληροφορίες και σίγουρα μια μόνο διδακτική παρέμβαση δεν είναι αρκετή. Επίσης, στις περισσότερες περιπτώσεις φάνηκε να συντελείται μεταφορά γνώσης και σε άλλες περιοχές της Θεωρίας του Νου για τις οποίες τα παιδιά δεν είχαν λάβει εκπαίδευση. Τέλος, η παροχή εξηγήσεων για τις σωστές απαντήσεις και η συνεχής ανατροφοδότηση συνέβαλαν σημαντικά στην κατανόηση. Ιδιαίτερη σημασία δόθηκε σε αυτές τις μεθοδολογικές επισημάνσεις και κατά τη διαμόρφωση του συγκεκριμένου εκπαιδευτικού προγράμματος που θα παρουσιαστεί αργότερα.

Οι Greenberg, Kusche & Cook (1991) σχεδίασαν επίσης ένα ενδιαφέρον αναλυτικό πρόγραμμα που σκοπό είχε την προώθηση εναλλακτικών στρατηγικών

σκέψης (Promoting Alternative Thinking Strategies *PATHS* Curriculum). Μαθητές της 1<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> τάξης του δημοτικού εκπαιδεύτηκαν σε μια ποικιλία θεμάτων που σχετίζονταν με την έκφραση, την κατανόηση και τον έλεγχο συναισθημάτων, για τρεις ημέρες την εβδομάδα, για 7 μήνες. Με μικρές διαφοροποιήσεις το πρόγραμμα αυτό χρησιμοποιήθηκε και σε ειδικές τάξεις. Η εκπαίδευση βοήθησε τους μαθητές να χρησιμοποιούν στρατηγικές αυτοελέγχου (“stop and calm now”) και να αναγνωρίζουν λεκτικά συναισθήματα, προκειμένου να μπορούν να τα διαχειριστούν. Σε μεταγενέστερη έρευνά τους (Greenberg, Kusche, Cook & Quamma, 1995) εφήρμοσαν το παραπάνω πρόγραμμα σε παιδιά 2<sup>ης</sup> και 3<sup>ης</sup> τάξης ολόκληρη τη σχολική χρονιά. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η παρέμβαση αυτή είχε θετική επίδραση και για τον κανονικό πληθυσμό και για παιδιά με ειδικές ανάγκες, μια και τα παιδιά βελτίωσαν το εύρος του λεξιλογίου που χρησιμοποιούσαν για να εκφράζουν συναισθήματα, τον τρόπο διαχείρισης συναισθημάτων καθώς και την αναπτυσσόμενη κατανόησή τους για διάφορες πλευρές των συναισθημάτων. Αντίστοιχα θετικά αποτελέσματα είχαν και μεταγενέστερες εφαρμογές του προγράμματος (Riggs, Greenberg, Kusche & Pentz, 2006).

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν επίσης τα εκπαιδευτικά προγράμματα που έχουν διαμορφωθεί για παιδιά με αυτισμό. Τα παιδιά με αυτισμό έχουν συγκεκριμένες δυσκολίες να κατανοήσουν πολύπλοκες νοητικές καταστάσεις και έχει φανεί ότι η εκπαίδευσή τους στη Θεωρία του Νου μπορεί να τα βοηθήσει προς αυτή την κατεύθυνση.

Οι Swettenham, Baron-Cohen, Gomez & Walsh (1996) και οι McGregor, Whiten & Blackburn (1998) εισήγαγαν την τεχνική «των φωτογραφιών στο κεφάλι» προκειμένου να βοηθήσουν τα αυτιστικά παιδιά να κατανοήσουν περιπτώσεις απόδοσης λανθασμένων πεποιθήσεων. Σύμφωνα με την τεχνική αυτή το παιδί ενημερώνεται ότι όταν ένα άτομο κοιτάει κάτι, τότε δημιουργείται ένα είδος φωτογραφίας στο κεφάλι του και ταυτόχρονα βλέπει μια φωτογραφία μέσα στο κεφάλι μιας κούκλας. Και στις δυο έρευνες η χρήση της στρατηγικής αυτής φάνηκε να βοηθάει τα αυτιστικά παιδιά να επιτύχουν σε έργα αναγνώρισης λανθασμένων πεποιθήσεων.

Οι Fisher & Harpe (2005) χρησιμοποίησαν την ίδια τεχνική κατά την εκπαίδευση αυτιστικών παιδιών 6-15 ετών, τόσο σε θέματα Θεωρίας του Νου όσο και σε θέματα εκτελεστικού ελέγχου, εξετάζοντας τη σχέση ανάμεσα σε αυτούς τους δυο χώρους. Εδώ, θα αναφερθούμε μόνο στο πρόγραμμα εκπαίδευσης στη Θεωρία του Νου. Δέκα παιδιά εκπαιδεύτηκαν σε ατομική βάση για 4-10 ημέρες και η κάθε παρέμβαση διήρκεσε 25 λεπτά περίπου, όπου έπρεπε να σκεφτούν τις πεποιθήσεις ως



«φωτογραφίες στο κεφάλι». Η αναφορά στις φωτογραφίες γινόταν ως «εικόνες σκέψης» και ήταν ρητή η σύνδεσή τους με τις νοητικές καταστάσεις καθόλη τη διάρκεια της εκπαίδευσης. Όλα τα παιδιά παρουσίασαν σημαντική βελτίωση σε έργα Θεωρίας του Νου στο τέλος της εκπαίδευσής τους.

Οι Wellman, Baron-Cohen, Caswell, Gomez, Swettenham, Toye & Lagattuta (2002) επέκτειναν τη στρατηγική αυτή και χρησιμοποίησαν τα «σύννεφα σκέψης (thought bubbles)» ως ένα μηχανισμό αναπαράστασης νοητικών καταστάσεων. Πραγματοποιήθηκαν 5 παρεμβάσεις διάρκειας 30 λεπτών η καθεμία. Αρχικά γινόταν μια εισαγωγή στην έννοια «σύννεφο σκέψης» και στη συνέχεια γινόταν εκπαίδευση σε θέματα α) σκέψης για αντικείμενα εκτός οπτικού πεδίου που παρέμεναν ως είχαν, β) σκέψης για αντικείμενα εκτός οπτικού πεδίου που άλλαζαν, γ) σκέψεις για κρυμμένα αντικείμενα που δεν μετακινούνταν, και δ) σκέψης για κρυμμένα αντικείμενα που μετακινούνταν και λανθασμένες πεποιθήσεις. Τα αυτιστικά παιδιά (ηλικίας 8-18 ετών) που δέχτηκαν τέτοιου είδους εκπαίδευση έδειξαν σημαντική βελτίωση σε ποικίλα έργα Θεωρίας του Νου.

Κατά το σχεδιασμό του πειραματικού εκπαιδευτικού προγράμματος που θα παρουσιάσουμε στη συνέχεια βασιστήκαμε σε διάφορες τεχνικές όπως αυτές που παρουσιάστηκαν παραπάνω και προσπαθήσαμε να ενισχύσουμε την ικανότητα Θεωρίας του Νου των παιδιών, όπως θα συζητήσουμε στη συνέχεια.

### Η ανάπτυξη Επιστημικών Πεποιθήσεων και Δεξιοτήτων Επιχειρηματολογίας στο κέντρο της Εννοιολογικής Αλλαγής.

Οι επιστημικές πεποιθήσεις ανακλούν τις προσωπικές απόψεις καθενός για τη φύση της γνώσης, για τους τρόπους απόκτησης και κατασκευής γνώσης και για το βαθμό βεβαιότητας της γνώσης που αποκτάμε. Ένα ερώτημα που απασχόλησε πολλούς ερευνητές είναι το πώς αυτές οι πεποιθήσεις επηρεάζουν την ακαδημαϊκή επίδοση του ατόμου.

Ο Ryan (1984) ήταν από τους πρώτους ερευνητές που διερεύνησε τη σχέση ανάμεσα στο επιστημικό επίπεδο των μαθητών (δυϊσμός ή σχετικισμός) και στις στρατηγικές επεξεργασίας πληροφοριών που χρησιμοποιούσαν. Σε αντίθεση με τους μαθητές που βρίσκονταν στο δυϊστικό επιστημικό επίπεδο, οι μαθητές που βρίσκονταν στο σχετικιστικό επιστημικό επίπεδο ήταν πιο πιθανό να χρησιμοποιήσουν υψηλού επιπέδου στρατηγικές κατανόησης και να μην ανακαλέσουν απλά γεγονότα από τα κείμενα, αλλά να μπορούν να τα εφαρμόσουν και σε άλλες καταστάσεις.

Έχει φανεί επίσης, ότι οι μαθητές που πιστεύουν στην πολυπλοκότητα της γνώσης, είναι πιο πιθανό να αναγνωρίσουν και να λάβουν υπόψη τους πολλαπλές οπτικές, να έχουν πιο εύκαμπτη σκέψη, και να αναγνωρίζουν ότι αυτό που πιστεύουν σήμερα μπορεί να αλλάξει αύριο (Schommer-Aikins & Hutter, 2002). Το επιστημικό προφίλ του ατόμου έχει βρεθεί επίσης, ότι συσχετίζεται θετικά με δεξιότητες πολύ σημαντικές για τη μάθηση, όπως ο αυτοέλεγχος, η κριτική σκέψη, η γνωστική ευελιξία. Τα ερευνητικά δεδομένα δείχνουν την επίδραση των επιστημικών πεποιθήσεων στο βαθμό ενεργής εμπλοκής των ατόμων στη μάθηση και στην επιμονή τους για την επίλυση δύσκολων έργων (Schoenfeld, 1988), στην κατανόηση του γραπτού λόγου (Schommer, 1990) και στην αντιμετώπιση μη-καλά δομημένων προβλημάτων (Kuhn, 1992) (για εκτενέστερη αναφορά δες Schommer, 1994; Schommer & Walker, 1997).

Για παράδειγμα, οι μαθητές που πιστεύουν στην απλή γνώση η οποία αποτελείται από μεμονωμένα γεγονότα, δυσκολεύονται να κατανοήσουν πληροφορίες σε πιο πολύπλοκα πεδία, όπως της ιατρικής (Spiro et al., 1988) όπου η τάση των φοιτητών να χρησιμοποιούν ένα τρόπο μοντελοποίησης των διαφόρων φαινομένων που αντιμετωπίζουν (π.χ. χρήση της μεταφοράς της «μηχανής») τους οδηγεί π.χ. να μην λαμβάνουν υπόψη τους εγγενείς οργανικές διαδικασίες. Οι μαθητές που θεωρούν ότι η μάθηση αποκτάται ή γρήγορα ή καθόλου και δεν εμπλέκονται ενεργά, έχουν δυσκολία στην κατανόηση κειμένου, παρέχουν υπεραπλουστευμένα συμπεράσματα και παράγουν «φτωχές» περιλήψεις (Schommer, 1990) και δυσκολεύονται επίσης να κατανοήσουν βασικά στοιχεία στατιστικής και μαθηματικά κείμενα (Schommer, Crouse & Rhodes, 1992).

Έχει επίσης μελετηθεί η επίδραση των επιστημικών πεποιθήσεων των μαθητών στην κατανόηση επιστημονικών εννοιών. Σε έρευνά τους οι Songer & Linn (1991) είδαν ότι οι μαθητές που είχαν «στατικές πεποιθήσεις» για την επιστήμη δεν μπορούσαν να αναγνωρίσουν περιπτώσεις αντιπαράθεσης στην επιστήμη και πίστευαν στην κατάκτηση της απόλυτης αλήθειας. Σε αντίθεση, οι μαθητές με «δυναμικές πεποιθήσεις» για την επιστήμη μπορούσαν να εφαρμόσουν και να τεκμηριώσουν επιστημονικές αρχές τόσο μέσα στο σχολικό πλαίσιο, όσο και σε καθημερινές συνθήκες.

Οι Qian & Alvermann (1995, 2000) μελέτησαν επίσης τη σχέση ανάμεσα στις επιστημικές πεποιθήσεις των μαθητών και στην εννοιολογική αλλαγή και διαπίστωσαν ότι οι μαθητές που πίστευαν στην απλή και βέβαιη γνώση δυσκολεύονταν περισσότερο να αλλάξουν τις επιστημονικές τους θέσεις και να οδηγηθούν στην εννοιολογική αλλαγή. Για παράδειγμα, μετά την ανάγνωση ενός ανατρεπτικού κειμένου για τη

Νευτώνεια Θεωρία, ήταν πιο απίθανο για αυτούς να εγκαταλείψουν τις αφελείς τους πεποιθήσεις για την έννοια της κίνησης. Αντίθετα, ήταν πιο πιθανό να αλλάξουν οι εννοιολογικές δομές σε μαθητές με πιο εκλεπτυσμένες πεποιθήσεις.

Η έρευνα των Carey & Smith (1993) φανερώνει ότι οι μαθητές του δημοτικού και του γυμνασίου έχουν ένα πολύ χαμηλό επιστημικό επίπεδο, όπου βασίζονται μόνο σε απλή παράθεση μεμονωμένων γεγονότων, δεν διακρίνουν ανάμεσα στη θεωρία και στα εμπειρικά δεδομένα και δεν αναγνωρίζουν το ρόλο τους κατά τον έλεγχο υποθέσεων. Σε έρευνα των Smith, Maclin, Houghton & Hennessey (2000) όμως, φάνηκε ότι οι μαθητές που διδάχτηκαν έννοιες της φυσικής με μια κονστрукτιβιστική οπτική, κατάφεραν να αναπτύξουν μια πιο εκλεπτυσμένη επιστημολογία, όπου μπορούσαν να αναγνωρίζουν τον κεντρικό ρόλο των ιδεών στη διαδικασία απόκτησης γνώσης και το είδος της νοητικής, κοινωνικής και πειραματικής δουλειάς που εμπλέκεται στην κατανόηση, στην ανάπτυξη, στον έλεγχο και στην αναθεώρηση των ιδεών.

Η Mason (2000, 2001) μελέτησε το πώς επιδρούν οι πεποιθήσεις των μαθητών για τη φύση της γνώσης όταν πρέπει να αποδεχτούν εμπειρικά δεδομένα που έρχονται σε αντίθεση με τις θεωρίες τους. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι μαθητές που πίστευαν ότι η γνώση αλλάζει και δεν είναι στάσιμη ήταν πιο πιθανό να αποδεχτούν εμπειρικά δεδομένα που ήταν σε σύγκρουση με τις αρχικές τους πεποιθήσεις και να τις αλλάξουν. Σε έρευνά τους οι Mason & Boscolo (2004) μελέτησαν επίσης, πώς επιδρά η επιστημολογική κατανόηση και το προσωπικό ενδιαφέρον μαθητών 1<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> τάξης λυκείου στην εννοιολογική κατανόηση, στην ερμηνεία μιας αντιπαράθεσης για ένα ζήτημα και στην αλλαγή των αρχικών πεποιθήσεων για το ζήτημα αυτό. Οι μαθητές διάβασαν ένα κείμενο για τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα όπου αναφέρονταν δυο αντιφατικές θέσεις και μετά έπρεπε να γράψουν τα συμπεράσματά τους και τα προσωπικά τους σχόλια και να απαντήσουν σε ερωτήσεις για το κείμενο. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι επιστημικό επίπεδο των μαθητών επηρέασε το πώς ερμήνευσαν το κείμενο, τις απαντήσεις τους στις ερωτήσεις και το βαθμό στον οποίο επικαλέστηκαν την επιστήμη όταν έγραψαν για το θέμα. Οι μαθητές που πίστευαν ότι είναι νόμιμο να υπάρχουν πολλαπλές απόψεις και ότι πρέπει να αξιολογούνται οι διαφορετικοί ισχυρισμοί γνώσης φάνηκε να είναι πιο αποτελεσματικοί κατά την αναγνώριση, τη σύγκριση και το στοχασμό για δυο αντικρουόμενες απόψεις σχετικά με το θέμα. Επίσης, οι μαθητές με πιο εκλεπτυσμένες επιστημικές απόψεις αναθεώρησαν σε ένα βαθμό κάποιες από τις πεποιθήσεις τους για το θέμα αυτό.

Οι επιστημικές πεποιθήσεις των παιδιών και το προσωπικό τους ενδιαφέρον για το θέμα ερευνήθηκαν και σε μεταγενέστερη μελέτη των Mason, Gava & Boldrin

(2008). Μαθητές της 5<sup>ης</sup> τάξης εκτέθηκαν σε δυο συνθήκες ανάγνωσης. Οι συμμετέχοντες στην πρώτη συνθήκη διάβασαν ένα ανατρεπτικό κείμενο για το φως ενώ οι συμμετέχοντες στη δεύτερη συνθήκη διάβασαν ένα παραδοσιακό κείμενο. Σε κάθε συνθήκη οι συμμετέχοντες είχαν περισσότερο ή λιγότερο εκλεπτυσμένες πεποιθήσεις για την επιστημονική γνώση (πολύπλοκη και αναπτυσσόμενη έναντι απλής και βέβαιης) καθώς και υψηλό ή χαμηλό ενδιαφέρον για το υπό ανάγνωση θέμα. Στατιστικά σημαντικές διαφορές φάνηκαν ανάμεσα στις δοκιμασίες προέλεγχου και μεταέλεγχου για τους μαθητές που είχαν διαβάσει το ανατρεπτικό κείμενο, είχαν υψηλό ενδιαφέρον για το θέμα και πιο εκλεπτυσμένες επιστημικές απόψεις.

Η επίδραση των επιστημικών πεποιθήσεων έχει φανεί και κατά την ανάπτυξη επιχειρηματολογίας (Kuhn, Cheney & Weinstock, 2000). Η Kuhn (1991) μελετώντας την ικανότητα των παιδιών και των ενηλίκων να χρησιμοποιούν τεκμηριωμένα επιχειρήματα, βρήκε ότι υπάρχει μεγάλη δυσκολία για τα άτομα να συντονίσουν και να κατασκευάσουν μια σχέση ανάμεσα στα εμπειρικά δεδομένα και στη θεωρία, βασικό χαρακτηριστικό της επιχειρηματολογίας. Αντίστοιχες έρευνες έχουν δείξει ότι στις μικρότερες ηλικίες, τα παιδιά επικεντρώνονται κυρίως στην υποστήριξη του δικού τους επιχειρήματος και δεν δίνουν την απαραίτητη σημασία στα επιχειρήματα και τους ισχυρισμούς του αντιπάλου τους (Felton & Kuhn, 2001. Kuhn & Udell, 2003). Τα άτομα που έχουν διαμορφώσει μια πιο εκλεπτυσμένη Προσωπική Επιστημολογία είναι πιο πιθανό να αξιολογήσουν τα εμπειρικά δεδομένα και να κρίνουν τους διαφορετικούς ισχυρισμούς, κάτι που είναι βασικό κατά την αξιολόγηση διαφορετικών επιχειρημάτων και εναλλακτικών οπτικών (Kuhn, 1992. Mason & Boscolo, 2004. Mason & Scirica, 2006). Σε αντίθεση οι μαθητές που πιστεύουν στην απόλυτη αλήθεια και τη βέβαιη γνώση θέτουν μη-επιστημικά κριτήρια για να κρίνουν έναν ισχυρισμό και αποδίδουν κεντρικό ρόλο στην ορθότητα ενός ισχυρισμού παρά στην ποιότητα του επιχειρήματος που υποστηρίζει τον ισχυρισμό (Goldstein, Crowell & Kuhn, 2009. Kuhn & Felton, 2000).

Προκειμένου να κατανοήσει κανείς τα επιστημικά χαρακτηριστικά των επιχειρημάτων για να αξιολογήσει τους διαφορετικούς ισχυρισμούς πρέπει να έχει φθάσει σε ένα αξιολογικό επίπεδο επιστημικής κατανόησης, όπου η γνώση αποτελείται από ισχυρισμούς που βρίσκονται υπό συνεχή κρίση. Στο αρχικό επιστημικό στάδιο όπου υπάρχει πίστη στην απόλυτη αλήθεια, η δημιουργία επιχειρημάτων δεν κρίνεται αναγκαία. Στο μετέπειτα πλουραλιστικό επιστημικό στάδιο, όλη η γνώση είναι υποκειμενική, οπότε όλες οι απόψεις είναι σωστές και δεν χρειάζονται επιχειρήματα για να υποστηρίξει κάποιος την άποψή του. Στο τελικό αξιολογικό επιστημικό επίπεδο η

κατανόηση και η εκτίμηση της αξίας του επιχειρήματος αποτελούν πολύ δυνατά εργαλεία προκειμένου να επηρεάσουμε τη σκέψη κάποιου άλλου (Kuhn & Park, 2005).

Τα άτομα που έχουν αναπτύξει τέτοιες δεξιότητες επιχειρηματολογίας θα είναι πιο ικανά να συλλογίζονται για τα εμπειρικά δεδομένα και να αξιολογούν διαφορετικούς ισχυρισμούς γνώσης για επιστημονικά ζητήματα. Όταν οι μαθητές μπορούν να στοχαστούν και να αξιολογήσουν τα εμπειρικά δεδομένα και να αποφασίσουν για την καλύτερη εξήγηση μέσα από ένα πλήθος εναλλακτικών εξηγήσεων, τότε μάλλον έχουν αρχίσει και να αποδέχονται την αβέβαιη φύση της επιστήμης (Duschl, 2000. Duschl & Osborne, 2002). Τα άτομα με πιο εκλεπτυσμένες επιστημικές πεποιθήσεις φαίνεται να επιχειρηματολογούν καλύτερα χρησιμοποιώντας τρεις αλληλοσχετιζόμενες δεξιότητες: α) δημιουργούν αιτιακά σχετιζόμενους ισχυρισμούς, β) υποστηρίζουν τους ισχυρισμούς τους με αξιόπιστα εμπειρικά δεδομένα και γ) αξιολογούν τους ισχυρισμούς τους σε σχέση με τους ισχυρισμούς των άλλων (Kuhn, 1991). Αυτό που είναι επίσης κοινό ανάμεσα στο πλαίσιο του επιστημονικού συλλογισμού και στο πλαίσιο του συλλογισμού με επιχειρήματα είναι ότι και στις δυο περιπτώσεις πρέπει καθένας να απομακρυνθεί από τις δικές του πεποιθήσεις ώστε να μπορέσει να τις αξιολογήσει σαν ένα αντικείμενο της νόησης, να σκεφτεί δηλαδή πάνω στη σκέψη του (Kuhn, 1993).

Επίσης προκειμένου να εμπλακεί κανείς στην επιχειρηματολογία χρειάζονται τόσο επιστημικές, όσο και κοινωνικές βάσεις (Osborne, Erduran & Simon, 2004). Χρειάζεται αρχικά μια επιστημική οπτική, να παρέχουμε δηλαδή στους μαθητές πρόσβαση σε πολλαπλές εξηγήσεις των φαινομένων και των εμπειρικών δεδομένων που μπορεί να αναπτυχθούν κατά την επιχειρηματολογία. Χρειάζεται επίσης και μια κοινωνική οπτική, η ανάγκη να δημιουργήσουμε ένα κοινωνικό πλαίσιο που να ενθαρρύνει το διάλογο. Μάλιστα σε αντίστοιχα προγράμματα παρέμβασης φάνηκε ότι οι μαθητές αρχίζουν να λαμβάνουν υπόψη τους το επιχείρημα κάποιου άλλου και ακόμη να δημιουργούν ένα αντίθετο επιχείρημα όταν ρητά εκπαιδεύονται να το κάνουν (Goldstein, Crowell & Kuhn, 2009. Kuhn & Udell, 2007. Nussbaum, 2003, 2005). Σε έρευνά τους οι Kuhn, Goh, Iordanou & Shaenfield (2008) χρησιμοποίησαν τρεις τεχνικές προκειμένου να βοηθήσουν τους μαθητές να αναπτύξουν μια καλύτερη μετα-επιπέδου κατανόηση των στόχων του επιχειρήματος και μια διαδικαστική δεξιότητα στο να εφαρμόζουν αυτούς τους στόχους κατά το διάλογο. Αρχικά ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να εργαστούν σε ζευγάρια. Το κάθε ζευγάρι είχε τις ίδιες απόψεις και έπρεπε να συνεργαστεί για να αντικρούσει ένα ζευγάρι με αντίθετες απόψεις. Η δεύτερη τεχνική ήταν να στοχαστούν ρητά πάνω στους διαλόγους τους, δηλαδή οι

συμμετέχοντες είχαν στη διάθεσή τους τις δικές τους συνομιλίες. Η τρίτη τεχνική ήταν η πραγματοποίηση αυτών των διαλόγων σε ένα περιβάλλον υπολογιστών με τη μέθοδο του άμεσου μηνύματος. Έτσι είχαν μπροστά τους το διάλογο ανά πάσα στιγμή και μπορούσαν να σκεφτούν πάνω σε αυτόν. Η χρήση αυτών των τεχνικών οδήγησε σε αύξηση των αντεπιχειρημάτων σε ένα μεγάλο ποσοστό των συμμετεχόντων. Οι συμμετέχοντες κέρδισαν πολλά στην επικοινωνία μετα-επιπέδου για το διάλογο, κάτι που υποδήλωνε τουλάχιστον υπονοούμενη κατανόηση των στόχων του, καθώς και στις στρατηγικές που έπρεπε να ακολουθήσουν κατά το διάλογο. Η πρόδοός τους ήταν μάλιστα έκδηλη και όταν η κοινωνική υποστήριξη του «συνέταιρου» δεν υπήρχε πια.

Η ανάπτυξη επιχειρημάτων έχει επίσης φανεί ότι μπορεί να διευκολύνει την εννοιολογική αλλαγή. Σύμφωνα με τους Driver, Newton & Osborne (2000) η εννοιολογική αλλαγή βασίζεται στην κοινωνική κατασκευή και ανακατασκευή της προσωπικής μας γνώσης μέσα από μια διαδικασία διαλογικής επιχειρηματολογίας. Σε έρευνά τους οι Nussbaum & Sinatra (2003) σχεδίασαν μια διδακτική παρέμβαση όπου ο ρόλος της επιχειρηματολογίας ήταν κεντρικός. Οι συμμετέχοντες που έπρεπε να επιχειρηματολογήσουν υπέρ της επιστημονικής εξήγησης ενός προβλήματος φυσικής βελτιώθηκαν σημαντικά στο συλλογισμό τους για το συγκεκριμένο πρόβλημα σε σχέση με τους συμμετέχοντες που επέλυσαν το πρόβλημα χωρίς να αναπτύξουν επιχειρήματα.

Η ανάπτυξη δεξιοτήτων επιχειρηματολογίας αποκτά έτσι κεντρική σημασία και στην εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες, μια και οδηγεί τα παιδιά να ερευνήσουν μια κατάσταση από πολλές οπτικές, να αποφασίσουν για τη σχέση ανάμεσα στη θεωρία τους και τα εμπειρικά δεδομένα, να ελέγξουν αν μια προτεινόμενη εξήγηση είναι σε συμφωνία ή όχι με νέες παρατηρήσεις. Προκειμένου οι μαθητές να συγκρίνουν τις εξηγήσεις τους με τις εξηγήσεις άλλων πρέπει να χρησιμοποιήσουν μια σειρά κριτηρίων που ανακλούν διαφορετικές επιστημολογίες της επιστήμης και που καθοδηγούν την κατασκευή και αξιολόγηση των εξηγήσεών τους κατά τις επιστημονικές τους διερευνήσεις.

Σύμφωνα με τους Osborne, Enduran & Simon (2004), η δημιουργία επιχειρημάτων αποτελεί ένα σημαντικό επιστημικό επίτευγμα. Η επανατοποθέτηση της επιχειρηματολογίας στο κέντρο της διαδικασίας μάθησης στις επιστήμες έχει δυο λειτουργίες: η μια είναι ευριστική, προκειμένου να εμπλέξει τους μαθητευόμενους σε ένα συντονισμό των εννοιολογικών και επιστημικών τους στόχων και η άλλη είναι να αποκαλύψει τη σκέψη τους στους εκπαιδευτικούς προκειμένου να μπορούν να την αξιολογήσουν. Τα παιδιά όμως πρέπει να διδαχτούν ρητά τη διαδικασία της επιχειρηματολογίας μέσα από κατάλληλα εκπαιδευτικά προγράμματα. Προκειμένου να

εισαχθεί η επιχειρηματολογία μέσα στη τάξη μια σειρά παιδαγωγικών στρατηγικών είναι απαραίτητη (Osborne, Enduran & Simon, 2004). Στο κέντρο αυτών των στρατηγικών βρίσκεται η αναγκαιότητα πολλαπλών ερμηνειών των φαινομένων και όχι μεμονωμένων εξηγήσεων (Monk & Osborne, 1997). Αυτό σημαίνει ότι πρέπει να δίνονται ευκαιρίες στους μαθητές να γνωρίζουν όχι μόνο την επιστημονική εξήγηση αλλά και εναλλακτικές εξηγήσεις, μια απαραίτητη προϋπόθεση για την επίλυση του επιστημολογικού προβλήματος. Όταν οι μαθητές αρχίσουν να επιχειρηματολογούν για αντικρουόμενες θεωρίες σχετικά με την ερμηνεία φαινομένων, θα αρχίσουν να σκέφτονται τα κριτήρια που πρέπει να θέτουμε για να κρίνουμε και να αξιολογούμε διαφορετικούς ισχυρισμούς εμπειρικά δεδομένα. Σημαντική είναι επίσης η δυαδική αλληλεπίδραση, η συνεργασία ανάμεσα στα μέλη μιας ομάδας και η μοντελοποίηση και καθοδήγηση στη διαδικασία επιχειρηματολογίας από έμπειρους εκπαιδευτικούς (Driver, Newton & Osborne, 2000).

Ένα ενδιαφέρον εκπαιδευτικό πρόγραμμα που στους άξονές του διαφαίνονται πολλές παράμετροι από όσες συζητήθηκαν παραπάνω και που αποδίδεται ιδιαίτερη σημασία και στη διαδικασία σύνθεσης επιχειρημάτων είναι και το Thinking Across Perspectives (TAP) που ανέπτυξε ο Clark Chinn και η ομάδα του (2003, <http://rci.rutgers.edu/~cchinn/TAPhome.html>). Το πρόγραμμα αυτό στοχεύει στη βελτίωση των δεξιοτήτων μάθησης, επίλυσης προβλημάτων και συλλογισμού και υποστηρίζεται ότι αυτές οι δεξιότητες βελτιώνονται όταν τα άτομα στοχάζονται πάνω σε διαφορετικές οπτικές. Σε όλο το πρόγραμμα αποδίδεται ιδιαίτερη σημασία στο στοχασμό πάνω στις απόψεις των άλλων, σε εναλλακτικές θεωρίες και υποθέσεις, σε αντικρουόμενες ερμηνείες των γεγονότων, σε ποικίλα επιχειρήματα και αντεπιχειρήματα για ένα ισχυρισμό, σε αντικρουόμενα εμπειρικά δεδομένα προς υποστήριξη ή διάψευση των θεωριών και των υποθέσεων.

Η σπουδαιότητα της επιστημικής κατανόησης στην εννοιολογική αλλαγή έχει τονιστεί και σε άλλα εκπαιδευτικά προγράμματα (Chinn & Malhotra 2001, 2002; Duschl, Schweingruber & Shouse 2007; Smith et al. 2000). Οι Sandoval & Reisser (2004) για παράδειγμα, σχεδίασαν ένα αναλυτικό πρόγραμμα για την εξέλιξη και τη φυσική επιλογή. Το πρόγραμμα αυτό βασίζεται στην τεχνολογία, είναι προσανατολισμένο στην έρευνα και ενσωματώνει επιστημικές και εννοιολογικές «σκαλωσιές» για την έρευνα. Τα αποτελέσματα της εφαρμογής αυτού του προγράμματος υποδηλώνουν ότι η χρήση ποικίλων επιστημικών εργαλείων (π.χ. “*Explanation Constructor*”) που βοηθούν τα παιδιά να αρθρώσουν την εννοιολογική τους κατανόηση με μια συγκεκριμένη επιστημική μορφή και ο σχεδιασμός

περιβαλλόντων μάθησης που κάνουν τους επιστημικούς στόχους ξεκάθαρους στους μαθητές φαίνεται να ενισχύουν τη διερευνητική μάθηση.

Σύμφωνα με τον Sandoval (2005) αν κάποιος κατανοεί πώς κατασκευάζεται η επιστημονική γνώση είναι πιο πιθανό να επιτύχει καλύτερη κατανόηση εννοιών του φυσικού κόσμου. Ο σχεδιασμός λοιπόν αναλυτικών προγραμμάτων και διδακτικών παρεμβάσεων που λαμβάνουν υπόψη τους όλες αυτές τις παραμέτρους στις οποίες αναφερθήκαμε παραπάνω θα διευκολύνει τη διαδικασία μάθησης στις φυσικές επιστήμες. Η διδασκαλία που δίνει έμφαση στην κατανόηση από τα παιδιά των επιστημικών κριτηρίων που πρέπει να ακολουθούνται προκειμένου να αξιολογήσει κάποιος την επιτυχία ενός μοντέλου θα διευκολύνει περαιτέρω και την κατανόηση της διαδικασίας κατασκευής μοντέλων για την οποία θα συζητήσουμε στη συνέχεια (Pluta, Chinn & Duncan, 2011).

#### Η ανάπτυξη του Συλλογισμού με βάση μοντέλα στην Ενωσιολογική Αλλαγή

Σύμφωνα με τους φιλόσοφους της επιστήμης ένα μεγάλο μέρος της επιστημονικής δραστηριότητας επικεντρώνεται στην ανάπτυξη, στον έλεγχο, στην αξιολόγηση και στην αναθεώρηση των επιστημονικών μοντέλων (Giere, 2004). Τα μοντέλα είναι απαραίτητα για την παραγωγή, τη διάδοση και την αποδοχή της επιστημονικής γνώσης και αν και είναι πάντα ανοιχτά στην αναθεώρηση, λειτουργούν ως μια καλή γέφυρα ανάμεσα στην επιστημονική θεωρία και στη διαισθητική εμπειρία του κόσμου μας (Gilbert, 2004).

Οι Lehrer & Schauble (2000) υποστηρίζουν την ύπαρξη τεσσάρων μορφών μοντέλων: α) τα *φυσικά μοντέλα*, όπως το μοντέλο του ηλιακού συστήματος, β) τα *αναπαραστασιακά μοντέλα*, όπως χάρτες και διαγράμματα, γ) τα *συντακτικά μοντέλα*, όπου ο επιστημικός ισχυρισμός είναι ότι το ένα σύστημα λειτουργεί παρόμοια με κάποιο άλλο (αναλογία) και δ) τα *υποθετικο-παραγωγικά μοντέλα*, όπου δεν υπάρχει άμεση σύνδεση ανάμεσα σε κάποια υποθετική οντότητα και στον παρατηρήσιμο κόσμο κάτι που αποτελεί μια πρόσθετη δυσκολία για τα παιδιά.

Προκειμένου τα παιδιά να χρησιμοποιήσουν επιτυχώς τα μοντέλα, απαιτείται η αποτελεσματική χρήση μιας ποικιλίας γνωστικών στρατηγικών όπως η κατασκευή μοντέλων με βάση τα εμπειρικά δεδομένα, η αναθεώρηση μοντέλων με βάση πρόσθετα δεδομένα, η πειστική τεκμηρίωση των μοντέλων, η αξιολόγηση εναλλακτικών μοντέλων χρησιμοποιώντας πολλαπλές πηγές εμπειρικών δεδομένων, η δημιουργία εξηγήσεων και προβλέψεων από εναλλακτικά μοντέλα (Pluta, Buckland, Chinn, Duncan, Duschl, 2008). Ο συλλογισμός με βάση μοντέλα είναι ένας καλός τρόπος να



προωθήσουμε τον αυθεντικό συλλογισμό στις σχολικές τάξεις (Duschl, Schweingruber & Shouse, 2007).

Αν και όπως έχει ήδη συζητηθεί, τα παιδιά ήδη από πολύ μικρή ηλικία φαίνεται να κατέχουν κάποιες πρώιμες συμβολικές ικανότητες που παρέχουν τη βάση για τη διαδικασία κατασκευής μοντέλων στο πλαίσιο της θεωρίας τους για το νου (π.χ. παιχνίδι προσποίησης) δεν μπορούν ακόμη μεταφέρουν αυτή την ικανότητα μοντελοποίησης στη διαδικασία μάθησης στην επιστήμη. Η ώριμη διαδικασία μοντελοποίησης σημαίνει ότι μπορεί κανείς να διακρίνει συνειδητά ανάμεσα σε ένα μοντέλο και στην αναφορά του και να κατανοεί ότι εναλλακτικά μοντέλα είναι πιθανά και μπορεί να είναι και καλύτερα (Lehrer & Schauble, 2000). Τα παιδιά όμως αν και διακρίνουν ανάμεσα σε ένα μοντέλο και σε αυτό που αναφέρεται, δεν έχουν συνειδητή επίγνωση αυτής της διάκρισης. Κυρίως δείχνουν μια τάση να προτιμούν αντιγραφές παρά πραγματικά μοντέλα, γιατί αντιστέκονται σε συμβολικές απεικονίσεις που αφήνουν εκτός πληροφορίες (Grosslight, Unger, Jay & Smith, 1991. Lehrer & Schauble, 2000).

Οι Grosslight et al. (1991) πραγματοποίησαν συνεντεύξεις με παιδιά Α΄ Γυμνασίου και Β΄ Λυκείου προκειμένου να διερευνήσουν τις πεποιθήσεις τους για την έννοια του «μοντέλου» και ειδικότερα για το πώς μπορούν τα μοντέλα να χρησιμοποιηθούν στην επιστήμη. Οι ερωτήσεις αναφέρονταν στο τι είναι ένα μοντέλο, ποια τα διαφορετικά είδη μοντέλων, αν μπορούν να υπάρξουν πολλά διαφορετικά μοντέλα, αν ένας επιστήμονας θα άλλαζε ποτέ ένα μοντέλο, τότε θα μπορούσε να συμβεί αυτό. Τα περισσότερα παιδιά του Γυμνασίου θεωρούσαν τα μοντέλα ως απλές αντιγραφές της πραγματικότητας και η χρησιμότητά τους θεωρήθηκε ότι περιορίζεται στο να παρέχουν αντιγραφές πραγματικών αντικειμένων ή πράξεων. Σε αυτή την περίπτωση τα μοντέλα μπορεί να είναι λανθασμένα μόνο όταν δεν δουλεύουν ή δεν παρέχουν αρκετή πληροφορία για τον πραγματικό κόσμο. Έτσι, σε αυτό το επιστημικό επίπεδο οι μαθητές δεν διακρίνουν ρητά ανάμεσα στις ιδέες και τους στόχους που χαρακτηρίζουν το μοντέλο, στο ίδιο το μοντέλο και στα εμπειρικά δεδομένα που στηρίζουν ή διαψεύδουν τη χρησιμότητα του μοντέλου. Ελάχιστοι μαθητές του γυμνασίου έδειξαν μια επιστημολογία πιο προχωρημένου επιπέδου, όπου διακρίνουν ανάμεσα στις ιδέες και τους στόχους του μοντέλου και στο ίδιο το μοντέλο και κατανοούν ότι ο στόχος του μοντέλου υποδεικνύει και κάποιο χαρακτηριστικό της μορφής του μοντέλου. Επίσης, αρχίζουν να αναγνωρίζουν τη σημασία των εμπειρικών δεδομένων και πώς μπορεί να οδηγήσουν σε μια αλλαγή του μοντέλου.

Ένα βασικό εμπόδιο λοιπόν που πρέπει να ξεπεράσουν οι μαθητές είναι ότι τα μοντέλα δεν είναι απλές αντιγραφές της πραγματικότητας, αλλά συνειδητές απλοποιήσεις αυτής. Η επιστημολογική διάκριση όμως ανάμεσα στο μοντέλο και τον κόσμο δεν είναι εύκολη και τα παιδιά αντιμετωπίζουν τα μοντέλα όχι ως διακριτά συστήματα, αλλά ως περιπτώσεις του κόσμου. Οι μαθητές συνήθως επικεντρώνονται μόνο σε ένα αντικείμενο ή γεγονός, αγνοώντας άλλα που έχουν την ίδια σημασία για το ερώτημα που εξετάζεται. Επίσης, είναι πιθανό να ερμηνεύουν διαφορετικά τα εμπειρικά δεδομένα όταν αυτά επιβεβαιώνουν ή διαψεύδουν τις δικές τους πεποιθήσεις και να βρίσκουν ιδιαίτερα προκλητική την αποτυχία κάποιων μοντέλων να ταιριάζουν ακριβώς με τα φαινόμενα που μοντελοποιούν (Lehrer, Horvath & Schauble, 1994. Lehrer & Schauble, 2000.)

Για αυτό και προκειμένου τα παιδιά να αναπτύξουν ικανότητες μοντελοποίησης χρειάζεται ρητή εκπαίδευση και καθοδήγηση σε βάθος χρόνου (Lehrer & Schauble, 2000). Διάφορες έρευνες όπου ακολουθήθηκε τέτοιου είδους εκπαίδευση έδειξαν αλλαγές στην κατανόηση της μοντελοποίησης στο δημοτικό σχολείο, με τους μαθητές να αλλάζουν τις αρχικές περιγραφικές μορφές που αποτελούν μια αντιγραφή της πραγματικότητας σε αναπαραστάσεις που είναι προοδευτικά πιο συμβολικές και μαθηματικά δυνατές (Lehrer & Schauble, 2000, 2003, 2006). Η ανάπτυξη συγκεκριμένων αναπαραστασιακών συστημάτων που υποστηρίζουν τη διαδικασία μοντελοποίησης, όπως είναι οι μαθηματικές εκφράσεις, τα μοντέλα δεδομένων και οι κλίμακες, τα διαγράμματα και οι χάρτες, είναι πολύ σημαντική για να βοηθήσουμε τα παιδιά στη διαδικασία μοντελοποίησης. Για παράδειγμα είναι πολύ σημαντικό για τα παιδιά να αντιμετωπίσουν τα δεδομένα ως αντικείμενα με το να τα χειρίζονται για να ανακαλύψουν σχέσεις και να διατυπώνουν νέες ερωτήσεις για τα ήδη υπάρχοντα δεδομένα. Τα μοντέλα κλίμακας χρησιμοποιούνται επίσης για να οπτικοποιήσουν αντικείμενα ή διαδικασίες σε μια κλίμακα που κάνει εφικτό το χειρισμό κάποιων πραγμάτων που υπό άλλες συνθήκες θα ήταν αδύνατο.

Οι Acher, Arca & Sanmarti (2007) αναφέρονται σε τρία στοιχεία που χαρακτηρίζουν τη διαδικασία μοντελοποίησης α) στη σχέση με την εξειδικευμένη επιστημονική γνώση (πώς δημιουργείται μια ιδέα σε σχέση με το επιστημονικά αποδεκτό μοντέλο το οποίο εισάγεται σταδιακά και εδραιώνεται), β) στη σχέση με τους φυσικούς χειρισμούς (τι ρόλο διαδραματίζουν οι χειρισμοί στη γένεση ιδεών) και γ) στη σχέση με τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των συμμαθητών (πώς ενισχύουν τη διαδικασία μοντελοποίησης).

Οι Grosslight et al. (1991) υποστηρίζουν ότι είναι σημαντικό να αφήσουμε τους μαθητές να χρησιμοποιήσουν ή να σχεδιάσουν μοντέλα για πολλαπλούς σκοπούς μια και έτσι μπορεί να ενισχυθούν οι επιστημικές τους ανησυχίες σχετικά με το σκοπό της έρευνάς τους, τη φύση αυτού που επιθυμούν να επικοινωνήσουν στους άλλους, να εξηγήσουν ή να κατανοήσουν, την αλληλεπίδραση ανάμεσα στην πραγματικότητα και τις ιδέες μας γι 'αυτή. Είναι σαφές ότι, αν θέλουμε οι μαθητές να αναπτύξουν μια πιο εκλεπτυσμένη αντίληψη της έννοιας του μοντέλου, τότε είναι σημαντικό να τους προσφέρουμε εμπειρίες με τα μοντέλα και περισσότερο χρόνο για να στοχαστούν σε αυτές τις εμπειρίες. Οι μαθητές πρέπει να έρθουν σε επαφή με τη χρήση μοντέλων για την επίλυση νοητικών προβλημάτων, προκειμένου να κατανοήσουν ότι ένα μοντέλο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο της έρευνας. Επίσης, οι μαθητές πρέπει να έρθουν σε επαφή με πολλαπλά μοντέλα του ίδιου φαινομένου καθώς και με τη διαδικασία αναθεώρησης ή τροποποίησής τους. Όταν οι μαθητές αρχίζουν να αναγνωρίζουν πολλαπλά μοντέλα για μια ίδια κατάσταση ή ένα ίδιο φαινόμενο, τότε θα αρχίζουν να θέτουν και αξιολογικά κριτήρια για να αποφασίσουν για την υπεροχή ενός μοντέλου έναντι ενός άλλου, για την προβλεπτική και επεξηγηματική ισχύ του μοντέλου.

Ο σχεδιασμός ενός αναλυτικού προγράμματος που στοχεύει στην ανάπτυξη δεξιοτήτων μοντελοποίησης μπορεί να αναδείξει μια πιο «αυθεντική» διαδικασία μάθησης στις φυσικές επιστήμες. Η μάθηση σε ένα τέτοιο πρόγραμμα θα πρέπει να στοχεύει στην κατανόηση της έννοιας του μοντέλου και της διαδικασίας μοντελοποίησης, στην ανάπτυξη της ικανότητας οπτικοποίησης των μοντέλων και στην κατανόηση της «αναλογίας» και της «μεταφοράς» που αποτελούν κεντρικές διαδικασίες κατά την κατασκευή μοντέλων (Gilbert, 2004).

Η διδασκαλία μαθητών που βασίστηκε στους παραπάνω άξονες έδειξε ότι οι μαθητές μπορούν να γίνουν ικανοί να δημιουργούν πολλαπλά μοντέλα και να σκέφτονται με βάση αυτά, αναγνωρίζοντας ότι κανένα μοντέλο δεν είναι εντελώς «σωστό» και αντιμετωπίζοντας την επιστήμη σαν μια διαδικασία σκέψης (Harrison & Treagust, 2000).

Οι Lehrer & Schauble (2010) με βάση τα αποτελέσματα ενός δεκαπενταετούς ερευνητικού προγράμματος, ισχυρίζονται ότι η διδασκαλία που προωθεί το συλλογισμό για μοντέλα ενισχύει την αναπαραστασιακή ικανότητα, βοηθάει τα παιδιά να επικεντρωθούν σε ποικίλες λύσεις για ένα συγκεκριμένο πρόβλημα και προωθεί την αξιολόγηση των μοντέλων. Πιστεύουν (2006) ότι η έμφαση στη διαδικασία μοντελοποίησης περιλαμβάνει αλλαγές στους επιστημικούς στόχους των παιδιών καθώς

μαθαίνουν πώς να θέτουν και να αξιολογούν ερωτήματα μόνα τους αντί να προσπαθούν να βρουν απαντήσεις στα ερωτήματα του δασκάλου ή του βιβλίου.

Σε μια πιο πρόσφατη δουλειά τους οι Chinn & Buckland (2012) ισχυρίζονται ότι τέτοιου είδους διδασκαλία παρέχει ένα μέσο αλλαγής τόσο της κατανόησης των εννοιών όσο και των επιστημικών πρακτικών που ακολουθούνται στην επιστήμη. Τα αποτελέσματα από την εφαρμογή του προγράμματος PRACCIS (Promoting Reasoning and Conceptual Change In Science) έδειξαν ότι η διδασκαλία που βασίζεται στην κατασκευή, αξιολόγηση και αναθεώρηση μοντέλων προωθεί την εννοιολογική αλλαγή και βοηθά τους μαθητές να κατασκευάσουν, να αναθεωρήσουν και να εφαρμόσουν τα δικά τους μοντέλα.

Στο εκπαιδευτικό πρόγραμμα MUSE (Modelling for Understanding in Science Education) (Stewart, Cartier & Passmore, 2005) παρέχονται επίσης στους μαθητές γυμνασίου ευκαιρίες να εργαστούν όπως οι επιστήμονες και να ακολουθήσουν τις πρακτικές τους. Κεντρικό σημείο στο πρόγραμμα αυτό είναι η ανάπτυξη εννοιολογικών μοντέλων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να εξερευνηθεί ο φυσικός κόσμος. Οι μαθητές έχουν ποικίλες δυνατότητες συμμετοχής σε ερευνητικές δραστηριότητες που περιλαμβάνουν την ανάπτυξη, χρήση, αναθεώρηση και αξιολόγηση των κεντρικών επεξηγηματικών μοντέλων που βρίσκονται στον πυρήνα των διαφόρων επιστημονικών κλάδων. Στόχος είναι οι μαθητές να κατανοήσουν βασικές ιδέες στην επιστήμη και σχετικά με την επιστήμη και να αναπτύξουν τις ικανότητές τους να συμμετάσχουν σε ένα ευρύ φάσμα επιστημονικών ερευνών.

Ένα άλλο εκπαιδευτικό πρόγραμμα που αναπτύχθηκε είναι το MARS (Raghavan & Glaser, 1995. Raghavan, Sartoris & Glaser, 1998), όπου στόχος ήταν η ανάπτυξη δεξιοτήτων μοντελοποίησης σε μαθητές της έκτης δημοτικού. Εργαζόμενοι σε βασικές έννοιες της φυσικής όπως «μάζα» και «δύναμη», οι μαθητές έκαναν προβλέψεις, τις ενσωμάτωσαν σε ένα μοντέλο στον υπολογιστή και αφού «έτρεχαν» το μοντέλο τους, το αξιολογούσαν. Τα αποτελέσματα ήταν ενθαρρυντικά προς την ανάπτυξη δεξιοτήτων μοντελοποίησης, απαιτούνταν όμως μεγάλο χρονικό διάστημα εκπαίδευσης.

Η χρήση επίσης επιστημονικών μοντέλων του μικρόκοσμου μας παρουσιασμένα σε απλές εκπαιδευτικές προσεγγίσεις (παράλληλα με τη χρήση μακροσκοπικών προσεγγίσεων) έχει φανεί ότι μπορεί να συμβάλλει θετικά στον προβληματισμό και τη διατύπωση υποθέσεων από τους μαθητές καθώς και στην επιλογή των κατάλληλων πειραματικών διαδικασιών στο εργαστήριο, ενθαρρύνοντας περαιτέρω την κατανόηση του κόσμου μας αφού εντάσσει τη γνώση που προκύπτει μέσα σε ένα γενικότερο

μοντέλο λειτουργίας του κόσμου (Καλκάνης, 2007). Σε μια έρευνα που διήρκεσε 4 ακαδημαϊκά έτη (2006-2010), 300 μαθητές της 5<sup>ης</sup> τάξης του δημοτικού εργάστηκαν σε επιλεγμένες θεματικές ενότητες του φυσικού κόσμου (π.χ. δομή ύλης, αλλαγή κατάστασης της ύλης) αλληλεπιδρώντας με το εκπαιδευτικό λογισμικό «Μικρόκοσμος», διενεργώντας πειράματα, συμπληρώνοντας φύλλα εργασίας και καταγράφοντας τις παρατηρήσεις τους. Τα αποτελέσματα από την ενασχόληση των μαθητών με το λογισμικό «Μικρόκοσμος» υπήρξαν ενθαρρυντικά και έδειξαν ότι οι μαθητές προσπάθησαν να συνδέσουν μικροσκοπικές διαδικασίες με μακροσκοπικά φαινόμενα κατά την κατανόηση της δομής της ύλης και μάλιστα σε μερικές περιπτώσεις παρείχαν εξηγήσεις όπου αναφερόντουσαν και σε μακροσκοπικές ιδιότητες και σε μικροσκοπικές διαδικασίες (Kalkanis, 2013).

Συνοψίζοντας, η εννοιολογική αλλαγή συντελείται μέσα σε ένα πλαίσιο εναλλασσομένων κύκλων δημιουργίας, ελέγχου και αναθεώρησης μοντέλων. Αν και οι αρχικές εννοιολογικές δομές και το επιστημικό επίπεδο των μαθητών λειτουργούν περιοριστικά για την κατασκευή και τον έλεγχο των μοντέλων, η μέθοδος της «σκαλωσιάς» μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές να χρησιμοποιήσουν εννοιολογικές πηγές και συμβολικά εργαλεία για να αναπαραστήσουν τις νέες σχέσεις που προκύπτουν.

### **Η παρούσα έρευνα:**

#### **Πειραματικό Εκπαιδευτικό Πρόγραμμα έναντι Παραδοσιακού Εκπαιδευτικού Προγράμματος.**

*Βασικοί άξονες του προτεινόμενου εκπαιδευτικού προγράμματος: Αναζητώντας πολλαπλές οπτικές.*

Η διδακτική παρέμβαση σχεδιάστηκε στη βάση της θεωρητικής σχέσης ανάμεσα στη Θεωρία του Νου, στην Προσωπική Επιστημολογία και στη μάθηση στις φυσικές επιστήμες. Κατά τη διάρκειά της τα παιδιά ενθαρρύνθηκαν να σκέφτονται για διαφορετικές ερμηνείες και πολλαπλές αναπαραστάσεις του κόσμου και να στοχάζονται πάνω στην αβέβαιη και εξελισσόμενη φύση της γνώσης. Ειδικότερα, οι βασικοί στόχοι της παρέμβασης είναι οι ακόλουθοι:

- να ενθαρρυνθούν οι μαθητές να αναγνωρίζουν και να σκέφτονται για διαφορετικές οπτικές και απόψεις από τις δικές τους

- να κατανοούν τη σημασία των διαφορετικών πηγών γνώσης στην κατασκευή της γνώσης από το άτομο και στη δημιουργία διαφορετικών ερμηνειών («πώς το γνωρίζω αυτό», «πώς συμφωνεί η γνώση μου με την εμπειρία μου»)
- να εξασκηθούν στη δημιουργία επιχειρημάτων, στην αξιολόγηση των εμπειρικών δεδομένων και στη χρήση επιστημικών και επιστημονικών κριτηρίων για την αξιολόγηση της αξιοπιστίας ενός επιστημονικού επιχειρήματος («πώς αποφασίζω για το αν η γνώση που έχω είναι αξιόπιστη» και «πώς συντονίζω τις θεωρίες μου με τα εμπειρικά δεδομένα»)
- να δημιουργούν επιχειρήματα και αντεπιχειρήματα για να υποστηρίξουν την άποψή τους («πώς κρίνω ένα καλό επιχείρημα»)
- να στοχάζονται πάνω στη σκέψη τους και να σκέφτονται για τη γνώση τους
- να συγκρίνουν προηγούμενες αναπαραστάσεις με τις επιστημονικές και να αναγνωρίζουν την πορεία εξέλιξης και τα πλεονεκτήματα της μιας αναπαράστασης πάνω στην άλλη («πώς άλλαξε η γνώση μου και γιατί», «γιατί και οι δυο αναπαραστάσεις μπορεί να είναι εξίσου αξιόπιστες με βάση το πλαίσιο όπου χρησιμοποιούνται»)
- να κατασκευάζουν εννοιολογικά μοντέλα και να ελέγχουν τη διαδικασία αναδιοργάνωσης των εννοιολογικών μοντέλων τους
- να αναγνωρίζουν τις διαφορές και ομοιότητες ανάμεσα στις αλληλοσυγκρουόμενες συλλήψεις της πραγματικότητας, να κατανοούν και να ερμηνεύουν τη διαφορά ανάμεσα σε αυτό που «φαίνεται» και σε αυτό που πραγματικά «είναι».

Η παρέμβαση ήταν διάρκειας 17 ώρες και εφαρμόστηκε σε μαθητές της 5<sup>ης</sup> δημοτικού σε βάθος τριών μηνών. Στον Πίνακα 7.1 που ακολουθεί φαίνεται η κατανομή των δεκαεπτά ωρών για κάθε πεδίο χωριστά και περιληπτικά τα βασικά θέματα τα οποία προσεγγίστηκαν (αναλυτική παρουσίαση κάθε διδακτικής ενότητας μπορεί να δει κανείς στο Παράρτημα 3).

Πίνακας 7.1: Χρονοδιάγραμμα εκπαιδευτικών παρεμβάσεων.

Πεδίο Παρέμβασης	Ενότητα	Αντικείμενο ενότητας	Διάρκεια
Θεωρία του Νου	1α	Αναγνώριση ύπαρξης διαφορετικών πεποιθήσεων, ενεργός ρόλος του νου, πρόβλεψη πράξεων των άλλων, ανάκληση πηγών γνώσης, αναγνώριση φαινομένων διαφορετικών από την πραγματικότητα. Σχετικότητα της γνώσης και πώς όλη η γνώση κατασκευάζεται και είναι μια άποψη και δεν βασίζεται σε μια και μόνο εξωτερική πραγματικότητα. Κατασκευή μοντέλων σκέψης.	2 ώρες
	1β	Κατασκευή μοντέλων σκέψης και συζήτηση σεναρίων Θεωρίας του Νου.	1 ώρα
Προσωπική Επιστημολογία	2α	Επιχειρηματολογία. Ανάπτυξη και κρίση επιχειρημάτων /ισχυρισμών. Διάκριση θεωρητικών εξηγήσεων και εμπειρικών δεδομένων	2 ώρες
	2β	Επιχειρηματολογία. Ανάπτυξη και κρίση επιχειρημάτων / ισχυρισμών. Βεβαιότητα γνώσης.	2 ώρες
	2γ	Έρευνα και ερμηνεία στοιχείων. Βεβαιότητα γνώσης.	2 ώρες
	2δ	Επιστημονικές αντιπαραθέσεις Συζήτηση / Συμπεράσματα. Γενική συζήτηση για μοντέλα και γνώση.	1 ώρα
Παρατηρησιακή Αστρονομία	3α	Σχήμα γης	2 ώρες
	3β	Σχήμα γης και βαρύτητα	1 ώρα
	3γ	Ηλιακό Σύστημα / Σχετικά Μεγέθη	2 ώρες
	3δ	Ηλιακό Σύστημα / Σχετικά Μεγέθη	1 ώρα
	3ε	Εναλλαγή Ημέρας /Νύχτας	1 ώρα

Αρχικά τα παιδιά δέχτηκαν τρεις ώρες παρέμβασης στο πεδίο Θεωρίας του Νου, η οποία επικεντρώθηκε στην κατανόηση ότι οι ισχυρισμοί μας δεν είναι πάντα ταυτόσημοι με μια εξωτερική πραγματικότητα, αλλά αποτελούν έκφραση των πεποιθήσεών μας (Kuhn et al., 2000). Τα παιδιά συζήτησαν για διάφορα σενάρια όπου ο ήρωας είχε μια λανθασμένη πεποίθηση, αναγνώρισαν ότι ο καθένας από εμάς κατασκευάζει τις δικές του πεποιθήσεις με βάση τις δικές του πηγές γνώσης καθώς και ότι αυτή η γνώση μπορεί στην πραγματικότητα να βρίσκεται σε αντίθεση με τη γνώση κάποιου άλλου. Άκουσαν επίσης και διάβασαν διάφορες ιστορίες από την παράδοση της Θεωρίας του Νου και επεξεργάστηκαν τα νοητικά μοντέλα των ηρώων χρησιμοποιώντας «σύννεφα σκέψης» σαν μορφές αναπαράστασης.

Πίνακας 7.2: Παράδειγμα δραστηριοτήτων στο πεδίο Θεωρίας του Νου.

<p>α. Διαβάζουν την ιστορία.</p>	<p>“Jason &amp; Lisa” (Astington, Pelletier &amp; Homer, 2002) «Αυτή είναι μια ιστορία για δυο φίλους, τον Τζέησον και τη Λίζα. Παίζουν στο δωμάτιο του Τζέησον. Ο Τζέησον έχει λάβει ένα γράμμα από τη φίλη του Σούζαν. Η Λίζα θέλει πολύ να μάθει τι γράφει το γράμμα, αλλά ο Τζέησον δεν θέλει να το διαβάσει. Η μαμά του Τζέησον τον φωνάζει για λίγο. Ο Τζέησον βάζει το γράμμα κάτω από την κουβέρτα του κρεβατιού του και φεύγει από το δωμάτιο. Όσο λείπει ο Τζέησον, η Λίζα παίρνει το γράμμα και το διαβάζει. Μετά το βάζει στο γραφείο του Τζέησον. Αλλά όσο το κάνει αυτό, ο Τζέησον επιστρέφει στο δωμάτιό του και βλέπει τη Λίζα που βάζει το γράμμα στο γραφείο του. Η Λίζα όμως δεν τον βλέπει. Αργότερα, λέει στη Λίζα «Εντάξει, θα σου διαβάσω το γράμμα». Και ετοιμάζεται να φέρει το γράμμα».</p>
<p>β. Συγκεκριμένες δραστηριότητες στην ιστορία.</p>	<p>1. «Ας δούμε πρώτα την ιστορία που σας έδωσα πριν να διαβάσετε με τον Τζέησον και τη Λίζα. Ας γεμίσουμε με σχέδια τα σύννεφα σκέψης των ηρώων μας. Ας θυμηθούμε ότι έχουμε δυο καταστάσεις. Ποια είναι η αρχική θέση του γράμματος; Ποια είναι η τωρινή θέση του γράμματος;» 2. «Σχεδίασε το νοητικό μοντέλο του πρώτου χαρακτήρα (Lisa).» 3. «Σχεδίασε το νοητικό μοντέλο του δεύτερου χαρακτήρα (Jason).» 4. Τώρα απάντησε στις παρακάτω ερωτήσεις: «Πού πιστεύει η Λίζα ότι θα κοιτάξει ο Τζέησον για το γράμμα του;» «Γιατί η Λίζα το πιστεύει αυτό;»</p>
<p>γ. Αξιολόγηση των μοντέλων και συζήτηση</p>	<p>Συζήτηση για τη διαφορετική βάση γνώσης των χαρακτήρων. Σύγκριση των δυο διαφορετικών νοητικών μοντέλων και των διαφορετικών ενεργειών στις οποίες μπορεί να οδηγήσουν. Συζήτηση για το τι μπορεί να συμβεί όταν δεν έχουμε γνώση της αλλαγής και του βαθμού συμφωνίας των προβλέψεών μας με την τρέχουσα κατάσταση του κόσμου.</p>

Στη συνέχεια τα παιδιά έλαβαν επτά ώρες εκπαίδευση σχετικά με τη φύση της γνώσης και τη διαδικασία του γινώσκειν στο πεδίο της Προσωπικής Επιστημολογίας. Συζήτησαν για διαφορετικούς ισχυρισμούς γνώσης, ασχολήθηκαν με την κατασκευή επιχειρημάτων προκειμένου να υποστηρίξουν έναν ισχυρισμό και να αποφασίσουν μέσα από εναλλακτικούς ισχυρισμούς ποιον θεωρούσαν καλύτερο, ενθαρρύνθηκαν να προσεγγίσουν τη θεωρία και τα εμπειρικά δεδομένα ως διακριτές οντότητες και συζήτησαν για διάφορες επιστημονικές αντιπαραθέσεις. Για παράδειγμα, τα παιδιά διάβασαν τρία σεντ επιχειρημάτων για μια κατάσταση στον κόσμο (π.χ. *Γιατί οι εγκληματίες ξαναγυρνούν στο έγκλημα;*), όπου το ένα βασιζόταν σε μια θεωρητική εξήγηση (*Ο Γιάννης λέει ότι οι εγκληματίες ξαναγυρνούν στο έγκλημα γιατί η κοινωνία δεν τους δέχεται πίσω και κάπως πρέπει να βρουν χρήματα για να ζήσουν. Ο κόσμος τους αντιμετωπίζει με επιφύλαξη, τους φοβάται, δεν τους πλησιάζει και δύσκολα κάποιος τους προσλαμβάνει στην επιχείρησή του*) και το άλλο βασιζόταν σε εμπειρικά δεδομένα (*Ο Χρήστος λέει ότι οι εγκληματίες ξαναγυρνούν στο έγκλημα γιατί η κοινωνία δεν τους δέχεται πίσω και κάπως πρέπει να βρουν χρήματα για να ζήσουν. Όταν ενημερώθηκαν οι εργοδότες και τους δόθηκαν κίνητρα*



για να προσλαμβάνουν πρώην εγκληματίες στις επιχειρήσεις τους, μειώθηκε ο αριθμός των εγκληματιών που ξαναγυρνούσαν στο έγκλημα) και έπρεπε να επιλέξουν το καλύτερο επιχείρημα. Η κατανόηση και η συζήτηση για τις διαφορές ανάμεσα στα δυο επιχειρήματα τα βοήθησε να σκεφτούν για τη θεωρία και τα εμπειρικά δεδομένα ως διακριτές οντότητες και τα οδήγησε να δημιουργήσουν πιο δυνατά επιχειρήματα σε διάφορες περιπτώσεις. Οι μαθητές διάβασαν επίσης διαφορετικές εξηγήσεις ενός ίδιου φαινομένου (π.χ. για την εξαφάνιση των δεινοσαύρων) και προσπάθησαν να θέσουν διαφορετικά αξιολογικά κριτήρια προκειμένου να αποφασίσουν ποια εξήγηση είναι η καλύτερη. Σε όλες τις περιπτώσεις η συζήτηση επικεντρώθηκε στο γεγονός ότι κατασκευάζουμε τις δικές μας πεποιθήσεις οι οποίες μπορεί να αναθεωρηθούν ή ακόμη και να διαψευστούν στη βάση νέων εμπειρικών δεδομένων.

Πίνακας 7.3: Παράδειγμα δραστηριοτήτων στο πεδίο της Προσωπικής Επιστημολογίας.

<p>α. Διαβάζουν το σενάριο</p>	<p style="text-align: center;">“Dinosaur problem” (Kuhn, Iordanou, Cease &amp; Wirkala, 2008)</p> <p>Οι δεινόσαυροι επικράτησαν στη γη για σχεδόν 150 εκατομμύρια έτη. Οι δεινόσαυροι εξαφανίστηκαν στο τέλος της κρητιδικής περιόδου, περίπου 65 εκατομμύρια έτη πριν. Υπάρχουν διαφορετικές απόψεις για το γιατί οι δεινόσαυροι εξαφανίστηκαν. Πρόσφατα ένα νέο εύρημα αναφέρθηκε - ένα στρώμα πλούσιο σε ιρίδιο κοντά στα γεωλογικά στρώματα της κρητιδικής περιόδου.</p> <p>Κείμενο 1: Σύμφωνα με τον επιστήμονα Λουίζ Αλβάρεζ, αυτή το εύρημα υποστηρίζει την άποψη του ότι οι δεινόσαυροι εξαφανίστηκαν όταν χτυπήθηκε η γη από έναν μετεωρίτη (οι μετεωρίτες περιέχουν πολύ ιρίδιο). Η σύγκρουση άφησε μια τεράστια ποσότητα σκόνης στον αέρα που εμπόδιζε το φως του ήλιου, με συνέπεια έναν μακρύ σκοτεινό χειμώνα που οδήγησε στην εξαφάνιση των φυτών. Οι δεινόσαυροι πέθαναν από την πείνα και το πολύ κρύο κλίμα.</p> <p>Κείμενο 2: Σύμφωνα με τον επιστήμονα Νόρμαν Μακλέοντ, αυτή το εύρημα υποστηρίζει την άποψή του ότι οι δεινόσαυροι εξαφανίστηκαν λόγω των δύσκολων κλιματικών συνθηκών που δημιουργήθηκαν από μια σειρά γιγαντιαίων ηφαιστειακών εκρήξεων από μεγάλο βάθος της γης (οι μεγάλες ποσότητες ιριδίου βρίσκονται στο γήινο πυρήνα). Οι ηφαιστειακές εκρήξεις γέμισαν τον αέρα με δηλητηριώδες αέριο. Αυτό προκάλεσε ένα φαινόμενο του θερμοκηπίου, το οποίο αύξησε τη θερμοκρασία στη γη. Οι δεινόσαυροι πέθαναν από το δηλητηριώδες αέριο και τις πολύ καυτές θερμοκρασίες.</p>
<p>β. Συγκεκριμένες δραστηριότητες στο θέμα</p>	<p>Απαντούν και συζητούν στην τάξη βασικές ερωτήσεις αναφορικά με τη βεβαιότητα της γνώσης:</p> <p>α. Μπορεί μόνο μια από αυτές τις απόψεις να είναι σωστή ή και οι δυο μπορεί να είναι σωστές;</p> <p>β. Εάν και οι δυο είναι σωστές μπορεί η μια να είναι καλύτερη από την άλλη;</p> <p>γ. Μπορεί κάποιος να είναι σίγουρος για το λόγο που εξαφανίστηκαν οι δεινόσαυροι;</p> <p>δ. Τι θα μας έκανε να είμαστε περισσότερο σίγουροι;</p>

γ. Αξιολόγηση των απαντήσεων και συζήτηση	Γενική συζήτηση για τη βεβαιότητα της γνώσης. Επικέντρωση στις βασικές ερωτήσεις «Πώς γνωρίζουμε όσα γνωρίζουμε;» και «γιατί πιστεύουμε μια συγκεκριμένη άποψη σε σχέση με κάποια άλλη;»
δ. Συζήτηση για τη βεβαιότητα της γνώσης και τα κριτήρια που θέτουμε για την αλήθεια της γνώσης	Τα παιδιά διαβάζουν την παρακάτω χαμηλού επιστημικού επιπέδου δήλωση (Smith & Wenk, 2006, ) και συζητούν τις ερωτήσεις που ακολουθούν: «Κάθε μέρα οι επιστήμονες βρίσκουν τις σωστές εξηγήσεις για πάρα πολλά θέματα που ερευνούν. Για παράδειγμα, οι επιστήμονες γνωρίζουν ότι στον πλανήτη Άρη δεν υπάρχει νερό και έτσι δεν μπορούν να ζήσουν οι άνθρωποι εκεί. Για τα θέματα που έχει βρεθεί η σωστή εξήγηση, θα πρέπει να ρωτάμε τους ειδικούς για να μας πουν τι είναι σωστό. Για τα θέματα που δεν υπάρχει σωστή εξήγηση ακόμη, οι γνώμες όλων είναι το ίδιο καλές». α. Συμφωνείς με όσα λέει ο μαθητής αυτός; Γιατί ναι ή γιατί όχι; β. Νομίζεις ότι η επιστήμη ξέρει τις σωστές εξηγήσεις; Γιατί ναι ή γιατί όχι; γ. Πού θα πας όταν έχεις μια ερώτηση για ένα επιστημονικό θέμα; δ. Τι θα κάνεις όταν βλέπεις ότι υπάρχουν διαφορετικές απόψεις για το ίδιο θέμα; δ. Συμφωνείς με αυτό που λέει ο μαθητής ότι δηλαδή όταν δεν υπάρχουν σωστές εξηγήσεις για ένα θέμα, τότε οι απόψεις όλων είναι το ίδιο καλές; στ. Υπάρχει κάτι που κάνει μια άποψη πιο καλή από κάποια άλλη;
ε. Συζήτηση για επιστημονικές αντιπαραθέσεις. Χρήση των επιστημονικών ιδεών των παιδιών για τα εμπειρικά δεδομένα και τις πηγές διαφωνίας.	Τα παιδιά διαβάζουν δυο σενάρια για δυο επιστημονικές αντιπαραθέσεις και απαντούν τις ερωτήσεις που ακολουθούν.  Σενάριο 1: Ο πλανήτης του Κορξ (Κυριακοπούλου & Βοσνιάδου) «Ο Κορξ είναι ένας εξωγήινος από τον πλανήτη ΧΑΝ. Στον πλανήτη αυτό όλοι οι εξωγήινοι έχουν κάποια ειδικά οπτικά φίλτρα στα μάτια τους και έτσι βλέπουν με διαφορετικά χρώματα τα πράγματα. Βλέπουν τα δέντρα κόκκινα και το χρώμα μπλε. Ο Γιάννης είναι ένας αστροναύτης που ζει στη γη. Μια μέρα ξεκινά με το διαστημόπλοιο του να ταξιδεύει σε μακρινούς πλανήτες και προσγειώνεται στον πλανήτη ΧΑΝ. Κατεβαίνει από το διαστημόπλοιο του και πλησιάζει τους εξωγήινους. «Γεια σας, έρχομαι από τον πλανήτη γη. Ο πλανήτης μου μοιάζει πολύ με το δικό σας. Όπως στον πλανήτη σας, έτσι και στη γη, τα δέντρα είναι πράσινα και το χρώμα είναι καφέ». Ο Κορξ τον κοιτά με απορία «Μα οι πλανήτες μας δεν μοιάζουν καθόλου. Τα δέντρα μας είναι κόκκινα και το χρώμα μας είναι μπλε». <ul style="list-style-type: none"> <li>• «Γιατί πιστεύεις ότι διαφωνούν έτσι;»</li> <li>• «Ποιος πιστεύεις ότι έχει δίκιο;», «Γιατί;»</li> <li>• «Υπάρχει κάποιος τρόπος να μάθουμε σίγουρα αν ...;», «Εάν ακολουθούσαν αυτό τον τρόπο, θα ήξεραν σίγουρα;»</li> <li>• «Μπορούν και οι δυο να είναι σωστοί ή κάποιος μπορεί να κάνει λάθος;»</li> </ul> Σενάριο 2: Οι επιδράσεις της Εχινάκια (Smith & Wenk, 2006) «Η Εχινάκια είναι ένα φυτό που το βρίσκουμε στη Βόρειο Αμερική και το χρησιμοποιούμε όταν έχουμε ένα κρύωμα ή μια γρίπη. Επίσης, το χρησιμοποιούμε για να γίνει ο οργανισμός μας πιο δυνατός και να μην αρρωσταίνουμε συχνά. Επειδή αυτό το φυτό το χρησιμοποιούν πολλοί άνθρωποι, οι επιστήμονες έκαναν πολλές έρευνες για να δουν πόσο αποτελεσματικό είναι. Κάποιες από τις έρευνες έδειξαν ότι το φυτό αυτό είναι πολύ αποτελεσματικό και βοηθά πολύ να γίνουμε καλά όταν είμαστε κρυωμένοι. Άλλες έρευνες έδειξαν ότι το φυτό αυτό δεν μας βοηθά καθόλου και είναι καλύτερα να πάρουμε άλλα φάρμακα. Έτσι, υπάρχουν δυο διαφορετικές απόψεις για το αν πρέπει ή όχι να χρησιμοποιούμε το φυτό αυτό και επίσης, κάποιοι επιστήμονες λένε ότι η Εχινάκια κάνει κακό στον οργανισμό μας, ενώ κάποιοι άλλοι λένε το αντίθετο.» <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Πώς είναι δυνατόν να διαφωνούν οι επιστήμονες για το αν το φυτό Εχινάκια μας βοηθά ή όχι να αντιμετωπίσουμε το κρύωμα;</li> <li>2. Πώς είναι δυνατόν να διαφωνούν οι επιστήμονες για το αν το φυτό Εχινάκια κάνει κακό ή καλό στον οργανισμό μας;</li> <li>3. Σε μια αντιπαραθεση σαν κι αυτή, είναι η μια εξήγηση σωστή κι η άλλη λάθος;</li> </ol>

	<p><i>Εάν, ναι:</i> τι είναι αυτό που κάνει μια εξήγηση σωστή και μια άλλη λάθος; <i>Εάν, όχι:</i> Μπορεί η μια να είναι πιο σωστή από την άλλη; Τι είναι αυτό που την κάνει καλύτερη;</p> <p>4. Τι μπορούν να κάνουν οι επιστήμονες για να λύσουν αυτή τη διαφωνία τους; <i>Εάν γίνει αναφορά στα πειράματα:</i> Ποιο πείραμα θα μπορούσε να γίνει σε αυτή την περίπτωση; <i>Εάν δεν γίνει αναφορά στα πειράματα:</i> Είναι πιθανό να μπορούν να κάνουν κάποιο πείραμα; Πώς θα ήταν ένα τέτοιο πείραμα;</p>
--	--

Τέλος, τα παιδιά έλαβαν διδασκαλία επτά ωρών σχετικά με τις διαφορετικές εξηγήσεις που μπορεί να έχουν διαφορετικοί άνθρωποι για διάφορα φαινόμενα παρατηρησιακής αστρονομίας. Τα παιδιά συζήτησαν διαφορετικές εξηγήσεις φαινομένων της παρατηρησιακής αστρονομίας και είχαν την ευκαιρία να σκεφτούν για το πώς τα νέα εμπειρικά δεδομένα μπορούν να αλλάξουν τον τρόπο που αντιλαμβανόμαστε τον κόσμο, π.χ. επίπεδη γη έναντι σφαιρικής γης. Οι μαθητές δημιούργησαν τα δικά τους μοντέλα για διάφορα φαινόμενα όπως η εναλλαγή ημέρας/νύχτας, η βαρύτητα και το πλανητικό σύστημα και πραγματοποίησαν πειράματα προκειμένου να κατανοήσουν τις διαφορές ανάμεσα στις φαινομενικές μας εξηγήσεις και στις επιστημονικές εξηγήσεις. Διάβασαν επίσης κείμενα για την ανάπτυξη νέων επιστημονικών μοντέλων στην επιστήμη και συζήτησαν για την αβεβαιότητα της γνώσης, την ύπαρξη διαφορετικών επιστημονικών μοντέλων ανάλογα με το πλαίσιο και τη διαδικασία αναθεώρησης των μοντέλων υπό το φως των νέων εμπειρικών δεδομένων.

Προκειμένου οι μαθητές να προσεγγίσουν βασικές έννοιες της αστρονομίας βασιστήκαμε σε πλήθος ερευνών που έχουν γίνει στο εργαστήριο Γνωσιακής Επιστήμης από την Βοσνιάδου και τους συνεργάτες της (Βοσνιάδου, Αρχοντίδου, Καλογιαννίδου & Ιωαννίδης, 1996. Vosniadou & Skopeliti, 2005. Vosniadou, Skopeliti & Ikospentaki, 2004, 2005). Το αναλυτικό πρόγραμμα για τη διδασκαλία της Αστρονομίας που έχει αναπτυχθεί από την ομάδα της Βοσνιάδου (ΠΕΝΕΔ, 1999) αποτέλεσε το βασικό μας βοήθημα για το σχεδιασμό αντίστοιχων δραστηριοτήτων. Επίσης, το αναλυτικό αυτό πρόγραμμα εμπλουτίστηκε με δραστηριότητες που έχουν αναπτυχθεί στο Project 2061 (National Center for Mathematics and Science, 2002) καθώς και σε άλλες προσπάθειες να διδαχτούν έννοιες της αστρονομίας σε μαθητές δημοτικού οι οποίες λαμβάνουν υπόψη τις παρανοήσεις των παιδιών και βασίζονται σε εξηγήσεις και επιδείξεις καθώς και κονστρουκτιβιστικές-ιστορικές στρατηγικές

διδασκαλίας (Diakidoy & Kendeou, 2001. Hayes, Goodhew, Heit & Gillan, 2003. Kikas, 1998. Sneider & Ohadi, 1998). Τέλος, χρησιμοποιήθηκαν ανατρεπτικά κείμενα που είχαν κατασκευαστεί από τη Σκοπελίτη (2008) στα πλαίσια έρευνάς της κατά τη διδακτορική της διατριβή.

Πίνακας 7.4: Παράδειγμα δραστηριοτήτων στο πεδίο θεωρίας για το φυσικό κόσμο.

α. Διερεύνηση των αρχικών ιδεών των παιδιών	Τα παιδιά εξηγούν την εναλλαγή ημέρας/νύχτας μέσα από τα σχέδιά τους. Συζήτηση για τις κινήσεις της γης και της σελήνης. Χρήση της υδρογείου προκειμένου να δουν πού είναι νύχτα και πού μέρα την ίδια χρονική στιγμή.
β. Συζήτηση για το διαισθητικό μοντέλο έναντι του επιστημονικού μοντέλου της μέρας/νύχτας	<p>α. Τα παιδιά διαβάζουν δυο κείμενα για την εναλλαγή ημέρας/νύχτας, ένα σε συμφωνία με τη διαισθητική τους εμπειρία (ο ήλιος) και ένα σε συμφωνία με την επιστημονικά αποδεκτή εξήγηση (η γη). <i>Μπορείτε να κατασκευάσετε το μοντέλο που πηγάζει από αυτό το κείμενο για να δείξετε το πώς αλλάζει η μέρα και γίνεται νύχτα; Με βάση όσα έχουμε συζητήσει μέχρι τώρα ποια πράγματα πιστεύετε ότι δεν συμβαδίζουν με αυτό το μοντέλο; Πώς αυτό το μοντέλο έρχεται σε αντίθεση με τις αποδείξεις που έχουμε και γιατί δεν εξηγεί καλά τα φαινόμενα;</i></p> <p>β. Οι μαθητές παρακολουθούν δυο βίντεο (το ένα είναι το διαισθητικό και το άλλο το αποδεκτό επιστημονικό μοντέλο) τα οποία θα πρέπει οι μαθητές να συνδέσουν με το αντίστοιχο κείμενο και ανακεφαλαιώνουμε όσα είπαμε.</p>
γ. Θέματα για τη βεβαιότητα της γνώσης	Η συζήτηση επικεντρώνεται στη βεβαιότητα της γνώσης, στην ανάγκη να αλλάξουμε τα μοντέλα μας υπό το φως νέων εμπειρικών ευρημάτων, στις πολλαπλές οπτικές που έχουμε για το φυσικό μας κόσμο.

Ο ρόλος του μαθητή στη διδακτική αυτή παρέμβαση είναι ενεργητικός μια και αυτό που τονίζεται πάντα είναι η ατομική κατασκευή του νόηματος. Έτσι ο μαθητής κατασκευάζει μόνος του το νόημα, αξιολογεί τόσο τις δικές του νοητικές κατασκευές όσο και τις νοητικές κατασκευές των συμμαθητών του, χρησιμοποιεί επιδέξια επιχειρηματολογία για στηρίζει τους ισχυρισμούς του, μαθαίνει να θέτει επιστημικά κριτήρια και να αναγνωρίζει την αναδιοργάνωση της γνώσης του μέσα από μια συνεχή διαδικασία μάθησης. Οι μαθητές έρχονται σε επαφή με διαφορετικά μοντέλα-αναπαραστάσεις και μαθαίνουν να αναγνωρίζουν διαφορετικές οπτικές-μοντέλα για ίδιες καταστάσεις τόσο του νοητικού όσο και του φυσικού κόσμου. Αξιολογούν τα διαφορετικά μοντέλα, κατανοούν τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του καθενός, αναγνωρίζουν την αλλαγή των μοντέλων τους και δημιουργούν τη δική τους γνώση. Στοχάζονται πάνω στη σκέψη τη δική τους και των άλλων μέσα από το συνεργατικό συλλογισμό σε εναλλακτικές θεωρίες και ισχυρισμούς, σε διαφορετικές ερμηνείες καταστάσεων και φαινομένων. Μέσα σε όλη αυτή τη διαδικασία ο ρόλος του δασκάλου

είναι επικουρικός και ουσιαστικά μαθαίνει στους μαθητές του μέσω της σκαλωσιάς, πώς να σκέφτονται. Ο κεντρικός ρόλος ανήκει πάντα στον μαθητή.

### *Παραδοσιακό Εκπαιδευτικό Πρόγραμμα*

Το παραδοσιακό εκπαιδευτικό πρόγραμμα ακολούθησε το επίσημο αναλυτικό πρόγραμμα του υπουργείου παιδείας. Η φιλοσοφία που διαπερνά το πρόγραμμα αυτό δεν έρχεται σε αντίθεση με τη φιλοσοφία που ακολουθήσαμε και εμείς κατά το σχεδιασμό των προτεινόμενων δραστηριοτήτων. Ως βασική προϋπόθεση ορίζεται η γνώση εκ μέρους του δασκάλου των νοητικών μοντέλων που έχουν διαμορφώσει ήδη οι μαθητές για το υπό συζήτηση αντικείμενο, των προϋπάρχουσων ιδεών και αντιλήψεών τους. Για αυτό και υπάρχει εκτενής αναφορά στο βιβλίο του δασκάλου των εναλλακτικών ιδεών και των νοητικών μοντέλων των μαθητών που έχουν καταγραφεί στη διεθνή βιβλιογραφία. Επίσης η χρήση διαδικασιών επιστημονικής μεθόδου κατέχει σημαντικό ρόλο. Συχνά και μέσα στα κείμενα των σχολικών εγχειριδίων υπάρχουν πληροφορίες σχετικά με τις παλιές έρευνες και πεποιθήσεις των ανθρώπων και πώς διαχρονικά εξελίχθηκαν. Προτείνεται επίσης από τους σχεδιαστές του προγράμματος η χρήση λογισμικού π.χ. για την παρουσίαση του ηλιακού μας συστήματος. Η διαφορά του προγράμματος αυτού είναι ότι δυστυχώς μέσα στον ελάχιστο σχολικό χρόνο που μπορεί να αφιερωθεί σε κάθε ενότητα δεν προσφέρεται η δυνατότητα στους μαθητές να στοχαστούν πάνω σε πολλαπλές οπτικές των φαινομένων και να συζητήσουν για τους διαφορετικούς τρόπους που γνωρίζουμε τον κόσμο μας και κατασκευάζουμε τον κόσμο μας. Σε αυτό το σημείο συνίσταται και η διαφορά με το πρόγραμμα που προτείνουμε και παρουσιάσαμε προηγουμένως.

Το βασικό εγχειρίδιο που χρησιμοποιήθηκε ήταν το σχολικό βιβλίο «Γεωγραφία-Μαθαίνω για τη γη» της 6<sup>ης</sup> δημοτικού που αναπτύχθηκε το Μάιο του 2003 (ΦΕΚ 303 / 304). Αν και οι μαθητές τελείωναν την 5<sup>η</sup> δημοτικού και οι έννοιες αυτές διδάσκονται επίσημα στην αρχή της 6<sup>ης</sup> δημοτικού, δεν διστάσαμε να βασιστούμε στο εγχειρίδιο αυτό μια και στα παλαιότερα έτη όπου ίσχυαν τα προηγούμενα διδακτικά εγχειρίδια οι αντίστοιχες έννοιες εισάγονταν από την 6<sup>η</sup> δημοτικού. Επίσης, σημαντικό για εμάς ήταν να μην έχουν εκτεθεί οι μαθητές στη συστηματική διδασκαλία των συγκεκριμένων εννοιών.

Προκειμένου να σχεδιάσουμε τις διδακτικές μας ενότητες βασιστήκαμε στις ενότητες του βιβλίου που αναφέρονταν στα ακόλουθα ζητήματα: α) *το Σχήμα και οι κινήσεις της γης*, β) *Ο άξονας και η περιφορά της γης-Ημέρα και νύχτα* και γ) *το Ηλιακό μας σύστημα*. Τα ζητήματα αυτά προσεγγίστηκαν με την παραπάνω σειρά, όπως

ακριβώς είναι δομημένα και στα σχολικά εγχειρίδια. Επίσης χρησιμοποιήθηκε ένα μη ανατρεπτικό κείμενο χωρίς πληροφορία κατηγοριοποίησης για το σχήμα της γης και ένα μη ανατρεπτικό κείμενο με πληροφορία κατηγοριοποίησης για το ηλιακό σύστημα και τη γη ως ουράνιο σώμα (Σκοπελίτη, 2008). Τέλος, οι μαθητές κλήθηκαν να απαντήσουν στις αντίστοιχες εργασίες για κάθε ενότητα που προτείνονται από το Τετράδιο εργασιών του μαθητή και σχετίζονταν με τη διδακτέα ύλη. Για κάθε ενότητα αφιερώθηκε μια σχολική διδακτική ώρα, όπως προβλέπεται από το σχολικό αναλυτικό πρόγραμμα, διάρκειας 45 λεπτών. Στο Παράρτημα γίνεται η αναλυτική περιγραφή κάθε ενότητας που σχεδιάστηκε.

Στον Πίνακα 7.5 που ακολουθεί αναφέρονται οι βασικές ενότητες που προσεγγίστηκαν και η χρονική διάρκεια κάθε διδασκαλίας.

Πίνακας 7.5: Κατανομή ωρών διδασκαλίας στο παραδοσιακό εκπαιδευτικό πρόγραμμα

Παρατηρησιακή Αστρονομία	Ενότητα 1	Κεφάλαιο 1, σελ.12-14 «Το σχήμα και οι κινήσεις της γης»	1 ώρα
	Ενότητα 2	Κεφάλαιο 2, σελ.21-22 «Ο άξονας και η περιστροφή της γης-Ημέρα και νύχτα»	1 ώρα
	Ενότητα 3	Κεφάλαιο 6, σελ.26-28 «Το Ηλιακό Σύστημα»	1 ώρα

## Μέθοδος

### Συμμετέχοντες

Το εκπαιδευτικό πρόγραμμα εφαρμόστηκε σε 24 από τους μαθητές της πέμπτης τάξης που συμμετείχαν στη Μελέτη 5 (μέσος όρος ηλικίας 10 έτη και 7 μήνες). Από τους 24 μαθητές δέχτηκαν να αξιολογηθούν μετά την παρέμβαση οι είκοσι και στις δοκιμασίες καθυστέρησης που πραγματοποιήθηκαν με την έναρξη της επόμενης σχολικής χρονιάς δεν συμμετείχε ένας μαθητής λόγω αλλαγής σχολικού περιβάλλοντος.

Η επίδοση των μαθητών αυτών συγκρίθηκε με την επίδοση 21 μαθητών της πέμπτης τάξης που επίσης συμμετείχαν στη Μελέτη 5 (μέσος όρος ηλικίας 10 έτη και 7 μήνες) και οι οποίοι διδάχτηκαν τις ίδιες αστρονομικές έννοιες ακολουθώντας το επίσημο αναλυτικό πρόγραμμα του υπουργείου παιδείας και έλαβαν τις ίδιες δοκιμασίες μεταελέγχου και καθυστέρησης. Στις δοκιμασίες καθυστέρησης δεν συμμετείχε ένας μαθητής λόγω αλλαγής σχολικού περιβάλλοντος. Αν και αυτή η ομάδα

δεν αποτελούσε μια κανονική ομάδα ελέγχου θα αναφερόμαστε συμβατικά σε αυτή ως ομάδα ελέγχου.

### Σχεδιασμός

Πίνακας 7.6: Σχεδιασμός της μελέτης

Φάση έρευνας		Πεδίο		
		Θεωρία του Νου	Προσωπική Επιστημολογία	Θεωρία του Φυσικού Κόσμου
Προ-έλεγχος		α) Ice Cream Story (Perner & Wimmer, 1985)  β) Dubble Bluff (Happe, 1994)	α) Ερωτηματολόγιο επιστημικής σκέψης (Kuhn, Cheney & Weinstock, 2000)  β) Συνέντευξη για τη φύση της επιστήμης (Carey et al., 1989)	Έργο συλλογισμού σε μοντέλα του φυσικού κόσμου (Κυριακοπούλου & Βοσνιάδου)
Παρέμβαση	Πειραματική Ομάδα	3 ώρες	7 ώρες	7 ώρες
	Ομάδα ελέγχου	-	-	3 ώρες
Μετα-έλεγχος		3 <sup>rd</sup> order FB recognition (Muris et al., 1999)	α) The Livia and the Fish problems (Kuhn, Iordanou, Pease & Wirkala, 2008).  β) Συνέντευξη για τη φύση της επιστήμης (Carey et al., 1989)	Διάκριση εμφάνισης-πραγματικότητας στην Παρατηρησιακή Αστρονομία (Κυριακοπούλου & Βοσνιάδου)
Δοκιμασίες καθυστέρησης		Dubble Bluff (Happe, 1994)	Δοκιμασίες για τη διερεύνηση της επίλυσης του επιστημολογικού προβλήματος και της θέσπισης επιστημικών κριτηρίων για κρίση μοντέλων α) εναλλαγή ημέρας-νύχτας β) εξάτμιση γ) δημιουργία πάγου	

Στον πίνακα 7.6 αναφέρεται περιληπτικά ο σχεδιασμός της μελέτης. Πριν τη διδακτική παρέμβαση όλοι οι μαθητές έλαβαν δοκιμασίες μέτρησης α) της ικανότητάς τους να αποδίδουν νοητικές καταστάσεις στους άλλους, β) του επιστημικού τους προφίλ και γ) της ικανότητάς τους να συλλογίζονται σε μοντέλα του φυσικού κόσμου. Μετά την παρέμβαση, όλοι οι μαθητές έλαβαν δοκιμασίες μεταελέγχου και μετά από τρεις μήνες όλοι οι μαθητές κλήθηκαν να απαντήσουν εκ νέου σε διάφορες δοκιμασίες καθυστέρησης προκειμένου να διερευνηθεί η διατήρηση της γνώσης που είχαν ενδεχομένως αποκτήσει..

## Δοκιμασίες

### Δοκιμασίες Προέλεγχου

Στον προέλεγχο περιλαμβάνονται όλες οι δοκιμασίες στις οποίες έλαβαν μέρος οι μαθητές στη Μελέτη 5, όπου και περιγράφονται αναλυτικά.

### Δοκιμασίες Μεταέλεγχου

Στους συμμετέχοντες δόθηκαν: α) μια δοκιμασία που αφορούσε στην απόδοση λανθασμένων πεποιθήσεων για φαινόμενα του κοινωνικού κόσμου (*Θεωρία του Νου*), β) τρεις δοκιμασίες για τη διερεύνηση των επιστημικών πεποιθήσεων (*Προσωπική Επιστημολογία*) και γ) μια δοκιμασία για τη διερεύνηση των πεποιθήσεων για φαινόμενα του φυσικού κόσμου (*Θεωρία για το Φυσικό Κόσμο*). Οι δοκιμασίες δόθηκαν σε δυο συνεδρίες στα παιδιά και όχι πάντα με την ίδια σειρά (Παράρτημα 4.7.1)

### Δοκιμασία Θεωρίας του Νου

Οι μαθητές και των δυο ομάδων έλαβαν μέρος σε μια δοκιμασία αναγνώρισης λανθασμένης πεποίθησης 3<sup>ης</sup> τάξης (Muris et al., 1999). Στην ιστορία που δόθηκε, οι δυο πρωταγωνιστές προσπαθούν να προφυλαχτούν από τη βροχή κάτω από ένα στέγαστρο. Ένας άντρας που βρίσκεται επίσης εκεί λέει «Ουάου, έχουμε πολύ ωραίο καιρό σήμερα!». Έργο των συμμετεχόντων ήταν να αναγνωρίσουν την «ειρωνεία». Στους μαθητές γίνονταν τρεις ερωτήσεις: μια ερώτηση πραγματικότητας για να δούμε αν τα παιδιά κατανόησαν την ιστορία, μια ερώτηση αναγνώρισης πεποίθησης και μια ερώτηση τεκμηρίωσης.

Αναμένουμε ότι οι μαθητές της πειραματικής ομάδας που έχουν λάβει αντίστοιχη εκπαίδευση σε θέματα Θεωρίας του Νου, όπως η αναγνώριση της ύπαρξης διαφορετικών πεποιθήσεων στον καθένα μας, θα μπορούν να αναγνωρίσουν ευκολότερα την λανθασμένη πεποίθηση και να τεκμηριώσουν σωστά την επιλογή τους αναφερόμενοι στη διπλή μπλόφα και στην ειρωνεία.

### Δοκιμασίες Προσωπικής Επιστημολογίας

α) *Δοκιμασία διερεύνησης επιστημικής σκέψης στα πεδία του κοινωνικού κόσμου και φυσικού κόσμου.*



Οι μαθητές και των δυο ομάδων έλαβαν μέρος σε μια πρώτη επιστημική δοκιμασία μεταελέγχου που σχετίζεται με την ανάπτυξη της επιστημικής σκέψης και την κατανόηση της φύσης της επιστήμης (Kuhn, Iordanou, Pease & Wirkala, 2008).

Στη δοκιμασία αυτή οι μαθητές έρχονταν σε επαφή με δυο σενάρια. Το ένα σενάριο ήταν «Το πρόβλημα της Λιβίας» που άπτεται του πεδίου της ιστορίας (αλήθεια για τον κοινωνικό κόσμο) και το δεύτερο σενάριο ήταν «Το πρόβλημα των ψαριών» που άπτεται του πεδίου της επιστήμης (αλήθεια για το φυσικό κόσμο). Οι μαθητές αφού διάβαζαν δυο κείμενα για κάθε σενάριο που αντιπροσώπευαν και την άποψη ενός ειδικού, έπρεπε να απαντήσουν σε τρεις ερωτήσεις. Η πρώτη ερώτηση ήταν για να καθοριστεί το γενικότερο επιστημικό επίπεδο των μαθητών και ζητούνταν από τους μαθητές να αποφασίσουν αν μόνο μια από τις δυο απόψεις που άκουγαν κάθε φορά ήταν σωστή ή αν και οι δυο ήταν σωστές και σε αυτή την περίπτωση αν η μια ήταν πιο σωστή από την άλλη. Η ερώτηση αυτή δεν υπήρχε στην αυθεντική δοκιμασία, αλλά προστέθηκε από εμάς προκειμένου να κάνουμε μια σύγκριση με την επίδοση των μαθητών στον προέλεγχο στο *Ερωτηματολόγιο Επιστημικής Σκέψης* (Kuhn, Cheney & Weinstock, 2000). Οι επόμενες δυο ερωτήσεις διερευνούσαν τις πεποιθήσεις των μαθητών για τη βεβαιότητα της γνώσης. Στη δεύτερη ερώτηση οι μαθητές έπρεπε να απαντήσουν σχετικά με το αν μπορούμε να είμαστε σίγουροι για το τι συνέβη κατά τον 5<sup>ο</sup> Λιβιανό πόλεμο ή για την επίδραση της κατανάλωσης ψαριών στην υγεία αντίστοιχα. Στην τρίτη ερώτηση έπρεπε να αναφέρουν τι θα ήταν αυτό που θα μας έκανε περισσότερο σίγουρους.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας στο συγκεκριμένο πεδίο (Muis et al., 2006. Kuhn et al., 2008) φαίνεται να είναι πιο πιθανό να εγκαταλείψει κανείς το επίπεδο της απόλυτης σκέψης, όπου μόνο μια άποψη μπορεί να είναι σωστή, πρώτα στο πεδίο του κοινωνικού κόσμου και μετά στο πεδίο του φυσικού κόσμου και αυτό γιατί είναι πιο εύκολο να δεχτεί κανείς την ύπαρξη του υποκειμενικού στοιχείου, άρα και την πιθανότητα πολλαπλών απόψεων σε αυτό το πεδίο. Το αντίθετο ισχύει για τη μετάβαση στο αξιολογητικό επίπεδο, όπου είναι πιο πιθανό να εγκαταλείψει κανείς το πλουραλιστικό τρόπο σκέψης πρώτα στο πεδίο του φυσικού κόσμου και μετά στο πεδίο του κοινωνικού κόσμου.

Στην παρούσα έρευνα αναμένουμε ότι η σύντομη εκπαίδευση των μαθητών σε θέματα επιστημολογίας ίσως να βοηθήσει τους μαθητές να θεσπίσουν καλύτερα επιστημικά κριτήρια και να έχουμε ένα μεγαλύτερο αριθμόν παιδιών της πειραματικής ομάδας στο πλουραλιστικό επίπεδο σκέψης για το πεδίο του κοινωνικού κόσμου και στο αξιολογικό επίπεδο σκέψης για το πεδίο του φυσικού κόσμου.

### β) Συνέντευξη για τη Φύση της Επιστήμης

Η δεύτερη επιστημική δοκιμασία μεταελέγχου στην οποία έλαβαν μέρος οι μαθητές ήταν η Συνέντευξη για τη Φύση της Επιστήμης (Carey et al., 1989). Η δοκιμασία αυτή έχει ήδη περιγραφεί αναλυτικά στις προηγούμενες έρευνες. Αναμένουμε ότι οι μαθητές της πειραματικής ομάδας θα δώσουν πιο εκλεπτυσμένες απαντήσεις σχετικά με τη φύση της επιστήμης, τις πειραματικές διαδικασίες, τον έλεγχο υποθέσεων και τη διαμόρφωση θεωριών μια και προηγήθηκε μια προσπάθεια να αναδειχτούν τα συγκεκριμένα ζητήματα μέσα από την εκπαιδευτική παρέμβαση.

### γ) Διερεύνηση πεποιθήσεων για την έννοια του μοντέλου

Οι μαθητές και των δυο ομάδων απάντησαν σε μια προσαρμοσμένη εκδοχή του ερωτηματολογίου των Grosslight, Unger, Jay & Smith (1991) σχετικά με την έννοια, τους σκοπούς, τις διαστάσεις του μοντέλου. Στους μαθητές γίνονταν ερωτήσεις σχετικά με το τι είναι μοντέλο, ποιος ο σκοπός ύπαρξης ενός μοντέλου, τι πρέπει να έχουμε κατά νου όταν κατασκευάζουμε ένα μοντέλο, αν μπορούν να υπάρχουν πολλά μοντέλα για μια ίδια κατάσταση και αν μπορούν να αλλάξουν τα μοντέλα. Στην αντίστοιχη έρευνα των Grosslight et al. (1991) φάνηκε ότι οι περισσότεροι μαθητές Α΄ Γυμνασίου αντιμετώπιζαν τα μοντέλα ως απλές αντιγραφές της πραγματικότητας, χωρίς να λαμβάνουν υπόψη τους τα εμπειρικά δεδομένα για τη δημιουργία και αναθεώρησή τους. Αναμένουμε ότι οι περισσότεροι μαθητές θα βρίσκονται επίσης σε ένα σχετικά αρχικό επίπεδο επιστημολογίας, με τους μαθητές της πειραματικής ομάδας να υπερέχουν και να δίνουν πιο εκλεπτυσμένες απαντήσεις έστω και αρχικού επιπέδου, μετά την έκθεσή τους στη διδασκαλία. Αναμένουμε από τους μαθητές της πειραματικής ομάδας να αρχίζουν να αναγνωρίζουν το ρόλο των επιστημονικών ιδεών στην κατασκευή μοντέλων, το ρόλο των εμπειρικών δεδομένων στην αλλαγή ενός μοντέλου και την ύπαρξη πολλών διαφορετικών μοντέλων.

### Δοκιμασία Θεωρίας του Φυσικού Κόσμου

Όλοι οι μαθητές κλήθηκαν να σχεδιάσουν μοντέλα του φυσικού κόσμου για το «πώς είναι πραγματικά» και «πώς φαίνονται να μοιάζουν» φαινόμενα του φυσικού κόσμου, ειδικότερα του χώρου της παρατηρησιακής αστρονομίας. Ειδικότερα, κλήθηκαν να σχεδιάσουν ένα μοντέλο σε συμφωνία με τη διαισθητική μας εμπειρία και ένα μοντέλο σε συμφωνία με την αποδεκτή επιστημονική εξήγηση για το *Σχήμα της Γης*, τη *Βαρύτητα*, τα *Σχετικά Μεγέθη Ηλιου-Γης-Σελήνης*, το *Πλανητικό Σύστημα* και την *Εναλλαγή Ημέρας-Νύχτας*. Κάθε φορά υπενθυμιζόταν στους μαθητές ότι

μπορούσαν να σχεδιάσουν το ίδιο μοντέλο αν έκριναν ότι η εμφάνιση και η πραγματικότητα ήταν ίδια. Η δοκιμασία αυτή διέφερε από την αντίστοιχη δοκιμασία θεωρίας του φυσικού κόσμου κατά τον προέλεγχο, ως προς το ότι αυτή τη φορά ζητούνταν από τους μαθητές να σχεδιάσουν οι ίδιοι μοντέλα και όχι να αναγνωρίσουν μοντέλα που τους δόθηκαν. Και στις δυο περιπτώσεις όμως, το έργο πίσω από κάθε δοκιμασία ήταν η επίλυση του επιστημολογικού προβλήματος, η διάκριση δηλαδή της εμφάνισης και της πραγματικότητας και η σύλληψη των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών κάθε μοντέλου-αναπαράστασης. Σε όλες τις περιπτώσεις οι μαθητές έπρεπε να τεκμηριώσουν τις απαντήσεις τους, κάτι που αποτελούσε σαφή ένδειξη της βαθύτερης κατανόησης των φαινομένων.

Αναμένουμε ότι οι μαθητές που έχουν εκτεθεί στην πειραματική διδασκαλία και στους οποίους έχει τονιστεί η σπουδαιότητα των πολλαπλών οπτικών, ο κατασκευαστικός χαρακτήρας της γνώσης, η ύπαρξη πολλαπλών μοντέλων-αναπαραστάσεων για ίδια φαινόμενα-καταστάσεις στον κόσμο, θα μπορούν να διακρίνουν ανάμεσα στις αντιφατικές συλλήψεις της πραγματικότητας, εκείνες που αναφέρονται στη διαισθητική μας εμπειρία των πραγμάτων και εκείνες που αναφέρονται στις επιστημονικές εξηγήσεις των φαινομένων και να σχεδιάσουν αντίστοιχα εννοιολογικά μοντέλα. Αναμένουμε έτσι καλύτερη επίδοση των μαθητών της πειραματικής ομάδας σε σχέση με τους μαθητές της ομάδας ελέγχου που έχουν διδαχτεί έννοιες της αστρονομίας με την παραδοσιακή μέθοδο.

#### Δοκιμασίες Καθυστέρησης

(Παράρτημα 4.7.2)

##### *Δοκιμασία Θεωρίας του Νου*

Όλοι οι μαθητές έλαβαν μέρος σε μια δοκιμασία αναγνώρισης λανθασμένης πεποίθησης 3<sup>ης</sup> τάξης (Harpe, 1994). Η ιστορία που δόθηκε στα παιδιά ήταν η ίδια με αυτή που τους είχε δοθεί στον προέλεγχο, η ιστορία της «διπλής μπλόφας» από τις Παράξενες Ιστορίες της Harpe, (1994).

##### *Δοκιμασίες Προσωπικής Επιστημολογίας και Θεωρίας του Φυσικού Κόσμου*

Όλοι οι μαθητές έλαβαν μέρος σε τρεις δοκιμασίες καθυστέρησης προκειμένου να διαπιστωθεί η διατήρηση της γνώσης που ενδεχομένως είχαν αποκτήσει, η ικανότητά τους να θέτουν επιστημικά κριτήρια και να αξιολογούν διαφορετικούς ισχυρισμούς που αντιστοιχούν σε διαφορετικά μοντέλα-αναπαραστάσεις και η δυνατότητα μεταφοράς της γνώσης τους σε παρεμφερή πλαίσια. Οι μαθητές διάβαζαν

δυο κείμενα για τρία φυσικά φαινόμενα, την *Εναλλαγή ημέρας-νύχτας*, την *Εξάτμιση* και τη *Δημιουργία του πάγου*. Το ένα κείμενο αναφερόταν στη διαισθητική μας εμπειρία των φαινομένων και το άλλο κείμενο αποτελούσε την αποδεκτή επιστημονική εξήγηση για αυτά. Στη συνέχεια οι μαθητές κλήθηκαν να απαντήσουν σε διάφορες ερωτήσεις. Η πρώτη ερώτηση (*Κύκλωσε το κείμενο με το οποίο συμφωνείς περισσότερο*) διερευνούσε την επίλυση του οντολογικού προβλήματος, το αν γνώριζαν δηλαδή οι μαθητές την επιστημονική εξήγηση του φαινομένου. Οι δυο επόμενες ερωτήσεις ήταν ερωτήσεις διάκρισης εμφάνισης-πραγματικότητας (π.χ. *Κύκλωσε το κείμενο που πιστεύεις ότι μας δείχνει το πώς αλλάζει η μέρα και γίνεται νύχτα στην πραγματικότητα και Κύκλωσε το κείμενο που μας δείχνει το πώς μας φαίνεται να αλλάζει η μέρα και να γίνεται νύχτα σε εμάς που ζούμε στη γη*). Σκοπός των ερωτήσεων αυτών ήταν η διερεύνηση της επίλυσης του επιστημολογικού προβλήματος. Θέλαμε να διαπιστώσουμε αν οι μαθητές μπορούσαν να διακρίνουν ανάμεσα στο κείμενο που αναφερόταν στη διαισθητική μας εμπειρία και στο κείμενο που αναφερόταν στις επιστημονικές εξηγήσεις. Η επόμενη ερώτηση ήταν ερώτηση τεκμηρίωσης (*Γιατί πιστεύεις ότι το κείμενο με το οποίο συμφωνείς περισσότερο, εξηγεί καλύτερα το φαινόμενο .....*;) και διερευνούσε τα επιστημικά κριτήρια που θέτουν οι μαθητές προκειμένου να εξηγήσουν με ποιο κείμενο συμφωνούν περισσότερο και να αναγνωρίσουν με ποια πράγματα από όσα έχουν μάθει «ταιριάζει» το κείμενο που επέλεξαν.

Αναμένουμε ότι οι μαθητές της πειραματικής ομάδας, που έχουν λάβει εκπαίδευση σε θέματα αναγνώρισης πολλαπλών οπτικών-αναπαραστάσεων, θα μπορούν να αναγνωρίσουν πιο εύκολα τις πολλαπλές οπτικές, να διακρίνουν τις διαφορές ανάμεσα στα δυο κείμενα και να αναφερθούν σε επιστημικά κριτήρια προκειμένου να κρίνουν τους δυο ισχυρισμούς, δίνοντας έμφαση στην πηγή της γνώσης, στην τεκμηρίωσή της και στη σημασία των εμπειρικών δεδομένων για την αξιολόγησή της.

### **Αποτελέσματα**

Οι πεποιθήσεις των μαθητών για τις νοητικές καταστάσεις, για τη φύση της γνώσης και τη διαδικασία του γινώσκειν καθώς και η ικανότητά τους να σκέφτονται για εννοιολογικά μοντέλα του φυσικού κόσμου διερευνήθηκαν στην προηγούμενη έρευνα μέσα από τις ποικίλες δοκιμασίες που τους δόθηκαν. Από την εφαρμογή του στατιστικού κριτηρίου  $t$  για ανεξάρτητα δείγματα φάνηκε ότι πριν την παρέμβαση δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στους μαθητές που παρακολούθησαν το πειραματικό πρόγραμμα και στους μαθητές που παρακολούθησαν

το παραδοσιακό αναλυτικό πρόγραμμα αναφορικά με την ικανότητα Θεωρίας του Νου ( $t(44)=1.18$ , NS), το επιστημικό τους επίπεδο ( $t(44)=.031$ , NS) και την ικανότητά τους να συλλογίζονται σε μοντέλα του φυσικού κόσμου ( $t(44)=1.710$ , NS). Έτσι όλοι οι μαθητές είχαν αναπτύξει σε παρόμοιο επίπεδο την ικανότητα απόδοσης νοητικών καταστάσεων, είχαν περίπου το ίδιο σχετικά χαμηλό επιστημικό προφίλ και παρόμοιες δυσκολίες συλλογισμού σε εννοιολογικά μοντέλα του φυσικού κόσμου.

Στη συνέχεια θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα από τις δοκιμασίες μεταέλεγχου και τις δοκιμασίες καθυστέρησης στις οποίες έλαβαν μέρος όλοι οι μαθητές μετά την εφαρμογή του προτεινόμενου πειραματικού και του παραδοσιακού αναλυτικού προγράμματος και θα συγκριθεί η απόδοση των δυο ομάδων καθώς και η επίδοση κάθε ομάδας χωριστά στις διάφορες φάσεις όπου αυτό είναι εφικτό. Τέλος, θα μελετηθεί η σχέση ανάμεσα στη Θεωρία του Νου, την Προσωπική Επιστημολογία και τη θεωρία του φυσικού κόσμου όπως διαμορφώθηκε μετά την παρέμβαση στην πειραματική ομάδα. Η βαθμολόγηση κάθε δοκιμασίας ακολούθησε τα κριτήρια της προηγούμενης έρευνας, αλλά θα αναφερθούμε πιο συγκεκριμένα και κατά την παρουσίαση των αποτελεσμάτων για κάθε δοκιμασία ειδικότερα.

#### **A) Δοκιμασίες μεταέλεγχου**

Για τις στατιστικές μας αναλύσεις υπολογίστηκε ένα μέσο σκορ α) για τη δοκιμασία Θεωρίας του Νου, β) για τις δοκιμασίες Προσωπικής Επιστημολογίας και γ) για τη δοκιμασία θεωρίας του φυσικού κόσμου. Η Μικτή Ανάλυση Διακύμανσης [ομάδα (2)\* χρονική στιγμή (2) \* είδος δοκιμασίας (3) διαμέσου των υποκειμένων] που πραγματοποιήθηκε έδειξε μια κύρια επίδραση τόσο για την Ομάδα ( $F(1,39)=12.011$ ;  $p<0.001$ ), για τη χρονική στιγμή ( $F(1,39)=8.130$ ;  $p<0.01$ ) και για το είδος δοκιμασίας ( $F(2,78)=33.855$ ;  $p<0.001$ ), καθώς και στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση ανάμεσα στη χρονική στιγμή και την ομάδα ( $F(1,39)=4.602$ ;  $p<0.001$ ) και ανάμεσα στη χρονική στιγμή και το είδος δοκιμασίας ( $F(2,78)=7.419$ ;  $p<0.01$ ).

Η μέση επίδοση της πειραματικής ομάδας σε όλες σχεδόν τις δοκιμασίες του μεταέλεγχου ήταν καλύτερη από την επίδοσή της στον προέλεγχο (μ.ο.=2.27, τ.α.=.08 και μ.ο.=1.99, τ.α.=.09 αντίστοιχα). Αντίθετα η μέση επίδοση της ομάδας ελέγχου στον μεταέλεγχο δεν διέφερε σημαντικά από την επίδοσή της στον προέλεγχο (μ.ο.=1.78, τ.α.=.07, και μ.ο.=1.74, τ.α.=.07 αντίστοιχα).

Επίσης, όπως παρατηρούμε και στον Πίνακα 7.7 που ακολουθεί η επίδοση της πειραματικής ομάδας βελτιώνεται σημαντικά από τον προέλεγχο στον μεταέλεγχο σε όλες σχεδόν τις δοκιμασίες σε αντίθεση με την επίδοση της ομάδας ελέγχου.

Πίνακας 7.7: Μέση επίδοση της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε κάθε δοκιμασία στον προέλεγχο και μεταέλεγχο.

Είδος δοκιμασίας	Χρονική στιγμή	Πειραματική Ομάδα		Ομάδα Ελέγχου	
		μ.ο.	τ.α.	μ.ο.	τ.α.
Δοκιμασία Θεωρίας του Νου	Προέλεγχος	2.17	.71	1.78	.68
	Μεταέλεγχος	2.65	.74	2.14	1.01
Δοκιμασίες Προσωπικής Επιστημολογίας	Προέλεγχος	1.66	.29	1.58	.25
	Μεταέλεγχος	1.71	.33	1.34	.18
Δοκιμασία Θεωρίας του φυσικού Κόσμου	Προέλεγχος	2.14	.44	1.85	.42
	Μεταέλεγχος	2.45	.34	1.85	.40

Στη συνέχεια θα αναφερθούμε στις επιδόσεις κάθε ομάδας σε κάθε δοκιμασία αναλυτικά και θα συγκρίνουμε την επίδοση των δυο ομάδων στον μεταέλεγχο, καθώς και την επίδοση κάθε ομάδας στον προέλεγχο και μεταέλεγχο ειδικότερα.

#### Δοκιμασίες Θεωρίας του Νου

Ο τρόπος βαθμολόγησης της δοκιμασίας αυτής ήταν ο ίδιος που ακολουθήθηκε και στις προηγούμενες μελέτες. Οι απαντήσεις κατηγοριοποιήθηκαν σε τρεις κατηγορίες απαντήσεων: α) «Μη αναγνώριση πεποίθησης» (σκορ 1), β) «Αναγνώριση πεποίθησης», (σκορ 2) και γ) «Αναγνώριση πεποίθησης και σωστή τεκμηρίωση» (σκορ 3).

Η εφαρμογή του στατιστικού κριτηρίου t για ανεξάρτητα δείγματα δεν έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις δυο ομάδες ( $t(39)=1.817$ , NS). Όμως, ο μέσος όρος επίδοσης της πειραματικής ομάδας είναι πολύ καλύτερος από το μέσο όρο επίδοσης της ομάδας ελέγχου (μ.ο. 2.65, τ.α.=.74 και μ.ο.=2.14, τ.α.=1.01 αντίστοιχα).

Πίνακας 7.8: Κατανομή μαθητών κάθε ομάδας στις τρεις κατηγορίες απαντήσεων στη δοκιμασία μεταέλεγχου Θεωρίας του Νου 3<sup>ης</sup> τάξης.

Δοκιμασία Θ.τ.Ν.	Ομάδα	Μη- αναγνώριση πεποίθησης	Αναγνώριση πεποίθησης	Αναγνώριση πεποίθησης και σωστή τεκμηρίωση
	Πειραματική (N=20)	3 (15%)	1 (5%)	16 (80%)
	Ελέγχου (N=21)	9 (43%)	-	12 (57%)

Ειδικότερα, παρατηρώντας τον Πίνακα 7.8 βλέπουμε ότι η επίδοση της πειραματικής ομάδας είναι πολύ καλύτερη. Σχεδόν όλα τα παιδιά της πειραματικής ομάδας αναγνωρίζουν τη λανθασμένη πεποίθηση (85%) και μόνο ένα από αυτά (5%) δυσκολεύεται να τεκμηριώσει την απάντησή του με αναφορά στην ειρωνεία. Στην ομάδα ελέγχου όμως, ένα μεγάλο ποσοστό εξακολουθεί να αποτυγχάνει στη δοκιμασία αυτή και δεν αναγνωρίζει τη λανθασμένη πεποίθηση (43%).

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον είχε και η μελέτη της επίδοσης των μαθητών κάθε ομάδας στον μεταέλεγχο σε σχέση με την επίδοση που είχαν επιδείξει κατά τον προέλεγχο στη δοκιμασία Θ.τ.ν. 3<sup>ης</sup> τάξης. Το *t* στατιστικό κριτήριο για εξαρτημένα δείγματα που εφαρμόστηκε σε κάθε ομάδα χωριστά, έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές και για την πειραματική ομάδα ( $t(19)=3.115, p<0.01$ ) και για την ομάδα ελέγχου ( $t(20)=3.423, p<0.01$ ) με την επίδοση κατά το μεταέλεγχο να είναι καλύτερη και στις δυο περιπτώσεις. Στην ομάδα ελέγχου το μέσο σκορ επίδοσης αυξήθηκε από 1.42 (τ.α.=.81) σε 2.14 (τ.α.=1.01), ενώ στην πειραματική ομάδα αυξήθηκε από 2.00 (τ.α.=1.02) σε 2.65 (τ.α.=.74). Η επίδοση πάντως της πειραματικής ομάδας είναι πολύ καλύτερη στη δοκιμασία μεταελέγχου.

### Δοκιμασίες Προσωπικής Επιστημολογίας

#### Η ανάπτυξη της επιστημικής σκέψης στο πεδίο του κοινωνικού κόσμου και στο πεδίο του φυσικού κόσμου.

Οι μαθητές και των δυο ομάδων έλαβαν μέρος σε μια πρώτη επιστημική δοκιμασία μεταελέγχου που σχετίζεται με την ανάπτυξη της επιστημικής σκέψης και την κατανόηση της φύσης της επιστήμης. Στους μαθητές δόθηκαν δυο σενάρια: «Το πρόβλημα της Λιβίας» που άπτεται του πεδίου της ιστορίας (αλήθεια για τον κοινωνικό κόσμο) και «Το πρόβλημα των ψαριών» που άπτεται του πεδίου της επιστήμης

(αλήθεια για το φυσικό κόσμο) (Kuhn, Iordanou, Pease & Wirkala, 2008). Οι μαθητές απάντησαν σε τρεις ερωτήσεις για κάθε σενάριο. Η πρώτη ερώτηση ήταν για να καθοριστεί το επιστημικό επίπεδο των μαθητών και οι επόμενες δυο ερωτήσεις διερευνούσαν τις πεποιθήσεις των μαθητών για τη βεβαιότητα της γνώσης.

Στην πρώτη ερώτηση ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να αποφασίσουν αν μόνο μια από τις δυο απόψεις που άκουγαν κάθε φορά ήταν σωστή ή αν και οι δυο ήταν σωστές και σε αυτή την περίπτωση αν η μια ήταν πιο σωστή από την άλλη. Με βάση τις απαντήσεις τους οι μαθητές τοποθετήθηκαν σε ένα από τα ακόλουθα επιστημικά επίπεδα (Kuhn et al. 2000): Απόλυτο («μόνο η μία άποψη είναι σωστή»), Πλουραλιστικό («και οι δύο μπορεί να έχουν κάποιο δίκιο») και Αξιολογικό («ο ένας μπορεί να είναι πιο σωστός από τον άλλο»). Επίσης, κάθε απάντηση βαθμολογήθηκε και ποσοτικά: το Απόλυτο επίπεδο βαθμολογήθηκε με σκορ (1), το Πλουραλιστικό με σκορ (2) και το Αξιολογικό με σκορ (3).

Οι επόμενες ερωτήσεις όμως ήταν περισσότερο διερευνητικές («Μπορούμε να είμαστε σίγουροι...;» και «Τι θα μας έκανε περισσότερο σίγουρους;») και με βάση τις απαντήσεις τους οι μαθητές τοποθετήθηκαν στα ακόλουθα τρία επιστημικά επίπεδα όπως ορίζονται από τους Kuhn, Iordanou, Pease & Wirkala (2008) και περιγράφονται στον Πίνακα 7.9 που ακολουθεί.



Πίνακας7.9: Πρότυπα απαντήσεων στις δυο ερωτήσεις διερεύνησης των πεποιθήσεων για τη βεβαιότητα της γνώσης με βάση τα τρία επίπεδα επιστημικής κατανόησης στο Πρόβλημα της Λιβίας και στο Πρόβλημα των ψαριών (Kuhn, Iordanou, Pease & Wirkala, 2008).

		<i><b>Απόλυτο Επίπεδο</b></i>	<i><b>Πλουραλιστικό Επίπεδο</b></i>	<i><b>Αξιολογικό Επίπεδο</b></i>
<i><b>Είδος Σεναρίου</b></i>	<i>Μπορούμε να είμαστε σίγουροι....;</i>	<i>Βέβαιη γνώση που αποκτάται εμπειρικά μέσω της παρατήρησης/ Μη βέβαιη γνώση λόγω απουσίας παρατηρητών, αλλά θεωρητικά θα μπορούσε να ήταν αν ένας παρατηρητής ήταν παρών</i>	<i>Η γνώση δεν είναι βέβαιη γιατί η γνώση είναι υποκειμενική.</i>	<i>Η βεβαιότητα δεν είναι πιθανή, αλλά μπορούμε να την προσεγγίσουμε μέσω της έρευνας και της ερμηνείας των ευρημάτων.</i>
<i>Το πρόβλημα της Λιβίας (κοινωνικός κόσμος)</i>	<i>Τι θα μας έκανε περισσότερο σίγουρους;</i>	<i>Συνομιλία με αυτόπτες μάρτυρες. Εύρεση άμεσων αποδείξεων για να αποδειχτούν τα γεγονότα.</i>	<i>Η ιστορία είναι η προσωπική άποψη κάποιου. Και οι δυο πλευρές έχουν δίκιο.</i>	<i>Διερεύνηση περισσότερων αναφορών, διερεύνηση ομοιοτήτων και διαφορών, στα ιστορικά αρχεία χωρών στην περιοχή. Έλεγχος σε διαφορετικά άτομα που έχουν καρδιακές παθήσεις. Μεγαλύτερη περίοδος ελέγχων με μεγαλύτερο δείγμα και έλεγχος ομάδων από διαφορετικές περιοχές.</i>
<i>Το πρόβλημα των ψαριών (φυσικός κόσμος)</i>	<i>Τι θα μας έκανε περισσότερο σίγουρους;</i>	<i>Κάνοντας έλεγχο σε κάποιο άτομο.</i>	<i>Μπορεί να ισχύει για κάποια άτομα και όχι για κάποια άλλα.</i>	

Σχετικά με την πρώτη ερώτηση που καθορίζει το γενικό επιστημικό επίπεδο των μαθητών, η εφαρμογή του στατιστικού κριτηρίου t για ανεξάρτητα δείγματα δεν έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις δυο ομάδες ούτε για το Πρόβλημα της Λιβίας, ούτε για το Πρόβλημα των ψαριών ( $t(39)=.486$ , NS και  $t(39)=.890$ , NS αντίστοιχα). Η μέση επίδοση των μαθητών κάθε ομάδας δεν διαφέρει ιδιαίτερα ούτε για το Πρόβλημα της Λιβίας (μ.ο.=2.50, τ.α.=.68 για την πειραματική ομάδα και μ.ο.=2.38, τ.α.=.86 για την ομάδα ελέγχου), ούτε για το Πρόβλημα των ψαριών (μ.ο.=2.20, τ.α.=.89 για την πειραματική ομάδα και μ.ο.=2.42, τ.α.=.74 για την ομάδα ελέγχου). Στον Πίνακα 7.10 που ακολουθεί φαίνονται οι συχνότητες απαντήσεων που κατηγοριοποιούνται σε κάθε επιστημικό επίπεδο για κάθε ομάδα. Οι περισσότεροι μαθητές βρίσκονται στο αξιολογικό επίπεδο και στα δυο πεδία γνώσης και θεωρούν ότι

αν και οι δυο απόψεις μπορεί να είναι σωστές, η μια άποψη μπορεί να είναι καλύτερη από την άλλη. Τα αποτελέσματα αυτά δεν διαφέρουν από τον προέλεγχο, όπου οι περισσότεροι μαθητές βρίσκονται πάλι στο αξιολογικό επίπεδο στα πεδία κρίσης ισχυρισμών που αφορούν στην Αλήθεια στον Κοινωνικό και Φυσικό Κόσμο ( $t(19)=.900$ , NS και  $t(19)=.525$ , NS αντίστοιχα για την πειραματική ομάδα και  $t(20)=0.00$ , NS και  $t(20)=.237$ , NS αντίστοιχα για την ομάδα ελέγχου).

Πίνακας 7.10: Συχνότητες/ποσοστά απαντήσεων σε κάθε επιστημικό επίπεδο για κάθε ομάδα και για κάθε σενάριο στην ερώτηση καθορισμού του γενικού επιστημικού επιπέδου.

Ομάδα	Μπορεί μια από τις απόψεις να είναι σωστή ή και οι δυο να έχουν κάποιο δίκιο; Εάν και οι δυο δίκιο, ο ένας μπορεί να είναι πιο σωστός ή δεν μπορεί ο ένας να είναι πιο σωστός από τον άλλο;	Απόλυτο Επίπεδο	Πλουραλιστικό Επίπεδο	Αξιολογικό επίπεδο
Πειραματική ομάδα (N=20)	Το πρόβλημα της Λιβίας (κοινωνικός κόσμος)	2 (10%)	6 (30%)	12 (60%)
	Το πρόβλημα των ψαριών (φυσικός κόσμος)	6 (30%)	4 (20%)	10 (50%)
Ομάδα Ελέγχου (N=21)	Το πρόβλημα της Λιβίας (κοινωνικός κόσμος)	5 (24%)	3 (14%)	13 (62%)
	Το πρόβλημα των ψαριών (φυσικός κόσμος)	3 (14%)	6 (29%)	12 (57%)

Στις επόμενες ερωτήσεις όμως μας δίνεται μια πιο ξεκάθαρη εικόνα για το επιστημικό επίπεδο των μαθητών, μια και εμβαθύνουν περισσότερο σε θέματα όπως η βεβαιότητα της γνώσης. Για τις ερωτήσεις αυτές το στατιστικό κριτήριο t για ανεξάρτητα δείγματα δεν έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις δυο ομάδες για το Πρόβλημα της Λιβίας ( $t(39)=.802$ , NS). Όσον αφορά όμως την επίδοση των μαθητών στο Πρόβλημα των ψαριών βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις δυο ομάδες ( $t(39)=3.149$ ,  $p<0.01$ ) υπέρ της πειραματικής ομάδας. Ο μέσος όρος επίδοσης της πειραματικής ομάδας είναι πολύ καλύτερος από το μέσο όρο επίδοσης της ομάδας ελέγχου (μ.ο. 1.70, τ.α.=.92 και μ.ο. 1.04, τ.α.=.21 αντίστοιχα).

Στον Πίνακα 7.11 που ακολουθεί αναφέρονται οι συχνότητες των απαντήσεων κάθε ομάδας για κάθε επιστημικό επίπεδο στις ερωτήσεις που αφορούν στη βεβαιότητα της γνώσης. Παρατηρώντας τις απαντήσεις των μαθητών βλέπουμε ότι οι περισσότεροι μαθητές και των δυο ομάδων στο Πρόβλημα της Λιβίας βρίσκονται ουσιαστικά σε ένα

απόλυτο επιστημικό επίπεδο όπου πιστεύουν ότι η γνώση είναι βέβαιη και αποκτάται εμπειρικά μέσω της άμεσης παρατήρησης ή θεωρητικά θα μπορούσε να αποκτηθεί αν κάποιος παρατηρητής ήταν παρών στα γεγονότα. Στις περισσότερες δηλαδή απαντήσεις τονίζεται το γεγονός ότι θα μπορούσαμε να ήμασταν σίγουροι αν ζούσαμε εκεί τότε, αν γυρνάγαμε με μια χρονομηχανή σε εκείνη την περίοδο ή αν ρωτούσαμε κάποιον που ήταν στη μάχη. Όπως βλέπουμε ελάχιστοι είναι οι μαθητές που αναφέρονται στην ερμηνεία στοιχείων και τεκμηρίων και στη συγκέντρωση και ερμηνεία πληροφοριών από τα ιστορικά αρχεία. Πάντως συναντάμε ένα μεγαλύτερο ποσοστό μαθητών από την πειραματική ομάδα (25%) που μεταβαίνει σε ένα πλουραλιστικό και αξιολογικό επίπεδο επιστημικής κατανόησης σε αυτό το πρόβλημα σε σχέση με την ομάδα ελέγχου (9.5%). Όσον αφορά στο Πρόβλημα των ψαριών, οι μαθητές της ομάδας ελέγχου βρίσκονται σχεδόν όλοι στο απόλυτο επίπεδο δίνοντας απαντήσεις όπως «να ρωτούσαμε έναν ψαρά», «να βρίσκαμε έναν άνθρωπο που να το είχε δοκιμάσει», «αν είχαμε δει ένα περιστατικό που το ψάρι να έσωζε τον άνθρωπο», όπου και πάλι αναφέρονται στην άμεση γνώση που αποκτά κανείς μέσω της παρατήρησης. Οι μαθητές της πειραματικής ομάδας όμως διαφοροποιούνται στο πρόβλημα αυτό και αρκετοί έχουν αρχίσει τη μετάβαση προς ένα πιο αξιολογικό επίπεδο, όπου αναφέρονται στη σημασία της διενέργειας περισσότερων πειραμάτων σε μεγαλύτερο εύρος ασθενειών και πληθυσμού, στην καλύτερη ερμηνεία των ευρημάτων και στη συλλογή περισσότερων στοιχείων. Ίσως η ενασχόληση με παρόμοια ζητήματα και η ανάδειξη της σημασίας των εμπειρικών ευρημάτων στην αξιολόγηση ισχυρισμών κατά τις διδακτικές παρεμβάσεις να βοήθησε την πειραματική ομάδα να δώσει πιο εκλεπτυσμένες απαντήσεις.

Πίνακας 7.11: Συχνότητες /Ποσοστά απαντήσεων για κάθε επιστημικό επίπεδο για κάθε ομάδα και για κάθε σενάριο στις ερωτήσεις διερεύνησης των πεποιθήσεων για τη βεβαιότητα της γνώσης.

Ομάδα	<i>Μπορεί κάποιος να είναι σίγουρος για το τι συνέβη στον 5<sup>ο</sup> Λιβανό πόλεμο / για την επίδραση της κατανάλωσης ψαριών στην υγεία; Τι θα μας έκανε να είμαστε περισσότερο σίγουροι;</i>	Απόλυτο Επίπεδο	Πλουραλιστικό Επίπεδο	Αξιολογικό επίπεδο
Πειραματική ομάδα (N=20)	<i>Το πρόβλημα της Λιβίας (κοινωνικός κόσμος)</i>	15 (75%)	3 (15%)	2 (10%)
	<i>Το πρόβλημα των ψαριών (φυσικός κόσμος)</i>	12 (60%)	2 (10%)	6 (30%)

Ομάδα	<i>Το πρόβλημα της Λιβίας</i>	19	-	2
Ελέγχου	<i>(κοινωνικός κόσμος)</i>	(90%)		(10%)
(N=21)	<i>Το πρόβλημα των ψαριών</i>	20	1	-
	<i>(φυσικός κόσμος)</i>	(95%)	(5%)	

Τέλος, το t-test για ανεξάρτητα δείγματα έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις δυο ομάδες όσον αφορά στο μέσο σκορ που συγκεντρώνουν οι μαθητές και στα δυο σενάρια προβλημάτων με βάση τις δυο αυτές ερωτήσεις διερεύνησης των πεποιθήσεων για τη βεβαιότητα της γνώσης ( $t(39)=2.607$ ,  $p<0.05$ ) υπέρ της πειραματικής ομάδας. Η μέση επίδοση της πειραματικής ομάδας και στα δυο σενάρια προβλημάτων είναι πολύ καλύτερη από τη μέση επίδοση της ομάδας ελέγχου (μ.ο. 1.52, τ.α.=.63 και μ.ο. 1.11, τ.α.=.31 αντίστοιχα), κάτι που είναι πιθανόν να οφείλεται στο είδος της διδασκαλίας που δέχτηκε η ομάδα αυτή.

#### Συνέντευξη για τη Φύση της Επιστήμης

Η δεύτερη επιστημική δοκιμασία μεταέλεγχου στην οποία έλαβαν μέρος και οι δυο ομάδες ήταν η Συνέντευξη για τη Φύση της Επιστήμης. Ο τρόπος βαθμολόγησης ήταν ο ίδιος που ακολουθήθηκε και στις προηγούμενες μελέτες και οι απαντήσεις των παιδιών τοποθετήθηκαν σε τρεις κατηγορίες: α) *αρχικό επιστημικό επίπεδο* (σκορ 1), β) *ενδιάμεσο επιστημικό επίπεδο* (σκορ 2) και γ) *εκλεπτυσμένο επιστημικό επίπεδο* (σκορ 3). Υπολογίστηκε επίσης ένα μέσο σκορ για όλη τη συνέντευξη για κάθε ομάδα χωριστά. Η εφαρμογή του t-test για ανεξάρτητα δείγματα έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις δυο ομάδες ( $t(39)=5.009$ ,  $p<0.01$ ) με την πειραματική ομάδα να επιδεικνύει καλύτερη μέση επίδοση (μ.ο.=1.27, τ.α.=.18) από την ομάδα ελέγχου (μ.ο.=1.04, τ.α.=.10).

Μάλιστα η εφαρμογή του στατιστικού κριτηρίου  $\chi^2$  έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές για όλες σχεδόν τις ομάδες ερωτήσεων υπέρ της πειραματικής ομάδας. Στον Πίνακα 7.12 που ακολουθεί αναγράφονται οι στατιστικά σημαντικές διαφορές που βρέθηκαν ανάμεσα στην πειραματική ομάδα και στην ομάδα ελέγχου για κάθε ομάδα ερωτήσεων. Φαίνεται ότι η επίδοση της πειραματικής ομάδας σε αυτή τη δοκιμασία είναι καλύτερη και είναι πιθανό να οφείλεται στην παρέμβαση που δέχτηκε.

Πίνακας 7.12: Στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις επιδόσεις των δυο ομάδων για κάθε ομάδα ερώτησης.

Ομάδα ερώτησης	Στατιστική σημαντικότητα
Γενικές Ερωτήσεις Q.1.1-1.3	$\chi^2(2)=8.552, p<0.05$
Είδος ερωτημάτων Q.2.1-2.2	$\chi^2(1)=9.784, p<0.05$
Πειραματικές Διαδικασίες Q.3.1-3.2	$\chi^2(2)=9.399, p<0.01$
Διαμόρφωση Υποθέσεων Q.4.1-4.3	$\chi^2(2)=11.709, p<0.01$
Διαμόρφωση Θεωριών Q.5.1-5.2	$\chi^2(1)=4.654, p<0.05$
Διαφορετικοί ισχυρισμοί Q.6.1-6.3	$\chi^2(2)=8.863, p<0.05$
Αλλαγή Θεωρίας Q.7.1-7.3	$\chi^2(1)=3.399, NS$

Στους Πίνακες 7.13 και 7.14 που ακολουθούν φαίνονται πιο αναλυτικά οι συχνότητες των απαντήσεων κάθε ομάδας στα διάφορα επιστημικά επίπεδα για κάθε ομάδα ερωτήσεων χωριστά.

Πίνακας 7.13: Συχνότητες/ποσοστά απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας στα τρία επιστημικά επίπεδα για κάθε ομάδα ερωτήσεων στη Συνέντευξη για τη Φύση της Επιστήμης (N=20).

Ομάδα ερώτησης	Αρχικό Επίπεδο		Ενδιάμεσο Επίπεδο	Επιστημονικό Επίπεδο	
	Επίπεδο 1	Επίπεδο 1.5	Επίπεδο 2	Επίπεδο 2.5	Επίπεδο 3
Γενικές Ερωτήσεις Q.1.1-1.3	10 (50%)	8 (40%)	2 (10%)		
Είδος ερωτημάτων Q.2.1-2.2	9 (45%)	11 (55%)			
Πειραματικές Διαδικασίες Q.3.1-3.2	8 (40%)	1 (5%)	11 (55%)		
Διαμόρφωση Υποθέσεων Q.4.1-4.3	8 (40%)	8 (40%)	4 (20%)		
Διαμόρφωση Θεωριών Q.5.1-5.2	16 (80%)	4 (20%)			

Διαφορετικοί ισχυρισμοί Q.6.1-6.3	13 (65%)	5 (25%)	2 (10%)
Αλλαγή Θεωρίας Q.7.1-7.3	17 (85%)	3 (15%)	

Πίνακας 7.14: Συχνότητες/ποσοστά απαντήσεων των μαθητών της ομάδας ελέγχου στα τρία επιστημικά επίπεδα για κάθε ομάδα ερωτήσεων στη Συνέντευξη για τη Φύση της Επιστήμης (N=21).

Ομάδα ερώτησης	Αρχικό επίπεδο		Ενδιάμεσο Επίπεδο	Επιστημονικό Επίπεδο	
	Επίπεδο 1	Επίπεδο 1.5	Επίπεδο 2	Επίπεδο 2.5	Επίπεδο 3
Γενικές Ερωτήσεις Q.1.1-1.3	19 (90%)	1 (5%)	1 (5%)		
Είδος ερωτημάτων Q.2.1-2.2	19 (90%)	2 (10%)			
Πειραματικές Διαδικασίες Q.3.1-3.2	18 (86%)		3 (14%)		
Διαμόρφωση Υποθέσεων Q.4.1-4.3	19 (90%)	1 (5%)	1 (5%)		
Διαμόρφωση Θεωριών Q.5.1-5.2	21 (100%)				
Διαφορετικοί ισχυρισμοί Q.6.1-6.3	21 (100%)				
Αλλαγή Θεωρίας Q.7.1-7.3	21 (100%)				

Παρατηρώντας τους Πίνακες 7.13 και 7.14 βλέπουμε ότι στον μεταέλεγχο οι μαθητές της πειραματικής ομάδας δίνουν πιο εκλεπτυσμένες απαντήσεις σε σχέση με τους μαθητές της ομάδας ελέγχου. Με εξαίρεση τις τρεις τελευταίες ομάδες ερωτήσεων που αναφέρονται στη *Διαμόρφωση και Αλλαγή Θεωριών* και στην *Αντιμετώπιση των διαφορετικών ισχυρισμών*, όπου οι περισσότεροι μαθητές δίνουν απαντήσεις αρχικού επιπέδου, στις υπόλοιπες ομάδες ερωτήσεων οι απαντήσεις τους είναι πιο εκλεπτυσμένου αρχικού επιπέδου (επίπεδο 1.5) και ενδιάμεσου επιπέδου (επίπεδο 2). Οι μαθητές της πειραματικής ομάδας έχουν αρχίσει να αντιμετωπίζουν την επιστημονική γνώση ως ένα σύνολο ιδεών που ελέγχονται πειραματικά. Στις ερωτήσεις

για το τι κάνουν οι επιστήμονες, αρκετοί μαθητές αναγνωρίζουν την ύπαρξη ιδεών στους επιστήμονες οι οποίες και τους καθοδηγούν. Αρχίζουν να εισάγονται οι έννοιες της εξήγησης και του ελέγχου υποθέσεων, όπου οι επιστήμονες προσπαθούν να κατανοήσουν πώς λειτουργούν τα πράγματα ή γιατί συμβαίνουν. Επίσης, οι μαθητές αρχίζουν να αντιμετωπίζουν τα πειράματα ως έλεγχο ιδεών ή ως μια διαδικασία που γενικότερα συνεισφέρει στην αναζήτηση εξηγήσεων και στην ανάπτυξη των ιδεών.

Σε αντίθεση, σχεδόν όλοι οι μαθητές της ομάδας ελέγχου δίνουν απαντήσεις αρχικού επιπέδου. Θεωρούν ακόμη ότι η επιστημονική γνώση είναι ένα σύνολο αληθών πεποιθήσεων για βασικές διαδικασίες ή βασικά γεγονότα. Η διάκριση ανάμεσα στις ιδέες των επιστημόνων και στις πειραματικές διαδικασίες ή τα πειραματικά ευρήματα δεν είναι ακόμη ξεκάθαρη και η γνώση θεωρείται απόλυτη και βέβαιη.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον είχε και η μελέτη της επίδοσης των μαθητών κάθε ομάδας στον μεταέλεγχο σε σχέση με την επίδοσή τους στον προέλεγχο, όπου το t-test για εξαρτημένα δείγματα έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μόνο ανάμεσα στην επίδοση της πειραματικής ομάδας για κάθε φάση ( $t(19)=3.246$ ,  $p<0.01$ ) και όχι για την ομάδα ελέγχου ( $t(20)=1.936$ , NS). Παρατηρώντας τον Πίνακα 7.15 βλέπουμε ότι στις περισσότερες ομάδες ερωτήσεων βελτιώνεται και η μέση επίδοση των μαθητών της πειραματικής ομάδας από τον προέλεγχο στον μεταέλεγχο. Είναι πιθανό η βελτίωση αυτή να οφείλεται στο είδος των διδακτικών παρεμβάσεων που δέχτηκε η πειραματική ομάδα.

Πίνακας 7.15: Στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στην επίδοση της πειραματικής ομάδας στον προέλεγχο ( $N=24$ ) και μεταέλεγχο ( $N=20$ ) για κάθε ομάδα ερώτησης.

<i>Ομάδα ερώτησης</i>	<i>Μέσο σκορ προέλεγχος</i>	<i>Μέσο σκορ μεταέλεγχος</i>	<i>Στατιστική σημαντικότητα</i>
Γενικές Ερωτήσεις Q.1.1-1.3	1.20 τ.α.=.32	1.30 τ.α.=.34	$\chi^2(2)=1.318$ , NS
Είδος ερωτημάτων Q.2.1-2.2	1.04 τ.α.=.14	1.27 τ.α.=.25	$\chi^2(1)=11.413$ , $p<0.001$
Πειραματικές Διαδικασίες Q.3.1-3.2	1.16 τ.α.=.38	1.57 τ.α.=.49	$\chi^2(2)=9.121$ , $p<0.01$
Διαμόρφωση Υποθέσεων Q.4.1-4.3	1.39 τ.α.=.32	1.40 τ.α.=.38	$\chi^2(2)=0.978$ , NS
Διαμόρφωση Θεωριών Q.5.1-5.2	1 τ.α.=.00	1.10 τ.α.=.20	$\chi^2(1)=5.280$ , $p<0.05$
Διαφορετικοί ισχυρισμοί	1.22 τ.α.=.25	1.22 τ.α.=.34	$\chi^2(2)=3.919$ , NS

Q.6.1-6.3			
Αλλαγή Θεωρίας Q.7.1-7.3	1 τ.α.=.00	1.07 τ.α.=.18	$\chi^2(1)=3.863, p<0.05$

Διερεύνηση πεποιθήσεων για την έννοια του μοντέλου

Οι μαθητές και των δυο ομάδων απάντησαν σε μια προσαρμοσμένη εκδοχή του ερωτηματολογίου των Grosslight, Unger, Jay & Smith (1991) σχετικά με την έννοια, τους σκοπούς και τις διαστάσεις του μοντέλου. Προκειμένου να αξιολογηθούν οι απαντήσεις των μαθητών ακολουθήθηκε ο ίδιος τρόπος βαθμολόγησης με τους Grosslight et al. (1991). Έτσι διακρίνονται τρεις διαφορετικές επιστημολογίες: α) αρχικού επιπέδου 1, β) ενδιάμεσου επιπέδου 2 και γ) πιο εκλεπτυσμένου επιπέδου 3. Ειδικότερα, στο αρχικό επίπεδο 1 τα μοντέλα θεωρούνται είτε παιχνίδια, είτε απλές αντιγραφές της πραγματικότητας. Η χρησιμότητά τους έγκειται στο ότι μπορούν να μας παρέχουν αντιγραφές πραγματικών αντικειμένων ή πράξεων. Ο μόνος λόγος που μπορεί να παραλείπονται κάποια στοιχεία του μοντέλου είναι γιατί κάποιος απλά επιθυμεί να το κάνει. Στο ενδιάμεσο επίπεδο 2 το μοντέλο και η πραγματικότητα συνεχίζουν να αποτελούν το επίκεντρο, ίσως όχι τόσο πολύ όσο στο αρχικό επίπεδο, και οι ιδέες δεν λαμβάνονται ιδιαίτερα υπόψη στην κατασκευή του μοντέλου. Οι μαθητές αρχίζουν σταδιακά να κατανοούν ότι υπάρχει ένας ρητός σκοπός σχετικά με τον τρόπο που κατασκευάζεται το μοντέλο. Έτσι, οι ιδέες αυτού που κατασκευάζει το μοντέλο αρχίζουν να διαδραματίζουν έναν αρχικό ρόλο και οι μαθητές αποκτούν επίγνωση ότι ο κατασκευαστής του μοντέλου κάνει συνειδητές επιλογές σχετικά με την επίτευξη του σκοπού του. Στο πιο εκλεπτυσμένο επίπεδο 3, οι μαθητές θεωρούν ότι το μοντέλο κατασκευάζεται προκειμένου να αναπτυχθούν και να ελεγχθούν κάποιες ιδέες και δεν αποτελεί μια απλή αντιγραφή της πραγματικότητας. Επίσης, αρχίζει να αναγνωρίζεται ο ενεργός ρόλος του κατασκευαστή του μοντέλου καθώς και το γεγονός ότι τα μοντέλα μπορούν να αποτελέσουν αντικείμενο χειρισμού και ελέγχου. Εκτός από ποιοτικά, κάθε απάντηση βαθμολογήθηκε και ποσοτικά με ένα αντίστοιχο σκορ (π.χ. σκορ (1) για το αρχικό επίπεδο 1).

Το t-test για ανεξάρτητα δείγματα έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις επιδόσεις των δυο ομάδων ( $t(39)=5.131, p<0.001$ ) υπέρ της πειραματικής ομάδας. Σε όλες σχεδόν τις ερωτήσεις το μέσο σκορ της πειραματικής ομάδας ήταν πολύ καλύτερο από το μέσο σκορ της ομάδας ελέγχου και αυτό ισχύει και για όλο συνολικά το ερωτηματολόγιο (μ.ο.1.92, τ.α.=.53 για την πειραματική ομάδα και



μ.ο.1.22, τ.α.=.29 για την ομάδα ελέγχου). Στον Πίνακα 7.16 που ακολουθεί αναφέρονται συγκεκριμένα οι στατιστικά σημαντικές διαφορές που βρέθηκαν για τις διαφορετικές ερωτήσεις του ερωτηματολογίου ανάμεσα στις δυο ομάδες ύστερα από την εφαρμογή του  $\chi^2$  στατιστικού κριτηρίου.

Πίνακας 7.16: Στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις επιδόσεις των δυο ομάδων για κάθε ερώτηση του ερωτηματολογίου.

<i>Είδος Ερώτησης</i>	<i>Στατιστική σημαντικότητα</i>
Ορισμός	$\chi^2(2)=8.736, p<0.05$
Σκοπός	$\chi^2(2)=8.415, p<0.05$
Διαστάσεις	$\chi^2(2)=10.982, p<0.01$
Πολλαπλά μοντέλα	$\chi^2(2)=19.154, p<0.01$
Αλλαγή μοντέλων	$\chi^2(2)=14.518, p<0.01$

Για να γίνουν πιο κατανοητές οι διαφορές ανάμεσα στην πειραματική ομάδα και την ομάδα ελέγχου μπορούμε να παρατηρήσουμε στον Πίνακα 7.17 τις συχνότητες των απαντήσεων των μαθητών κάθε ομάδας σε κάθε επιστημική κατηγορία για κάθε ερώτηση του ερωτηματολογίου.

Πίνακας 7.17: Κατηγοριοποίηση απαντήσεων των μαθητών και των δυο ομάδων στο ερωτηματολόγιο διερεύνησης των πεποιθήσεων για μοντέλα.

<i>Ομάδα</i>	<i>Είδος Ερώτησης</i>	<i>Αρχικό επίπεδο</i>	<i>Ενδιάμεσο επίπεδο</i>	<i>Εκλεπτυσμένο επίπεδο</i>
Πειραματική Ομάδα (N=20)	Ορισμός	16 (80%)	1 (5%)	3 (15%)
	Σκοπός	5 (25%)	9 (45%)	6 (35%)
	Διαστάσεις	10 (50%)	5 (25%)	5 (25%)
	Πολλαπλά μοντέλα	5 (25%)	6 (30%)	9 (45%)
	Αλλαγή μοντέλων	6 (30%)	3 (15%)	11 (55%)
Ομάδα Ελέγχου (N=21)	Ορισμός	13 (62%)	8 (38%)	
	Σκοπός	14 (66%)	6 (29%)	1 (5%)
	Διαστάσεις	20 (95%)		1 (5%)

Πολλαπλά μοντέλα	19 (90%)	2 (10%)	
Αλλαγή μοντέλων	18 (85%)	2 (10%)	1 (5%)

Παρατηρώντας τον Πίνακα 7.17, βλέπουμε ότι σε όλες σχεδόν τις ερωτήσεις οι μαθητές της πειραματικής ομάδας δείχνουν μια καλύτερη κατανόηση της έννοιας του μοντέλου, των σκοπών του, των διαστάσεών του και του λόγου ύπαρξης πολλαπλών μοντέλων και αλλαγής τους. Οι περισσότεροι μαθητές της ομάδας ελέγχου αντιμετωπίζουν τα μοντέλα ως απλές αντιγραφές της πραγματικότητας, σε κάποιες περιπτώσεις μάλιστα αναφέρονται στα «μοντέλα αυτοκινήτου» και στις «μινιατούρες» όπου φαίνεται η επίδραση της καθημερινής χρήσης της γλώσσας και οι οχτώ μαθητές που θεωρούν τα μοντέλα ως αναπαραστάσεις αντικειμένων (ενδιάμεσο επίπεδο) αναφέρουν την υδρόγειο σφαίρα και το χάρτη και αυτό πιθανότατα επειδή ήταν η μόνη νύξη στα μοντέλα που είχε γίνει κατά τη διάρκεια της παραδοσιακής τους διδασκαλίας, χωρίς όμως να υποδηλώνεται μια πραγματική κατανόηση αυτού. Σχετικά με το σκοπό ύπαρξης των μοντέλων οι περισσότεροι θεωρούν ότι ένα μοντέλο πρέπει να είναι όπως η πραγματικότητα (αρχικό επίπεδο) και ελάχιστοι έχουν αρχίσει να αναφέρονται έμμεσα στο ρόλο του κατασκευαστή τους (επιστήμονα). Σχετικά με τις διαστάσεις του μοντέλου, μόνο ένα παιδί αναφέρθηκε στη θεωρία που κρύβεται πίσω από την κατασκευή ενός μοντέλου και όλοι οι υπόλοιποι μαθητές δεν μπορούν να διακρίνουν ανάμεσα στις ιδέες και τους σκοπούς του μοντέλου. Σχετικά με την ύπαρξη πολλαπλών μοντέλων θεωρούν ότι αυτά απλά αντιπροσωπεύουν διαφορετικά αντικείμενα της πραγματικότητας (αρχικό επίπεδο) ή ανακλούν διαφορετικές οπτικοχωρικές απόψεις του αντικειμένου (ενδιάμεσο επίπεδο). Τέλος θεωρούν ότι ένα μοντέλο μπορεί να αλλάξει αν κάτι δεν δουλεύει σωστά («αν δεν είναι καλά συναρμολογημένο») ή αν έχουν κάνει ένα λάθος γενικά (αρχικό επίπεδο) και μόνο ένας μαθητής υποστήριξε ότι ένα μοντέλο μπορεί να αλλάξει, αν αλλάξει η θεωρία του κατασκευαστή.

Σε αντίθεση κάποιοι μαθητές της πειραματικής ομάδας έχουν αρχίσει να εισάγουν την έννοια των ιδεών στην κατασκευή μοντέλων, θεωρούν ότι τα μοντέλα είναι αποτέλεσμα πειραματισμών και δείχνουν τα αποτελέσματα ερευνών των επιστημόνων, βοηθούν τους επιστήμονες να προχωρήσουν την έρευνά τους, βασίζονται στις θεωρίες και τις υποθέσεις των επιστημόνων, για αυτό και μπορεί να είναι πολλαπλά, και μπορούν να αλλάξουν μετά από έρευνα, σύγκριση των πολλαπλών μοντέλων και επιλογή του καλύτερου.

### Δοκιμασία Θεωρίας για το Φυσικό Κόσμο

Στη δοκιμασία αυτή αρχικό έργο των συμμετεχόντων ήταν να σχεδιάσουν αντίστοιχα εννοιολογικά μοντέλα για το «πώς είναι πραγματικά» και «πώς φαίνονται να μοιάζουν» κάποια φαινόμενα του φυσικού κόσμου και ειδικότερα φαινόμενα της παρατηρησιακής αστρονομίας. Τα μοντέλα που κατασκεύασαν οι μαθητές τοποθετήθηκαν στις ακόλουθες τρεις κατηγορίες:

1. *Μη επίλυση οντολογικού προβλήματος*: όταν έχουν σχεδιάσει μια φαινομενική απεικόνιση και για την Πραγματικότητα και για την Εμφάνιση.
2. *Επίλυση μόνο οντολογικού προβλήματος*: όταν έχουν σχεδιάσει μια φαινομενική απεικόνιση για την Πραγματικότητα και μια επιστημονική απεικόνιση για την Εμφάνιση ή όταν έχουν σχεδιάσει μια επιστημονική απεικόνιση και για την Πραγματικότητα και για την Εμφάνιση.
3. *Επίλυση και οντολογικού και επιστημολογικού προβλήματος*: όταν έχουν σχεδιάσει μια επιστημονική απεικόνιση για την Πραγματικότητα και μια φαινομενική απεικόνιση για την Εμφάνιση.

Επίσης η κάθε κατηγορία βαθμολογήθηκε και ποσοτικά με ένα αντίστοιχο σκορ, σκορ (1) για τη μη επίλυση του οντολογικού προβλήματος, σκορ (2) για την επίλυση μόνο του οντολογικού προβλήματος και σκορ (3) για την επίλυση του επιστημολογικού προβλήματος. Υπολογίστηκε έτσι ένα μέσο σκορ για κάθε φαινόμενο, αλλά και για όλα τα φαινόμενα συνολικά της παρατηρησιακής αστρονομίας.

Οι μαθητές έπρεπε επίσης να τεκμηριώσουν τις απαντήσεις τους κάτι που μας δείχνει τη βαθύτερη κατανόηση των φαινομένων αυτών. Με βάση το είδος τεκμηρίωσης που παρείχαν, οι απαντήσεις τους θεωρούνταν *αρχικές* (σκορ 1), αν ήταν σύμφωνες μόνο με τη διαισθητική εμπειρία των φαινομένων, *ενδιάμεσες* (σκορ 2), αν στην προσπάθειά τους να ενσωματώσουν επιστημονική πληροφορία οδηγούνταν σε παρερμηνείες και στη δημιουργία συνθετικών μοντέλων ή αν δεν παρείχαν μια ολοκληρωμένη τεκμηρίωση και *επιστημονικές* (σκορ 3), αν γνώριζαν την επιστημονική εξήγηση και μπορούσαν να δικαιολογήσουν τις διαφορές ανάμεσα στην εμφάνιση και την πραγματικότητα. Και σε αυτή την περίπτωση υπολογίστηκε ένα μέσο σκορ για κάθε φαινόμενο, αλλά και για όλα τα φαινόμενα συνολικά της παρατηρησιακής αστρονομίας.

Η εφαρμογή του t-test για ανεξάρτητα δείγματα έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές υπέρ της πειραματικής ομάδας για όλη τη δοκιμασία ( $t(39)=5.089$ ,  $p<0.001$ ), όσο και επιμέρους στατιστικά σημαντικές διαφορές α) για τη διάκριση εμφάνισης-πραγματικότητας ( $t(39)=4.032$ ,  $p<0.001$ ) και β) για το είδος τεκμηρίωσης που

χρησιμοποίησαν ( $t(39)=4.880$ ,  $p<0.001$ ). Ο μέσος όρος επίδοσης της πειραματικής ομάδας είναι καλύτερος για όλη τη δοκιμασία ( $\mu.o.=2.45$ ,  $\tau.a.=.34$ ) αλλά και για τη διάκριση εμφάνισης-πραγματικότητας και για το είδος της τεκμηρίωσης που χρησιμοποιήθηκε ( $\mu.o.=2.67$ ,  $\tau.a.=.35$  και  $\mu.o.=2.23$ ,  $\tau.a.=.42$  αντίστοιχα) σε σχέση με την επίδοση της ομάδας ελέγχου ( $\mu.o.=1.85$ ,  $\tau.a.=.40$ ,  $\mu.o.=2.08$ ,  $\tau.a.=.54$  και  $\mu.o.=1.62$ ,  $\tau.a.=.36$  αντίστοιχα). Στον Πίνακα 7.18 που ακολουθεί αναγράφονται και οι στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις επιδόσεις των δυο ομάδων για κάθε είδος ερώτησης μετά από την εφαρμογή του στατιστικού κριτηρίου  $\chi^2$ , καθώς και το μέσο σκορ που συγκέντρωσε κάθε ομάδα για κάθε φαινόμενο παρατηρησιακής αστρονομίας και κάθε είδος ερώτησης.

Πίνακας 7.18: Στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις επιδόσεις των δυο ομάδων για κάθε φαινόμενο της παρατηρησιακής αστρονομίας, κάθε είδος ερώτησης.

Φαινόμενο Παρατηρησιακής Αστρονομίας	Διάκριση εμφάνισης- πραγματικότητας			Τεκμηρίωση		
	Στατιστικά σημαντικές διαφορές	Μέσο σκορ Π.Ο.	Μέσο σκορ Ο.Ε.	Στατιστικά σημαντικές διαφορές	Μέσο σκορ Π.Ο.	Μέσο σκορ Ο.Ε.
Σχήμα γης	$\chi^2(2)=8.738$ $p<0.05$	2.95 $\tau.a.=.22$	2.66 $\tau.a.=.48$	$\chi^2(2)= 12.488$ $p<0.01$	2.20 $\tau.a.=.76$	1.33 $\tau.a.=.57$
Βαρύτητα	$\chi^2(2)=12.10$ $p<0.01$	2.85 $\tau.a.=.36$	2.09 $\tau.a.=.76$	$\chi^2(2)= 3.740$ NS	2.50 $\tau.a.=.76$	2.23 $\tau.a.=.70$
Σχετικά μεγέθη γης- ήλιου- σελήνης	$\chi^2(2)=7.395$ $p<0.05$	2.70 $\tau.a.=.73$	2.14 $\tau.a.=.91$	$\chi^2(2)= 12.219$ $p<0.01$	2.30 $\tau.a.=.73$	1.66 $\tau.a.=.48$
Πλανητικό σύστημα	$\chi^2(2)=13.34$ $p<0.001$	2.70 $\tau.a.=.47$	1.80 $\tau.a.=.81$	$\chi^2(2)=4.630$ $p<0.05$	1.80 $\tau.a.=.41$	1.47 $\tau.a.=.51$
Εναλλαγή ημέρας-νύχτας	$\chi^2(2)=$ 5.369, NS	2.15 $\tau.a.=.98$	1.71 $\tau.a.=.84$	$\chi^2(2)= 14.447$ , $p<0.001$	2.35 $\tau.a.=.87$	1.42 $\tau.a.=.59$

\* Π.Ο.: πειραματική ομάδα, Ο.Ε.: ομάδα ελέγχου

Ας δούμε πιο αναλυτικά και με μια πιο περιγραφική ματιά πώς κατηγοριοποιούνται τα εννοιολογικά μοντέλα που έφτιαξαν οι μαθητές για κάθε φαινόμενο παρατηρησιακής αστρονομίας για την πραγματικότητα και την εμφάνιση. Στους Πίνακες 7.19 και 7.20 που ακολουθούν φαίνεται η κατηγοριοποίηση των μοντέλων που σχεδίασαν οι μαθητές της κάθε ομάδας στις παραπάνω τρεις κατηγορίες.

Πίνακας 7.19: Κατηγοριοποίηση εννοιολογικών μοντέλων πειραματικής ομάδας στις τρεις κατηγορίες στη δοκιμασία μεταέλεγχου Θεωρίας του Φυσικού Κόσμου (N=20).

<i>Φαινόμενο Παρατηρησιακής Αστρονομίας</i>	<i>Μη επίλυση οντολογικού προβλήματος</i>	<i>Επίλυση οντολογικού προβλήματος</i>	<i>Επίλυση επιστημολογικού προβλήματος</i>
Σχήμα γης	1 (5%)		19 (95%)
Βαρύτητα		3 (15%)	17 (85%)
Σχετικά μεγέθη γης- ήλιου-σελήνης	3 (5%)		17 (85%)
Πλανητικό σύστημα		6 (30%)	14 (70%)
Εναλλαγή ημέρας-νύχτας	8 (40%)		12 (60%)

Πίνακας 7.20: Κατηγοριοποίηση εννοιολογικών μοντέλων ομάδας ελέγχου στις τρεις κατηγορίες στη δοκιμασία μεταέλεγχου Θεωρίας του Φυσικού Κόσμου (N=21).

<i>Φαινόμενο Παρατηρησιακής Αστρονομίας</i>	<i>Μη επίλυση οντολογικού προβλήματος</i>	<i>Επίλυση οντολογικού προβλήματος</i>	<i>Επίλυση επιστημολογικού προβλήματος</i>
Σχήμα γης		7 (33%)	14 (67%)
Βαρύτητα	5 (24%)	9 (43%)	7 (33%)
Σχετικά μεγέθη γης- ήλιου-σελήνης	7 (33%)	4 (19%)	10 (48%)
Πλανητικό σύστημα	9 (43%)	7 (33%)	5 (24%)
Εναλλαγή ημέρας-νύχτας	11 (52%)	5 (24%)	5 (24%)

Παρατηρώντας τους παραπάνω Πίνακες 7.19 και 7.20, διαπιστώνουμε ότι η επίδοση της πειραματικής ομάδας είναι πολύ καλύτερη, κάτι που είναι πιθανότατα αποτέλεσμα της διδασκαλίας. Για όλα τα φαινόμενα της Παρατηρησιακής Αστρονομίας σχεδόν όλοι οι μαθητές της πειραματικής ομάδας μπορούν σχεδιάζοντας εννοιολογικά μοντέλα να καταδείξουν τις διαφορές ανάμεσα στη διαισθητική μας εμπειρία και στις επιστημονικά αποδεκτές έννοιες που διδάσκονται και να κατανοήσουν τις διαφορετικές συλλήψεις της ίδιας πραγματικότητας. Αντίθετα, οι μαθητές της ομάδας ελέγχου δυσκολεύονται πάρα πολύ να σχεδιάσουν μοντέλα για την εμφάνιση και την πραγματικότητα. Μάλιστα για τα φαινόμενα *Πλανητικό σύστημα* και *Εναλλαγή ημέρας-*

νύχτας, οι περισσότεροι μαθητές της ομάδας ελέγχου σχεδιάζουν μοντέλα που αντιστοιχούν κυρίως στη διαισθητική μας εμπειρία αν και έχουν διδαχτεί τις αντίστοιχες επιστημονικές έννοιες με την παραδοσιακή μέθοδο διδασκαλίας, δεν έχουν δηλαδή επιλύσει καν το οντολογικό πρόβλημα.

Στους Πίνακες 7.21 και 7.22 που ακολουθούν φαίνεται η κατανομή των τεκμηριώσεων που παρείχαν οι μαθητές κάθε ομάδας σε κάθε μια από τις τρεις κατηγορίες απαντήσεων.

Πίνακας 7.21: Κατανομή τεκμηριώσεων μαθητών της πειραματικής ομάδας στις τρεις κατηγορίες απαντήσεων στη δοκιμασία μεταέλεγχου Θεωρίας του Φυσικού Κόσμου (N=20).

Φαινόμενο Παρατηρησιακής Αστρονομίας	Αρχικές απαντήσεις	Ενδιάμεσες απαντήσεις	Επιστημονικές απαντήσεις
Σχήμα γης	4 (20%)	8 (40%)	8 (40%)
Βαρύτητα	3 (5%)	4 (20%)	13 (65%)
Σχετικό μέγεθος ήλιου-γης-σελήνης	3 (5%)	8 (40%)	9 (45%)
Πλανητικό σύστημα	4 (20%)	16 (80%)	
Εναλλαγή ημέρας-νύχτας	5 (25%)	3 (5%)	12 (60%)

Πίνακας 7.22: Κατανομή τεκμηριώσεων μαθητών της ομάδας ελέγχου στις τρεις κατηγορίες απαντήσεων στη δοκιμασία μεταέλεγχου Θεωρίας του Φυσικού Κόσμου (N=21).

Φαινόμενο Παρατηρησιακής Αστρονομίας	Αρχικές απαντήσεις	Ενδιάμεσες απαντήσεις	Επιστημονικές απαντήσεις
Σχήμα γης	15 (71%)	5 (24%)	1 (5%)
Βαρύτητα	3 (14%)	10 (48%)	8 (38%)
Σχετικό μέγεθος ήλιου-γης-σελήνης	7 (33%)	14 (67%)	
Πλανητικό σύστημα	11 (52%)	10 (48%)	
Εναλλαγή ημέρας-νύχτας	13 (62%)	7 (33%)	1 (5%)

Όπως βλέπουμε στον Πίνακα 7.21, οι μαθητές της πειραματικής ομάδας παρέχουν τεκμηριώσεις που βασίζονται κυρίως σε επιστημονικές εξηγήσεις των φαινομένων ή είναι μη ολοκληρωμένες επιστημονικές τεκμηριώσεις. Φαίνεται ότι δεν κάνουν απλά τη διάκριση ανάμεσα στην εμφάνιση και την πραγματικότητα, αλλά μπορούν αρκετά καλά να αιτιολογήσουν τις διαφορές ανάμεσα στη διαισθητική μας εμπειρία και τις επιστημονικά αποδεκτές απόψεις. Για παράδειγμα στην ερώτηση τεκμηρίωσης για το *Σχήμα της γης* («*Πώς δικαιολογείς το ότι η γη φαίνεται επίπεδη, ενώ δεχόμαστε το ότι είναι σφαιρική;*») απαντούν ότι αυτό συμβαίνει «Γιατί η γη είναι τεράστια και εμείς βλέπουμε μόνο ένα μέρος της και δεν βλέπουμε την καμπυλότητά της». Στην ερώτηση τεκμηρίωσης για τη *Βαρύτητα* («*Μπορείς να εξηγήσεις πώς μπορούν και στέκονται οι άνθρωποι στη γη; Ζωγράφισε ένα σύννεφο στο Β και ένα στο Ν πόλο και δείξε την κατεύθυνση της βροχής*») οι περισσότεροι μαθητές αναφέρονται σωστά στην επιστημονική έννοια της βαρύτητας και ζωγραφίζουν σωστά την κατεύθυνση της βροχής στους πόλους δείχνοντας ότι έχουν κατανοήσει πραγματικά την έννοια. Στην ερώτηση τεκμηρίωσης για τα *Σχετικά Μεγέθη* («*Γιατί πιστεύεις ότι φαίνονται έτσι ο Ήλιος και το Φεγγάρι όταν τα κοιτάμε με τα μάτια μας;*») οι περισσότεροι μαθητές σωστά αναφέρονται στα μεγέθη των πλανητών και στις σχετικές αποστάσεις μεταξύ τους. Στην ερώτηση τεκμηρίωσης για το *Πλανητικό Σύστημα* («*Πιστεύεις ότι η γη κινείται; Ποια κίνηση κάνει η γη; Αν κινείται η γη, γιατί δεν καταλαβαίνουμε την κίνησή της αυτή;*») οι περισσότεροι μαθητές αναφέρουν σωστά τις κινήσεις της γης, δυσκολεύονται όμως να εξηγήσουν γιατί δεν καταλαβαίνουμε την κίνηση της γης. Οι περισσότεροι αναφέρονται γενικά στη βαρύτητα που μας κρατά στη γη ή στην αργή/γρήγορη κίνηση της γης, αλλά κανείς δεν αναφέρεται στο ότι κινούμαστε και εμείς με τη γη. Τέλος, στην ερώτηση τεκμηρίωσης για την *Εναλλαγή Ημέρας-Νύχτας* («*Γιατί βλέπουμε τον ήλιο να βγαίνει από την ανατολή και να πηγαίνει προς τη δύση;*») οι περισσότεροι μαθητές σωστά αναφέρονται στην περιστροφή της γης γύρω από τον εαυτό της.

Σε αντίθεση, οι μαθητές της ομάδας ελέγχου, όπως φαίνεται στον Πίνακα 7.22, παρέχουν τεκμηριώσεις που βασίζονται κυρίως στην καθημερινή διαισθητική εμπειρία των πραγμάτων και σε κάποιες περιπτώσεις προσπαθούν να ενσωματώσουν και την επιστημονική γνώση που έχουν δεχτεί, αλλά δεν καταφέρνουν να αναγνωρίσουν τις διαφορές ανάμεσα στο «είναι» και στο «φαίνεται». Για παράδειγμα, στην ερώτηση τεκμηρίωσης για το *Σχήμα της γης*, πολλοί μαθητές δεν μπορούν να δώσουν μια εξήγηση, αναφέρονται γενικά στο ότι μας φαίνεται ευθεία ή κάποιοι μιλούν για την

ιδιότητα του ανθρώπινου ματιού να βλέπει έτσι τα πράγματα. Στην ερώτηση για τη *Βαρύτητα* μπορούν να αναφερθούν στην έννοια της βαρύτητας, αλλά όταν πρέπει να ζωγραφίσουν την κατεύθυνση της βροχής στους δυο πόλους φαίνεται ότι δεν έχουν κατανοήσει την έννοια πραγματικά. Όσον αφορά τα *Σχετικά μεγέθη* αναφέρονται γενικά στο ότι οι πλανήτες είναι μακριά μας, χωρίς να γίνεται ιδιαίτερη αναφορά στις σχετικές αποστάσεις και τα σχετικά μεγέθη. Στην ερώτηση για το *Πλανητικό Σύστημα* είτε φαίνεται να γνωρίζουν έστω μια από τις κινήσεις της γης και λένε γενικά ότι δεν καταλαβαίνουμε την κίνηση της γης, είτε λένε γενικά ότι δεν καταλαβαίνουμε την κίνηση επειδή είμαστε πάνω της ή κινείται αργά/γρήγορα. Τέλος, όσον αφορά στην *Εναλλαγή ημέρας-νύχτας*, αρκετοί μαθητές αναφέρονται στη διαισθητική μας εμπειρία («Γιατί όταν βγαίνει από ανατολή έχουμε φως, ενώ όταν πηγαίνει στη δύση έχουμε σκοτάδι») ή μιλούν γενικά για την κίνηση της γης, χωρίς να κατανοούν ότι μόνο η κίνηση της γης γύρω από τον άξονά της οφείλεται για τη φαινομενική κίνηση του ήλιου.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον είχαν και οι τεκμηριώσεις μόνο των μαθητών που μπορούσαν να επιλύσουν το επιστημολογικό πρόβλημα, να σχεδιάσουν δηλαδή αντίστοιχα εννοιολογικά μοντέλα για την εμφάνιση και την πραγματικότητα. Όπως βλέπουμε στον Πίνακα 7.23, οι περισσότεροι μαθητές της πειραματικής ομάδας που έχουν επιλύσει το επιστημολογικό πρόβλημα, μπορούν και να τεκμηριώσουν επιστημονικά τις επιλογές τους, υπάρχουν όμως ακόμη κάποιοι που δεν παρέχουν πλήρεις τεκμηριώσεις, αλλά ελάχιστοι είναι αυτοί που αν και φαινομενικά κάνουν τη διάκριση, ουσιαστικά δεν μπορούν να σκεφτούν πάνω σε αυτή. Στον Πίνακα 7.24 όμως παρατηρούμε ότι το αντίθετο ισχύει για τους μαθητές της ομάδας ελέγχου. Οι περισσότεροι αιτιολογούν τις επιλογές τους αναφερόμενοι σε αυτό που βλέπουν καθημερινά και ελάχιστοι τεκμηριώνουν έστω και ελλιπώς αναφερόμενοι εν μέρει σε επιστημονικά δεδομένα. Βλέπουμε λοιπόν ότι οι μαθητές της πειραματικής ομάδας δεν κάνουν μόνο τη διάκριση, αλλά κατανοούν και τις διαφορές ανάμεσα στις δυο αναπαραστάσεις και μπορούν να αιτιολογήσουν τη σκέψη τους.



Πίνακας 7.23: Κατηγοριοποίηση των τεκμηριώσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας που έχουν κάνει τη διάκριση ανάμεσα σε εμφάνιση και πραγματικότητα στη δοκιμασία μεταέλεγχου Θεωρίας του Φυσικού Κόσμου.

Φαινόμενο Παρατηρησιακής Αστρονομίας	Αρχικές απαντήσεις	Ενδιάμεσες απαντήσεις	Επιστημονικές απαντήσεις
Σχήμα γης (N=19)	4 (21%)	7 (37%)	8 (42%)
Βαρύτητα (N=17)	1 (6%)	4 (23%)	12 (71%)
Σχετικό μέγεθος ήλιου-γης-σελήνης (N=17)	2 (12%)	6 (35%)	9 (53%)
Πλανητικό σύστημα (N=14)	3 (21%)	11 (79%)	-
Εναλλαγή ημέρας-νύχτας (N=12)	1 (9%)	1 (9%)	9 (82%)

Πίνακας 7.24: Κατηγοριοποίηση των τεκμηριώσεων των μαθητών της ομάδας ελέγχου που έχουν κάνει τη διάκριση ανάμεσα σε εμφάνιση και πραγματικότητα στη δοκιμασία μεταέλεγχου Θεωρίας του Φυσικού Κόσμου.

Φαινόμενο Παρατηρησιακής Αστρονομίας	Αρχικές απαντήσεις	Ενδιάμεσες απαντήσεις	Επιστημονικές απαντήσεις
Σχήμα γης (N=14)	11 (79%)	2 (14%)	1 (7%)
Βαρύτητα (N=7)		3 (43%)	4 (57%)
Σχετικό μέγεθος ήλιου-γης-σελήνης (N=10)	2 (20%)	8 (80%)	
Πλανητικό σύστημα (N=5)	1 (20%)	4 (80%)	
Εναλλαγή ημέρας-νύχτας (N=5)	2 (40%)	3 (60%)	

Επίσης μελετήθηκε η επίδοση κάθε ομάδας στον μεταέλεγχο σε σχέση με τον προέλεγχο. Τα φαινόμενα που εξετάστηκαν ήταν τα ίδια, αλλά η διαφορά στις δυο δοκιμασίες ήταν ότι στον προέλεγχο οι μαθητές έπρεπε να αναγνωρίσουν τις διαφορές

ανάμεσα σε μοντέλα που τους είχαν δοθεί, ενώ στον μεταέλεγχο έπρεπε να κατασκευάσουν οι ίδιοι μοντέλα για την εμφάνιση και την πραγματικότητα. Το έργο όμως πίσω από τις δυο δοκιμασίες ήταν το ίδιο, η επίλυση του επιστημολογικού προβλήματος. Επίσης και στις δυο δοκιμασίες οι μαθητές έπρεπε να τεκμηριώσουν τις επιλογές τους.

Το t-test για εξαρτημένα δείγματα που εφαρμόστηκε σε κάθε ομάδα έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στον προέλεγχο και στο μεταέλεγχο μόνο για την πειραματική ομάδα τόσο για το σύνολο της δοκιμασίας ( $t(19)=4.907$ ,  $p<0.001$ ), αλλά και ξεχωριστά για την ερώτηση διάκρισης-εμφάνισης ( $t(19)=2.353$ ,  $p<0.05$ ) και για την ερώτηση τεκμηρίωσης ( $t(19)=5.677$ ,  $p<0.001$ ). Αντίστοιχες στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν φάνηκαν στην ομάδα ελέγχου ( $t(20)=.051$ , NS;  $t(20)=.998$ , NS και  $t(20)=1.743$ , NS αντίστοιχα). Στον Πίνακα 7.25 που ακολουθεί φαίνονται οι διαφορές ανάμεσα στη μέση επίδοση κάθε ομάδας από τον προέλεγχο στον μεταέλεγχο. Όπως μπορούμε να δούμε η μέση επίδοση βελτιώθηκε πολύ για την πειραματική ομάδα έναντι της ομάδας ελέγχου.

Πίνακας 7.25: Μέση επίδοση κάθε ομάδας κατά τον προέλεγχο και το μεταέλεγχο στη δοκιμασία Θεωρίας του Φυσικού Κόσμου.

Ομάδα	Χρονική στιγμή	Δοκιμασία Θεωρίας του Φυσικού Κόσμου		
		Συνολική Δοκιμασία	Διάκριση Εμφάνισης-Πραγματικότητας	Είδος Τεκμηρίωσης
Πειραματική Ομάδα	Προέλεγχος	2.14(τ.α.=.44)	2.50(τ.α.=.38)	1.77(τ.α.=.59)
	Μεταέλεγχος	2.45(τ.α.=.34)	2.67(τ.α.=.35)	2.23(τ.α.=.42)
Ομάδα Ελέγχου	Προέλεγχος	1.85(τ.α.=.43)	2.20(τ.α.=.47)	1.50(τ.α.=.44)
	Μεταέλεγχος	1.85(τ.α.=.40)	2.08(τ.α.=.54)	1.62(τ.α.=.36)

Το στατιστικό κριτήριο  $\chi^2$  που εφαρμόστηκε έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις επιδόσεις των μαθητών της πειραματικής ομάδας στον προέλεγχο και στον μεταέλεγχο για όλα σχεδόν τα φαινόμενα της παρατηρησιακής αστρονομίας (Πίνακας 7.26). Οι στατιστικές διαφορές είναι πιο σημαντικές για το είδος της τεκμηρίωσης που χρησιμοποίησε η πειραματική ομάδα στον προέλεγχο και μεταέλεγχο. Διαπιστώνουμε ότι η βελτίωση των μαθητών είναι πολύ σημαντική όσον αφορά το είδος της τεκμηρίωσης που χρησιμοποιούν, κάτι που ίσως να είναι αποτέλεσμα της διδακτικής παρέμβασης.

Πίνακας 7.26: Στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις επιδόσεις της πειραματικής ομάδας κατά τον προέλεγχο και μεταέλεγχο για κάθε φαινόμενο της παρατηρησιακής αστρονομίας.

<i>Φαινόμενο Παρατηρησιακής Αστρονομίας</i>	<i>Διάκριση εμφάνισης-πραγματικότητας</i>	<i>Τεκμηρίωση</i>
Σχήμα γης	$\chi^2(2)= 14.335, p<0.001$	$\chi^2(2)= 7.594, p<0.05$
Βαρύτητα	$\chi^2(2)= 9.297, p<0.01$	$\chi^2(2)= 8.648, p<0.05$
Σχετικά μεγέθη γης- ήλιου-σελήνης	(γης-ήλιου) $\chi^2(2)= 5.321, NS$ (γης-σελήνης) $\chi^2(2)= 8.194, p<0.05$	(γης-ήλιου) $\chi^2(2)= 0.911, NS$ (γης-σελήνης) $\chi^2(2)= 8.661, p<0.05$
Πλανητικό σύστημα	$\chi^2(2)= 2.035, NS$	$\chi^2(2)= 8.865, p<0.05$
Εναλλαγή ημέρας-νύχτας	$\chi^2(2)= 3.496, NS$	$\chi^2(2)= 8.031, p<0.01$

Τέλος, η επίδοση της πειραματικής ομάδας συγκρίθηκε με την επίδοση μιας ομάδας 36 μαθητών της έκτης τάξης (μ.ο. ηλικίας 11 έτη και 6 μήνες) που κατά τη διάρκεια της σχολικής χρονιάς είχαν διδαχτεί τα ίδια φαινόμενα παρατηρησιακής αστρονομίας στο σχολείο με βάση το επίσημο αναλυτικό πρόγραμμα του υπουργείου παιδείας. Η επίδοση της πειραματικής ομάδας σε όλη τη δοκιμασία ( $M= 2.45, \tau.α.=.34$ ) ήταν καλύτερη από την επίδοση των μαθητών της 6<sup>ης</sup> τάξης ( $t(54)=3.291; p<0.01, M=2.16, \tau.α.=.30$ ). Επίσης αν μελετήσουμε ξεχωριστά τις επιδόσεις των μαθητών στην ερώτηση διάκρισης και την ερώτηση τεκμηρίωσης βλέπουμε ότι η επίδοση της πειραματικής ομάδας ( $M=2.67, \tau.α.=.35$ ) στην ερώτηση διάκρισης δεν διαφέρει σημαντικά από την επίδοση των μαθητών της έκτης τάξης ( $t(54)=1.509; NS, M=2.51, \tau.α.=.36$ ), αλλά η επίδοση της πειραματικής ομάδας στην ερώτηση τεκμηρίωσης ( $M=2.23, \tau.α.=.42$ ) διαφέρει σημαντικά από την αντίστοιχη επίδοση των μαθητών της έκτης και είναι πολύ καλύτερη ( $t(54)=3.742; p<0.001, M=1.80, SD=.40$ ).

*Διερεύνηση της σχέσης ανάμεσα στη Θεωρία του Νου, την Προσωπική Επιστημολογία και τη θεωρία του φυσικού κόσμου μετά την παρέμβαση.*

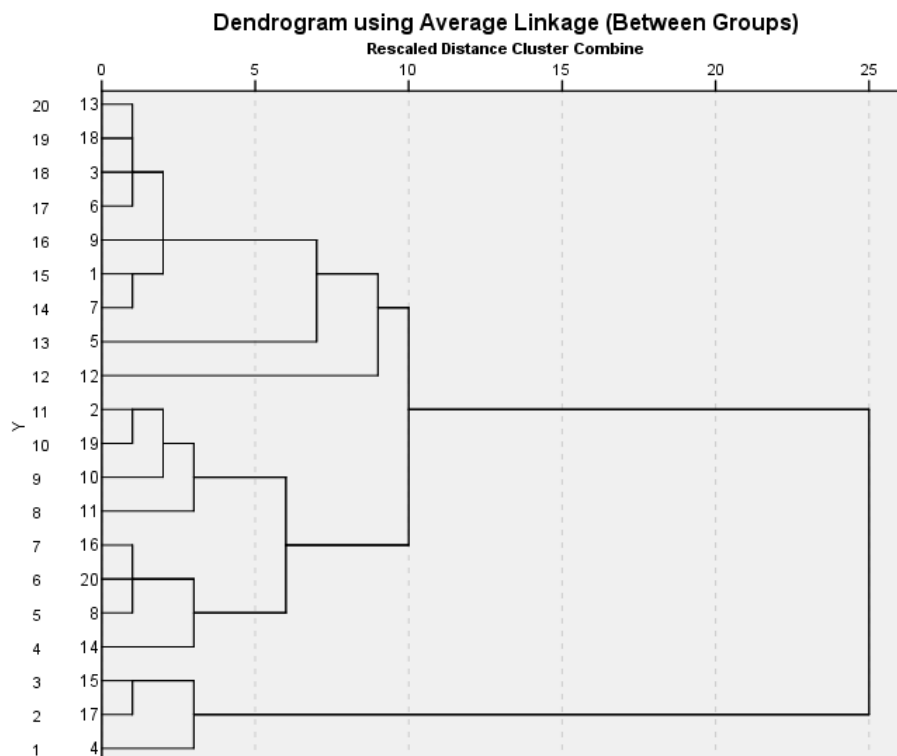
Η υπόθεσή μας ήταν ότι αν ενισχύσουμε την ικανότητα Θεωρίας του Νου των μαθητών και χτίσουμε πάνω σε αυτή μια πιο εκλεπτυσμένη επιστημολογία θα

διευκολύνουμε τους μαθητές να κατανοήσουν φαινόμενα του φυσικού κόσμου όπου θα πρέπει να στοχαστούν πάνω σε διαφορετικές ερμηνείες.

Η ανάλυση παλινδρόμησης που πραγματοποιήθηκε με την επίδοση στη δοκιμασία θεωρίας του φυσικού κόσμου ως εξαρτημένη μεταβλητή και την επίδοση στη δοκιμασία Θεωρίας του Νου και στις δοκιμασίες Προσωπικής Επιστημολογίας ως προβλεπτικούς παράγοντες υπήρξε στατιστικά σημαντική ( $F(2,19)=12.003; p<0.001$ ). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το 54% της διακύμανσης στην επίδοση των μαθητών στη δοκιμασία θεωρίας του φυσικού κόσμου μπορεί να προβλεφθεί από την ικανότητα Θεωρίας του Νου και τις επιστημικές πεποιθήσεις, ενώ πριν την παρέμβαση το ποσοστό διακύμανσης κυμαινόταν στο 41%. Μεγαλύτερη συνεισφορά φάνηκε όμως να έχουν οι πεποιθήσεις των μαθητών για τη φύση της επιστήμης ( $Beta=.662; p\leq 0.001$ ) σε σχέση με την ικανότητα Θεωρίας του Νου ( $Beta=.199; NS$ ).

Προκειμένου να δούμε πώς ομαδοποιούνται οι επιδόσεις των μαθητών της πειραματικής ομάδας πραγματοποιήσαμε ανάλυση κατά συστάδες με τη μέθοδο της ιεραρχικής ομαδοποίησης όπου προτείνεται ως καλύτερη λύση αυτή των τριών ομάδων, όπως βλέπουμε στο Γράφημα 7.1.

Γράφημα 7.1: Δενδροδιάγραμμα απεικόνισης ομαδοποίησης των επιδόσεων στις δοκιμασίες των τριών πεδίων των μαθητών πειραματικής ομάδας.



Η ίδια λύση προκύπτει και ως καλύτερη με τη χρήση της μεθόδου k-means όπου ορίστηκαν εξ αρχής τρεις ομάδες: α) αρχικό επίπεδο σκέψης β) ενδιάμεσο επίπεδο σκέψης και γ) εκλεπτυσμένο επίπεδο σκέψης. Τα τελικά κέντρα των τριών ομάδων περιγράφονται στον Πίνακα 7.27 που ακολουθεί. Μάλιστα η ανάλυση διακύμανσης για το αν διαφέρουν οι μέσες τιμές ανάμεσα στις τρεις ομάδες δείχνει ότι, με εξαίρεση τη μεταβλητή Πεποιθήσεις παιδιών για την έννοια του μοντέλου, όλες οι άλλες μεταβλητές έχουν καλή ικανότητα να ξεχωρίζουν τις παρατηρήσεις, με τη μεταβλητή όμως Θ.τ.Ν. να παρουσιάζει καλύτερη ικανότητα διάκρισης ( $F(2,17)=92.384$ ;  $p\leq 0.001$ ) από τις μεταβλητές Θεωρία του φυσικού κόσμου, Επιστημική σκέψη στον κοινωνικό και φυσικό κόσμο και Πεποιθήσεις για τη φύση της επιστήμης ( $F(2,17)=36.981$ ;  $p\leq 0.001$ ,  $F(2,17)=31.993$ ;  $p\leq 0.001$  και  $F(2,17)=3.824$ ;  $p\leq 0.05$  αντίστοιχα).

Πίνακας 7.27: Τελικά κέντρα των δυο ομάδων που βρέθηκαν κατά την Ανάλυση σε συστάδες με τη μέθοδο k-means για τις μεταβλητές Θ.τ.Ν., Πεποιθήσεις για την έννοια του μοντέλου, Πεποιθήσεις για τη φύση της επιστήμης, Επιστημική σκέψη στον κοινωνικό και φυσικό κόσμο και Θεωρία του φυσικού κόσμου.

	<b>Τελικά Κέντρα Ομάδων</b>		
	Ομάδες		
	Αρχικό επίπεδο σκέψης	Ενδιάμεσο επίπεδο σκέψης	Εκλεπτυσμένο επίπεδο σκέψης
	<i>Μέσος όρος επίδοσης</i>	<i>Μέσος όρος επίδοσης</i>	<i>Μέσος όρος επίδοσης</i>
Θ.τ.Ν.	1	2.89	3
Πεποιθήσεις για την έννοια του μοντέλου	1.47	1.87	2.15
Πεποιθήσεις για τη φύση της επιστήμης	1.10	1.25	1.38
Επιστημική σκέψη στον κοινωνικό και φυσικό κόσμο	1.50	1.58	2.50
Θεωρία του φυσικού κόσμου	2.03	2.28	2.81
<i>Αριθμός υποκειμένων</i>	3	8	9

Παρατηρώντας τον Πίνακα 7.27 βλέπουμε ότι πολλοί λίγοι είναι οι μαθητές που εξακολουθούν να βρίσκονται σε ένα αρχικό επίπεδο σκέψης, όπου δεν αναγνωρίζουν τη

λανθασμένη πεποίθηση, έχουν αρχικού επιπέδου επιστημικές θέσεις και αρχίζουν να επιλύουν το οντολογικό πρόβλημα. Σε αντίθεση, οι μαθητές που βρίσκονται στο εκλεπτυσμένο επίπεδο σκέψης παρατηρούμε ότι έχουν αναπτυγμένη ικανότητα Θεωρίας του Νου, κατανοούν καλύτερα την έννοια του μοντέλου και τους σκοπούς του, έχουν πιο εκλεπτυσμένες επιστημικές πεποιθήσεις από τους υπόλοιπους μαθητές και φαίνεται ότι επιλύουν το επιστημολογικό πρόβλημα και μπορούν και να τεκμηριώσουν το στοχασμό τους.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον είχε και η μελέτη κάθε υποκειμένου χωριστά προκειμένου να διερευνήσουμε την πρόοδό τους μετά την παρέμβαση. Οι μαθητές που μετά την παρέμβαση εξακολουθούν να βρίσκονται σε ένα αρχικό επίπεδο σκέψης βρίσκονταν και πριν την παρέμβαση σε πολύ αρχικό επίπεδο. Δεν κατάφεραν να αναπτύξουν τη Θεωρία του Νου, ούτε πιο εκλεπτυσμένες επιστημικές πεποιθήσεις και μόλις αρχίζουν να επιλύουν σε κάποιες περιπτώσεις να επιλύουν το οντολογικό πρόβλημα. Στο ενδιάμεσο επίπεδο σκέψης συναντάμε μαθητές που βρίσκονταν σε ένα αρχικό επίπεδο σκέψης πριν την παρέμβαση και σημείωσαν σημαντική πρόοδο όσον αφορά την ανάπτυξη Θεωρίας του Νου και τις επιστημικές τους πεποιθήσεις για τη φύση της γνώσης και έχουν αρχίσει να επιλύουν το επιστημολογικό πρόβλημα έχοντας όμως ακόμη μια δυσκολία να τεκμηριώσουν το στοχασμό τους. Για παράδειγμα, η «Μαρία» (υποκ. 16) πριν την παρέμβαση δεν μπορούσε να αναγνωρίσει τη λανθασμένη πεποίθηση 3<sup>ης</sup> τάξης και είχε αρχικές επιστημικές πεποιθήσεις για τη φύση της επιστήμης. Μετά την παρέμβαση αναγνώριζε και τεκμηριώνει σωστά τη λανθασμένη πεποίθηση 3<sup>ης</sup> τάξης, είχε πιο εκλεπτυσμένες πεποιθήσεις για την επιστήμη και επέλυε το επιστημολογικό πρόβλημα. Παρόμοια συμπεριφορά επέδειξε και η «Ευανθία» (υποκ.19) η οποία πριν την παρέμβαση είχε αρχικό επίπεδο σκέψης σε όλα τα πεδία και μετά την παρέμβαση σημείωσε σημαντική πρόοδο στο επιστημολογικό πεδίο και άρχισε να κατανοεί τη διάκριση εμφάνισης-πραγματικότητας.

Από τη διερεύνηση των δεδομένων διπιστώνουμε ότι οι περισσότεροι μαθητές που ανήκαν σε ένα αρχικό επίπεδο έκαναν τη μετάβαση σε ένα ενδιάμεσο επίπεδο σκέψης και οι μαθητές που ανήκαν σε ένα ενδιάμεσο επίπεδο σκέψης έκαναν τη μετάβαση σε ένα πιο εκλεπτυσμένο επίπεδο σκέψης. Το ενδιαφέρον είναι όμως ότι υπήρχαν και κάποιοι μαθητές που από ένα πολύ αρχικό επίπεδο σκέψης προχώρησαν μετά την παρέμβαση σε ένα εκλεπτυσμένο επίπεδο σκέψης. Για παράδειγμα, ο «Αιμίλιος» (υποκ.12) πριν την παρέμβαση δεν αναγνώριζε καμία περίπτωση απόδοσης λανθασμένης πεποίθησης, είχε πολύ αρχικές επιστημικές πεποιθήσεις και δεν είχε επιλύσει ούτε το επιστημολογικό πρόβλημα. Μετά την παρέμβαση όμως ανέπτυξε την

ικανότητα θ.τ.ν., εξέφρασε πιο εκλεπτυσμένες επιστημικές απόψεις και επέλυσε το επιστημολογικό πρόβλημα τεκμηριώνοντας παράλληλα τη διάκριση ανάμεσα στην εμφάνιση και την πραγματικότητα.

## B) Δοκιμασίες καθυστέρησης

### Δοκιμασία Θεωρίας του Νου

Ο τρόπος βαθμολόγησης ήταν ο ίδιος με αυτόν που ακολουθήθηκε και κατά τον προέλεγχο και τον μεταέλεγχο. Η εφαρμογή του στατιστικού κριτηρίου  $t$  για ανεξάρτητα δείγματα έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις δυο ομάδες υπέρ της πειραματικής ομάδας ( $t(39)=3.043$ ,  $p<0.01$ ). Ο μέσος όρος επίδοσης της πειραματικής ομάδας είναι πολύ καλύτερος από το μέσο όρο επίδοσης της ομάδας ελέγχου (μ.ο. 2.65, τ.α.=.67 και μ.ο.=1.85, τ.α.=96 αντίστοιχα).

Πίνακας 7.28: Κατανομή μαθητών κάθε ομάδας στις τρεις κατηγορίες απαντήσεων στη δοκιμασία Θεωρίας του Νου 3<sup>ης</sup> τάξης.

Δοκιμασία Θ.τ.Ν.	Ομάδα	Μη- αναγνώριση πεποίθησης	Αναγνώριση πεποίθησης	Αναγνώριση πεποίθησης και σωστή τεκμηρίωση
	Πειραματική (N=19)		2 (5%)	3 (16%)
Ελέγχου (N=20)		10 (50%)	2 (10%)	8 (40%)

Ειδικότερα, παρατηρώντας τον Πίνακα 7.28 βλέπουμε ότι η επίδοση της πειραματικής ομάδας είναι πολύ καλύτερη. Σχεδόν όλα τα παιδιά αναγνωρίζουν τη λανθασμένη πεποίθηση (95%) και μόνο τρία παιδιά δυσκολεύονται να τεκμηριώσουν αναφερόμενα στο κίνητρο του ήρωα της ιστορίας να εξαπατήσει τους εχθρούς. Στην ομάδα ελέγχου όμως, ένα μεγάλο ποσοστό εξακολουθεί να αποτυγχάνει στη δοκιμασία αυτή (50%). Υπάρχουν αρκετά παιδιά που δεν μπορούν να αναγνωρίσουν τη λανθασμένη πεποίθηση και πιστεύουν ότι αυτό που εκφράζει ο ήρωας είναι αλήθεια.

Δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις επιδόσεις των μαθητών στη δοκιμασία θ.τ.ν. κατά τον μεταέλεγχο και μετά από το χρονικό διάστημα των τριών μηνών ούτε για την πειραματική ομάδα (μ.ο.2.73, τ.α..65 και μ.ο.=2.73, τ.α.=56 αντίστοιχα), ούτε για την ομάδα ελέγχου (μ.ο.=2.20, τ.α.=1 και μ.ο.=1.90, τ.α.=.96 αντίστοιχα, ( $t(19)=1.301$ ,NS).

*Δοκιμασίες καθυστέρησης Προσωπικής Επιστημολογίας και Θεωρίας του Φυσικού Κόσμου*

Όλοι οι μαθητές στην πρώτη ερώτηση «Κύκλωσε το κείμενο με το οποίο συμφωνείς περισσότερο» επέλεξαν το ίδιο κείμενο με αυτό που επέλεξαν για την ερώτηση «Κύκλωσε το κείμενο που πιστεύεις ότι μας δείχνει το πώς..... στην πραγματικότητα». Οι απαντήσεις των μαθητών στην ερώτηση τεκμηρίωσης (*Γιατί πιστεύεις ότι το κείμενο με το οποίο συμφωνείς περισσότερο, εξηγεί καλύτερα το φαινόμενο .....*;) που ακολουθούσε αναφέρονταν στο κείμενο που είχαν επιλέξει για την πραγματικότητα.

Ανάλογα με τις απαντήσεις τους στις ερωτήσεις διάκρισης εμφάνισης-πραγματικότητας, οι μαθητές τοποθετήθηκαν σε τρεις κατηγορίες: α) μη επίλυση οντολογικού προβλήματος (αν είχαν επιλέξει το «διαισθητικό» κείμενο και στις δυο ερωτήσεις), β) επίλυση του οντολογικού προβλήματος (όταν έχουν επιλέξει το διαισθητικό κείμενο για την Πραγματικότητα και το επιστημονικό κείμενο για την Εμφάνιση ή όταν έχουν επιλέξει το επιστημονικό κείμενο και για την Πραγματικότητα και για την Εμφάνιση) και γ) επίλυση του επιστημολογικού προβλήματος (όταν έχουν επιλέξει το διαισθητικό κείμενο για την Εμφάνιση και το επιστημονικό κείμενο για την Πραγματικότητα). Κάθε κατηγορία βαθμολογήθηκε και ποσοτικά με ένα σκορ αντίστοιχα: «μη-επίλυση» έλαβε σκορ (1), «επίλυση οντολογικού» έλαβε σκορ (2) και «επίλυση επιστημολογικού» έλαβε σκορ (3).

Η ερώτηση τεκμηρίωσης που ακολουθούσε (*Γιατί πιστεύεις ότι το κείμενο με το οποίο συμφωνείς περισσότερο, εξηγεί καλύτερα το φαινόμενο .....*;) σχετίζονταν με τα επιστημικά κριτήρια που θέτουν οι μαθητές προκειμένου να εξηγήσουν με ποιο κείμενο συμφωνούν περισσότερο και να αναγνωρίσουν με ποια πράγματα από όσα έχουν μάθει «ταιριάζει» το κείμενο που επέλεξαν. Στον Πίνακα 7.29 που ακολουθεί αναγράφονται αναλυτικά τα τρία γενικά επιστημικά επίπεδα που ορίσαμε και ο τρόπος κατηγοριοποίησης των απαντήσεων σε κάθε επίπεδο. Κάθε επίπεδο έλαβε και ένα αντίστοιχο σκορ.



Πίνακας 7.29: Επιστημικά Επίπεδα με βάση τα οποία κατηγοριοποιήθηκαν οι απαντήσεις των μαθητών στις τρεις ερωτήσεις διερεύνησης επιστημικών κριτηρίων.

Είδος ερώτησης	Επιστημικό Επίπεδο 1	Επιστημικό Επίπεδο 2	Επιστημικό Επίπεδο 3	
	Κάποια γνώση βέβαιη / Προσωρινή ή μερική αβεβαιότητα. Όλα σωστά. Πίστη στην αυθεντία. / Πλειοψηφία.	Αβέβαιη. Εξαιρέσεις στις γενικεύσεις (επαγωγική αβεβαιότητα). Αίτια αντιπαράθεσης. Πειραματικά αποτελέσματα.	Αβέβαιη. Εναλλακτικές εξηγήσεις / Θεωρητικά καθοδηγούμενη έρευνα (ερμηνευτική αβεβαιότητα). Ποιότητα εμπειρικών δεδομένων / Ποιότητα εμπειρικών δεδομένων και θεωρία.	
	Αρχικές επιπέδου 1	Πιο εκλεπτυσμένες επιπέδου 1.5	Λιγότερο εκλεπτυσμένες επιπέδου 2.5	Πιο εκλεπτυσμένες επιπέδου 3
	Μη κατοχή επιστημονικού μοντέλου. Φαινομενικές απαντήσεις	Επιστημολογική διάκριση εμφάνισης - πραγματικότητας. Γνώση επιστημονικού μοντέλου. Αιτιολόγηση με γενική αναφορά ή σε αντιδιαστολή με διαισθητική εμπειρία μόνο. Γενική αναφορά στην αυθεντία, στα «σωστά» δεδομένα. Αναφορά σε διαισθητική γνώση ως λανθασμένη.	Επιστημολογική διάκριση εμφάνισης - πραγματικότητας. Αναφορά σε μια περίπτωση, ένα πείραμα, αλλά όχι ξεκάθαρη διάκριση ιδέας-πειράματος-θεωρίας. Αιτιολόγηση με βάση επιστημονικά δεδομένα κειμένου μόνο ή αναφορά σε ένα πείραμα που στηρίζει μια ολόκληρη θεωρία.	Επιστημολογική διάκριση εμφάνισης-πραγματικότητας. Αναφορά σε αλλαγή θεωρίας, μέσα από μια διαρκή διαδικασία ελέγχου ιδεών και αναθεώρησής τους υπό το πρίσμα νέων αποδείξεων. Κατασκευασίμο γνώσης. «Ταίριασμα» θεωρίας-απόδειξης. Σύνδεση και με άλλα επιστημονικά μοντέλα. Αλλαγή μοντέλων

Γιατί πιστεύεις ότι το κείμενο με το οποίο συμφωνείς περισσότερο, εξηγεί καλύτερα το φαινόμενο ...;

Η μικτή ανάλυση διακύμανσης που πραγματοποιήθηκε [ομάδα (2) μεταξύ υποκειμένων \* φαινόμενο (3) \* είδος ερώτησης (2) διαμέσου των υποκειμένων] δεν έδειξε κύρια επίδραση για την Ομάδα ( $F(1,37)=2.276$ , NS). Εντούτοις η επίδοση της πειραματικής ομάδας στις τρεις δοκιμασίες ήταν πολύ καλύτερη από την επίδοση της ομάδας ελέγχου, όπως παρατηρούμε στον πίνακα 7.30 που ακολουθεί..

Πίνακας 7.30: Μέση επίδοση κάθε ομάδας για κάθε φυσικό φαινόμενο στην ερώτηση διάκρισης εμφάνισης-πραγματικότητας και στην ερώτηση τεκμηρίωσης

Δοκιμασία Καθυστέρησης	Πειραματική Ομάδα				Ομάδα Ελέγχου			
	Ερώτηση διάκρισης		Ερώτηση τεκμηρίωσης		Ερώτηση διάκρισης		Ερώτηση τεκμηρίωσης	
	<i>M</i>	<i>τ.α.</i>	<i>M</i>	<i>τ.α.</i>	<i>M</i>	<i>τ.α.</i>	<i>M</i>	<i>τ.α.</i>
<i>Εναλλαγή</i>								
<i>ημέρας-νύχτας</i>	2.84	.50	1.78	.50	2.65	.58	1.50	.48
<i>Εξάτμιση</i>	2.47	.84	1.55	.55	2.40	.88	1.45	.48
<i>Πάγος</i>	2.68	.67	1.71	.45	2.65	.48	1.45	.42

Όπως έχουμε δει όμως και στις προηγούμενες μελέτες αν και πολλές φορές φαίνεται ότι οι μαθητές επιλύουν το επιστημολογικό πρόβλημα, δεν μπορούν να τεκμηριώσουν τις επιλογές τους και δεν φαίνεται να κατανοούν πραγματικά τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του κάθε εννοιολογικού μοντέλου. Επίσης, αναφερόμενη εντελώς εμπειρικά, φάνηκε από τις συνεντεύξεις ότι οι μαθητές έχουν την τάση να έλκονται από κείμενα που χρησιμοποιούν περισσότερους επιστημονικούς όρους όταν δεν γνώριζαν ουσιαστικά την επιστημονική άποψη. Για τους παραπάνω λόγους αποκτά ιδιαίτερο ενδιαφέρον η μελέτη των τεκμηριώσεων που παρείχαν οι μαθητές κάθε ομάδας.

Στη συνέχεια θα δούμε πιο αναλυτικά τις τεκμηριώσεις που παρέχουν οι μαθητές για κάθε φυσικό φαινόμενο. Ας δούμε αρχικά με βάση ποια επιστημικά κριτήρια επέλεξαν οι μαθητές το κείμενο με το οποίο συμφωνούσαν περισσότερο για το φαινόμενο εναλλαγής ημέρας-νύχτας. Στον Πίνακα 7.31 που ακολουθεί φαίνονται οι συχνότητες των απαντήσεων των μαθητών για το φαινόμενο της εναλλαγής ημέρας-νύχτας στα τρία επιστημικά επίπεδα με τις υποκατηγορίες τους, όπως έχουν ήδη περιγραφεί παραπάνω (δες πίνακα 29).

Πίνακας 7.31: Συχνότητες/Ποσοστά απαντήσεων μαθητών της πειραματικής ομάδας (N=19) και της ομάδας ελέγχου (N=20) στα τρία επιστημικά επίπεδα στις ερωτήσεις για το φαινόμενο εναλλαγής ημέρας-νύχτας.

Γιατί πιστεύεις ότι το κείμενο με το οποίο συμφωνείς περισσότερο, εξηγεί καλύτερα το φαινόμενο .....;	Ομάδα	Επιστημικό Επίπεδο 1		Επιστημικό Επίπεδο 2	Επιστημικό Επίπεδο 3	
		Αρχικές επιπέδου 1	Πιο εκλεπτυσμένες επιπέδου 1.5	Επίπεδο 2	Λιγότερο εκλεπτυσμένες επιπέδου 2.5	Πιο εκλεπτυσμένες επιπέδου 3
		Πειραματική	3 (15%)	6 (32%)	6 (32%)	4 (21%)
Ελέγχου	9 (45%)	2 (10%)	9 (45%)			

Παρατηρώντας τον Πίνακα 7.31, βλέπουμε ότι οι μαθητές της πειραματικής ομάδας χρησιμοποιούν λίγο πιο εκλεπτυσμένα επιστημικά κριτήρια σε σχέση με τους μαθητές της ομάδας ελέγχου. Αναφορικά με τους λόγους που τους ώθησαν να επιλέξουν το κείμενο συμφωνίας αναφέρονται στην επιστημολογική διάκριση εμφάνισης-πραγματικότητας, αλλά οι αιτιολογήσεις τους είναι κυρίως βασισμένες στα επιστημονικά δεδομένα του κειμένου σε σχέση με την επιστημονική γνώση στην οποία έχουν πρόσβαση στο σχολείο. Είναι λίγοι οι μαθητές (21%) που αναφέρονται στα πειράματα που έχουν διεξαχθεί από τους επιστήμονες, στις ανακαλύψεις που έχουν γίνει, στα εμπειρικά δεδομένα που έχουν συλλέξει οι επιστήμονες μέσα από τις έρευνές τους. Ένας μαθητής για παράδειγμα λέει: «.....Επίσης, έχουν γίνει κάποια ταξίδια από το παρελθόν (π.χ. Μαγγελάνος που ανακάλυψε ότι η γη είναι στρογγυλή) και άλλοι επιστήμονες ανακάλυψαν ότι η γη κινείται. Επίσης, πειράματα που δείχνουν ότι η γη δεν είναι ένα ταψί που δεν γυρίζει, αλλά γυρίζει.»

Όσον αφορά στην ομάδα ελέγχου, αν και υπάρχει ένα ποσοστό μαθητών που αναφέρεται στα επιστημονικά δεδομένα του κειμένου, υπάρχει ένα μεγάλο ποσοστό μαθητών που χρησιμοποιούν κυρίως αρχικού επιπέδου επιστημικά κριτήρια. Αναφέρονται δηλαδή σε λανθασμένους ή σωστούς ισχυρισμούς, στο ρόλο της αυθεντίας (Γιατί το εξηγεί καλύτερα/ κάποιος που έχει πολλές γνώσεις καταλαβαίνει καλύτερα το κείμενο αυτό) και στη διαισθητική γνώση ως λανθασμένη.

Για τα άλλα δυο φυσικά φαινόμενα της *Εξάτμισης* και της *Δημιουργίας Πάγου*, που είναι φαινόμενα για τα οποία καμία ομάδα δεν είχε λάβει σχετική διδασκαλία, δεν συναντάμε πολύ σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις δυο ομάδες σχετικά με τα επιστημικά κριτήρια στα οποία αναφέρθηκαν.

Παρατηρώντας τον Πίνακα 7.32, βλέπουμε μια καλύτερη επίδοση των μαθητών της πειραματικής ομάδας σχετικά με τα επιστημικά κριτήρια στα οποία αναφέρθηκαν για το φαινόμενο της Εξάτμισης. Στην ερώτηση «*Με τι ταιριάζει το κείμενο που διάλεξα;*» αναφέρονται σε μεγαλύτερο ποσοστό σε σχέση με την ομάδα ελέγχου, στην επιστημολογική διάκριση ανάμεσα στην επιστημονική γνώση και στη διαισθητική εμπειρία, στα επιστημονικά δεδομένα του κειμένου ή σε ένα γενικό πείραμα που στηρίζει όλη τη θεωρία, αλλά δεν αναφέρονται (εκτός από δυο μαθητές μόνο) στη διαδικασία ελέγχου και αναθεώρησης των θεωριών μέσα από την πειραματική διαδικασία και τη συλλογή εμπειρικών δεδομένων.

Πίνακας 7.32: Συχνότητες/Ποσοστά απαντήσεων μαθητών της πειραματικής ομάδας (N=19) και της ομάδας ελέγχου (N=20) στα τρία επιστημικά επίπεδα στις ερωτήσεις για το φαινόμενο της εξάτμισης.

<i>Γιατί πιστεύεις ότι το κείμενο με το οποίο συμφωνείς περισσότερο, εξηγεί καλύτερα το φαινόμενο .....;</i>	<i>Ομάδα</i>	<i>Επιστημικό Επίπεδο 1</i>	<i>Επιστημικό Επίπεδο 2</i>	<i>Επιστημικό Επίπεδο 3</i>		
		Αρχικές επιπέδου 1	Πιο εκλεπτυσμένες επιπέδου 1.5	Επίπεδο 2	Λιγότερο εκλεπτυσμένες επιπέδου 2.5	Πιο εκλεπτυσμένες επιπέδου 3
		Πειραματική	8 (42%)	3 (15%)	6 (32%)	2 (11%)
Ελέγχου	10 (50%)	2 (10%)	8 (40%)			

Αντίστοιχες παρατηρήσεις κάνουμε και για το φαινόμενο Δημιουργίας πάγου. Παρατηρώντας τον Πίνακα 7.33, βλέπουμε ότι οι μαθητές της πειραματικής ομάδας αναφέρονται κυρίως στα επιστημονικά δεδομένα του κειμένου. Σε αντίθεση οι περισσότεροι μαθητές της ομάδας ελέγχου είτε δεν γνωρίζουν το επιστημονικό μοντέλο, είτε αναφέρονται απλά στη διαισθητική εμπειρία ως λανθασμένη.

Πίνακας 7.33: Συχνότητες/Ποσοστά απαντήσεων μαθητών της πειραματικής ομάδας (N=19) και της ομάδας ελέγχου (N=20) στα τρία επιστημικά επίπεδα στις ερωτήσεις για το φαινόμενο δημιουργίας πάγου.

<i>Γιατί πιστεύεις ότι το κείμενο με το οποίο συμφωνείς περισσότερο, εξηγεί καλύτερα το φαινόμενο .....;</i>	<i>Ομάδα</i>	<i>Επιστημικό Επίπεδο 1</i>		<i>Επιστημικό Επίπεδο 2</i>	<i>Επιστημικό Επίπεδο 3</i>	
		Αρχικές επιπέδου 1	Πιο εκλεπτυσμένες επιπέδου 1.5	Επίπεδο 2	Λιγότερο εκλεπτυσμένες επιπέδου 2.5	Πιο εκλεπτυσμένες επιπέδου 3
		Πειραματική	4 (21%)	4 (21%)	10 (53%)	1 (5%)
Ελέγχου	8 (40%)	6 (30%)	6 (30%)			

Γενικά, φαίνεται ότι οι μαθητές της πειραματικής ομάδας αναφέρονται σε λίγο πιο εκλεπτυσμένα επιστημικά κριτήρια κατά την κρίση διαφορετικών ισχυρισμών σε σχέση με τους μαθητές της ομάδας ελέγχου. Αυτό είναι πιο έντονο κυρίως για το φαινόμενο της Εναλλαγής Ημέρας-Νύχτας, για το οποίο είχαν λάβει και σχετική διδασκαλία. Για τα άλλα φαινόμενα όμως φαίνεται ότι οι μαθητές, αν και φαινομενικά έχουν επιλύσει το οντολογικό πρόβλημα, δεν έχουν κατανοήσει πλήρως αυτές τις επιστημονικές έννοιες. Η δυσκολία θέσπισης επιστημικών κριτηρίων είναι μεγάλη και για τις δυο ομάδες.

### Συζήτηση

Τα αποτελέσματα από την εφαρμογή της εκπαιδευτικής παρέμβασης, παρά τη σύντομη διάρκειά της, ήταν θετικά και φάνηκαν να υποστηρίζουν την αρχική μας υπόθεση ότι ο σχεδιασμός μιας τέτοιας παρέμβασης θα βοηθούσε τα παιδιά να αναπτύξουν την ικανότητα Θεωρίας του Νου, να διαμορφώσουν πιο εκλεπτυσμένες επιστημικές πεποιθήσεις και να κατανοήσουν περαιτέρω διαφορετικές ερμηνείες φαινομένων του φυσικού κόσμου.

Κατά τη διάρκεια των παρεμβάσεων στο πεδίο της Θεωρίας του Νου οι μαθητές προοδευτικά εμπλέκονταν περισσότερο σε συζητήσεις για διάφορα υποθετικά σενάρια λανθασμένων πεποιθήσεων που μπορεί κάποιος να έχει, εξηγούσαν ρητά τη συμπεριφορά των πρωταγωνιστών των ιστοριών και σχεδίαζαν αποτελεσματικά «σύννεφα σκέψης». Για παράδειγμα, ένας μαθητής όταν προσπάθησε να εξηγήσει στους υπόλοιπους συμμαθητές του τι είχε κατανοήσει ότι είναι σύννεφο σκέψης

ζωγράφησε μια μητέρα και ένα παιδί να κάθονται στην τραπεζαρία. Στην ιστορία που σκέφτηκε και διηγήθηκε, η μητέρα ρώτησε το παιδί «Είναι ωραίο το φαγητό;» και το παιδί απάντησε «είναι πολύ ωραίο», αλλά ο μαθητής είχε γράψει μέσα στο σύννεφο σκέψης του παιδιού «μπλιάχ». Εξήγησε λοιπόν στους συμμαθητές του ότι αν και το φαγητό δεν άρεσε στο παιδί της ιστορίας είπε ότι του άρεσε για να μη στενοχωρήσει τη μητέρα του.

Ανάλογη καλή επίδοση στο πεδίο της Θεωρίας του Νου φάνηκε για όλους σχεδόν τους μαθητές της πειραματικής ομάδας. Μάλιστα αυτή η καλή επίδοση συνεχίστηκε και στις δοκιμασίες καθυστέρησης, σε αντίθεση με τους μαθητές της ομάδας ελέγχου που φάνηκε να αποτυγχάνουν σε ένα μεγάλο ποσοστό στη δοκιμασία καθυστέρησης Θεωρίας του Νου. Τα αποτελέσματα λοιπόν έδειξαν ότι η εκπαίδευση σε θέματα Θεωρίας του Νου μπορεί να οδηγήσει σε βελτίωση της ικανότητας των παιδιών να κατανοούν νοητικές καταστάσεις. Η συνεχής παροχή εξηγήσεων και η συζήτηση των σωστών απαντήσεων στα διάφορα σενάρια Θεωρίας του Νου που προσεγγίστηκαν από τους μαθητές φάνηκε ότι βοήθησε σημαντικά τους μαθητές να στοχαστούν και πάνω στις δικές τους εξηγήσεις καθώς και να αξιολογήσουν τις εξηγήσεις των συμμαθητών τους. Η ρητή αναφορά στις εξηγήσεις έχει εξάλλου φανεί ότι συνεισφέρει σημαντικά στη βελτίωση της ικανότητας του νου και σε έρευνες που έχουν γίνει με παιδιά προσχολικής ηλικίας (Amsterlaw & Wellman, 2006; Clements et al., 2000; Melot & Angeard, 2003).

Στο πεδίο της Προσωπικής Επιστημολογίας φάνηκε επίσης μια καλύτερη επίδοση των μαθητών της πειραματικής ομάδας. Στη δοκιμασία *Διερεύνησης της επιστημικής σκέψης στα πεδία του κοινωνικού και φυσικού κόσμου*, αρχικά δεν φάνηκαν διαφορές ανάμεσα στις δυο ομάδες κατά τον καθορισμό του γενικού επιστημικού επιπέδου (που δεν διέφερε επίσης από το αντίστοιχο επίπεδο που επέδειξαν οι μαθητές κατά τον προέλεγχο). Όταν όμως οι ερωτήσεις έγιναν πιο διερευνητικές, με αναφορά στη βεβαιότητα της γνώσης, φάνηκαν σημαντικές διαφορές στην επίδοση των μαθητών όσον αφορά στο πεδίο του φυσικού κόσμου. Σε αντίθεση με τους μαθητές της ομάδας ελέγχου που δείχνουν πίστη στην απόλυτη αλήθεια, οι μαθητές της πειραματικής ομάδας αναφέρονται περισσότερο στο ρόλο της επιστημονικής έρευνας, στη διενέργεια περισσότερων πειραμάτων, στη συλλογή εμπειρικών δεδομένων και στην καλύτερη ερμηνεία τους. Στη δεύτερη επιστημική δοκιμασία *Συνέντευξη για τη Φύση της Επιστήμης*, οι μαθητές της πειραματικής ομάδας δίνουν πιο εκλεπτυσμένες απαντήσεις και αρχίζουν να αντιμετωπίζουν την επιστημονική γνώση ως ένα σύνολο ιδεών που υπόκεινται σε έλεγχο και αναφέρονται στις έννοιες της εξήγησης και του ελέγχου

υποθέσεων. Τέλος, στην τρίτη επιστημική δοκιμασία *Διερεύνηση πεποιθήσεων για την έννοια του μοντέλου*, αν και τα μοντέλα εξακολουθούν να αντιμετωπίζονται κυρίως ως αντιγραφές της πραγματικότητας, οι μαθητές της πειραματικής ομάδας φαίνεται ότι έχουν αρχίσει να κατανοούν ότι τα μοντέλα βοηθούν στην εξέλιξη των επιστημονικών ιδεών, ότι κάθε μοντέλο εκφράζει διαφορετικές επιστημονικές υποθέσεις και ότι τα μοντέλα μπορούν να αλλάξουν.

Η αναγνώριση των πολλαπλών οπτικών στα παραπάνω δυο πεδία φάνηκε να διευκολύνει την κατανόηση και ερμηνεία διαφορετικών αναπαραστάσεων για διάφορα φαινόμενα του φυσικού κόσμου. Οι μαθητές που δέχτηκαν διδακτικές παρεμβάσεις με βάση το προτεινόμενο εκπαιδευτικό πρόγραμμα μπορούσαν να σχεδιάσουν διαφορετικά μοντέλα για την εμφάνιση και την πραγματικότητα, να εντοπίσουν τις διαφορές ανάμεσά τους, να μιλήσουν για την αλλαγή μοντέλων μέσα στο χρόνο με βάση τα εμπειρικά δεδομένα και να παρέχουν καλύτερες τεκμηριώσεις-αιτιολογήσεις των επιλογών τους. Αν και στην ομάδα ελέγχου έγινε σύντομη αναφορά στα ίδια ζητήματα και σε κάποιες περιπτώσεις η αναφορά στη διάκριση εμφάνισης-πραγματικότητας ήταν ρητή, φάνηκε ότι αυτό δεν ήταν αρκετό για να κατανοήσουν βαθύτερα οι μαθητές την επιστημολογική διάκριση και να στοχαστούν πάνω σε αυτή. Η ομάδα ελέγχου αναφέρεται απλά σε σωστά και λάθος στοιχεία χωρίς να κρίνει ουσιαστικά τους διαφορετικούς ισχυρισμούς. Αν και φαινομενικά κάποιοι μαθητές της ομάδας ελέγχου επιλύουν το επιστημολογικό πρόβλημα, μέσα από τις τεκμηριώσεις τους φαίνεται ότι δεν μπορούν να αναφερθούν ρητά σε αυτό και να χρησιμοποιήσουν επιχειρήματα για να στηρίξουν περισσότερο τη μια άποψη.

Το προτεινόμενο εκπαιδευτικό πρόγραμμα έδωσε μια πρώτη ώθηση στους μαθητές της πειραματικής ομάδας να στοχάζονται πάνω σε διαφορετικές οπτικές. Έτσι τους βοήθησε να αναθεωρήσουν τις απόψεις τους για το βέβαιο χαρακτήρα της γνώσης και την πίστη στην απόλυτη αλήθεια και να σκεφτούν ότι η γνώση κατασκευάζεται από κάθε άτομο και διαφορετικά κριτήρια κάνουν τον ένα ισχυρισμό πιο «αληθή» από κάποιον άλλο. Η χρήση τεχνικών μοντελοποίησης, η δημιουργία ποικίλων μοντέλων, η αξιολόγησή τους με την εφαρμογή κάποιων αρχικών επιστημικών κριτηρίων, η συζήτηση για την αβεβαιότητα της γνώσης και η εμπλοκή με σενάρια επιστημονικών αντιπαραθέσεων, βοήθησαν τους μαθητές να αρχίσουν να σκέφτονται για τη φύση της επιστήμης και το πώς μπορεί να αναθεωρηθεί και να αλλάξει αυτό που πίστευαν ότι αποτελούσε την «απόλυτη αλήθεια». Όπως έχουμε ήδη συζητήσει, διάφορα εκπαιδευτικά προγράμματα έχουν τονίσει τη σπουδαιότητα της επιστημικής κατανόησης και της μοντελοποίησης για την εννοιολογική αλλαγή (δες Chinn &

Malhotra, 2001, 2002; Duschl, Schweingruber & Shouse, 2007; Passmore, Stewart, & Cartier, 2009; Raghaven, Sartoris & Glaser, 1998; Stewart, Cartier & Passmore, 2005). Επίσης, έχει φανεί ότι ο σχεδιασμός ενός αναλυτικού προγράμματος που προωθεί τον επιστημολογικό συλλογισμό μπορεί να βοηθήσει ακόμη και τους μαθητές του δημοτικού σχολείου να αναπτύξουν μια πιο εκλεπτυσμένη επιστημολογία (Smith et al., 2000). Η ρητή επίσης χρήση ποικίλων επιστημικών εργαλείων και μοντέλων μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά προς αυτή την κατεύθυνση (Chinn & Buckland 2012; Lehrer & Schauble 2006, 2010; Sandoval & Reisser, 2004).

Η δική μας προσέγγιση θεωρούμε όμως ότι διαφέρει από άλλες εκπαιδευτικές προσεγγίσεις στο ότι εισάγει τη Θεωρία του Νου ως ένα μονοπάτι που οδηγεί στην κατανόηση της αβέβαιης φύσης της γνώσης. Η παρέμβαση που σχεδιάστηκε έλαβε υπόψη της τις αρχικές επιστημικές δεσμεύσεις των μαθητών όπως καταδεικνύονται στον κοινωνικό χώρο. Παρέχοντας ευκαιρίες στα παιδιά να έρθουν σε επαφή με αντικρουόμενες ιδέες στο κοινωνικό πεδίο αρχικά, τα βοηθάμε να αποκτήσουν μια αρχική επίγνωση των εναλλακτικών ισχυρισμών που μπορεί να υπάρξουν σε πιο πραγματικές, καθημερινές καταστάσεις και τα εισάγουμε στο παιχνίδι της μοντελοποίησης αρκετά νωρίς.

Τα αποτελέσματα όμως δείχνουν ότι η εφαρμογή τέτοιων προγραμμάτων πρέπει να έχει έναν μακροπρόθεσμο χαρακτήρα αν θέλουμε να έχουμε ουσιαστικές αλλαγές και όχι βραχυπρόθεσμες. Οι δοκιμασίες καθυστέρησης έδειξαν βέβαια μια καλύτερη επίδοση της πειραματικής ομάδας, αλλά αυτή δυστυχώς δεν ακολούθησε τις προσδοκίες μας. Αν και οι μαθητές της πειραματικής ομάδας μπορούσαν να θέσουν λίγο πιο εκλεπτυσμένα επιστημικά κριτήρια κατά την κρίση των διαφορετικών ισχυρισμών και δεν αναφερόντουσαν απλά στο «σωστό» της επιστημονικής» γνώσης και στο «λάθος» της διαισθητικής μας εμπειρίας, εντούτοις η αναφορά στο ταίριασμα της θεωρίας με τα εμπειρικά δεδομένα, στην αλλαγή των μοντέλων και στο «κατασκευάσιμο» της γνώσης δεν ήταν συστηματική.

Η δυσκολία των μαθητών να σκέφτονται λαμβάνοντας υπόψη τους πολλαπλές οπτικές φάνηκε να είναι πολύ μεγάλη και μάλλον μόνο όταν η ενασχόληση με παρόμοια ζητήματα αρχίζει από πολύ μικρή σχολική ηλικία μπορούμε να ελπίζουμε σε κάτι καλύτερο. Δυστυχώς, μέσα στη σημερινή ελληνική εκπαιδευτική πραγματικότητα οι μαθητές δεν φαίνεται να έχουν μάθει να σκέφτονται, να επιχειρηματολογούν, να σέβονται τις διαφορετικές απόψεις και να τις αξιολογούν. Υπάρχει έντονα η αντίληψη του σωστού-λάθους που φαίνεται να αποτελεί τροχοπέδη στην ανάπτυξη μιας πιο κριτικής σκέψης. Χρειάζεται πιο συστηματική έρευνα και προσπάθεια προς αυτή την



κατεύθυνση. Αν αρχίσουμε όμως ως εκπαιδευτικοί να ωθούμε τους μαθητές μας προς μια τέτοια κατεύθυνση παρέχοντάς τους ευκαιρίες να στοχαστούν σε διαφορετικές καταστάσεις τόσο του κοινωνικού, όσο και του φυσικού κόσμου, ίσως και να έχουμε καλύτερα αποτελέσματα.

## ΜΕΡΟΣ 4<sup>ο</sup>: ΓΕΝΙΚΗ ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

### ΓΕΝΙΚΗ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στις τρεις μελέτες που καταγράφονται στο πρώτο μέρος της παρούσας διατριβής διερευνήθηκε το πώς τα μικρά παιδιά κατανοούν έννοιες του φυσικού κόσμου όταν η διαισθητική τους εμπειρία έρχεται σε αντίθεση με τις αποδεκτές επιστημονικές εξηγήσεις των φυσικών φαινομένων.

Τα ευρήματα των τριών αυτών μελετών έδειξαν ότι τα παιδιά δυσκολεύονται να κατανοήσουν ότι τα φυσικά φαινόμενα μπορεί κάποιες φορές να εξηγηθούν με διαφορετικούς, αντιφατικούς με τη διαισθητική τους εμπειρία τρόπους και ότι η εμφάνιση μπορεί έτσι να μας ξεγελάσει. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ανάπτυξη μιας τέτοιας επιστημολογικής οπτικής όπου μπορεί κανείς να στοχάζεται πάνω σε πολλαπλές αναπαραστάσεις μιας ίδιας κατάστασης ή ενός ίδιου φαινομένου απαιτεί σημαντικές μεταγνωσιακές κατακτήσεις. Η ανάπτυξη αυτής της ικανότητας φαίνεται επίσης να παρουσιάζει μια αναπτυξιακή πορεία, όπου τα παιδιά σταδιακά 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 αποκτούν τη γνωστική ευελιξία να κινούνται ανάμεσα στις δυο αναπαραστάσεις και να εξηγούν τη μετάβαση από την μία αναπαράσταση στην άλλη (π.χ. «*Τα πολύ μεγάλα σφαιρικά αντικείμενα μπορεί να φαίνονται επίπεδα σε κάποιον που είναι πάνω σε αυτά*»).

Προκειμένου να κατανοήσουν τα παιδιά τις διαφορές ανάμεσα σε μια φαινομενική και σε μια επιστημονική αναπαράσταση πρέπει πρώτα να κατανοήσουν ότι ένα ερέθισμα μπορεί να λάβει περισσότερες από μια ερμηνείες. Αυτό αποτελεί ένα δύσκολο πρόβλημα για τα παιδιά μια και πρέπει όχι μόνο να μπορούν να σχηματίζουν πολλαπλές αναπαραστάσεις για ένα φαινόμενο, αλλά και να μπορούν ρητά και συνειδητά να χρησιμοποιούν αυτές τις αναπαραστάσεις.

Η δυσκολία των παιδιών να σκεφτούν πάνω σε μια διπλή αναπαράσταση ( μια αναπαράσταση του τρόπου που κατανοούν τον κόσμο και μια αναπαράσταση της νέας πληροφορίας που εξετάζουν) τα οδηγεί σε μια μοναδική εμπειρία του κόσμου (Kuhn, 2006). Σε αυτό το «απόλυτο» επίπεδο επιστημικής σκέψης υπάρχει μόνο μια αναπαράσταση του κόσμου και η γνώση αποτελεί μόνο μια συσσώρευση γεγονότων (Kuhn & Dean, 2004).

Τα ευρήματα των τριών αυτών μελετών φαίνεται να υποστηρίζονται και από τα ευρήματα της Karmiloff-Smith (1979, 1992) στο χώρο της γλωσσικής ανάπτυξης και

μεταγλωσσικής ανάπτυξης. Η Karmiloff-Smith (1979, 1992) διερεύνησε πώς τα παιδιά κατανοούν ότι κάποιες λέξεις μπορεί να έχουν πολλαπλές σημασίες. Για παράδειγμα, στη γαλλική γλώσσα, το αόριστο άρθρο (un/une) λειτουργεί διπλά, είτε ως αόριστη αναφορά, είτε ως αριθμητικό. Τα ευρήματα των μελετών της έδειξαν ότι τα μικρότερα παιδιά (3-5 ετών) φαίνεται να σχηματίζουν δυο ανεξάρτητες αναπαραστάσεις της ίδιας λέξης όπου καθεμία συσχετίζεται και με ένα συγκεκριμένο λειτουργικό πλαίσιο. Οι αναπαραστάσεις αυτές είναι αποθηκευμένες ανεξάρτητα κάτι που βοηθά τα παιδιά αυτής της ηλικίας να μην κάνουν σφάλματα και να παράγουν απλές λειτουργίες του οριστικού και του αόριστου άρθρου. Αργότερα όμως, στην ηλικία των 5-6 ετών, οι αναπαραστάσεις των παιδιών αλλάζουν και καταγράφουν πια ρητά τη σχέση ανάμεσα στις δυο αυτές ταυτόσημες μορφές, δηλαδή ότι η ίδια λέξη «un» σχετίζεται με τη λειτουργία της αόριστης αναφοράς και με τη λειτουργία της αριθμητικής αναφοράς. Τα παιδιά όμως δυσκολεύονται να κατανοήσουν πότε η ίδια λέξη χρησιμοποιείται ως αριθμητικό και πότε ως αόριστο αναφορικό. Μόνο αργότερα, στην ηλικία των 6-7 ετών, μπορούν τα παιδιά συνειδητά να στοχάζονται πάνω σε αυτές τις δυο αναπαραστάσεις και να αναφέρονται ρητά στη σχέση ανάμεσά τους.

Σύμφωνα με το μοντέλο της Karmiloff-Smith (1991) για να κατανοήσει το παιδί τις εναλλακτικές ερμηνείες ενός φαινομένου (όπως π.χ. στην περίπτωση της λέξης un/une) πρέπει να περάσει από μια διαδικασία «αναπαραστασιακής αναπεριγραφής». Μέσα από μια τέτοια διαδικασία οι αρχικές αναπαραστάσεις του αναθεωρούνται και η υπονοούμενη πληροφορία στο νου γίνεται ρητή γνώση που μπορεί να αξιολογηθεί και ως εκ τούτου να αναθεωρηθεί. Έτσι το παιδί μέσα από αυτή τη συνεχή εσωτερική διαδικασία αρχίζει να παράγει πολλαπλές αναπαραστάσεις μιας ίδιας κατάστασης ή ενός ίδιου φαινομένου σε διαφορετικά επίπεδα σαφήνειας και λεπτομέρειας. Στην αντίθετη περίπτωση τα παιδιά μάλλον δεν θα καταφέρουν να ερμηνεύσουν μια ίδια κατάσταση μέσα από διαφορετικές, πολλαπλές αναπαραστάσεις και δεν θα μπορούν να εισάγουν αλλαγές στις περιγραφές του κόσμου που καθοδηγούνται από τα εμπειρικά δεδομένα.

Στην περίπτωση της μάθησης στις φυσικές επιστήμες που μελετήθηκε στην παρούσα διατριβή τα παιδιά αντιμετωπίζουν ένα λίγο διαφορετικό πρόβλημα σε σχέση με τη γλωσσική ανάπτυξη. Στις τρεις μελέτες που παρουσιάστηκαν δεν έχουμε μια μορφή-αναπαράσταση (π.χ. λέξη) που λαμβάνει δυο συγκεκριμένες λειτουργίες, αλλά δυο αναπαραστάσεις που μπορεί να αναφέρονται σε μια ίδια κατάσταση στον κόσμο. Κοινό στοιχείο και στις δυο περιπτώσεις βέβαια αποτελεί το γεγονός ότι η μια προς μια αντιστοιχία ανάμεσα σε μια αναπαράσταση και στην κατάσταση στην οποία

αναφέρεται διαταράσσεται. Επίσης και στην περίπτωση των δικών μας μελετών τα παιδιά πρέπει να στοχαστούν πάνω σε διπλές αναπαραστάσεις κάποιας μορφής και να κατανοήσουν ότι μπορούμε να έχουμε διαφορετικές πεποιθήσεις για τον κόσμο, οι οποίες μπορεί να φανούν «λανθασμένες» με βάση ορισμένα κριτήρια και να αναθεωρηθούν, ενώ ο κόσμος μας να παραμένει σταθερός (Mitchell & Lacohee 1991, Perner 1991).

Τα αποτελέσματα των μελετών αυτών οδήγησαν τον προβληματισμό μας ένα βήμα παραπέρα και το βασικό ερώτημα που διερευνήθηκε στο δεύτερο μέρος της διατριβής ήταν το πώς η ικανότητα να αναγνωρίζει κανείς αμφισημίες στο φυσικό κόσμο, μια ικανότητα απαραίτητη για τη μάθηση στις φυσικές επιστήμες, σχετίζεται με την ανάπτυξη της Θεωρίας του Νου και με τις πεποιθήσεις των παιδιών για τη φύση της γνώσης και τη διαδικασία του γινώσκειν, την Προσωπική τους δηλαδή Επιστημολογία.

Τα ευρήματα από τις τρεις μελέτες που παρουσιάστηκαν στο δεύτερο μέρος της διατριβής έδειξαν να υποστηρίζουν την υπόθεσή μας ότι η Θεωρία του Νου, η Προσωπική Επιστημολογία και η Θεωρία του Φυσικού Κόσμου σχετίζονται σημαντικά μεταξύ τους και χαρακτηρίζονται από μια κοινή γνωστική-επιστημολογική δομή που αναφέρεται στην ερμηνεία και αναθεώρηση της γνώσης. Επιπλέον, τα αποτελέσματα τείνουν να υποστηρίζουν και τη δεύτερη υπόθεση της ύπαρξης ενός αναπτυξιακού μονοπατιού με κατεύθυνση Θεωρία του Νου → Προσωπική Επιστημολογία → Θεωρία του Φυσικού Κόσμου.

Η αναπτυσσόμενη ικανότητα Θεωρίας του Νου των παιδιών φάνηκε να σχετίζεται σημαντικά με την Προσωπική Επιστημολογία που αυτά διαμορφώνουν. Η αρχική κατανόηση που συντελείται στον κοινωνικό κόσμο ότι τα άτομα μπορεί να έχουν διαφορετικές πεποιθήσεις και ότι οι πεποιθήσεις μας για τον κόσμο δεν είναι απλές αντιγραφές της πραγματικότητας αλλά κατασκευάζονται από τον ανθρώπινο νου αποτελεί μια πρώτη μεταγνωσιακή κατάκτηση προς την κατανόηση του τι είναι γνώση. Μάλιστα, οι αναλύσεις παλινδρόμησης που πραγματοποιήθηκαν δείχνουν ότι η Θεωρία του Νου αποτελεί σημαντικό προβλεπτικό παράγοντα για τις επιστημικές πεποιθήσεις που αναπτύσσουν τα παιδιά.

Τα ευρήματα μας είναι σε συμφωνία με τα θεωρητικά επιχειρήματα διαφόρων ερευνητών για τη σχέση Θεωρίας του Νου και Προσωπικής Επιστημολογίας (Chandler, Hallett & Sokol, 2002; Kuhn et al., 2000 ; Montgomery, 1992; Wellman, 1990), οι οποίοι υποστηρίζουν ότι οι απαρχές της επιστημικής σκέψης βρίσκονται στα πρώτα επιτεύγματα των παιδιών στο πεδίο της Θεωρίας του Νου. Είναι πιθανό λοιπόν μια αρχική θεωρία για τη φύση της γνώσης να αναπτύσσεται μέσα στο υπάρχον πλαίσιο

μιας γενικότερης Θεωρίας για το Νου, όπως υποστηρίζουν και οι Smith et al. (2000). Σύμφωνα με το θεωρητικό μας μοντέλο αυτή η σχέση ανάμεσα στη Θεωρία του Νου και στην Προσωπική Επιστημολογία είναι περισσότερο μιας αμφίδρομης μορφής μια και η Θεωρία του Νου συνεχίζει να αναπτύσσεται κατά τη σχολική ηλικία και περαιτέρω κατακτήσεις σε κάθε πεδίο συμβάλλουν σε νέες κατακτήσεις για το άλλο πεδίο έχοντας ως κοινό στόχο την κατανόηση του αβέβαιου χαρακτήρα της γνώσης.

Τα αποτελέσματα των μελετών έδειξαν επίσης ότι η ικανότητα Θεωρίας του Νου και οι επιστημικές πεποιθήσεις των παιδιών σχετίζονται με την επιστημονική τους σκέψη και ειδικότερα με την ικανότητά τους να σκέφτονται για εναλλακτικές ερμηνείες της πραγματικότητας στον φυσικό κόσμο. Οι αναλύσεις παλινδρόμησης έδειξαν ότι η Θεωρία του Νου και η Προσωπική Επιστημολογία αποτελούν σημαντικούς προβλεπτικούς παράγοντες για την ικανότητα των παιδιών να στοχάζονται σε φαινόμενα του φυσικού κόσμου.

Τα ευρήματα των ερευνών αυτών τείνουν να υποστηρίζουν την υπόθεση ότι όταν το παιδί αρχίζει να κατανοεί ότι η γνώση κατασκευάζεται από το άτομο και κατά συνέπεια υπόκειται σε μια συνεχή αναδιοργάνωση μπορεί πιο εύκολα να κατανοήσει και φαινόμενα του φυσικού κόσμου, σε περιπτώσεις όπου έρχεται αντιμέτωπο με αντιφάσεις ανάμεσα στις επιστημονικές εξηγήσεις και τη διαισθητική του εμπειρία.

Μάλιστα η αναπτυξιακή έρευνα που παρουσιάστηκε έδειξε ότι η σχέση αυτή φαίνεται να γίνεται πιο ισχυρή με την πάροδο της ηλικίας. Η κατανόηση ότι οι πεποιθήσεις μας δεν αποτελούν απλές αντιγραφές του κόσμου μας φάνηκε ότι βελτιώνεται αναπτυξιακά και αρχίζει να σχετίζεται περισσότερο με την ικανότητα των παιδιών να κατανοούν τα πολλαπλά επίπεδα ερμηνείας του κόσμου.

Οι έρευνες που παρουσιάστηκαν στο δεύτερο μέρος της διατριβής αυτής μας βοήθησαν επίσης να σκιαγραφήσουμε το προφίλ των μαθητών του δημοτικού. Αρχικά φαίνεται να προηγείται μια ανάπτυξη στο πεδίο της Θεωρίας του Νου, όπου οι περισσότεροι μαθητές επιτυγχάνουν σε έργα αναγνώρισης λανθασμένης πεποίθησης 2<sup>ης</sup> τάξης. Σημαντική κατάκτηση αποτελεί η αναγνώριση και αποδοχή από τα παιδιά των διαφορετικών πεποιθήσεων που μπορεί να έχει καθένας μας. Τα παιδιά έχουν αρχίσει να κατανοούν πια ότι καθένας μας έχει πεποιθήσεις για καταστάσεις στον κόσμο, οι οποίες μπορεί να είναι και λανθασμένες με βάση την τρέχουσα κατάσταση του κόσμου. Εντούτοις, οι έρευνές μας δείχνουν ότι η ικανότητα Θεωρίας του Νου δεν έχει αναπτυχθεί πλήρως και συνεχίζει να αναπτύσσεται και κατά τη σχολική ηλικία. Τα παιδιά αυτής της ηλικίας έχουν δυσκολία να σκεφτούν πάνω σε πεποιθήσεις 3<sup>ης</sup> τάξης όπου εμπλέκονται πολυπλοκότεροι παράγοντες, όπως προθέσεις και συναισθήματα. Η

επίδοση των Ελλήνων μαθητών στις δοκιμασίες Θεωρίας του Νου όπως φάνηκε και από τις τρεις αυτές έρευνες είναι σε συμφωνία με τα αναπτυξιακά δεδομένα όπως προκύπτουν από αντίστοιχες έρευνες όπου έχουν χρησιμοποιηθεί ακριβώς οι ίδιες δοκιμασίες με τη δική μας έρευνα (Happe, 1994. Muris et al., 1999. Wellman & Hickling, 1994. Wellman & Liu, 2004).

Τα αποτελέσματα έδειξαν επίσης ότι το επιστημικό προφίλ των μαθητών συνάδει κυρίως με ένα πιο πλουραλιστικό τρόπο σκέψης, όπου τα παιδιά έχουν αρχίσει στις περισσότερες περιπτώσεις να αποδέχονται την ύπαρξη πολλαπλών απόψεων, αλλά δυσκολεύονται όμως να θέσουν πιο αξιολογικά κριτήρια όταν πρέπει να αξιολογήσουν έναν ισχυρισμό. Αν και έχει αρχίσει η μετάβαση προς μια πλουραλιστική θεώρηση του κόσμου μας, εντούτοις οι επιστημικές ιδέες των μαθητών φάνηκαν να είναι σε συμφωνία με μια επιστημολογία όπου η γνώση θεωρείται ακόμη αληθής και βέβαιη. Τα αποτελέσματα μας δεν διαφέρουν από τα αποτελέσματα παρόμοιων ερευνών σε μαθητές ίδιας ηλικίας όπου φαίνεται το αρχικό επιστημικό επίπεδο των παιδιών (Carey & Smith, 1993. Smith, Maclin, Houghton & Hennessey, 2000).

Η «μοναδική» αυτή θεώρηση των πραγμάτων εμποδίζει τα παιδιά να στοχαστούν πάνω σε πολλαπλές ερμηνείες των φαινομένων και να κατανοήσουν ότι οι ισχυρισμοί μας για τον κόσμο μπορεί να μην βασίζονται σε όσα παρατηρούμε άρα είναι δυνατό να ελεγχθούν, να διαψευστούν και να αναθεωρηθούν. Σε αντίθεση, οι μαθητές που είχαν αρχίσει να κατανοούν καλύτερα την αβέβαιη φύση της γνώσης στο κοινωνικό πεδίο (είχαν δηλαδή μια πιο αναπτυγμένη Θεωρία του Νου) και παρουσίαζαν πιο εκλεπτυσμένες επιστημικές πεποιθήσεις (αν και πιο αρχικού επιπέδου ακόμη) είχαν αρχίσει να διακρίνουν ανάμεσα στην πραγματικότητα και την εμφάνιση και σε αρκετές περιπτώσεις μπορούσαν να εκφράσουν πιο ρητά την κατανόηση αυτή.

Με βάση τα ευρήματά μας θεωρούμε ότι είναι πιθανό ένα κοινό σημείο και στα τρία υπό εξέταση πεδία να αποτελεί η ανάπτυξη μιας μετα-αναπαραστασιακής ικανότητας. Η ικανότητα αυτή θεωρούμε ότι αναφέρεται στην ικανότητα των παιδιών να προχωρούν από τις αρχικές τους αναπαραστάσεις, που βασίζονται στην παρατήρηση του κόσμου, σε δευτερογενείς αναπαραστάσεις, όπου μπορεί να υπάρξουν πολλαπλά μοντέλα του κόσμου μας και μετέπειτα σε μετα-αναπαραστάσεις που βοηθούν τα παιδιά να κατανοήσουν περιπτώσεις διάκρισης εμφάνισης-πραγματικότητας. Αυτή η διαδικασία φαίνεται να απαιτεί μεταγνωσιακές διαδικασίες που καθιστούν το άτομο ικανό να χειριστεί τη γνώση του και τις αναπαραστάσεις του για τον κόσμο και θα μπορούσε να παρομοιαστεί με τη διαδοχή των αναπαραστασιακών επιπέδων που προτείνει ο Piaget (1952). Περαιτέρω, αυτή η μετάβαση από αρχικές σε πιο

επεξεργασμένες αναπαραστάσεις είναι πιθανό να σχετίζεται και με τη διαδικασία «αναπαραστασιακής αναπεριγραφής» που υποστηρίζεται από την Karmiloff-Smith (1992) και στην οποία αναφερθήκαμε προηγουμένως. Καθώς τα παιδιά αναθεωρούν τις αρχικές τους αναπαραστάσεις και αρχίζουν ρητά να στοχάζονται πάνω σε αυτές, αρχίζουν να κατανοούν τις διαφορετικές ερμηνείες του κόσμου μας και να αναγνωρίζουν ότι η γνώση δεν είναι βέβαιη και υπόκειται σε μια διαδικασία διαρκούς αναθεώρησης.

Τα αποτελέσματα των ερευνών αποκαλύπτουν αρκετά στοιχεία για τον τρόπο που τα παιδιά αντιμετωπίζουν τη γνώση και σκέφτονται για αυτήν. Με βάση τα παραπάνω θα μπορούσαμε να εντάξουμε στο προτεινόμενο θεωρητικό μας μοντέλο την έννοια της επιστημικής μεταγνώσης, της γνώσης μας δηλαδή για τη γνώση, της κατανόησης της φύσης της γνώσης και των κριτηρίων που πρέπει να ισχύουν για να χαρακτηριστούν οι πεποιθήσεις μας γνώση (Hofer, 2004. Kitchener, 1983. Kuhn, 1999, Richter & Schmid, 2009).

Υποστηρίζουμε ότι είναι πιθανό η επιστημική μεταγνώση να αποτελεί επίσης ένα κοινό στοιχείο και στα τρία πεδία που φαίνεται να εμφανίζεται μετά την ανάπτυξη της Θεωρίας του Νου (δες Burr & Hofer, 2002) και μπορεί να συνεχίζει να αναπτύσσεται κατά τη διάρκεια των σχολικών χρόνων. Τα ευρήματα των ερευνών δείχνουν να υποστηρίζουν την υπόθεση ότι η επιστημική μεταγνώση θα μπορούσε να είναι μια διαδικασία γενικού πεδίου, αλλά ταυτόχρονα να αναπτύσσεται παράλληλα μέσα σε κάθε πεδίο ίσως σε διαφορετικό χρόνο. Έτσι μπορεί τα παιδιά αυτής της ηλικίας να επιδεικνύουν μια πιο εκλεπτυσμένη μορφή επιστημικής μεταγνώσης στο πεδίο της Θεωρίας του Νου (η οποία όμως να γίνεται πιο εκλεπτυσμένη καθώς η Θεωρία του Νου συνεχίζει να αναπτύσσεται), αλλά ένα πιο αρχικό επίπεδο επιστημικής μεταγνώσης στο πεδίο της Θεωρίας τους για το Φυσικό Κόσμο, όπου πρέπει να επιλύσουν και οντολογικά και επιστημολογικά προβλήματα. Έτσι το ίδιο άτομο είναι πιθανό να σκέφτεται διαφορετικά για παράδειγμα για της πηγές της γνώσης του σε ένα πλαίσιο που αναφέρεται στον κοινωνικό κόσμο, όπως είναι το πεδίο της Θεωρίας του Νου, σε σχέση με ένα πλαίσιο που αναφέρεται στον φυσικό κόσμο (Hofer, 2000).

Περαιτέρω, ως μια γενικού πεδίου διαδικασία, η ανάπτυξη πιο εκλεπτυσμένης επιστημικής μεταγνώσης σε κάποια πεδία μπορεί να διευκολύνει αλλαγές και σε άλλα πεδία. Καθώς τα παιδιά αρχίζουν να κατανοούν ότι η γνώση κατασκευάζεται και η πραγματικότητα δεν γίνεται πάντα άμεσα γνωστή (γενικού πεδίου ανάπτυξη) είναι πιο εύκολο να αρχίσουν π.χ. να διακρίνουν ανάμεσα στην επιστημονικά αποδεκτή γνώση

και στη γνώση που πηγάζει από τη διαισθητική μας εμπειρία (εξειδικευμένη ανάπτυξη ανά πεδίο, π.χ. στο πεδίο της Θεωρίας του Φυσικού Κόσμου).

Τα ευρήματα των ερευνών που παρουσιάστηκαν μέχρι τώρα αποτέλεσαν και τη βάση της έβδομης έρευνας που περιγράφεται στο τρίτο μέρος της διατριβής αυτής. Τα αποτελέσματα της σύντομης διδακτικής μας παρέμβασης φάνηκαν να υποστηρίζουν την υπόθεση ότι α) εάν ενισχύσουμε την ικανότητα Θεωρίας του Νου των παιδιών μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε αυτή τη γνώση προκειμένου να αναπτύξουμε περισσότερο την επιστημολογική τους κατανόηση αναφορικά με την αβέβαιη φύση της γνώσης και β) μια πιο εκλεπτυσμένη Προσωπική Επιστημολογία, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να βοηθήσει τα παιδιά να αναγνωρίσουν ότι μπορεί να υπάρχουν περισσότερες από μια αναπαραστάσεις για μια ίδια κατάσταση στον κόσμο.

Μετά την παρέμβαση ένα μεγάλο ποσοστό των μαθητών της πειραματικής ομάδας άρχισε να αναγνωρίζει και να αναφέρεται ρητά σε περιπτώσεις Θεωρίας του Νου 3<sup>ης</sup> τάξης, να αναγνωρίζει την ύπαρξη πολλαπλών απόψεων και να εισάγει έννοιες όπως εξήγηση και έλεγχος υποθέσεων καθώς και να κατασκευάζει εξωτερικές αναπαραστάσεις διαφόρων φυσικών φαινομένων που απεικόνιζαν την πραγματικότητα και την εμφάνιση. Η παρέμβαση αν και ήταν σύντομης διάρκειας βοήθησε τους μαθητές της πειραματικής ομάδας να αρχίζουν να λαμβάνουν υπόψη τους διαφορετικές οπτικές. Έτσι τους οδήγησε να στοχαστούν πάνω στον αβέβαιο χαρακτήρα της γνώσης, να αρχίσουν να αναθεωρούν την πίστη τους στην απόλυτη αλήθεια και να σκεφτούν ότι η γνώση κατασκευάζεται από εμάς και διαφορετικά κριτήρια κάνουν τον ένα ισχυρισμό πιο «αληθή» από κάποιον άλλο. Τα ευρήματά μας συμφωνούν και με τα αποτελέσματα από την εφαρμογή άλλων εκπαιδευτικών παρεμβάσεων όπου έχει καταδειχτεί η σπουδαιότητα της επιστημικής κατανόησης στην εννοιολογική αλλαγή (Chinn & Malhotra, 2001, 2002; Duschl, Schweingruber & Shouse, 2007; Passmore, Stewart, & Cartier, 2009; Raghaven, Sartoris & Glaser, 1998; Stewart, Cartier & Passmore, 2005).

Εντούτοις θεωρούμε ότι το εκπαιδευτικό πρόγραμμα που παρουσιάστηκε διαφέρει από τις παραπάνω εκπαιδευτικές προσεγγίσεις και η καινοτομία του έγκειται στο ότι εισάγει τη Θεωρία του Νου ως ένα μονοπάτι προς την κατανόηση της αβέβαιης φύσης της γνώσης. Στην παρέμβασή μας οι αρχικές επιστημικές δεσμεύσεις των παιδιών στον κοινωνικό χώρο χρησιμοποιήθηκαν για να τα βοηθήσουμε να αποκτήσουν μια αρχική επίγνωση των εναλλακτικών ισχυρισμών που μπορεί να υπάρξουν σε πιο καθημερινές καταστάσεις και να για να χτίσουμε μια πιο εκλεπτυσμένη Προσωπική Επιστημολογία.



Παρά τα θετικά αποτελέσματα της έρευνας αυτής, πιο συστηματικές προσπάθειες απαιτούνται προκειμένου να έχουμε πιο μακροπρόθεσμα και ουσιαστικά αποτελέσματα. Η δυσκολία των μαθητών να σκέφτονται πάνω σε διαφορετικές οπτικές του κόσμου μας είναι μεγάλη και μάλλον φαίνεται ότι τα μικρά παιδιά δεν μπορούν να χρησιμοποιούν αυθόρμητα και συστηματικά πολλαπλές αναπαραστάσεις, αλλά πρέπει ως εκπαιδευτικοί να τα ενθαρρύνουμε προς αυτή την κατεύθυνση.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι μελέτες που καταγράφονται στο πρώτο μέρος της παρούσας διατριβής δείχνουν ότι τα μικρά παιδιά δυσκολεύονται να κατανοήσουν ότι υπάρχουν πολλαπλές αναπαραστάσεις των φαινομένων του φυσικού κόσμου. Σε αυτό το επιστημολογικό επίπεδο «απόλυτης σκέψης» φαίνεται να υπάρχει μόνο μια αναπαράσταση και η γνώση δεν είναι τίποτα περισσότερο από μια απλή συγκέντρωση στοιχείων (Kuhn & Dean 2004). Τα αποτελέσματα των τριών πρώτων μελετών δείχνουν ότι τα παιδιά του δημοτικού δεν μπορούν να σχηματίσουν πολλαπλές και ευέλικτες αναπαραστάσεις μιας ίδιας κατάστασης στον κόσμο και δυσκολεύονται να κατανοήσουν ότι οι αναπαραστάσεις τους μπορεί να διαφέρουν σημαντικά από την πληροφορία που βασίζεται στην διαισθητική τους εμπειρία.

Φαίνεται λοιπόν ότι τα παιδιά του δημοτικού σχολείου δεν έχουν μεταγνωσιακή επίγνωση της διάκρισης ανάμεσα στη διαισθητική τους εμπειρία και την επιστημονική γνώση και τους πώς αλλάζουν οι αρχικές τους ιδέες καθώς εκτίθενται στις επιστημονικές εξηγήσεις των φυσικών φαινομένων στο σχολείο. Μάλιστα τα ευρήματα από τις μελέτες αυτές δείχνουν ότι αυτού του είδους η επιστημική κατανόηση εμφανίζεται αναπτυξιακά αργότερα από τη λύση του οντολογικού προβλήματος και απαιτεί την ικανότητα να κατανοεί κανείς ότι η γνώση για τον κόσμο μπορεί να αναπαρασταθεί με διαφορετικούς τρόπους.

Τα ευρήματα από τις μελέτες που εμφανίζονται στο δεύτερο μέρος της διατριβής υποδεικνύουν ότι οι απαρχές αυτής της επιστημικής ικανότητας είναι πιθανό να εντοπίζονται στη θεωρία των παιδιών για το νου και να συνδέονται περαιτέρω με την επιστημολογική ανάπτυξη των παιδιών. Επιπλέον, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι αυτή η επιστημική κατανόηση συνεισφέρει σημαντικά στη μάθηση της επιστήμης σε περιπτώσεις όπου τα παιδιά πρέπει να σκεφτούν και να στοχαστούν πάνω διαφορετικές αναπαραστάσεις του φυσικού κόσμου γιατί μια κοινή υποκείμενη γνωστική-επιστημολογική δομή είναι πιθανό να χαρακτηρίζει και τα τρία πεδία σκέψης.

Τα αποτελέσματα αυτών των μελετών υποδηλώνουν επίσης της ύπαρξη ενός αναπτυξιακού μονοπατιού με την κατεύθυνση Θεωρία του Νου → Προσωπική Επιστημολογία → επιστημονική κατανόηση. Συγκεκριμένα, οι πεποιθήσεις των παιδιών για το νοητικό κόσμο (Θεωρία του Νου) και τη φύση της γνώσης και τη διαδικασία του γινώσκειν (Προσωπική Επιστημολογία) φάνηκαν να αποτελούν προβλεπτικούς παράγοντες για την ικανότητά τους να αναγνωρίζουν και να συλλογίζονται για διαφορετικές ερμηνείες του κόσμου. Η αρχική αναγνώριση ότι η γνώση κατασκευάζεται από το υποκείμενο και δεν προσδιορίζεται από την εξωτερική

πραγματικότητα που πραγματοποιείται στο πεδίο του κοινωνικού κόσμου φάνηκε να σχετίζεται σημαντικά με την κατανόηση και την ερμηνεία πολλαπλών και συχνά αντικρουόμενων συλλήψεων της πραγματικότητας. Μάλιστα, η σχέση ανάμεσα στη Θεωρία του Νου που αναπτύσσουν τα παιδιά και στην μάθηση στις φυσικές επιστήμες φαίνεται να εξελίσσεται αναπτυξιακά.

Τέλος, η μελέτη παρέμβασης έδειξε ότι μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τη Θεωρία του Νου ως μέσο προώθησης της μάθησης στην επιστήμη. Η παρέμβαση που σχεδιάστηκε έδειξε ότι ένα τέτοιο πρόγραμμα μπορεί να ενθαρρύνει τους μαθητές να λάβουν υπόψη τους διαφορετικές οπτικές μιας ίδιας κατάστασης, να αναθεωρήσουν τις απόψεις τους για τη βεβαιότητα της γνώσης και να κατανοήσουν ότι η γνώση αποτελεί ένα προσωπικό κατασκεύασμα.

Η παρούσα διατριβή συμβάλλει σημαντικά στη βιβλιογραφία γιατί αρχικά αναδεικνύει το επιστημολογικό πρόβλημα της κατανόησης των πολλαπλών ερμηνειών του κόσμου μας. Τα ευρήματά μας δείχνουν ότι η απουσία τέτοιας επιστημικής κατανόησης οδηγεί τους μαθητές σε πολλαπλές παρανοήσεις και ενισχύει εγωκεντρικές ερμηνείες και μονοδιάστατες οπτικές του κόσμου μας. Η προσπάθεια να εντοπιστούν τα πρώτα βήματα προς αυτήν την επιστημική κατανόηση στην θεωρία των παιδιών για το νοητικό κόσμο και στην προσωπική τους επιστημολογία είναι πολύ σημαντική γιατί αποτελεί την πρώτη ερευνητική προσπάθεια να διερευνηθούν οι σχέσεις ανάμεσα στα τρία πεδία σκέψης. Τέλος, η συνεισφορά της διατριβής αυτής είναι σημαντική και για την ίδια την εκπαιδευτική διαδικασία μια και με βάση ένα συγκεκριμένο θεωρητικό πλαίσιο προτείνει ένα ευέλικτο πρόγραμμα διευκόλυνσης των μαθητών στην αναγνώριση των πολλαπλών οπτικών και ερμηνειών των φαινομένων του κόσμου μας.

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Acher, A., Arcà, M., & Sanmartí, N. (2007). Modeling as a teaching learning process for understanding materials: A case study in primary education. *Science Education, 91*(3), 398-418.
- Alexander, P. A. & Sinatra, G. M. (2007). First steps: Scholars' promising movements into a nascent field of inquiry. In S. Vosniadou, A. Baltas & X. Vamvakoussi (Eds.) *Reframing the conceptual change approach in learning and instruction*. Oxford: Elsevier.
- Appleton, M. & Reddy, V. (1996). Teaching Three Year-Olds to Pass False Belief Tests: A Conversational Approach. *Social Development, 5*(3), 275-291.
- Astington, J. W., & Pelletier, J. (1998). The language of mind: Its role in teaching and learning. In D. R. Olson & N. Torrance (Eds.), *The handbook of education and human development* (pp. 593–619). Oxford, UK: Blackwell.
- Astington, J. W., Harris, P. L., & Olson, D. R. (1988). *Developing Theories of Mind*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Astington, J. W., Pelletier, J., & Homer, B. (2002). Theory of mind and epistemological development: the relation between children's second-order false-belief understanding and their ability to reason about evidence. *New Ideas in Psychology, 20*, 131–144.
- Baillargeon, R. (1987). Object permanence in 3.5 and 4.5-month-old infants. *Developmental Psychology, 23*, 655-644.
- Baillargeon, R. (1990). The development of young infant's intuition about support. *Paper presented at the 7th International Conference of Infant Studies*, Montreal, Canada.
- Baillargeon, R., Scott, R. M., & He, Z. (2010). False-belief understanding in infants. *Trends in cognitive sciences, 14*(3), 110.
- Banerjee, R., Yuill, N., Larson, C., Easton, K., Robinson, E., & Rowley, M. (2007). Children's differentiation between beliefs about matters of fact and matters of opinion. *Developmental Psychology, 43*(5), 1084.
- Baron-Cohen, S. (1995). *Mindblindness: An essay on autism and theory of mind*. Cambridge, MA:MIT Press.
- Bartsch, K., & Wellman, H. M. (1995). *Children talk about the mind*. Oxford University Press.
- Belenky, M. F., Clinchy, B. M., Goldberger, N. R., & Tarule, J. M. (1986). *Women's way of knowing*. New York: Basic Books.

- Bendixen, L. D. (2002). A process model of epistemic belief change. In B. K. Hofer and P. R. Pintrich (Eds) *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing*. Mahwah, NJ: Erlbaum.: 261–275.
- Brewer, W. F., & Samarapungavan, A. (1991). Children's theories vs. scientific theories: Differences in reasoning or differences in knowledge? In R. R. Hoffman & D. S. Palermo (Eds.) *Cognition and symbolic processes: Applied and ecological perspectives* (pp. 209–232). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Bromme, R., Pieschl, S., & Stahl, E. (2010). Epistemological beliefs are standards for adaptive learning: a functional theory about epistemological beliefs and metacognition. *Metacognition and learning*, 5(1), 7-26.
- Bruell, M. J., & Woolley, J. D. (1998). Young children's understanding of diversity in pretense. *Cognitive Development*, 13(3), 257-277.
- Buehl, M. M., & Alexander, P. A. (2001). Beliefs about academic knowledge. *Educational Psychology Review*, 13(4), 385-418.
- Buehl, M. M., & Alexander, P. A. (2006). Examining the dual nature of epistemological beliefs. *International Journal of Educational Research*, 45(1), 28-42.
- Buehl, M. M., Alexander, P. A., & Murphy, P. K. (2002). Beliefs about schooled knowledge: Domain specific or domain general?. *Contemporary Educational Psychology*, 27(3), 415-449.
- Burr, J. E. & Hofer, B. K. (2002). Personal epistemology and theory of mind: deciphering young children's beliefs about knowledge and knowing. *New Ideas in Psychology*, 20, 199-224.
- Carey, S. & Smith, C. (1993). On understanding the nature of scientific knowledge. *Educational Psychologist*, 28, 235-251.
- Carey, S. & Spelke, E. (1996). Science and Core Knowledge. *Philosophy of Science*, Vol. 63(4), pp. 515-533.
- 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.
- Carey, S., Evans, R., Honda, M., Jay, E., & Unger, C. (1989). “An experiment is when you try it and see if it works”: A study of grade 7 students' understanding of the construction of scientific knowledge. *International Journal of Science Education*, 11, 514–529.

- Carlson, S. M., Koenig, M. A., & Harms, M. B. (2013). Theory of mind. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 4 (4), 391-402
- Carpendale, J., & Chandler, M. (1996). On the distinction between false belief understanding and subscribing to an interpretive theory of mind. *Child Development* 67, 1686 - 1706.
- Chandler, M. J., & Carpendale, J. I. (1998). Inching toward a mature theory of mind. In M.D. Ferrari & R.J. Sternberg (Eds) (1998). *Self-awareness: Its nature and development*. (pp.148-186). Guilford press.
- Chandler, M. J., & Sokol, B. W. (1999). Representation once removed: Children's developing conceptions of representational life. In I. E. Sigel (Ed) *Development of mental representation: Theories and applications*, Mahway, NJ: Lawrence ErlbaumAssociates.: 201–230.
- Chandler, M., Hallett, D., & Sokol, B. (2002). Competing claims about competing knowledge claims. In B. K. Hofer & P. R. Pintrich (Eds), *Personal Epistemology: the psychology of beliefs about knowledge and knowing* (p.p.145-168), Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Chen, X., Rubin, K. H., & Li, D. (1997). Relation between academic achievement and social adjustment: Evidence from Chinese children. *Developmental psychology*, 33(3), 518.
- Chinn, C. A., & Buckland, L. A. (2012). Model-based instruction: Fostering change in evolutionary conceptions and in epistemic practices. *Evolution challenges: Integrating research and practice in teaching and learning about evolution*, 211-232.
- Chinn, C. A., & Malhotra, B. A. (2001). Epistemologically authentic scientific reasoning. In K. Crowley, C. D. Schunn, & T. Okada (Eds.), *Designing for science: Implications from everyday, classroom, and professional settings* (pp. 351-392). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Chinn, C. A., & Malhotra, B. A. (2002). Epistemologically authentic reasoning in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. *Science Education*, 86, 175-218.
- Christou, K. & Vosniadou, S., (2005). How Students Interpret Literal Symbols in Algebra: A Conceptual Change Approach. In B. G. Bara, L. Barsalou, & M. Bucciarelli (Eds.) *Proceedings of the XXVII Annual Conference of the Cognitive Science Society*, pp. 453-458, Stresa, Italy.

- Davis-Unger, A. C., & Carlson, S. M. (2008). Development of teaching skills and relations to theory of mind in preschoolers. *Journal of Cognition and Development, 9*(1), 26-45.
- 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.
- Diakidoy, I. A. N., & Kendeou, P. (2001). Facilitating conceptual change in astronomy: A comparison of the effectiveness of two instructional approaches. *Learning and Instruction, 11*(1), 1-20.
- Doherty, M. J. (2009). *Theory of mind: How children understand others' thoughts and feelings*. Psychology Press.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science education, 84*(3), 287-312.
- Duschl, R. (2000). Making the nature of science explicit. In R. Millar, J. Leech, & J. Osborne (Eds.) *Improving science education: The contribution of research*. Philadelphia: Open University Press.
- Duschl, R. A., & Osborne, J. (2002). Supporting and promoting argumentation discourse in science education. *Studies in Science Education, 38* (1), 39-72.
- Duschl, R. A., Schweingruber, H. A., & Shouse, A. W. (Eds.). (2007). *Taking science to school: Learning and teaching science in grades K-8*. National Academies Press.
- Estes, D., Wellman, H. M., & Woolley, J. D. (1989). Children's understanding of mental phenomena. *Advances in child development and behavior, 22*, 41-87.
- Fagnant, A. & Crahay, M. (2011). Theories of mind and personal epistemology: their interrelation and connection with the concept of metacognition. *European Journal of Psychology of Education, 26*(2), 257-271.
- Felton, M., & Kuhn, D. (2001). The development of argumentative discourse skill. *Discourse processes, 32*(2-3), 135-153.
- Fisher, N., & Happé, F. (2005). A training study of theory of mind and executive function in children with autistic spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 35*(6), 757-771.
- Flavell, J. H. (1999). Cognitive development: Children's knowledge about the mind. *Annual review of psychology, 50*(1), 21-45.
- Flavell, J. H. (2000). Development of children's knowledge about the mental world. *International Journal of Behavioral Development, 24*, 15-23.

- Flavell, J. H. (2004). Theory-of-mind development: Retrospect and prospect. *Merrill-Palmer Quarterly*, 50(3), 274-290.
- Flavell, J. H., Green, F.L., & Flavell, E.R. (1986). Development of Knowledge about the Appearance-Reality Distinction. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 51(1), Serial No.212.
- Flavell, J. H., Green, F.L., & Flavell, E.R. (1998). The mind has a mind of its own: Developing knowledge about mental uncontrollability. *Cognitive Development*, 13, 127-138.
- Flavell, J. H., Miller, P. H., & Miller, S. A. (1985). *Cognitive development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- 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.
- Fodor, J. (1983). *The modularity of mind*, MIT Press.
- Fodor, J. (1992). A theory of the child's theory of mind. *Cognition*, 44,283-296.
- Gallese, V., & Goldman, A. (1998). Mirror neurons and the simulation theory of mind-reading. *Trends in cognitive sciences*, 2(12), 493-501.
- Gelman, S.A., & Wellman, H.M. (1991). Insides and essence: early understandings of the non-obvious. *Cognition*, 38, 213-244.
- Giere, R. N. (2004). How models are used to represent reality. *Philosophy of science*, 71(5), 742-752.
- Gilbert, J. K. (2004). Models and modelling: Routes to more authentic science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2(2), 115-130.
- Goldstein, M., Crowell, A., & Kuhn, D. (2009). What Constitutes Skilled Argumentation and How Does it Develop?. *Informal Logic*, 29(4), 379-395.
- Gopnik, A., & Meltzoff, A. (1997). *Words, thoughts and theories*, MIT Press.
- Gopnik, A., & Wellman, H. M. (1992). Why the child's theory of mind really is a theory. *Mind & Language*, 7(1 - 2), 145-171.
- Gopnik, A., & Wellman, H.M. (1994). The theory theory. In L. A. Hirschfeld and S. A. Gelman (Eds) *Mapping the mind: Domain specificity in cognition and culture*. New York, Cambridge university Press: 257-293.



- Greenberg, M. T., Kusche, C. A., Cook, E. T., & Quamma, J. P. (1995). Promoting emotional competence in school-aged children: The effects of the PATHS curriculum. *Development and psychopathology*, 7, 117-117.
- Greenberg, M.T., Kusche, C.A. & Cook, E.T. (1991). Improving Children's Understanding of Emotions: The Effects of the PATHS Curriculum. *Paper presented at the Biennial Meeting of the Society for Research in Child Development*. Seattle, WA.
- Grosslight, L., Unger, C., Jay, E., & Smith, C. L. (1991). Understanding models and their use in science: Conceptions of middle and high school students and experts. *Journal of Research in Science teaching*, 28(9), 799-822.
- Hammer, D., & Elby, A. (2002). On the form of a personal epistemology. In B. K. Hofer and P. R. Pintrich (Eds) *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing*, Mahwah, NJ: Erlbaum.: 169–190.
- Happé, F. G. E. (1994). An advanced test of theory of mind: Understanding of story characters' thoughts and feelings by able autistic, mentally handicapped, and normal children and adults. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 24(2), 129-154.
- Harris, P. L. (1992). From simulation to folk psychology: the case for development. *Mind and Language*, 7, 120-144.
- Harris, P., & Gross, D. (1988). Children's understanding of real and apparent emotion. In J.W. Astington, Harris, P.L., Olson, D.R. (Eds). *Developing Theories of Mind* (p.p.295-314). Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Harris, P.L. (1994). Thinking by children and scientists: False analogies and neglected similarities. In L.A. Hirschfeld and S. A. Gelman (Eds). *Mapping the mind: domain specificity in cognition and culture*. Cambridge, UK: Cambridge University Press: 294-315.
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011-1026.
- Hayes, B. K., Goodhew, A., Heit, E., & Gillan, J. (2003). The role of diverse instruction in conceptual change. *Journal of Experimental Child Psychology*, 86(4), 253-276.
- Hofer, B. K. & Sinatra, G.M. (2010). Epistemology, metacognition, and self-regulation: musings on an emerging field. *Metacognition Learning*, 5, 113-120.
- Hofer, B. K. (2000). Dimensionality and disciplinary differences in personal epistemology. *Contemporary Educational Psychology*, 25, 378–405.

- Hofer, B. K. (2001). Personal epistemology research: Implications for learning and instruction. *Educational Psychology Review* 13(4), 353-382.
- Hofer, B. K. (2004). Epistemological understanding as a metacognitive process: Thinking aloud during online searching. *Educational Psychologist*, 39, 43–55.
- Hofer, B. K. (2006). Beliefs about knowledge and knowing: Integrating domain specificity and domain generality. *Educational Psychology Review*, 18, 67-76.
- Hofer, B. K., & Pintrich, P. R. (1997). The development of epistemological theories: Beliefs about knowledge and knowing and their relation to learning. *Review of Educational Research*, 67(1), 88-140.
- Honda, M. (1994). *Linguistic inquiry in the science classroom: "It is science, but it's not like a science problem in a book."* Cambridge, MA: MIT Working Papers in Linguistics.
- Kalkanis, G. (2013). From the Scientific to the Educational: Using Monte Carlo Simulations of the Mikrokosmos for Science Education by Inquiry. In *Concepts of Matter in Science Education* (pp. 301-315). Springer Netherlands.
- 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: a developmental perspective on cognitive science*, 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.
- Keil, F.C. (1994). The birth and nurturance of concepts by domains: The origins of concepts of living things. In Gelman, S., A. (Ed) *Mapping the mind: Domain specificity in cognition and culture*. (pp. 234-254). Hillsdale, N.J. Erlbaum.
- Kikas, E. (1998). The impact of teaching on students' definitions and explanations of astronomical phenomena. *Learning and Instruction*, 8(5), 439-454.
- King, P. K., & Kitchener, K. S. (2002). The Reflective Judgment Model: Twenty Years of Research on Epistemic Cognition. In B. K. Hofer and P. R. Pintrich (Eds) *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing*. Mahwah, NJ: Erlbaum: 103–118.

- King, P. M. & Kitchener, K. S. (1994). *Developing reflective judgement: Understanding and promoting intellectual growth and critical thinking in adolescents and adults*. San Francisco, CA: Jossey-Bass Publishers
- Kitchener, K. S. (1983). Cognition, metacognition, and epistemic cognition. *Human Development, 26*, 222-232.
- Kitchener, R. F.(2002). Folk epistemology: an introduction. *New Ideas in Psychology, 20*, 89–105.
- 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.
- Kloo, D. & Perner, J. (2008). Training Theory of Mind and Executive Control: A Tool for Improving School Achievement? *Mind, Brain and Education, 2*(3), 122-127.
- Kouka, A., Vosniadou, S. and Tsaparlis, G. (2001). The development of students' understanding of water as a solvent. *Paper presented at the biennial meeting of the European Science Education association, Thessaloniki, Greece*.
- Kuhn, D. & Pearsall, S. (1998). Relations between metastrategic knowledge and strategic performance. *Cognitive Development, 13*, 227-247.
- Kuhn, D. & Pearsall, S. (2000). Developmental Origins of Scientific Thinking. *Journal of Cognition and Development, 1*(1), 113-129.
- Kuhn, D. (1991). *The skills of argument*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Kuhn, D. (1992). Thinking as argument. *Harvard Educational Review, 62*(2), 155-179.
- Kuhn, D. (1993). Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education, 77*(3), 319-337.
- Kuhn, D. (1999). A developmental model of critical thinking. *Educational Researcher, 28*(2), 16-26.
- Kuhn, D. (2000a). Metacognitive development. *Current Directions in Psychological Science, 9*, 178-181.
- Kuhn, D. (2000b). Theory of mind, metacognition, and reasoning: A life-span perspective. In P. Mitchell & K.J. Riggs (Eds) *Children's reasoning and the mind*. Hove, England: Psychology Press.: 301–326.
- Kuhn, D. (2001). How do people know? *Psychological Science, 12* (1), 1-8.
- Kuhn, D. (2006). Do Cognitive Changes Accompany Developments in the Adolescent Brain?, *Perspectives on Psychological Science, 1*(1), pp.59-67.

- Kuhn, D., Iordanou, K., Pease, M. & Wirkala, C. (2008). Beyond control of variables: what needs to develop to achieve skilled scientific thinking? *Cognitive Development*, 23, 435-451.
- Kuhn, D., & Dean, D. (2004). Metacognition: a bridge between cognitive psychology and educational practice, *Theory into Practice*, 43(4), pp.268-273.
- Kuhn, D., & Felton, M. (2000). Developing appreciation of the relevance of evidence to argument. *Paper presented In Winter Conference on Discourse, Text, and Cognition*, Jackson Hole, WY.
- Kuhn, D., & Lao, J. (1998). Contemplation and conceptual change: Integrating perspectives from social and cognitive psychology. *Developmental Review*, 18(2), 125-154.
- Kuhn, D., & Park, S. H. (2005). Epistemological understanding and the development of intellectual values. *International Journal of Educational Research*, 43(3), 111-124.
- Kuhn, D., & Udell, W. (2003). The development of argument skills. *Child development*, 74(5), 1245-1260.
- Kuhn, D., & Udell, W. (2007). Coordinating own and other perspectives in argument. *Thinking & Reasoning*, 13(2), 90-104.
- Kuhn, D., Amsel, E., & O'Loughlin, M. (1988). *The development of Scientific thinking skills*. Academic Press.
- Kuhn, D., Cheney, R., & Weinstock, M. (2000). The development of epistemological understanding. *Cognitive development*, 15(3), 309-328.
- Kuhn, D., Goh, W., Iordanou, K., & Shaenfield, D. (2008). Arguing on the Computer: A Microgenetic Study of Developing Argument Skills in a Computer Supported Environment. *Child Development*, 79(5), 1310-1328.
- Kyrkos, C. & Vosniadou (1997). Mental models of plant nutrition. *Poster presented at the 7th European Conference for Research on Learning and Instruction*, Athens, Greece. .
- Legerstee, M. (1991). The role of person and object in eliciting early imitation. *Journal of Experimental Child Psychology*, 51, 423-433.
- Lehrer, R., & Schauble, L. (2000). Modeling in mathematics and science. *Advances in instructional psychology*, 5, 101-159.
- Lehrer, R., & Schauble, L. (2003). Origins and evolutions of model-based reasoning in mathematics and science. *Beyond constructivism: A models and modelling*

- perspective on teaching, learning, and problem solving in mathematics education*, 59-70.
- Lehrer, R., & Schauble, L. (2006). Cultivating model-based reasoning in science education. *Cambridge handbook of the learning sciences*, 371-388.
- Lehrer, R., & Schauble, L. (2010). What Kind of Explanation is a Model?. In *Instructional explanations in the disciplines* (pp. 9-22). Springer US.
- Lehrer, R., Horvath, J., & Schauble, L. (1994). Developing Model - Based Reasoning. *Interactive Learning Environments*, 4(3), 218-232.
- Leslie, A. M. (1988). Some implications of pretense for mechanisms underlying the child's theory of mind. In J. Astington, P. Harris and D. Olson (Eds) *Developing theories of mind*. Cambridge University Press, 19-46.
- Leslie, A. M. (1994). ToMM, ToBY and agency: Core architecture and domain specificity. In L.A. Hirschfeld and S.A. Gelman (Eds) *Mapping the mind: Domain specificity in cognition and culture*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 119-148.
- Lillard, A. S. (1993). Young children's conceptualization of pretense: Action or mental representational state? *Child Development*, 64, 372-386.
- Lockl, K., & Schneider, W. (2007). Knowledge about the mind: Links between theory of mind and later metamemory. *Child Development*, 78, 148-167.
- Magolda, M. B. B. (1992). *Knowing and reasoning in college: Gender-related patterns in students' intellectual development*. San Francisco, Jossey-Bass.
- Makris, N., & Pnevmatikos, D. (2007). Children's understanding of human and supernatural mind. *Cognitive Development*, 22(3), 365-375.
- Malecki, C. K., & Elliot, S. N. (2002). Children's Social Behaviors as Predictors of Academic Achievement: A Longitudinal Analysis. *School Psychology Quarterly*, 17(1), 1-23.
- Maridaki-Kassotaki, K. & Antonopoulou, K. (2011). Examination of the relationship between false-belief understanding and referential communication skills. *European Journal of Psychology of Education*, 26, 75-84.
- 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.
- Mason, L. & Bromme, R. (2010). Situating and relating epistemological beliefs into metacognition: studies on beliefs about knowledge and knowing. *Metacognition Learning*, 5, 1-6.

- Mason, L. & Scirica, F. (2006). Prediction of students' argumentation skills about controversial topics by epistemological understanding. *Learning and Instruction, 16*, 492–509.
- Mason, L. (2000). Role of anomalous data and epistemological beliefs in middle school students' theory change about two controversial topics. *European Journal of Psychology of Education, 15* (3), 329–346.
- Mason, L. (2001). Responses to anomalous data on controversial topics and theory change. *Learning and Instruction, 11*(6), 453-483.
- Mason, L., & Boscolo, P. (2004). Role of epistemological understanding and interest in interpreting a controversy and in topic-specific belief change. *Contemporary Educational Psychology, 29*(2), 103-128.
- Mason, L., & Scirica, F. (2006). Prediction of students' argumentation skills about controversial topics by epistemological understanding. *Learning and Instruction, 16*(5), 492-509.
- Mason, L., Boldrin, A., & Ariasi, N. (2010). Epistemic metacognition in context: evaluating and learning online information. *Metacognition and learning, 5*(1), 67-90.
- Mason, L., Boldrin, A., & Zurlo, G. (2006). Epistemological understanding in different judgment domains: Relationships with gender, grade level, and curriculum. *International Journal of Educational Research, 45*, 43-56.
- Mason, L., Gava, M., & Boldrin, A. (2008). On warm conceptual change: The interplay of text, epistemological beliefs, and topic interest. *Journal of Educational Psychology, 100*(2), 291.
- McGregor, E., Whiten, A., & Blackburn, P. (1998). Teaching theory of mind by highlighting intention and illustrating thoughts: A comparison of their effectiveness with 3-year olds and autistic individuals. *British Journal of Developmental Psychology*.
- Meltzoff, A. N. (1995). Understanding the intentions of others: Re-enactment of intended acts by 18-month-old children. *Developmental Psychology, 31*, 838-850.
- Misailidi, P. & Bonoti, F. (2008). Emotion in children's art: do young children understand the emotions expressed in other children's drawings? *Journal of Early Childhood Research, 6*(2), pp. 189-200
- Misailidi, P. (2006). Young children's display rule knowledge: Understanding the distinction between apparent and real emotions and the motives underlying the use of display rules. *Social Behavior and Personality, 34*(10), pp.1285-1296.

- Mitchell, P. & Lacohee, H. (1991). Children's early understanding of false belief. *Cognition*, 39, 107-127.
- Monk, M., & Osborne, J. (1997). Placing the history and philosophy of science on the curriculum: A model for the development of pedagogy. *Science Education*, 81(4), 405-424.
- Montgomery, D. E. (1992). Young children's theory of knowing: The development of a folk epistemology. *Developmental Review*, 12(4), 410-430.
- Moore, S. (2002). Understanding Learning in a postmodern World: reconsidering the Perry Scheme of Intellectual and Ethical Development. In B. K. Hofer and P. R. Pintrich (Eds) *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing*. Mahwah, NJ: Erlbaum: 103–118.
- Muis, K. R. (2004). Personal epistemology and mathematics: A critical review and synthesis of research. *Review of Educational Research*, 74, 317–377.
- Muis, K. R. (2007). The role of epistemic beliefs in self-regulated learning. *Educational Psychologist*, 42, 173-190.
- Muis, K. R., & Franco, G. M. (2010). Epistemic profiles and metacognition: Support for the consistency hypothesis. *Metacognition and learning*, 5(1), 27-45.
- Muis, K. R., Bendixen, L. D., & Haerle, F. C. (2006). Domain-generality and domain-specificity in personal epistemology research: Philosophical and empirical reflections in the development of a theoretical framework. *Educational Psychology Review*, 18(1), 3-54.
- Muris, P., Steerneman, P., Meesters, C., Merckelbach, H., Horselenberg, R., van den Hogen, T., & van Dongen, L. (1999). The TOM test: A new instrument for assessing theory of mind in normal children and children with pervasive developmental disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 29(1), 67-80.
- Nussbaum, E. M. (2003). Appropriate appropriation: Functionality of student arguments and support requests during small-group classroom discussions. *Journal of Literacy Research*, 34, 501–544.
- Nussbaum, E. M. (2005). The effect of goal instructions and need for cognition on interactive argumentation. *Contemporary Educational Psychology*, 30(3), 286-313.
- Nussbaum, E. M., & Sinatra, G. M. (2003). Argument and conceptual engagement. *Contemporary Educational Psychology*, 28(3), 384-395.

- O'Hare, A. E., Bremner, L., Nash, M., Happé, F., & Pettigrew, L. M. (2010). Erratum to: A Clinical Assessment Tool for Advanced Theory of Mind Performance in 5 to 12 Year Olds. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *40*(6), 783-784.
- Olson, D. R., & Astington, J. W. (1986). Children's acquisition of metalinguistic and metacognitive verbs. In W. Demopoulos and A. Marras (Eds), *Language learning and concept acquisition: Foundational issues*, Norwood, NJ: Ablex, 184-199.
- Onishi, K. H., & Baillargeon, R. (2005). Do 15-month-old infants understand false beliefs?. *Science*, *308*(5719), 255-258.
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of research in science teaching*, *41*(10), 994-1020.
- Parker, J. R., MacDonald, C. A., & Miller, S. A. (2007). " John Thinks That Mary Feels..." False Belief in Children Across Affective and Physical Domains. *The Journal of genetic psychology*, *168*(1), 43-62.
- Passmore, C., Stewart, J., & Cartier, J. (2009). Model - Based Inquiry and School Science: Creating Connections. *School Science and Mathematics*, *109*(7), 394-402.
- Perner J., & Wimmer, H. (1985). ""John thinks that Mary thinks that..". Attribution of second-order beliefs by 5 to 10 year old children. *Journal of Experimental Child Psychology* *39*(3), 437-471.
- Perner, J. (1988). Developing semantics for theories of mind: From propositional attitudes to mental representation. In Astington, J. W., Harris, P. L., & Olson, D. R. (Eds). *Developing Theories of Mind* (pp.141-172). Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Perner, J. (1991). *Understanding the representational mind*. Cambridge, MA: Bradford Books. MIT Press.
- Perner, J., Leekam, S., & Wimmer, H. (1987). Three-year-olds' difficulty with false belief: The case for a conceptual deficit. *British Journal of Developmental Psychology*, *5*, 125-137.
- Perry, W. G. (1970). *Forms of intellectual and ethical development in the college years: A scheme*. New York, Holt, Rinehart and Winston.
- Pillow, B. H., & Henrichon, A. J. (1996). There's more to the picture than meets the eye: Young children's difficulty understanding biased interpretation. *Child Development*, *67*(3), 803-819.
- Pintrich, P. R. (2002a). Future challenges and directions for theory and research on personal epistemology. In B. K. Hofer & P. R. Pintrich (Eds), *Personal*



- epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing*, Mahwah, NJ: Erlbaum: 389–414.
- Pintrich, P. R. (2002b). The role of metacognitive knowledge in learning, teaching, and assessing. *Theory into practice*, 41(4), 219-225.
- Pintrich, P. R., Wolters, C.A. & Baxter, G.P. (2000). Assessing metacognition and self-regulated learning. In G. Schraw & J. C. (Eds), *Issues in the measurement of metacognition*, Impara. Lincoln, NE: Buros Institute of Mental Measurements.: 43-97.
- Plaut, D. C. & Karmiloff-Smith, A. (1993). Representational development and theory-of-mind computations. *Behavioral and Brain Sciences*, 16: 70-1.
- Pluta, W. J., Chinn, C. A., & Duncan, R. G. (2011). Learners' epistemic criteria for good scientific models. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(5), 486-511.
- Pluta, W.J., Buckland, L.A., Chinn, C.A., Duncan, R.G., Duschl, R.A. (2008). Learning to evaluate scientific models. In *ICLS Proceedings of International Society of the Learning Sciences*. Lulu.
- Poulin-Dubois, D. (1999). *Infants' distinction between animate and inanimate objects: The origins of naive psychology. Early social cognition: understanding others in the first months of life*. P.Rochat, Hillsdale, NJ:Erlbaum: 257-280.
- 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* (161-173). Pergamon.
- Qian, G., & Alvermann, D. (1995). Role of epistemological beliefs and learned helplessness in secondary school students' learning science concepts from text. *Journal of educational psychology*, 87(2), 282.
- Qian, G., & Alvermann, D. (2000). Relationship between epistemological beliefs and conceptual change learning. *Reading & Writing Quarterly*, 16(1), 59-74.
- Raghavan, K., & Glaser, R. (1995). Model-based analysis and reasoning in science: The MARS curriculum. *Science Education*, 79(1), 37-61.
- Raghavan, K., Sartoris, M. L., & Glaser, R. (1998a). Impact of the MARS curriculum: The mass unit. *Science Education*, 82(1), 53-91.
- Raghavan, K., Sartoris, M. L., & Glaser, R. (1998b). Why does it go up? The impact of the MARS curriculum as revealed through changes in student explanations of a helium balloon. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(5), 547-567.
- Richter, T. & Schmid, S. (2009). Epistemological beliefs and epistemic strategies in self-regulated learning. *Metacognition and Learning*, 5: 27-45.

- Riggs, N. R., Greenberg, M. T., Kusché, C. A., & Pentz, M. A. (2006). The mediational role of neurocognition in the behavioral outcomes of a social-emotional prevention program in elementary school students: Effects of the PATHS curriculum. *Prevention Science*, 7(1), 91-102.
- Ryan, M. P. (1984). Monitoring text comprehension: Individual differences in epistemological standards. *Journal of Educational Psychology*, 76(2), 248–258.
- Sandoval, W. A., & Reiser, B. J. (2004). Explanation - driven inquiry: Integrating conceptual and epistemic scaffolds for scientific inquiry. *Science Education*, 88(3), 345-372.
- Schneider, W. & Pressley, M. (1989). *Memory Development Between 2 and 20*. New York, Springer-Verlag.
- Schoenfeld, A. H. (1988). When good teaching leads to bad results: The disasters of 'well-taught' mathematics courses. *Educational psychologist*, 23(2), 145-166.
- Schommer, M. & Walker, K. (1995). Are epistemological beliefs similar across domains? *Educational Psychology*, 87(3): 424–432.
- Schommer, M. (1990). Effects of beliefs about the nature of knowledge on comprehension. *Journal of Educational Psychology*, 82 (3), 498–504.
- Schommer, M. (1994). Synthesizing epistemological belief research: Tentative understandings and provocative confusions. *Educational psychology review*, 6(4), 293-319.
- Schommer, M., & Walker, K. (1997). Epistemological beliefs and valuing school: Considerations for college admissions and retention. *Research in Higher Education*, 38(2), 173-186.
- Schommer, M., Crouse, A., & Rhodes, N. (1992). Epistemological beliefs and mathematical text comprehension: Believing it is simple does not make it so. *Journal of educational psychology*, 84(4), 435.
- Schommer-Aikins, M. (2002). An evolving theoretical framework for an epistemological belief system. In B. K. Hofer & P. R. Pintrich (Eds), *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing*, Mahwah, NJ: Erlbaum: 103–118.
- Schommer-Aikins, M., & Hutter, R. (2002). Epistemological beliefs and thinking about everyday controversial issues. *The Journal of Psychology*, 136(1), 5-20.
- Schommer-Aikins, M., Duell, O. K., & Barker, S. (2003). Epistemological beliefs across domains using Biglan's classification of academic disciplines. *Research in Higher Education*, 44(3), 347-366.

- Slaughter, V. & Gopnik, A. (1996). Conceptual coherence in the child's theory of mind: Training children to understand belief. *Child Development*, 67, 2967-2988.
- Smith, C. L., & Wenk, L. (2006). Relations among Three Aspects of First-Year College Students' Epistemologies of Science. *Journal of Research In Science Teaching*, 43(8), 747-785.
- Smith, C. L., 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.
- Sneider, C. I., & Ohadi, M. M. (1998). Unraveling students' misconceptions about the earth's shape and gravity. *Science Education*, 82(2), 265-284.
- Sodian, B. & Kristen, S. (2010). Theory of Mind. In B. Glatzeder, V. Goel & A. Muller (Eds), *Towards a Theory of Thinking. Building Blocks for a Conceptual Framework* (pp.189-201), Springer.
- Songer, N. B., & Linn, M. C. (1991). How do students' views of science influence knowledge integration?. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9), 761-784.
- 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. 133-169, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Spiro, R.J., Coulson, R.L., Feltovich, P.J., & Anderson, D.K. (1988). Cognitive flexibility theory: Advanced knowledge acquisition in ill-structured domains. In V. Patel (Ed.), *Tenth Annual Conference of the Cognitive Science Society Proceedings*, (pp. 640–653). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Stathopoulou, C., & Vosniadou, S. (2007). Exploring the relationship between physics-related epistemological beliefs and physics understanding. *Contemporary Educational Psychology* 32, 255–281.
- Stewart, J., Cartier, J. L., & Passmore, C. M. (2005). Developing understanding through model-based inquiry. *How students learn*, 515-565.
- Stodolsky, S. S., Salk, S., & Glaessner, B. (1991). Student views about learning math and social studies. *American Educational Research Journal*, 28(1), 89-116.
- Strauss, S., Ziv, M., & Stein, A. (2002). Teaching as a natural cognition and its relations to preschoolers' developing theory of mind. *Cognitive Development*, 17(3), 1473-1487.

- Swettenham, J., Baron-Cohen, S., Gomez, J.C. & Walsh, S. (1996). What's Inside a Person's Head? Conceiving of the Mind as a Camera Helps Children with Autism Develop an Alternative Theory of Mind. *Cognitive Neuropsychiatry*, 1, 73-88.
- Taylor, M. (1988). Conceptual Perspective Taking: Children's Ability to Distinguish What They Know from What They See. *Child Development*, 59, 3, 703-718.
- Taylor, M., & Hort, B. (1990). Can children be trained in making the distinction between appearance and reality?. *Cognitive Development*, 5(1), 89-99.
- Taylor, M., Cartwright, B.S., & Bowden, T. (1991). Perspective taking and theory of mind: do children predict interpretive diversity as a function of differences in observers' knowledge? *Child Development*, 62, 1334 -1351.
- Vamvakoussi, X., & Vosniadou, S., (2004). Understanding the structure of the set of rational numbers: A conceptual change approach. In L. Verschaffel and S. Vosniadou (Guest Editors), *Conceptual Change in Mathematics Learning and Teaching, Special Issue of Learning and Instruction*. 14(5), pp. 453-467.
- Vosniadou, S., & Kyriakopoulou, N. (2006). The Problem of Metaconceptual Awareness in Theory Revision. In R. Sun & N. Miyake (Eds.), *Proceedings of the 28th Annual Conference of the Cognitive Science Society*, pp. 2329-2334.
- Vosniadou, S. & Skopeliti, I. (2005). Developmental Shifts in Children's Categorization of the Earth, In B. G. Bara, L. Barsalou, & M. Bucciarelli (Eds.) *Proceedings of the XXVII Annual Conference of the Cognitive Science Society*, pp. 2325-2330.
- Vosniadou, S. & Skopeliti, I. (2013). Conceptual change from the framework theory side of the fence. *Science and Education*. DOI 10.1007/s11191-013-9640-3
- Vosniadou, S. & Vamvakoussi, X. (2006). Examining mathematics learning from a conceptual change point of view: implications for the design of learning environments. In L. Verschaffel, F. Dochy, M. Boekaerts and S. Vosniadou (Eds.) *Instructional Psychology: Past, Present and Future Trends. Sixteen Essays in Honour of Erik De Corte*. London: Elsevier, pp. 55-70.
- Vosniadou, S. (1989). On the Nature of Children's Naïve Knowledge, *Proceedings of the 11th Annual Conference of the Cognitive Science Society*, 404-411, Hillsdale, NJ:Erlbaum.
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4, pp. 45-69.
- Vosniadou, S. (2003). Exploring the Relationships between Conceptual Change and Intentional Learning. In G.M. Sinatra, & P.R. Pintrich (Eds.), *Intentional Conceptual Change*, (377-406), 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*, pp. 535-585.
- Vosniadou, S., & Brewer, W.F. (1994). Mental models of the day/night cycle. *Cognitive Science*, *18*, pp. 123-183.
- Vosniadou, S., Skopeliti, I., & Ikospentaki, K. (2004). Modes of knowing and ways of reasoning in elementary astronomy, *Cognitive Development*, *19*, pp. 203-222.
- Vosniadou, S., Skopeliti, I., & Ikospentaki, K. (2005). Reconsidering the Role of Artifacts in Reasoning: Children's Understanding of the Globe as a Model of the Earth, *Learning and Instruction*, *15*, pp.333-351.
- Vosniadou, S., Vamvakoussi, X., & Skopeliti, I. (2008), The framework theory approach to the problem of conceptual change. In S. Vosniadou (Ed.), *International handbook of research on conceptual change* (pp.3-34). New York: Routledge.
- Wellman, H. M. (1990). *The child's theory of mind*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Wellman, H. M., & Estes, D. (1986). Early understanding of mental entities: A reexamination of childhood realism. *Child development*, *57*, 910-923.
- Wellman, H. M., & Hickling, A. K. (1994). The minds "I": Children's conception of the mind as an active agent. *Child Development*, *65*, 1564–1580.
- Wellman, H. M., & Lagattuta, K. H. (2004). Theory of mind for learning and teaching: The nature and role of explanation. *Cognitive Development*, *19*(4), 479-497.
- Wellman, H. M., & Liu, D. (2004). Scaling of Theory-of-Mind Tasks. *Child Development*, *75*, 2, 523-541.
- Wellman, H. M., & Woolley, J. D. (1990). From simple desires to ordinary beliefs: The early development of everyday psychology. *Cognition*, *35*(3), 245-275.
- Wellman, H. M., Baron-Cohen, S., Caswell, R., Gomez, J. C., Swettenham, J., Toye, E., & Lagattuta, K. (2002). Thought-bubbles help children with autism acquire an alternative to a theory of mind. *Autism*, *6*(4), 343-363.
- Wellman, H. M., Cross, D., & Watson, J. (2001). Meta-analysis of theory of mind development: the truth about false belief. *Child development*, *72*(3), 655-684.
- Wellman, H.M., & Gelman, S.A. (1992). Cognitive Development: Foundational theories in core domains, *Annual Review of Psychology*, *43*, 337-375.
- Wimmer, H. & Perner, J. (1983). Beliefs about beliefs: Representation and constraining function of wrong beliefs in young children's understanding of deception. *Cognition*, *53*, 45-57.

- Βοσνιάδου, Σ. (1999). *Δημιουργία περιβάλλοντος μάθησης για την ανάπτυξη της επιστημονικής σκέψης στο δημοτικό σχολείο*. Τελική Έκθεση, ΠΕΝΕΔ.
- Βοσνιάδου, Σ., Αρχοντίδου, Α., Καλογιαννίδου, Α., & Ιωαννίδης, Χ. (1996). How Greek children understand the shape of the earth: a study of conceptual change in childhood. *Ψυχολογικά Θέματα*, 7(1), pp. 30-51.
- Καλκάνης, Γ.Θ. (2007). *Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση στις-με τις Φυσικές Επιστήμες (Ι.Οι Θεωρίες)*. Πανεπιστήμιο Αθηνών Αθήνα
- Καραδημούλα, Δ. (2010). *Θεωρία του Νου και Αποδοχή από τους συμμαθητές σε παιδιά προσχολικής ηλικίας*. Αδημοσίευτη μεταπτυχιακή εργασία. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Κυριακοπούλου, Ν. & Βοσνιάδου, Σ. (2004). Οντολογικά και Επιστημολογικά Προβλήματα της Διάκρισης ανάμεσα σε Φαινομενολογικές και Επιστημονικές Εξηγήσεις του Φυσικού Κόσμου: Μια Αναπτυξιακή μελέτη στο χώρο της Παρατηρησιακής Αστρονομίας, *Ψυχολογία*, τχ.3, τόμος 11
- Κυριακοπούλου, Ν. & Βοσνιάδου, Σ. (2008). Η ανάπτυξη της μεταγνωσιακής επίγνωσης κατά την αλλαγή θεωρίας. *Νόησις*, τχ.4, σελ.123-142.
- Μεταλλίδου Π., & Ματσάγγου, Ε-Η. (2009). Η ανάπτυξη της επιστημολογικής σκέψης σε διαφορετικούς τομείς κρίσεων. Στο Μ. Δικαίου, Ε. Γεωργάκα, Π. Μεταλλίδου, & Α. Ξενικού (Επιμ. Έκδ.), *Η' Επιστημονική Επετηρίδα του Τμήματος Ψυχολογίας* (σ. 363-397)
- Μισαηλίδη, Π., & Μπονώτη, Φ (2005). Απόδοση νοήματος σε εικόνες και Θεωρία του Νου: η ανάπτυξη της ικανότητας των παιδιών να κατανοούν την πρόθεση του δημιουργού μιας εικόνας. *Επιστημονική επετηρίδα Ψυχολογικής Εταιρείας Βορείου Ελλάδος*, τόμος 3, 229-248.
- Πολυχρόνη, Φ. (2009). Επιστημολογικές πεποιθήσεις: Διερεύνηση της δομής και της σχέσης τους με τη σχολική επίδοση σε μαθητές Λυκείου. *Ψυχολογία*, 16(3), 321-341.
- Σκοπελίτη, Ε. (2008). Το πρόβλημα της εννοιολογικής αλλαγής στο χώρο των φυσικών επιστημών. Μεθοδολογικά και θεωρητικά ζητήματα (αδημοσίευτη διατριβή)

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ**

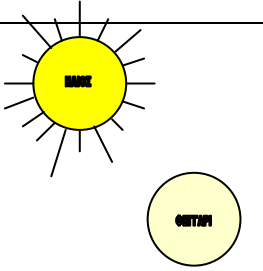
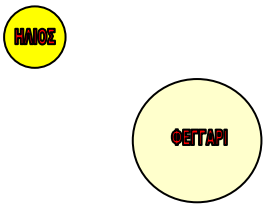
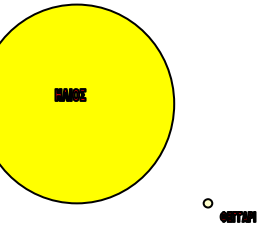
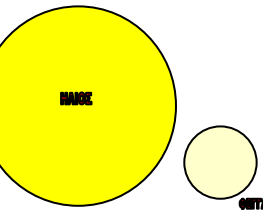
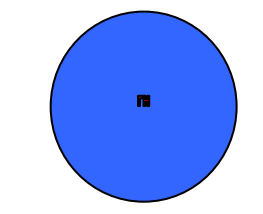
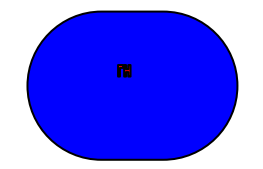


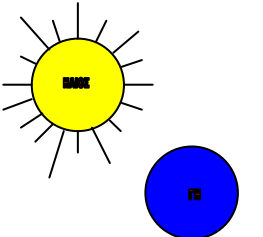
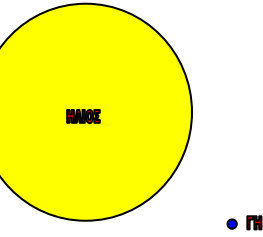
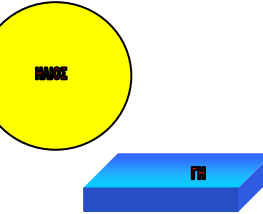
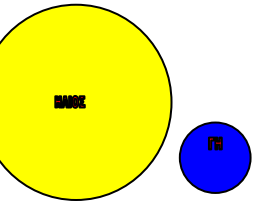
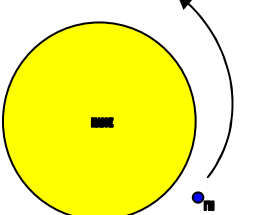
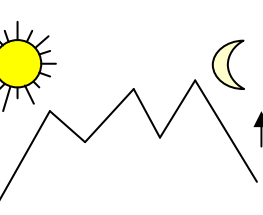
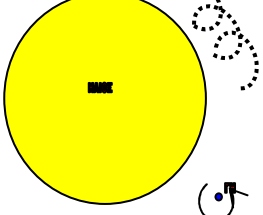
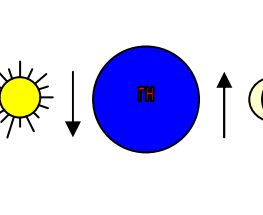
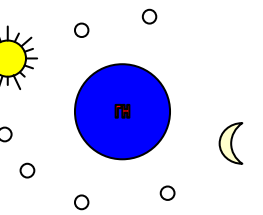
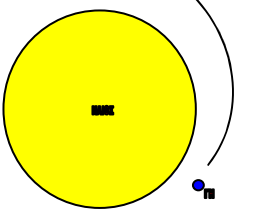
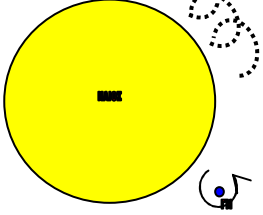
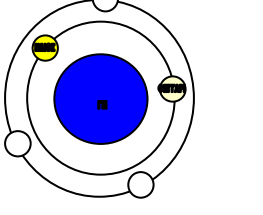
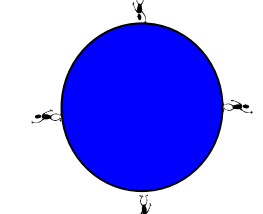
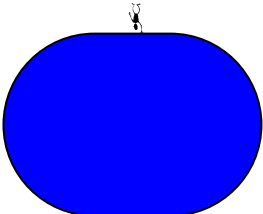


## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1**

- 1.1 ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ 1
- 1.2 ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ 2
- 1.3 ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ 3




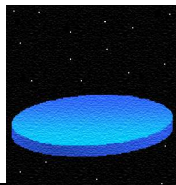

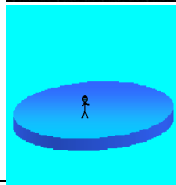
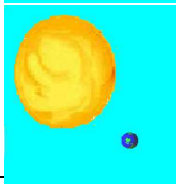
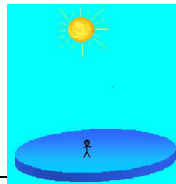


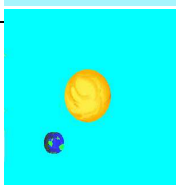

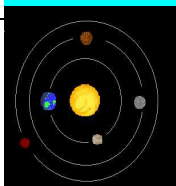
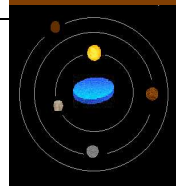
# ΜΕΛΕΤΗ 1

Επιστημονικές και Φαινομενικές Απεικονίσεις των Φαινομένων Παρατηρησιακής Αστρονομίας που χρησιμοποιήθηκαν στη  
Δοκιμασία Αστρονομίας στη Μελέτη 1.

Φαινόμενο Παρατηρησιακής Αστρονομίας	Είδος απεικονίσεων			
Σχετικό Μέγεθος Ήλιου-Σελήνης				
Σχήμα Γης				
Σχετικό Μέγεθος Ήλιου-Γης				
Εναλλαγή Ημέρας-Νύχτας				
Πλανητικό Σύστημα				
Σχήμα Γης και Βαρύτητα				

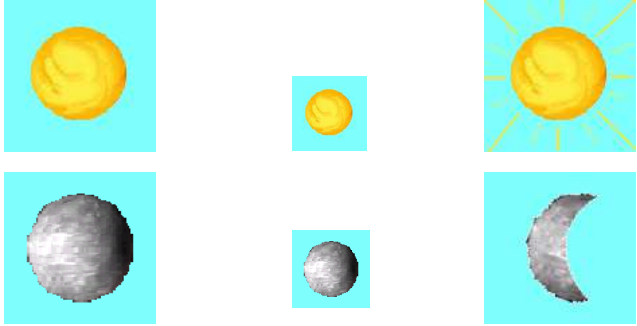

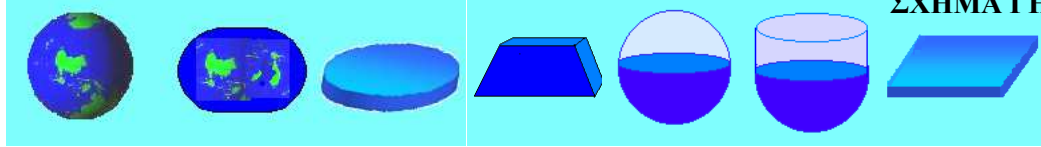
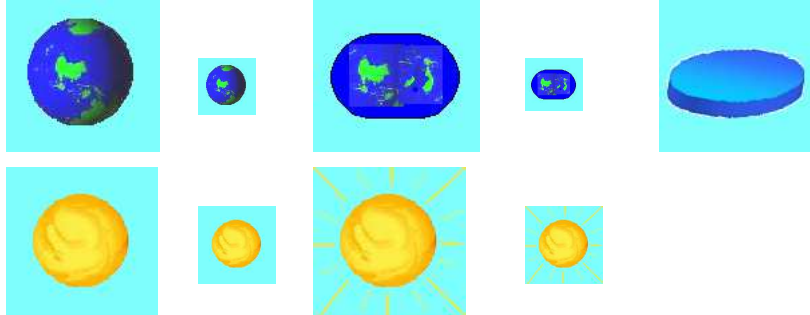
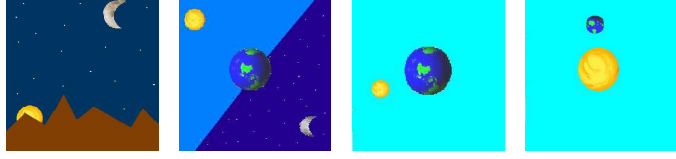
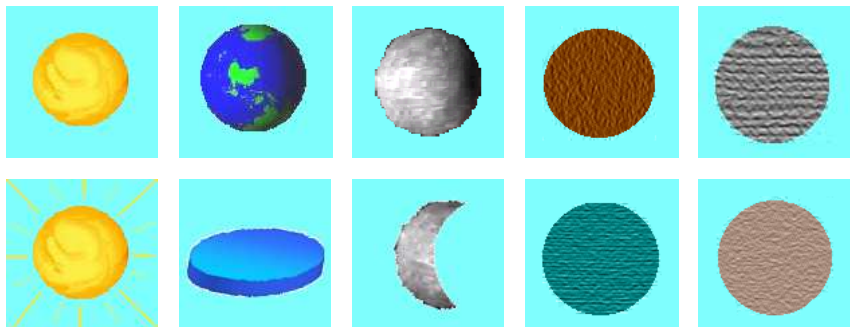
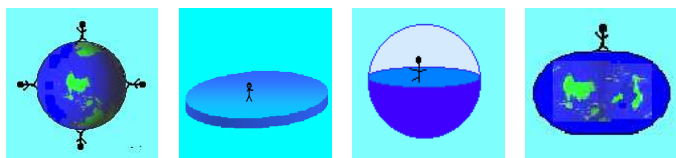
## ΜΕΛΕΤΗ 2

Επιστημονικές και Φαινομενικές Απεικονίσεις των Φαινομένων Παρατηρησιακής  
Αστρονομίας που χρησιμοποιήθηκαν στη Δοκιμασία Αστρονομίας στη Μελέτη 2.

ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΙΑΚΗΣ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ	ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ	ΦΑΙΝΟΜΕΝΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ
ΣΧΗΜΑ ΓΗΣ		
ΣΧΗΜΑ ΓΗΣ ΚΑΙ ΒΑΡΥΤΗΤΑ		
ΣΧΕΤΙΚΟ ΜΕΓΕΘΟΣ ΗΛΙΟΥ ΚΑΙ ΓΗΣ		
ΣΧΕΤΙΚΟ ΜΕΓΕΘΟΣ ΗΛΙΟΥ ΚΑΙ ΣΕΛΗΝΗΣ		
ΕΝΑΛΛΑΓΗ ΗΜΕΡΑΣ/ ΝΥΧΤΑΣ		
ΠΛΑΝΗΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ		

### ΜΕΛΕΤΗ 3

Επιστημονικές και Φαινομενικές Απεικονίσεις των Φαινομένων Παρατηρησιακής Αστρονομίας που χρησιμοποιήθηκαν στη Δοκιμασία Αστρονομίας στη Μελέτη 3.

 <p>Two rows of images showing the Sun and Moon. The top row shows the Sun in three sizes: large, medium, and small. The bottom row shows the Moon in three sizes: large, medium, and small. The Sun is consistently larger than the Moon in all representations.</p>	<p><b>ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΗΛΙΟΥ-ΣΕΛΗΝΗΣ</b></p> 	
 <p>A row of eight images illustrating different shapes for Earth: a sphere, a flattened spheroid, a flat disk, a trapezoid, a shallow bowl, a glass of water, a shallow dish, and a flat square.</p>		
 <p>Two rows of images showing the Sun and Earth. The top row shows Earth in three sizes: large, medium, and small. The bottom row shows the Sun in three sizes: large, medium, and small. The Sun is consistently larger than Earth in all representations.</p>	<p><b>ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΗΛΙΟΥ-ΓΗΣ</b></p>	
 <p>Four images illustrating day and night. The first shows a night sky with a crescent moon and mountains. The second shows Earth with the Sun and Moon in the sky. The third shows Earth with the Sun in the sky. The fourth shows Earth with the Moon in the sky.</p>		<p><b>ΗΜΕΡΑ ΝΥΧΤΑ</b></p>
 <p>Two rows of images showing the Sun, Earth, Moon, and other celestial bodies. The top row shows the Sun, Earth, Moon, a brown sphere, and a textured sphere. The bottom row shows the Sun, a blue disk, the Moon, a green sphere, and a brown sphere.</p>		<p><b>ΠΛΑΝΗΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ</b></p>
 <p>Four images illustrating gravity and Earth's shape. The first shows Earth with a stick figure and arrows pointing outwards. The second shows a stick figure on a blue disk. The third shows a stick figure in a bowl of water. The fourth shows Earth with a stick figure and arrows pointing inwards.</p>		<p><b>ΒΑΡΥΤΗΤΑ ΚΑΙ ΣΧΗΜΑ ΓΗΣ</b></p>

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2**

### ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ ΜΕΛΕΤΗΣ 4

- 2.4.1 ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ ΘΕΩΡΙΑΣ ΤΟΥ ΝΟΥ
- 2.4.2 ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΟΛΟΓΙΑΣ
- 2.4.3 ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ ΘΕΩΡΙΑΣ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΚΟΣΜΟΥ

### ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ ΜΕΛΕΤΗΣ 5

- 2.5.1 ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ ΘΕΩΡΙΑΣ ΤΟΥ ΝΟΥ
- 2.5.2 ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΟΛΟΓΙΑΣ
- 2.5.3 ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ ΘΕΩΡΙΑΣ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΚΟΣΜΟΥ

### ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ ΜΕΛΕΤΗΣ 6

- 2.6.1 ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ ΘΕΩΡΙΑΣ ΤΟΥ ΝΟΥ
- 2.6.2 ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ ΘΕΩΡΙΑΣ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΚΟΣΜΟΥ

## ΜΕΛΕΤΗ 4

### 2.4.1 ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ ΘΕΩΡΙΑΣ ΤΟΥ ΝΟΥ

#### α) Δοκιμασία αναγνώρισης 1<sup>ης</sup> τάξης λανθασμένης πεποίθησης (Wimmer & Perner, 1983).

«Ο Μαξί βοηθάει τη μητέρα του να τακτοποιήσει τα ψώνια από το σούπερ-μάρκετ. Έχει αγοράσει και μια σοκολάτα την οποία τοποθετεί σε ένα πράσινο κουτί στο ράφι. Θυμάται ακριβώς που βρίσκεται η σοκολάτα ώστε όταν γυρίσει από το παιχνίδι του να φάει ένα κομμάτι. Μετά φεύγει για να συναντήσει τους φίλους του στην παιδική χαρά. Όσο λείπει, η μητέρα του ετοιμάζει ένα κέικ και χρησιμοποιεί λίγη από τη σοκολάτα του. Παίρνει τη σοκολάτα από το πράσινο κουτί και κόβει ένα κομμάτι. Μετά τη βάζει πίσω, αλλά όχι στο πράσινο κουτί που ήταν, αλλά σε ένα μπλε κουτί. Θυμάται ότι δεν έχει αγοράσει αυγά και φεύγει για να αγοράσει μερικά. Εντωμεταξύ, ο Μαξί επιστρέφει από την παιδική χαρά πεινασμένος».

Ερώτηση πραγματικότητας: Πού είναι πραγματικά η σοκολάτα του Μαξί;

Ερώτηση πεποίθησης: Πού θα κοιτάξει ο Μαξί πρώτα για την σοκολάτα του;

Δικαιολόγηση: Γιατί θα το πιστεύει ο Μαξί αυτό;

#### β) Δοκιμασία αναγνώρισης 2<sup>ης</sup> τάξης λανθασμένης πεποίθησης (Parker, McDonald & Miller (2007).

«Ο Γιάννης και η Μαρία βρίσκονται στο πάρκο το πρωί. Η Μαρία θα ήθελε να αγοράσει παγωτό από έναν παγωτατζή που βρίσκεται εκεί, αλλά έχει ξεχάσει τα λεφτά της στο σπίτι. «Μη στενοχωριέσαι» της λέει ο παγωτατζής, «μπορείς να πας να πάρεις τα λεφτά σου και να αγοράσεις παγωτό αργότερα. Θα βρίσκομαι και το απόγευμα εδώ». Η Μαρία είπε στον παγωτατζή ότι θα επιστρέψει το απόγευμα. Αφού έφυγε η Μαρία, ο Γιάννης παρατηρεί ότι ο παγωτατζής φεύγει από το πάρκο. «Θα πάω στην εκκλησία να πουλήσω παγωτό, γιατί δεν υπάρχει κόσμος στο πάρκο να αγοράσει παγωτό». Καθώς ο παγωτατζής πηγαίνει προς την εκκλησία περνά έξω από το σπίτι της Μαρίας. Η Μαρία στέκεται στο παράθυρο και τον βλέπει. «Γεια σου, Μαρία» της λέει ο παγωτατζής «πηγαίνω προς την εκκλησία μήπως και πουλήσω περισσότερο παγωτό εκεί». «Ευτυχώς που σας είδα, θα αγοράσω παγωτό το απόγευμα» του λέει η Μαρία. Ο Γιάννης δεν γνωρίζει ότι η Μαρία είδε τον παγωτατζή και ξέρει ότι πηγαίνει προς την

εκκλησία. Μετά το μεσημεριανό, ο Γιάννης πηγαίνει στο σπίτι της Μαρίας, αλλά η μαμά της του λέει ότι μόλις έφυγε να αγοράσει παγωτό».

Ερώτηση πραγματικότητας: Πού έχει πάει η Μαρία για να αγοράσει παγωτό;

Ερώτηση πεποίθησης: Πού θα νομίζει ο Γιάννης ότι έχει πάει η Μαρία να αγοράσει παγωτό;

Δικαιολόγηση: Γιατί ο Γιάννης θα το πιστεύει αυτό;

### γ) Δοκιμασία αναγνώρισης 3<sup>ης</sup> τάξης λανθασμένης πεποίθησης (Harpe, 1994).

Κατά τη διάρκεια του πολέμου, ο Κόκκινος στρατός έπιασε αιχμάλωτο ένα μέλος του Μπλε στρατού. Οι εχθροί ζητούν από τον αιχμάλωτο να τους πει πού βρίσκονται τα άρματα του Μπλε στρατού. Ξέρουν ότι βρίσκονται είτε στα βουνά, είτε στην παραλία. Ξέρουν ότι ο αιχμάλωτος δεν θα τους πει ποτέ την αλήθεια, γιατί θέλει να σώσει το στρατό του. Ο αιχμάλωτος όμως, είναι πολύ γενναίος και έξυπνος και δεν θα αφήσει ποτέ να μάθουν πού βρίσκονται τα άρματα. Τα άρματα βρίσκονται πραγματικά στα βουνά. Όταν οι εχθροί τον ρωτούν πού βρίσκονται τα άρματα, αυτός απαντά: «Βρίσκονται στα βουνά».

Ερώτηση πραγματικότητας: Είναι αλήθεια αυτό που είπε ο αιχμάλωτος;

Ερώτηση πεποίθησης: Πού θα κοιτάζουν οι εχθροί για να βρουν τα άρματα;

Δικαιολόγηση: Γιατί ο αιχμάλωτος είπε αυτό που είπε;

## **2.4.2 ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΟΛΟΓΙΑΣ**

### **α) Δοκιμασία διάκρισης κρίσεων για ζητήματα που αφορούν σε απόψεις και**

#### **ζητήματα που αφορούν σε γεγονότα**

##### **Υπο-δοκιμασία 1<sup>ου</sup> επιπέδου**

Στο παιδί παρουσιάζονται φωτογραφίες 3 γλυκών.

- Κρίση άποψης: Ποιο γλυκό είναι πιο νόστιμο; Κρίση γεγονότος: Ποιο γλυκό χρειάζεται περισσότερο χρόνο για να ψηθεί;
- Πόσο σίγουρος είσαι για την απάντησή σου; (καθόλου, λίγο, σχεδόν, πολύ σίγουρος)
- Κάναμε την ίδια ερώτηση στον Πέτρο, ο οποίος είναι αρτοποιός και αφιερώνει πολύ χρόνο στο να φτιάχνει διάφορα είδη κέικ. Μας είπε ότι ..... Εσύ μας είπες

ότι ..... Μήπως θα ήθελες να αλλάξεις την απάντησή σου ή ακόμη πιστεύεις ότι ....;

- Πόσο σίγουρος είσαι για αυτή σου την απάντηση; (καθόλου, λίγο, σχεδόν, πολύ σίγουρος)
- Γιατί η απάντησή σου άλλαξε/παρέμεινε ίδια;
- Φαντάσου ότι ο Tom έλεγε X και ο John έλεγε Y. Θα έπρεπε κάποιος από τους δυο να έκανε λάθος; Γιατί ή γιατί όχι;

#### Υπο-δοκιμασία 2<sup>ο</sup> επιπέδου

Στο παιδί παρουσιάζονται φωτογραφίες 4 εποχών.

- Κρίση άποψης: Ποια εποχή σου αρέσει πιο πολύ; Κρίση γεγονότος: Πώς αλλάζουν οι εποχές;
- Πόσο σίγουρος είσαι για την απάντησή σου; (καθόλου, λίγο, σχεδόν, πολύ σίγουρος)
- Κάναμε την ίδια ερώτηση στον Πέτρο, ο οποίος είναι επιστήμονας και αφιερώνει πολύ χρόνο στο να μελετά τέτοια θέματα. Μας είπε ότι ..... Εσύ μας είπες ότι ..... Μήπως θα ήθελες να αλλάξεις την απάντησή σου ή ακόμη πιστεύεις ότι ....;
- Πόσο σίγουρος είσαι για αυτή σου την απάντηση; (καθόλου, λίγο, σχεδόν, πολύ σίγουρος)
- Γιατί η απάντησή σου άλλαξε /παρέμεινε ίδια;
- Φαντάσου ότι ο Tom έλεγε X και ο John έλεγε Y. Θα έπρεπε κάποιος από τους δυο να έκανε λάθος; Γιατί ή γιατί όχι;

#### Υπο-δοκιμασία 3<sup>ο</sup> επιπέδου

Στο παιδί παρουσιάζονται φωτογραφίες από πρόσωπα τριών δασκάλων.

- Κρίση άποψης: Ποιος δάσκαλος σου φαίνεται πιο συμπαθητικός; Κρίση γεγονότος: Βοηθά η τιμωρία στο να συμπεριφέρονται καλύτερα οι μαθητές;
- Πόσο σίγουρος είσαι για την απάντησή σου; (καθόλου, λίγο, σχεδόν, πολύ σίγουρος)
- Κάναμε την ίδια ερώτηση στο Γιώργο, ο οποίος δίδασκε πολύ παλιά σε παιδιά. Μας είπε ότι ....(η τιμωρία κάποιες φορές βοηθά / δεν βοηθά τα παιδιά να βελτιώσουν τη συμπεριφορά τους.). Εσύ μας είπες ότι ..... Μήπως θα ήθελες να αλλάξεις την απάντησή σου ή ακόμη πιστεύεις ότι ....;

- Πόσο σίγουρος είσαι για αυτή σου την απάντηση; (καθόλου, λίγο, σχεδόν, πολύ σίγουρος)
- Γιατί η απάντησή σου άλλαξε/παρέμεινε ίδια;
- Φαντάσου ότι ο Tom έλεγε X και ο John έλεγε Y. Θα έπρεπε κάποιος από τους δυο να έκανε λάθος; Γιατί ή γιατί όχι;

**β) Συνέντευξη για τη φύση της επιστήμης και την επιστημονική αλήθεια (Smith & Wenk, 2006).**

### ΜΕΡΟΣ 1<sup>ο</sup>

Nature of Science Interview (Carey et al. 1989).

#### **1. ΓΕΝΙΚΑ**

- 1.1 Ο φίλος μας ο Γιάννης έχει μερικές απορίες. Διάβασε κάποια πράγματα για την επιστήμη και τους επιστήμονες και θέλει τη βοήθειά μας για να τα καταλάβει και να ακούσει τις δικές σου απόψεις για αυτά. Εσύ τι νομίζεις ότι σημαίνει η λέξη «επιστήμονας»; Μπορείς να δώσεις ένα παράδειγμα;
- 1.2 Τι ακριβώς κάνουν οι επιστήμονες; Πώς νομίζεις ότι πετυχαίνουν τους στόχους τους;
- 1.3 Κάνουν ερωτήσεις οι επιστήμονες; Μπορείς να σκεφθείς μια ερώτηση που θα μπορούσε να κάνει ένας επιστήμονας; (αν υπάρχει δυσκολία ίσως βοήθεια με συγκεκριμένο παράδειγμα επιστήμονα).
- 1.4 Τι θα μπορούσαν να κάνουν οι επιστήμονες για να βρουν απαντήσεις στις ερωτήσεις τους;

#### **2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ**

- 2.1 Ξέρεις τι είναι ένα πείραμα;
- 2.2 Κάνουν πειράματα οι επιστήμονες; Γιατί; Πώς αποφασίζουν ποιο πείραμα θα κάνουν;

#### **3. ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ**

- 3.1 Πολλές φορές κάνουμε υποθέσεις για διάφορα πράγματα, ότι δηλαδή είναι έτσι ή αλλιώς... Εσύ τι πιστεύεις ότι είναι μια υπόθεση που κάνουν οι επιστήμονες; Είναι μια υπόθεση που βασίζεται κάπου ή είναι κάτι άλλο; Αν ναι, τι είναι αυτό;
- 3.2 Μπορείς να δώσεις ένα παράδειγμα; (ίσως βοήθεια με αναφορά σε συγκεκριμένο επιστήμονα)



#### 4. ΘΕΩΡΙΑ

- 4.1 Έχουν οι επιστήμονες ιδέες/θεωρίες για τα πράγματα γύρω μας;
- 4.2 Αν σου ζητούσε κάποιος να εξηγήσεις τι σημαίνει «θεωρία», τι θα του έλεγες;
- 4.3 Πιστεύεις ότι οι ιδέες που έχει ένας επιστήμονας θα επηρεάζουν τον τρόπο που προσπαθεί να βρει απαντήσεις στις ερωτήσεις του;
- 4.4 Φαντάσου ότι δυο επιστήμονες πιστεύουν διαφορετικά πράγματα για κάτι στον κόσμο. Πώς μπορούμε να αποφασίσουμε ποιος επιστήμονας έχει δίκιο;
- 4.5 Πιστεύεις ότι μπορούν οι επιστήμονες να αλλάξουν τις ιδέες τους; Πότε θα μπορούσε να συμβεί αυτό;
- 4.6 Μπορεί να κάνει λάθος ένας επιστήμονας;
- 4.7 Πετυχαίνουν πάντα τους στόχους τους οι επιστήμονες;

#### ΜΕΡΟΣ 2<sup>ο</sup>

Γενική έρευνα για την επιστημονική αλήθεια.

«Κάθε μέρα οι επιστήμονες βρίσκουν τις σωστές εξηγήσεις για πάρα πολλά θέματα που ερευνούν. Για παράδειγμα, οι επιστήμονες γνωρίζουν ότι στον πλανήτη Άρη δεν υπάρχει νερό και έτσι δεν μπορούν να ζήσουν οι άνθρωποι εκεί. Για τα θέματα που έχει βρεθεί η σωστή εξήγηση, θα πρέπει να ρωτάμε τους ειδικούς για να μας πουν τι είναι σωστό. Για τα θέματα που δεν υπάρχει σωστή εξήγηση ακόμη, οι γνώμες όλων είναι το ίδιο καλές».

1. Συμφωνείς με όσα λέει ο μαθητής αυτός; Γιατί ναι ή γιατί όχι;
2. Νομίζεις ότι η επιστήμη ξέρει τις σωστές εξηγήσεις; Γιατί ναι ή γιατί όχι;
3. Πού θα πας όταν έχεις μια ερώτηση για ένα επιστημονικό θέμα;
4. Τι θα κάνεις όταν βλέπεις ότι υπάρχουν διαφορετικές απόψεις για το ίδιο θέμα;
5. Συμφωνείς με αυτό που λέει ο μαθητής ότι δηλαδή όταν δεν υπάρχουν σωστές εξηγήσεις για ένα θέμα, τότε οι απόψεις όλων είναι το ίδιο καλές;
6. Υπάρχει κάτι που κάνει μια άποψη πιο καλή από κάποια άλλη;

#### **2.4.3 ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ ΘΕΩΡΙΑΣ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΚΟΣΜΟΥ**

##### ***1<sup>ο</sup> ΕΠΙΠΕΔΟΥ:***

Ο πειραματιστής ξεκινάει λέγοντας στο παιδί ότι τα πράγματα γύρω μας μερικές φορές φαίνονται να μοιάζουν όταν τα κοιτάμε με τα μάτια μας διαφορετικά από ότι είναι στην πραγματικότητα. Μερικές άλλες φορές βέβαια, όπως είναι τα πράγματα στην πραγματικότητα, έτσι μας φαίνονται να μοιάζουν κιόλας.

- Ο πειραματιστής δείχνει στο παιδί ένα κομμάτι χαρτί που είναι σκεπασμένο με ένα κόκκινο φίλτρο και ρωτάει: «Τώρα που κοιτάς το χαρτί με τα μάτια σου, τι χρώμα φαίνεται να είναι αυτό;». Στη συνέχεια, με το παιδί να βλέπει όλες τις διαδικασίες αφαιρεί το κόκκινο φίλτρο και ρωτάει: «Τι χρώμα είναι στην πραγματικότητα αυτό το χαρτί;». Επαναλαμβάνει τις ερωτήσεις σχετικά με την πραγματικότητα και την εμφάνιση. «Μπορείς να το εξηγήσεις;»
- Δείχνει στο παιδί μια προσχεδιασμένη ζωγραφιά με ένα καρότσι ζωγραφισμένο σε ένα διάφανο φίλτρο και τοποθετημένο πάνω σε ένα λευκό χαρτί. Ρωτάει για την εμφάνιση (τι σου φαίνεται να είναι ζωγραφισμένο πάνω στο λευκό χαρτί) και μετά αφού αφαιρέσει το διάφανο φίλτρο το ρωτάει για την πραγματικότητα (τι έχει στην πραγματικότητα το λευκό χαρτί ζωγραφισμένο πάνω του). Επαναλαμβάνει ερωτήσεις για εμφάνιση (ζωγραφισμένο καρότσι) και πραγματικότητα (καμία ζωγραφιά στο λευκό χαρτί). «Μπορείς να το εξηγήσεις;»
- Δείχνει στο παιδί μια πέτρα κάτω από ένα μεγεθυντικό φακό και ρωτάει το παιδί για το φαινομενικό της μέγεθος. Στη συνέχεια αφαιρεί το μεγεθυντικό φακό και το ρωτάει για το πραγματικό μέγεθός της. Επαναλαμβάνει τις δυο ερωτήσεις σχετικά με την πραγματικότητα και την εμφάνιση. «Μπορείς να το εξηγήσεις αυτό;».
- Δείχνει στο παιδί ένα μολύβι να κρατείται σε γωνία 45° αρχικά πίσω από ένα γυάλινο κύπελλο με νερό, ώστε το σχήμα του να παραποιείται. «Πώς φαίνεται στα μάτια σου αυτό το μολύβι; Ίσιο ή με κλίση;». Μετά βλέπει το μολύβι σε κανονικές, μη απατηλές ορατές συνθήκες. «Πώς είναι πραγματικά αυτό το μολύβι; Είναι αυτό το μολύβι πραγματικά και αληθινά με κλίση και στριφτό ή είναι πραγματικά και αληθινά ίσιο;», «Πώς φαίνεται κάποιες φορές να μοιάζει αυτό το μολύβι;». «Μπορείς να το εξηγήσεις;»

## **2<sup>ο</sup> ΕΠΙΠΕΔΟΥ**

Υπενθυμίζουμε στο παιδί ότι τα πράγματα μερικές φορές αλλιώς φαίνονται στα μάτια μας και αλλιώς είναι στην πραγματικότητα (κόκκινο φίλτρο), ενώ άλλες φορές όπως είναι στην πραγματικότητα έτσι φαίνονται και στα μάτια μας (διάφανο φίλτρο).

- Το παιδί βλέπει δυο φωτογραφίες της γης, μια που αναπαριστά τη διαισθητική του εμπειρία (επίπεδη γη) και μια που αναπαριστά το επιστημονικά αποδεκτό μοντέλο (γη σφαίρα). Στη συνέχεια γίνονται δυο ερωτήσεις στο παιδί: «Ποια εικόνα μας δείχνει πώς είναι στην πραγματικότητα η γη;. Ποια εικόνα μας

δείχνει πώς φαίνεται να μοιάζει στα μάτια μας κάποιες φορές;». Εάν το παιδί κάνει τη διάκριση ανάμεσα στην εμφάνιση και την πραγματικότητα ο πειραματιστής συνεχίζει με την ερώτηση: «Πώς δικαιολογείς το ότι η γη φαίνεται επίπεδη, ενώ δεχόμαστε το ότι είναι σφαιρική;».

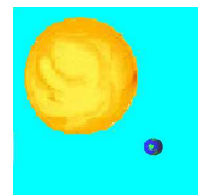


- Δείχνουμε ένα μοντέλο του Ήλιου και της Σελήνης που σχετίζεται με την καθημερινή μας εμπειρία, όπου ο Ήλιος και η Σελήνη φαίνονται ισομεγέθη και ένα μοντέλο όπου γίνεται προσπάθεια να απεικονιστούν οι πραγματικές διαστάσεις της σελήνης σε σχέση με τον ήλιο. «Ποιο είναι στην πραγματικότητα το μέγεθος του Ήλιου σε σχέση με το Φεγγάρι;», «Πώς φαίνονται να μοιάζουν στα μάτια μας κάποιες φορές;». «Μπορείς να μου εξηγήσεις γιατί συμβαίνει αυτό;».

Εάν το παιδί κάνει τη διάκριση ανάμεσα στην εμφάνιση και την πραγματικότητα ο πειραματιστής συνεχίζει με την ερώτηση «Γιατί ο Ήλιος και το Φεγγάρι φαίνονται σχεδόν ίσα, ενώ στην πραγματικότητα ο ήλιος είναι μεγαλύτερος από το φεγγάρι;»

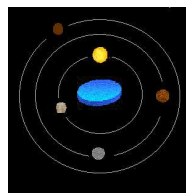
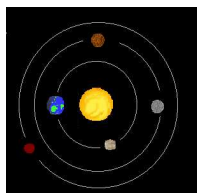


- Δείχνουμε ένα μοντέλο του Ήλιου και της Γης που σχετίζεται με την καθημερινή μας εμπειρία, όπου ο Ήλιος φαίνεται μικρότερος από ό,τι είναι στην πραγματικότητα και ένα μοντέλο όπου γίνεται προσπάθεια να απεικονιστούν οι πραγματικές διαστάσεις της γης σε σχέση με τον ήλιο. «Τώρα που κοιτάς τον Ήλιο και τη Γη, πώς σου φαίνεται να μοιάζει το ένα σε σχέση με το άλλο; Ποιο είναι στην πραγματικότητα το μέγεθος του Ήλιου σε σχέση με τη γη; Μπορείς να μου εξηγήσεις γιατί συμβαίνει αυτό;».



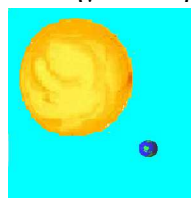
- Δείχνουμε το γεωκεντρικό μοντέλο και το ηλιοκεντρικό μοντέλο. «Τι βρίσκεται στην πραγματικότητα στο κέντρο του πλανητικού συστήματος;», «Τι μας φαίνεται μερικές φορές ότι βρίσκεται στο κέντρο του πλανητικού συστήματος;». «Μπορείς να εξηγήσεις γιατί συμβαίνει αυτό;».

Εάν το παιδί κάνει τη διάκριση ανάμεσα στην εμφάνιση και την πραγματικότητα ο πειραματιστής συνεχίζει με την ερώτηση: «Αφού η γη γυρίζει γύρω από τον ήλιο, γιατί δεν καταλαβαίνουμε την κίνησή της αυτή;»



- Δείχνουμε ένα μοντέλο που δείχνει τον ήλιο να δύει και έτσι να γίνεται η μέρα νύχτα και ένα μοντέλο που δείχνει τη γη να κινείται γύρω από τον ήλιο και έτσι να αλλάζει η μέρα σε νύχτα. «Πώς αλλάζει στην πραγματικότητα η μέρα σε νύχτα;», «Πώς μας φαίνεται ότι αλλάζει η μέρα σε νύχτα;». «Μπορείς να εξηγήσεις γιατί συμβαίνει αυτό;».

Εάν απαντήσει σωστά: «Αφού η γη γυρίζει γύρω από τον ήλιο, γιατί βλέπουμε τον ήλιο να βγαίνει από την ανατολή και να πηγαίνει προς τη δύση;»



- Δείχνουμε ένα μοντέλο που απεικονίζει έναν άνθρωπο πάνω σε μια επίπεδη γη και μια εικόνα της σφαίρας γης στο διάστημα όπου δείχνουμε την Αυστραλία στο κάτω μέρος όπου ζουν άνθρωποι. «Πού ζουν οι άνθρωποι στην πραγματικότητα στη γη;», «Πού μας φαίνεται ότι ζουν οι άνθρωποι;». «Μπορείς να εξηγήσεις γιατί συμβαίνει αυτό;».

Εάν απαντήσει σωστά: «Αφού οι άνθρωποι μπορούν να μένουν παντού πάνω στη γη, μπορείς να δείξεις προς τα πού θα έπεφτε αυτή μπάλα αν κάποιος έμενε εδώ στο κάτω μέρος της γης και εδώ στο πάνω μέρος της γης; Γιατί συμβαίνει αυτό;»



## ΜΕΛΕΤΗ 5

### 2.5.1 ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ ΘΕΩΡΙΑΣ ΤΟΥ ΝΟΥ

#### α) Δοκιμασία αναγνώρισης 2<sup>ης</sup> τάξης λανθασμένης πεποίθησης (Parker, McDonald & Miller (2007)).

«Ο Γιάννης και η Μαρία βρίσκονται στο πάρκο το πρωί. Η Μαρία θα ήθελε να αγοράσει παγωτό από έναν παγωτατζή που βρίσκεται εκεί, αλλά έχει ξεχάσει τα λεφτά της στο σπίτι. «Μη στενοχωριέσαι» της λέει ο παγωτατζής, «μπορείς να πας να πάρεις τα λεφτά σου και να αγοράσεις παγωτό αργότερα. Θα βρίσκομαι και το απόγευμα εδώ». Η Μαρία είπε στον παγωτατζή ότι θα επιστρέψει το απόγευμα. Αφού έφυγε η Μαρία, ο Γιάννης παρατηρεί ότι ο παγωτατζής φεύγει από το πάρκο. «Θα πάω στην εκκλησία να πουλήσω παγωτό, γιατί δεν υπάρχει κόσμος στο πάρκο να αγοράσει παγωτό». Καθώς ο παγωτατζής πηγαίνει προς την εκκλησία περνά έξω από το σπίτι της Μαρίας. Η Μαρία στέκεται στο παράθυρο και τον βλέπει. «Γεια σου, Μαρία» της λέει ο παγωτατζής «πηγαίνω προς την εκκλησία μήπως και πουλήσω περισσότερο παγωτό εκεί». «Ευτυχώς που σας είδα, θα αγοράσω παγωτό το απόγευμα» του λέει η Μαρία. Ο Γιάννης δεν γνωρίζει ότι η Μαρία είδε τον παγωτατζή και ξέρει ότι πηγαίνει προς την εκκλησία. Μετά το μεσημεριανό, ο Γιάννης πηγαίνει στο σπίτι της Μαρίας, αλλά η μαμά της του λέει ότι μόλις έφυγε να αγοράσει παγωτό».

Ερώτηση πραγματικότητας: Πού έχει πάει η Μαρία για να αγοράσει παγωτό;

Ερώτηση πεποίθησης: Πού θα νομίζει ο Γιάννης ότι έχει πάει η Μαρία να αγοράσει παγωτό;

Δικαιολόγηση: Γιατί ο Γιάννης θα το πιστεύει αυτό;

#### β) Δοκιμασία αναγνώρισης 3<sup>ης</sup> τάξης λανθασμένης πεποίθησης (Happe, 1994).

Κατά τη διάρκεια του πολέμου, ο Κόκκινος στρατός έπιασε αιχμάλωτο ένα μέλος του Μπλε στρατού. Οι εχθροί ζητούν από τον αιχμάλωτο να τους πει πού βρίσκονται τα άρματα του Μπλε στρατού. Ξέρουν ότι βρίσκονται είτε στα βουνά, είτε στην παραλία. Ξέρουν ότι ο αιχμάλωτος δεν θα τους πει ποτέ την αλήθεια, γιατί θέλει να σώσει το στρατό του. Ο αιχμάλωτος όμως, είναι πολύ γενναίος και έξυπνος και δεν θα αφήσει ποτέ να μάθουν πού βρίσκονται τα άρματα. Τα άρματα βρίσκονται πραγματικά στα βουνά. Όταν οι εχθροί τον ρωτούν πού βρίσκονται τα άρματα, αυτός απαντά: «Βρίσκονται στα βουνά».

Ερώτηση πραγματικότητας: Είναι αλήθεια αυτό που είπε ο αιχμάλωτος;

Ερώτηση πεποίθησης: Πού θα κοιτάζουν οι εχθροί για να βρουν τα άρματα;

Ερώτηση δικαιολόγησης: Γιατί ο αιχμάλωτος είπε αυτό που είπε;

### **2.5.2 ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΟΛΟΓΙΑΣ**

#### ***α)Ερωματολογία Επιστημικής Σκέψης (Kuhn et al., 2000)***

*Μπορεί μία από τις απόψεις τους να είναι σωστή ή μπορεί και οι δύο να έχουν κάποιο δίκιο;*

ΜΟΝΟ Η ΜΙΑ ΑΠΟΨΗ ΕΙΝΑΙ ΣΩΣΤΗ  
ΚΑΙ ΟΙ ΔΥΟ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΕΧΟΥΝ ΚΑΠΟΙΟ ΔΙΚΙΟ

*Εάν και οι δύο έχουν δίκιο*

Ο ΕΝΑΣ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΕΙΝΑΙ ΠΙΟ ΣΩΣΤΟΣ  
ΔΕΝ ΜΠΟΡΕΙ Ο ΕΝΑΣ ΝΑ ΕΙΝΑΙ ΠΙΟ ΣΩΣΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΛΛΟ

Ο Γιάννης λέει ότι οι ζεστές μέρες του καλοκαιριού είναι οι καλύτερες.

Ο Χρήστος λέει ότι οι δροσερές μέρες του φθινοπώρου είναι οι καλύτερες.

Ο Γιάννης έχει μια άποψη για το γιατί οι εγκληματίες ξαναγυρίζουν στο έγκλημα.

Ο Χρήστος έχει μια διαφορετική άποψη για το γιατί οι εγκληματίες ξαναγυρίζουν στο έγκλημα.

Ο Γιάννης πιστεύει ότι οι άνθρωποι πρέπει να είναι υπεύθυνοι για τον εαυτό τους.

Ο Χρήστος πιστεύει ότι οι άνθρωποι πρέπει να συνεργάζονται και να φροντίζει ο ένας τον άλλο.

Ο Γιάννης θεωρεί ότι από τα δύο μουσικά κομμάτια που άκουσαν το πρώτο κομμάτι είναι καλύτερο.

Ο Χρήστος θεωρεί ότι από τα δύο μουσικά κομμάτια που άκουσαν το δεύτερο κομμάτι είναι καλύτερο.

Ο Γιάννης πιστεύει την ερμηνεία που δίνεται σ' ένα βιβλίο φυσικής για το από τι αποτελούνται τα άτομα.

Ο Χρήστος πιστεύει την ερμηνεία που δίνεται σ' ένα άλλο βιβλίο φυσικής για το από τι αποτελούνται τα άτομα.

Ο Γιάννης λέει ότι το στιφάδο είναι πικάντικο.

Ο Χρήστος λέει το στιφάδο δεν είναι καθόλου πικάντικο.

Ο Γιάννης πιστεύει την ερμηνεία που δίνεται σ' ένα βιβλίο για το πως δουλεύει ο εγκέφαλος.

Ο Χρήστος πιστεύει την ερμηνεία που δίνεται σ' ένα άλλο βιβλίο για το πως δουλεύει ο εγκέφαλος.

Ο Γιάννης θεωρεί ότι οι γάμοι πρέπει να γίνονται το απόγευμα.

Ο Χρήστος θεωρεί ότι οι γάμοι πρέπει να γίνονται το βράδυ.

Ο Γιάννης πιστεύει ότι το να λες ψέματα είναι λάθος.

Ο Χρήστος πιστεύει ότι το να λες ψέματα είναι επιτρεπτό σε κάποιες καταστάσεις.

Ο Γιάννης θεωρεί ότι από τους δύο πίνακες ζωγραφικής που κοιτάνε ο πρώτος είναι καλύτερος.

Ο Χρήστος θεωρεί ότι από τους δύο πίνακες ζωγραφικής που κοιτάνε ο δεύτερος είναι καλύτερος.

Ο Γιάννης θεωρεί ότι η ερμηνεία που δίνεται σ' ένα βιβλίο σχετικά με τα αίτια του Πελοποννησιακού πολέμου είναι σωστή.

Ο Χρήστος θεωρεί ότι η ερμηνεία που δίνεται σ' ένα άλλο βιβλίο σχετικά με τα αίτια του Πελοποννησιακού πολέμου είναι σωστή.

Ο Γιάννης θεωρεί ότι από τα δύο βιβλία που διάβασαν και οι δύο το πρώτο είναι καλύτερο.

Ο Χρήστος θεωρεί ότι από τα δύο βιβλία που διάβασαν και οι δύο το δεύτερο είναι καλύτερο.

Ο Γιάννης πιστεύει ότι η κυβέρνηση πρέπει να περιορίσει τον αριθμό των παιδιών που επιτρέπεται να έχει μια οικογένεια για να μη μεγαλώσει υπερβολικά ο πληθυσμός.

Ο Χρήστος πιστεύει ότι οι οικογένειες πρέπει να αποκτούν τόσα παιδιά όσα αυτές επιλέγουν.

Ο Γιάννης συμφωνεί με την ερμηνεία που δίνεται σ' ένα βιβλίο για το πως τα παιδιά μαθαίνουν τη γλώσσα.

Ο Χρήστος συμφωνεί με την ερμηνεία που δίνεται σ' ένα άλλο βιβλίο για το πως τα παιδιά μαθαίνουν τη γλώσσα.

Ο Γιάννης πιστεύει ότι η απόδειξη ενός μαθηματικού για ένα μαθηματικό τύπο είναι σωστή.

Ο Χρήστος πιστεύει ότι η απόδειξη ενός άλλου μαθηματικού γι' αυτόν το μαθηματικό τύπο είναι σωστή.

## ***β) Συνέντευξη για τη φύση της επιστήμης (Carey et al. 1989)***

### **1. ΓΕΝΙΚΑ**

1.1. Ο φίλος μας ο Γιάννης έχει μερικές απορίες. Διάβασε κάποια πράγματα για την επιστήμη και τους επιστήμονες και θέλει τη βοήθειά μας για να τα καταλάβει και να ακούσει τις δικές σου απόψεις για αυτά. Εσύ τι νομίζεις ότι σημαίνει η λέξη «επιστήμονας»; Μπορείς να δώσεις ένα παράδειγμα;

1.2 Τι ακριβώς κάνουν οι επιστήμονες; Πώς νομίζεις ότι πετυχαίνουν τους στόχους τους;

1.3 Ποια πρόταση νομίζεις ότι περιγράφει καλύτερα τους στόχους της επιστήμης; Γιατί; Μπορείς να μου δώσεις ένα παράδειγμα;



- Ο στόχος της επιστήμης είναι να ανακαλύψει νέα πράγματα στον κόσμο και στην οικουμένη.
- Ο στόχος της επιστήμης είναι να αναπτύξει μια καλύτερη κατανόηση του κόσμου και της οικουμένης.

## 2. ΕΙΔΗ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ

2.1 Κάνουν ερωτήσεις οι επιστήμονες; (ΑΝ ΟΧΙ πήγαινε ερ.3.1) Μπορείς να σκεφθείς μια ερώτηση που θα μπορούσε να κάνει ένας επιστήμονας; (αν υπάρχει δυσκολία ίσως βοήθεια με συγκεκριμένο παράδειγμα επιστήμονα).

2.2 Τι θα μπορούσαν να κάνουν οι επιστήμονες για να βρουν απαντήσεις στις ερωτήσεις τους;

## 3. ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ

3.1 Ξέρεις τι είναι ένα πείραμα;

3.2 Κάνουν πειράματα οι επιστήμονες; (ΑΝ ΟΧΙ πήγαινε ερ.4.1) Γιατί; (ΑΝ: έλεγχος ιδεών ΤΟΤΕ: Πώς το πείραμα αποκαλύπτει κάτι στον επιστήμονα για την ιδέα του; ) Πώς αποφασίζουν ποιο πείραμα θα κάνουν;

## 4. ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ

4.1 Έχεις ακούσει ποτέ τη λέξη «υπόθεση»; Πολλές φορές κάνουμε υποθέσεις για διάφορα πράγματα, ότι δηλαδή είναι έτσι ή αλλιώς... Εσύ τι πιστεύεις ότι είναι μια υπόθεση που κάνουν οι επιστήμονες; (ΑΝ ΟΧΙ: μια υπόθεση είναι μια ιδέα που έχει ένας επιστήμονας, μια ιδέα για το ποιο θα μπορούσε να είναι το αποτέλεσμα ενός πειράματος). Είναι μια υπόθεση που βασίζεται κάπου ή είναι κάτι άλλο; Αν ναι, τι είναι αυτό; (ΑΝ βάσιμη υπόθεση/εικασία ΤΟΤΕ Είναι το ίδιο με μια εικασία ή υπάρχει κάποια διαφορά; Ποια είναι αυτή;)

4.2 Μπορείς να δώσεις ένα παράδειγμα; (ίσως βοήθεια με αναφορά σε συγκεκριμένο επιστήμονα)

4.3 Η υπόθεση ενός επιστήμονα πιστεύεις ότι επηρεάζει τα πειράματα που κάνει; (ΑΝ ΝΑΙ: Πώς;, ΑΝ ΟΧΙ: Ελέγχουν ποτέ οι επιστήμονες τις ιδέες τους;)

## 5. ΘΕΩΡΙΑ

5.1 Έχεις ακούσει ποτέ τη λέξη «θεωρία»; ΑΝ ΝΑΙ: Έχουν οι επιστήμονες ιδέες/θεωρίες για τα πράγματα γύρω μας; Αν σου ζητούσε κάποιος να εξηγήσεις τι σημαίνει «επιστημονική θεωρία», τι θα του έλεγες; ΣΕ ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΕΞΗΓΟΥΜΕ: «Μια θεωρία είναι μια γενική ιδέα για το πώς

και το γιατί τα πράγματα συμβαίνουν με τον τρόπο που συμβαίνουν. Για παράδειγμα, η βιολογία είναι μια θεωρία για τους ζωντανούς οργανισμούς».

5.2 Πιστεύεις ότι οι ιδέες που έχει ένας επιστήμονας θα επηρεάζουν τον τρόπο που προσπαθεί να βρει απαντήσεις στις ερωτήσεις του; Επηρεάζουν τις ιδέες τους για συγκεκριμένα πειράματα; Πώς;

## 6. ΑΠΡΟΣΔΟΚΗΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ / ΔΙΑΨΕΥΣΙΜΕΣ ΙΔΕΕΣ

6.1 Φαντάσου ότι δυο επιστήμονες πιστεύουν διαφορετικά πράγματα για κάτι στον κόσμο. Πώς μπορούμε να αποφασίσουμε ποιος επιστήμονας έχει δίκιο; Είναι πιθανό τα ίδια αποτελέσματα να τα ερμηνεύουν διαφορετικά δυο επιστήμονες; Γιατί και πώς;

6.2 Εάν ένας επιστήμονας κάνει ένα πείραμα και τα αποτελέσματά του δεν είναι όπως τα περίμενε, θα θεωρήσει ότι αυτό είναι ένα κακό αποτέλεσμα; Γιατί; Μαθαίνουν κάτι οι επιστήμονες από αυτό;

6.3 Υπέθεσε ότι ένας επιστήμονας θέλει να κάνει ένα πείραμα για να ελέγξει τις ιδέες του. Είναι πιθανό να κάνει ένα πείραμα που θα δείξει ότι η ιδέα του είναι λανθασμένη; Γιατί;

## 7. ΦΥΣΗ ΤΩΝ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ ΑΛΛΑΓΗΣ

7.1 Τι συμβαίνει στις ιδέες των επιστημόνων από τι στιγμή που κάνουν ένα πείραμα;

7.2 Πιστεύεις ότι μπορούν οι επιστήμονες να αλλάξουν τις ιδέες τους; Πότε θα μπορούσε να συμβεί αυτό;

7.3 Μπορούν οι επιστήμονες να αλλάξουν ολόκληρη τη θεωρία τους;

## 8. ΕΠΙΤΕΥΞΗ ΣΤΟΧΩΝ

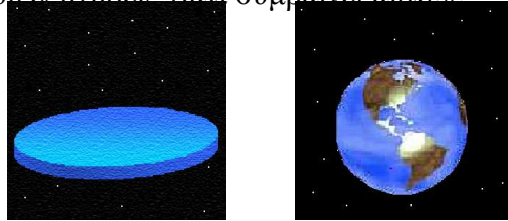
8.1 Πετυχαίνουν πάντα τους στόχους τους οι επιστήμονες;

8.2 Μπορεί να κάνει λάθος ένας επιστήμονας;

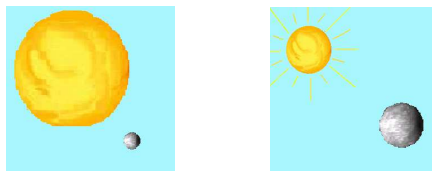
### 2.5.3 ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ ΘΕΩΡΙΑΣ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΚΟΣΜΟΥ

- Το παιδί βλέπει ένα μοντέλο επίπεδης γης και ένα μοντέλο σφαιράς γης. «Κοίτα τις δυο εικόνες που ακολουθούν. Μπορείς να μου πεις τι δείχνει κάθε εικόνα; Τι δείχνει η πρώτη εικόνα; Τι δείχνει η δεύτερη εικόνα;» Αν το παιδί πει ότι και στις δυο εικόνες φαίνεται η γη το ρωτάμε «Γιατί οι δυο εικόνες δείχνουν τη γη τόσο διαφορετική; Γιατί οι δυο εικόνες είναι διαφορετικές; Μπορείς να μου πεις ποιες είναι οι διαφορές ανάμεσα στις δυο αυτές εικόνες;». Αν το παιδί κάνει

αναφορά σε Εμφάνιση και Πραγματικότητα το ρωτάμε «Πώς δικαιολογείς το ότι η γη φαίνεται επίπεδη, ενώ δεχόμαστε το ότι είναι σφαιρική;». Αν το παιδί δεν μπορεί να κάνει αυτή τη διάκριση του λέμε: «Τι σχήμα φαίνεται να έχει η γη τώρα που την κοιτάς με τα μάτια σου; Τι σχήμα έχει στην πραγματικότητα η γη; Μπορείς να μου εξηγήσεις γιατί συμβαίνει αυτό;»

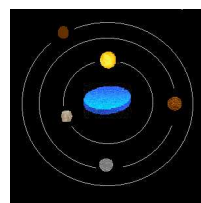
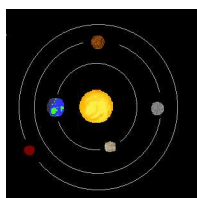


- Δείχνουμε ένα μοντέλο του Ήλιου και της Σελήνης που σχετίζεται με την καθημερινή μας εμπειρία, όπου ο Ήλιος και η Σελήνη φαίνονται ισομεγέθη και ένα μοντέλο όπου γίνεται προσπάθεια να απεικονιστούν οι πραγματικές διαστάσεις της σελήνης σε σχέση με τον ήλιο. «Κοίτα τις δυο εικόνες που ακολουθούν. Μπορείς να μου πεις τι δείχνει κάθε εικόνα; Τι δείχνει η πρώτη εικόνα; Τι δείχνει η δεύτερη εικόνα;». Αν το παιδί πει ότι και στις δυο εικόνες φαίνεται ο ήλιος και η σελήνη το ρωτάμε «Γιατί οι δυο εικόνες δείχνουν τον ήλιο και τη σελήνη τόσο διαφορετικά; Γιατί οι δυο εικόνες είναι διαφορετικές; Μπορείς να μου πεις ποιες είναι οι διαφορές ανάμεσα στις δυο αυτές εικόνες;». Αν το παιδί κάνει αναφορά σε Εμφάνιση και Πραγματικότητα το ρωτάμε «Γιατί ο Ήλιος και το Φεγγάρι φαίνονται σχεδόν ίσα, ενώ στην πραγματικότητα ο ήλιος είναι μεγαλύτερος από το φεγγάρι;». Αν το παιδί δεν μπορεί να κάνει αυτή τη διάκριση του λέμε: «Όταν κοιτάς τον Ήλιο και το Φεγγάρι, πώς σου φαίνεται να μοιάζει το ένα σε σχέση με το άλλο; Ποιο είναι στην πραγματικότητα το μέγεθος του Ήλιου σε σχέση με το Φεγγάρι; Μπορείς να μου εξηγήσεις γιατί συμβαίνει αυτό;».



- Δείχνουμε το γεωκεντρικό μοντέλο και το ηλιοκεντρικό μοντέλο. «Κοίτα τις δυο εικόνες που ακολουθούν. Μπορείς να μου πεις τι δείχνει κάθε εικόνα; Τι δείχνει η πρώτη εικόνα; Τι δείχνει η δεύτερη εικόνα;». Αν το παιδί πει ότι και στις δυο εικόνες φαίνεται το διάστημα και οι πλανήτες το ρωτάμε «Γιατί οι δυο εικόνες δείχνουν το πλανητικό σύστημα τόσο διαφορετικό; Γιατί οι δυο εικόνες είναι διαφορετικές; Μπορείς να μου πεις ποιες είναι οι διαφορές ανάμεσα στις

δυο αυτές εικόνες;». Αν το παιδί κάνει αναφορά σε Εμφάνιση και Πραγματικότητα το ρωτάμε «Αφού η γη γυρίζει γύρω από τον ήλιο, γιατί δεν καταλαβαίνουμε την κίνησή της αυτή;». Αν δεν κάνει τη διάκριση του λέμε: «Τι σου φαίνεται ότι βρίσκεται στο κέντρο του πλανητικού συστήματος; Τι βρίσκεται στην πραγματικότητα στο κέντρο του πλανητικού συστήματος; Μπορείς να εξηγήσεις γιατί συμβαίνει αυτό;».



- Δείχνουμε ένα μοντέλο του Ήλιου και της Γης που σχετίζεται με την καθημερινή μας εμπειρία, όπου ο Ήλιος φαίνεται μικρότερος από την πραγματικότητα και ένα μοντέλο όπου γίνεται προσπάθεια να απεικονιστούν οι πραγματικές διαστάσεις της γης σε σχέση με τον ήλιο. «Κοίτα τις δυο εικόνες που ακολουθούν. Μπορείς να μου πεις τι δείχνει κάθε εικόνα; Τι δείχνει η πρώτη εικόνα; Τι δείχνει η δεύτερη εικόνα;». Αν το παιδί πει ότι και στις δυο εικόνες φαίνεται ο ήλιος και η γη το ρωτάμε «Γιατί οι δυο εικόνες δείχνουν τον ήλιο και τη γη τόσο διαφορετικά; Γιατί οι δυο εικόνες είναι διαφορετικές; Μπορείς να μου πεις ποιες είναι οι διαφορές ανάμεσα στις δυο αυτές εικόνες;». Αν το παιδί κάνει αναφορά σε Εμφάνιση και Πραγματικότητα το ρωτάμε «Γιατί ο Ήλιος φαίνεται μικρότερος, ενώ στην πραγματικότητα ο ήλιος είναι πολύ μεγαλύτερος από τη γη;». Αν το παιδί δεν μπορεί να κάνει αυτή τη διάκριση του λέμε: «Τώρα που κοιτάς τον Ήλιο και τη Γη, πώς σου φαίνεται να μοιάζει το ένα σε σχέση με το άλλο; Ποιο είναι στην πραγματικότητα το μέγεθος του Ήλιου σε σχέση με τη γη; Μπορείς να μου εξηγήσεις γιατί συμβαίνει αυτό;».

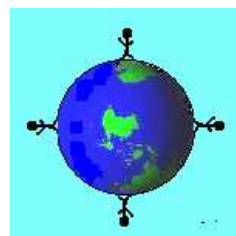
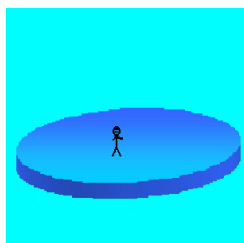


- Δείχνουμε ένα μοντέλο που δείχνει τον ήλιο να δύει και έτσι να γίνεται η μέρα νύχτα και ένα μοντέλο που δείχνει τη γη να κινείται γύρω από τον ήλιο και έτσι να αλλάζει η μέρα σε νύχτα. «Κοίτα τις δυο εικόνες που ακολουθούν. Μπορείς να μου πεις τι δείχνει κάθε εικόνα; Τι δείχνει η πρώτη εικόνα; Τι δείχνει η δεύτερη εικόνα;». Αν το παιδί πει ότι και στις δυο εικόνες φαίνεται ο τρόπος που αλλάζει η μέρα και γίνεται νύχτα το ρωτάμε «Γιατί οι δυο εικόνες δείχνουν

την αλλαγή μέρας σε νύχτα τόσο διαφορετικά; Γιατί οι δυο εικόνες είναι διαφορετικές; Μπορείς να μου πεις ποιες είναι οι διαφορές ανάμεσα στις δυο αυτές εικόνες;». Αν το παιδί κάνει αναφορά σε Εμφάνιση και Πραγματικότητα το ρωτάμε «Αφού η γη γυρίζει γύρω από τον ήλιο, γιατί βλέπουμε τον ήλιο να βγαίνει από την ανατολή και να πηγαίνει προς τη δύση;». Αν δεν κάνει τη διάκριση του λέμε: «Πώς σου φαίνεται να αλλάζει η μέρα σε νύχτα; Πώς αλλάζει στην πραγματικότητα η μέρα σε νύχτα; Μπορείς να εξηγήσεις γιατί συμβαίνει αυτό;».



- Δείχνουμε ένα μοντέλο που απεικονίζει έναν άνθρωπο πάνω σε μια επίπεδη γη και ένα μοντέλο μιας σφαίρας γης όπου άνθρωποι ζουν παντού (δείχνουμε Αυστραλία). «Κοίτα τις δυο εικόνες που ακολουθούν. Μπορείς να μου πεις τι δείχνει κάθε εικόνα; Τι δείχνει η πρώτη εικόνα; Τι δείχνει η δεύτερη εικόνα;». Αν το παιδί πει ότι και στις δυο εικόνες φαίνεται το πού ζουν οι άνθρωποι πάνω στη γη το ρωτάμε «Γιατί οι δυο εικόνες δείχνουν τόσο διαφορετικά το πού ζουν οι άνθρωποι; Γιατί οι δυο εικόνες είναι διαφορετικές; Μπορείς να μου πεις ποιες είναι οι διαφορές ανάμεσα στις δυο αυτές εικόνες;». Αν το παιδί κάνει αναφορά σε Εμφάνιση και Πραγματικότητα το ρωτάμε «Αφού οι άνθρωποι μπορούν να μένουν παντού πάνω στη γη, μπορείς να δείξεις προς τα πού θα έπεφτε αυτή μπάλα αν κάποιος έμενε εδώ στο κάτω μέρος της γης και εδώ στο πάνω μέρος της γης; Γιατί συμβαίνει αυτό;». Αν δεν κάνει τη διάκριση του λέμε: «Πού μας φαίνεται ότι ζουν οι άνθρωποι πάνω στη γη; Πού ζουν οι άνθρωποι στην πραγματικότητα στη γη; Μπορείς να εξηγήσεις γιατί συμβαίνει αυτό;».



## ΜΕΛΕΤΗ 6

### 2.6.1 ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ ΘΕΩΡΙΑΣ ΤΟΥ ΝΟΥ

#### α) Δοκιμασία αναγνώρισης 2<sup>ης</sup> τάξης λανθασμένης πεποίθησης (Parker, McDonald & Miller (2007)).

«Ο Γιάννης και η Μαρία βρίσκονται στο πάρκο το πρωί. Η Μαρία θα ήθελε να αγοράσει παγωτό από έναν παγωτατζή που βρίσκεται εκεί, αλλά έχει ξεχάσει τα λεφτά της στο σπίτι. «Μη στενοχωριέσαι» της λέει ο παγωτατζής, «μπορείς να πας να πάρεις τα λεφτά σου και να αγοράσεις παγωτό αργότερα. Θα βρίσκομαι και το απόγευμα εδώ». Η Μαρία είπε στον παγωτατζή ότι θα επιστρέψει το απόγευμα. Αφού έφυγε η Μαρία, ο Γιάννης παρατηρεί ότι ο παγωτατζής φεύγει από το πάρκο. «Θα πάω στην εκκλησία να πουλήσω παγωτό, γιατί δεν υπάρχει κόσμος στο πάρκο να αγοράσει παγωτό». Καθώς ο παγωτατζής πηγαίνει προς την εκκλησία περνά έξω από το σπίτι της Μαρίας. Η Μαρία στέκεται στο παράθυρο και τον βλέπει. «Γεια σου, Μαρία» της λέει ο παγωτατζής «πηγαίνω προς την εκκλησία μήπως και πουλήσω περισσότερο παγωτό εκεί». «Ευτυχώς που σας είδα, θα αγοράσω παγωτό το απόγευμα» του λέει η Μαρία. Ο Γιάννης δεν γνωρίζει ότι η Μαρία είδε τον παγωτατζή και ξέρει ότι πηγαίνει προς την εκκλησία. Μετά το μεσημεριανό, ο Γιάννης πηγαίνει στο σπίτι της Μαρίας, αλλά η μαμά της του λέει ότι μόλις έφυγε να αγοράσει παγωτό».

Ερώτηση πραγματικότητας: Πού έχει πάει η Μαρία για να αγοράσει παγωτό;

Ερώτηση πεποίθησης: Πού θα νομίζει ο Γιάννης ότι έχει πάει η Μαρία να αγοράσει παγωτό;

Δικαιολόγηση: Γιατί ο Γιάννης θα το πιστεύει αυτό;

#### **β) Δοκιμασία αναγνώρισης 3<sup>ης</sup> τάξης λανθασμένης πεποίθησης (Harpe, 1994).**

Κατά τη διάρκεια του πολέμου, ο Κόκκινος στρατός έπιασε αιχμάλωτο ένα μέλος του Μπλε στρατού. Οι εχθροί ζητούν από τον αιχμάλωτο να τους πει πού βρίσκονται τα άρματα του Μπλε στρατού. Ξέρουν ότι βρίσκονται είτε στα βουνά, είτε στην παραλία. Ξέρουν ότι ο αιχμάλωτος δεν θα τους πει ποτέ την αλήθεια, γιατί θέλει να σώσει το στρατό του. Ο αιχμάλωτος όμως, είναι πολύ γενναίος και έξυπνος και δεν θα αφήσει ποτέ να μάθουν πού βρίσκονται τα άρματα. Τα άρματα βρίσκονται πραγματικά στα

βουνά. Όταν οι εχθροί τον ρωτούν πού βρίσκονται τα άρματα, αυτός απαντά: «Βρίσκονται στα βουνά».

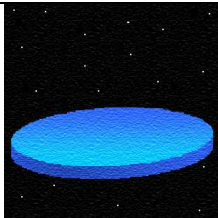
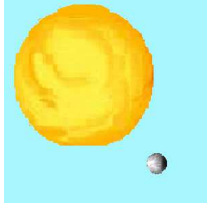
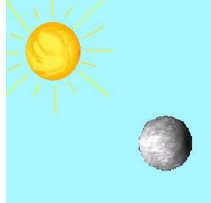
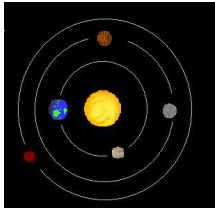
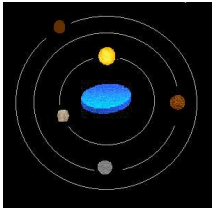
Ερώτηση πραγματικότητας: Είναι αλήθεια αυτό που είπε ο αιχμάλωτος;


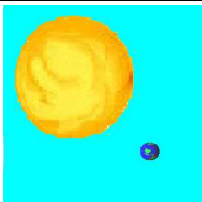
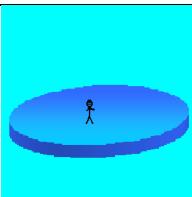
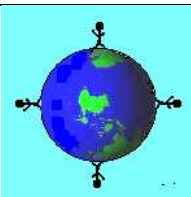
Ερώτηση πεποίθησης: Πού θα κοιτάζουν οι εχθροί για να βρουν τα άρματα;

Ερώτηση δικαιολόγησης: Γιατί ο αιχμάλωτος είπε αυτό που είπε;

## 2.6.2 ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ ΘΕΩΡΙΑΣ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΚΟΣΜΟΥ

Σου παρουσιάζονται δυο εικόνες για διάφορα φαινόμενα της αστρονομίας. Προσπάθησε να σκεφτείς ποια εικόνα ταιριάζει καλύτερα στην πραγματικότητα (πώς είναι πραγματικά τα φαινόμενα, τι πιστεύουν δηλαδή οι επιστήμονες) και ποια εικόνα ταιριάζει καλύτερα στην εμφάνιση (πώς μας φαίνονται δηλαδή τα πράγματα όταν τα κοιτάμε με τα μάτια μας). Μετά τοποθέτησε τον αριθμό της εικόνας που διάλεξες κάτω από κάθε κατηγορία Εμφάνιση ή Πραγματικότητα. Θυμήσου ότι μπορείς να επιλέξεις την ίδια εικόνα αν κρίνεις ότι η εμφάνιση και η πραγματικότητα είναι το ίδιο σε κάποιες περιπτώσεις, δηλαδή να βάλεις τον ίδιο αριθμό και στα δυο κουτάκια.

ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ		ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ	ΕΜΦΑΝΙΣΗ
 Εικόνα 1	 Εικόνα 2	Τι σχήμα έχει η γη στην πραγματικότητα;	Πώς μας φαίνεται να μοιάζει όταν την κοιτάμε με τα μάτια μας;
 Εικόνα 1	 Εικόνα 2	Ποιο είναι το πραγματικό μέγεθος του ήλιου και της σελήνης σε σχέση με τη γη;	Πώς μας φαίνεται ο ήλιος και η σελήνη όταν τα κοιτάμε από τη γη;
 Εικόνα 1	 Εικόνα 2	Πώς είναι το πλανητικό μας σύστημα στην πραγματικότητα;	Πώς φαίνεται να μοιάζει σε εμάς που ζούμε στη γη;

 <p>Εικόνα 1</p>	 <p>Εικόνα 2</p>	<p>Πώς αλλάζει η μέρα και γίνεται νύχτα στην πραγματικότητα;</p>	<p>Πώς φαίνεται να αλλάζει η μέρα και να γίνεται νύχτα σε εμάς που ζούμε στη γη;</p>
 <p>Εικόνα 1</p>	 <p>Εικόνα 2</p>	<p>Πού ζουν οι άνθρωποι στην πραγματικότητα στη γη;</p>	<p>Πού μας φαίνεται ότι ζούμε στη γη;</p>

<p><b>Προσπάθησε να απαντήσεις όπως μπορείς στις παρακάτω ερωτήσεις:</b></p>
<p>Μπορείς να εξηγήσεις γιατί βλέπουμε τη γη έτσι;</p>
<p>Γιατί πιστεύεις ότι φαίνονται έτσι ο ήλιος και η σελήνη όταν τα κοιτάμε από τη γη;</p>
<p>Πιστεύεις ότι η γη κινείται; Ποια κίνηση κάνει η γη; Αν κινείται γιατί δεν καταλαβαίνουμε την κίνησή της αυτή;</p>
<p>Γιατί βλέπουμε τον ήλιο να βγαίνει από την ανατολή και να πηγαίνει προς τη δύση;</p>
<p>Μπορείς να εξηγήσεις πώς μπορούν και στέκονται οι άνθρωποι στη γη; Ζωγράφισε τη γη, ένα σύννεφο στο βόρειο πόλο και ένα στο νότιο πόλο και δείξε την κατεύθυνση της βροχής.</p>



## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3**

### *ΜΕΛΕΤΗ 7*

#### *3.7 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΑΝΑΛΥΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ*

##### *ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ*

### **3.7. ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΥ**

#### **ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ**

#### **ΕΝΟΤΗΤΑ 1: ΘΕΩΡΙΑ ΤΟΥ ΝΟΥ**

*ΕΝΟΤΗΤΑ 1α: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ ΤΟΥ ΝΟΥ I*

*ΕΝΟΤΗΤΑ 1β: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ ΤΟΥ ΝΟΥ II*

#### **ΕΝΟΤΗΤΑ 2: ΠΡΟΣΩΠΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΟΛΟΓΙΑ**

*ΕΝΟΤΗΤΑ 2α: ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΩΝ I*

*ΕΝΟΤΗΤΑ 2β: ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΩΝ I*

*I*

*ΕΝΟΤΗΤΑ 2γ: ΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ ΓΝΩΣΗΣ. ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΕΣ ΑΝΤΙΠΑΡΑΘΕΣΕΙΣ*

#### **ΕΝΟΤΗΤΑ 3: ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΙΑΚΗ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑ**

*ΕΝΟΤΗΤΑ 3α: ΣΧΗΜΑ ΓΗΣ*

*ΕΝΟΤΗΤΑ 3β: ΣΧΗΜΑ ΓΗΣ και ΒΑΡΥΤΗΤΑ*

*ΕΝΟΤΗΤΑ 3γ : ΗΛΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ / ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ*

*ΕΝΟΤΗΤΑ 3δ : ΗΛΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ / ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ*

*ΕΝΟΤΗΤΑ 3ε: ΕΝΑΛΛΑΓΗ ΗΜΕΡΑΣ-ΝΥΧΤΑΣ*

#### **ΕΝΟΤΗΤΑ 4: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ. ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΓΙΑ ΡΟΛΟ ΚΑΙ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟ ΧΑΡΑΚΤΗΡΑ**

**ΓΝΩΣΗΣ**

## ΕΝΟΤΗΤΑ 1: ΘΕΩΡΙΑ ΤΟΥ ΝΟΥ

### ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 3 ΩΡΕΣ

#### Βασικοί στόχοι:

- να ενθαρρυνθούν οι μαθητές να αναγνωρίζουν και να σκέφτονται για διαφορετικές οπτικές και απόψεις από τις δικές τους
- να κατανοούν τη σημασία των διαφορετικών πηγών γνώσης στην κατασκευή της γνώσης από το άτομο και στη δημιουργία διαφορετικών ερμηνειών (πώς γνωρίζουμε κάτι και πώς συμφωνεί η εμπειρία μας με τη γνώση μας)

#### ΕΝΟΤΗΤΑ 1α: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ ΤΟΥ ΝΟΥ I

##### ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 2 ΩΡΕΣ

#### Διδακτικοί χειρισμοί:

Αρχικά διαβάζουμε δυο σενάρια με τα παιδιά και ακολουθεί σχολιασμός και συζήτηση.

Τα σενάρια είναι τα ακόλουθα:

α) «*Ιστορία με τον Μαζί*»: σενάριο αναγνώρισης πρώτης τάξης λανθασμένης πεποίθησης με απρόσμενη αλλαγή Wimmer & Perner (1983)

«Ο Μαζί βοηθάει τη μητέρα του να τακτοποιήσει τα ψώνια από το σούπερ-μάρκετ. Έχει αγοράσει και μια σοκολάτα την οποία τοποθετεί σε ένα πράσινο κουτί στο ράφι. Θυμάται ακριβώς που βρίσκεται η σοκολάτα ώστε όταν γυρίσει από το παιχνίδι του να φάει ένα κομμάτι. Μετά φεύγει για να συναντήσει τους φίλους του στην παιδική χαρά. Όσο λείπει, η μητέρα του ετοιμάζει ένα κέικ και χρησιμοποιεί λίγη από τη σοκολάτα του. Παίρνει τη σοκολάτα από το πράσινο κουτί και κόβει ένα κομμάτι. Μετά τη βάζει πίσω, αλλά όχι στο πράσινο κουτί που ήταν, αλλά σε ένα μπλε κουτί. Θυμάται ότι δεν έχει αγοράσει αυγά και φεύγει για να αγοράσει μερικά. Εντωμεταξύ, ο Μαζί επιστρέφει από την παιδική χαρά πεινασμένος».

β) «*Τζέησον και Λίζα*»: σενάριο αναγνώρισης δεύτερης τάξης πεποίθησης (Astington, Pelletier & Homer, 2002).

«Αυτή είναι μια ιστορία για δυο φίλους, τον Τζέησον και τη Λίζα. Παίζουν στο δωμάτιο του Τζέησον. Ο Τζέησον έχει λάβει ένα γράμμα από τη φίλη του Σούζαν. Η Λίζα θέλει πολύ να μάθει τι γράφει το γράμμα, αλλά ο Τζέησον δεν θέλει να το διαβάσει. Η μαμά του Τζέησον τον φωνάζει για λίγο. Ο Τζέησον βάζει το γράμμα κάτω

από την κουβέρτα του κρεβατιού του και φεύγει από το δωμάτιο. Όσο λείπει ο Τζέησον, η Λίζα παίρνει το γράμμα και το διαβάσει. Μετά το βάζει στο γραφείο του Τζέησον. Αλλά όσο το κάνει αυτό, ο Τζέησον επιστρέφει στο δωμάτιό του και βλέπει τη Λίζα που βάζει το γράμμα στο γραφείο του. Η Λίζα όμως δεν τον βλέπει. Αργότερα, λέει στη Λίζα «Εντάξει, θα σου διαβάσω το γράμμα». Και ετοιμάζεται να φέρει το γράμμα».

Σχεδιάζω στον πίνακα ένα ανθρωπάκι με ένα σύννεφο σκέψης. *«Τι σημαίνει για εσάς αυτό το σύννεφο σκέψης;»*. Αν κάποια παιδιά αναφέρουν μόνο ότι μας δείχνει τι λέει κάποιος, τότε αναφορά και σε σκέψη και σε ονειροπόληση και σε ανάμνηση. *«Οι άνθρωποι μπορεί να έχουν κάτι τέτοιο στο κεφάλι τους όταν κοιτάνε αντικείμενα. π.χ. Ο Μαζί κοιτάζει τη σοκολάτα. Αυτό τι σημαίνει; Σημαίνει ότι σκέφτεται για τη σοκολάτα. Όταν οι άνθρωποι κοιτάζουν αντικείμενα, τότε σκέφτονται για αυτά. Τι θα σχεδιάσουμε μέσα στο σύννεφο σκέψης του Μαζί; Τι συμβαίνει όμως όταν ένα αντικείμενο δεν βρίσκεται πια στο οπτικό μας πεδίο; Συνεχίζουμε να σκεφτόμαστε για αυτό;»*. Δείχνω τον Μαζί που φεύγει από το δωμάτιο και έχει μαζί του το σύννεφο σκέψης με τη σοκολάτα. *«Ο Μαζί δεν μπορεί να δει μέσα στο δωμάτιο. Δεν μπορεί να δει τη σοκολάτα, αλλά μπορεί να σκεφτεί για τη σοκολάτα. Μπορούμε να σκεφτόμαστε και για πράγματα που δεν μπορούμε να δούμε εκείνη τη στιγμή»*.

Στη συνέχεια εισάγω την ιδέα ότι μια και οι σκέψεις των ανθρώπων για τον κόσμο εξαρτώνται από το τι έχουν δει, αν ο κόσμος αλλάξει, αλλά δεν έχει δει το άτομο την αλλαγή, η σκέψη του για τον κόσμο παραμένει η ίδια. *«Αν αλλάξει κάτι στο αντικείμενο που κοιτάζα πριν και δεν έχω δει την αλλαγή πώς θα σκέφτομαι για το αντικείμενο; Τι θα υπάρχει στο σύννεφο σκέψης μου; Ο Μαζί έφυγε από το δωμάτιο και άφησε τη σοκολάτα στο πράσινο κουτί. Τι υπάρχει μέσα στο σύννεφο σκέψης του; Η μαμά άλλαξε τη θέση της σοκολάτας. Άλλαξε και το σύννεφο σκέψης του Μαζί; Όταν ο Μαζί επιστρέψει στο δωμάτιο θα ανακαλύψει ότι το σύννεφο σκέψης του είναι λάθος. Τότε θα αλλάξει και το σύννεφο σκέψης του σε κάτι άλλο»*.

Στη συνέχεια γίνεται αναφορά στη χρήση της σκέψης για να προβλέψουμε τη θέση ενός αντικειμένου. *«Πού θα ψάξει ο Μαζί για να βρει τη σοκολάτα του; Θα βασιστεί στο σύννεφο σκέψης του όπως είναι εκείνη τη στιγμή. Είναι το σύννεφο σκέψης του σωστό ή λανθασμένο; Κάποιες φορές τα σύννεφα σκέψης μας είναι ξεπερασμένα. Επίσης διαφορετικοί άνθρωποι μπορεί να έχουν διαφορετικά σύννεφα σκέψης. Τι έχει μέσα το σύννεφο σκέψης της μητέρας; Τι έχει μέσα το σύννεφο σκέψης του Μαζί; Βλέπουμε λοιπόν ότι οι άνθρωποι ενεργούμε με βάση τις πεποιθήσεις μας, τις σκέψεις μας για τα*

πράγματα στον κόσμο και έτσι μπορούμε να αλληλεπιδρούμε με άλλους ανθρώπους, να προβλέψουμε τις συμπεριφορές των άλλων, να κατανοήσουμε τις προθέσεις τους, τις πεποιθήσεις τους και τις επιθυμίες τους, να ερμηνεύσουμε τις πράξεις τους. Βλέπουμε ότι τα σύννεφα σκέψης των ανθρώπων μπορεί να είναι διαφορετικά και να βασίζονται στη διαφορετική εμπειρία και γνώση των ατόμων. Στη συνέχεια θα συζητήσουμε πάνω σε διάφορες ιστορίες και θα δούμε μαζί πώς σκέφτονται οι ήρωες, πώς οι σκέψεις τους επηρεάζουν τις πράξεις τους, τις σκέψεις τους για άλλους ανθρώπους, πώς οι σκέψεις τους αλλάζουν».

«Ας δούμε πρώτα την ιστορία που σας έδωσα πριν να διαβάσετε με τον Τζέησον και τη Λίζα. Ας γεμίσουμε με σχέδια τα σύννεφα σκέψης των ηρώων μας. Ας θυμηθούμε ότι έχουμε δυο καταστάσεις. Ποια είναι η αρχική θέση του γράμματος; Ποια είναι η τωρινή θέση του γράμματος;».

Μαζί με τους μαθητές φτιάχνουμε ύστερα από συζήτηση κάποια μοντέλα καταστάσεων αντίστοιχα με τα παρακάτω:

Αρχική κατάσταση	Τωρινή πραγματική κατάσταση	Ερώτημα
κρεβάτι γραφείο ↑ στο ↑ γράμμα	κρεβάτι γραφείο ↑ στο ↑ γράμμα	? ↑                    ↑ στο                    στο ↑                    ↑ γράμμα                    Τζέησον

Φτιάχνουμε τα σύννεφα σκέψης των ηρώων μας. Βασίζομαι στα παρακάτω μοντέλα και προσπαθούμε με τους μαθητές να φτιάξουμε το μοντέλο σκέψης κάθε ήρωα κάθε χρονική στιγμή.

### **Τζέησον:**

<p><i>Model of Mental State</i></p> <p>κρεβάτι γραφείο</p> <p>↑</p> <p>στο</p> <p>↑</p> <p>γράμμα</p> <p><i>Represents</i></p> <p>κρεβάτι γραφείο</p> <p>↑</p> <p>στο</p> <p>↑</p> <p>γράμμα</p>	<p>Sees the</p> <p>Location</p> <p>Change</p> <p>→</p>	<p><i>Model of Mental State</i></p> <p>κρεβάτι γραφείο</p> <p>↑</p> <p>στο</p> <p>↑</p> <p>γράμμα</p> <p><i>Represents</i></p> <p><i>Model of real situation</i></p> <p>κρεβάτι γραφείο</p> <p>↑</p> <p>στο</p> <p>↑</p> <p>γράμμα</p>
--	--	--

### Λίζα:

<p><i>Model of Mental State</i></p> <p>κρεβάτι γραφείο</p> <p>↑</p> <p>στο</p> <p>↑</p> <p>γράμμα</p> <p><i>Represents</i></p> <p><i>Model of real situation</i></p> <p>κρεβάτι γραφείο</p> <p>↑</p> <p>στο</p> <p>↑</p> <p>γράμμα</p>	<p><i>Knowledge Base</i></p> <p><i>Model of Mary's past belief</i></p> <p>κρεβάτι γραφείο</p> <p>↑</p> <p>στο</p> <p>↑</p> <p>γράμμα</p> <p><i>Misrepresents</i></p> <p><i>Model of real situation</i></p> <p>κρεβάτι γραφείο</p> <p>↑</p> <p>στο</p> <p>↑</p> <p>γράμμα</p> <p><i>Represents</i></p> <p><i>Model of counterfactual situation</i></p>
--	---

Τα μοντέλα που φτιάχνουμε με τους μαθητές είναι απλοποιημένα. Στο μοντέλο του Τζέησον, τονίζουμε τι έχει μέσα το συννεφάκι σκέψης του αρχικά και τι έχει μετά, αφού έχει δει την αλλαγή θέσης του γράμματος. Στο μοντέλο της Λίζας τονίζουμε τη διαφορετική βάση γνώσης που έχει σε σχέση με τον Τζέησον και το τι μπορεί να συμβεί όταν δεν έχουμε γνώση της αλλαγής καθώς και το πόσο συνεπείς θα είναι οι προβλέψεις μας με βάση τις συνθήκες.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται και συζητούνται με τους μαθητές τα ακόλουθα σενάρια και ακολούθως σχεδιάζονται τα μοντέλα σκέψης των πρωταγωνιστών κάθε ιστορίας.

γ) Σενάριο αναγνώρισης φαινομενικού-πραγματικού συναισθήματος, (Steerneman, 1994).

«Κοίταξε προσεκτικά την παρακάτω εικόνα. Τι συνέβη στην εικόνα; Πώς νιώθεις όταν χτυπάς; Μπορείς να καταλάβεις από το πρόσωπο του κοριτσιού πώς πραγματικά νιώθει; Είναι πιθανό να νιώθει κανείς χαρούμενος, όταν έχει χτυπήσει; Μπορείς να σκεφτείς μια αντίστοιχη περίπτωση;»



δ) «Ο βράχος»: σενάριο όπου απαιτείται ευαισθησία σε πολλαπλές συνδέσεις ανάμεσα στις σκέψεις, στα συναισθήματα και στις συμπεριφορές σε διαφορετικές κοινωνικές καταστάσεις (Faux-pas tasks, Banerjee, 2000).

Αυτή είναι η Σάλλυ και ο φίλος της ο Νικ. Ο Νικ έχει ζωγραφίσει έναν πίνακα που δείχνει ένα βράχο για μια έκθεση ζωγραφικής στο σχολείο. Ο Νικ είναι πραγματικά πολύ περήφανος για αυτή τη ζωγραφιά και νομίζει ότι είναι τέλεια. Καθώς περπετούν με τη Σάλλυ προς το σπίτι του, συναντούν τη φίλη της Σάλλυ, την Έιμυ. Η Έιμυ δεν έχει συναντήσει ποτέ τον Νικ. «Γεια σου» λέει η Έιμυ. Η Σάλλυ την ρωτάει: «Γεια σου, Έιμυ. Πήγες στην έκθεση ζωγραφικής του σχολείου;». «Ναι», απαντά η Έιμυ. «Ήταν αρκετά καλή, εκτός από έναν απαίσιο πίνακα για ένα βράχο. Νομίζω ότι είναι πραγματικά μια πολύ άσχημη ζωγραφιά».

ε) «Λευκό Ψέμα»: σενάριο αναγνώρισης 3<sup>ης</sup> τάξης λανθασμένης πεποίθησης (Strange stories tasks, Happe, 1994).

Η Έλεν περίμενε όλη τη χρονιά για τα Χριστούγεννα, γιατί ήξερε ότι τότε θα μπορούσε να ζητήσει από τους γονείς της ένα κουνέλι. Ήθελε ένα κουνέλι περισσότερο από καθετί στον κόσμο. Τελικά η μέρα των Χριστουγέννων έφτασε και η Έλεν έτρεξε να ξετυλίξει το μεγάλο κουτί που της είχαν αφήσει οι γονείς της. Ήταν σίγουρη ότι είχε

μέσα ένα κλουβί με ένα κουνέλι. Αλλά όταν το άνοιξε μπροστά σε όλη την οικογένεια, διαπίστωσε ότι περιείχε μια παλιά, βαρετή σειρά από εγκυκλοπαίδειες, τις οποίες δεν ήθελε καθόλου. Παρόλα αυτά, όταν οι γονείς της την ρώτησαν αν της άρεσε το χριστουγεννιάτικο δώρο της εκείνη απάντησε: «Είναι πάρα πολύ όμορφο, ευχαριστώ. Είναι ακριβώς αυτό που ήθελα».

στ) «Ειρωνεία»: σενάριο αναγνώρισης 3<sup>ης</sup> τάξης λανθασμένης πεποίθησης (*Strange stories tasks, Happe, 1994*).

Η μητέρα της Άνν έχει ξοδέψει πολύ χρόνο για να μαγειρέψει στην Άνν το αγαπημένο της γεύμα: ψάρια και πατάτες. Αλλά όταν το πηγαίνει στην Άνν, εκείνη βλέπει τηλεόραση και δεν την κοιτάζει καν, ούτε της λέει ευχαριστώ. Η μαμά της Άνν είναι θυμωμένη και της λέει: «Αυτό είναι πολύ ωραίο, δεν είναι; Είναι αυτό που ονομάζω ευγένεια!».

#### Συζήτηση με τα παιδιά και καταγραφή συμπερασμάτων

Ακολουθεί συζήτηση η οποία επικεντρώνεται στο πώς τα παιδιά μπορούν να εξηγήσουν πώς τα ίδια μπορούν να έχουν αληθείς ή ψευδείς πεποιθήσεις που μπορούν να αλλάξουν και πώς οι άλλοι μπορούν να έχουν διαφορετικές πεποιθήσεις από τις δικές τους και να ενεργούν με βάση αυτές τις πεποιθήσεις, πώς αντιλαμβανόμαστε τον ενεργό ρόλο του νου στη διαμόρφωση της πεποίθησης, πώς μπορούμε να προβλέψουμε τις πράξεις των άλλων που υποστηρίζονται από λανθασμένες πεποιθήσεις και να ανακαλέσουμε τις πηγές των δικών μας πεποιθήσεων, να θέσουμε υπό αμφισβήτηση μια δοσμένη πληροφορία και να αναγνωρίσουμε φαινόμενα διαφορετικά από την πραγματικότητα. Μια αναπαράσταση μπορεί να είναι λάθος αναφορικά με ένα πραγματικό αντικείμενο ή γεγονός (FB έργο), η συμπεριφορά μπορεί να είναι λανθασμένη αναφορικά με μια νοητική κατάσταση (ένα λυπημένο άτομο που χαμογελά) και η αντίληψη ή οι πεποιθήσεις 2 ατόμων μπορούν να διαφέρουν (PT έργο). Η συζήτηση κινείται τέλος προς τη σχετικότητα της γνώσης και στο πώς όλη η γνώση κατασκευάζεται και είναι μια άποψη και δεν βασίζεται σε μια και μόνο εξωτερική πραγματικότητα.

### ΕΝΟΤΗΤΑ 1β: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ ΤΟΥ ΝΟΥ II

#### ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 1 ΩΡΑ



### Διδακτικοί χειρισμοί

Η ενότητα αυτή αποτελεί συνέχεια της προηγούμενης ενότητας και διδακτικής παρέμβασης. Αρχικά γίνεται μια αναφορά στα όσα συζητήθηκαν την προηγούμενη φορά. Αναλυτικά θυμόμαστε με τους μαθητές:

- Τι εκφράζει ένα σύννεφο σκέψης.
- Μπορούμε να σκεφτόμαστε και για πράγματα που δεν μπορούμε να δούμε εκείνη τη στιγμή.
- Μια και οι σκέψεις των ανθρώπων για τον κόσμο εξαρτώνται από το τι έχουν δει, αν ο κόσμος αλλάξει, αλλά δεν έχει δει το άτομο την αλλαγή, η σκέψη του για τον κόσμο παραμένει η ίδια
- Αναφορά στη χρήση της σκέψης για να προβλέψουμε τη θέση ενός αντικειμένου.
- Κάποιες φορές τα σύννεφα σκέψης μας είναι ξεπερασμένα. Επίσης διαφορετικοί άνθρωποι μπορεί να έχουν διαφορετικά σύννεφα σκέψης.
- Τα σύννεφα σκέψης των ανθρώπων μπορεί να είναι διαφορετικά και να βασίζονται στη διαφορετική εμπειρία και γνώση των ατόμων.
- Οι άνθρωποι ενεργούμε με βάση τις πεποιθήσεις μας, τις σκέψεις μας για τα πράγματα στον κόσμο και έτσι μπορούμε να αλληλεπιδρούμε με άλλους ανθρώπους, να προβλέψουμε τις συμπεριφορές των άλλων, να κατανοήσουμε τις προθέσεις τους, τις πεποιθήσεις τους και τις επιθυμίες τους, να ερμηνεύσουμε τις πράξεις τους.

Τα παραπάνω θέματα προσεγγίζονται ξανά μέσα από την ενασχόληση με δυο σενάρια αναγνώρισης λανθασμένων πεποιθήσεων 1<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> τάξης.

α) «*Τόνυ και Σάλλυ*»: σενάριο αναγνώρισης πρώτης τάξης λανθασμένης πεποίθησης με απρόσμενη μη-αλλαγή (Doherty, M., & Perner, J., 1988).

«Ένας ήρωας, ο Τόνυ αφήνει τη μπάλα του σε ένα μεγάλο βάζο και ζητά από τη Σάλλυ να τη βάλει στο κουτί όταν τελειώσει με το παιχνίδι. Η Σάλλυ το ξεχνά και ο Τόνυ λανθασμένα πιστεύει ότι η μπάλα θα είναι στο κουτί, όταν επιστρέψει».

β) «*Τα κραγιόνια του Τομ*»: σενάριο αναγνώρισης δεύτερης τάξης λανθασμένης πεποίθησης (Astington et al., 2002).

Αυτή είναι μια ιστορία για τον Τομ και την αδερφή του Μαίρη. Μια μέρα τα δυο αδέρφια βρίσκονται στο δωμάτιο του Τομ. Ο Τομ ζωγραφίζει με την αγαπημένη του μπογιά. «Πάω να πάρω ένα ποτήρι νερό», λέει ο Τομ. Αφήνει τη μπογιά του στο μέσα στο γραφείο του και φεύγει από το δωμάτιο. Ο Τομ ξέρει ότι η αδερφή του θέλει να τον πειράξει και έτσι κρυφοκοιτάζει πίσω από την πόρτα την Μαίρη. Όταν η Μαίρη βλέπει ότι ο Τομ έχει φύγει από το δωμάτιο, αποφασίζει να τον πειράξει λίγο. Παίρνει τη μπογιά του Τομ από το γραφείο και την κρύβει στο καλάθι. Ο Τομ την βλέπει που το κάνει αυτό, αλλά η Μαίρη δεν το ξέρει.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται στους μαθητές οι ακόλουθες κάρτες με ζωγραφιές και συζητάμε για το τι μπορεί να σημαίνει κάθε σύννεφο σκέψης του παιδιού.





Μετά διαβάζουμε 4 κάρτες και οι μαθητές βρίσκουν την εικόνα που αντιστοιχεί η καθεμία:

1. Το αγόρι σκέφτεται το κορίτσι και τον πατέρα.
2. Το αγόρι σκέφτεται ότι το κορίτσι μιλάει στον πατέρα.
3. Το αγόρι σκέφτεται ότι το κορίτσι σκέφτεται τον πατέρα.
4. Το αγόρι σκέφτεται ότι το κορίτσι σκέφτεται αυτόν που σκέφτεται εκείνη.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα ακόλουθα σενάρια στους μαθητές και σχεδιάζουμε τα μοντέλα σκέψης των πρωταγωνιστών των ιστοριών.

γ) «Σάιμον και Τζιμ»: σενάριο αναγνώρισης δεύτερης τάξης λανθασμένης πεποίθησης (Harpe, 1994).

Ο Σάιμον είναι μεγάλος ψεύτης. Ο αδερφός του Σάιμον, ο Τζιμ το γνωρίζει αυτό πολύ καλά, ξέρει ότι ο Σάιμον ποτέ δεν λέει την αλήθεια. Χθες, ο Σάιμον έκλεψε τη ρακέτα του πινγκ-πονγκ του Τζιμ και ο Τζιμ γνωρίζει ότι ο Σάιμον κάπου την έκρυψε αν και δεν μπορεί να βρει πού είναι. Είναι πολύ θυμωμένος. Έτσι βρίσκει το Σάιμον και του

λέει: «Πού είναι η ρακέτα του πιγκ-πονγκ; Πρέπει να την έχεις κρύψει είτε στο ντουλάπι, είτε κάτω από το κρεβάτι σου, γιατί κοιτάξα παντού. Πού βρίσκεται, στο ντουλάπι ή κάτω από το κρεβάτι σου;» Ο Σάμιον του λέει ότι βρίσκεται κάτω από το κρεβάτι του.

δ) *«Τζιλ και Σμιθ»: σενάριο αναγνώρισης τρίτης τάξης λανθασμένης πεποίθησης (Strange stories tasks, Happe, 1994).*

Η Τζιλ ήθελε να αγοράσει ένα γατάκι, έτσι πήγε να δει την κ.Σμιθ, που είχε πολλά γατάκια που δεν ήθελε. Η κ.Σμιθ αγαπούσε πολύ τα γατάκια και δεν θα έκανε ποτέ τίποτα για να τα βλάψει, αν και δεν μπορούσε να τα κρατήσει όλα. Όταν η Τζιλ την επισκέφτηκε δεν ήταν σίγουρη ότι ήθελε ένα από τα γατάκια της κ.Σμιθ, μια και όλα ήταν αρσενικά και αυτή ήθελε ένα θηλυκό. Αλλά η κ.Σμιθ είπε: «Εάν δεμ αγοράσει κανείς τα γατάκια, θα αναγκαστώ να τα πνίξω».

ε) *«Ειρωνεία, Ρόμπερτ και Όλιβερ»: σενάριο αναγνώρισης τρίτης τάξης λανθασμένης πεποίθησης (Filippova & Astington, 2008).*

Ο Ρόμπερτ είναι ένας νέος παίκτης στην ομάδα ποδοσφαίρου. Είναι πραγματικά ενθουσιασμένος που είναι στην ομάδα. Ο καλύτερος φίλος του Ρόμπερτ, ο Όλιβερ, παίζει στην ομάδα. Κατά τη διάρκεια του πρώτου αγώνα, ο Ρόμπερτ χάνει την ευκαιρία να σκοράρει μερικά εύκολα γκολ. Η ομάδα του έχασε τον αγώνα. Μετά το παιχνίδι, ο Όλιβερ λέει στον Ρόμπερτ: «Σίγουρα, είσαι μεγάλος σκόρερ!».

στ) *«Ειρωνεία: Τομ και Άντριαν»: σενάριο αναγνώρισης τρίτης τάξης λανθασμένης πεποίθησης (Kaland, Moller-Nielsen, Galleesen, Mortensen, Gottlieb & Smith, 2002).*

«Ο Τομ είναι ο πιο μικρός από τα αδέρφια και συνέχεια τα κάνει όλα άνω κάτω και το δωμάτιό του είναι συχνά ακατάστατο. Η μητέρα του συχνά παραπονιέται για αυτή την ακαταστασία. Ο μεγαλύτερος αδερφός του, ο Άντριαν, σπάνια ακούει τέτοια σχόλια, αλλά η μαμά του λέει ότι αραιά και πού πρέπει να βοηθά τον πατέρα του να τακτοποιούν τον κήπο του σπιτιού. Τα παιδιά πάνε στα δωμάτιά τους και αρχίζουν να μαζεύουν. Μετά από λίγο η μαμά ρωτάει τα παιδιά εάν τελειώνουν το μάζεμα και ο Άντριαν απαντά ότι έχει κιόλας τελειώσει. Ο μικρός όμως Τομ δεν έχει αρχίσει καν το μάζεμα. Η μητέρα ζητάει από τον Άντριαν να ελέγξει το δωμάτιο του Τομ και να δει αν το έχει μαζέψει. Ο Άντριαν ανοίγει την πόρτα του δωματίου, ρίχνει μια ματιά και βλέπει το δωμάτιο όπως είναι συνήθως. Ο Άντριαν φωνάζει στη μητέρα του: «Μαμά, ο Τομ έχει κάνει ως συνήθως μια υπέροχη δουλειά τακτοποιώντας το δωμάτιό του!»

Συζήτηση με τα παιδιά και καταγραφή συμπερασμάτων

Η συζήτηση θα κινηθεί τέλος προς τη σχετικότητα της γνώσης και πώς όλη η γνώση κατασκευάζεται και είναι μια άποψη και δεν βασίζεται σε μια και μόνο εξωτερική πραγματικότητα.

## **ΕΝΟΤΗΤΑ 2: ΠΡΟΣΩΠΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΟΛΟΓΙΑ**

**ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 6 ΩΡΕΣ**

### Βασικοί στόχοι:

- να εξασκηθούν στη δημιουργία επιχειρημάτων, στην αξιολόγηση των εμπειρικών δεδομένων και στη χρήση επιστημικών και επιστημονικών κριτηρίων για την αξιολόγηση της αξιοπιστίας ενός επιστημονικού επιχειρήματος (πώς αποφασίζουμε για την αξιοπιστία της γνώσης μας, πώς επιτυγχάνεται ο συντονισμός ανάμεσα στα εμπειρικά δεδομένα και στη θεωρία μας)
- να δημιουργούν επιχειρήματα και αντεπιχειρήματα για να υποστηρίξουν την άποψή τους
- να στοχάζονται πάνω στη σκέψη τους και να σκέφτονται για τη γνώση τους

### *ΕΝΟΤΗΤΑ 2α: ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΩΝ Ι*

*ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 2 ΩΡΕΣ*

*Διάκριση ανάμεσα σε θεωρητικές εξηγήσεις και σε εμπειρικές αποδείξεις*

#### Διδακτικοί χειρισμοί

Αρχικά οι μαθητές διαβάζουν τρία σεντ επιχειρημάτων όπου το ένα βασιζόταν σε μια θεωρητική εξήγηση και το άλλο βασιζόταν σε μια εμπειρική τεκμηρίωση και προσπαθούν να επιλέξουν το καλύτερο επιχείρημα από κάθε σεντ.

*Θέμα 1: Γιατί οι νέοι αρχίζουν το κάπνισμα;*

#### 1<sup>ο</sup> επιχείρημα:

Ο Γιάννης λέει ότι οι νέοι αρχίζουν το κάπνισμα, γιατί βλέπουν τις διαφημίσεις που παρουσιάζουν το κάπνισμα τόσο ελκυστικό. Όλοι θα ήθελαν να μοιάσουν σε έναν ωραίο νέο που φοράει ωραία ρούχα κι έχει ένα τσιγάρο στο στόμα του.

#### 2<sup>ο</sup> επιχείρημα:

Ο Χρήστος λέει ότι οι νέοι αρχίζουν το κάπνισμα γιατί βλέπουν τις διαφημίσεις που παρουσιάζουν το κάπνισμα τόσο ελκυστικό. Όταν απαγορεύτηκαν οι διαφημίσεις από την τηλεόραση, μειώθηκε το κάπνισμα.

*Θέμα 2: Γιατί οι εγκληματίες ξανααγυρνούν στο έγκλημα;*

1<sup>ο</sup> επιχείρημα:

Ο Χρήστος λέει ότι οι εγκληματίες ξανααγυρνούν στο έγκλημα γιατί η κοινωνία δεν τους δέχεται πίσω και κάπως πρέπει να βρουν χρήματα για να ζήσουν. Όταν ενημερώθηκαν οι εργοδότες και τους δόθηκαν κίνητρα για να προσλαμβάνουν πρώην εγκληματίες στις επιχειρήσεις τους, μειώθηκε ο αριθμός των εγκληματιών που ξανααγυρούσαν στο έγκλημα.

2<sup>ο</sup> επιχείρημα:

Ο Γιάννης λέει ότι οι εγκληματίες ξανααγυρνούν στο έγκλημα γιατί η κοινωνία δεν τους δέχεται πίσω και κάπως πρέπει να βρουν χρήματα για να ζήσουν. Ο κόσμος τους αντιμετωπίζει με επιφύλαξη, τους φοβάται, δεν τους πλησιάζει και δύσκολα κάποιος τους προσλαμβάνει στην επιχείρησή του.

*Θέμα 3: Γιατί πρέπει να απαγορευτεί το κάπνισμα στους δημόσιους χώρους;*

1<sup>ο</sup> επιχείρημα:

Ο Κώστας πιστεύει ότι το κάπνισμα πρέπει να απαγορευτεί στους δημόσιους χώρους, όπως είναι τα εστιατόρια και οι καφετέριες, γιατί ο καπνός κάνει πολύ κακό ακόμη και σε αυτούς που δεν καπνίζουν. Όλοι θα ήθελαν να πίνουν το χυμό τους σε ένα καθαρό περιβάλλον, χωρίς καπνό.

2<sup>ο</sup> επιχείρημα:

Ο Γιάννης πιστεύει ότι το κάπνισμα πρέπει να απαγορευτεί στους δημόσιους χώρους, όπως είναι τα εστιατόρια και οι καφετέριες, γιατί ο καπνός κάνει πολύ κακό ακόμη και σε αυτούς που δεν καπνίζουν. Μελέτες έχουν δείξει πόσο κακό είναι το παθητικό κάπνισμα και πόσο μπορεί να βλάψει την υγεία αυτών που δεν καπνίζουν.

Στη συνέχεια ακολουθεί συζήτηση πάνω στις απαντήσεις των μαθητών και στην ποιότητα των επιχειρημάτων. Απαιτείται μια επιστημολογική κατανόηση της επιστήμης η οποία συμπεριλαμβάνει το συντονισμό των τεκμηρίων με τις εξελισσόμενες θεωρίες και η οποία κατασκευάζεται από τους ανθρώπους. Επίσης, συζητούνται αντίστοιχες περιπτώσεις επιχειρημάτων.

*ΕΝΟΤΗΤΑ 2β: ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΩΝ Ι*

*I*

*ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 2 ΩΡΕΣ*

*Αξιολόγηση επιχειρημάτων, επιστημικά κριτήρια, έρευνα και ερμηνεία εμπειρικών  
δεδομένων*

Διδακτικοί χειρισμοί

Αρχικά οι μαθητές διαβάζουν την παρακάτω επιστολή και δημιουργούν επιχειρήματα υπέρ και κατά της χρηματοδότησης ενός νέου ζωολογικού κήπου (Simon, Erduran & Osborne, 2006).

Διεθνής οργανισμός  
Δημόσιας χρηματοδότησης  
Αθήνα,  
Ελλάδα

3 Απριλίου 2009

Αγαπητέ μαθητή,

με μεγάλη χαρά σε προσκαλώ σε ένα νέο πρότζεκτ που θα λάβει χώρα στο σχολείο σου. Αυτή την περίοδο ρωτάμε μαθητές για να μας πουν τη γνώμη τους σχετικά με το αν ο οργανισμός μας πρέπει να χρηματοδοτήσει το άνοιγμα ενός νέου ζωολογικού κήπου.

Κάποιοι άνθρωποι πιστεύουν ότι οι ζωολογικοί κήποι πρέπει να απαγορευτούν. Άλλοι πιστεύουν ότι παίζουν ένα σημαντικό ρόλο στην κοινωνία μας. Θα θέλαμε τη βοήθειά σου για να αποφασίσουμε αν πρέπει ή όχι να παρέχουμε οικονομική βοήθεια για ένα νέο ζωολογικό κήπο.

Η δουλειά σας σαν τάξη είναι να παρέχετε επιχειρήματα υπέρ ή κατά της χρηματοδότησης του νέου ζωολογικού κήπου. Είναι σημαντικό φυσικά να δικαιολογήσετε τις επιλογές σας και να παρέχετε τεκμήρια.

Εύχομαι να διασκεδάσετε με αυτή την εργασία. Θα περιμένω με ανυπομονησία να διαβάσω τις αναφορές σας.

Σας ευχαριστώ,

κ. Σταματόπουλος,

Διευθυντής

Στη συνέχεια οι μαθητές διαβάζουν το παρακάτω σενάριο και ακολουθεί συζήτηση πάνω σε αυτό και στη βεβαιότητα και αξιολόγηση της επιστημονικής γνώσης.

Θέμα:

Οι δεινόσαυροι επικράτησαν στη γη για σχεδόν 150 εκατομμύρια έτη. Οι δεινόσαυροι εξαφανίστηκαν στο τέλος της κρητιδικής περιόδου, περίπου 65 εκατομμύρια έτη πριν. Υπάρχουν διαφορετικές απόψεις για το γιατί οι δεινόσαυροι εξαφανίστηκαν. Πρόσφατα ένα νέο εύρημα αναφέρθηκε - ένα στρώμα πλούσιο σε ιρίδιο κοντά στα γεωλογικά στρώματα της κρητιδικής περιόδου.

Κείμενο 1:

Σύμφωνα με τον επιστήμονα Λουίζ Αλβάρεζ, αυτή το εύρημα υποστηρίζει την άποψη του ότι οι δεινόσαυροι εξαφανίστηκαν όταν χτυπήθηκε η γη από έναν μετεωρίτη (οι μετεωρίτες περιέχουν πολύ ιρίδιο). Η σύγκρουση άφησε μια τεράστια ποσότητα σκόνης στον αέρα που εμπόδιζε το φως του ήλιου, με συνέπεια έναν μακρύ σκοτεινό χειμώνα που οδήγησε στην εξαφάνιση των φυτών. Οι δεινόσαυροι πέθαναν από την πείνα και το πολύ κρύο κλίμα.

Κείμενο 2:

Σύμφωνα με τον επιστήμονα Νόρμαν Μακλέοντ, αυτή το εύρημα υποστηρίζει την άποψη του ότι οι δεινόσαυροι εξαφανίστηκαν λόγω των δύσκολων κλιματικών συνθηκών που δημιουργήθηκαν από μια σειρά γιγαντιαίων ηφαιστειακών εκρήξεων από μεγάλο βάθος της γης (οι μεγάλες ποσότητες ιριδίου βρίσκονται στο γήινο πυρήνα). Οι ηφαιστειακές εκρήξεις γέμισαν τον αέρα με δηλητηριώδες αέριο. Αυτό προκάλεσε ένα φαινόμενο του θερμοκηπίου, το οποίο αύξησε τη θερμοκρασία στη γη. Οι δεινόσαυροι πέθαναν από το δηλητηριώδες αέριο και τις πολύ καυτές θερμοκρασίες.

*Μπορεί κάποιος να είναι σίγουρος για το λόγο που εξαφανίστηκαν οι δεινόσαυροι;*

*Τι θα μας έκανε να είμαστε περισσότερο σίγουροι;*

*ΕΝΟΤΗΤΑ 2γ: ΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ ΓΝΩΣΗΣ. ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΕΣ ΑΝΤΙΠΑΡΑΘΕΣΕΙΣ*

*ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 2 ΩΡΕΣ*

Διδακτικοί χειρισμοί

Δίνεται το κείμενο των Smith & Wenk (2005) στους μαθητές και τους ζητείται να σκεφτούν πάνω στις ακόλουθες ερωτήσεις.

«Κάθε μέρα οι επιστήμονες βρίσκουν τις σωστές εξηγήσεις για πάρα πολλά θέματα που ερευνούν. Για παράδειγμα, οι επιστήμονες γνωρίζουν ότι στον πλανήτη Άρη δεν



υπάρχει νερό και έτσι δεν μπορούν να ζήσουν οι άνθρωποι εκεί. Για τα θέματα που έχει βρεθεί η σωστή εξήγηση, θα πρέπει να ρωτάμε τους ειδικούς για να μας πουν τι είναι σωστό. Για τα θέματα που δεν υπάρχει σωστή εξήγηση ακόμη, οι γνώμες όλων είναι το ίδιο καλές».

1. Συμφωνείς με όσα λέει ο μαθητής αυτός; Γιατί ναι ή γιατί όχι;
2. Νομίζεις ότι η επιστήμη ξέρει τις σωστές εξηγήσεις; Γιατί ναι ή γιατί όχι;
3. Πού θα πας όταν έχεις μια ερώτηση για ένα επιστημονικό θέμα;
4. Τι θα κάνεις όταν βλέπεις ότι υπάρχουν διαφορετικές απόψεις για το ίδιο θέμα;
5. Συμφωνείς με αυτό που λέει ο μαθητής ότι δηλαδή όταν δεν υπάρχουν σωστές εξηγήσεις για ένα θέμα, τότε οι απόψεις όλων είναι το ίδιο καλές;
6. Υπάρχει κάτι που κάνει μια άποψη πιο καλή από κάποια άλλη;

Με βάση το κείμενο αυτό συζητάμε τα ερωτήματα και ανταλλάσσουμε απόψεις για την επιστημονική αλήθεια, το κατασκευάσιμο της γνώσης και τα κριτήρια που θέτει κανείς για την αλήθεια της γνώσης. Πώς προχωράμε σε μια πιο ώριμη κατανόηση των επιστημολογικών βάσεων της επιστήμης, όπου αναγνωρίζει κανείς την επιστημονική γνώση ως κατασκευάσιμη από τους ανθρώπους παρά σαν κάτι που απλά ανακαλύπτουμε στον κόσμο. Αναφορά στην κατασκευή εναλλακτικών πιθανοτήτων (πολλαπλές αναπαραστάσεις της αλήθειας ή θεωρίες) που πρέπει να συγχρονιστούν με τα τεκμήρια σε μια διαδικασία που συγκροτεί την επιστημονική δουλειά. Επιστημονική γνώση ως κάτι που εξελίσσεται και είναι υποκείμενη στη θεώρηση.

Ακολουθεί συζήτηση με βάση δυο κείμενα για συγκεκριμένες επιστημονικές αντιπαραθέσεις.

Κείμενο πρώτο:

«Ο Κορξ είναι ένας εξωγήινος από τον πλανήτη ΧΑΝ. Στον πλανήτη αυτό όλοι οι εξωγήινοι έχουν κάποια ειδικά οπτικά φίλτρα στα μάτια τους και έτσι βλέπουν με διαφορετικά χρώματα τα πράγματα. Βλέπουν τα δέντρα κόκκινα και το χρώμα μπλε. Ο Γιάννης είναι ένας αστροναύτης που ζει στη γη. Μια μέρα ξεκινά με το διαστημόπλοιό του να ταξιδέψει σε μακρινούς πλανήτες και προσγειώνεται στον πλανήτη ΧΑΝ. Κατεβαίνει από το διαστημόπλοιό του και πλησιάζει τους εξωγήινους. «Γεια σας, έρχομαι από τον πλανήτη γη. Ο πλανήτης μου μοιάζει πολύ με το δικό σας. Όπως στον πλανήτη σας, έτσι και στη γη, τα δέντρα είναι πράσινα και το χρώμα είναι καφέ». Ο Κορξ τον κοιτά με απορία «Μα οι πλανήτες μας δεν μοιάζουν καθόλου. Τα δέντρα μας είναι κόκκινα και το χρώμα μας είναι μπλε».

- «Γιατί πιστεύεις ότι διαφωνούν έτσι;»

- «Ποιος πιστεύεις ότι έχει δίκιο;», «Γιατί;»
- «Υπάρχει κάποιος τρόπος να μάθουμε σίγουρα αν ...;», «Εάν ακολουθούσαν αυτό τον τρόπο, θα ήξεραν σίγουρα;»
- «Μπορούν και οι δυο να είναι σωστοί ή κάποιος μπορεί να κάνει λάθος;»

Κείμενο δεύτερο:

«Η Εχινάκια είναι ένα φυτό που το βρίσκουμε στη Βόρειο Αμερική και το χρησιμοποιούμε όταν έχουμε ένα κρύωμα ή μια γρίπη. Επίσης, το χρησιμοποιούμε για να γίνει ο οργανισμός μας πιο δυνατός και να μην αρρωσταίνουμε συχνά. Επειδή αυτό το φυτό το χρησιμοποιούν πολλοί άνθρωποι, οι επιστήμονες έκαναν πολλές έρευνες για να δουν πόσο αποτελεσματικό είναι.

Κάποιες από τις έρευνες έδειξαν ότι το φυτό αυτό είναι πολύ αποτελεσματικό και βοηθά πολύ να γίνουμε καλά όταν είμαστε κρυωμένοι. Άλλες έρευνες έδειξαν ότι το φυτό αυτό δεν μας βοηθά καθόλου και είναι καλύτερα να πάρουμε άλλα φάρμακα. Έτσι, υπάρχουν δυο διαφορετικές απόψεις για το αν πρέπει ή όχι να χρησιμοποιούμε το φυτό αυτό και επίσης, κάποιοι επιστήμονες λένε ότι η Εχινάκια κάνει κακό στον οργανισμό μας, ενώ κάποιοι άλλοι λένε το αντίθετο.»

5. Πώς είναι δυνατόν να διαφωνούν οι επιστήμονες για το αν το φυτό Εχινάκια μας βοηθά ή όχι να αντιμετωπίσουμε το κρύωμα;
6. Πώς είναι δυνατόν να διαφωνούν οι επιστήμονες για το αν το φυτό Εχινάκια κάνει κακό ή καλό στον οργανισμό μας;
7. Σε μια αντιπαράθεση σαν κι αυτή, είναι η μια εξήγηση σωστή κι η άλλη λάθος; *Εάν, ναι:* τι είναι αυτό που κάνει μια εξήγηση σωστή και μια άλλη λάθος; *Εάν, όχι:* Μπορεί η μια να είναι πιο σωστή από την άλλη; Τι είναι αυτό που την κάνει καλύτερη;
8. Τι μπορούν να κάνουν οι επιστήμονες για να λύσουν αυτή τη διαφωνία τους; *Εάν γίνει αναφορά στα πειράματα:* Ποιο πείραμα θα μπορούσε να γίνει σε αυτή την περίπτωση; *Εάν δεν γίνει αναφορά στα πειράματα:* Είναι πιθανό να μπορούν να κάνουν κάποιο πείραμα; Πώς θα ήταν ένα τέτοιο πείραμα;

### ΕΝΟΤΗΤΑ 3: ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΙΑΚΗ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑ

#### ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 7 ΩΡΕΣ

Βασικοί στόχοι:

- να συγκρίνουν προηγούμενες αναπαραστάσεις με τις επιστημονικές και να αναγνωρίζουν την πορεία εξέλιξης και τα πλεονεκτήματα της μιας αναπαράστασης πάνω στην άλλη
- να κατασκευάζουν εννοιολογικά μοντέλα και να ελέγχουν τη διαδικασία αναδιοργάνωσης των εννοιολογικών μοντέλων τους
- να αναγνωρίζουν τις διαφορές και ομοιότητες ανάμεσα στις αλληλοσυγκρουόμενες συλλήψεις της πραγματικότητας, να κατανοούν και να ερμηνεύουν τη διαφορά ανάμεσα σε αυτό που «φαίνεται» και σε αυτό που πραγματικά «είναι».

#### *ΕΝΟΤΗΤΑ 3α: ΣΧΗΜΑ ΓΗΣ*

#### *ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 2 ΩΡΕΣ*

#### Διδακτικοί χειρισμοί

Αρχικά γίνεται μια συζήτηση με τα παιδιά για την έννοια του μοντέλου. Γίνονται κάποιες εισαγωγικές ερωτήσεις:

*«Τι σας έρχεται στο μυαλό όταν ακούτε τη λέξη μοντέλο; Για ποιο σκοπό υπάρχουν τα μοντέλα; Όταν φτιάχνουμε ένα μοντέλο, τι πρέπει να κρατάμε στο νου μας ή να σκεφτόμαστε; Μπορεί ένας επιστήμονας να έχει περισσότερα από ένα μοντέλα για το ίδιο πράγμα; Μπορούν οι επιστήμονες να αλλάζουν τα μοντέλα τους;»*

Συνεχίζουμε ζητώντας από τους μαθητές να φτιάξουν το δικό τους μοντέλο για τη γη και για το πού ζουν οι άνθρωποι στη γη. Στη συνέχεια η συζήτηση κινείται γύρω από τα μοντέλα που έχουν ήδη σχηματίσει και οι μαθητές αιτιολογούν τις κατασκευές τους.

*«Τι σε κάνει να σκέφτεσαι ότι η γη έχει αυτό το σχήμα; Πώς το ξέρεις ότι η γη έχει αυτό το σχήμα;»*

Συνεχίζουμε τη συζήτηση λέγοντας στους μαθητές:

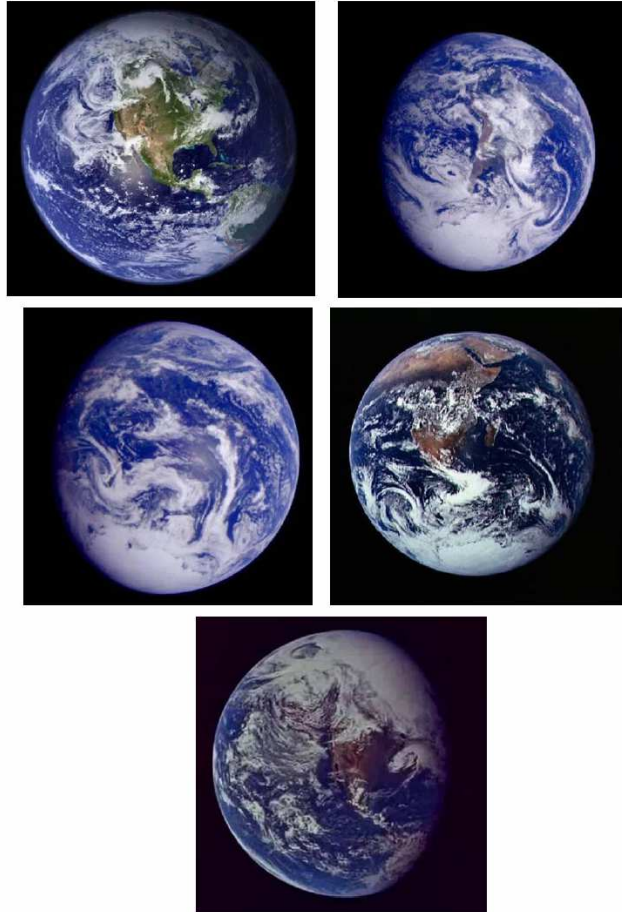
*«Από τα αρχαία χρόνια οι άνθρωποι αναρωτιόντουσαν «Ποιο είναι το σχήμα της γης;». Η Ελλάδα ήταν το κέντρο όπου πολλοί άνθρωποι συναντιόντουσαν και αντάλλασαν απόψεις για τη γη και τον ουρανό. Κάποιοι αρχαίοι Έλληνες άκουσαν αυτές τις ιστορίες και αναρωτήθηκαν για την αλήθεια τους. Αυτοί οι άνθρωποι προσπάθησαν να επινοήσουν μοντέλα που να παρέχουν τις καλύτερες εξηγήσεις για όσα έβλεπαν στον ουρανό.»*

*Μπορείς να σκεφτείς τι πίστευαν για το σχήμα της γης οι αρχαίοι Έλληνες; Μπορείς να δείξεις με την πλαστελίνη το μοντέλο της γης που είχαν στο μυαλό τους οι αρχαίοι Έλληνες; Τότε πίστευαν ότι η γη είναι επίπεδη σαν μια πολύ μεγάλη ίσια επιφάνεια, γιατί έτσι φαίνεται να είναι. Οι Βαβυλώνιοι μάλιστα θεωρούσαν τη γη σαν ένα πολύ μεγάλο δίσκο, μια τεράστια επίπεδη, στρογγυλή τηγανίτα, που επιπλέει στη θάλασσα. Επίσης, ο Όμηρος στην Ιλιάδα περιγράφει τη γη σαν ένα πολύ μεγάλο στρογγυλό δίσκο.*

*Τώρα ξέρουμε ότι η γη δεν είναι επίπεδη, αλλά σφαιρική, δηλαδή είναι στρογγυλή σαν μια μεγάλη μπάλα. Πρώτος ο Πυθαγόρας και μετά ο Αριστοτέλης υποστήριζαν ότι η γη είναι στρογγυλή σαν μπάλα. Γιατί πιστεύεις ότι αυτοί δεν είχαν πειστεί από τους μέχρι τότε ισχυρισμούς ότι η γη είναι επίπεδη; (αναφορά στο κατασκευάσιμο της γνώσης, στη σχέση θεωρίας-υπόθεσης-απόδειξης).*

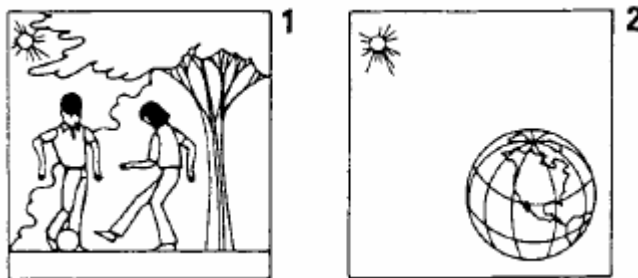
*Το γεγονός αυτό επιβεβαιώθηκε στην πράξη τον 16<sup>ο</sup> αιώνα μ.Χ. μετά το ταξίδι του μεγάλου θαλασσοπόρου Μαγγελάνου. Ο Μαγγελάνος αναχώρησε στις 21 Σεπτεμβρίου του 1519 από την Ισπανία με στόχο να ανακαλύψει το πέρασμα μεταξύ των δυο ωκεανών, τον Ειρηνικό και τον Ατλαντικό. Μετά από τρία χρόνια, το 1522, επέστρεψε και πάλι στην Ισπανία αφού είχε κάνει το γύρο του κόσμου. Το πλοίο του Μαγγελάνου ήταν το πρώτο πλοίο που κατάφερε να γυρίσει ολόκληρη τη γη, αποδεικνύοντας ότι η γη είναι στρογγυλή σαν μια μεγάλη μπάλα.»*

Στη συνέχεια τα παιδιά βλέπουν φωτογραφίες της γης στο διάστημα.



Αυτές οι φωτογραφίες βοηθούν τα παιδιά να δουν ότι η γη δεν είναι επίπεδη. Δείχνουν ότι η γη φαίνεται από παντού σαν κύκλος. Και το μόνο που φαίνεται σαν κύκλος από παντού είναι η σφαίρα. Στη συνέχεια οι φωτογραφίες συγκρίνονται με μια υδρόγειο σφαίρα, η οποία αποτελεί μια ακριβή αναπαράσταση της γης.

*Κάποιος θα μπορούσε να ρωτήσει «πώς γίνεται η γη να είναι στρογγυλή, ενώ σε εμάς φαίνεται επίπεδη;», «πώς η γη δεν φαίνεται σαν μια μπάλα όταν στεκόμαστε σε αυτή;»*



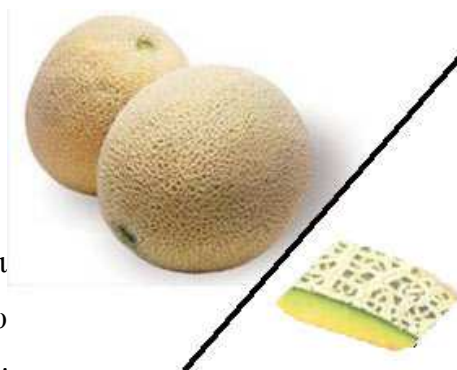
*«Γιατί η γη στην πρώτη εικόνα είναι επίπεδη και στη δεύτερη είναι σφαίρα;», «Τι θα έπρεπε να κάνουμε για να δούμε τη γη σαν μπάλα;», «Πώς φαίνεται η περιοχή του σχολείου σου, αν την κοιτάξεις από πάνω; Πώς θα φαίνεται αν την κοιτάξεις από το αεροπλάνο; Πώς θα φαινόταν αν την κοίταζες από το παράθυρο ενός διαστημόπλοιου;»*

Στη συνέχεια οι μαθητές βλέπουν ένα βίντεο που δείχνει τη γη σε διάφορες κλίμακες και δείχνει την εικόνα που θα είχε κάποιος αν απομακρυνόταν προς το διάστημα.



Σταθείτε πολύ κοντά σε αυτή την υδρόγειο σφαίρα και παρατηρήστε μεμονωμένα κομμάτια πάνω σε αυτή μέσα από ένα κυλινδρικό σωλήνα. Πώς σας φαίνονται αυτά τα κομμάτια;

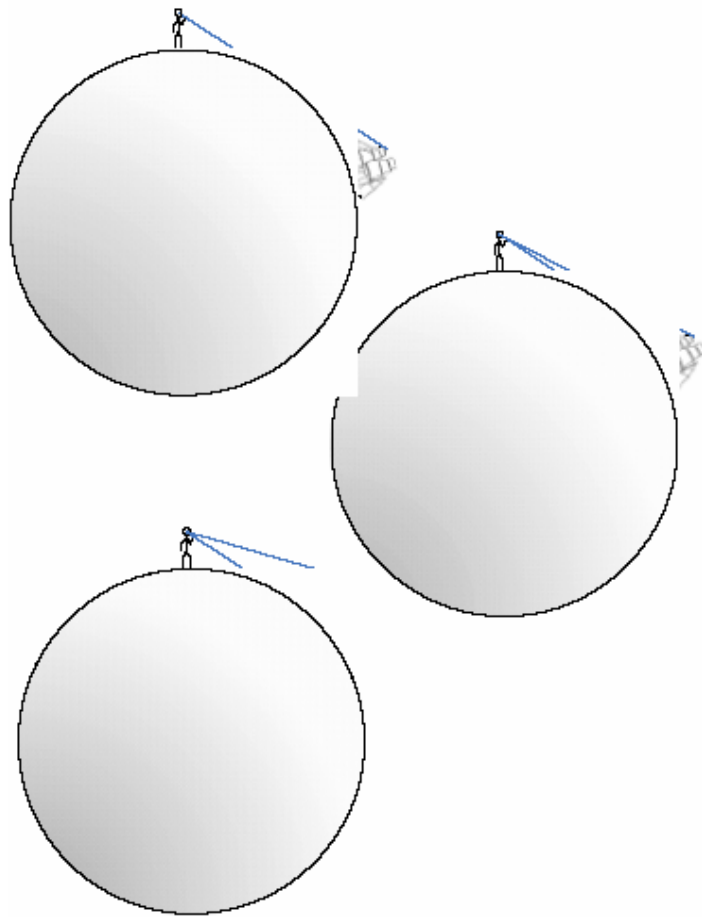
Στη συνέχεια έχουμε ένα πεπόνι από το οποίο κόβουμε ένα κομμάτι και το οποίο μόνο του δείχνει επίπεδο, αλλά όταν το τοποθετούμε ξανά στο πεπόνι δείχνει σφαιρικό.



Η ιδέα ότι η γη είναι  
εικόνα του  
κινείται στην

σφαίρα ενισχύεται από την  
παιχνιδιού-πλοίου που  
επιφάνεια της υδρογείου.

Επειδή οι μαθητές έχουν την εμπειρία πλοίων που πλησιάζουν την ακτή, συζητάμε για το πώς φαίνεται το πλοίο στον ορίζοντα όταν πλησιάζει και για το πώς θα φαινόταν αν η γη ήταν επίπεδη. Για να γίνει πιο ξεκάθαρη η σύγκριση κινούν το παιχνίδι-πλοίο πάνω στην επιφάνεια ενός θρανίου και μιας υδρόγειου σφαίρας. Το πείραμα αυτό είναι αναπαράσταση παρατηρήσεων που έκαναν οι αρχαίοι Έλληνες, με τις οποίες διαπίστωσαν την καμπυλότητα της γης.



*Ας δούμε την υδρόγειο σφαίρα που μας δείχνει πώς είναι η γη. Όταν βλέπουμε ολόκληρη τη γη μας, όπως π.χ. θα την βλέπαμε αν ήμασταν στο φεγγάρι, η γη μας φαίνεται σαν μια μεγάλη στρογγυλή μπάλα. Σε εμάς όμως που ζούμε πάνω στη γη, σε ένα μικρό κομμάτι της όπως είναι η Ελλάδα, η γη μας φαίνεται επίπεδη. Δεν μπορούμε να δούμε ολόκληρη τη γη. Βλέπουμε μόνο ένα πολύ μικρό κομμάτι που μας φαίνεται επίπεδο, όταν είμαστε πάνω σε αυτό. Ενώ λοιπόν η γη είναι μια πολύ μεγάλη σφαίρα, επειδή εμείς βρισκόμαστε πάνω σε ένα πολύ μικρό κομμάτι της, μας φαίνεται επίπεδη.*

*Μπορείς να σκεφτείς πώς θα μπορούσαμε να απαντήσουμε στις παρακάτω ερωτήσεις με βάση κάθε μοντέλο (της επίπεδης γης και της σφαιρικής γης);*

*«Αν ταξιδέψω για πάρα πολλές μέρες σε ευθεία γραμμή, πού θα φτάσω;»*

*«Έχει τέλος η γη;»*

*«Πού βρίσκεται ο ουρανός;»*

*Φαντάσου ότι είχες ένα πολύ δυνατό τηλεσκόπιο. Θα μπορούσες να το χρησιμοποιήσεις για να δεις ανθρώπους σε πολύ μακρινές χώρες, όπως στην Αμερική ή στην Κίνα; Γιατί; Τι θα έπρεπε να ήταν διαφορετικό για να τους δείτε; Πώς θα έπρεπε να τοποθετήσετε το τηλεσκόπιό σας για να δείτε τους ανθρώπους σε αυτές τις μακρινές χώρες;*

### *ΕΝΟΤΗΤΑ 3β: ΣΧΗΜΑ ΓΗΣ και ΒΑΡΥΤΗΤΑ*

#### *ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 1 ΩΡΑ*

#### Διδακτικοί χειρισμοί

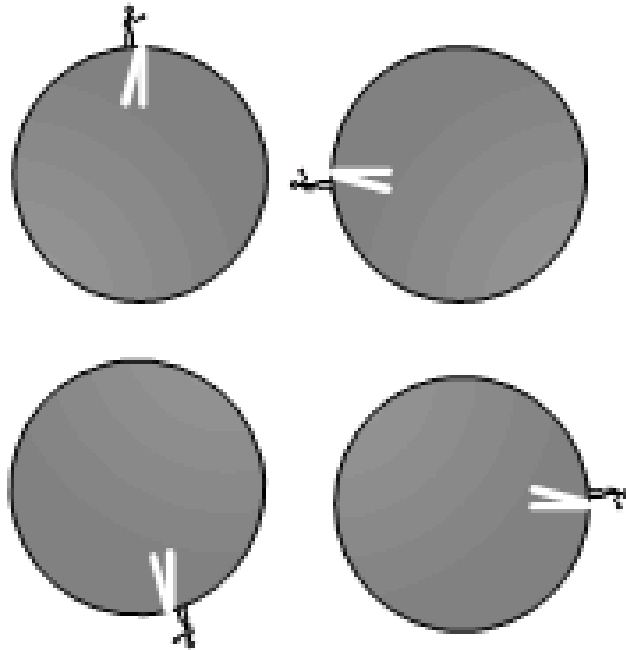
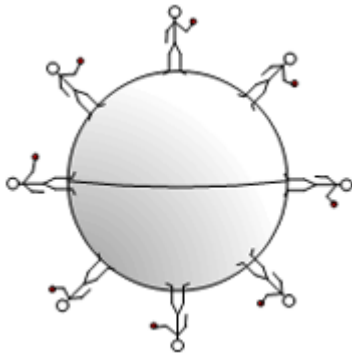
Στους μαθητές παρουσιάζεται ο χάρτης της Αυστραλίας και οι μαθητές λένε ό,τι γνωρίζουν για αυτή τη χώρα. Στη συνέχεια τους ζητείται να ορίσουν τη θέση της χώρας πάνω στην υδρόγειο και η συζήτηση επικεντρώνεται στο πώς είναι δυνατό για τους ανθρώπους και τα αντικείμενα να παραμένουν στο έδαφος της Αυστραλίας χωρίς να πέφτουν στο διάστημα. *«Γιατί στέκονται οι άνθρωποι πάνω στη γη; Πώς στέκονται;»*

Επειδή υπάρχουν μαθητές που γνωρίζουν την έννοια της βαρύτητας και την έχουν χρησιμοποιήσει στις εξηγήσεις τους στα διαγνωστικά έργα, θα ζητήσω από τους μαθητές να προσπαθήσουν να εξηγήσουν τι σημαίνει βαρύτητα.

Δείχνω διάφορα σημεία πάνω στην υδρόγειο και ρωτώ τους μαθητές αν κάποιος μπορεί να ζήσει σε αυτά τα σημεία. Τοποθετούμε φιγούρες στα σημεία στα οποία οι μαθητές υποστηρίζουν ότι μπορούν να ζήσουν άνθρωποι.

*Φαντάσου ότι κάποιος έχει σκάψει αυτό το τούνελ στη γη, που ξεκινά από τον ένα πόλο και σταματά στον άλλο. Φαντάσου ότι ένας άνθρωπος κρατά ένα βράχο στο άνοιγμα του βόρειου πόλου και το πετά. Μπορείς να δείξεις τη διαδρομή του βράχου; Γιατί ο βράχος θα ακολουθήσει αυτή την πορεία;*



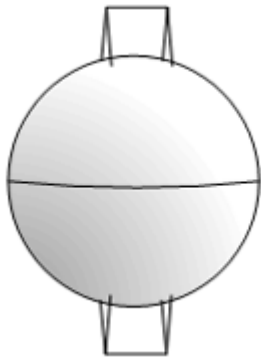


*Σήμερα ξέρουμε ότι αυτό που μας κρατά πάνω στη γη και δεν πέφτουμε από αυτή είναι η δύναμη της βαρύτητας. Η βαρύτητα έλκει τα πάντα που βρίσκονται πάνω στη γη προς το κέντρο της. Έτσι τα εμποδίζει από το να φεύγουν από τη γη και να αιωρούνται στο διάστημα. Εξαιτίας της βαρύτητας οι άνθρωποι μπορούν να ζήσουν σε διάφορα μέρη σε όλη την επιφάνεια της γης, χωρίς να πέφτουν.*

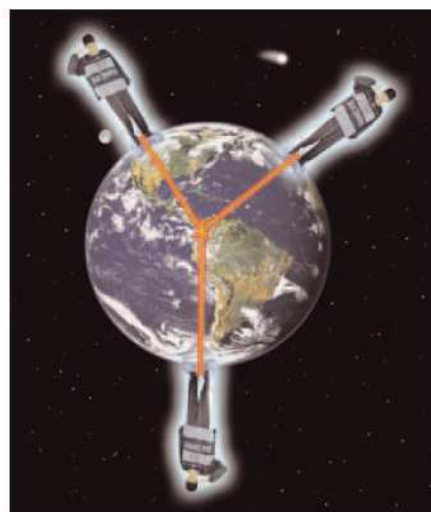
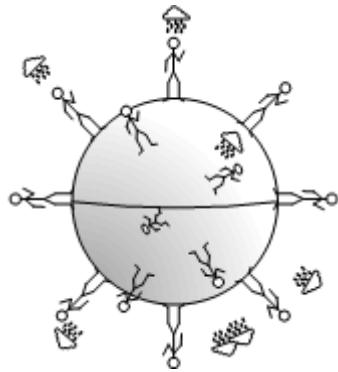
*Ζωγραφίσουμε δυο σύννεφα στο βόρειο και στο νότιο πόλο. Μπορεί κάποιος να ζωγραφίσει την κατεύθυνση της βροχής στους δυο πόλους;*

*Πού θα τοποθετούσατε τους ανθρώπους στη γη αν πιστεύατε στο μοντέλο της επίπεδης γης; Πού θα τοποθετούσατε τους ανθρώπους στη γη αν πιστεύατε το μοντέλο της σφαιρικής γης;*

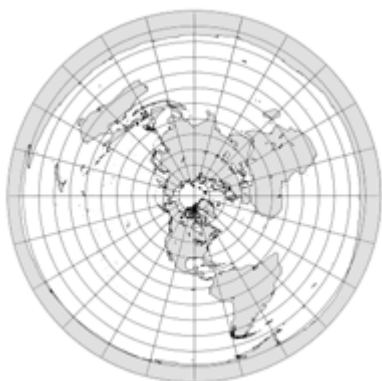
*Δείχνω την εικόνα με τις κούνιες. Πώς θα ζωγραφίζατε το παιδάκι;*



Στη συνέχεια χρησιμοποιώ τη μαγνητική σφαίρα και το μαγνητικό ανθρωπάκι για να δειχθεί ότι η γη συμπεριφέρεται σαν ένας μεγάλος μαγνήτης που έλκει τα πάντα στην επιφάνειά της.



Τέλος, χρησιμοποιήσω μια γη-σφαίρα και γυρνώντας την πάνω κάτω και ρωτάω τους μαθητές αν είναι λάθος να της αλλάξω κατεύθυνση. «Αν γυρίσω τη σφαίρα σε διαφορετικές κατευθύνσεις αλλάζει η έννοια του πάνω-κάτω;». Οι μαθητές επεξεργάζονται επίσης το χάρτη της Αυστραλίας καθώς συζητάμε για τις έννοιες «πάνω-κάτω».



Κλείνοντας συζητάμε για τα μοντέλα γενικά. Τονίζουμε ότι όταν οι επιστήμονες κρίνουν τα διάφορα μοντέλα, δεν ρωτούν αν ένα μοντέλο είναι σωστό. Ρωτούν αν ένα μοντέλο είναι αποδεκτό, δηλαδή αν εξηγεί, προβλέπει και είναι σύμφωνο με τη γνώση που υπάρχει. Μπορεί το ίδιο φαινόμενο μάλιστα να το εξηγούν διαφορετικά μοντέλα. Επίσης, όπως είδαμε τα μοντέλα αλλάζουν και αναθεωρούνται καθώς συλλέγουμε νέα δεδομένα.

Δείχνω στους μαθητές κάποια μοντέλα της γης και βλέπουμε πώς προχωράμε από τα αρχικά μοντέλα στα επιστημονικά (Vosniadou & Brewer).

### *ΕΝΟΤΗΤΑ 3γ : ΗΛΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ / ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ*

#### *ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 2 ΩΡΕΣ*

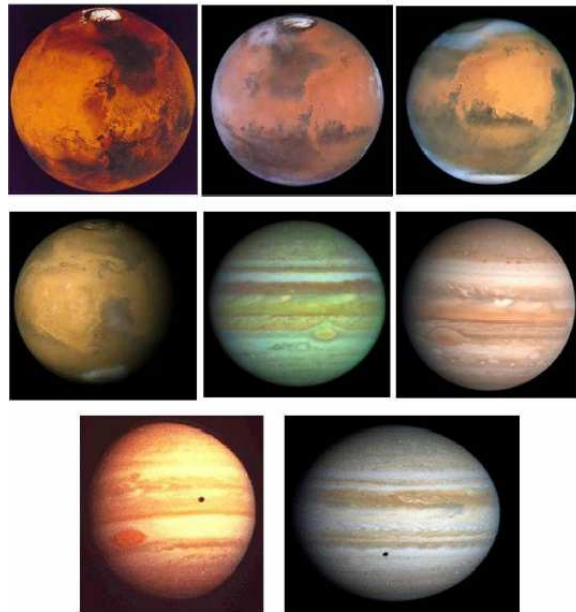
#### Διδακτικοί χειρισμοί

Αρχικά ζητάω από τους μαθητές να σχεδιάσουν μια εικόνα του πλανητικού μας συστήματος που να δείχνει τη γη, τον ήλιο, το φεγγάρι και τους πλανήτες. Συζητάμε πάνω στα μοντέλα που σχημάτισαν.

*«Τα πολύ παλιά χρόνια πολλοί άνθρωποι πίστευαν ότι η γη είναι ένα τεράστιο, ακίνητο φυσικό σώμα από χώμα που βρίσκεται στο κέντρο του σύμπαντος. Πίστευαν ότι ο ήλιος, το φεγγάρι και τα άλλα ουράνια σώματα βρίσκονται και κινούνται από πάνω της. Με βάση αυτή την πεποίθηση μπορείς να δείξεις με την πλαστελίνη σου ποιο μοντέλο θα σχηματίζαμε;*

*Σήμερα όμως ξέρουμε ότι η γη είναι και αυτή ένα ουράνιο σώμα. Ποια άλλα ουράνια σώματα γνωρίζετε; Πώς τα ονομάζουμε αυτά τα ουράνια σώματα; Έτσι και η γη είναι ένας πλανήτης με τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες των άλλων πλανητών.»*

Στη συνέχεια οι μαθητές βλέπουν τις ακόλουθες εικόνες πλανητών στο διάστημα.



*Όλοι οι πλανήτες είναι στρογγυλοί σαν τεράστιες μπάλες και γυρίζουν γύρω από τον εαυτό τους. Επίσης, πολλοί πλανήτες έχουν δορυφόρους, που γυρίζουν γύρω από αυτούς, όπως για παράδειγμα το φεγγάρι που γυρίζει γύρω από τη γη.*

Επικεντρώνουμε την προσοχή μας στον ήλιο και το φεγγάρι. Συζητάμε για συχνότητα εμφάνισης αυτών στη ζωή μας και για τη χρησιμότητά τους.

Συζητάμε για το αποδεκτό μοντέλο του ηλιακού συστήματος και ζητάω από τους μαθητές να ζωγραφίσουν τη γη, τον ήλιο και το φεγγάρι έτσι ώστε να φαίνεται ποιο από αυτά είναι το μεγαλύτερο και ποιο το μικρότερο.

Στη συνέχεια δείχνω στους μαθητές το αποδεκτό επιστημονικό μοντέλο και συζητάμε για τα σχετικά μεγέθη.

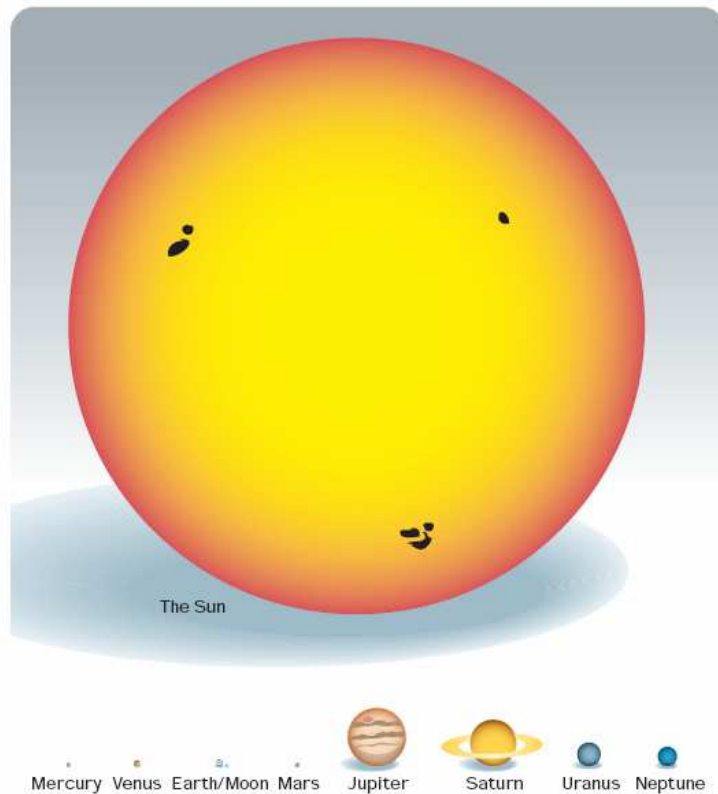


Figure 1.3. This illustration shows the correct relative sizes of the Sun and eight major planets. It does not show correct distances.

*Πώς φαίνονται ο ήλιος και η σελήνη από τη γη; Μπορείτε να εξηγήσετε γιατί συμβαίνει αυτό;*

Κρατάω ένα μπαλόνι και ένα παιδί σε μεγάλη απόσταση κρατάει ένα άλλο μπαλόνι ίσου μεγέθους και πλησιάζει προς τους άλλους μαθητές. Έτσι οι μαθητές παρατηρούν το πώς μεταβάλλεται το μέγεθος του μπαλονιού καθώς πλησιάζει. Έτσι και ο ήλιος φαίνεται περίπου ίσος με τη σελήνη λόγω των διαφορετικών αποστάσεων των δυο σωμάτων από τη γη.

Ζητείται από τους μαθητές να κατασκευάσουν το πώς πραγματικά είναι τα ουράνια αυτά σώματα το ένα σε σχέση με το άλλο και το πώς μας φαίνονται από τη γη.



Ουράνιο σώμα	Διάμετρος	Απόσταση από τον Ήλιο	Γνωστοί δορυφόροι
Ήλιος	1.392.000 χμ.		
Ερμής	4.878 χμ.	58.000.000 χμ.	0
Αφροδίτη	12.100 χμ.	107.500.000 χμ.	0
Γη	12.756 χμ.	149.600.000 χμ.	1
Άρης	6.380 χμ.	227.800.000 χμ.	2
Δίας	142.800 χμ.	777.900.000 χμ.	16
Κρόνος	120.660 χμ.	1.472.000.000 χμ.	> 20
Ουρανός	51.024 χμ.	2.870.000.000 χμ.	15
Ποσειδώνας	50.950 χμ.	4.486.000.000 χμ.	8

### ΕΝΟΤΗΤΑ 3δ : ΗΛΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ / ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ

ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 1 ΩΡΑ

#### Διδακτικοί χειρισμοί

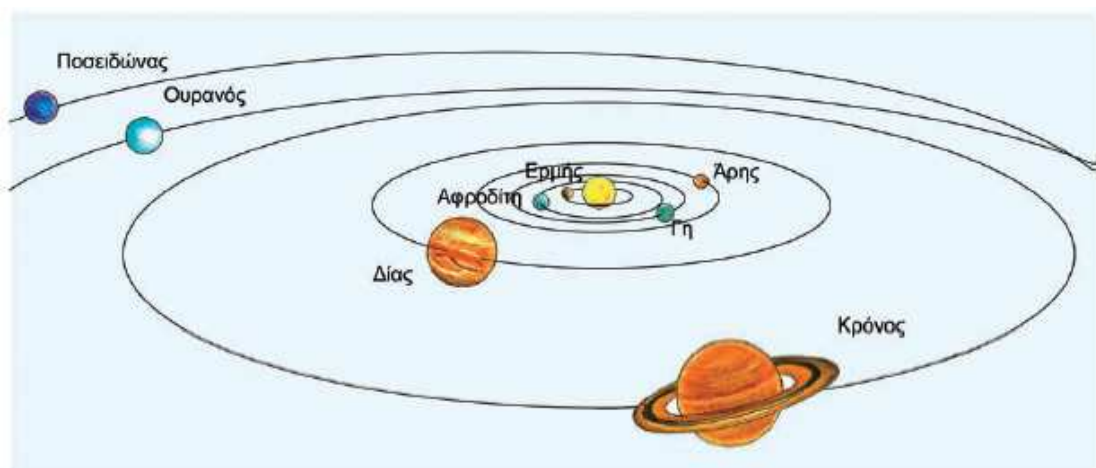
Διαβάζουμε το ακόλουθο κείμενο:

«Η Μαρία είδε σε ένα ντοκιμαντέρ στην τηλεόραση ότι ο Κλαύδιος Πτολεμαίος (2<sup>ος</sup> αιώνας μ.Χ.) υποστήριξε ότι η γη βρίσκεται στο κέντρο του πλανητικού συστήματος

και γύρω της περιφέρονται οι πλανήτες, ο Ήλιος και τα υπόλοιπα αστέρια. Η Κατερίνα είδε σε ένα άλλο ντοκιμαντέρ ότι ο Κοπέρνικος τοποθετεί τον Ήλιο στο κέντρο του πλανητικού συστήματος και τους πλανήτες να περιφέρονται σε κυκλικές τροχιές γύρω από αυτόν».

*Μπορείς να σχεδιάσεις το μοντέλο που πηγάζει από κάθε άποψη; Πώς θα σχεδιάζε ο Πτολεμαίος το πλανητικό σύστημα και πώς θα το σχεδιάζε ο Κοπέρνικος; Ποιες διαφορές εντοπίζεις ανάμεσα στα δυο μοντέλα; Ποιο από τα δυο μοντέλα είναι αποδεκτό σήμερα; Γιατί πιστεύεις ότι άλλαξε το παλιό μοντέλο στο σημερινό αποδεκτό;*

«Η γη είναι ένας από τους 9 πλανήτες (Ερμής, Αφροδίτη, Γη, Άρης, Δίας, Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδώνας και Πλούτωνας (από το 2006 έχει αφαιρεθεί γιατί άλλαξαν τα κριτήρια για το τι ονομάζουν οι επιστήμονες πλανήτη)) του ηλιακού μας συστήματος. Το ηλιακό σύστημα αποτελείται από τον ήλιο που βρίσκεται στο κέντρο και από τους πλανήτες που γυρίζουν γύρω του. Στην εικόνα που ακολουθεί μπορείς να δεις τον ήλιο και τους άλλους πλανήτες που γυρίζουν γύρω του. Μέσα σε αυτή την εικόνα είναι και η γη. Δίπλα στη γη φαίνεται και το φεγγάρι (αναφορά ξανά στα σχετικά μεγέθη).»





*Μπορείς να εξηγήσεις γιατί ενώ στο κέντρο του πλανητικού συστήματος βρίσκεται ο ήλιος, εμείς που ζούμε στη γη νομίζουμε ότι βρίσκεται η γη και γύρω της γυρίζουν οι υπόλοιποι πλανήτες; Έχετε σκεφτεί γιατί οι πλανήτες γυρίζουν γύρω από τον ήλιο;*

Στη συνέχεια κάνουμε ένα μικρό πείραμα: χρησιμοποιούμε μια μπάλα η οποία αναπαριστά τον ήλιο και ένα κουρδιστό αυτοκινητάκι που αναπαριστά τη γη. Συνδέουμε τα δυο κομμάτια με ένα κομμάτι σκοινί το οποίο αναπαριστά την έλξη που ασκεί ο ήλιος πάνω στη γη. Θέτουμε σε κίνηση το αυτοκινητάκι που περιστρέφεται γύρω από τον ήλιο.

*Αφού η γη γυρίζει γιατί εμείς δεν καταλαβαίνουμε την κίνησή της αυτή;*

### *ΕΝΟΤΗΤΑ 3ε: ΕΝΑΛΛΑΓΗ ΗΜΕΡΑΣ-ΝΥΧΤΑΣ*

#### *ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 1 ΩΡΑ*

#### Διδακτικοί χειρισμοί

*Γνωρίζετε τις κινήσεις που κάνει η γη και το φεγγάρι;*

Στη συνέχεια δείχνω στους μαθητές στην υδρόγειο ένα σημείο όπου έχει μέρα τώρα και τους ζητώ να μου δείξουν ένα σημείο που τώρα θα έχει νύχτα. Πώς εξηγείτε ότι στην Ελλάδα σε λίγες ώρες θα έχουμε νύχτα;

Στη συνέχεια διαβάζουμε δυο κείμενα που προσπαθούν να εξηγήσουν το φαινόμενο μέρας/νύχτας.

Κείμενο πρώτο:

«Η γη είναι σταθερή και η αλλαγή από μέρα σε νύχτα γίνεται γιατί ο ήλιος κινείται και πηγαίνει πίσω από τα βουνά. Όταν ο ήλιος είναι ψηλά στον ουρανό φωτίζει όλη τη γη. Τότε έχει μέρα. Τη μέρα το φεγγάρι είναι πίσω από τα βουνά και δεν φαίνεται. Καθώς ο ήλιος πηγαίνει πιο χαμηλά στον ουρανό αρχίζει να σουρουπώνει. Όταν ο ήλιος έχει πάει όλος πίσω από τα βουνά σταματάει πια να φωτίζει τη γη και γίνεται νύχτα.



Εντωμεταξύ, το φεγγάρι που ήταν πίσω από τα βουνά αρχίζει να ανεβαίνει σιγά-σιγά πάνω στον ουρανό. Νυχτώνει λοιπόν, γιατί ο ήλιος πηγαίνει πίσω από τα βουνά και το φεγγάρι ανεβαίνει στον ουρανό».

*Μπορείτε να κατασκευάσετε το μοντέλο που πηγάζει από αυτό το κείμενο για να δείξετε το πώς αλλάζει η μέρα και γίνεται νύχτα; Με βάση όσα έχουμε συζητήσει μέχρι τώρα ποια πράγματα πιστεύετε ότι δεν συμβαδίζουν με αυτό το μοντέλο; Πώς αυτό το μοντέλο έρχεται σε αντίθεση με τις αποδείξεις που έχουμε και γιατί δεν εξηγεί καλά τα φαινόμενα; Κείμενο δεύτερο:*

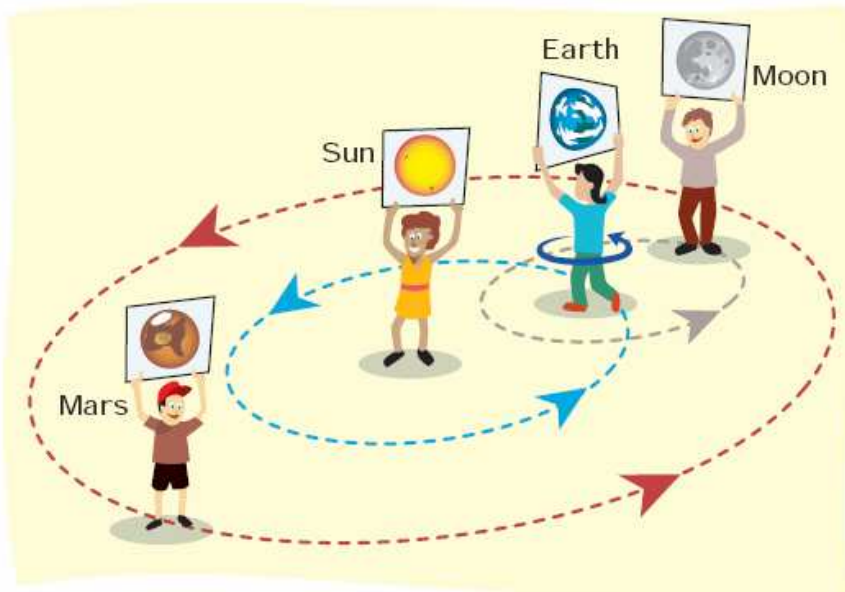
«Η γη είναι στρογγυλή και η αλλαγή από μέρα σε νύχτα γίνεται γιατί η γη γυρίζει γύρω από τον εαυτό της. Το φως του ήλιου φωτίζει μόνο μια πλευρά της γης, αυτή που είναι στραμμένη προς τον ήλιο. Εκεί έχει μέρα. Στην άλλη πλευρά, που δεν φωτίζεται από τον ήλιο, έχει νύχτα. Καθώς η γη περιστρέφεται γύρω από τον εαυτό της, η πλευρά που είχε νύχτα στρέφεται σιγά-σιγά προς τον ήλιο και γίνεται μέρα. Αντίθετα, η πλευρά που είχε πριν μέρα απομακρύνεται σιγά-σιγά από τον ήλιο και γίνεται νύχτα. Το φεγγάρι δεν παίζει κανένα ρόλο στην αλλαγή από μέρα σε νύχτα. Νυχτώνει λοιπόν, γιατί η γη γυρίζει και δεν φαίνεται ο ήλιος».

*Μπορείτε να κατασκευάσετε το μοντέλο που πηγάζει από αυτό το κείμενο για να δείξετε το πώς αλλάζει η μέρα και γίνεται νύχτα; Με βάση όσα έχουμε συζητήσει μέχρι τώρα πιστεύετε ότι το μοντέλο αυτό εξηγεί καλά όσα έχουμε πει και συμβαδίζει με τις αποδείξεις που έχουμε;*

Στη συνέχεια οι μαθητές παρακολουθούν δυο βίντεο (το ένα είναι το διαισθητικό και το άλλο το αποδεκτό επιστημονικό μοντέλο) τα οποία θα πρέπει οι μαθητές να συνδέσουν με το αντίστοιχο κείμενο και ανακεφαλαιώνουμε όσα είπαμε.

Παρουσιάζω στους μαθητές μια υδρόγειο σφαίρα και ένα φακό για ήλιο και οι μαθητές αναπαριστούν το φαινόμενο.

Στη συνέχεια, αναπαριστούν το χορό του ηλιακού συστήματος.



*Αν σταματούσε η γη να γυρίζει γύρω από τον ήλιο θα είχαμε μέρα και νύχτα;*

*Αν μπορούσαμε να αλλάξουμε τον κόσμο μας τι θα έπρεπε να κάνουμε έτσι ώστε να είναι πάντα μέρα στην Ελλάδα;*

Τελειώνουμε με τους μαθητές να παρακολουθούν ένα βίντεο όπου διαπιστώνουν το γιατί μας φαίνεται έτσι η ανατολή και η δύση του ήλιου.

Ανακεφαλαιώνοντας όλη τη διαδικασία τονίζουμε τη σπουδαιότητα της εργασίας ενός επιστήμονα και το τι κάνουν ακριβώς οι επιστήμονες. Τονίζεται επίσης η μη στατικότητα της επιστήμης υπό το πρίσμα των νέων εμπειρικών αποδείξεων.

#### **ΕΝΟΤΗΤΑ 4: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ. ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΓΙΑ ΡΟΛΟ ΚΑΙ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟ ΧΑΡΑΚΤΗΡΑ ΓΝΩΣΗΣ**

**ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 1 ΩΡΑ**

**ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ**

*Ποιες οι σκέψεις σας για την επιστήμη μέσα από αυτή την προσέγγιση σχετικά με τα φαινόμενα της παρατηρησιακής αστρονομίας;*

*Η ιστορία της αστρονομίας αποτελεί μια ιστορία όπου άλλαξαν πολλές φορές οι απόψεις μας για τον κόσμο σαν αποτέλεσμα νέων και καλύτερων δεδομένων. Η επιστήμη δεν είναι ένα στατικό σώμα από γεγονότα, αλλά μια συνεχής διαδικασία που αλλάζει συνεχώς και όλα αναθεωρούνται (αναφορά για παράδειγμα στα μοντέλα της γης).*

*Πιστεύετε ότι μπορεί κανείς να κατακτήσει την απόλυτη αλήθεια, ή ότι κατασκευάζουμε την αλήθεια; Πώς εργάζονται οι επιστήμονες; Τι κάνουν πραγματικά; Η δουλειά των επιστημόνων είναι να θέτουν ερωτήματα και να εξερευνούν. Συνεχώς αλλάζουν οι ιδέες τους και αναθεωρούνται υπό το φως νέων πληροφοριών.*

Ας διαβάσουμε τις παρακάτω απόψεις μαθητών για την επιστήμη.

### 1.

«Η επιστήμη είναι πολλά διαφορετικά πράγματα για μένα. Πρόκειται για την κατανόηση του τι πιστεύω και γιατί το πιστεύω. Πρόκειται για την κατανόηση του πώς λειτουργούν τα πράγματα. Για παράδειγμα, οι φυσικοί θέλουν να γνωρίζουν πώς διαμορφώθηκαν τα άτομα και πώς συγκεντρώθηκαν μαζί για να δημιουργήσουν την ύλη. Ωστόσο, οι φυσικοί δεν μπορούν να γνωρίζουν με βεβαιότητα "πώς" τα άτομα διαμορφώθηκαν διότι το σύμπαν δεν υπήρχε όταν δημιουργήθηκαν. Έτσι οι φυσικοί έχουν αναπτύξει μια θεωρία για το πώς δημιουργήθηκαν τα άτομα. Η θεωρία αυτή είναι κάτι περισσότερο από μια απλή εικασία, είναι με βάση τις δικές τους ιδέες για το πώς θα μπορούσε να είναι το Σύμπαν στην αρχή. Όπως αλλάζουν οι ιδέες τους για το σύμπαν, έτσι αλλάζει και η θεωρία τους για το πώς τα άτομα δημιουργήθηκαν».

### 2.

Η επιστήμη έχει σχέση με τις ιδέες και την κατανόηση. Θα πρέπει να καταλάβουμε με τι είμαστε αντιμέτωποι όταν προσπαθούμε να βρούμε απαντήσεις σε ερωτήματα. Όταν βρίσκετε απαντήσεις, ωστόσο, οι δικές σας ιδέες για το θέμα οδηγούν τα σχέδιά σας για τα πειράματα που θα κάνετε για να απαντήσετε στις ερωτήσεις. Χρησιμοποιείτε τις ιδέες σας και τις εμπειρίες του παρελθόντος για να κατευθύνετε όλα όσα κάνετε.

### 3.

Νομίζω ότι η επιστήμη αλλάζει επειδή οι ιδέες των ανθρώπων αλλάζουν με την πάροδο του χρόνου. Αυτό συμβαίνει ακόμα και στο μάθημα της φυσικής στο σχολείο. Για παράδειγμα, όταν κάποιος σας λέει τις ιδέες του μπορεί να τις καταλάβετε, μπορεί και όχι. Ωστόσο, εάν αλλάξουν την εξήγησή τους λίγο, τότε μπορεί να καταλάβετε καλύτερα. Ή όταν διαφορετικοί μαθητές εξηγούν στην τάξη κάτι πάνω στο οποίο δουλεύουμε όλοι, σύντομα μπορεί πολλοί μαθητές στην τάξη να αλλάξουν τη σκέψη τους. Έτσι αναπτύσσω τις ιδέες μου και εγώ. Θα συζητήσω με τους άλλους μαθητές και θα τους ακούσω τις εξηγήσεις του. Προσπαθώ να δω τα πράγματα από τη δική τους

προοπτική και θα προσπαθήσουν να δουν τα πράγματα από τη δική μου. Όλοι μας αρχίζουμε να αναπτύσσουμε τις ιδέες μας, που είναι ένας συνδυασμός των όσα ακούμε ή συζητάει. Έτσι αλλάζει ο τρόπος σκέψης μου. Πιστεύω ότι οι άνθρωποι οι οποίοι είναι επιστήμονες κάνουν το ίδιο πράγμα. Μόνο όταν αλλάζουν τις ιδέες τους ή τις περιγράφουν από μια διαφορετική προοπτική, τότε αλλάζει και η επιστήμη.

Με βάση αυτά συζητάμε τα παρακάτω δυο σχήματα (αναρτημένα στον πίνακα) για την επιστήμη. Ποιο σχήμα είναι πιο κοντά σε όσα συζητήσαμε για την επιστήμη;

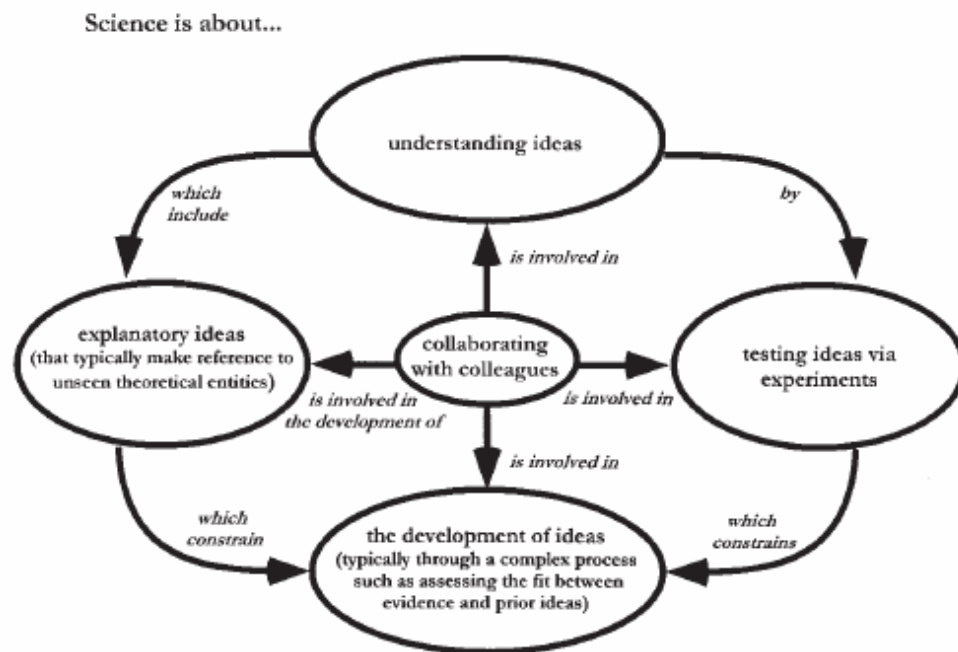


FIGURE 7 Network of ideas in the modal epistemology for students in the constructivist classroom. Labeled arrows indicate some (but not all) of the relations among these ideas.

Science is about....

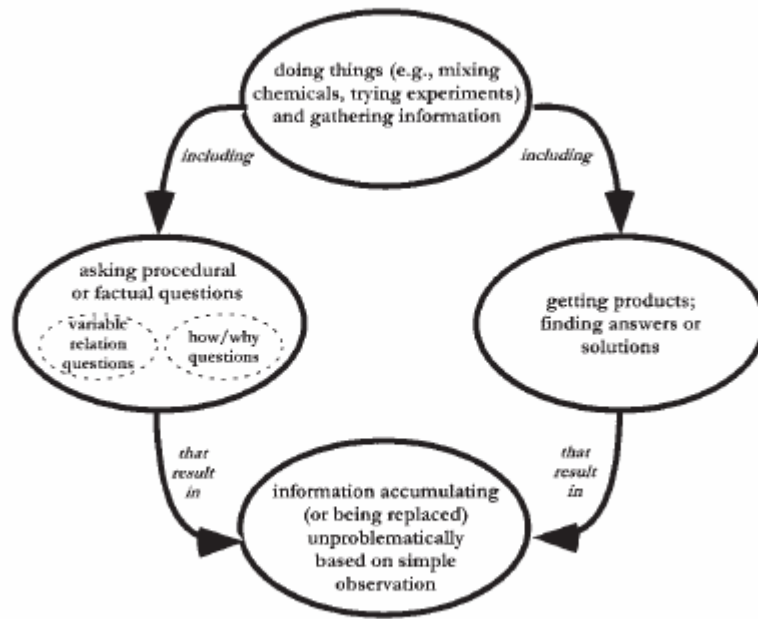


FIGURE 8 Network of ideas in the modal epistemology for students in the comparison classroom. Labeled arrows indicate some (but not all) of the relations among these ideas.

Τέλος, γίνεται μια συζήτηση σχετικά με τα μοντέλα και το ρόλο των μοντέλων στην επιστήμη. Τα μοντέλα σχεδιάζονται για συγκεκριμένους σκοπούς και είναι ένας αφηρημένος τρόπος να αποδίδουν κάποια φαινόμενα. Χρησιμοποιούνται στην κατασκευή και στον έλεγχο ιδεών. Μπορεί να παρέχουν διαφορετικές εννοιολογικές απόψεις για το ίδιο φαινόμενο, είναι ένας τρόπος για να επικοινωνήσουμε τις ιδέες μας, ρόλος τους στην επιστήμη. Μοντέλα ως βάση για συμπεράσματα και προβλέψεις.

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4**

### **ΜΕΛΕΤΗ 7**

#### **4.7.1 ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ ΜΕΤΑ-ΕΛΕΓΧΟΥ**

##### **4.7.1.1 ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ ΘΕΩΡΙΑΣ ΤΟΥ ΝΟΥ**

##### **4.7.1.2 ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΟΛΟΓΙΑΣ**

##### **4.7.1.3 ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ ΘΕΩΡΙΑΣ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΚΟΣΜΟΥ**

#### **4.7.2 ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ**

#### 4.7.1.1.ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ ΘΕΩΡΙΑΣ ΤΟΥ ΝΟΥ

##### Δοκιμασία αναγνώρισης 3<sup>ης</sup> τάξης λανθασμένης πεποίθησης (Muris et.al, 1999).

Είναι καλοκαίρι. Ο Γουίλ και ο Μάικ είναι σε διακοπές. Πάνε μια βόλτα με τα ποδήλατα. Ξαφνικά, πιάνει μια νεροποντή και πρέπει να προφυλαχτούν κάτω από μια στάση λεωφορείου. Κάτω από τη στάση υπάρχουν δυο άντρες ακόμη που στάθηκαν εκεί για να προστατευτούν από τη βροχή. Ένας από τους άντρες λέει: «Ουάου, έχουμε πολύ ωραίο καιρό σήμερα!»

Ερώτηση 1: Τι εννοεί ο άντρας;

\_\_\_\_\_ Ερώτηση 2: Είναι αλήθεια αυτό που λέει ο άντρας;

\_\_\_\_\_ Ερώτηση 3:Γιατί λέει ο άντρας «Ουάου, έχουμε πολύ ωραίο καιρό σήμερα!»;

#### 4.7.1.2.ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΟΛΟΓΙΑΣ

*α) Δοκιμασία διερεύνησης επιστημικής σκέψης στα πεδία του κοινωνικού κόσμου και φυσικού κόσμου.*

Διάβασε τα παρακάτω δυο κείμενα και απάντησε στις ερωτήσεις.

##### **Κείμενο πρώτο**

Η βόρεια και η νότια Λιβία είναι δύο μικρές χώρες που υπήρξαν το 1800 στην Ασία. Εκεί εμφανίστηκε μια σειρά συγκρούσεων μεταξύ των δύο χωρών, που ονομάστηκε οι Λιβιανοί πόλεμοι. Εδώ είναι δύο συνοπτικοί απολογισμοί του πέμπτου Λιβιανού πολέμου που πραγματοποιήθηκε το 1878.

*Ένας σύντομος απολογισμός του 5<sup>ου</sup> Λιβιανού πολέμου από τον ιστορικό της Βόρειας Λιβίας Τζ. Αμπμαν.*

Στις 19 Ιουλίου 1878, κατά τη διάρκεια μιας εθνικής τελετής στη βόρεια Λιβία για να τιμήσουν έναν από τους εθνικούς ηγέτες τους, οι τελετές διακόπηκαν από μια ύπουλη επίθεση από τη νότια Λιβία. Κατά συνέπεια άρχισε ο πέμπτος Λιβιανός πόλεμος. Επειδή η βόρεια Λιβία αιφνιδιάστηκε, οι στρατιώτες ήταν απροετοίμαστοι και έτσι αρχικά η νότια Λιβία κέρδισε μερικές αρχικές μάχες. Κατόπιν η βόρεια Λιβία άρχισε να κερδίζει. Αλλά προτού να μπορέσει να φθάσει η βόρεια Λιβία σε μια τελική νίκη, μια γειτονική μεγάλη χώρα επενέβη για να σταματήσει την περαιτέρω αιματοχυσία.

Παρά τις πρόωρες οπισθοδρομήσεις τους, οι πιο πρόσφατες νίκες της βόρειας Λιβίας είχαν δείξει ότι θα είχαν κερδίσει εάν συνεχίζονταν οι μάχες. Κατά συνέπεια αυτού του πολέμου, η νότια Λιβία αναγνώρισε τελικά ότι για να κερδίσουν κάτι, θα έπρεπε να κάνουν ειρηνικές διαπραγματεύσεις με τη βόρεια Λιβία. Έτσι τελείωσαν οι Λιβιανοί πόλεμοι.

### ***Ένας σύντομος απολογισμός του 5<sup>ου</sup> Λιβιανού πολέμου από τον ιστορικό της Νότιας Λιβίας Ν. Ίβαν.***

Στον τελευταίο πόλεμο, η βόρεια Λιβία είχε επιτεθεί στη νότια Λιβία, είχε πάρει ένα κομμάτι εδάφους και είχε αρνηθεί να φύγει. Η νότια Λιβία δεν θα μπορούσε πια να δεχτεί αυτήν την κατάσταση και ξόδεψε πολλά χρήματα για να ενισχύσει το στρατό της. Στις 20 Ιουλίου 1878, ο πέμπτος Λιβιανός πόλεμος άρχισε. Ο πόλεμος άρχισε με γρήγορες νίκες για τη νότια Λιβία, με συνέπεια να ακολουθήσει ένας μεγάλος εορτασμός. Μετά από αυτές τις νίκες, η νότια Λιβία υπέστη μερικές δευτερεύουσες απώλειες. Αλλά έπειτα μια γειτονική μεγάλη χώρα επενέβη για να σταματήσει την περαιτέρω αιματοχυσία. Παρά τις πιο πρόσφατες οπισθοδρομήσεις τους, η νίκη της νότιας Λιβίας φάνηκε σίγουρη λόγω της καλής της θέσης. Ως συνέπεια αυτού του πολέμου, η νότια Λιβία ένιωσε μεγάλη εκτίμηση για την προσπάθειά της. Αν και είχαν αισθανθεί στενοχωρημένοι από τις προηγούμενες ήττες τους, τώρα είχαν αποδείξει ότι ήταν οι ίσοι των βόρειων Λιβιανών. Επειδή η νότια Λιβία είχε πετύχει το στρατιωτικό σεβασμό, ήταν πρόθυμοι να επιλύσουν τις διαφορές μέσω ειρηνικών διαπραγματεύσεων, τελειώνοντας κατά συνέπεια τους Λιβιανούς πολέμους.

#### **Κύκλωσε αυτό που πιστεύεις:**

***Μπορεί μία από τις απόψεις τους να είναι σωστή ή μπορεί και οι δύο να έχουν κάποιο δίκιο;***

**ΜΟΝΟ Η ΜΙΑ ΑΠΟΨΗ ΕΙΝΑΙ ΣΩΣΤΗ  
ΚΑΙ ΟΙ ΔΥΟ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΕΧΟΥΝ ΚΑΠΟΙΟ ΔΙΚΙΟ**

***Εάν και οι δύο έχουν δίκιο***

**Ο ΕΝΑΣ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΕΙΝΑΙ ΠΙΟ ΣΩΣΤΟΣ  
ΔΕΝ ΜΠΟΡΕΙ Ο ΕΝΑΣ ΝΑ ΕΙΝΑΙ ΠΙΟ ΣΩΣΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΛΛΟ**

- 1. Μπορεί κάποιος να είναι σίγουρος για το τι συνέβη στον 5<sup>ο</sup> Λιβιανό πόλεμο;*

- 2. Τι θα μας έκανε να είμαστε περισσότερο σίγουροι;*

#### **Κείμενο δεύτερο**



[Από την εφημερίδα New York Times, Τετάρτη 18.10.06, σελ.F5, Washington]

Μια έκθεση για τους κινδύνους και τα οφέλη του να τρώει κανείς θαλασσινά, δημοσιεύτηκε από τη Σχολή Δημόσιας Υγείας του Χάρβαρντ και υποστηρίζει ότι η κατανάλωση ψαριών μειώνει τον κίνδυνο του θανάτου από καρδιακά νοσήματα κατά 36% και του θανάτου από όλες τις αιτίες κατά 17%.

Μια παρόμοια έκθεση που δημοσιεύθηκε ταυτόχρονα από τα Εθνικά Ιδρύματα Υγείας κατέληξε στο συμπέρασμα ότι υπάρχουν μόνο αρκετά στοιχεία για να υποστηρίξουμε ότι η κατανάλωση ψαριών όπως τα λιπαρά ψάρια (σολομός και σκουμπρί), «μπορούν» να μειώσουν τον κίνδυνο καρδιακών παθήσεων.

Ο δόκτωρ Μοζαφαριάν, ένας από τους συντάκτες της μελέτης του Χάρβαρντ είπε «Τα θαλασσινά είναι πιθανώς η καλύτερη διατροφή που μπορεί κανείς να κάνει για μια καλή υγεία».

Ο δόκτωρ Μάριον Νέστλε, ένας καθηγητής διατροφολογίας, δημόσιας υγείας και ασφάλειας τροφίμων στο πανεπιστήμιο της Νέας Υόρκης δεν πείθεται. «Εκείνοι από μας που ασχολούνται με τη διατροφή για πολύ καιρό έχουν δει τα τρόφιμα που κάνουν θαύματα να έρχονται και να φεύγουν: βιταμίνη Ε για τις καρδιακές παθήσεις, βήτα-καροτίνη για να προλάβουμε τον καρκίνο και τώρα είναι το ψάρι».

Ο δόκτωρ Όρντοβας του Εθνικού ιδρύματος Επιτροπής Υγείας και καθηγητής διατροφολογίας είπε ότι ο αριθμός 36% «βασίζεται μόνο σε στοιχεία από συγκεκριμένες περιπτώσεις και δεν αποτελεί σαφή απόδειξη».

Ο δόκτωρ Μοζαφαριάν απάντησε «είναι τα καλύτερα στοιχεία που εμείς έχουμε».

Κύκλωσε αυτό που πιστεύεις:

*Μπορεί μία από τις απόψεις τους να είναι σωστή ή μπορεί και οι δύο να έχουν κάποιο δίκιο;*

ΜΟΝΟ Η ΜΙΑ ΑΠΟΨΗ ΕΙΝΑΙ ΣΩΣΤΗ  
ΚΑΙ ΟΙ ΔΥΟ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΕΧΟΥΝ ΚΑΠΟΙΟ ΔΙΚΙΟ

*Εάν και οι δύο έχουν δίκιο*

Ο ΕΝΑΣ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΕΙΝΑΙ ΠΙΟ ΣΩΣΤΟΣ  
ΔΕΝ ΜΠΟΡΕΙ Ο ΕΝΑΣ ΝΑ ΕΙΝΑΙ ΠΙΟ ΣΩΣΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΛΛΟ

1. Μπορεί κάποιος να είναι σίγουρος για την επίδραση της κατανάλωσης ψαριών στην υγεία;

\_\_\_\_\_ 2. Τι θα μας έκανε να είμαστε περισσότερο σίγουροι;

\_\_\_\_\_

**β) Συνέντευξη για τη Φύση της Επιστήμης (Carey et al. 1989).**

## 1. ΓΕΝΙΚΑ

1.1. Ο φίλος μας ο Γιάννης έχει μερικές απορίες. Διάβασε κάποια πράγματα για την επιστήμη και τους επιστήμονες και θέλει τη βοήθειά μας για να τα καταλάβει και να ακούσει τις δικές σου απόψεις για αυτά. Εσύ τι νομίζεις ότι σημαίνει η λέξη «επιστήμονας»; Μπορείς να δώσεις ένα παράδειγμα;

1.2 Τι ακριβώς κάνουν οι επιστήμονες; Πώς νομίζεις ότι πετυχαίνουν τους στόχους τους;

2. Ποια πρόταση νομίζεις ότι περιγράφει καλύτερα τους στόχους της επιστήμης; Γιατί; Μπορείς να μου δώσεις ένα παράδειγμα;

- Ο στόχος της επιστήμης είναι να ανακαλύψει νέα πράγματα στον κόσμο και στην οικουμένη.
- Ο στόχος της επιστήμης είναι να αναπτύξει μια καλύτερη κατανόηση του κόσμου και της οικουμένης.

## 2. ΕΙΔΗ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ

2.3 Κάνουν ερωτήσεις οι επιστήμονες; (ΑΝ ΟΧΙ πήγαινε ερ.3.1) Μπορείς να σκεφθείς μια ερώτηση που θα μπορούσε να κάνει ένας επιστήμονας; (αν υπάρχει δυσκολία ίσως βοήθεια με συγκεκριμένο παράδειγμα επιστήμονα).

2.4 Τι θα μπορούσαν να κάνουν οι επιστήμονες για να βρουν απαντήσεις στις ερωτήσεις τους;

## 4. ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ

3.3 Ξέρεις τι είναι ένα πείραμα;

3.4 Κάνουν πειράματα οι επιστήμονες; (ΑΝ ΟΧΙ πήγαινε ερ.4.1) Γιατί; (ΑΝ: έλεγχος ιδεών ΤΟΤΕ: Πώς το πείραμα αποκαλύπτει κάτι στον επιστήμονα για την ιδέα του; ) Πώς αποφασίζουν ποιο πείραμα θα κάνουν;

## 4. ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ

4.4 Έχεις ακούσει ποτέ τη λέξη «υπόθεση»; Πολλές φορές κάνουμε υποθέσεις για διάφορα πράγματα, ότι δηλαδή είναι έτσι ή αλλιώς... Εσύ τι πιστεύεις ότι είναι μια υπόθεση που κάνουν οι επιστήμονες; (ΑΝ ΟΧΙ: μια υπόθεση είναι μια ιδέα που έχει ένας επιστήμονας, μια ιδέα για το ποιο θα μπορούσε να είναι το αποτέλεσμα ενός πειράματος). Είναι μια υπόθεση που βασίζεται κάπου ή είναι κάτι άλλο; Αν ναι, τι είναι αυτό; (ΑΝ βάσιμη υπόθεση/εικασία ΤΟΤΕ Είναι το ίδιο με μια εικασία ή υπάρχει κάποια διαφορά; Ποια είναι αυτή;)

4.5 Μπορείς να δώσεις ένα παράδειγμα; (ίσως βοήθεια με αναφορά σε συγκεκριμένο επιστήμονα)

4.6 Η υπόθεση ενός επιστήμονα πιστεύεις ότι επηρεάζει τα πειράματα που κάνει; (ΑΝ ΝΑΙ: Πώς;, ΑΝ ΟΧΙ: Ελέγχουν ποτέ οι επιστήμονες τις ιδέες τους;)

## 5. ΘΕΩΡΙΑ

5.3 Έχεις ακούσει ποτέ τη λέξη «θεωρία»; ΑΝ ΝΑΙ: Έχουν οι επιστήμονες ιδέες/θεωρίες για τα πράγματα γύρω μας; Αν σου ζητούσε κάποιος να εξηγήσεις τι σημαίνει «επιστημονική θεωρία», τι θα του έλεγες; ΣΕ ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΕΞΗΓΟΥΜΕ: «Μια θεωρία είναι μια γενική ιδέα για το πώς και το γιατί τα πράγματα συμβαίνουν με τον τρόπο που συμβαίνουν. Για παράδειγμα, η βιολογία είναι μια θεωρία για τους ζωντανούς οργανισμούς».

5.4 Πιστεύεις ότι οι ιδέες που έχει ένας επιστήμονας θα επηρεάζουν τον τρόπο που προσπαθεί να βρει απαντήσεις στις ερωτήσεις του; Επηρεάζουν τις ιδέες τους για συγκεκριμένα πειράματα; Πώς;

## 6. ΑΠΡΟΣΔΟΚΗΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ / ΔΙΑΨΕΥΣΙΜΕΣ ΙΔΕΕΣ

6.4 Φαντάσου ότι δυο επιστήμονες πιστεύουν διαφορετικά πράγματα για κάτι στον κόσμο. Πώς μπορούμε να αποφασίσουμε ποιος επιστήμονας έχει δίκιο; Είναι πιθανό τα ίδια αποτελέσματα να τα ερμηνεύουν διαφορετικά δυο επιστήμονες; Γιατί και πώς;

6.5 Εάν ένας επιστήμονας κάνει ένα πείραμα και τα αποτελέσματά του δεν είναι όπως τα περίμενε, θα θεωρήσει ότι αυτό είναι ένα κακό αποτέλεσμα; Γιατί; Μαθαίνουν κάτι οι επιστήμονες από αυτό;

6.6 Υπέθεσε ότι ένας επιστήμονας θέλει να κάνει ένα πείραμα για να ελέγξει τις ιδέες του. Είναι πιθανό να κάνει ένα πείραμα που θα δείξει ότι η ιδέα του είναι λανθασμένη; Γιατί;

## 7. ΦΥΣΗ ΤΩΝ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ ΑΛΛΑΓΗΣ

7.4 Τι συμβαίνει στις ιδέες των επιστημόνων από τι στιγμή που κάνουν ένα πείραμα;

7.5 Πιστεύεις ότι μπορούν οι επιστήμονες να αλλάξουν τις ιδέες τους; Πότε θα μπορούσε να συμβεί αυτό;

7.6 Μπορούν οι επιστήμονες να αλλάξουν ολόκληρη τη θεωρία τους;

## 8. ΕΠΙΤΕΥΞΗ ΣΤΟΧΩΝ

8.3 Πετυχαίνουν πάντα τους στόχους τους οι επιστήμονες;

8.4 Μπορεί να κάνει λάθος ένας επιστήμονας;

*γ) Διερεύνηση πεποιθήσεων για την έννοια του μοντέλου*

Προσπάθησε να απαντήσεις στις παρακάτω ερωτήσεις:

- Τι σου έρχεται στο μυαλό όταν ακούς τη λέξη μοντέλο;
- Για ποιο σκοπό υπάρχουν τα μοντέλα;
- Όταν φτιάχνουμε ένα μοντέλο, τι πρέπει να κρατάμε στο νου μας ή να σκεφτόμαστε;
- Μπορεί ένας επιστήμονας να έχει περισσότερα από ένα μοντέλα για το ίδιο πράγμα;
- Μπορούν οι επιστήμονες να αλλάξουν τα μοντέλα τους; Γιατί;

#### 4.7.1.3. ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ ΘΕΩΡΙΑΣ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΚΟΣΜΟΥ

Προσπάθησε να σχεδιάσεις μοντέλα που να δείχνουν την πραγματικότητα (πώς είναι πραγματικά τα φαινόμενα, τι πιστεύουν δηλαδή οι επιστήμονες) και μοντέλα που να δείχνουν την εμφάνιση (πώς μας φαίνονται δηλαδή τα πράγματα όταν τα κοιτάμε με τα μάτια μας) για τα παρακάτω φαινόμενα.....Θυμήσου ότι μπορείς να κάνεις το ίδιο σχέδιο, αν κρίνεις ότι η εμφάνιση και η πραγματικότητα είναι το ίδιο σε κάποιες περιπτώσεις....

- **Τι σχήμα έχει η γη στην πραγματικότητα; Πώς μας φαίνεται να μοιάζει όταν την κοιτάμε με τα μάτια μας;**

**Πραγματικότητα**



**Εμφάνιση**



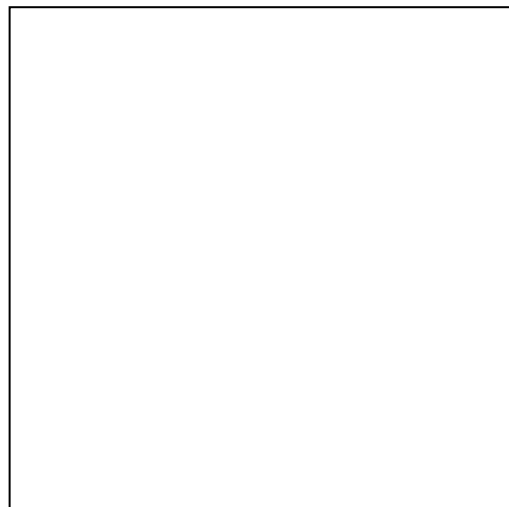
Μπορείς να εξηγήσεις γιατί συμβαίνει αυτό;

- Πού ζουν οι άνθρωποι στην πραγματικότητα στη γη; Πού μας φαίνεται ότι ζούμε;

**Πραγματικότητα**



**Εμφάνιση**



Μπορείς να εξηγήσεις πώς μπορούν και στέκονται οι άνθρωποι στη γη;

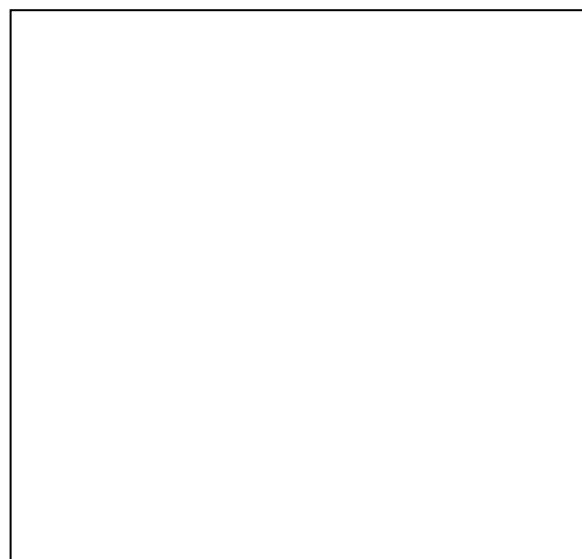
Ζωγράφισε ένα σύννεφο στο βόρειο πόλο και ένα στο νότιο πόλο και δείξε την κατεύθυνση της βροχής.

- Πώς είναι το πλανητικό μας σύστημα στην πραγματικότητα; Πώς φαίνεται να μοιάζει σε εμάς που ζούμε στη γη;

**Πραγματικότητα**



**Εμφάνιση**

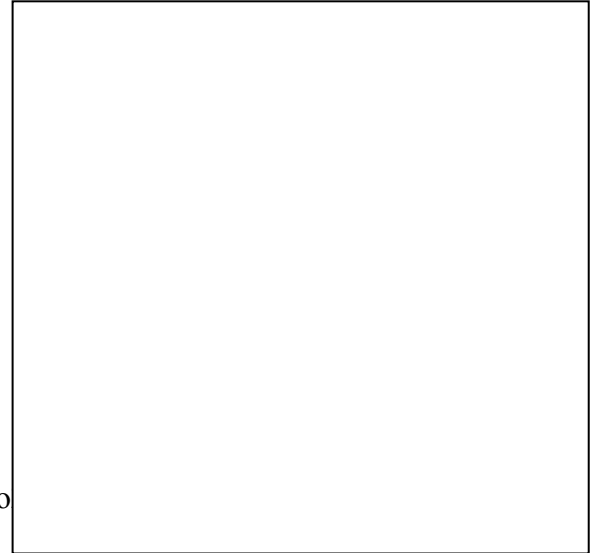
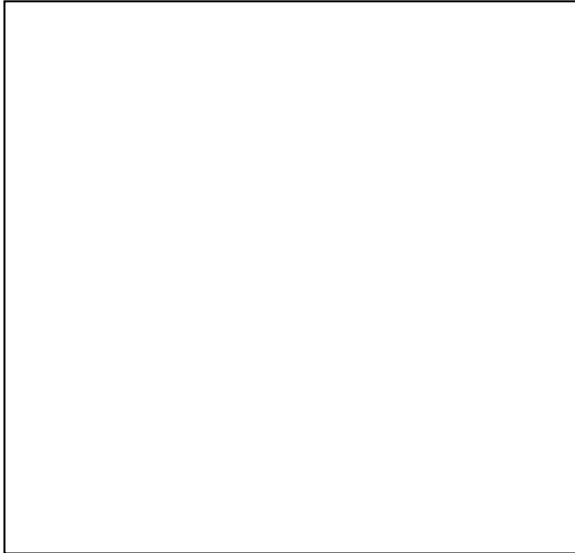


Πιστεύεις ότι η γη κινείται; Ποια κίνηση κάνει η γη; Αν κινείται γιατί δεν καταλαβαίνουμε την κίνησή της αυτή;

- Πώς αλλάζει η μέρα και γίνεται νύχτα στην πραγματικότητα; Πώς φαίνεται να αλλάζει η μέρα και να φαίνεται νύχτα σε εμάς που ζούμε στη γη;

**Πραγματικότητα**

**Εμφάνιση**

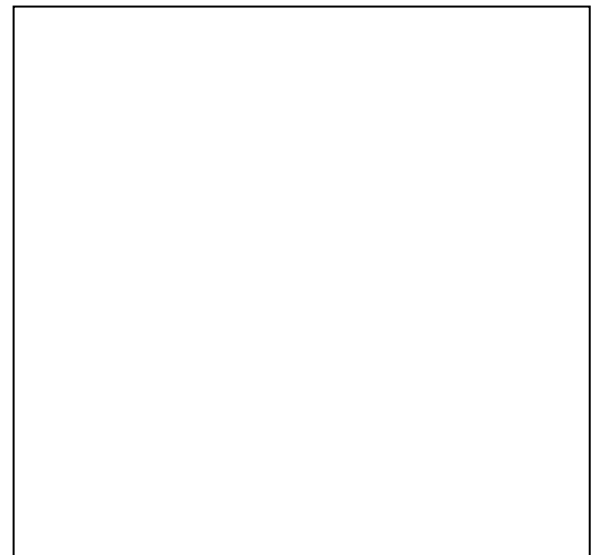


ανάτο

- Ζωγράφισε ένα μοντέλο που να δείχνει το πραγματικό μέγεθος του ήλιου, της γης και της σελήνης. Ζωγράφισε μια εικόνα που να δείχνει το πώς μας φαίνεται ο ήλιος, η γη και η σελήνη, το ένα σε σχέση με το άλλο.

**Πραγματικότητα**

**Εμφάνιση**



Γιατί πιστεύεις ότι φαίνονται έτσι ο ήλιος και η σελήνη όταν τα κοιτάμε από τη γη;

#### 4.7.2. ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ

##### α) Δοκιμασία αναγνώρισης 3<sup>ης</sup> τάξης λανθασμένης πεποίθησης (Harpe, 1994).

Κατά τη διάρκεια του πολέμου, ο Κόκκινος στρατός έπιασε αιχμάλωτο ένα μέλος του Μπλε στρατού. Οι εχθροί ζητούν από τον αιχμάλωτο να τους πει πού βρίσκονται τα άρματα του Μπλε στρατού. Ξέρουν ότι βρίσκονται είτε στα βουνά, είτε στην παραλία. Ξέρουν ότι ο αιχμάλωτος δεν θα τους πει ποτέ την αλήθεια, γιατί θέλει να σώσει το στρατό του. Ο αιχμάλωτος όμως, είναι πολύ γενναίος και έξυπνος και δεν θα αφήσει ποτέ να μάθουν πού βρίσκονται τα άρματα. Τα άρματα βρίσκονται πραγματικά στα βουνά. Όταν οι εχθροί τον ρωτούν πού βρίσκονται τα άρματα, αυτός απαντά: «Βρίσκονται στα βουνά».

Είναι αλήθεια αυτό που είπε ο αιχμάλωτος;

Πού θα κοιτάξουν οι εχθροί για να βρουν τα άρματα;

Γιατί ο αιχμάλωτος είπε αυτό που είπε;

**B)**

**Διάβασε τα παρακάτω δυο κείμενα:**

##### **ΚΕΙΜΕΝΟ Α**

«Η γη είναι σταθερή και η αλλαγή από μέρα σε νύχτα γίνεται γιατί ο ήλιος κινείται και πηγαίνει πίσω από τα βουνά. Όταν ο ήλιος είναι ψηλά στον ουρανό φωτίζει όλη τη γη. Τότε έχει μέρα. Τη μέρα το φεγγάρι είναι πίσω από τα βουνά και δεν φαίνεται. Καθώς ο ήλιος πηγαίνει πιο χαμηλά στον ουρανό αρχίζει να σουρουπώνει. Όταν ο ήλιος έχει πάει όλος πίσω από τα βουνά σταματάει πια να φωτίζει τη γη και γίνεται νύχτα. Εντωμεταξύ, το φεγγάρι που ήταν πίσω από τα βουνά αρχίζει να ανεβαίνει σιγά-σιγά πάνω στον ουρανό. Νυχτώνει λοιπόν, γιατί ο ήλιος πηγαίνει πίσω από τα βουνά και το φεγγάρι ανεβαίνει στον ουρανό».

##### **ΚΕΙΜΕΝΟ Β**

«Η γη είναι στρογγυλή και η αλλαγή από μέρα σε νύχτα γίνεται γιατί η γη γυρίζει γύρω από τον εαυτό της. Το φως του ήλιου φωτίζει μόνο μια πλευρά της γης, αυτή που είναι στραμμένη προς τον ήλιο. Εκεί έχει μέρα. Στην άλλη πλευρά, που δεν φωτίζεται από τον ήλιο, έχει νύχτα. Καθώς η γη περιστρέφεται γύρω από τον εαυτό της, η πλευρά που

είχε νύχτα στρέφεται σιγά-σιγά προς τον ήλιο και γίνεται μέρα. Αντίθετα, η πλευρά που είχε πριν μέρα απομακρύνεται σιγά-σιγά από τον ήλιο και γίνεται νύχτα. Το φεγγάρι δεν παίζει κανένα ρόλο στην αλλαγή από μέρα σε νύχτα. Νυχτώνει λοιπόν, γιατί η γη γυρίζει και δεν φαίνεται ο ήλιος».

Κύκλωσε το κείμενο με το οποίο συμφωνείς περισσότερο:      A      B

Κύκλωσε το κείμενο που πιστεύεις ότι μας δείχνει το πώς αλλάζει η μέρα και γίνεται νύχτα στην πραγματικότητα:      A      B

Κύκλωσε το κείμενο που μας δείχνει το πώς μας φαίνεται να αλλάζει η μέρα και να γίνεται νύχτα σε εμάς που ζούμε στη γη:      A      B

Γιατί πιστεύεις ότι το κείμενο με το οποίο συμφωνείς περισσότερο εξηγεί καλύτερα το φαινόμενο αλλαγής ημέρας και νύχτας;

---

Με ποια

---

πράγματα από όσα έχεις μάθει μέχρι τώρα «ταιριάζει» αυτό το κείμενο;

---

**Διάβασε τα παρακάτω δυο κείμενα:**

### **ΚΕΙΜΕΝΟ Α**

Κάποια σώματα όπως το οινόπνευμα, η βενζίνη, τα αρώματα, μπορούμε να τα αντιληφθούμε από μακριά με την όσφρησή μας χωρίς να τα βλέπουμε. Αυτό συμβαίνει γιατί τα σώματα βγάζουν μια μυρωδιά που απλώνεται στον αέρα και μυρίζει. Όταν τα σώματα μυρίζουν μπορούμε να το καταλάβουμε με τη μύτη μας.

### **ΚΕΙΜΕΝΟ Β**

Κάποια σώματα όπως το οινόπνευμα, η βενζίνη, τα αρώματα, μπορούμε να τα αντιληφθούμε από μακριά με την όσφρησή μας χωρίς να τα βλέπουμε. Αυτό συμβαίνει γιατί κάποια μόρια από την επιφάνεια του υγρού απομακρύνονται από τα άλλα και διαχέονται στο χώρο που περιβάλλει το υγρό σε αέρια μορφή.



Κύκλωσε το κείμενο με το οποίο συμφωνείς περισσότερο:      A      B

Κύκλωσε το κείμενο που πιστεύεις ότι μας δείχνει το πώς μυρίζουμε το οινόπνευμα στην πραγματικότητα:      A      B

Κύκλωσε το κείμενο που μας δείχνει το πώς μας φαίνεται να μυρίζουμε το οινόπνευμα:      A      B

Γιατί πιστεύεις ότι το κείμενο με το οποίο συμφωνείς περισσότερο εξηγεί καλύτερα το γιατί μας μυρίζει το οινόπνευμα ακόμη κι αν δεν το βλέπουμε;

---

Με ποια πράγματα από όσα έχεις μάθει μέχρι τώρα «ταιριάζει» αυτό το κείμενο;

---

**Διάβασε τα παρακάτω δυο κείμενα:**

ΚΕΙΜΕΝΟ Α

Ο πάγος είναι ένα είδος κρύου νερού. Το παγάκι αν το βγάλεις από την κατάψυξη λιώνει γιατί δεν είναι σε ένα κρύο μέρος πια. Λιώνει από τη ζέστη και γίνεται νερό.

ΚΕΙΜΕΝΟ Β

Ο πάγος και το νερό αποτελούνται από μόρια νερού. Το παγάκι λιώνει γιατί μεταφέρεται θερμότητα από το περιβάλλον, αυξάνεται η θερμοκρασία του και μετατρέπεται από στερεό σε υγρό.

Κύκλωσε το κείμενο με το οποίο συμφωνείς περισσότερο:      A      B

Κύκλωσε το κείμενο που πιστεύεις ότι μας δείχνει το πώς παγώνει το νερό στο ψυγείο στην πραγματικότητα:      A      B

Κύκλωσε το κείμενο που μας δείχνει το πώς μας φαίνεται να παγώνει το νερό στο ψυγείο:      A      B

Γιατί πιστεύεις ότι το κείμενο με το οποίο συμφωνείς περισσότερο εξηγεί καλύτερα το πώς παγώνει το νερό;

---

Με ποια πράγματα από όσα έχεις μάθει μέχρι τώρα «ταιριάζει» αυτό το κείμενο;

---