

Πτυχιακή

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

Πτυχιακή εργασία

Οι απόψεις των μαθητών για το πλανητικό σύστημα και
η σύγκρισή τους με τις ιδέες των προσωκρατικών
φιλοσόφων και του Αριστοτέλη

Χαρά Χουβαρδά

A.M. 200400261

ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ: Αθανάσιος Βέρδης
Δέσποινα Δεληγιώργη

Αθήνα

Ιούλιος 2011

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Σκοπός.....	3
Εισαγωγή.....	3
1. Απόψεις των μαθητών για το πλανητικό σύστημα.....	4
2. Κονστρουκτιβιστική προσέγγιση των ιδεών των μαθητών για το πλανητικό σύστημα.....	11
3. Κριτική στον κονστρουκτιβισμό.....	17
Κονστρουκτιβισμός: Παλιές απόψεις σε νέο περιτύλιγμα.....	18
Η επιρροή του κονστρουκτιβισμού.....	19
Διαστάσεις του κονστρουκτιβισμού.....	21
Φιλοσοφικές βάσεις του κονστρουκτιβισμού.....	24
Προσωκρατικοί φιλόσοφοι , Αριστοτελική φυσική και πλανητικό σύστημα.....	39
Αριστοτελική κοσμολογία.....	49
Ερευνητικό μέρος.....	54
Αποτελέσματα – Πίνακες στο πρόγραμμα SPSS , έκδοση N°20.....	57
Στατιστικά διαγράμματα στο πρόγραμμα EXCEL.....	69
Οι σύγχρονες αντιλήψεις για το πλανητικό μοντέλο.....	83
Συσχετίσεις.....	88
Συζήτηση.....	89
Συμπεράσματα.....	91
Βιβλιογραφία.....	93

Σκοπός

Η εκπαίδευση στην Ελλάδα αλλά και παγκόσμια βρίσκεται σε διαρκή αμφισβήτηση. Οι επιστήμονες ερίζουν ως προς τις μεθόδους διδασκαλίας που πρέπει να εφαρμόζονται για να προκύπτει το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα. Το πρόβλημα γίνεται ακόμη μεγαλύτερο στη διδασκαλία της Αστρονομίας και γενικότερα των φυσικών επιστημών. Στη χώρα μας από τη δεκαετία του 80 άρχισαν δειλά –δειλά να εφαρμόζονται μέθοδοι βασισμένες στη θεωρία του Κονστρουκτιβισμού. Η έρευνα έχει στόχο να διαπιστώσει προβλήματα στην εκπαίδευση των Ελλήνων μαθητών των Γυμνασίων στις φυσικές επιστήμες και να προσεγγίσει το θέμα κοινωνικοφιλοσοφικά με σκοπό να αναδείξει στο μέτρο του δυνατού την ανάγκη για ριζοσπαστικές αλλαγές στις μεθόδους διδασκαλίας τους. -

Εισαγωγή

Αρκετές έρευνες στο παρελθόν έχουν υπογραμμίσει πως τα παιδιά ερχόμενα στο σχολείο έχουν κάποιες ήδη κατασκευασμένες ιδέες αναφορικά με μία σειρά από έννοιες που πρόκειται να διδαχθούν (Osborne & Freyberg, 1985). Τα παιδιά αρχικά ακούν από τους γονείς τους για τον ήλιο που ανατέλλει και δύει σχηματίζοντας στο μυαλό τους ένα γεωκεντρικό νοητικό μοντέλο του κόσμου ενώ στη συνέχεια, οι μαθητές ακούν από τους εκπαιδευτικούς ότι η Γη περιστρέφεται γύρω από τον ήλιο (ηλιοκεντρικό μοντέλο) (Σιμιτζόγλου & Χαλκιά, 2007).

Γενικότερα όμως θα μπορούσε κανείς να ισχυριστεί ότι οι μαθητές συναντούν δυσκολίες ως προς τα μοντέλα που κατασκευάζουν αναφορικά με το σύμπαν και το πλανητικό σύστημα

Πτυχιακή

καθώς και οι εμπειρίες τους στο συγκεκριμένο πεδίο είναι περιορισμένες και οριοθετημένες με κέντρο τη Γη (Χαλκιά, 2006).

Ο Piaget (1929) είχε υποστηρίξει ότι είναι σχεδόν μάταιο να διδάξει σε παιδιά μικρής ηλικίας αστρονομία και έννοιες που σχετίζονται με το πλανητικό σύστημα καθώς θεωρούσε ότι δεν θα μπορούσαν να τις κατανοήσουν. Ωστόσο, έκτοτε τα πράγματα έχουν διαφοροποιηθεί σημαντικά καθώς πλέον σε αρκετές χώρες του ανεπτυγμένου κόσμου διδάσκεται η αστρονομία είτε μέσα από την διδασκαλία ξεχωριστού μαθήματος αστρονομίας είτε μέσα από διάφορα συναφή μαθήματα φυσικών επιστημών (Σιμιτζόγλου & Χαλκιά, 2007).

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι να διερευνήσει τις απόψεις των μαθητών για το πλανητικό σύστημα ταυτοποιώντας τις όποιες παρανοήσεις αν και εφόσον αυτές υπάρχουν αλλά και να τις συγκρίνουν με τις θεωρητικές απόψεις του Αριστοτέλη και των προσωκρατικών φιλοσόφων αναφορικά με το σύμπαν και τους πλανήτες.

1. Απόψεις των μαθητών για το πλανητικό σύστημα

Μόλις το 1976 πραγματοποιήθηκε η πρώτη προσπάθεια διερεύνησης των απόψεων των παιδιών για τη γη και το πλανητικό σύστημα (Nussbaum & Novak, 1976). Η συγκεκριμένη έρευνα περιελάμβανε την χρήση έξι ειδικά σχεδιασμένων διδακτικών ενοτήτων, οι οποίες ήταν σύμφωνες με τις αρχές της ακουστικής διδασκαλίας εξηγώντας και καθοδηγώντας τα παιδιά σε εμπειρίες με αντίστοιχα υλικά και αντικείμενα. Στη συνέχεια διενεργήθηκαν κάποιες δομημένες συνεντεύξεις για την διερεύνηση της σκέψης των παιδιών, μέσω των οποίων βρέθηκε ότι υπάρχουν πέντε συγκεκριμένες ιδέες που ξεχωρίζουν στη σκέψη των παιδιών. Αυτές οι πέντε σκέψεις βασίζονται σε τρία ουσιαστικά στοιχεία: την αντίληψη για το σχήμα, την αντίληψη για

το χώρο και την αντίληψη για την κίνηση πάνω-κάτω. Μάλιστα, μέσα από τα ευρήματα της συγκεκριμένης έρευνας προέκυψε ότι οι σκέψεις των παιδιών για τη γη και το πλανητικό σύστημα ακολουθούν μία διαδοχική σταδιακή εννοιολογική εξέλιξη και όχι μία απότομη εννοιολογική αλλαγή (Nussbaum & Novak, 1976).

Σε μία επανάληψη της έρευνας η οποία πραγματοποιήθηκε το 1979 από τον Nussbaum, σε παιδιά διαφόρων ηλικιών από την προσχολική μέχρι και την εφηβική ηλικία, βρέθηκε ότι υπάρχει μία εννοιολογική πρόοδος ανάλογα με το αναπτυξιακό στάδιο των παιδιών, η οποία επιτελείται σταδιακά κατά ακολουθία κάποιας τυπικής διδασκαλίας σχετικού γνωστικού θέματος.

Ο Klein (1982) σε αντίστοιχη έρευνα που διεξήγαγε σε παιδιά διαφορετικών ηλικιών χρησιμοποίησε ερωτήσεις, μοντέλα και εικόνες γύρω από 8 έννοιες σχετικά με το πλανητικό σύστημα, εντοπίζοντας σε κάποιες από τις απαντήσεις την ύπαρξη μίας προ-αιτιατής σκέψης. Προοδευτικά, το 1983 οι Nussbaum και Sharoni-Dagan εισήγαγαν ένα βελτιωμένο σχέδιο διδασκαλίας για τη γη και τον ήλιο και βρήκαν ότι όσο πιο βελτιωμένη ήταν η εισαγωγή σχετικών εννοιών στους μαθητές τόσο καλύτερη ήταν και η γνώση που οι ίδιοι είχαν σχετικά με τη γη, τον ήλιο και το ευρύτερο πλανητικό σύστημα.

Οι Jones, Lynch και Reesinck (1987) διεξήγαγαν μία έρευνα μελετώντας τις ιδέες των μαθητών σχετικά με διάφορες όψεις του ηλιακού μας συστήματος, καταλήγοντας στο συμπέρασμα πως ιδιαίτερη σημασία διαδραματίζουν οι έννοιες του σχήματος, του μεγέθους, της κίνησης των διαφορετικών οντοτήτων του πλανητικού συστήματος και ιδιαιτέρως της γης, του ήλιου και της σελήνης. Στα πλαίσια αυτής της έρευνας χρησιμοποιήθηκαν συνεντεύξεις και υλικό πιαζετιανού τύπου σε παιδιά ηλικίας 9-14 ετών καταλήγοντας σε πέντε κατηγορίες

χωρικών μοντέλων: Το γεωκεντρικό μαγικό μοντέλο, το στροβιλιζόμενο γεωκεντρικό μοντέλο, το γεωκεντρικό μοντέλο με στροβιλιζόμενο τον ήλιο ή το φεγγάρι, το ηλιοκεντρικό μοντέλο με περιστρεφόμενη τη γη και το φεγγάρι και το ηλιοκεντρικό μοντέλο με στροβιλιζόμενη τη γη γύρω από τον ήλιο και το φεγγάρι γύρω από τη γη (Jones, Lynch & Reesinck, 1987). Μάλιστα, οι παραπάνω ερευνητές προτείνουν ότι η ιεράρχηση των μοντέλων είναι αντίστοιχη της ιστορικής ανάπτυξης των συγκεκριμένων επιστημονικών εξηγήσεων (Jones, Lynch & Reesinck, 1987). Τέλος, από τα ευρήματα της έρευνας φαίνεται ότι οι επιστημονικές γνώσεις των παιδιών αναφορικά με το πλανητικό σύστημα είναι στενά συνδεδεμένες και με άλλες περιοχές της γνώσης ενώ επηρεάζονται από άλλες ανθρωπομορφικές και τεολογικές αντιλήψεις.

Παρομοίως, οι Finegold και Pundack (1990) χρησιμοποίησαν ένα ερωτηματολόγιο 15 ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής, για να ερευνήσουν τις ιδέες των μαθητών στην Αυστραλία, για τους πλανήτες του ηλιακού συστήματος. Διαπιστώθηκαν τέσσερις κατηγορίες: α)προ-επιστημονική άποψη που αναφέρεται σε μια επίπεδη Γη που βρίσκεται σε ένα ακίνητο σύμπαν, β)ένα γεωκεντρικό μοντέλο στο οποίο παρατηρούνται κάποιες αλλαγές, γ)ένα ηλιοκεντρικό μοντέλο όπου οι αλλαγές συμβαίνουν έξω από αυτό, δ)ένα ηλιοκεντρικό μοντέλο που βρίσκεται μέσα σε ένα ευρύτερο σύμπαν.

Επιπρόσθετα, ο Sadler (1997) διεξήγαγε μία σχετική έρευνα σε μαθητές της τρίτης τάξης του γυμνασίου ρωτώντας τους για τα φαινόμενα της μέρας και της νύχτας, της αλλαγής των εποχών και των διαφορετικών φάσεων και κινήσεων της σελήνης, συναντώντας σημαντικές δυσκολίες και προβλήματα στη σκέψη των παιδιών σε σχέση με το μέγεθος των πλανητών, της κίνησής τους αλλά και των μεταξύ τους αποστάσεων.

Σχεδόν μία δεκαετία αργότερα, σε μία σχετική έρευνα που διεξήγαγαν οι Vosniadou και Brewer (1992) μελέτησαν τις απαντήσεις των παιδιών σχετικά με το σχήμα και την περιοχή της γης και κατέληξαν σε τρία νοητικά μοντέλα: τα αρχικά, τα συνθετικά και τα επιστημονικά. Σε μία περισσότερο εις βάθος έρευνα που διεξήχθη από την Βοσνιάδου και συνεργάτες (1996) βρέθηκε ότι οι Έλληνες μαθητές δεν διαφέρουν ως προς τις απόψεις που σχηματίζουν για το πλανητικό σύστημα από τους μαθητές των ΗΠΑ, της Ινδίας και των Νήσων Σαμόα, οι οποίες βασίζονται σε συγκεκριμένα νοητικά μοντέλα. Τα μοντέλα αυτά δείχνουν ότι τα παιδιά θεωρούν τη γη ως ένα φυσικό σώμα και ότι η διαδικασία δημιουργίας ενός νοητού σχήματος της γης στο ευρύτερο πλανητικό σύστημα ως ένα ουράνιο σώμα που αιωρείται στο διάστημα, είναι το αποτέλεσμα μίας σταδιακής διαδικασίας. Τα μοντέλα καταλήγουν σε μία κεντρική ιδέα η οποία επηρεάζεται από τις προσλαμβάνουσες που έχει κάθε παιδί αλλά και το πολιτισμικό πλαίσιο στο οποίο ζει και αναπτύσσεται (Βοσνιάδου και συν., 1996).

Οι Sharp και Kuerbis, (2005), και ο Shu-Chiu (2005), αναφέρονται στις ιδέες των μαθητών ηλικίας 9-13 χρονών για το ηλιακό σύστημα και πώς αυτές αλλάζουν μετά από μια σειρά μαθημάτων (διδασκτικών παρεμβάσεων) διάρκειας 10 εβδομάδων. Εντοπίστηκαν από τα σχέδια των μαθητών τα παρακάτω μοντέλα: α)ηλιοκεντρικό (όπου δεν περιλαμβάνει όλους τους πλανήτες και κάποιοι από αυτούς δεν έχουν τοποθετηθεί σωστά), β)σπειροειδές, γ)γεωκεντρικό, δ)τυχαίο, ε)σύστημα Γη-Σελήνη-Ήλιος, στ)στατικός Ήλιος με τη Γη να περιφέρεται γύρω από αυτόν και τη Σελήνη να είναι στατική, ζ)στατικός Ήλιος με τη Γη και τη Σελήνη να ακολουθούν διαφορετικές τροχιές, η)στατικός Ήλιος με τη Γη να περιφέρεται γύρω από αυτόν και τη Σελήνη να περιφέρεται γύρω από αυτήν, με τυχαία κατανομή πλανητών.

Στην Ελλάδα, περίπου την ίδια χρονική περίοδο πραγματοποιήθηκε μία έρευνα σε μαθητές ηλικίας από 9-13 ετών με στόχο την διερεύνηση των απόψεων των μαθητών για την επίδραση της βαρύτητας στον πλανήτη Γη, καταλήγοντας σε μία σειρά από διαπιστώσεις (Σπυράτου, 2006):

1) Ένα σημαντικό ποσοστό των συμμετεχόντων μαθητών υποστηρίζει ότι δεν υπάρχει σύνδεση μεταξύ της βαρύτητας και της κίνησης της Γης. Με βάση λοιπόν αυτή την κεντρική ιδέα σε ένα ποσοστό αυτή η ομάδα μαθητών (42%), υποστηρίζει ότι η Γη απλά αιωρείται, πετάει ή επιπλέει στο διάστημα. Ειδικότερα συσχετίζουν τη μη ύπαρξη βαρύτητας με το μέσον αέρας που λόγω της ελαφρότητάς του, δεν αφήνει τα σώματα να πέφτουν. Σε ένα ποσοστό 24% αυτής της ομάδας μαθητών υποστηρίζουν ότι η Γη αιωρείται στο διάστημα και δεν χρειάζεται καμία υποστήριξη όπως συμβαίνει με τα αντικείμενα στη Γη ακριβώς επειδή στο διάστημα υπάρχει έλλειψη βαρύτητας. Η άποψη αυτή των μαθητών φανερώνει ότι οι μαθητές θεωρούν πως στο διάστημα ισχύουν διαφορετικοί νόμοι από τους νόμους που επικρατούν στην Γη.

2) Μία άλλη ομάδα μαθητών θεωρεί ότι η Γη συμπεριφέρεται όπως τα αντικείμενα που υπάρχουν στην επιφάνειά της, δηλαδή πιστεύει ότι η Γη χρειάζεται υποστήριξη για να μην πέσει. Επίσης, οι μαθητές αυτοί φαίνεται ότι διατηρούν την έννοια του πάνω-κάτω και την ανακαλούν στην προσπάθειά τους να εξηγήσουν την κίνηση αλλά και την θέση της Γης στο διάστημα. Έτσι αυτή ομάδα των μαθητών σε ποσοστό 7% υποστηρίζει ότι η Γη στηρίζεται στην τροχιά της, όπως συμβαίνει με ένα τρένο που κινείται πάνω σε σιδηροτροχιές. Σε ποσοστό 5% οι μαθητές υποστηρίζουν ότι η Γη στηρίζεται στον άξονά της. Εδώ φαίνεται ότι οι μαθητές έχουν συσχετίσει ένα συγκεκριμένο πολιτισμικό αντικείμενο όπως είναι η υδρόγειος σφαίρα (η οποία λειτουργεί ως μοντέλο για τον πλανήτη Γη) με τον ίδιο τον

πλανήτη Γη. Αυτό που συμβαίνει δηλαδή στην πράξη είναι ότι αποδίδουν στο μοντέλο της Γης με βάση την εικόνα που έχουν για αυτό, ρεαλιστικές διαστάσεις. Το μικρότερο ποσοστό αυτής της ομάδας μαθητών (2%) υποστηρίζει ότι η Γη στηρίζεται σε άλλους πλανήτες και αυτοί οι πλανήτες στηρίζονται στον Ήλιο ή εναλλακτικά ότι η Γη στηρίζεται στον Ήλιο.

3) Τέλος, υπάρχει μία ομάδα μαθητών, η οποία προκειμένου να περιγράψει την θέση της Γης στο πλανητικό σύστημα χρησιμοποιεί την έννοια της βαρύτητας χωρίς ωστόσο να φαίνεται πως κατέχει συνειδητά την έννοια της βαρύτητας. Μάλιστα, φάνηκε από την έρευνα αλλά και από άλλα σχετικά βιβλιογραφικά ευρήματα πως αυτές οι απόψεις των μαθητών προκύπτουν μέσα από έναν πρόχειρο και αποσπασματικό συγκερασμό της καθημερινής τους εμπειρίας και διαφόρων κομματιών γνώσης. Για παράδειγμα, μαθητές αυτής της ομάδας δηλώνουν ότι η Γη αιωρείται στο διάστημα λόγω της βαρύτητας και στηρίζεται σε δύο μαγνητικά σχοινιά, τα οποία είναι δεμένα με τον Ήλιο ή ότι η Γη δεν πέφτει λόγω της βαρύτητας που εκπέμπει ο Ήλιος προς αυτήν.

Ενδιαφέρον είναι το εύρημα της συγκριτικής έρευνας του Trumper (2001) σχετικά με τις γνώσεις μαθητών γυμνασίου και λυκείου αναφορικά με την αστρονομία και το πλανητικό σύστημα. Τα αποτελέσματα της έρευνάς του καταδεικνύουν ότι το ποσοστό των σωστών απαντήσεων κυμαίνεται στο 48.5% ενώ το υπόλοιπο ποσοστό των ερωτηθέντων μαθητών εμφανίζει εναλλακτικές ιδέες για το πλανητικό σύστημα. Επιπρόσθετα, πρέπει να τονισθεί πως δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μαθητών Γυμνασίου και Λυκείου ούτε στα ποσοστά των σωστών απαντήσεων ούτε στα ποσοστά των εναλλακτικών ιδεών τους για το πλανητικό σύστημα (Trumper, 2001).

Από πού προέρχονται όμως αυτές οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών; Η ίδια η φύση και οι ιδιότητες των νοητικών μοντέλων προσδιορίζουν τον τρόπο ανάπτυξης τους και κατ' επέκταση καθορίζουν την αντίληψη των ανθρώπων για το κόσμο και τα φαινόμενα που λαμβάνουν χώρα μέσα σε αυτό. Σύμφωνα με τον Redish (1994), τα νοητικά μοντέλα έχουν τις εξής γενικές ιδιότητες :

- Μπορεί να περιέχουν αντικρουόμενα στοιχεία
- Μπορεί να είναι ατελή
- Μπορεί να μη γνωρίζουμε πώς να «τρέξουμε» τις διαδικασίες που είναι παρούσες στο νοητικό μοντέλο
- Παρόμοια στοιχεία ενός νοητικού μοντέλου μπορεί να συγχέονται μεταξύ τους
- Τα νοητικά μοντέλα τείνουν να ελαχιστοποιούν την κατανάλωση νοητικής ενέργειας.

Οι ιδιότητες αυτές έχουν την ευθύνη για την διαφοροποίηση των νοητικών μοντέλων, ιδιαίτερα των πρώιμων, από τα επιστημονικά και τελικά τη δημιουργία εναλλακτικών ιδεών. Πειράματα στη γνωσιακή νευροεπιστήμη έχουν παράσχει νευρολογικές ενδείξεις για τις ιδιότητες των νοητικών μοντέλων, ωστόσο κάποιες από αυτές φαίνεται να έχουν τις καταβολές τους στην επίδραση του κοινωνικού, πολιτισμικού και φυσικού περιβάλλοντος στο οποίο εκτίθενται οι άνθρωποι (Redish, 1994).

2. Κονστрукτιβιστική προσέγγιση των ιδεών των μαθητών για το πλανητικό σύστημα

Σύμφωνα με την κονστρουκτιβιστική προσέγγιση, οι άνθρωποι είναι υποκείμενα τα οποία ενεργητικά οικοδομούν τη γνώση και κατανοούν τον κόσμο με τις εμπειρίες τους μέσα από τα πλαίσια κατανόησης και γνώσης που ήδη κατέχουν (Vosniadou, 1991· Wubbels, 1992). Μία κονστρουκτιβιστική διδακτική μέθοδος προϋποθέτει την ύπαρξη γνωστικών σχημάτων αλλά και την χρήση τους όταν ο μαθητής έρχεται σε επαφή με νέες καταστάσεις, τις οποίες προσπαθεί να νοηματοδοτήσει (Redish & Steinberg, 1999). Με βάση λοιπόν αυτή την προσέγγιση, αυτό το οποίο μαθαίνει ένας μαθητής είναι το αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης μεταξύ αυτών που εισάγονται στο μάθημα ως νέες γνώσεις και δεδομένα και των εμπειριών που συνδέονται με αυτές (Redish & Steinberg, 1999). Βέβαια, από την άλλη πλευρά, οι προϋπάρχουσες γενικές και θολές γνώσεις των μαθητών, μπορεί να λειτουργήσουν ως εμπόδιο στην μάθηση των σωστών και κατάλληλων εννοιών παρά τις αξιόλογες προσπάθειες των εκπαιδευτικών (Redish & Steinberg, 1999).

Για παράδειγμα, σε σχετική έρευνα που πραγματοποιήθηκε στο Ισραήλ φάνηκε πως μόλις οι μισοί από τους μαθητές της πρώτης γυμνασίου είναι σε θέση να περιγράψουν σωστά, με βάση τις αντίστοιχες επιστημονικές απόψεις, τις διαδικασίες για να υπάρχει στη Γη η μέρα και η νύχτα, ενώ το αντίστοιχο ποσοστό για τους μαθητές πρώτης λυκείου αυξάνεται μόλις κατά 15% αγγίζοντας το 65% (Trumper, 2001). Αντίστοιχη έρευνα σε δείγμα Αμερικανών μαθητών καταδεικνύει πως μόλις το 35% των μαθητών που έχουν ολοκληρώσει την πρωτοβάθμια εκπαίδευση είναι σε θέση να περιγράψουν σωστά τις διαφορετικές φάσεις της Σελήνης ενώ ιδιαίτερα έντονες είναι και οι σχετικές παρανοήσεις μαθητών για το πλανητικό σύστημα σε δείγμα μαθητών από την Ιαπωνία.

Μία πιθανή εξήγηση για την ύπαρξη αυτών των παρανοήσεων σχετικά με το πλανητικό σύστημα στα διαφορετικά δείγματα μαθητών ανά τον κόσμο είναι το γεγονός πως οι μαθητές ουσιαστικά δεν είχαν την δυνατότητα μέσα από τις παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας να πραγματοποιήσουν την κατάλληλη σύνδεση μεταξύ της παλιάς και λανθασμένης γνώσης που βασίζεται σε προσωπικές εμπειρίες και ενασχολήσεις και των σωστών επιστημονικών απόψεων (Novak, 2002).

Από τη στιγμή όμως που οι άνθρωποι οικοδομούν τη νέα γνώση πάνω στην προϋπάρχουσα εμπειρία και τις αντίστοιχες γνώσεις, οι επιστήμονες έχουν εισηγηθεί πως ιδιαίτερα αποτελεσματική στην διδασκαλία των φυσικών επιστημών και της αστρονομίας είναι η χρήση προσεγγίσεων νοητικής αλλαγής (Stofflet, 1991). Ειδικότερα, η παιδαγωγική της αλλαγής εννοιών ή νοητικής αλλαγής βασίζεται στην κονστρουκτιβιστική προσέγγιση, θεωρώντας ότι αυτός είναι ο πιο αποτελεσματικός τρόπος εισαγωγής νέων δεδομένων και γνώσεων στη σχολική αίθουσα (Stofflet, 1994). Αυτή η εκπαιδευτική πρακτική βασίζεται στην άποψη πως οι μαθητές πρέπει πρώτα να αποδομήσουν ως αναποτελεσματικές και λανθασμένες τις προϋπάρχουσες γνώσεις που κατέχουν και στη συνέχεια να προχωρήσουν στην υιοθέτηση νέων ιδεών (Posner et al., 1982).

Ήδη λοιπόν από τα τέλη της δεκαετίας του '80 και τις αρχές της δεκαετίας του '90 η κονστρουκτιβιστική εκπαιδευτική προσέγγιση κατέχει σημαντική θέση στην εκπαιδευτική πράξη καθώς θεωρείται ότι είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική στην διδασκαλία φυσικών επιστημών και αστρονομίας, στην βάση της ιδέας ότι το άτομο πρέπει να αναπτύσσεται και να εκπαιδεύεται ως επιστήμονας (Champagne et al., 1985· Roth & Rosaen, 1991). Ωστόσο, η ίδια η κονστρουκτιβιστική προσέγγιση έχει διαφορετικές διαστάσεις που πρέπει κανείς να λάβει

υπόψη, καθώς για παράδειγμα υπάρχει η συνειδητοποίηση ότι ο ατομικός κονστρουκτιβισμός παραβλέπει τη σημασία των κοινωνικών διαστάσεων της μάθησης (Cobern, 1993).

Από την πλευρά λοιπόν του κοινωνικού κονστρουκτιβιστή εκπαιδευμένου ή εκπαιδευτή, η μάθηση νοείται ως μία κοινωνική δραστηριότητα στα πλαίσια της οποίας οι μαθητές οικοδομούν τη νέα γνώση μέσα από τις κοινωνικές συναλλαγές, συζητήσεις και διαπραγματεύσεις με τους συμμαθητές τους, τους φίλους τους και τους καθηγητές τους (Edwards & Mencer, 1987). Την ίδια στιγμή βέβαια αυτής της κοινωνικής συναλλαγής οι μαθητές χρησιμοποιούν και τις προσωπικές τους κατασκευές και ιδέες, οι οποίες διερευνώνται και αξιολογούνται σε ένα κοινωνικό πλαίσιο, δίνοντας έτσι την δυνατότητα στους μαθητές να επαναδομήσουν τις ιδέες τους μέσα από τη συζήτηση και την ακρόαση (Driver, 1988· Solomon, 1991).

Ο Trumper (2001) υπογράμμισε τέσσερις βασικές παραμέτρους που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στην διδασκαλία θεμάτων φυσικής και αστρονομίας, λαμβάνοντας υπόψη την κονστρουκτιβιστική προσέγγιση διδασκαλίας, οι οποίες έχουν ως εξής:

- Πρέπει να υπάρχει κατανόηση των υπαρχουσών ιδεών και γνώσεων των μαθητών αναφορικά με τα αντικείμενα που αποτελούν το αντικείμενο της διδασκαλίας
- Οι ίδιοι οι μαθητές πρέπει να έχουν συνείδηση των ιδεών τους αλλά και των παρανοήσεων ή αμφισβητήσεων που τυχόν διατηρούν
- Οι ιδέες των μαθητών πρέπει να συγκριθούν με τις ισχύουσες αντίστοιχες επιστημονικές γνώσεις και απόψεις

- Οι μαθητές πρέπει να έχουν πρόσβαση σε καινούριες εκπαιδευτικές και κοινωνικές εμπειρίες ώστε να αλλάξουν τις υπάρχουσες ιδέες και απόψεις που κατέχουν με τις σωστές επιστημονικά αποδεδειγμένες απόψεις.

Η γνώση των προϋπαρχουσών ιδεών και απόψεων των μαθητών αναφορικά με το πλανητικό σύστημα είναι απαραίτητη για την οικοδόμηση της νέας γνώσης και για την αποτελεσματική γνωστική ανάπτυξη των παιδιών (Millar, 1998). Για αυτό άλλωστε και ο ρόλος των εκπαιδευτικών ουσιαστικά είναι διευκολυντικός στην διδασκαλία των φυσικών επιστημών, καθοδηγώντας τους μαθητές μέσα από επιστημονικές γνωστικές διαδικασίες στην αμφισβήτηση και πειραματική εξέταση των γνώσεων που κατέχουν (Harlen, 2000).

Η τάση των μαθητών για την κονστрукτιβιστική προσέγγιση του κόσμου και της γνώσης αλλά και η αποτελεσματικότητα αντίστοιχων εκπαιδευτικών μεθόδων στη σχολική τάξη, οδήγησαν τους εκπαιδευτικούς να ακολουθούν αντίστοιχες διδακτικές μεθόδους για την διδασκαλία θεμάτων φυσικής και αστρονομίας (Bisard & Zeilik, 1998). Μετατρέποντας λοιπόν τις σχολικές αίθουσες σε μαθήματα με κέντρο τις ιδέες και γνώσεις σχετικά με την αστρονομία όπου οι μαθητές θα μπορούν να συμμετέχουν ενεργά στην εκπαιδευτική διαδικασία, παρατηρήθηκαν σημαντικές θετικές νοητικές αλλαγές στις αντίστοιχες ιδέες των μαθητών (Zeilik & Bisard, 2000).

Στα πλαίσια της κονστрукτιβιστικής εκπαιδευτικής προσέγγισης εφαρμόζονται πολλές διαφορετικές μέθοδοι, οι οποίες φαίνεται να είναι εξίσου αποτελεσματικές ως προς τις κεντρικές αρχές τους και τους στόχους τους για την οικοδόμηση των γνώσεων των μαθητών για το πλανητικό σύστημα. Ειδικότερα, ο Morrow (2000) προτείνει ότι ιδιαίτερα αποδοτικό φαίνεται να είναι ένα πρόγραμμα κονστрукτιβιστικής κιναισθητικής διδασκαλίας της αστρονομίας, στην

βάση του οποίου μαθητές και εκπαιδευτές μέσα από μία σειρά από απλές σωματικές κινήσεις απέκτησαν καλύτερη συνείδηση των ιδεών αναφορικά με τη σχέση του χρόνου και των κινήσεων των πλανητών αλλά και το πώς αυτές οι κινήσεις χρονικά επηρεάζουν αυτό το οποίο εμείς βλέπουμε στον ουρανό σε διαφορετικές ώρες της μέρας.

Σε μία έρευνα που πραγματοποιήθηκε στην χώρα μας (Diakidoy & Kendeou, 2001) φάνηκε πως οι λανθασμένες ιδέες που κατέχουν οι μαθητές σχετικά με το πλανητικό σύστημα αναδομούνται περισσότερο εύκολα μέσα από μία πειραματική κονστρουκτιβιστική προσέγγιση. Μέσα από μία τέτοια προσέγγιση φάνηκε ότι περισσότερο εύκολα οι μαθητές αντικαθιστούν τις παρανοήσεις και λανθασμένες ιδέες που είχαν για το πλανητικό σύστημα και ειδικότερα τη Γη και τον Ήλιο σε σύγκριση με τους μαθητές οι οποίοι διδάσκονται τέτοια ζητήματα μέσα από την απλή αναπαραγωγή του περιεχομένου των σχετικών σχολικών εγχειριδίων (Diakidoy & Kendeou, 2001).

Παρομοίως, ο Taylor (2003) υπογράμμισε τα θετικά αποτελέσματα της εφαρμογής ενός σχολικού πακέτου στην διδασκαλία της αστρονομίας βασισμένο σε αυτό που αποκαλούν “Κατασκευή στρατηγικού νοητικού μοντέλου”. Στη εφαρμογή αυτού του μοντέλου οι μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης είχαν την δυνατότητα να δημιουργήσουν, να ασκήσουν κριτική και να αντικαταστήσουν επιτυχώς τις λανθασμένες ιδέες που κατέχουν για το πλανητικό σύστημα με τις αντίστοιχες επιστημονικά σωστές ιδέες.

Επιπρόσθετα, ο Ausebel (2000) τονίζει τέσσερις γνωστικές διαδικασίες οι οποίες είναι απαραίτητες για την αντικατάσταση των προϋπαρχουσών λανθασμένων ιδεών των μαθητών αναφορικά με την επιστήμη, οι οποίες έχουν ως εξής:

Πτυχιακή

- 1) Προοδευτική διαφοροποίηση των προϋπαρχουσών ιδεών μέσω της οποίας αρχικά με διαφορετικές διδακτικές μεθόδους, τόσο οι μαθητές όσο και ο εκπαιδευτικός προσπαθούν να διερευνήσουν τις ιδέες που κατέχουν οι μαθητές. Τέτοιες μέθοδοι περιλαμβάνουν δραστηριότητες ζωγραφικής και ασκήσεις νοητικής χαρτογράφησης
- 2) Σύνδεση των νέων ιδεών με τις προϋπάρχουσες ιδέες
- 3) Εκπαίδευση των μαθητών στη σύνδεση των ιδεών που έχουν με τις αντίστοιχες ανώτερες επιστημονικές ιδέες
- 4) Διαδικασίες συνδιαλλαγής

Αντίστοιχα, ο Harlen (2000) τονίζει πως η φύση των συνδιαλλαγών η οποία προωθεί την αποτελεσματικότητα των παραπάνω γνωστικών διαδικασιών έχει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά στην εκπαιδευτική πράξη, τα οποία συνοψίζονται στα εξής:

- ✓ Παρατηρώ, ρωτώ και διαμορφώνω υποθέσεις
- ✓ Συζητώ για τις ιδέες μου και ακούω τις αντίστοιχες ιδέες των άλλων
- ✓ Εξετάζω τις ιδέες οι οποίες βρίσκονται υπό συζήτηση
- ✓ Οδηγούμαι σε συμπεράσματα τα οποία βασίζονται σε συγκεκριμένα δεδομένα
- ✓ Συγκρίνω τις ιδέες τις οποίες ήδη κατέχω με άλλες καινούριες αντίστοιχες ιδέες
- ✓ Σκέφτομαι πως θα μπορούσαν να βελτιωθούν οι ερευνητικές προσπάθειες

Οι Ollernshaw και Ritchie (1998) συζητούν σε σχετικό άρθρο τρόπους με τους οποίους οι εκπαιδευτικοί μπορούν να υποστηρίξουν τους μαθητές στην επιστημονική ανακάλυψη και διερεύνηση του κόσμου:

Πτυχιακή

A) ονομασία και ετικετοποίηση των πρώτων σκέψεων που οι μαθητές κατέχουν για ένα φαινόμενο

B) σύγκριση της χρήσης των πρώτων αλλά και δεύτερων σκέψεων αναφορικά με ένα επιστημονικό φαινόμενο

Γ) Μία ματιά από πιο κοντά για να διερευνηθούν οι μικρές διαφορές μεταξύ όμοιων πραγμάτων και εννοιών

Δ) Διαφορετική ομαδοποίηση και οργάνωση της σκέψης και των ιδεών που συνδέονται με ένα φαινόμενο

E) Διερεύνηση σε βάθος

Όπως προκύπτει από τα παραπάνω, οι μαθητές οικοδομούν τη γνώση πάνω σε ιδέες, γνώσεις και εμπειρίες που ήδη κατέχουν για ένα θέμα. Η χρήση μέχρι πρόσφατα παραδοσιακών εκπαιδευτικών και διδακτικών μεθόδων παρεμπόδιζε την αντικατάσταση των παρανοήσεων που κατέχουν οι μαθητές αναφορικά με έννοιες και φαινόμενα της φυσικής και αστρονομίας. Ωστόσο, η επιβεβαίωση της αποτελεσματικότητας εφαρμογής κονστρουκτιβιστικής προσέγγισης στην εκπαιδευτική πράξη οδηγεί σε διαρκώς νέες προτάσεις και μεθόδους αναφορικά με τα στοιχεία τα οποία πρέπει να λάβει υπόψη ένας εκπαιδευτικός ώστε να μπορούν τα παιδιά να προχωρούν ομαλά στην αντικατάσταση της παλιάς προϋπάρχουσας λανθασμένης ιδέας που κατέχουν για το πλανητικό σύστημα με τη νέα επιστημονικά τεκμηριωμένη γνώση.

3. Κριτική στον κονστρουκτιβισμό

Ενδιαφέρουσες όμως είναι και οι απόψεις επιστημόνων που αντιτίθενται στον κονστρουκτιβισμό, όπως της Μαργαρίτας Κουσαθανά , χημικού –εκπαιδευτικού στο

Κονστρουκτιβισμός: Παλιές απόψεις σε νέο περιτύλιγμα

Η αστική Διδακτική χρησιμοποιεί βαρύγδουπες φιλοσοφικές αναφορές στην προσπάθεια να προσδώσει ακαδημαϊκό της βάρος στις υποτιθέμενες «καινοτομίες» της. Και όμως, τίποτε πέρα από αναπαλαίωση των ήδη γνωστών σχολών της αστικής Παιδαγωγικής και Φιλοσοφίας. Νεοθετικισμός-πραγματισμός, η επιστήμη στην υπηρεσία της αποσπασματικής μάθησης, της στρέβλωσης της πραγματικότητας, της χειραγώγησης της μαθητικής συνείδησης.

Μια τέτοια προσπάθεια συνιστά και ο «κονστρουκτιβισμός» («εποικοδομισμός»), που εισάγεται με τη μορφή της θεωρίας της μάθησης για να στηρίξει τα δήθεν «νέα-εναλλακτικά μοντέλα» της «ενεργητικής», της «ανακαλυπτικής», της «ομαδοσυνεργατικής» κλπ. μάθησης. Οι οπαδοί του ισχυρίζονται ότι ο μαθητής «οικοδομεί» τις δικές του, υποκειμενικές «γνώσεις» σχετικά με το περιεχόμενο του μαθήματος.

Ο κονστρουκτιβισμός αρνείται τη δυνατότητα των ανθρώπων να γνωρίσουν την αντικειμενική πραγματικότητα. Θεωρεί ότι ο καθένας, είτε μόνος του είτε σε συμφωνία με άλλους, «κατασκευάζει» τα δικά του νοητικά «σχήματα». Επανεμφανίζεται λοιπόν σε μοντέρνα συσκευασία ο παμπάλαιος υποκειμενικός ιδεαλισμός, στον αντίποδα πάντα της μαρξιστικής-λενινιστικής θεωρίας της αντανάκλασης.

Γιατί έγινε της μόδας μια αγνωστικιστική-σχετικιστική θεωρία, όπως ο «κονστρουκτιβισμός», στην εκπαίδευση την εποχή των αλμάτων της επιστήμης; Όχι τυχαία! Αμφισβητώντας ουσιαστικά την επιστημονική γνώση οδηγεί τους εκπαιδευτικούς και τους

Πτυχιακή

μαθητές τους στη συσκότιση ή στην απόρριψη των νομοτελειών της φύσης και της κοινωνίας. Έτσι αφαιρεί το λογικό έδαφος κάτω από τα πόδια τους, προϋπόθεση για την επιτυχή δραστηριότητά τους υπονομεύοντας ακριβώς το ρόλο του συνειδητού υποκειμενικού παράγοντα της αγωγής και της κοινωνικής εξέλιξης.

Το παρακάτω άρθρο παρουσιάζει κριτικά τον «*κονστρουκτιβισμό*» από τη σκοπιά του διαλεκτικού-ιστορικού υλισμού. Εξετάζει την εφαρμογή του στη διδακτική πράξη και στέκεται στις επιπτώσεις του στη συνείδηση των μαθητών. Αποκαλύπτει έτσι την αντιδραστική ουσία των «*καινοτομιών*» που υλοποιούν τη συντηρητική αναδιάρθρωση στο επίπεδο της διδακτικής διαδικασίας.

Στην ελληνική βιβλιογραφία ο όρος *κονστρουκτιβισμός* αναφέρεται ως “*εποικοδόμηση της γνώσης*”, “*εποικοδομητισμός*”, “*δομισμός*”, “*εποικοδομισμός*”, “*αναπλαισίωση*”,

Η επιρροή του κονστρουκτιβισμού

Ο *κονστρουκτιβισμός* αποτελεί αντικείμενο πολυάριθμων ερευνητικών συνδιασκέψεων και άρθρων σε επιστημονικά περιοδικά, με συνέπεια να ασκεί μια σημαντική θεωρητική επιρροή στην εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών και των Μαθηματικών, κατέχοντας κυρίαρχο ρόλο σε πολλά “*μεταρρυθμιστικά*” και “*επιμορφωτικά*” προγράμματα. Αν και ο *κονστρουκτιβισμός*

Πτυχιακή

ξεκίνησε ως θεωρία της μάθησης, μεταλλάσσεται σταδιακά σε μια ενοποιημένη θεωρία για τη γνώση.

Πόσο σημαντική κρίνεται η θεωρία του κονστρουκτιβισμού για το σχεδιασμό της εκπαίδευσης των ΗΠΑ αναφέρεται από τον πρόεδρο της Αμερικάνικης Ένωσης της Έρευνας για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (NARST): *«Η ενοποίηση της σκέψης, της έρευνας, της ανάπτυξης προγραμμάτων σπουδών και της εκπαίδευσης δασκάλων σχεδιάζεται σύμφωνα με τις αρχές του κονστρουκτιβισμού... εκεί όπου ελλείπει η πολωμένη συζήτηση»*.¹ Ο πρόεδρος της NARST διατυπώνει με σαφήνεια ότι ο κονστρουκτιβισμός θεμελιώνει θεωρητικά τα προγράμματα σπουδών των ΗΠΑ και τις επιμορφώσεις των εκπαιδευτικών, ενώ εκδηλώνει την προσδοκία του για ενοποιημένη θεώρηση των εκπαιδευτικών ζητημάτων και την ύπαρξη ομοφωνίας ανάμεσα στα μέλη της επιστημονικής κοινότητας της Αμερικής σε ζητήματα έρευνας και σκέψης κι όλα αυτά κάτω από τη σημαία του κονστρουκτιβισμού. Η επιρροή των κονστρουκτιβιστών δεν είναι περιορισμένη μόνο στις ΗΠΑ. Το εθνικό πρόγραμμα σπουδών των Φυσικών Επιστημών της Νέας Ζηλανδίας (Αυστραλία) επηρεάζεται από τις θεωρίες και τις ιδέες των κονστρουκτιβιστών.² Τα κρατικά έγγραφα για την εκπαίδευση στην Ισπανία, στην Αγγλία, στο Ισραήλ, στην Αυστραλία, στον Καναδά εμπεριέχουν σε διαφορετικό βαθμό τη σφραγίδα της θεωρίας των κονστρουκτιβιστών.

Στη χώρα μας ο κονστρουκτιβισμός αποτελεί το κυρίαρχο ρεύμα Διδακτικής στα παιδαγωγικά τμήματα, στις φιλοσοφικές και φυσικομαθηματικές σχολές (στο γνωστικό πεδίο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών, Μαθηματικών, Νέων Ελληνικών, Θρησκευτικών κ.ά.), ενώ θεμελιώνει τα επίσημα έγγραφα των τελευταίων “μεταρρυθμίσεων”, επηρεάζοντας τη συγγραφή των σχολικών βιβλίων και συνιστώντας τη θεωρητική βάση των επιμορφωτικών

Πτυχιακή

προγραμμάτων εκπαιδευτικών της Πρωτοβάθμιας και της Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (ΠΕΚ, εξομοίωση δασκάλων). Τα “διαθεματικά” προγράμματα σχεδιάστηκαν σύμφωνα με τις αρχές του κονστρουκτιβισμού προτρέποντας τους μαθητές ν’ αναπτύξουν την “προσωπική” τους άποψη και “το δικό τους κοσμοείδωλο”, όπως φαίνεται από εισήγηση του προέδρου του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου: «η Διαθεματική Προσέγγιση, δηλαδή, η ολιστική κατάκτηση της γνώσης δίνει τη δυνατότητα στο μαθητή να συγκροτήσει ένα ενιαίο σύνολο γνώσεων και δεξιοτήτων που θα του επιτρέψει να αναπτύσσει προσωπική άποψη για θέματα που σχετίζονται μεταξύ τους, με ζητήματα της καθημερινής ζωής και να διαμορφώσει το δικό του κοσμοείδωλο, τη δική του κοσμοθεωρία και κοσμοαντίληψη».³ Τι σημαίνει για τους κονστρουκτιβιστές δημιουργία της προσωπικής, υποκειμενικής κοσμοαντίληψης είναι αναγκαίο να διερευνηθεί. Η ανάδειξη των φιλοσοφικών βάσεων του κονστρουκτιβισμού κρίνεται απαραίτητη, εφόσον το φιλοσοφικό υπόβαθρο είναι καθοριστικό για τη μόρφωση των μελλοντικών εκπαιδευτικών, οι οποίοι θα επηρεάσουν άμεσα την αντίληψη που αποκτούν οι μαθητές για τη φύση και την κοινωνία.

Διαστάσεις του κονστρουκτιβισμού

Με δεδομένη τη διεθνή επιρροή του καθώς και την αγωνία όσων ερευνητών τον υποστηρίζουν, για παραπέρα ανάπτυξη του ρεύματος και την κυριαρχία του στην εκπαιδευτική πράξη, είναι αναγκαίο ακολουθώντας την ορολογία και τη μεθοδολογία των οπαδών του να εξετάσουμε της διαστάσεις του κονστρουκτιβισμού, ώστε ν’ αναδειχθεί η κυρίαρχη φιλοσοφική του βάση.

Πώς παρουσιάζεται αυτή η “σύγχρονη” θεωρία για την εκπαίδευση; Ένας υποστηρικτής του ρεύματος ο Péroin αναφέρει: «... η άποψη των κονστρουκτιβιστών καθιστά πιθανή την ανάπτυξη ενός οράματος για όλα τα εκπαιδευτικά φαινόμενα, το οποίο όραμα έχει καθολικό χαρακτήρα και είναι οξυδερκές». ⁴ Ο κονστρουκτιβισμός προβάλλεται σαν “σύγχρονη” εκπαιδευτική θεωρία που θα λύσει επιτυχώς όλα τα προβλήματα της εκπαίδευσης, από ζητήματα δηλαδή διδακτικής πράξης μέχρι και το ζήτημα της ίδιας της γνώσης· ένας άλλος υποστηρικτής του αναφέρει «... [ο κονστρουκτιβισμός] είναι μια μεταμοντέρνα θεωρία της γνώσης...». ⁵ Το πόσο “μεταμοντέρνα” είναι ή το τι θεωρείται “μεταμοντέρνο” θα φανεί στη συνέχεια. Το εύρος του κονστρουκτιβισμού όμως ξεπερνά τα όρια της καθολικής “μεταμοντέρνας” θεωρίας για την εκπαίδευση, όταν διατυπώνονται απόψεις ιδεολογικού περιεχομένου με πολιτικές και ηθικές διαστάσεις, όπως: «...[ο κονστρουκτιβισμός] επίσης προσφέρει μια σφαιρική προοπτική στην έννοια της ανθρώπινης περιπέτειας, στον τρόπο που τα ανθρώπινα όντα δίδουν έννοια σε ολόκληρη στην ύπαρξή τους, προκειμένου να επιζήσουν και να προσαρμοστούν...». ⁴ Ενώ στο ίδιο μήκος κύματος εκπέμπει και ένας άλλος κονστρουκτιβιστής: «Το να είναι κάποιος κονστρουκτιβιστής σημαίνει να χρησιμοποιεί τον κονστρουκτιβισμό ως αναφορά για τις σκέψεις και τις ενέργειες του. Δηλαδή, όταν σκέπτεται ή δρα, οι πεποιθήσεις που σχετίζονται με τον κονστρουκτιβισμό προϋποθέτουν υψηλότερες αξίες από άλλες πεποιθήσεις...». ⁶ Οι ηθικές διαστάσεις του κονστρουκτιβισμού, σύμφωνα με τους υποστηρικτές του, είναι σε υψηλότερα επίπεδα από αντίπαλες εκπαιδευτικές θεωρίες. Και συνεχίζοντας οι κονστρουκτιβιστές μιλούν για την προσφορά του στους δασκάλους και τους εκπαιδευτικούς: « [ο κονστρουκτιβισμός προσφέρει] μια επιτακτική ηθική για την αποδόμηση παραδοσιακών αντικειμενικών αντιλήψεων για τη φύση της επιστήμης, των μαθηματικών και της γνώσης, για την αναδημιουργία των προσωπικών επιστημολογιών τους, των πρακτικών διδασκαλίας και των εκπαιδευτικών σχέσεων

με τους σπουδαστές».⁷ Στόχος των κονστρουκτιβιστών, στο πλαίσιο της θεωρίας για τη γνώση, είναι η αποδόμηση των παραδοσιακών αντικειμενικών αντιλήψεων για τη φύση της επιστήμης και η αντικατάστασή τους από υποκειμενικές θεωρήσεις για το κόσμο και στην προσπάθειά τους αυτή επιστρατεύουν ηθικά ψευτοεπιχειρήματα. Δημιουργεί ερωτηματικά κατά πόσο είναι ηθικό ο κάθε δάσκαλος να δομεί τις προσωπικές του απόψεις για τη φύση και τη γνώση (αυτό εννοούν με τον όρο προσωπική επιστημολογία) και αυτό το γεγονός να καθίσταται ηθικά και επαγγελματικά δεοντολογικό. Με άλλα λόγια ο δάσκαλος ή ο καθηγητής των Φυσικών επιστημών θα δομεί την προσωπική του επιστημολογία για την εξέλιξη, και στο πλαίσιο αυτό θα έχει τη δυνατότητα στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών να μη θεωρεί επιστημονική τη θεωρία του Δαρβίνου αλλά τη “δημιουργία”, όπως αναφέρεται στις “γραφές”. ή ο Χημικός, επειδή θεωρεί ότι η ατομική θεωρία εμπεριέχει υλιστικές απόψεις, να μη τη διδάσκει, και ο σχετικιστής -αγνωστικιστής, επειδή όλα είναι σχετικά, να προτρέπει, π.χ. σε συνάντηση στο ΕΚΦΕ Ηλιούπολης, τους εκπαιδευτικούς να διδάξουν ότι το pH του λεμονιού μπορεί να είναι και βασικό!

Η κριτική στον κονστρουκτιβισμό σε διεθνές επίπεδο αποπροσανατολίζεται από τις πολλές όψεις που εμφανίζει, από τις ιδεολογικές, πολιτικές, ηθικές, γνωσιολογικές διαστάσεις – σύμφωνα με την ορολογία των κονστρουκτιβιστών– ενώ εγκλωβίζεται σε επιμέρους κριτικές. Η επιχειρηματολογία αναλώνεται στην κριτική των όρων που αναπτύσσονται εσωτερικά του από επιμέρους ρεύματα, ενώ τα επιχειρήματα που χρησιμοποιούνται είναι αδύναμα, εφόσον αποφεύγουν οι ερευνητές να ονομάσουν τα πράγματα με το όνομά τους. Αν στόχος τους είναι η αποδόμηση των “*παραδοσιακών αντικειμενικών αντιλήψεων για τη φύση της επιστήμης*”, δηλαδή η ύπαρξη ή όχι της αντικειμενικής πραγματικότητας, τότε η διαμάχη και η κριτική μεταφέρεται

Πτυχιακή

σε φιλοσοφικό επίπεδο, όπου όλες οι δήθεν “σύγχρονες και μεταμοντέρνες” θέσεις και οι δυσνόητοι όροι που χρησιμοποιούν αποκαλύπτεται πόσο “καινούριοι” είναι.

Η προσπάθεια ανάδειξης των φιλοσοφικών βάσεων του κονστρουκτιβισμού θα αποδείξει επιπρόσθετα ότι το υπόβαθρο της Παιδαγωγικής και των θεωριών μάθησης είναι η Φιλοσοφία, και προς αυτή την κατεύθυνση κυρίαρχα αλλά όχι μοναδικά πρέπει να στραφεί η κριτική. Ο διαχωρισμός άλλωστε σε παιδαγωγικές και διδακτικές διαστάσεις της διδασκαλίας, που επιχειρείται στον ελληνικό χώρο και διεθνώς, είναι τεχνητός και σκόπιμα δημιουργημένος, για να απενοχοποιηθούν τα διάφορα μοντέλα και προτεινόμενες τεχνικές διδασκαλίας από τη φιλοσοφία που εμπεριέχουν, έτσι ώστε να εμφανίζονται σαν ουδέτερα, πράγμα που όπως θα φανεί δεν ισχύει στην πραγματικότητα.

Φιλοσοφικές βάσεις του κονστρουκτιβισμού

Ο von Glasersfeld, ο σημαντικότερος θεωρητικός του κονστρουκτιβισμού, προσπαθώντας να θεμελιώσει τη “νέα” θεωρία αναφέρει: «...Η γνώση μας είναι χρήσιμη, σχετική, βιώσιμη, ή όπως αλλιώς θέλουμε να επικαλεστούμε το θετικό αποτέλεσμα της αξιολόγησης [της γνώσης], όταν αυτή στηρίζεται στην εμπειρία και μας καθιστά ικανούς στο να κάνουμε προβλέψεις, να προκαλέσουμε ή να αποφύγουμε, εάν χρειαστεί, ορισμένα φαινόμενα (δηλ. εμφανίσεις, γεγονότα, εμπειρίες)... Λογικά αυτό δεν μας δίνει καμία ένδειξη ως προς τον τρόπο με τον οποίο ο αντικειμενικός κόσμος υφίσταται, μόνο σημαίνει ότι ξέρουμε έναν βιώσιμο τρόπο για ένα στόχο [σχετικό με τη γνώση] που έχουμε επιλέξει, κάτω από συγκεκριμένες περιστάσεις από τον εμπειρικό κόσμο μας. Δεν μας λέει τίποτα... για το πόσοι

άλλοι βιώσιμοι τρόποι μπορεί να υπάρξουν».⁸ Αργότερα θα συμπληρώσει: «Η λέξη “γνώση” αναφέρεται σε προϊόντα που είναι ριζικά διαφορετικά της αντικειμενικής αναπαράστασης ενός ανεξάρτητου από τον παρατηρητή κόσμου... Αντ' αυτού η γνώση αναφέρεται στις εννοιολογικές δομές τις οποίες επιστημολογικοί παράγοντες θεωρούν βιώσιμες, στο δοσμένο εύρος της παρούσας εμπειρίας, στο πλαίσιο των παραδόσεων σκέψης και γλώσσας».⁹

Ποιο είναι το σύγχρονο και μεταμοντέρνο στη θεώρηση του von Glasersfeld; Η στήριξη της γνώσης στην υποκειμενική εμπειρία μας θυμίζει τις παλιές γνώριμες φωνές των θετικιστών, που εκφράστηκαν αρχικά από το Comte (τέλη 19^{ου} με αρχές του 20^{ου} αιώνα). Το κυριότερο χαρακτηριστικό των θετικιστών είναι ότι θέτουν για βάση τους μια θεωρία της γνώσης, σύμφωνα με την οποία το μόνο που μπορούμε να γνωρίσουμε είναι η ύπαρξη των αισθημάτων μας. Εντυπωσιασμένοι από το γεγονός ότι η γνώση πηγάζει από την εμπειρία παραβλέπουν ότι η ίδια η εμπειρία είναι προϊόν της πρακτικής αλληλεπίδρασης με τα εξωτερικά υλικά αντικείμενα και την αποκόπτουν από την εξωτερική πραγματικότητα αντιμετωπίζοντάς τη “καθεαυτή”, ως απόλυτη. Η γνώση που αποχτάμε μέσα από τις εμπειρικές μεθόδους δε συνδέεται με τον αντικειμενικό κόσμο, όπως ο von Glasersfeld με αγωνία υποστηρίζει, αλλά έχει υποκειμενικό χαρακτήρα· δε μας δίνει μια όλο και πιο εμπεριστατωμένη εικόνα της αντικειμενικής πραγματικότητας, αλλά συνδέεται μόνο με τις αισθητηριακές μας αντιλήψεις. Η γνώση σ’ αυτό το πλαίσιο υποβιβάζεται στο συσχετισμό και στην ταξινόμηση εμπειρικών δεδομένων - δηλαδή των άμεσων στοιχείων της εμπειρίας, των αισθημάτων - και όχι στη γνώση των αλληλεξαρτήσεων και των νόμων της κίνησης του αντικειμενικού κόσμου. Τα κυρίαρχα χαρακτηριστικά των απόψεων του von Glasersfeld είναι το δόγμα ότι η γνώση βασίζεται στην εμπειρία, ενώ ο συσχετισμός των εμπειρικών δεδομένων αποτελεί γνώση, αλλά δεν μπορεί να εκφράσει την αντικειμενική πραγματικότητα που δεν υπάρχει ανεξάρτητα από την εμπειρία. Ο

von Glasersfeld επιμένει ν' αναδιατυπώνει θέσεις που είχε διατυπώσει ο Russell (1948) στο *«Human knowledge»*¹⁰, όπου προσπαθούσε να “κατασκευάσει” τον υλικό κόσμο από δεδομένα των αισθήσεων και να τον αναπαραστήσει ως μια “λογική κατασκευή” δεδομένων των αισθήσεων. Ο αντικειμενικός κόσμος σύμφωνα με τους κονστρουκτιβιστές δεν υπάρχει ή δεν μας ενδιαφέρει αν υπάρχει· είναι μια λογική ανακατασκευή ή αναπαράσταση εμπειρικών δεδομένων ή άλλα σοφίσματα που επινοούν και θα επινοήσουν.

Αυτά τα φιλοσοφικά σοφίσματα δεν εφευρέθηκαν λοιπόν από τον Glasersfeld· ο Ένγκελς στο έργο του “Λουδοβίκος Φόιερμπαχ” απαντάει σε παρόμοιες θέσεις που είχαν διατυπωθεί από ιδεαλιστές φιλόσοφους στη διαδικασία εξέλιξης της φιλοσοφίας και της επιστήμης: *«ο υλικός κόσμος υπάρχει ανεξάρτητα από κάθε φιλοσοφική θεώρηση. Αποτελεί τη βάση πάνω στην οποία μεγαλώσαμε εμείς οι άνθρωποι, που είμαστε προϊόντα αυτής της φύσης... θέση που εκφράστηκε από τον Φόιερμπαχ .. επαναφέροντας τον υλισμό στο θρόνο του...θέση που χαιρετίζεται με ενθουσιασμό από το Μαρξ στην ‘Αγία Οικογένεια’»*.¹¹ Θ’ αναρωτηθεί ο αναγνώστης: μα σε “σύγχρονες” επιστημολογικές θεωρήσεις απαντάμε με “παλιά” επιχειρήματα που διατυπώθηκαν από τον Ένγκελς το 1888; Ο Μαρξ, ο Ένγκελς και ο Λένιν σίγουρα δεν είχαν ακούσει τον όρο κονστρουκτιβισμό, ήξεραν όμως να διακρίνουν καλά και ν’ αποδυναμώνουν με τα κατάλληλα επιχειρήματα τα ιδεαλιστικά σοφίσματα. Ο Λένιν στο έργο του “Υλισμός και εμπειριοκριτικισμός” αναφέρεται συχνά σε έργα του Ένγκελς καθώς και στις θέσεις του Μαρξ για το Λ. Φόιερμπαχ, θεωρώντας ότι οι απόψεις που διατυπώνονται εκεί συνιστούν θεμελιώδεις θέσεις του διαλεκτικού υλισμού και αδιαμφισβήτητα επιχειρήματα κατά των σοφισμάτων του ιδεαλισμού. Η αναφορά στους κλασικούς επιπρόσθετα αναδεικνύει το αβάσιμο του ισχυρισμού των “σύγχρονων” ιδεαλιστών επιστημολόγων και των πανεπιστημιακών εκφραστών τους, ότι η μαρξιστική θεωρία έχει ξεπεραστεί.

Μετά από τη μεθοδολογική παρένθεση επανερχόμαστε στο von Glasersfeld και στις αναφορές του για αποδόμηση των παραδοσιακών αντικειμενικών αντιλήψεων για τη φύση της επιστήμης. Όταν ο von Glasersfeld αναφέρεται στις απόψεις για αντικειμενικές αντιλήψεις της φύσης της επιστήμης, ανακατασκευάζει το φιλοσοφικό ζήτημα ύπαρξης αντικειμενικά ή όχι της πραγματικότητας: ουσιαστικά η διατύπωσή του στρέφεται κατά των υλιστικών απόψεων για την ανεξάρτητα από τη νόηση ύπαρξη του υλικού κόσμου, τις οποίες χαρακτηρίζει “παραδοσιακές”, δηλαδή ξεπερασμένες, όπως άλλωστε θεωρούν και το Μαρξισμό οι “σύγχρονοι” επιστημολόγοι. Όμως ο Ένγκελς στο έργο του για το Λ. Φόιερμπαχ εξηγεί: *«ενώ ο υλισμός θεωρεί τη φύση ως το μόνο πραγματικό, στο χεγγελιανό σύστημα η φύση είναι μονάχα η εξωτερίκευση της απόλυτης ιδέας, δηλαδή ο υλικός κόσμος είναι υποβάθμιση της ιδέας .. και μέσα σ’ αυτή την αντίφαση βολόδερναν όπως-όπως»*.¹¹ Συνεχίζει ο Λένιν στον “Υλισμός και εμπειριοκριτικισμό”: *«Πώς μπορούν οι άνθρωποι που δεν τρελάθηκαν να ισχυρίζονται με τα σωστά τους ότι τάχα “η αισθητηριακή παράστασή μας (αδιάφορο ως προς πιο σημείο) είναι ακριβώς η έξω από μας πραγματικότητα”; Η γη είναι μια πραγματικότητα που υπάρχει έξω από μας. Η γη δεν μπορεί να συμπίπτει με την αισθητηριακή μας παράσταση.....γιατί η γη υπήρχε κι όταν δεν υπήρχαν ούτε άνθρωποι ούτε αισθητήρια όργανα ούτε ύλη οργανωμένη σε τέτοια ανώτερη μορφή....»*.¹² Με τη σειρά μας θα συμπληρώσουμε ότι η γη υπήρχε, πριν ακόμα οι κονστρουκτιβιστές αποφασίσουν για τους επιστημολογικούς παράγοντες που θα εξετάσουν ποιες εννοιολογικές δομές για τη γη είναι βιώσιμες. Θεωρείται σημαντικό σ’ αυτό το σημείο ν’ αναφερθεί ότι πολλές φορές γίνεται παράφραση των απόψεων του Ένγκελς για το ζήτημα του “Είναι” έξω από τον αισθητό κόσμο. Ο Ένγκελς στο “Αντι-Ντύρινγκ” αναφέρει: *«Η ενότητα του κόσμου δεν έγκειται στο Είναι του [την ύπαρξή του], αν και το Είναι του αποτελεί προϋπόθεση της ενότητάς του, γιατί ο κόσμος για να μπορεί να είναι ενιαίος πρέπει πρώτα να υπάρχει. Το “Είναι” γενικά είναι ανοιχτό ζήτημα*

αρχίζοντας από το σύνορο όπου υπάρχει το οπτικό μας πεδίο. Η πραγματική ενότητα του Είναι συνίσταται στην υλικότητά του και η υλικότητά του δεν αποδείχεται με μερικές ταχυδακτυλουργικές φράσεις αλλά με τη μακρόχρονη κι επίμονη ανάπτυξη της φιλοσοφίας και της φυσιογνωσίας». Μια μεθοδολογία που ακολουθούν “σύγχρονοι” επιστημολόγοι είναι ν’ απομονώνουν φράσεις των κλασικών του Μαρξισμού και να κατηγορούν μετά τους υλιστές ως μεταφυσικούς ή υπερβατικούς. Η ιδέα της υπέρβασης, δηλαδή της χάραξης διαχωριστικής γραμμής ανάμεσα στο φαινόμενο και στο πράγμα καθεαυτό, είναι μια παράλογη ιδέα που έχουν εισαγάγει οι ιδεαλιστές και οι αγνωστικιστές. Στο ζήτημα αυτό ο Λένιν σημειώνει την παρατήρηση του Φόιερμπαχ: «πόσο παράλογο είναι να παραδέχεται κανείς κάποια υπέρβαση από το κόσμο των φαινομένων στο κόσμο καθεαυτό, κάποιο αγεφύρωτο βάραθρο, που το έχουν δημιουργήσει οι παπάδες και που το δανείστηκαν από αυτούς οι καθηγητές της φιλοσοφίας!» ¹²

Στις δηλώσεις του von Glasersfeld υπονοείται ένα εξίσου μεγάλο φιλοσοφικό ζήτημα, σχετικά με το αν μπορούμε να γνωρίσουμε τον κόσμο, όταν ισχυρίζεται ότι η γνώση είναι σχετική. Η αμφισβήτηση της γνώσης του κόσμου εκφράστηκε και εκφράζεται από τους *αγνωστικιστές* (ή αλλιώς *σχετικιστές*, σύμφωνα με μια ανασκευή του όρου που προτιμούν οι κονστρουκτιβιστές) με σημαντικότερους και θεμελιωτές του ρεύματος τους Χιουμ και Καντ. Το ότι ανασκεύασαν τους όρους και οι “σύγχρονοι” επιστημολόγοι σήμερα αναφέρονται στο ρεαλισμό και στο σχετικισμό (με διάφορες αποχρώσεις από τον υποκειμενικό μέχρι τον αντικειμενικό ιδεαλισμό) αποκλείοντας τον όρο «*διαλεκτικός υλισμός*», δεν σημαίνει ότι και τα επιχειρήματα που χρησιμοποιούν είναι καινούρια κατασκευάσματα. Στρουθοκαμηλίζουν με το να αποσιωπούν στη διεθνή βιβλιογραφία το διαλεκτικό υλισμό. Η απάντηση στον ανασκευασμένο σχετικισμό -αγνωστικισμό έρχεται από τον Ένγκελς που διατυπώνει μια από τις θεμελιώδεις θέσεις του διαλεκτικού υλισμού (στο “Λ. Φόιερμπαχ”): «*Η πιο πετυχημένη αναίρεση*»

[28]

αυτής της φιλοσοφικής λόξας [του αγνωστικισμού] είναι η πράξη, δηλαδή το πείραμα και η βιομηχανία. Αν μπορούμε να αποδείξουμε την ορθότητα της αντίληψής μας για ένα φυσικό φαινόμενο φτιάχνοντάς το μόνοι μας, παράγοντάς το από τους όρους του και επιπλέον κάνοντάς το να εξυπηρετεί τους σκοπούς μας, τότε ξοφλάει το ασύλληπτο “πράγμα καθεαυτό” του Καντ. Οι χημικές ουσίες που παράγονται στους ζωικούς και φυτικούς οργανισμούς παρέμεναν “πράγματα καθεαυτά” ως τη στιγμή που η οργανική Χημεία άρχισε να τις παρασκευάζει τη μια ύστερα από την άλλη. Έτσι το “πράγμα καθεαυτό” έγινε πράγμα για μας, όπως η αλιζαρίνη, η χρωστική ουσία του ριζαριού, που δεν τη βγάζουμε πια από τις ρίζες του ριζαριού που καλλιεργούμε στα χωράφια, μα πολύ φθηνότερα και απλούστερα από το κατράμι του πετροκάρβουνου. Το ηλιακό σύστημα του Κοπέρνικου τριακόσια χρόνια έμενε μια υπόθεση που πάνω της μπορούσες να στοιχηματίζεις... ωστόσο μια υπόθεση. Όταν όμως ο Λεβεριέ βασισμένος στα δεδομένα αυτού του συστήματος υπολόγισε όχι μόνο ότι υπάρχει ένας άγνωστος πλανήτης αλλά και τη θέση που πρέπει να βρίσκεται αυτός ο πλανήτης στον ουρανό και όταν αργότερα ο Γκάλε βρήκε αυτόν τον πλανήτη, τότε το σύστημα του Κοπέρνικου είχε αποδειχθεί ... Οι νεοκαντιανοί προσπαθούν να ξαναζωντανέψουν τις καντιανές αντιλήψεις και οι αγνωστικιστές τις αντιλήψεις του Χιουμ (που ποτέ δεν είχαν εξαφανιστεί πέρα για πέρα)· αυτό επιστημονικά αποτελεί **ένα βήμα πίσω** σε σχέση με τη θεωρητική και πραχτική αναίρεσή τους που έγινε από καιρό...». Ο Ένγκελς στηρίζεται στα επιτεύγματα των Φυσικών Επιστημών, για να αποκαλύψει την κενότητα των επιχειρημάτων του αγνωστικισμού. Τα σημερινά επιτεύγματα της ποσοτικής, συνθετικής Χημείας, της Βιοχημείας, οι ανακαλύψεις της Βιολογίας (γονίδιο, DNA, κ.ά.) ενισχύουν παραπέρα τις απόψεις του διαλεκτικού υλισμού. Ο Λένιν στο έργο του “ Υλισμός και εμπειριοκριτικισμός” ασχολείται με τον αγνωστικισμό: « στη θέση της συνεπούς άποψης του Μπέρκλεϋ: ο εξωτερικός κόσμος είναι αίσθημά μου, έχουμε κάποτε την άποψη του Χιουμ: παραμερίζω το ζήτημα αν υπάρχει ή όχι κάτι

πέρα από τα αισθήματά μου. Και η άποψη αυτή του αγνωστικισμού τους καταδικάζει αναπόφευκτα να ταλαντεύονται ανάμεσα στον ιδεαλισμό και τον υλισμό»¹². Στο ίδιο έργο ο Λένιν συνεχίζει: «Ποια είναι η ουσία της κατεύθυνσης του αγνωστικιστή; Ότι δεν προχωρεί πέρα από τα αισθήματα, ότι σταματά εντεύθεν των φαινομένων και αρνιέται να δει οτιδήποτε πέρα από τα αισθήματα. Δεν μπορούμε να ξέρουμε τίποτα το αξιόπιστο για τα ίδια τα πράγματα [αυτό αναφέρουν οι αγνωστικιστές], δηλαδή για τα πράγματα καθεαυτά, για τα αντικείμενα καθεαυτά, όπως έλεγαν οι υλιστές που τους καταπολέμησε ο Μπέρκλεϋ.»¹² Στο ίδιο έργο διατυπώνεται η υλιστική αντίληψη, όταν ο Λένιν αναφέρεται στη θεωρία της αντανάκλασης: «ώστε λοιπόν η υλιστική θεωρία, η θεωρία της αντανάκλασης των αντικειμένων από τη σκέψη, εκτίθεται ... με πληρέστερη σαφήνεια: τα πράγματα υπάρχουν έξω από εμάς. Οι αντιλήψεις μας οι αναπαραστάσεις μας είναι είδωλα των πραγμάτων. Την επαλήθευση αυτών των ειδώλων, τη διάκρισή τους σε αληθινά και απατηλά, μας τη δίνει η πράξη»¹²- συμπληρώνοντας τις θέσεις που διατύπωσε ο Ένγκελς. Αν ακολουθήσουμε τη λογική των σχετικιστών –αγνωστικιστών– κονστρουκτιβιστών, τότε στο παράδειγμα που αναφέρει ο Ένγκελς δεν θα ανακαλύπταμε ποτέ τον πλανήτη Ποσειδώνα, γιατί αν ο Γ. Γκάλε σκεφτόταν κονστρουκτιβιστικά θα βάφτιζε υποκειμενική, σχετική την εμπειρία του, και το εργαλείο που χρησιμοποίησε για τις παρατηρήσεις του, το τηλεσκόπιο, “φακό διαστρέβλωσης”.

Ο Antonio Bettencourt θ’ αναδειξεί με σαφήνεια τις φιλοσοφικές ρίζες του κονστρουκτιβισμού, όταν με ειλικρίνεια και χωρίς υπεκφυγές, κάτι που δεν συμβαίνει συχνά στους κονστρουκτιβιστές, αναφέρει: «... ο κονστρουκτιβισμός, είναι όπως ο **ιδεαλισμός**, υποστηρίζει ότι είμαστε γνωστικά απομονωμένοι από την πραγματικότητα της φύσης... Η γνώση μας είναι, στην καλύτερη περίπτωση, μια χαρτογράφηση των μετασχηματισμών που επιτρέπονται από εκείνη την πραγματικότητα».¹³ Στην προσπάθειά του να θεμελιώσει στον ιδεαλισμό τον

κονστρουκτιβισμό ο von Glasersfeld προχωρά για άλλη μια φορά σε θέσεις οντολογικές: «...Ο ριζοσπαστικός κονστρουκτιβισμός επομένως είναι ριζοσπαστικός, επειδή σπάζει τη σύμβαση και αναπτύσσει μια θεωρία της γνώσης στην οποία η γνώση δεν απεικονίζει μια “αντικειμενική” οντολογική πραγματικότητα, αλλά αποκλειστικά μια ταξινόμηση και μια οργάνωση ενός κόσμου που συνίσταται από την εμπειρία μας. Ο ριζοσπαστικός κονστρουκτιβιστής έχει εγκαταλείψει το “μεταφυσικό ρεαλισμό” μια για πάντα...». ⁸ Ο θεμελιωτής του κονστρουκτιβισμού αξιώνει ότι η γνώση είναι η κατάλληλη ταξινόμηση μιας εμπειρικής πραγματικότητας και ότι δεν υπάρχει καμιά λογική, προσιτή, υπερεμπειρική πραγματικότητα, ενώ σύμφωνα με αυτόν και πολλούς άλλους αντι-ρεαλιστές φιλόσοφους η αντικειμενικότητα της πραγματικότητας αποτελεί μεταφυσική υπόθεση. Αυτό το ζήτημα που τίγουν οι κονστρουκτιβιστές αποτελεί παλιό επιχείρημα των ιδεαλιστών, στο οποίο προτάσσει ο Μαρξ τη θεμελιακή θέση του διαλεκτικού υλισμού: «το ζήτημα αν η ανθρώπινη νόηση μπορεί να κατακτήσει την αντικειμενική αλήθεια [γνώση], δεν είναι ζήτημα θεωρίας αλλά πράξης. Στην πράξη πρέπει ο άνθρωπος ν’ αποδείξει την αλήθεια, δηλαδή την πραγματικότητα και τη δύναμη, το εντεύθεν της νόησής του. Η διαμάχη για την πραγματικότητα ή τη μη πραγματικότητα της απομονωμένης από την πράξη νόησης είναι καθαρά σχολαστικό ζήτημα» ¹¹ (2^η θέση Φόιερμπαχ). Και συνεχίζει: «επειδή ο Φόιερμπαχ δεν μένει ικανοποιημένος με την “αφηρημένη νόηση”, επικαλείται τη “συγκεκριμένη εποπτεία”... όμως δεν αντιλαμβάνεται τον κόσμο ως “πραχτική” ανθρώπινη συγκεκριμένη δράση» ¹¹ (5^η θέση Φόιερμπαχ). Στο ίδιο πλαίσιο και ο Λένιν στον “Υλισμό και εμπειριοκριτικισμό” σχολιάζει: «πολλοί ιδεαλιστές και όλοι οι αγνωστικιστές (ανάμεσά τους οι οπαδοί του Καντ και του Χιουμ) χαρακτηρίζουν μεταφυσικούς τους υλιστές, γιατί κατά τη γνώμη τους το να δέχεται κανείς ότι υπάρχει ο εξωτερικός κόσμος, ανεξάρτητα από τη συνείδηση του ανθρώπου, σημαίνει υπέρβαση των ορίων της εμπειρίας». ¹²

Προχωρώντας στη διαδικασία διερεύνησης των θέσεων του κονστρουκτιβισμού ας εξετάσουμε τις παιδαγωγικές του θέσεις, όπως διατυπώνονται από το Fleury: «...*δύο φιλοσοφικές αρχές χαρακτηρίζουν τον κονστρουκτιβισμό... Η πρώτη είναι ότι η γνώση χτίζεται ενεργά από το γνωρίζον υποκείμενο... Η δεύτερη θεμελιώδης αρχή... [είναι ότι] η λειτουργία της γνώσης είναι να οργανωθεί ο εμπειρικός κόσμος κάποιου, όχι η ανακάλυψη μιας οντολογικής πραγματικότητας*».⁵ Στους ίδιους τόνους ακολουθεί και ο Wheatley: «*Η θεωρία του κονστρουκτιβισμού στηρίζεται σε δύο κύριες αρχές... Η μια δηλώνει ότι η γνώση δεν παραλαμβάνεται παθητικά, αλλά ενισχύεται ενεργά από το γνωρίζον υποκείμενο... Η δεύτερη δηλώνει ότι η λειτουργία της γνώσης είναι προσαρμοστική και εξυπηρετεί την οργάνωση του εμπειρικού κόσμου, όχι την ανακάλυψη της οντολογικής πραγματικότητας... Κατά συνέπεια δεν βρίσκουμε την αλήθεια, αλλά κατασκευάζουμε τις βιώσιμες εξηγήσεις της εμπειρίας μας.*»¹⁴

Ο ανυποψίαστος ερευνητής ή εκπαιδευτικός θα αναρωτηθεί: ποιο είναι το πρόβλημα σε αυτή τη θέση; Δεν είναι παιδαγωγικά αποδεκτό να συμμετέχει ο μαθητής στη διαδικασία της μάθησης, να εκφράζει ελεύθερα τις προσωπικές του απόψεις; Όταν όμως μιλούν για ενεργό συμμετοχή του μαθητή εννοούν ότι ο μαθητής κατασκευάζει τα υποκειμενικά του νοήματα για τον αντικειμενικό κόσμο. Αυτή είναι η σύγχρονη παιδαγωγική και επιστημολογική άποψη που υποστηρίζουν. Ο υλιστής Ένγκελς το 1878 αποφαινεται στη “Διαλεκτική της Φύσης”: «*Στις Φυσικές επιστήμες πρέπει να ξεκινάμε από τα δεδομένα γεγονότα, δηλαδή πρέπει να ξεκινάμε από τις πραγματικές μορφές και τις μορφές κίνησης της ύλης· και στις θεωρητικές φυσικές επιστήμες δεν πρέπει να κατασκευάζουμε συσχετίσεις ανάμεσα στα γεγονότα, αλλά να τις ανακαλύψουμε σε αυτά και, από τη στιγμή που θα τις ανακαλύψουμε, πρέπει να τις επαληθεύσουμε πειραματικά στο βαθμό του δυνατού*».¹⁵ Η διαμάχη για την “κατασκευή” ή “ανακάλυψη”- επαλήθευση της γνώσης αποτελεί, όπως φαίνεται από τη διατύπωση του Ένγκελς, παλιό φιλοσοφικό ζήτημα

[32]

διαμάχης ανάμεσα στον ιδεαλισμό και στον υλισμό και οι υλιστές δια στόματος Ένγκελς διατυπώνουν ότι δεν κατασκευάζουμε συσχετίσεις ανάμεσα στις μορφές της ύλης και της μορφές της κίνησής της, αλλά τις ανακαλύπτουμε και προσπαθούμε να εξετάσουμε πειραματικά την ισχύ τους. Επομένως ο κυρίαρχος όρος των κονστρουκτιβιστών για κατασκευή της γνώσης όχι μόνο δεν αποτελεί σύγχρονο κατασκεύασμα, αλλά και επιπρόσθετα δεν εισάγεται τυχαία. Σύμφωνα με τους ιδεαλιστές κονστρουκτιβιστές οι μη παρατηρήσιμες οντότητες όπως άτομα, ηλεκτρόνια, γονίδια, φορτία, ηλεκτρομαγνητικά κύματα) και οι εφαρμογές τους είναι ταξινομήση εννοιολογικών σχημάτων του ανθρώπινου νου, ενώ όλες οι βιώσιμες απόψεις που αναπτύσσουν οι μαθητές γι' αυτά είναι αποδεκτές.

Ένα σημαντικό στοιχείο των θεμελιωδών θέσεων του κονστρουκτιβισμού είναι η βιωσιμότητα της γνώσης, καθώς απόψεις που διατυπωθήκαν ήδη από το Μαχ (*«η γνώση είναι μια βιολογικά ωφέλιμη ψυχική βίωση... η έννοια είναι μια φυσική υπόθεση ωφέλιμη για δουλιά»*) ανασκευάζονται και χρησιμοποιούνται από τους κονστρουκτιβιστές. Στις θέσεις αυτές του Μαχ από το έργο του “Γνώση και πλάνη” απάντησε ο Λένιν: *«η γνώση μπορεί να είναι βιολογικά ωφέλιμη, ωφέλιμη στη πράξη του ανθρώπου, στη διατήρηση της ζωής, στη διατήρηση του είδους, μόνο όταν αντανακλά την αντικειμενική αλήθεια, την ανεξάρτητη από τον άνθρωπο. Για τον υλιστή η “επιτυχία” της ανθρώπινης πράξης αποδείχνει τη συμφωνία των παραστάσεών μας με την αντικειμενική φύση των πραγμάτων που αντιλαμβανόμαστε. Για τον σολινιστή [ακραία μορφή ιδεαλισμού] “επιτυχία” είναι καθετί που μου χρειάζεται στη πράξη, που μπορεί να τη βλέπει κανείς χωριστά από τη θεωρία της γνώσης. Αν συμπεριλάβουμε στη βάση της θεωρίας της γνώσης το κριτήριο της πράξης, φτάνουμε αναπόφευκτα στον υλισμό, λέει ο μαρξιστής. Η πράξη μπορεί να είναι υλιστική, η θεωρία είναι άλλο κεφάλαιο, λέει ο Μαχ»*.¹² Όταν μιλούν οι κονστρουκτιβιστές για βιωσιμότητα της γνώσης, με όρους Μαχ που χρησιμοποιήθηκαν αργότερα και από τον

[33]

Dewey για τη θεμελίωση του πραγματισμού, ουσιαστικά διατυπώνουν ιδεαλιστικά σοφίσματα, τα οποία έχουν στόχο να ξεκόψουν τη θεωρία από την πράξη, τέχνασμα που χρησιμοποιούν οι ιδεαλιστές από την εποχή που αναπτύσσεται η φιλοσοφία στην αρχαία Ελλάδα, όταν η *αριστοκρατική θεωρία* (μαθηματικά, αστρονομία, ιατρική) είναι αποκομμένη από την *πληβεία πράξη* (χημεία -μεταλλουργία, μέθοδοι οξείδωσης, αναγωγής).

Την προσπάθεια των κονστρουκτιβιστών για αποδόμηση των παραδοσιακών αντιλήψεων των εκπαιδευτικών γύρω από την ύπαρξη την πραγματικότητας ακολουθεί η αποδόμηση της μάθησης των μαθητών. Θα συμφωνήσουμε με τους κονστρουκτιβιστές ότι η μάθηση πρέπει να γίνει μέσα από δραστηριότητες, μέσα από την πράξη, όμως αυτό δεν μπορεί να γίνει στο ιδεαλιστικό πλαίσιο του κονστρουκτιβισμού εξαιτίας των εσωτερικών του αντιφάσεων. Η τακτική που ακολουθούν οι κονστρουκτιβιστές στα σχολικά εγχειρίδια είναι ο διαχωρισμός της σχολικής από την επιστημονική γνώση. Θα συμφωνήσουμε ότι οι μαθητές κατά μια έννοια θ' ανακαλύπτουν - και όχι ότι θα κατασκευάζουν - τη γνώση ανάλογα με την ηλικία τους, εφόσον είναι αδύνατο να καταλάβουν οι μαθητές τη θεωρία της σχετικότητας στο Δημοτικό, διότι δεν έχουν το κατάλληλο γνωστικό υπόβαθρο. Όταν όμως οι κονστρουκτιβιστές εννοούν διαχωρισμό επιστημονικής από σχολική γνώση, υπονοούν ότι ο κάθε μαθητής θ' αποχτήσει την υποκειμενική του άποψη για τον κόσμο και ο διαχωρισμός αυτός γίνεται εμφανής, όταν η επιστημονική γνώση παρουσιάζεται στα βιβλία σαν κάτι εξωτερικό της μάθησης, όπως χαρακτηριστικά φαίνεται στα βιβλία του Δημοτικού με τον "καραφλό και ξεμαλλιασμένο επιστήμονα" που τη διατυπώνει ή με τις κάρτες του βιολόγου που παρουσιάζουν σαν τηλεπαιχνίδι την επιστημονική γνώση. Το πρόβλημα βέβαια είναι και μεθοδολογικό, διότι οι μαθητές χάνονται σε δραστηριότητες –«*οι ιδεαλιστές βολοδέρνουν στις εσωτερικές τους αντιφάσεις*»– που πολλές φορές είναι άσχετες με το αναμενόμενο συμπέρασμα ή που δεν

Πτυχιακή

καταλήγουν σε κάποιο συμπέρασμα. Η γνώση του ηλιακού συστήματος και των πυραύλων γίνεται χαρτοκοπτική κατασκευή που θα μπορούσε να γίνει στο Νηπιαγωγείο και όχι στην Στ΄ Δημοτικού και σε καμιά περίπτωση δεν σχετίζεται με τον αναμενόμενο σχολικό στόχο, ενώ οι μαθητές καλούνται να ερμηνεύσουν (ατομικά) τον τρόπο κατασκευής της στολής του αστροναύτη, στολή που απαιτήσε πολύ τεχνογνωσία για να κατασκευαστεί. Ο μικρός μαθητής Θαλής μαθαίνει για την επιστήμη από την εγκυκλοπαίδεια, αργότερα ίσως από τον ηλεκτρονικό υπολογιστή κι ο δάσκαλος “αποδομημένος” από τον κονστρουκτιβισμό δεν παίζει κανένα ρόλο στη μάθηση. Οι μαθητές “αποδομημένοι” θα έρθουν αργότερα στο Γυμνάσιο, για να διδαχθούν Χημεία στο πλαίσιο της “εποικοδόμησης της γνώσης”, όπου η επιστήμη του μικρόκοσμου έχει μετατραπεί σε επιστήμη του μαγειρέματος και του ανακατέματος, σε Χημεία με αλχημιστικές και μυστικιστικές διαστάσεις, εφόσον εκλείπει οποιαδήποτε εξήγηση σε μικροσκοπικό επίπεδο, δηλαδή με την ατομική θεωρία. Και “αποδομημένοι” και αποστεωμένοι οι μαθητές θα δυσκολευτούν με τις Φυσικές Επιστήμες στο Λύκειο, ενώ οι πανεπιστημιακοί αργότερα θα διερωτώνται για το χαμηλό επίπεδο των εισερχόμενων φοιτητών!

Συμπερασματικά

Η επεξεργασία των θεμελιωδών θέσεων του κονστρουκτιβισμού απαιτεί λεπτομερή προσοχή. Τα κυριότερα στοιχεία του είναι η υποκειμενική εμπειριοκρατία, ο ατομικισμός, ο σχετικισμός (αγνωστικισμός), ο υποκειμενικός ιδεαλισμός. Οι κονστρουκτιβιστές αναφέρονται στις πραγματικότητες της ανθρώπινης μάθησης και της επιστήμης, πράγμα που δημιουργεί πρόβλημα για τους ίδιους, εφόσον η πραγματικότητά τους καταρρέει στην “εμπειρία της ατομικής (υποκειμενικής) πραγματικότητάς μου”. Αυτό είναι συγκρίσιμο: το ίδιο ακριβώς

Πτυχιακή

συμβαίνει με την πραγματικότητα στην κλασική εμπειριοκρατία του επίσκοπου G. Berkeley (θεμελιωτή του υποκειμενικού ιδεαλισμού) και δεν διατυπώνεται τυχαία, όπως δείξαμε, από τους κονστρουκτιβιστές.

Οποιαδήποτε επιστημολογία που διατυπώνει το πρόβλημα της γνώσης από την άποψη ενός υποκειμένου που εξετάζει ένα αντικείμενο και διερωτάται πόσο καλά η εμπειρία ή οι αισθήσεις του αντανακλούν τη φύση ή την ουσία του αντικειμένου, είναι υποκειμενικός εμπειρισμός, ακόμα κι όταν συνάγεται το συμπέρασμα ότι η αισθητηριακή εμπειρία καθόλου δεν απεικονίζει τις ιδιότητες των αντικειμένων. Οι αξιώσεις αυτές δεν διαφέρουν από το απλό και καταστροφικό επιχείρημα του επισκόπου Berkeley στην *“πραγματεία”* του: *«όσο για τις αισθήσεις μας, από αυτές έχουμε τη γνώση μόνο των αισθημάτων μας, ιδεών, ή εκείνων των πραγμάτων που γίνονται άμεσα αντιληπτά από τις αισθήσεις, ή όπως αλλιώς τις αποκαλεί κάποιος: αλλά δεν μας ενημερώνουν ότι τα πράγματα υπάρχουν χωρίς τη νόηση...»*. Οι σύγχρονοι κονστρουκτιβιστές χρησιμοποιούν πολλούς όρους, για να διατυπώσουν τον υποκειμενικό εμπειρισμό τους, άλλοτε χρησιμοποιούν όρους αριστοτελικούς άλλοτε του Locke, συνεχίζουν με σχετικισμό –αγνωστικισμό, για να καταλήξουν με συνέπεια στον ιδεαλισμό του επισκόπου Berkeley.

Μέσα στην εμπειρικιστική παράδοση, με την υποκειμενική μορφή που της δίνουν οι κονστρουκτιβιστές, η δυνατότητα της γνώσης αποδυναμώνεται, καθώς ισχυρίζονται ότι το μυαλό είναι ενεργό στη γνώση μόνο με υποκειμενισμό. Η δυνατότητα της γνώσης εξατμίζεται, μόλις υποστηρίζεται ότι τα άμεσα αντικείμενα της διανοητικής ικανότητας είναι εντυπώσεις αισθημάτων παρά η ίδια η φύση. Ενώ ο υλισμός θεωρεί τη φύση ως το μόνο πραγματικό, στο κονστρουκτιβιστικό σύστημα η φύση είναι η εξωτερίκευση της απόλυτης ιδέας, δηλαδή με άλλα

Πτυχιακή

λόγια η υποβάθμιση της ιδέας! Η σκέψη και το νοητικό της προϊόν, η ιδέα ή η αντίληψη, είναι για τους κονστρουκτιβιστές το πρωταρχικό, ενώ η φύση είναι το παράγωγο, που υπάρχει μόνο και μόνο γιατί καταδέχτηκε η ιδέα να κατέβει ως αυτό το σημείο. Και μέσα σ' αυτές τις αντιφάσεις προσπαθούν ν' "αποδομήσουν" τις παραδοσιακές αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για την ύπαρξη της αντικειμενικής πραγματικότητας. Η φύση όμως υπάρχει ανεξάρτητα από οποιαδήποτε οντολογική θεώρηση. Αποτελεί τη βάση στην οποία μεγαλώσαμε εμείς οι άνθρωποι και υπήρχε πριν καταδεχτούμε να διατυπώσουμε νόμους και "μη παρατηρήσιμες" οντότητες.

Σ' αυτές τις φιλοσοφικές βάσεις δομούνται οι "σύγχρονες μεταρρυθμίσεις" που βασίζονται στην "έρευνα της Διδακτικής", δηλαδή στον κονστρουκτιβισμό. Τα προγράμματα σπουδών ανασκευάζονται, η ατομική θεωρία, επειδή αντανakλά την υλιστική θεώρηση του κόσμου, βγαίνει εκτός ύλης, ενώ σύγχρονοι ιδεαλιστές επιστημολόγοι (Chalmers) θεωρούν την ατομική θεωρία εμπόδιο για την ανάπτυξη της επιστήμης. Το ίδιο συμβαίνει με την εξέλιξη: ενώ θα μπορούσε να είναι η βάση του αναλυτικού προγράμματος της Βιολογίας και πάνω σ' αυτή τη θεώρηση να εξηγηθούν οι νέες ανακαλύψεις της Γενετικής, βρίσκεται εκτός ύλης. Επεισόδια όπως η εξέλιξη, η ατομική θεωρία, δεν χωράνε στο αναλυτικό πρόγραμμα. Η διδασκαλία της Χημείας, όπως σημειώνεται στο βιβλίο του καθηγητή της Γ' Γυμνασίου, πρέπει να ξεφύγει από τις αρχές της επιστήμης! Τα νέα βιβλία που διδάσκονται στην Αυστραλία αναφέρουν: «*Στοιχεία Χημείας: Γη, νερό, αέρας, φωτιά*», δηλαδή τα στοιχεία της Χημείας είναι τα στοιχεία του Αριστοτέλη...

Όσο για την ομοφωνία που ισχυρίζεται ο πρόεδρος της NARST ότι θα φέρει ο κονστρουκτιβισμός στην επιστημονική κοινότητα, ως απάντηση παρατίθεται η κριτική του

Αμερικανού καθηγητή Suchting: «Καταρχάς ένα μεγάλο μέρος του δόγματος γνωστού ως “κονστρουκτιβισμός” ... είναι απλά ακατανόητο. Δεύτερον, μέχρι το σημείο που είναι καταληπτό... είναι απλά μπερδεμένο. Τρίτον, υπάρχει μια πλήρης απουσία οποιουδήποτε επιχειρήματος για οποιεσδήποτε θέσεις του που μπορούν να κατανοηθούν... Γενικά, μακριά από τη θεώρηση του τι πραγματικά είναι η “νέα” εποχή στη φιλοσοφία της επιστήμης, ένα ελαφρά διορατικό αυτί μπορεί να ανιχνεύσει τη γνωστή φωνή μιας πραγματικά αρκετά πρωτόγονης, παραδοσιακής υποκειμενιστικής εμπειριοκρατίας με μερικούς αρμονικούς ήχους “διαφορετικής” προέλευσης όπως από τον Piaget και τον Kuhn».¹³ Το ότι είναι ακατανόητος ο κονστρουκτιβισμός αποτελεί σύμπτωμα ανορθολογισμού, εσωτερικής αντίφασης του ιδεαλισμού (όπως χαρακτηριστικά αναφέρει ο Ένγκελς: «βολόδερναν [οι ιδεαλιστές] στις αντιφάσεις τους»), αλλά παράλληλα είναι έντεχνα διατυπωμένος, για να εγκλωβίζει μέσα στον ιστό της αράχνης - κατασκευασμένο από δυσνόητους όρους - ανυποψίαστους ερευνητές και εκπαιδευτικούς.

Η λεπτομερής εξέταση των φιλοσοφικών του βάσεων αναδεικνύει το πόσο “μεταμοντέρνος και σύγχρονος” είναι. Δεν αποφέρει στην πραγματικότητα της σχολικής τάξης τίποτα περισσότερο από σύγχυση, υποβάθμιση και λανθασμένη αντίληψη για τον κόσμο και όχι τυχαία. Ας θυμηθούμε τη διαφορά του ιδεαλιστικού και του υλιστικού φιλοσοφικού συστήματος όπως διατυπώνεται εύστοχα και λιτά από τον Μαρξ: «οι φιλόσοφοι ερμήνευαν με διάφορους τρόπους τον κόσμο, το ζήτημα είναι να τον αλλάξουμε». Κάτω από το μανδύα της “παιδαγωγικής δημοκρατίας” του κονστρουκτιβισμού κρύβεται η αγωνία αποφυγής οποιασδήποτε προσπάθειας αλλαγής του κόσμου. Οι μαθητές “δημοκρατικά” κατασκευάζουν τον “προσωπικό” τους κόσμο για να απομονωθούν σ’ αυτόν συντηρώντας τη καπιταλιστική πραγματικότητα. Αυτή είναι η κυρίαρχη κοσμοθεωρία του ιμπεριαλισμού που επιθετικά προβάλλεται ως στάση ζωής από τις βιομηχανίες εκπαίδευσης των ΗΠΑ. Όταν εννοούν οι κονστρουκτιβιστές ότι πρέπει να

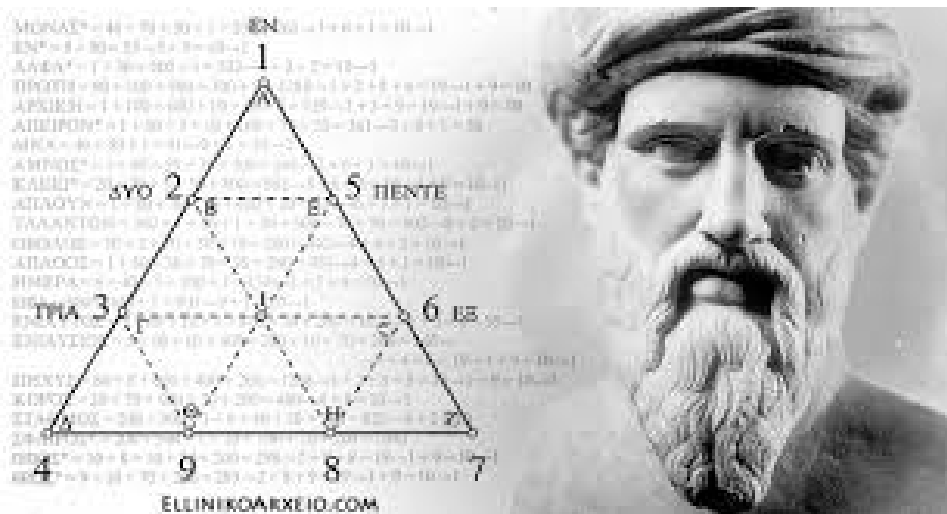
Πτυχιακή

σκεπτόμαστε, να δρούμε κονστρουκτιβιστικά, εννοούν να σκεπτόμαστε ιδεαλιστικά, να δρούμε ατομικά και έτσι αποδυναμωμένοι να ατενίζουμε παθητικά τον κόσμο, αντί να προσπαθούμε να τον αλλάξουμε. Η πάλη για την αναβάθμιση της εκπαίδευσης περνά αναγκαστικά από το φιλοσοφικό επίπεδο. Γιατί στη φιλοσοφία «κατά κύριο λόγο, γιατί εδώ, όπως στα σπέρματα, όπως στα γονίδια, κρύβονται, χωρίς να έχουν ακόμα αναπτυχθεί, μα αρκετά σαφή, τα πλαίσια και τα σχήματα των μελλοντικών θέσεων (και διαφωνιών) πάνω σε συγκεκριμένα φλέγοντα προβλήματα, τόσο σημερινά, που έχουν ήδη διαμορφωθεί, όσο και μελλοντικά που μόλις αρχίζουν να διαφαίνονται». ¹⁷

Προσωκρατικοί φιλόσοφοι, Αριστοτελική φυσική και πλανητικό σύστημα



ΠΥΘΑΓΟΡΕΙΟΣ ΣΧΟΛΗ



ΠΥΘΑΓΟΡΑΣ 571-495 π.χ.

Αρχικά, ο άνθρωπος μέσα από την παρατήρηση του περιβάλλοντος είχε την αντίληψη ότι αυτός βρισκόταν στο κέντρο του κόσμου, με τους Βαβυλώνιους, τους Ασσύριους, τους Χαλδαίους, τους Πέρσες, τους Ινδούς και τους Κινέζους να θεωρούν ότι η Γη είναι μία τεράστια επίπεδη πλάκα, η οποία επιπλέει στην άβυσσο των υδάτων (Μπουσούτας-Θανασούλας, 2010). Όπως άλλωστε αναφέρει ο Θεοδοσίου στο βιβλίο του ‘ Η εκθρόνιση της γης’:

“...στις πρωταρχικές δοξασίες των αρχαίων λαών η Γη θεωρούνταν ακίνητη, ενίοτε επίπεδη, το μεγαλύτερο από όλα τα ουράνια σώματα, που κατείχε το κέντρο του Κόσμου, γύρω από το οποίο στρέφονταν τα άστρα και οι επτά πλανήτες. Στους επτά τότε γνωστούς πλανήτες περιλαμβάνονταν τόσο η Σελήνη, όσο και ο Ήλιος. Το σχήμα ήταν είτε στρογγυλό, όπως ο αισθητός ορίζοντας, είτε τετράγωνο, όπως η ‘χώρα’ των αρχαίων Αιγυπτίων, ενώ περιβάλλονταν από έναν τεράστιο ποταμό ή από τον Ωκεανό, στα ύδατα του οποίου επέπλεε η επίπεδη Γη. Την Γη την κάλυπτε ο ημισφαιρικός αισθητός ουράνιος θόλος πάνω στον οποίο κινούνταν τα άστρα και οι πλανήτες. Το βασικό όμως πρόβλημα για τους σοφούς των αρχαίων πολιτισμών ήταν που ακριβώς στηρίζονταν η Γη αυτό το βαρύ σώμα...”.

Ο Όμηρος, ο συγγραφέας της Οδύσσειας και της Ιλιάδας, θεωρείται ως ένας ποιητής που έγραψε τα πρώτα κείμενα της ιστορικής περιόδου της Αρχαίας Ελλάδας, όπου αναφέρει ότι ο Ουρανός στηρίζεται σε κίονες τους οποίους έχει τοποθετήσει εκεί ο Άτλας, ενώ ο Ησίοδος κινείται σε παρόμοια επίπεδα προτείνοντας πως ο Δίας είναι αυτός που όρισε τον Άτλαντα για να σηκώσει τον Ουρανό. Επίσης, στα ίδια κείμενα αναφέρεται ότι η Γη είναι ένα επίπεδο σφαιρικό σώμα, το οποίο είναι καλυπτόμενο από έναν ημισφαιρικό ουράνιο θόλο, ενώ ανάμεσα στη Γη και τον Ουρανό παρεμβάλλεται ένα πυκνό στρώμα αέρα.

Αυτές είναι οι πρώτες καταγεγραμμένες απόψεις στην αρχαία Ελλάδα σχετικά με τη Γη, τον Ουρανό και τους πλανήτες. Ωστόσο, οι πρώτες φιλοσοφικές απόψεις σχετικά με τους πλανήτες και το σύμπαν δεν διατυπώθηκαν μέχρι και τον 6^ο αιώνα π.Χ. Ο Αναξίμανδρος είναι ο πρώτος φιλόσοφος, ο οποίος εκφράστηκε στις ακτές της Ιωνίας, στην πόλη της Μιλήτου, όπου η φιλοσοφία και οι τέχνες άνθιζαν εκείνη την εποχή.

Μέχρι και την ελληνιστική περίοδο, τρεις ήταν οι κυρίαρχες θεωρίες για τον κόσμο και το πλανητικό σύστημα, οι οποίες ήταν άμεσα συνδεδεμένες με την φιλοσοφική σχολή ή την φιλοσοφική άποψη που είχε για την Δημιουργία ο φιλόσοφος που τις εξέφραζε. Οι θεωρίες αυτές είναι οι εξής:

1. Η γεωκεντρική θεωρία
2. Η πυροκεντρική θεωρία
3. Η ηλιοκεντρική θεωρία

Στη συνέχεια θα παρουσιαστεί και θα αναλυθεί κάθε μία από αυτές τις θεωρίες ξεχωριστά. Ξεκινώντας από τη γεωκεντρική θεωρία, αυτή ήταν η κυρίαρχη θέση στην αρχαιότητα, η οποία είχε ως κεντρικό αξίωμα την ιδέα ότι η Γη βρίσκεται στο κέντρο του Σύμπαντος. Επίσης, θεωρούνταν ότι η Γη έχει σφαιρικό σχήμα, κάτι το οποίο βέβαια δεν ήταν γενικώς αποδεκτό από την αρχή. Γενικά, στην απαρχή της φιλοσοφικής σχέσης από την πλειονότητα των φιλοσόφων και στοχαστών, η Γη θεωρούνταν ένα επίπεδο, κυκλικό ή όχι αιωρούμενο πλανητικό σώμα. Η σφαιρικότητα της Γης αποτέλεσε ένα βασικό σημείο αντιπαράθεσης και αρκετοί ήταν οι φιλόσοφοι οι οποίοι υποστήριζαν τη συγκεκριμένη άποψη, όπως ο Αναξίμανδρος, ο Εμπεδοκλής και οι Πυθαγόρειοι φιλόσοφοι με κυρίαρχο εκπρόσωπο τον Παρμενίδη, ο οποίος υποστήριζε και διακήρυττε με πάθος τη σφαιρικότητα της Γης.

Πτυχιακή

Ο Φερεκίδης ο Σύριος ήταν ο πρώτος ο οποίος πρότεινε ένα γεωκεντρικό μοντέλο θέασης του κόσμου, αναφέροντας στην πραγματεία ‘ Επτάμυχος’, ότι ο Κόσμος αποτελείται από διάφορες πτυχές σε καθεμία από τις οποίες κρύβεται ένας Θεός. Το σύνολο των πτυχών αυτών είναι επτά και είναι οι εξής:

- Το άπειρο διάστημα
- Η κρυστάλλινη σφαίρα των απλανών αστερών
- Η σφαίρα των πλανητών
- Η σφαίρα του Ήλιου
- Η σφαίρα της Σελήνης
- Η Γη
- Όλα αυτά που βρίσκονται κάτω από τη Γη

Επιπρόσθετα, στο ίδιο μοντέλο αλλά και στην πλειονότητα των γεωκεντρικών μοντέλων τα οποία προτάθηκαν από διάφορους φιλοσόφους, η Γη θεωρείται ότι βρίσκεται στο κέντρο του Σύμπαντος και γύρω από αυτήν κινούνται οι πλανήτες σε κυκλική τροχιά. Επί παραδείγματι, σύμφωνα με έναν άλλο φιλόσοφο της ίδιας όμως άποψης, τον Εύδοξο τον Κνίδιο ο οποίος πρότεινε πως η διάταξη των πλανητών είναι η εξής: Σελήνη, Ερμής, Αφροδίτη, Ήλιος, Άρης, Δίας και Κρόνος. Ανάλογα συστήματα προτάθηκαν και από τους περισσότερους φιλοσόφους όπως τον Αναξίμανδρο, τον Αναξιμένη, τον Διογένη Απολλωνάτη, τον Εμπεδοκλή, τον Ξενοφάνη τον Κολοφώνιο, τον Παρμενίδη, τον Πυθαγόρα και τον Επίκουρο.

Η άλλη σχετική θεωρία είναι η Πυροκεντρική Θεωρία με κεντρικούς θιασώτες αυτής τους Πυθαγόρειους φιλοσόφους όπως για παράδειγμα ο Φιλόλαος ο Κροτωνιάτης, ο Ηρακλείδης ο Ποντικός, ο Έκφαντος και ο Ικέτας. Με βάση αυτή την θεωρία, η Γη ήταν σφαιρική και

Πτυχιακή

τοποθετημένη στο κέντρο του κόσμου, αλλά για πρώτη φορά από τον 6^ο αιώνα π.Χ., εισάγεται η ιδέα ότι η Γη δεν στηρίζεται πουθενά. Επίσης, τόσο οι Πυθαγόρειοι όσο και οι υπόλοιποι υποστηρικτές της πυροκεντρικής θεωρίας, διακήρυτταν ότι το Πυρ είναι η πρώτη αρχή του κόσμου. Ειδικότερα, μετά την Δημιουργία του κόσμου, το Πυρ συγκεντρώθηκε στο κέντρο του κόσμου ασκώντας έλξη στα διάφορα άλλα σώματα δημιουργώντας ένα σχηματισμό που αποτέλεσε το Σύμπαν.

Ο Φιλόλαος ο Κροτωνιάτης είναι από αυτούς που θεωρούν ότι η Γη δεν είναι ακίνητη αλλά περιστρέφεται γύρω από το Πυρ που βρίσκεται στο κέντρο του κόσμου. Ο Ηρακλείδης ο Ποντικός, ο Έκφαντος αλλά και ο Ικέτας υποστήριζαν ότι η περιστροφή της Γης γύρω από τον άξονά της διαρκούσε ένα ημερονύκτιο, μία άποψη η οποία ήταν κάτι παραπάνω από ριζοσπαστική για εκείνη την εποχή. Από την άλλη πλευρά, ο Ηρακλείδης ο Ποντικός πρότεινε ότι ίσως ο Ερμής και η Αφροδίτη περιστρέφονται γύρω από τον Ήλιο, αποτελώντας έτσι τον πρώτο φιλόσοφο ο οποίος υποστήριξε την ύπαρξη ενός ηλιοκεντρικού συστήματος.

Επιστρέφοντας στο πυροκεντρικό μοντέλο, μέσα από αυτό προτείνεται ότι γύρω από το Πυρ που βρίσκεται στο κέντρο του κόσμου περιστρέφονται κυκλικά και σε σφαιρική τροχιά ο Αντιχθών, η Γη, η Σελήνη, ο Ήλιος και στο τέλος οι πλανήτες. Γενικά πάντως, οι κινήσεις των ουράνιων σωμάτων σύμφωνα με τους Πυθαγόρειους φιλοσόφους διέπονται από δύο κεντρικές και θεμελιώδεις αρχές:

1. Η πρώτη αρχή είναι η μυστικιστική διάσταση των αριθμών
2. Η δεύτερη αρχή είναι οι αναλογίες των Φυσικών Νόμων.

Πτυχιακή

Επιπρόσθετα, οι ίδιοι φιλόσοφοι και στοχαστές πίστευαν ότι κάθε ουράνιο σώμα εξέπεμπε έναν ήχο, ο οποίος είναι μοναδικός για το κάθε σώμα, ο οποίος παραγόταν σε συνάρτηση με τον όγκο και την ταχύτητα κίνησης του σώματος. Επίσης, ο ήχος αυτός ήταν αρμονικός και οι αποστάσεις μεταξύ των σωμάτων είναι τέτοιες ώστε από τους ήχους του κάθε ουράνιου σώματος να δημιουργείται μία οκτάδα μουσικής, τη λεγόμενη “μουσική των σφαιρών”.

Προχωρώντας στην ηλιοκεντρική θεωρία, οι Πυθαγόρειοι ήταν οι πρώτοι οι οποίοι συνετέλεσαν στο να γίνει το πρώτο σημαντικό βήμα για να μην θεωρείται ότι η Γη βρίσκεται στο κέντρο του κόσμου και να γίνει η αρχή πρότασης ενός ηλιοκεντρικού συστήματος. Αυτό που ουσιαστικά αποτέλεσε το έναυσμα για την τοποθέτηση του ήλιου στο κέντρο του πλανητικού συστήματος, ήταν η αδυναμία τόσο του γεωκεντρικού όσο και του πυροκεντρικού μοντέλου να εξηγήσουν επιτυχώς την ανάδρομη φαινόμενη πορεία των πλανητών του Άρη, του Δία και του Κρόνου.

Στην βάση του αναπάντητου αυτού ερωτήματος εμφανίστηκε ο Αρίσταρχος ο Σάμιος, ο οποίος στην προσπάθειά του να προσφέρει μία εξήγηση σε αυτό το φαινόμενο, πρότεινε την τοποθέτηση του Ήλιου ως ακίνητου στο κέντρο του συστήματος. Φυσικά βέβαια, με βάση τα διαθέσιμα στοιχεία αλλά και όργανα της περιόδου εκείνης, θα ήταν πολύ δύσκολο για τον Αρίσταρχο να επιβεβαιώσει την θεωρία του.

Παρομοίως, ο Εύδοξος ο Κνίδιος προσπάθησε να λύσει το μυστήριο της ανάδρομης πορείας των συγκεκριμένων πλανητών, προτείνοντας ένα μαθηματικό σύστημα το οποίο αποτελείται από είκοσι επτά σφαίρες. Στην εξώτατη σφαίρα τοποθετήθηκαν οι απλανείς αστέρες

Πτυχιακή

και στη συνέχεια επινοήθηκε ένα σύστημα με είκοσι έξι ομόκεντρες σφαίρες οι οποίες κατανέμονται στους πλανήτες ως εξής:

A. 3 σφαίρες για τον Ήλιο

B. 3 σφαίρες για τη Σελήνη

Γ. 4 σφαίρες για τον Ερμή

Δ. 4 σφαίρες για την Αφροδίτη

E. 4 σφαίρες για τον Δία

ΣΤ. 4 σφαίρες για τον Άρη

Z. 4 σφαίρες για τον Κρόνο

Στην βάση αυτού του μοντέλου, κάθε πλανήτης κινείται στον ισημερινό της εσωτερικής του σφαίρας ενώ προκειμένου να πραγματοποιηθεί μία αναπαράσταση των κινήσεων των Πλανητών ο Εύδοξος σκέφτηκε να χρησιμοποιήσει τις συνδυασμένες περιστροφικές κινήσεις των δύο εσωτερικών σφαιρών που αντιστοιχούν σε κάθε πλανήτη. Μάλιστα, η συνισταμένη κίνηση των δύο σφαιρών περιγράφεται από ένα επίμηκες πεπλατυσμένο ανεστραμμένο ‘οχτάρι’ που το ονόμασε ‘ιπποπέδη’. Η κίνηση του πλανήτη σε μια τέτοια τροχιά προκαλούσε άλλοτε επιτάχυνση και άλλοτε επιβράδυνση της πορείας του. Από τη μία πλευρά αυτό το σύστημα έδινε λύσεις στον τρόπο με τον οποίο κινούνται ο Ερμής, ο Δίας, ο Κρόνος, ο Ήλιος και η Σελήνη αλλά δεν έδινε λύση στην κίνηση της Αφροδίτης και του Άρη.

Πτυχιακή

Σε αυτό το σημείο επεμβαίνει ο Κάλλιπος ο Κυζικηνός, ο οποίος εισήγαγε και άλλες έξι σφαίρες ανεβάζοντας το σύνολο αυτών στον αριθμό τριάντα τρία. Οι σφαίρες αυτές κατανεμήθηκαν ως εξής:

A. 5 σφαίρες για τον Ήλιο, Σελήνη, Ερμή, Αφροδίτη και Άρη.

B. 4 για τον Δία και τον Κρόνο

Μάλιστα μέσα από αυτή την τροποποίηση ικανοποιείται και η κίνηση του Άρη.

Ωστόσο, από την άλλη πλευρά όσο αυξανόταν ο αριθμός των σφαιρών τόσο περισσότερο δύσκολο ήταν να διατηρηθεί η ίδια απόσταση από τη Γη για όλους τους πλανήτες. Επίσης, το ηλιοκεντρικό σύστημα όπως αυτό προτάθηκε δεν έλυνε όλα τα ζητήματα που ήταν υπό διερεύνηση και είχε αρκετά κενά, καθώς θεωρώντας ότι ο Ήλιος βρίσκεται στο κέντρο του πλανητικού συστήματος, προέκυπταν σφάλματα για τις θέσεις των υπολοίπων πλανητών οι οποίες ξεπερνούσαν μάλιστα σε κάποιες περιπτώσεις και τις 15 μοίρες σε απόκλιση, όπως στην περίπτωση του πλανήτη Άρη. Δεχόμενοι ότι ο κύκλος είναι το σχήμα που ορίζει την τροχιά των πλανητών και όχι η έλλειψη όπως αποδείχθηκε αργότερα, προτίμησαν να μεταβάλλουν το γεωκεντρικό σύστημα τροχιών από το να το αντικαταστήσουν με το εξίσου προβληματικό ηλιοκεντρικό.

Η
βελτίωση του
συστήματος έλαβε
προσθήκες και
εισήγαγε σε αυτό
Πτολεμαίος, ο
προχώρησε στην
γεγονότος ότι
φαινόμενα στον
πλανητικό
δεν είναι δυνατόν
το γεωκεντρικό
φαινόμενα αυτά



μεγαλύτερη
γεωκεντρικού
χώρα με τις
μεταβολές που
ο Κλαύδιος ο
οποίος αρχικά
αναγνώριση του
υπάρχουν κάποια
ουρανό και το
σύστημα, τα οποία
να εξηγηθούν από
μοντέλο. Τα
σχετίζονταν

κυρίως με την κίνηση των πλανητών και ειδικότερα την ανάδρομη πορεία τους αλλά και την φαινομενική στάση που αυτά διατηρούν. Στην προσπάθειά του λοιπόν να εξηγήσει αυτή την ανάδρομη πορεία των πλανητών, ο Πτολεμαίος προχώρησε στην εισαγωγή μίας έννοιας σε εκείνη της κίνησης στο σύστημα των επικύκλων. Η έννοια αυτή αναφέρεται στο εξισωτικό σημείο ή εξισωτή.

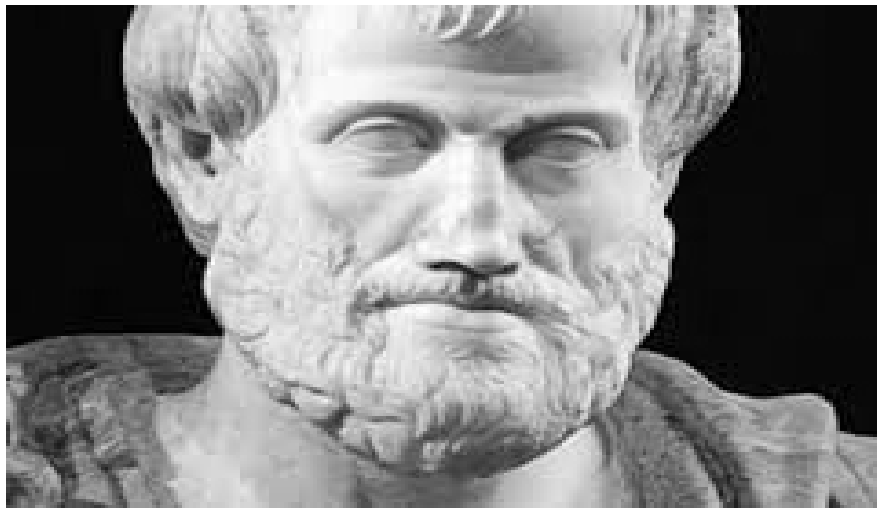
ΠΤΟΛΕΜΑΙΟΣ ΚΛΑΥΔΙΟΣ 127-168μ.χ.

Πτυχιακή

Ειδικότερα, το εξισωτικό σημείο ή ο εξισωτής βρίσκεται σε μικρή απόσταση από το κέντρο του κύκλου, το έκκεντρο, στο οποίο βρίσκεται η Γη και όχι στο κέντρο όπως πίστευαν ως τότε. Μέσα από την τοποθέτηση της Γης σε αυτό το σημείο σε συνδυασμό και με την χρήση των επικύκλων που είχε προτείνει ο Απολλώνιος ο Περγαίος, δημιουργούνταν μία σειρά από πιο αποτελεσματικές προσεγγίσεις για τα πλανητικά φαινόμενα. Μάλιστα, το συγκεκριμένο σύστημα ήταν αυτό που είχε επικρατήσει μέχρι και τον 15^ο αιώνα μ.Χ. Ολόκληρο το έργο του Πτολεμαίου Κλαύδιου περιγράφεται στο έργο του <<ΑΛΜΑΓΕΣΤΗ>>, το μεγαλύτερο επιστημονικό αριστούργημα έως τον 16^ο.

Στη συνέχεια θα παρουσιαστεί ξεχωριστά και θα αναλυθεί η άποψη του Αριστοτέλη για το Σύμπαν και την Φυσική.

Αριστοτελική Κοσμολογία



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ 384-322π.χ

Ο Αριστοτέλης, ο Σταγειρίτης φιλόσοφος, υπήρξε ως είναι γνωστό ο αγαπημένος μαθητής του Πλάτωνα και έμεινε στο πλευρό του έως και τον θάνατό του, αποκτώντας πληθώρα

Πτυχιακή

φιλοσοφικών ερεθισμάτων, ασχολούμενος με όλα τα κεντρικά και βασανιστικά φιλοσοφικά ζητήματα της εποχής του (Ασημακόπουλος & Τσιαντούλας, 2008). Σε αντίθεση με τον Πλάτωνα ο οποίος υποστήριζε ότι η αντίληψη του κόσμου εξαρτάται από τις ιδέες, ο Αριστοτέλης υποστήριξε ότι στον αισθητό κόσμο τα αντικείμενα έχουν μία αυτόνομη υπόσταση και από αυτά στην ουσία αποτελείται ο πραγματικός κόσμος (Lindberg, 1999).

Η παραδοχή ότι τα αντικείμενα έχουν μία αυτόνομη υπόσταση αποτέλεσαν την βάση περιγραφής και ανάλυσης του κόσμου από τον Αριστοτέλη, στις οποίες επίσης είναι ιδιαίτερα κεντρική η έννοια της μεταβολής. Αυτό που στην ουσία υποστήριζε ήταν ότι κάθε αντικείμενο συνιστάται από ύλη και μορφή, όπου η μορφή διαρκώς μεταβάλλεται μέσα από μία διαδικασία αντικατάστασης ενώ η ύλη παραμένει σταθερή (Lindberg, 1999). Αυτό το δίπολο ύλης και μορφής αναφέρεται σε αυτό το σημείο, γιατί αποτέλεσε την βάση πάνω στην οποία οικοδομήθηκε η περιγραφή του κόσμου και των αντικειμένων που το περιβάλλουν.

Ειδικότερα, ο Αριστοτέλης περιέγραψε τον κόσμο ως εύτακτο, επειδή ακριβώς κάθε φυσικό αντικείμενο έχει την δική του φύση και τον δικό του χαρακτήρα, γεγονός που το κάνει να συμπεριφέρεται πάντα με τον ίδιο τρόπο εάν δεν παρεμβαίνει κάποιο εμπόδιο ή κάποια βίαιη αλλαγή. Από την άλλη πλευρά, όταν παρατηρούμε μία αλλαγή σε ένα αντικείμενο τότε υπάρχουν μία σειρά από εξηγητικούς παράγοντες στους οποίους βασίζεται αυτή η αλλαγή. Αυτοί οι εξηγητικοί παράγοντες σύμφωνα με τον Αριστοτέλη είναι οι εξής:

- Ειδικό (μορφή)
- Υλικό
- Ποιητικό (δραστηριότητα της μεταβολής)
- Τελικό αίτιο

Επομένως, στον εύτακτο, οργανωμένο κόσμο του Αριστοτέλη, κάθε πράγμα εξελίσσεται προς το τέλος που του επιβάλλει η φύση του. Στην βάση αυτής της συλλογιστικής ξεκίνησε η διαδικασία περιγραφής του κόσμου, παρουσιάζοντας το σχετικό του πρότυπο στο έργο του «Περί Ουρανού». Σύμφωνα λοιπόν με τον Αριστοτέλη, το Σύμπαν είναι εύτακτο, αιώνιο, δηλαδή δεν έχει αρχή, έχει τη μορφή μίας σφαίρας, η οποία σφαίρα διακρίνεται σε υποσελήνια και υπερσελήνια περιοχή. Όσον αφορά την υποσελήνια περιοχή η κατώτερη περιοχή κάτω από το κέλυφος της οποίας είναι τοποθετημένη η σελήνη είναι η γήινη περιοχή, η οποία χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη γένεσης, φθοράς, και μεταβολών κάθε είδους. Από την άλλη πλευρά, η υπερσελήνια περιοχή είναι περιοχή υψηλών επιπέδων φθοράς και μεταβολών κάθε είδους, ενώ σε αυτήν κυρίαρχο στοιχείο είναι ο αιθέρας. Βασισμένος στην αισθητηριακή εμπειρία, υποστήριξε ότι ο χαρακτήρας των σωμάτων της υποσελήνιας περιοχής καθορίζεται από την αναλογία της σύνθεσης των τεσσάρων βασικών στοιχείων που εισήγαγε ο Εμπεδοκλής, δηλαδή, τη Γη, την Φωτιά, το Νερό και τον Αέρα. Επιπρόσθετα, ως δομικά υλικά του κόσμου όρισε κάποιες αισθητές τις ιδιότητες, τις επονομαζόμενες ποιότητες, από τις οποίες ξεχώρισε δύο ζεύγη ως σημαντικότερα, το θερμό/ψυχρό και το ξηρό/υγρό, ο συνδυασμός των οποίων καταλήγει κάθε φορά σε ένα από τα πέντε στοιχεία, οι αλλιώς ουσίες, οι οποίες γεμίζουν τον κόσμο και δεν αφήνουν καθόλου χώρο για κενό.

Όσον αφορά την κίνηση στις δύο αυτές περιοχές, η υπερσελήνια περιοχή ως κόσμος άφθαρτος, χαρακτηρίζεται από κινήσεις των σωμάτων της, οι οποίες είναι τέλειες, κυκλικές και αέναες. Από την άλλη πλευρά οι κινήσεις των σωμάτων στην υποσελήνια περιοχή, οι κινήσεις των σωμάτων είναι ευθύγραμμες και παροδικές, ενώ ποτέ δεν είναι αυθόρμητες καθώς δεν υπάρχει κίνηση χωρίς κάποιος όντως να κινεί το σώμα, δηλαδή είναι απαραίτητη η εφαρμογή μίας επενέργειας, μίας ενεργούσας δηλαδή δύναμης που βρίσκεται σε συνεχή επαφή με το

Πτυχιακή

κινούμενο σώμα. Επίσης, ο Αριστοτέλης εισήγαγε και μία ακόμη διάκριση της κίνησης στην υποσελήνια περιοχή, μεταξύ της φυσικής και της βίαιης ή εξαναγκασμένης κίνησης, ενώ μάλιστα η τελευταία θεωρείται υποδεέστερη της φυσικής καθώς λαμβάνει χώρα υπο την επήρεια μίας εξωτερικής δύναμης, η οποία υποχρεώνει στην ουσία το σώμα να παρεκκλίνει από την φυσική του πορεία και να κατευθυνθεί προς μία πορεία σίγουρα διαφορετική από την φυσική του.

Επιπρόσθετα, ο Αριστοτέλης υιοθέτησε αυτό το οποίο υποστήριζαν αρχικά οι προσωκρατικοί φιλόσοφοι και στη συνέχεια ο Πλάτωνας, ότι δηλαδή οι φυσικοί τόποι της υποσελήνιας περιοχής ανάγονται στα τέσσερα γήινα στοιχεία που αναφέρθηκαν και παραπάνω, τα οποία μάλιστα διαχωρίζονται σε ελαφριά και σε βαριά. Μάλιστα, η φυσική διεύθυνση των παραπάνω στοιχείων είναι σφαιρική αλλά και ανάλογη της φυσικής τους βαρύτητας ή ελαφρύτητας. Κάθε στοιχείο αποτελεί μία σφαίρα, η οποία όμως είναι σχηματικά ατελής λόγω της διαρκούς ανάμιξής της με τα άλλα στοιχεία. Η γη και το νερό είναι βαριά, με βαρύτερη τη γη, και την τάση να κινούνται προς το κέντρο της γης. Αντίθετα, ο αέρας και η φωτιά είναι ελαφριά, με ελαφρύτερη τη φωτιά, και την τάση να κινούνται προς τα όρια της υπερσελήνιας περιοχής. Οι τέσσερεις αυτές σφαίρες αποτελούν τους φυσικούς τόπους προς τους οποίους κινούνται φυσικά όλα τα σώματα, ενώ η κινητική συμπεριφορά κάθε σώματος εξαρτάται από την αναλογία βαρέων και ελαφρών στοιχείων που το συγκροτούν.

Ακόμη, η φυσική κίνηση των σωμάτων διέπεται από δύο κανόνες. Πιο συγκεκριμένα, όταν έχουμε δύο σώματα με διαφορετική ταχύτητα και έχουν ελεύθερη πτώση, ο απαιτούμενος χρόνος να καλυφθεί μία απόσταση είναι αντιστρόφως ανάλογος της βαρύτητάς τους. Δεύτερον, όταν έχουμε δύο σώματα με την ίδια βαρύτητα να κινούνται μέσα από διαφορετικά μέσα με

Πτυχιακή

φυσική κίνηση, ο χρόνος που απαιτείται για να καλυφθεί μία απόσταση είναι ανάλογος της αντίστασης που προβάλλουν τα μέσα, η οποία εξαρτάται από την πυκνότητα των μέσων.

Μπορεί η φυσική κίνηση των σωμάτων να είναι από πάνω προς τα κάτω, να έχει ευθύγραμμη κατεύθυνση και να πλησιάζουν ή να απομακρύνονται από το κέντρο της Γης, δεν συμβαίνει το ίδιο με την κίνηση των ουράνιων σωμάτων, η οποία είναι ομοιόμορφη, κυκλική και αιώνια, γεγονός που καταδεικνύει ότι δεν είναι βίαιη αλλά φυσική. Επομένως, η κίνηση του ουράνιων σωμάτων δεν πρέπει να ταυτίζεται με την πρώτη ύλη των τεσσάρων στοιχείων που συγκροτεί τη γήινη περιοχή της άναρχης μεταβολής.

Ειδικότερα όσον αφορά τα ουράνια σώματα της υπερσελήνιας περιοχής, ο Αριστοτέλης υποστήριξε ότι αυτά αποτελούνται από ένα αναλλοίωτο πέμπτο στοιχείο, την ουσία του αιθέρα, την λεγόμενη πεμπτουσία, αποδίδοντάς τους έτσι στην ουσία υπόστασης. Ο αιθέρας καλύπτει πλήρως την ουράνια περιοχή, χωρίς να υπάρχει καθόλου κενός χώρος και αποτελείται από πενήντα πέντε ομόκεντρα σφαιρικά κελύφη, τα οποία φέρουν τους πλανήτες, συν τη σφαίρα των απλανών αστέρων, στο κέντρο των οποίων βρίσκεται η Γη.

Η ομαλή κίνηση αποτελεί τη μόνη αποδεκτή κίνηση στον ουρανό καθώς διαφορετικά δεν θα μπορούσαν να εξηγηθούν οι παρατηρούμενοι ουράνιοι κύκλοι των απλανών αστέρων. Ο Αριστοτέλης υιοθέτησε από τους προσωκρατικούς φιλοσόφους την θεωρία των ομόκεντρων σφαιρών, η οποία περιγράφηκε παραπάνω, προσθέτοντας ωστόσο και νέες σφαίρες και ανάγοντας την ομαλή κυκλική κίνηση σε μία ιδιότητα του αιθέρα, μετατρέποντας έτσι το σύστημα σε μηχανικό.

Εκτός όμως από τον αιθέρα που λειτουργεί ως κινούσα δύναμη, η κάθε κίνηση απαιτεί ταυτόχρονα ένα εξωτερικό κινούν, με την έννοια του τελικού αιτίου, ώστε αυτή να είναι σε θέση να πραγματοποιηθεί, καθώς σε οποιαδήποτε άλλη περίπτωση αυτή δεν θα ήταν δυνατόν να πραγματοποιηθεί. Σε αυτό το σημείο εισάγεται και το θεολογικό στοιχείο στην θεωρία του Αριστοτέλη, καθώς το αίτιο της κίνησης αποδίδεται στο Ακίνητο Κινούν, το οποίο δεν χρειάζεται κανένα άλλο κινούν προκειμένου η σειρά και αλυσίδα των κινήσεων να θεωρηθεί πεπερασμένη. Υπάρχει λοιπόν σύμφωνα με τον Αριστοτέλη ένας έμψυχος θεός, ένα ύψιστο αγαθό, ο οποίος είναι αιώνιος, ακίνητος, άυλος, με καθαρή ενέργεια και τέλειος, αντικείμενο έρωτα για ολόκληρη την φύση. Έτσι το Ακίνητο Κινούν λειτουργεί ως τελικό αίτιο καθώς αποτελεί αντικείμενο επιθυμίας των πλανητών ενώ ο κάθε πλανήτης έχει το δικό του ξεχωριστό Ακίνητο Κινούν. Πιο συγκεκριμένα, τα κινούντα των αστρικών σφαιρών είναι θείοι νόες ή κατώτερες θεότητες που με την δική τους σειρά βρίσκονται σε μία διαρκή προσπάθεια να μιμηθούν την αναλλοίωτη τελειότητα της ύψιστης θεότητας εκτελώντας αιώνιες ομαλές κυκλικές κινήσεις.

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Μέθοδος: Στατιστική μελέτη-επεξεργασία των απόψεων και αντιλήψεων των μαθητών για το πλανητικό μοντέλο με στοχευμένες ερωτήσεις που σχετίζονται άμεσα με τις φιλοσοφικές αντιλήψεις των προσωκρατικών φιλοσόφων και του Αριστοτέλη. Για τη κατασκευή των στατιστικών πινάκων και των γραφημάτων χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Excel του Office 2007.

Δείγμα

Συνολικά στην έρευνα συμμετείχαν 190 μαθητές, εκ των οποίων σε ποσοστό 56.8% ήταν αγόρια (N=108) ενώ το υπόλοιπο 44.2% ήταν κορίτσια (N=92). Επίσης, αναφορικά με την ηλικία των συμμετεχόντων, το 37.4% είναι ηλικίας 12 ετών, το 36.3% είναι ηλικίας 13 ετών και το 26.3% ηλικίας 14 ετών.

Εργαλεία

Στους μαθητές που συμμετείχαν στην παρούσα έρευνα δόθηκε ένα ερωτηματολόγιο να συμπληρώσουν, το οποίο αποτελούνταν από 15 προτάσεις σχετικά με τους πλανήτες και το σύμπαν. Αρχικά, στο πρώτο κομμάτι του ερωτηματολογίου υπήρχαν κάποιες δημογραφικές ερωτήσεις αναφορικά με το φύλο, την ηλικία και την τάξη φοίτησης των συμμετεχόντων. Στη συνέχεια ακολούθησαν τέσσερις ερωτήσεις για το πλανητικό σύστημα, οι οποίες είχαν ως εξής:

1. Ποιος πλανήτης είναι πιο κοντά στον Ήλιο;
2. Ποιος είναι ο μεγαλύτερος πλανήτης;
3. Εάν δει κανείς την εικόνα ενός πλανήτη μέσω ενός τηλεσκοπίου, μοιάζει με έναν επίπεδο δίσκο, αυτό συμβαίνει επειδή ο πλανήτης;
4. Πώς ξεχωρίζουμε έναν πλανήτη από έναν αστέρα με γυμνό μάτι;

Ακολούθως, υπήρξαν συνολικά 4 ερωτήσεις που σχετίζονταν με το σύμπαν αναφορικά με τα χαρακτηριστικά του σύμπαντος, το είδος της κίνησης των ουράνιων σωμάτων, τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες της Γης. Στη συνέχεια, οι ερωτηθέντες κλήθηκαν να

Πτυχιακή

απαντήσουν σε μία σειρά από ερωτήσεις που σχετίζονται με τις αντιλήψεις των προσωκρατικών φιλοσόφων και έχουν ως εξής:

1. Η γη αιωρείται στο σύμπαν και δεν μεταβάλλει έτσι ποτέ την θέση της
2. Όλα τα ουράνια σώματα κινούνται κυκλικά
3. Η βαρύτητα δεν είναι μόνο ιδιότητα των σωμάτων πάνω στη γη, αλλά αυτή υφίσταται σε όλα τα ουράνια σώματα
4. Η Γη είναι φτιαγμένη από Νερό και Φωτιά

Τέλος, το ερωτηματολόγιο συμπεριελάμβανε και τρεις ερωτήσεις γενικής αποτίμησης, σχετικά με το πώς οι ίδιοι οι μαθητές αξιολογούν το επίπεδο των γνώσεών τους, το πόσο σύμφωνες είναι οι γνώσεις τους με τις σύγχρονες επιστημονικές απόψεις αλλά και για την κύρια πηγή ενημέρωσής τους για τις πλανητικές τους γνώσεις.

Διαδικασία διεξαγωγής

Πότε, πώς, σε ποια δομή και με ποιες συνθήκες διαμοιράστηκε, συμπληρώθηκε και συλλέχθηκε το ερωτηματολόγιο.

Το ερωτηματολόγιο διαμοιράστηκε από τις 16 έως 18 Σεπτεμβρίου 20014 στους μαθητές του 2^{ου} Γυμνασίου Αμαρουσίου. Καθηγητές των θετικών μαθημάτων ενημέρωσαν τους μαθητές για το περιεχόμενο των ερωτήσεων και το σκοπό της έρευνας και αυτοί σχεδόν καθολικά ανταποκρίθηκαν. Όλη η διαδικασία διεξήχθη σε συνθήκες σχολικής τάξης. Σημειωτέον δε, ότι οι μαθητές του συγκεκριμένου σχολείου προέρχονται απ' όλες τις κοινωνικές ομάδες και μάλιστα

Πτυχιακή

σε αναλογία τέτοια, ώστε το δείγμα να μπορεί να θεωρηθεί αντιπροσωπευτικό του μαθητικού πληθυσμού.

Ανάλυση

Τα δεδομένα που συνελέγησαν μέσω των ερωτηματολογίων, κωδικοποιήθηκαν και εισήχθησαν στο στατιστικό πρόγραμμα SPSS, Έκδοση Νο. 20, όπου και ακολούθησε στατιστική επεξεργασία που κατέληξε σε μία σειρά από ευρήματα, αναφορικά αρχικά με αποτελέσματα περιγραφικής στατιστικής και στη συνέχεια σε συσχετίσεις των απαντήσεων με βάση το φύλο αλλά και την ηλικία των συμμετεχόντων.

Αποτελέσματα – Πίνακες στο πρόγραμμα SPSS, Έκδοση N° 20

Ξεκινώντας από τις πρώτες ερωτήσεις για το πλανητικό σύστημα, αρχικά οι μαθητές ρωτήθηκαν για εκείνον τον πλανήτη που βρίσκεται πιο κοντά στον Ήλιο, έχοντας να επιλέξουν μεταξύ των Πλούτωνα, Ερμή, Γη και Ζευς. Η σωστή απάντηση στη συγκεκριμένη ερώτηση είναι η δεύτερη επιλογή, δηλαδή ο Ερμής. Στο παρόν δείγμα λίγοι παραπάνω από τους μισούς συμμετέχοντες επέλεξαν τη σωστή απάντηση, με το 1/5 σχεδόν του δείγματος να απαντά πως η Γη είναι ο πιο κοντινός στον Ήλιο πλανήτης, με το 13.5% να επιλέγει τον Ζευ και το υπόλοιπο 12.4% να επιλέγει τον Πλούτωνα (Πίνακας 1).

Πίνακας 1: Ποιος πλανήτης είναι πιο κοντά στο ηλιακό σύστημα

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Πλούτωνα	24	12,4	12,6	12,6
Ερμης	100	51,8	52,6	65,3
Γη	40	20,7	21,1	86,3
Ζευς	26	13,5	13,7	100,0

Πτυχιακή

Total	190	98,4	100,0
Missing System	3	1,6	
Total	193	100,0	

Στη συνέχεια, οι μαθητές έπρεπε να επιλέξουν το μεγαλύτερο σε μέγεθος πλανήτη, επιλέγοντας μεταξύ του Κρόνου, του Πλούτωνα, της Γης και του Διός. Η σωστή απάντηση στη συγκεκριμένη ερώτηση είναι η τελευταία, δηλαδή ο Ζευς. Η πλειοψηφία των μαθητών σε ποσοστό 44% επέλεξε τη σωστή απάντηση αλλά ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό της τάξης του 39.9% επέλεξε τον Κρόνο, το 11.4% απάντησε πως η Γη είναι ο μεγαλύτερος πλανήτης ενώ για το 3.1% η σωστή απάντηση είναι ο Πλούτωνα.

Πίνακας 2: Ποιος είναι ο μεγαλύτερος πλανήτης;

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Κρόνος	77	39,9	40,5	40,5
Πλούτωνα	6	3,1	3,2	43,7
Γη	22	11,4	11,6	55,3
Ζευς	85	44,0	44,7	100,0
Total	190	98,4	100,0	
Missing System	3	1,6		
Total	193	100,0		

Στην επόμενη ερώτηση, οι μαθητές έπρεπε να εξηγήσουν μέσα από τέσσερις διαθέσιμες απαντήσεις γιατί όταν κάποιος κοιτάει έναν πλανήτη μέσα από ένα τηλεσκόπιο, αυτός μοιάζει με έναν επίπεδο δίσκο. Μεταξύ των απαντήσεων κανείς συναντά το ότι αυτό συμβαίνει επειδή ο πλανήτης είναι καλυμμένος με σύννεφα, επειδή είναι πολύ λείος ή επειδή είναι πολύ μακριά, ενώ η τελευταία διαθέσιμη απάντηση δήλωνε “κανένα από τα παραπάνω”. Η πλειοψηφία των ερωτηθέντων απάντησε πως καμία από τις παραπάνω απαντήσεις δεν είναι σωστή, το 38.3%

Πτυχιακή

θεώρησε πως ο βασικός λόγος που κάτι τέτοιο συμβαίνει είναι το γεγονός ότι βρίσκονται πολύ μακριά για να φανούν οι λεπτομέρειες, το 10.4% επέλεξε την απάντηση ότι είναι πολύ λείος ενώ το 7.3% θεωρεί πως κάτι τέτοιο συμβαίνει επειδή ο πλανήτης πιθανόν εκείνη τη στιγμή να είναι καλυμμένος με σύννεφα. Η πλειοψηφία των ερωτηθέντων σε αυτή την περίπτωση έχει επιλέξει τη σωστή απάντηση (Πίνακας 3).

Πίνακας 3: Εάν δει κανείς την εικόνα ενός πλανήτη μέσω ενός τηλεσκοπίου, μοιάζει με έναν επίπεδο δίσκο, αυτό συμβαίνει επειδή ο πλανήτης

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Είναι καλυμμένος με σύννεφα	14	7,3	7,4
	Είναι πολύ λείος	20	10,4	17,9
	είναι πολύ μακριά για να φανούν οι λεπτομέρειες	74	38,3	56,8
	Κανένα απο τα παραπάνω	82	42,5	100,0
	Total	190	98,4	100,0
Missing	System	3	1,6	
Total		193	100,0	

Η επόμενη ερώτηση φάνηκε πως ήταν αρκετά δύσκολη για τους συμμετέχοντες της έρευνας, οι οποίοι κλήθηκαν να επιλέξουν εκείνη την απάντηση, η οποία εξηγεί καλύτερα το πώς ξεχωρίζουμε έναν πλανήτη από ένα αστέρα (Πίνακας 4). Ειδικότερα, το 26.8% απάντησε πως οι πλανήτες δεν σπινθηροβολούν όπως οι αστέρες, το 29.5% επέλεξε την απάντηση που προτείνει ότι οι πλανήτες κινούνται με διαφορετικούς τρόπους από τα αστέρια ενώ το μικρότερο ποσοστό του 4.1% θεωρεί πως οι πλανήτες ξεχωρίζουν από τους αστέρες καθώς είναι παρόντες διαφορετικές ώρες στον ουρανό. Εδώ η σωστή απάντηση είναι η πρώτη (Πίνακας 4).

Πίνακας 4: Πώς ξεχωρίζουμε έναν πλανήτη από έναν αστέρα με γυμνό μάτι;

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Οι πλανήτες δεν σπινθηροβολούν	51	26,4	26,8
	Οι πλανήτες κινούνται με διαφορετικούς τρόπους από ότι τα αστέρια	57	29,5	56,8
	Είναι παρόντες στον ουρανό διαφορετικές ώρες από ότι τα αστέρια	8	4,1	61,1
	Όλα τα παραπάνω	74	38,3	100,0
	Total	190	98,4	100,0
Missing	System	3	1,6	
Total		193	100,0	

Προχωρώντας στις ερωτήσεις για το σύμπαν, η πρώτη ερώτηση αναφέρεται σε βασικά δομικά χαρακτηριστικά του σύμπαντος (Πίνακας 5). Η συντριπτική πλειοψηφία απάντησε πως το σύμπαν είναι αιώνιο και ανοιχτό σύστημα, 12.6% πιστεύουν ότι είναι αιώνιο και κλειστό σύστημα, το 12.6% πως είναι ένα κλειστό, αιώνιο και ιεραρχικά δομημένο σύστημα ενώ το 14.7% θεωρεί πως καμία από τις παραπάνω απαντήσεις δεν είναι σωστή. Βάσει των αρχών του αριστοτελικού σύμπαντος η σωστή απάντηση είναι εκείνη που χαρακτηρίζει το σύμπαν ως αιώνιο, κλειστό και ιεραρχικά δομημένο.

Πίνακας 5: Το σύμπαν είναι...

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Αιώνιο και ανοιχτό σύστημα	114	59,1	60,0
	αιώνιο και κλειστό σύστημα	24	12,4	72,6
	αιώνιο, κλειστό και ιεραρχικά δομημένο σύστημα	24	12,4	85,3
	Κανένα απο τα παραπάνω	28	14,5	100,0
	Total	190	98,4	100,0
Missing	System	3	1,6	
Total		193	100,0	

Πίνακας 6: Το σύμπαν είναι μία τεράστια σφαίρα χωρισμένη σε μία ανώτερη και μία κατώτερη περιοχή από το σφαιρικό κέλυφος στο οποίο βρίσκεται η Σελήνη.

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Αυτή η πρόταση είναι σωστή	69	35,8	36,3
	Αυτή η πρόταση είναι λανθασμένη	121	62,7	100,0
	Total	190	98,4	100,0
Missing	System	3	1,6	
Total		193	100,0	

Η επόμενη ερώτηση αναφέρεται στην ιεραρχική δομή του σύμπαντος σύμφωνα με τον Αριστοτέλη, η οποία παρουσιάζει το σύμπαν ως μία τεράστια σφαίρα χωρισμένη σε μία ανώτερη και μία κατώτερη περιοχή από το σφαιρικό κέλυφος στο οποίο βρίσκεται η Σελήνη. Ωστόσο,

Πτυχιακή

μόλις το 36.3% θεωρεί πως αυτή η αρχή του Αριστοτέλη είναι σωστή με την πλειοψηφία (63.7%) να θεωρεί πως αυτή η πρόταση είναι λάθος (Πίνακας 6).

Ακολούθως, οι συμμετέχοντες ρωτήθηκαν σχετικά με την κίνηση των ουράνιων σωμάτων. Σύμφωνα με την θεωρία του Αριστοτέλη η κίνηση των ουράνιων σωμάτων είναι κυκλική ομοιόμορφη και αιώνια. Σε αυτή την ερώτηση, η πλειοψηφία των ερωτηθέντων μαθητών συμφωνεί με την άποψη του Αριστοτέλη, ένα 26.8% δηλώνει πως η κίνηση των ουράνιων σωμάτων είναι ελλειπτική, ομοιόμορφη και αιώνια, ένα 18.4% ότι είναι κυκλική ανομοιόμορφη και αιώνια, ενώ το 12.6% δηλώνει πως είναι κυκλική, ομοιόμορφη και προσωρινή (Πίνακας 7).

Πίνακας 7: Η κίνηση των ουράνιων σωμάτων είναι

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid				
κυκλική, ανομοιόμορφη και αιώνια	35	18,1	18,4	18,4
ελλειπτική, ομοιόμορφη και αιώνια	51	26,4	26,8	45,3
κυκλική, ομοιόμορφη και προσωρινή	24	12,4	12,6	57,9
κυκλική, ομοιόμορφη και αιώνια	80	41,5	42,1	100,0
Total	190	98,4	100,0	
Missing				
System	3	1,6		
Total	193	100,0		

Η τελευταία ερώτηση που σχετίζεται με την θεωρία του Αριστοτέλη αφορά τη Γη (Πίνακας 8). Σύμφωνα με τον Αριστοτέλη, η δεύτερη απάντηση είναι σωστή και την

Πτυχιακή

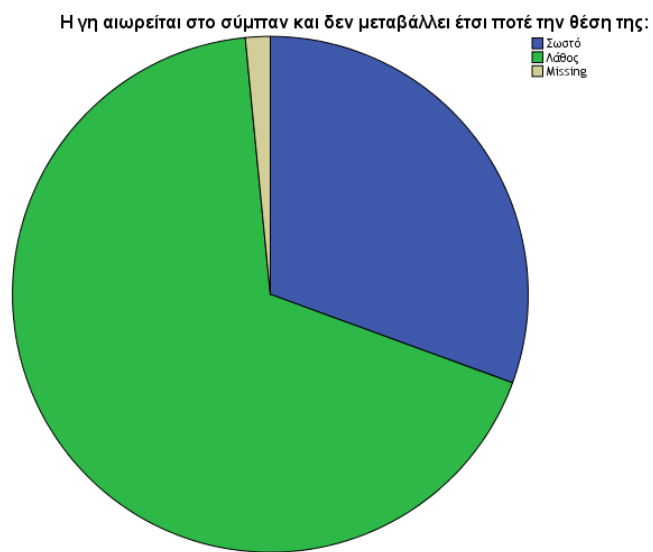
ενστερνίστηκε μόλις το 13.7% των ερωτηθέντων. Το 30% διαφοροποιείται από το προηγούμενο ποσοστό καθώς πιστεύει ότι η Γη κινείται, παραπάνω από τους μισούς πιστεύουν ότι η Γη είναι σφαιρική, κινείται και δεν βρίσκεται στο κέντρο του σύμπαντος, ενώ μόλις το 2.1% επέλεξε την απάντηση που προτείνει πως η Γη είναι σφαιρική, ακίνητη και δεν βρίσκεται στο κέντρο του σύμπαντος.

Πίνακας 8: Η γη είναι:

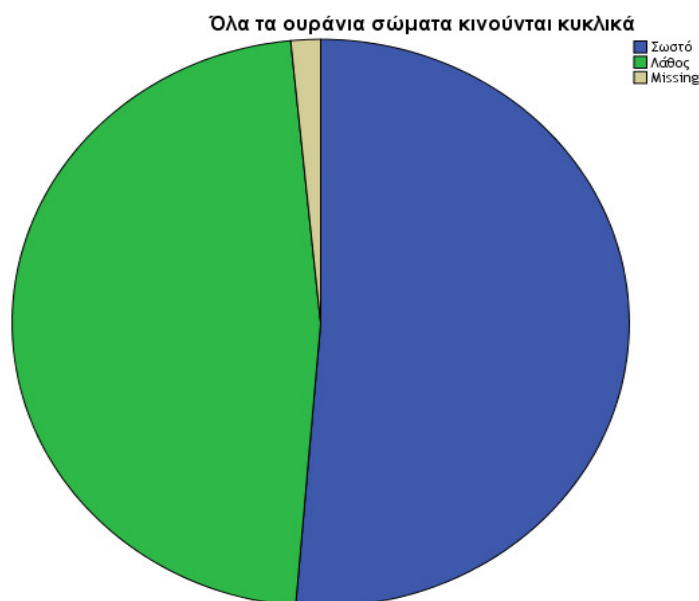
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid η γη είναι σφαιρική, κινείται και βρίσκεται στο κέντρο του σύμπαντος	57	29,5	30,0	30,0
η γη είναι σφαιρική, ακίνητη και βρίσκεται στο κέντρο του σύμπαντος	26	13,5	13,7	43,7
Valid η γη είναι σφαιρική, κινείται και δεν βρίσκεται στο κέντρο του σύμπαντος	103	53,4	54,2	97,9
η γη είναι σφαιρική, ακίνητη και δεν βρίσκεται στο κέντρο του σύμπαντος	4	2,1	2,1	100,0
Total	190	98,4	100,0	
Missing System	3	1,6		
Total	193	100,0		

Στη συνέχεια ακολουθούν τέσσερις ερωτήσεις που βασίζονται σε πεποιθήσεις και θεωρίες των προσωκρατικών φιλοσόφων. Σύμφωνα με τους προσωκρατικούς φιλοσόφους η Γη αιωρείται στο σύμπαν για να διατηρήσει την θέση της. Οι μαθητές Γυμνασίου συμφωνούν σε αυτή την άποψη σε ποσοστό 31.1% ενώ το υπόλοιπο 68.9% διαφωνεί με τη συγκεκριμένη άποψη (Διάγραμμα 1).

Διάγραμμα 1: Η γη αιωρείται στο σύμπαν για να διατηρήσει την θέση της



Διάγραμμα 2: Όλα τα ουράνια σώματα κινούνται κυκλικά



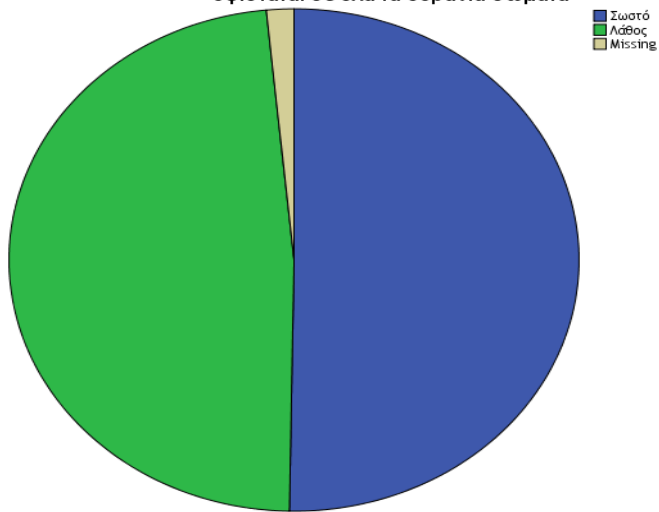
Σύμφωνα με τους προσωκρατικούς φιλοσόφους όλα τα ουράνια σώματα κινούνται κυκλικά. Οριακά η πλειοψηφία των μαθητών συμφωνεί με τη συγκεκριμένη δήλωση σε ποσοστό 52.1% ενώ το υπόλοιπο 47.9% διαφωνεί με τη συγκεκριμένη δήλωση (Διάγραμμα 2).

Επιπρόσθετα, σύμφωνα με τους προσωκρατικούς φιλοσόφους, φυσικοί νόμοι όπως ο νόμος της βαρύτητας ισχύουν και για τα ουράνια σώματα. Όπως και στην προηγούμενη ερώτηση έτσι και σε αυτήν τα ποσοστά των μαθητών είναι μοιρασμένα μεταξύ των δύο απαντήσεων καθώς το 51.1% υποστηρίζει πως αυτή η απάντηση είναι σωστή ενώ το αντίστοιχο 48.9% θεωρεί πως αυτή η πρόταση είναι λάθος (Διάγραμμα 3).

Διάγραμμα 3: Η βαρύτητα δεν είναι μόνο ιδιότητα των σωμάτων πάνω στη γη αλλά αυτή υφίσταται σε όλα τα ουράνια σώματα

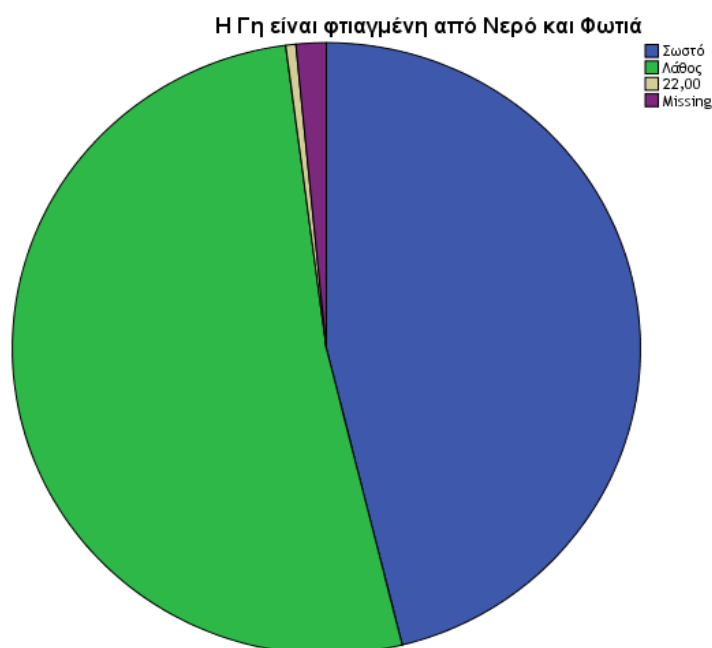
Πτυχιακή

Η βαρύτητα δεν είναι μόνο ιδιότητα των σωμάτων πάνω στη γη, αλλά αυτή υφίσταται σε όλα τα ουράνια σώματα



Τέλος, οι προσωκρατικοί φιλόσοφοι υποστηρίζουν ότι η Γη είναι ένα μίγμα Νερού και Φωτιάς. Παρομοίως και εδώ το δείγμα είναι διχασμένο με οριακή πλειοψηφία που διαφωνεί με την παραπάνω άποψη σε ποσοστό 52.6% με το υπόλοιπο 47.4% να συμφωνεί με το συγκεκριμένο αξίωμα των προσωκρατικών φιλοσόφων (Διάγραμμα 4).

Διάγραμμα 4: Η Γη είναι φτιαγμένη από νερό και φωτιά



Στη συνέχεια παρουσιάζονται μία σειρά από ερωτήσεις που οι ίδιοι οι μαθητές αξιολογούν τις γνώσεις τους και αναφέρουν τις κύριες πηγές πληροφόρησής τους αναφορικά με αυτές τις γνώσεις. Ειδικότερα, το δείγμα φάνηκε μοιρασμένο μεταξύ των διαφόρων απαντήσεων, με το 27.4% να δηλώνει πως οι γνώσεις τους προέρχονται από πλανητάρια και επισκέψεις σε άλλες εκδηλώσεις, το 26.3% να έχει ως κύρια πηγή πληροφόρησης το ίντερνετ, το 17.9% εξωσχολικά βιβλία με αντίστοιχο περιεχόμενο, το 16.3% από αντίστοιχα μαθήματα που διδάσκεται στο σχολείο και το 12.1% από την τηλεόραση ή άλλα ντοκιμαντέρ (Πίνακας 9).

Πίνακας 9: Προέλευση γνώσεων για το πλανητικό σύστημα

Οι γνώσεις μου για το πλανητικό σύστημα προέρχονται από

Πτυχιακή

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Τα αντίστοιχα διδασκόμενα μαθήματα	31	16,1	16,3	16,3
	Εξωσχολικά βιβλία με αντίστοιχο περιεχόμενο	34	17,6	17,9	34,2
	Επισκέψεις σε πλανητάρια και άλλες εκδηλώσεις	52	26,9	27,4	61,6
	Ίντερνετ	50	25,9	26,3	87,9
	Τηλεόραση/Ντοκιμαντέρ	23	11,9	12,1	100,0
	Total	190	98,4	100,0	
Missing	System	3	1,6		
Total		193	100,0		

Αναφορικά με την αξιολόγηση των γνώσεών τους σχετικά με το πλανητικό σύστημα, σχεδόν οι μισοί από τους μαθητές θεωρούν ότι είναι μέτριο, το 26.8% θεωρεί ότι είναι καλό, περίπου ένας στους πέντε συμμετέχοντες θεωρεί ότι είναι κακό ενώ μόλις για το 4.2% το επίπεδο της γνώσης τους σχετικά με το πλανητικό σύστημα θεωρεί πως είναι άριστο.

Πίνακας 10: Επίπεδο γνώσης για το πλανητικό

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Κακό	37	19,2	19,5	19,5
Μέτριο	94	48,7	49,5	68,9
Καλό	51	26,4	26,8	95,8
Άριστο	8	4,1	4,2	100,0
Total	190	98,4	100,0	
Missing System	3	1,6		
Total	193	100,0		

Τέλος, το 60% των μαθητών που συμμετείχαν στην έρευνα θεωρούν πως οι γνώσεις τους δεν είναι εναρμονισμένες με τις σύγχρονες επιστημονικές απόψεις και το υπόλοιπο 40% θεωρεί πως οι γνώσεις που κατέχει για το πλανητικό σύστημα είναι πλήρως εναρμονισμένες με τις σύγχρονες επιστημονικές απόψεις (Πίνακας 11).

Πίνακας 11: Οι γνώσεις μου είναι εναρμονισμένες με τις σύγχρονες επιστημονικές απόψεις

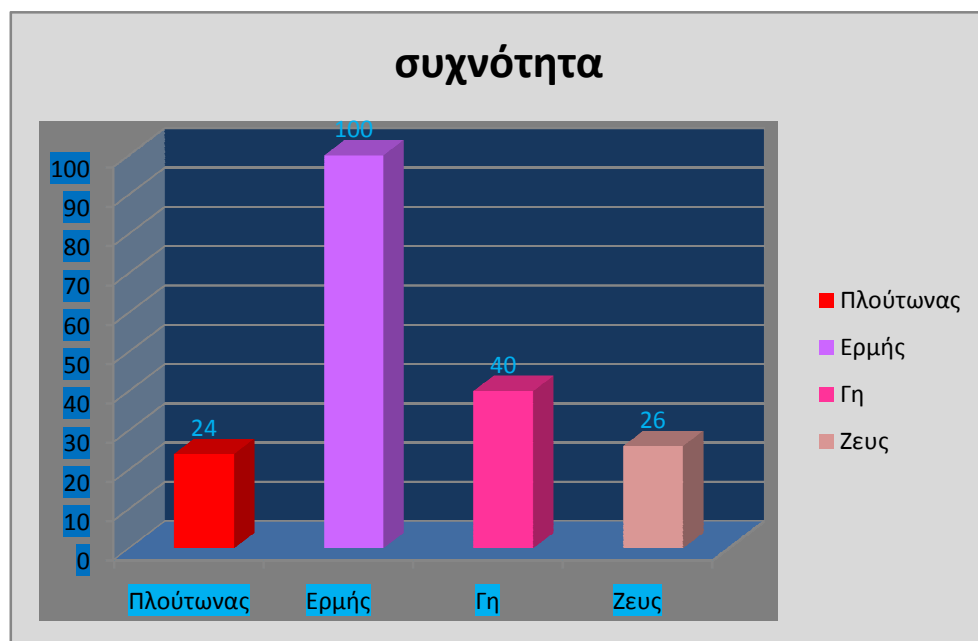
**Θεωρώ πως οι γνώσεις μου για το πλανητικό σύστημα βρίσκονται σε πλήρη
εναρμόνιση με τις σύγχρονες επιστημονικές απόψεις**

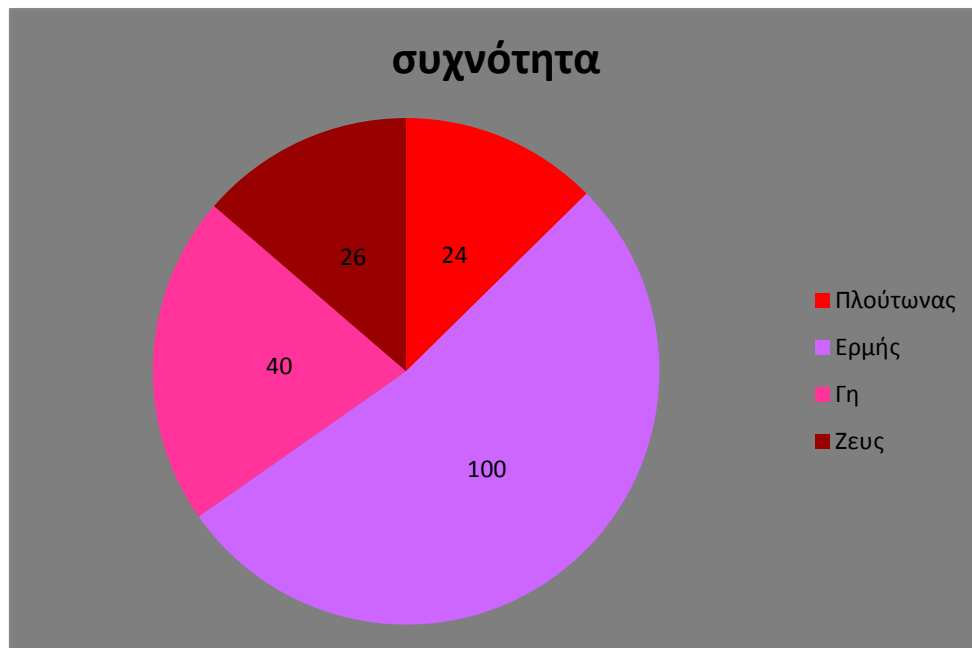
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Ναι	76	39,4	40,0	40,0
Όχι	114	59,1	60,0	100,0
Total	190	98,4	100,0	
Missing System	3	1,6		
Total	193	100,0		

**Ακολουθούν οι πίνακες κατανομής συχνοτήτων με κατάλληλα στατιστικά
διαγράμματα στο πρόγραμμα EXCEL**

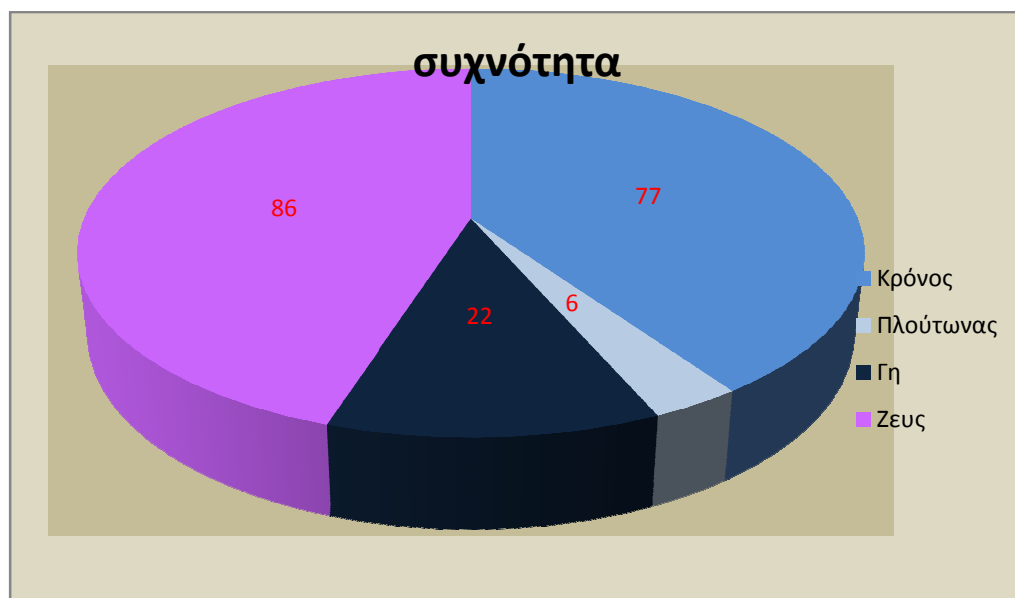
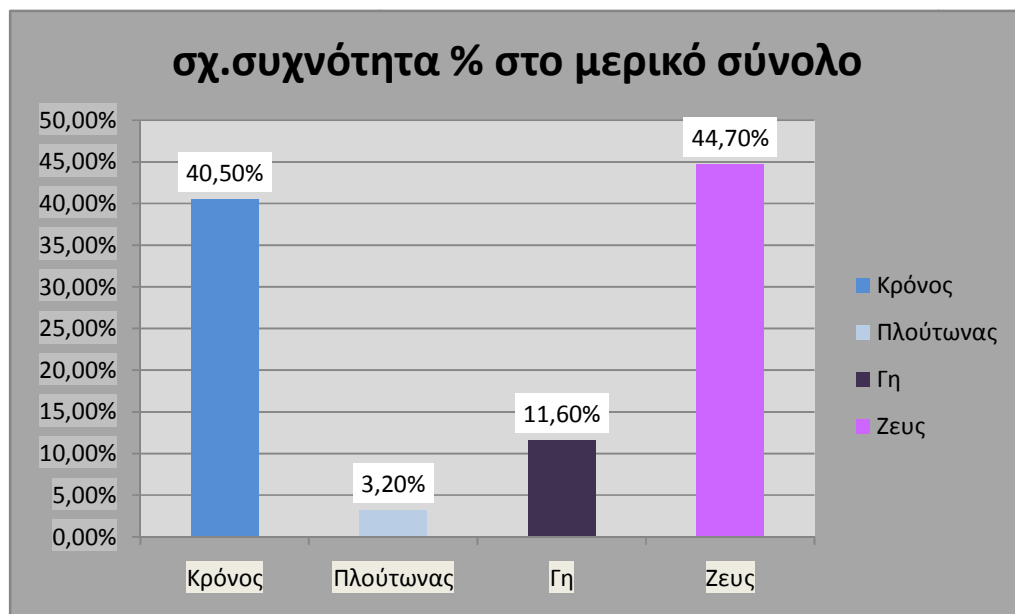
Πίνακας 1: Ποιος πλανήτης είναι πιο κοντά στον ήλιο, στο ηλιακό μας σύστημα

πλανήτες	συχνότητα	σχ. συχνότητα% στο σύνολο όλων των μαθητών	σχ. συχνότητα % στο σύνολο των μαθητών που απάντησαν	αθρ. σχ. συχνότητα % στο σύνολο των μαθητών που απάντησαν
Πλούτωνας	24	12,40%	12,60%	12,60%
Ερμής	100	51.80%	52,60%	65,30%
Γη	40	20,70%	21,70%	86,30%
Ζευς	26	13,50%	13,70%	100%
μερικό σύνολο	190	98,40%	100%	
δεν απάντησαν	3	1,60%		
σύνολο	193	100%		





Πίνακας 2: Ποιος είναι ο μεγαλύτερος πλανήτης ;				
πλανήτης	συχνότητα	σχ.συχνότητα % στο σύνολο	σχ.συχνότητα % στο μερικό σύνολο	αθρ. σχ. Συχνότητα % στο σύνολο
Κρόνος	77	39,90%	40,50%	40,50%
Πλούτωνας	6	3,10%	3,20%	43,70%
Γη	22	11,40%	11,60%	55,30%
Ζευσ	86	44,00%	44,70%	100%
μερικό σύνολο	190	98,40%	100%	
δεν απάντησαν	3	1,60%		
σύνολο	193	100%		

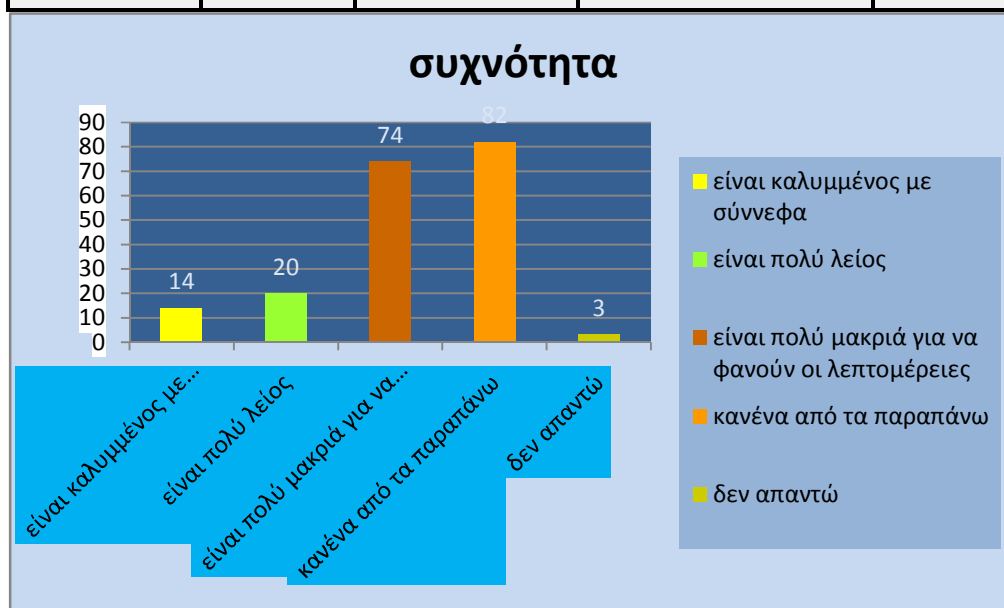


Πίνακας 3: Εάν δει κανείς την εικόνα ενός πλανήτη μέσω τηλεσκοπίου, μοιάζει με έναν επίπεδο δίσκο, αυτό συμβαίνει επειδή ο πλανήτης:

	συχνότητα	σχ. συχνότητα % στο σύνολο	σχ. συχνότητα % στο μερικό σύνολο	αθρ. σχ. συχνότητα
είναι καλυμμένος με σύννεφα	14	7,30%	7,40%	7,4

Πτυχιακή

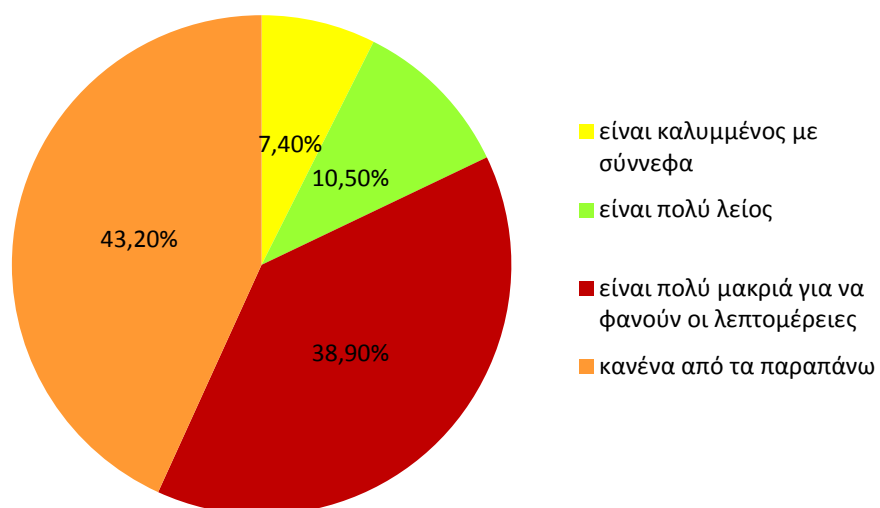
είναι πολύ λείος	20	10,40%	10,50%	17,9
είναι πολύ μακριά για να φανούν οι λεπτομέρειες	74	38,30%	38,90%	56,8
κανένα από τα παραπάνω	82	42,50%	43,20%	100
δεν απαντώ	3	1,60%		
μερικό σύνολο	190	98,40%	100%	
σύνολο	193	100%		

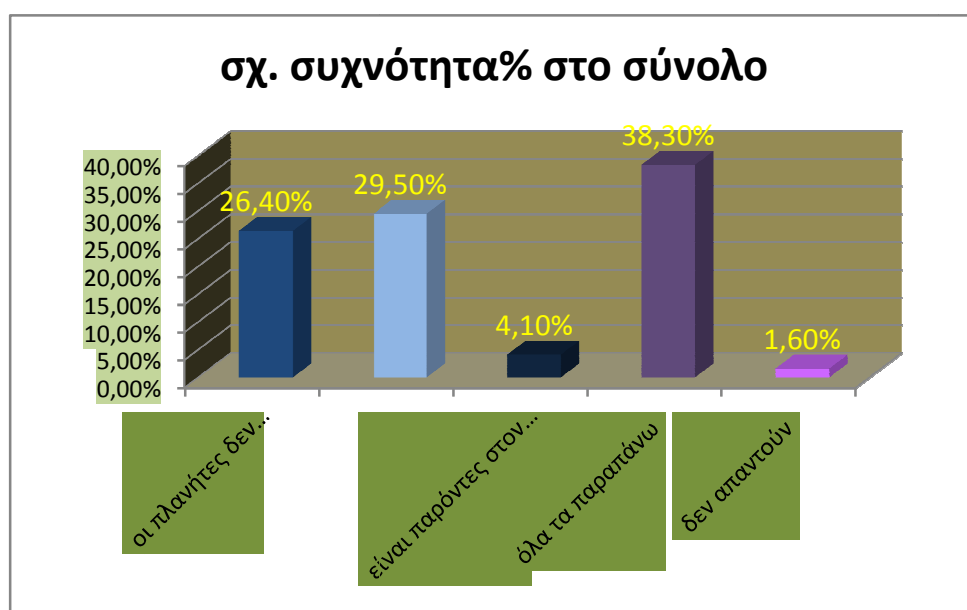


Πίνακας 4:Πως ξεχωρίζουμε έναν πλανήτη από έναν αστέρα με γυμνό μάτι				
	συχνότητα	σχ. συχνότητα% στο σύνολο	σχ. συχνότητα% στο μερικό σύνολο	αθρ. σχ.συχνότητα
οι πλανήτες δεν σπιθηροβολούν	51	26,40%	26,80%	26,8

οι πλανήτες κινούνται με διαφορετικούς τρόπους από ότι τα αστέρια	57	29,50%	30%	56,8
είναι παρόντες στον ουρανό διαφορετικές ώρες από ότι τα αστέρια	8	4,10%	4,20%	61,1
όλα τα παραπάνω	74	38,30%	38,90%	100
δεν απαντούν	3	1,60%		
μερικό σύνολο	190	98,40%	100%	
σύνολο	193	100%		

σχ. συχνότητα % στο μερικό σύνολο

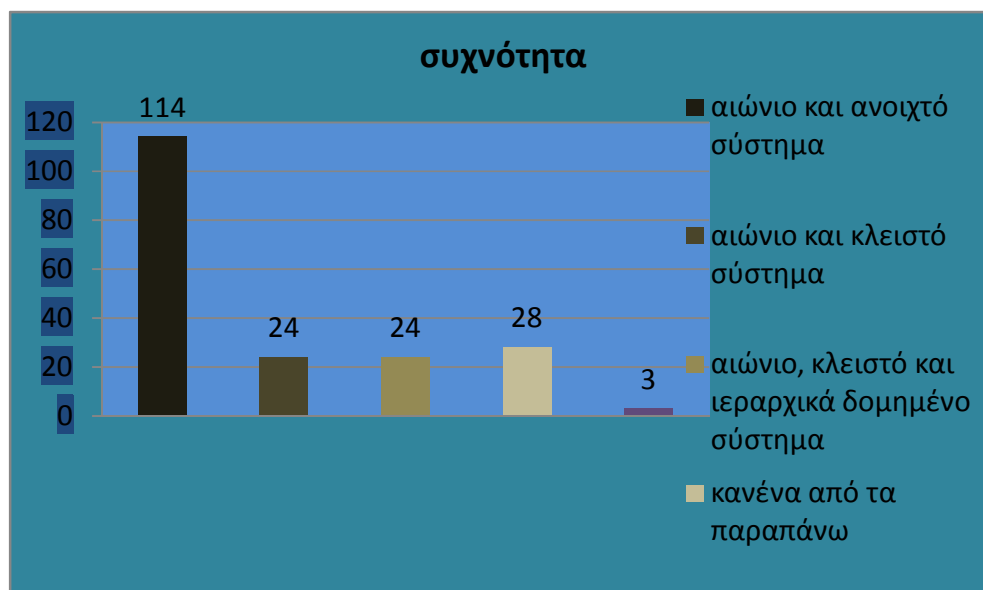


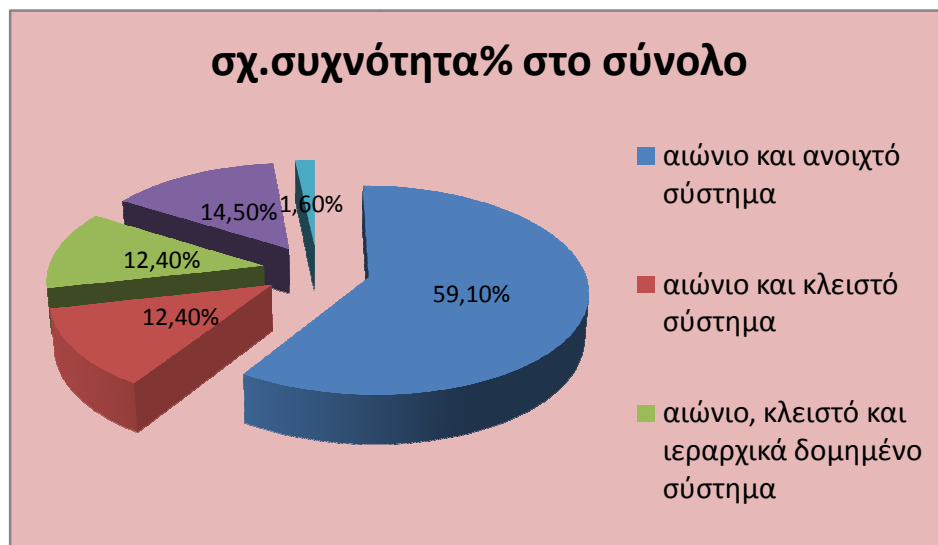


Πίνακας 5: Το σύμπαν είναι...				
	συχνότητα	σχ.συχνότητα% στο σύνολο	συχνότητα % στο μερικό σύνολο	αθρ. σχ. συχνότητα
αιώνιο και ανοιχτό σύστημα	114	59,10%	60%	60

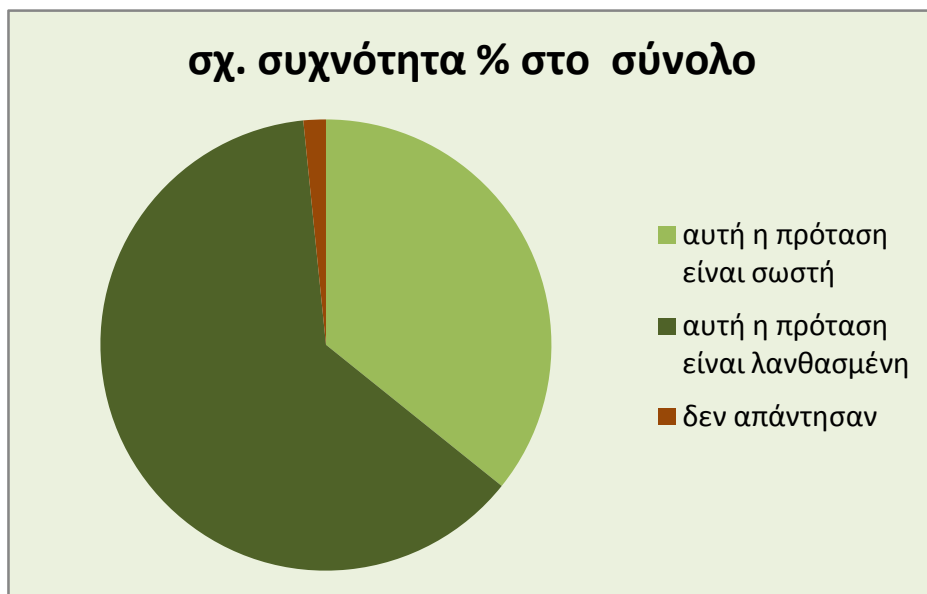
Πτυχιακή

αιώνιο και κλειστό σύστημα	24	12,40%	12,60%	72,6
αιώνιο, κλειστό και ιεραρχικά δομημένο σύστημα	24	12,40%	12,60%	85,3
κανένα από τα παραπάνω	28	14,50%	14,70%	100
δεν απαντούν	3	1,60%		
μερικό σύνολο	190	98,40%	100%	
σύνολο	193	100%		

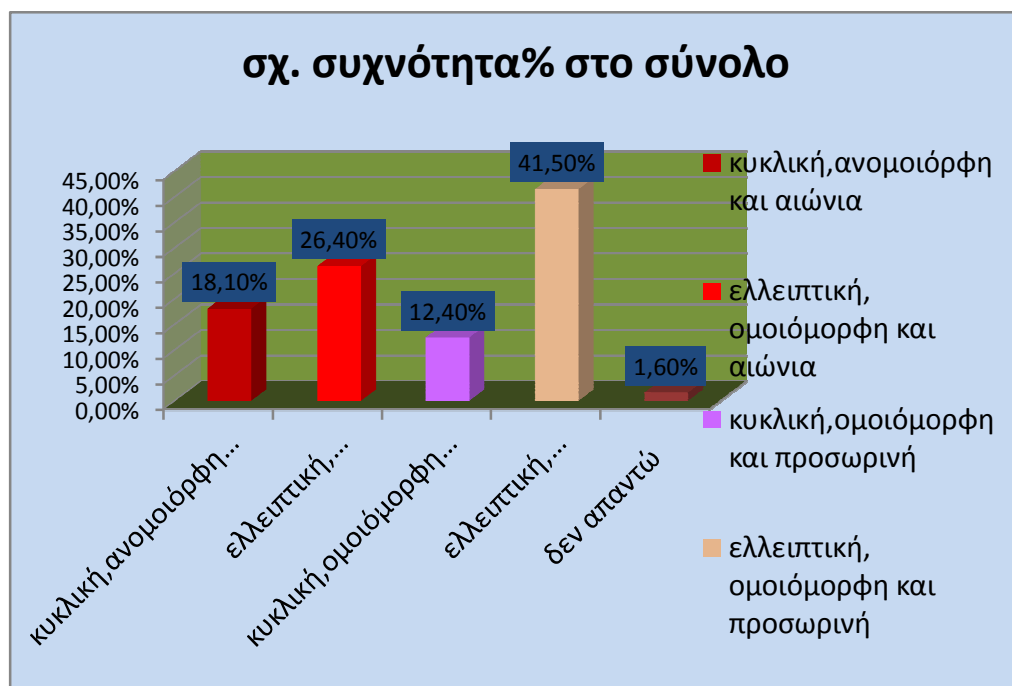




Πίνακας 6: Το σύμπαν είναι μια τεράστια σφαίρα χωρισμένη σε μία ανώτερη και μία κατώτερη περιοχή από το σφαιρικό κέλυφος στο οποίο βρίσκεται η Σελήνη.			
	συχνότητα	σχ. συχνότητα % στο σύνολο	σχ.συχνότητα % στο μερικό σύνολο
αυτή η πρόταση είναι σωστή	69	35,80%	36,30%
αυτή η πρόταση είναι λανθασμένη	121	62,70%	63,70%
δεν απάντησαν	3	1,60%	
μερικό σύνολο	190	98,40%	100%
σύνολο	193	100%	

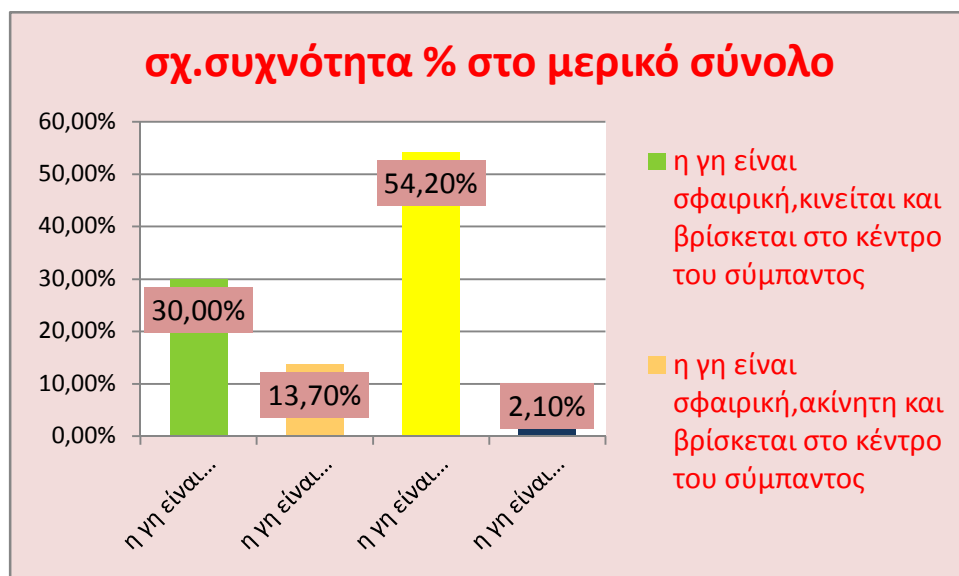


Πίνακας 7: Η κίνηση των ουρανίων σωμάτων είναι			
	συχνότητα	σχ. συχνότητα% στο σύνολο	σχ. συχνότητα% στο μερικό σύνολο
κυκλική,ανομοιόρφη και αιώνια	35	18,10%	18,40%
ελλειπτική, ομοιόμορφη και αιώνια	51	26,40%	26,80%
κυκλική,ομοιόμορφη και προσωρινή	24	12,40%	12,60%
ελλειπτική, ομοιόμορφη και προσωρινή	80	41,50%	42,10%
δεν απαντώ	3	1,60%	
μερικό σύνολο	190	98,40%	100%
σύνολο	193	100%	



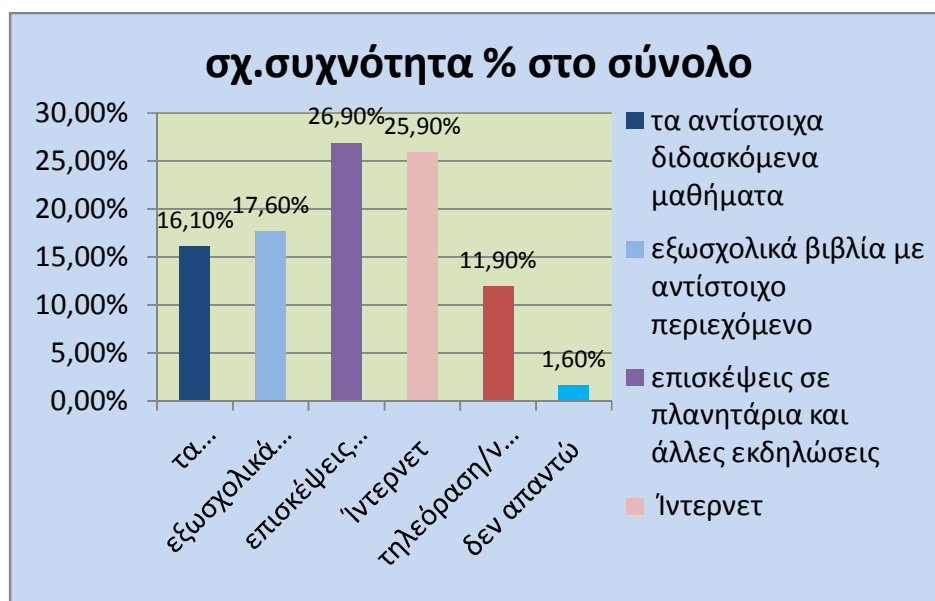
Πίνακας 8: Η γη είναι:			
	συχνότητα	σχ.συχνότητα % στο σύνολο	σχ.συχνότητα % στο μερικό σύνολο
η γη είναι σφαιρική,κινείται και βρίσκεται στο κέντρο του σύμπαντος	57	29,50%	30,00%
η γη είναι σφαιρική,ακίνητη και βρίσκεται στο κέντρο του σύμπαντος	26	13,50%	13,70%
η γη είναι σφαιρική,κινείται και δεν βρίσκεται στο κέντρο του σύμπαντος	103	53,40%	54,20%
η γη είναι σφαιρική,ακίνητη και δεν βρίσκεται στο κέντρο του σύμπαντος	4	2,10%	2,10%
δεν απαντώ	3	1,60%	

μερικό σύνολο	190	98,40%	100%
σύνολο	193	100%	



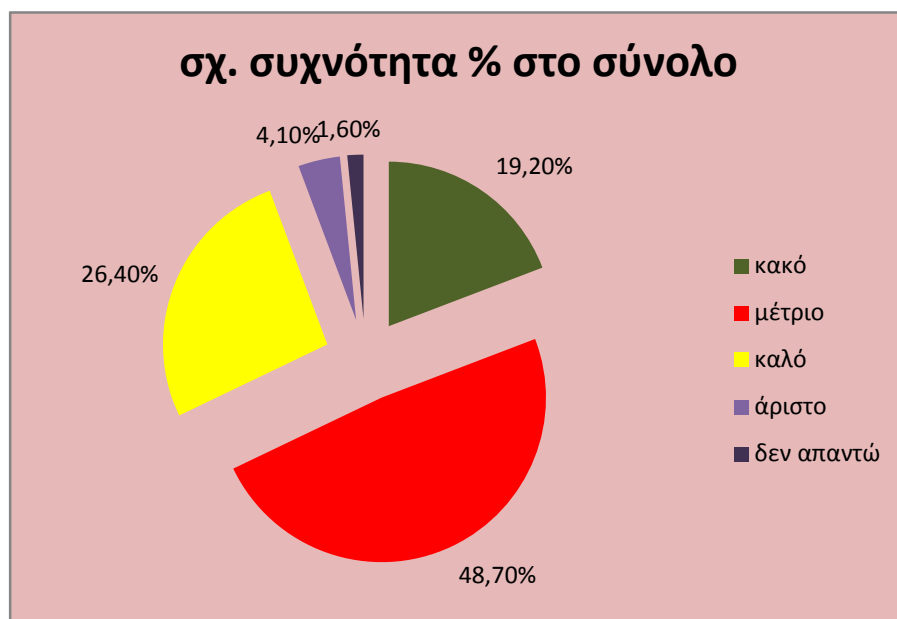
Πίνακας 9:Οι γνώσεις μου για το πλανητικό σύστημα προέρχονται από:

	συχνότητα	σχ.συχνότητα % στο σύνολο	σχ.συχνότητα % στο μερικό σύνολο
τα αντίστοιχα διδασκόμενα μαθήματα	31	16,10%	16,30%
εξωσχολικά βιβλία με αντίστοιχο περιεχόμενο	34	17,60%	17,90%
επισκέψεις σε πλανητάρια και άλλες εκδηλώσεις	52	26,90%	27,40%
ίντερνετ	50	25,90%	26,30%
τηλεόραση/ντοκιμαντέρ	23	11,90%	12,10%
δεν απαντώ	3	1,60%	
μερικό σύνολο	190	98,40%	100%
σύνολο	193	100%	



Πίνακας 10: επίπεδο γνώσης για το πλανητικό σύστημα			
	συχνότητα	σχ. συχνότητα % στο σύνολο	σχ.συχνότητα % στο μερικό σύνολο

Κακό	37	19,20%	19,50%
Μέτριο	94	48,70%	49,50%
Καλό	51	26,40%	26,80%
Άριστο	8	4,10%	4,20%
δεν απαντώ	3	1,60%	
μερικό σύνολο	190	98,40%	100%
Σύνολο	193	100%	

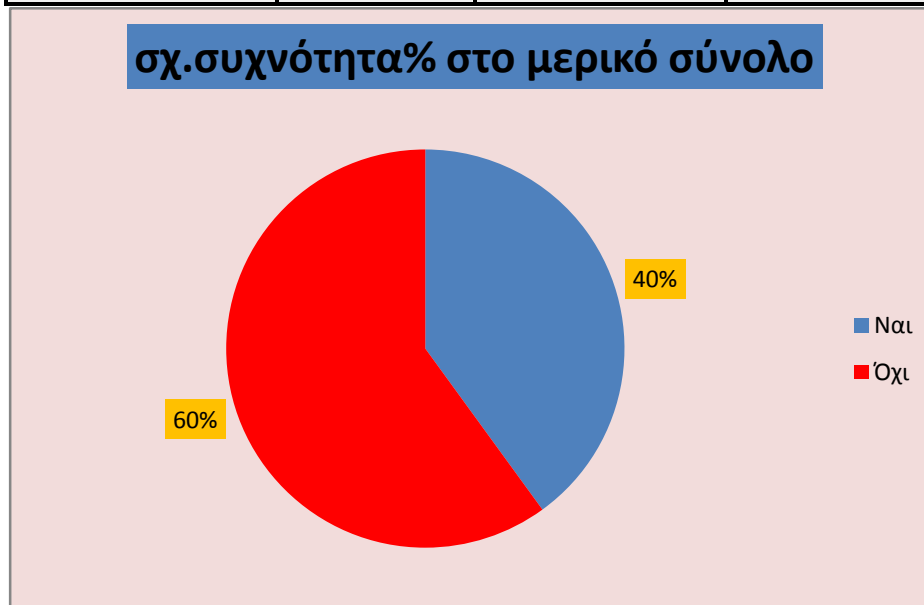


Πίνακας 11: θεωρώ πως οι γνώσεις μου για το πλανητικό σύστημα βρίσκονται σε πλήρη εναρμόνιση με τις σύγχρονες επιστημονικές απόψεις

	συχνότητα	σχ. συχνότητα% στο σύνολο	σχ.συχνότητα% στο μερικό σύνολο
--	-----------	---------------------------	---------------------------------

Πτυχιακή

Ναι	76	39,40%	40%
Όχι	114	59,10%	60%
Δεν απαντώ	3	1,60%	
μερικό σύνολο	190	98,40%	100%
Σύνολο	193	100%	



Επιστημονική επανάσταση και κατάρριψη της Αριστοτελικής Φυσικής

Οι σύγχρονες αντιλήψεις για το πλανητικό μοντέλο

<<Το Ηλιοκεντρικό σύστημα>>

Ο Tycho Brahe πρότεινε το 1583, ένα νέο σύστημα, για την περιγραφή των κινήσεων των πλανητών στο ηλιακό μας σύστημα. Ο Tycho Brahe αναδείχτηκε σε

έναν από τους μεγαλύτερους παρατηρητές του ουρανού πριν από την ανακάλυψη του τηλεσκοπίου. Πριν καταλήξει σε μία δική του πρόταση, σε ένα δικό του σύστημα ερμηνείας των πλανητικών κινήσεων, παρατήρησε στις 11 Νοεμβρίου του 1572 την εμφάνιση ενός καινοφανούς αστέρα που ανέλαμψε στον αστερισμό της Κασσιόπης. Το σημαντικό βέβαια δεν ήταν η ανάλαμψη ενός καινοφανούς αστέρα, αλλά ότι με αυτήν την αστρική έκρηξη, ουσιαστικά δηλαδή με την εμφάνιση ενός νέου αστέρα στον ουρανό, καταρριπτόταν το αριστοτελικό αξίωμα της αφθαρσίας Ουρανών. Συνεπώς τα πάντα μπορούσαν να συμβούν και να μεταλλαχθούν όχι μόνο μέχρι τη σφαίρα της Σελήνης, που αντιπροσώπευε τα γήινα δρώμενα, αλλά και στις υπόλοιπες κρυστάλλινες σφαίρες των ουράνιων στοιχείων. Ο Τύχωνας Μπράχε όπως έδειξε η ιστορία της Αστρονομίας υπήρξε ο πιο προσεκτικός, ακριβής και ενδελεχής παρατηρητής και συλλέκτης αστρονομικών δεδομένων σε όλη την ιστορία της ανθρωπότητας έως τον 16 αιώνα. Χωρίς τις συστηματικές, πολυετείς και επακριβείς παρατηρήσεις του, που υποσημείωναν και την παραμικρότερη πλανητική ανωμαλία, θα ήταν ακατόρθωτο στον Κέπλερ να προτείνει τις ελλειπτικές τροχιές και να διατυπώσει τους θεμελιώδεις νόμους του για την κίνηση των πλανητών. Παρά το γεγονός ότι ο Τύχωνας Μπράχε παρακολουθούσε το στερέωμα χωρίς τη χρήση τηλεσκοπίου, εντούτοις παρατηρούσε τους πλανήτες και τα άλλα ουράνια σώματα με μία δίχως προηγούμενο ακρίβεια. Από αυτές τις παρατηρήσεις φάνηκε ότι οι Ουρανοί μεταβάλλονταν και έτσι δεν ίσχυε ο αριστοτελικός διαχωρισμός του Κόσμου σε γήινες και ουράνιες κρυστάλλινες αμετάβλητες περιοχές. Το πτολεμαϊκό μοντέλο δεχόταν ένα σοβαρό πλήγμα στην εν γένει αξιοπιστία του. Με αφετηρία αυτό το γεγονός ο Τύχωνας Μπράχε θέλησε να δημιουργήσει και να προτείνει ένα σύστημα κινήσεων, που κατά τη γνώμη του συνδύαζε τα πλεονεκτήματα

Πτυχιακή

τόσο του γεωκεντρικού όσο και του ηλιοκεντρικού μοντέλου, απορρίπτοντας ταυτόχρονα τα μειονεκτήματά τους. Το σύστημα αυτό διατηρεί την ιδέα του πτολεμαϊκού συστήματος, ότι η Γη αποτελεί το σταθερό κέντρο του σύμπαντος, γύρω από το οποίο περιφέρονται ο ήλιος και η σελήνη αλλά δέχεται όπως και στο αριστάρχειο σύστημα ότι όλοι οι άλλοι πλανήτες περιφέρονται γύρω από τον ήλιο. Τόσο στο πτολεμαϊκό όσο και στο σύστημα του Τύχωνα Μπράχε, προβλέπεται η ύπαρξη μιας εξωτερικής σφαίρας που περιέχει τους απλανείς και πραγματοποιεί ορισμένη ημερήσια περιφορά γύρω από τη γη. Η θεωρία του Τύχωνα Μπράχε επέτρεψε την ερμηνεία των παρατηρούμενων διακυμάνσεων των φάσεων της Αφροδίτης, που ήταν αδύνατη στα πλαίσια του πτολεμαϊκού συστήματος.

Ο Κέπλερ, μυστικιστής και θρησκόληπτος πίστευε ότι το σύμπαν έβριθε από άρρητες και μυστικές δυνάμεις. Σπουδάζοντας Μαθηματικά φλογιζόταν από την ιδέα να μεταφέρει στους Ουρανούς τη θεωρία των μαθηματικών αρμονιών. Ο Κέπλερ ήρθε σε αντίθεση με τις καθεστηκυίες ιδέες, ενώ η υιοθέτηση της υλικής κινητήριας δύναμης απετέλεσε κύριο πλήγμα στη δημιουργημένη κοσμική τάξη, που είχε επιβάλει στη Δυτική διάνοηση η αριστοτέλεια Φυσική. Στο ηλιοκεντρικό σύστημα ο Ήλιος κατέλαβε δικαιωματικά τη θέση που κατείχε η γη στο αντίστοιχο γεωκεντρικό σύστημα και επειδή η σελήνη ήταν δορυφόρος του πλανήτη μας, οι πλανήτες από επτά μειώθηκαν στο ηλιοκεντρικό σύστημα του Κοπέρνικου σε 6, οι τροχιές των οποίων ρυθμιζόνταν από την περιστροφή κάποιων αόρατων σφαιρών. Αυτό σύμφωνα με τον Κέπλερ ήταν ένα σημαντικό μειονέκτημα της ηλιοκεντρικής θεωρίας αφού έθιγε τον ιερό αριθμό 7. Ο Κέπλερ ήταν εκείνος που συνδέοντας την παρατήρηση με τα μαθηματικά μπόρεσε να αποδείξει ότι οι πλανήτες περιφέρονται γύρω από τον ήλιο πάνω σε ελλειπτικές τροχιές των οποίων τη μια εστία καταλαμβάνει ο Ήλιος, που είναι και το αίτιο το οποίο αναγκάζει τους πλανήτες να

[85]

Πτυχιακή

διαγράφουν αυτού του είδους τις τροχιές. Με τον δεύτερο νόμο του ο Κέπλερ μας αποκαλύπτει ότι οι πλανήτες δεν κινούνται πάνω στις ελλειπτικές τροχιές τους ισοταχώς, αλλά μεταβάλλουν τις ταχύτητές τους έτσι ώστε η επιβατική ακτίνα δηλαδή η νοητή ευθεία, που συνδέει τον ήλιο με τον πλανήτη να διαγράφει ίσα εμβαδά σε ίσους χρόνους. Ο τρίτος νόμος του Κέπλερ πως ο μεγάλος ημιάξονας της ελλειπτικής τροχιάς κάθε πλανήτη συνδέεται με την περίοδό του. Ο νόμος αυτός μας λέει ότι οι τρίτες δυνάμεις των μέσων αποστάσεων των πλανητών από τον ήλιο είναι ανάλογες των τετραγώνων των περιόδων περιφοράς των πλανητών γύρω από τον ήλιο.

Ο Γαλιλαίος ήταν ένα πραγματικό πολύπλευρο ταλέντο. Έστρεψε το ενδιαφέρον του στην έρευνα των πλανητών και των άστρων. Η εφεύρεση του τηλεσκοπίου έδωσε στην Αστρονομία το όργανο εκείνο που έφερε επανάσταση στη μελέτη του έναστρου ουρανού. Πειραματίστηκε με φακούς και με σωλήνες και κατάφερε να κατασκευάσει ένα βελτιωμένο τηλεσκόπιο από αυτά που κυκλοφορούσαν. Ήταν ο πρώτος άνθρωπος που παρατήρησε τους κρατήρες της Σελήνης, τα 4 μικρά σώματα γύρω από τον Δία, που τα ονόμασε δορυφόρους του πλανήτη, τις κηλίδες στον Ήλιο, και άλλα θαυμαστά πράγματα, που από τη μία διέψευδαν την τελειότητα και την αφθαρσία των ουρανών, από την άλλη συνηγορούσαν υπέρ του ηλιοκεντρικού συστήματος. Ουσιαστικά, ο Γαλιλαίος με το τηλεσκόπιό του ανακάλυψε : Τους 4 δορυφόρους του Δία, την αστρική φύση του Γαλαξία μας, τις φάσεις της Αφροδίτης, τις ηλιακές κηλίδες, τα όρη και τους κρατήρες της σελήνης και την παράξενη διαμόρφωση του Κρόνου με τον δακτύλιο του πλανήτη, που τον παρατήρησε από διαφορετικές γωνίες, αλλά δεν κατάλαβε τη φύση του αντικειμένου. Οι δορυφόροι του Δία, η ανακάλυψη νέων πλανητών, όπως είπε ο Γαλιλαίος γύρω από τον πλανήτη παρομοίαζαν τον Δία με ένα ηλιακό σύστημα σε μικρογραφία. Η ύπαρξη των δορυφόρων του Δία

[86]

Πτυχιακή

κατέστρεψε για πάντα την πίστη πως όλα τα ουράνια σώματα περιφέρονται γύρω από τη Γη. Η Γη έπαψε πλέον να είναι το κέντρο του σύμπαντος. Το καθοριστικό όμως σημείο υποστήριξης του ηλιοκεντρικού συστήματος ήταν οι φάσεις που πρόσφερε ένας εσωτερικός πλανήτης, η φαντασμαγορική Αφροδίτη. Στο γεωκεντρικό σύστημα η Αφροδίτη, λόγω της υποθετικής θέσης της, έπρεπε πάντοτε να φαίνεται σαν μηνίσκος.

Ο Νεύτων ήταν σπουδαίος μαθηματικός και ταλαντούχος φυσικός. Για να θεμελιώσει τη θεωρία της Βαρύτητας αναγκάστηκε να αναπτύξει τον Διαφορικό Λογισμό και θεωρείται ο θεμελιωτής του μαζί με τον εξάίρετο Γερμανό μαθηματικό Leibniz. Ήταν ένας ιδιοφυής θεωρητικός, ο οποίος στηριζόμενος σε ένα ισχυρό μαθηματικό υπόβαθρο μπόρεσε να διατυπώσει μια καινοφανή θεωρία: Όλα τα σώματα στο σύμπαν έλκονται αμοιβαίως, με μία δύναμη η οποία είναι αντιστρόφως ανάλογη προς το τετράγωνο της μεταξύ τους απόστασης. Αυτός ήταν ένας νόμος της Βαρύτητας που δημιουργήσε μία νέα τάξη σε ολόκληρο το σύμπαν. Στο μεγαλειώδες έργο του <Οι Μαθηματικές Αρχές της Φυσικής Φιλοσοφίας>, γνωστό ως Principia επέλυσε όλα τα ιδιάζοντα προβλήματα της κίνησης και ολοκλήρωσε την ηλιοκεντρική επανάσταση, προσφέροντας ένα λειτουργικό μοντέλο του ηλιακού μας συστήματος. Ο Νεύτωνας δεν ανακάλυψε απλώς τις εξισώσεις που διέπουν τις δυνάμεις οι οποίες ασκούνται μεταξύ των πλανητών αλλά επιπλέον κατέληξε σε συγκεκριμένα απτά συμπεράσματα. Ανακάλυψε επίσης ότι ο άξονας της Γης δεν είναι σταθερός, αλλά περιστρέφεται μαζί με το επίπεδο της τροχιάς της. Ο Νεύτωνας φαίνεται ότι βάσισε τη θεωρία της Βαρύτητας στη σύγκριση της κίνησης των σωμάτων που πέφτουν πάνω στην επιφάνεια της Γης. Απέδειξε ότι οι κυριότερες περιοδικές ανωμαλίες της σεληνιακής τροχιάς, καθώς και οι κινήσεις των δεσμών και του περίγειου της τροχιάς προκαλούνται από την ηλιακή έλξη. Ανακάλυψε αρκετές νέες ανωμαλίες της σεληνιακής τροχιάς που

[87]

Πτυχιακή

δεν ήταν προηγουμένως γνωστές και δεν είχαν καταγραφεί από κανέναν αστρονόμο, ενώ διαπίστωσε ότι η κίνηση του περιγείου της σεληνιακής τροχιάς που δεν ήταν προηγουμένως γνωστές και δεν είχαν καταγραφεί από κανέναν αστρονόμο, ενώ διαπίστωσε ότι η κίνηση του περιγείου της σεληνιακής τροχιάς ήταν το ήμισυ περίπου της παρατηρούμενης.

Εν κατακλείδι με τη καθιέρωση της ουράνιας φυσικής του **Νεύτωνα**, από τον 17^ο αιώνα καθιερώνεται και το ηλιοκεντρικό σύστημα.

Συσχετίσεις

Κατόπιν της περιγραφικής στατιστικής ακολούθησαν συσχετίσεις με βάση το φύλο και την ηλικία των συμμετεχόντων προκειμένου να διαπιστωθεί εάν υπάρχουν διαφορές στο πλαίσιο των απαντήσεων που κάθε ομάδα έδωσε. Ξεκινώντας από το φύλο των μαθητών μέσα από τη στατιστική ανάλυση δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ αγοριών και κοριτσιών στις γνώσεις τους αναφορικά με το πλανητικό σύστημα.

Παρομοίως, δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές όσον αφορά τις απαντήσεις των συμμετεχόντων, όταν αυτές ελέγχθηκαν με γνώμονα την ηλικία των ερωτηθέντων. Έτσι, φάνηκε πως η τάξη στην οποία φοιτούν δεν είναι παράγοντας που να επηρεάζει σημαντικά τις γνώσεις τους και τις απαντήσεις τους αναφορικά με το πλανητικό σύστημα.

Συζήτηση

Ξεκινώντας από τις γενικές ερωτήσεις αναφορικά με το πλανητικό σύστημα, στις τρεις από τις τέσσερις ερωτήσεις περίπου οι μισοί από τους μαθητές απάντησαν σωστά ενώ το υπόλοιπο μισό δείγμα μοιράστηκε στις υπόλοιπες απαντήσεις, εκτός από μία ερώτηση στην οποία σωστά απάντησε μόνο το 26%. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι οι μισοί από τους μαθητές γυμνασίου που συμμετείχαν στην έρευνα δεν είναι σε θέση να απαντήσουν σωστά σε βασικές ερωτήσεις αστρονομίας που σχετίζονται με το πλανητικό σύστημα.

Προχωρώντας στις ερωτήσεις που αφορούν την θεωρία του Αριστοτέλη, από τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης προκύπτει ότι οι απόψεις των μαθητών δεν συμπίπτουν με εκείνες του Αριστοτέλη. Ειδικότερα, ο Αριστοτέλης υποστηρίζει πως το σύμπαν είναι ένα αιώνιο, κλειστό και ιεραρχικά δομημένο σύστημα αλλά μόνο το 12.4% συμφωνεί με τη συγκεκριμένη άποψη. Η συντριπτική πλειοψηφία των μαθητών ορίζει το σύμπαν ως ένα αιώνιο και ανοιχτό σύστημα, χωρίς αναφορά στην δομή του. Ομοίως, σύμφωνα με τον Αριστοτέλη το σύμπαν είναι μία τεράστια σφαίρα χωρισμένη σε μία ανώτερη και μία κατώτερη περιοχή από το σφαιρικό κέλυφος στο οποίο βρίσκεται η Σελήνη. Η συντριπτική πλειοψηφία των ερωτηθέντων εδώ, σε ποσοστό που ξεπερνά το 60% διαφωνεί με αυτή την άποψη. Ακολούθως, οι συμμετέχοντες ρωτήθηκαν σχετικά με την κίνηση των ουράνιων σωμάτων. Σύμφωνα με την θεωρία του Αριστοτέλη η κίνηση των ουράνιων σωμάτων είναι κυκλική ομοιόμορφη και αιώνια. Σε αυτή την ερώτηση συμφωνεί η πλειοψηφία του δείγματος σε ποσοστό που δεν ξεπερνά το

Πτυχιακή

45%, υποδεικνύοντας ουσιαστικά πως παραπάνω από το μισό δείγμα προσανατολίστηκε στις άλλες τρεις απαντήσεις.

Αναφορικά με τη Γη, ο Αριστοτέλης υποστήριξε πως αυτή είναι σφαιρική, ακίνητη και βρίσκεται στο κέντρο του σύμπαντος, μία άποψη που ενστερνίζονται μόνο οι 13 περίπου στους 100. Όπως φαίνεται λοιπόν από τα παραπάνω, η πλειοψηφία των μαθητών δεν παρουσιάζουν απόψεις αναφορικά με το σύμπαν, τους πλανήτες και τη Γη που να είναι σύμφωνες με αυτές του Αριστοτέλη.

Αντίθετα με την Αριστοτελική θεωρία, οι αρχές των προσωκρατικών φιλοσόφων φαίνεται πως είναι πιο κοντά με εκείνες τις απόψεις που ενστερνίζονται οι μαθητές. Εκτός από την πρώτη ερώτηση αναφορικά με το αν η Γη αιωρείται, στην οποία η διαφωνία είναι σημαντικά μεγαλύτερη από τη συμφωνία, στις υπόλοιπες ερωτήσεις φαίνεται πως τα θεωρητικά σημεία των προσωκρατικών βρίσκουν έδαφος στους νεαρούς μαθητές γυμνασίου. Το δείγμα στις υπόλοιπες ερωτήσεις ήταν σχεδόν ισόποσα μοιρασμένο, συμφωνώντας οριακά κατά πλειοψηφία στο ότι όλα τα ουράνια σώματα κινούνται κυκλικά, στο ότι η βαρύτητα ισχύει ως νόμος της Φυσικής σε όλα τα ουράνια σώματα ενώ λίγο λιγότεροι από τους μισούς συμφωνούν με την αρχή ότι η Γη είναι ένα μίγμα φωτιάς και νερού.

Τέλος, είναι σημαντικό να δοθεί μία εικόνα αναφορικά με το πώς οι ίδιοι οι μαθητές αξιολογούν τις γνώσεις τους για το πλανητικό σύστημα αλλά και να δώσουν πληροφορίες σχετικά με την κύρια πηγή πληροφόρησής τους για αυτές τους τις γνώσεις. Είναι σημαντικό σε αυτό το σημείο να τονισθεί πως οι γνώσεις των παιδιών προέρχονται κατά κύριο λόγο από εξωσχολικές δραστηριότητες όπως είναι η επίσκεψη σε πλανητάριο ενώ και το ίντερνετ κατέχει εξίσου σημαντικό ρόλο στη σχετική ενημέρωση των παιδιών.

Επίσης, η συντριπτική πλειοψηφία των μαθητών πιστεύει πως το επίπεδο των γνώσεων τους στο συγκεκριμένο πεδίο είναι από κακό έως μέτριο, περίπου 1 συμμετέχων στους πέντε θεωρεί πως το επίπεδό του είναι καλό και περίπου τέσσερις στους εκατό ότι είναι άριστο. Στην τελευταία ερώτηση αναφορικά με την εναρμόνιση των γνώσεών τους με τις σύγχρονες επιστημονικές θεωρήσεις, η πλειοψηφία των ερωτηθέντων δεν πιστεύουν ότι κάτι τέτοιο ισχύει, με ένα 40% να θεωρεί πως κάτι τέτοιο υφίσταται.

Συμπεράσματα

Συμπερασματικά, φαίνεται από τις παραπάνω απαντήσεις πως γενικά μόλις μισοί από τους μαθητές γυμνασίου είναι σε θέση να απαντήσουν σωστά σε ερωτήσεις που ανταποκρίνονται σε βασικές γνώσεις για το πλανητικό σύστημα και το σύμπαν. Αυτό άλλωστε αντανακλάται και στον τρόπο που οι ίδιοι αξιολογούν το επίπεδο των σχετικών γνώσεών τους, το οποίο κατά πλειοψηφία χαρακτηρίζεται από μέτριο έως και κακό. Αυτό οφείλεται σαφώς και στη συγκεχυμένη θέση που έχει το συγκεκριμένο επιστημονικό πεδίο στο ελληνικό αναλυτικό πρόγραμμα που διδάσκεται στα σχολεία, γεγονός το οποίο φαίνεται και από τις απαντήσεις των συμμετεχόντων σχετικά με την πηγή πληροφόρησής τους για το πλανητικό σύστημα. Το σχολείο είναι στην τρίτη θέση καθώς οι γνώσεις τους προέρχονται κυρίως από το ίντερνετ αλλά και επισκέψεις σε πλανητάρια και άλλους χώρους εκπαίδευσης, έρευνας και έκθεσης.

Όσον αφορά τη σύμπτωση των απόψεων των μαθητών με την θεωρία του Αριστοτέλη και τους προσωκρατικούς φιλοσόφους, φαίνεται πως υπάρχει μεγαλύτερη σύγκλιση της πλειοψηφίας των μαθητών με τους προσωκρατικούς φιλοσόφους και όχι με τις αρχές του Αριστοτέλη. Πιθανόν ο τρόπος με τον οποίο περιγράφουν οι προσωκρατικοί το πλανητικό σύστημα, τη Γη και το σύμπαν να είναι πιο οικείος και να φαίνεται πιο “επιστημονικός” στα

μάτια των μαθητών του γυμνασίου. Εδώ πρέπει να σημειωθεί πως το αποτέλεσμα ήταν το αναμενόμενο, αφού οι προσωκρατικοί φιλόσοφοι έζησαν τον 6^ο και 5^ο αιώνα π. χ. ήτοι 2 αιώνες περίπου πριν τον Αριστοτέλη και οι ιδέες (πρώτες επιστημονικές απόψεις) που διατύπωσαν ήταν απλές, άρα και κατανοητές από τους ανθρώπους. Άλλωστε και η πλειοψηφία των ίδιων των μαθητών αναγνωρίζουν πως οι απόψεις τους δεν είναι εναρμονισμένες με τις σύγχρονες επιστημονικές απόψεις.

Φυσικά, τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης έρευνας δείχνουν ξεκάθαρα την εικόνα που επικρατεί σε μεγάλη πλειοψηφία των μαθητών Γυμνασίου αναφορικά με το σύμπαν και τους πλανήτες. Σε καμία περίπτωση από την άλλη δεν μπορεί κανείς να θεωρήσει τα συγκεκριμένα ευρήματα ως γενικεύσιμα λόγω του περιορισμένου αριθμού συμμετεχόντων αλλά και του εργαλείου το οποίο χρησιμοποιήθηκε και κατασκευάστηκε για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας. Ωστόσο, είναι σίγουρο πως τα παρόντα ευρήματα μπορούν να αποτελέσουν την βάση για την διεξαγωγή μελλοντικών ερευνών μεγαλύτερων σε έκταση και εύρος που θα μπορέσουν να δώσουν αποτελέσματα που θα είναι γενικεύσιμα. Τέλος, θα πρέπει αυτά τα ευρήματα να αποτελέσουν την έναρξη της αλλαγής καθώς όπως φαίνεται οι Έλληνες μαθητές Γυμνασίου διατηρούν απόψεις σχετικά με το σύμπαν που είχαν και οι προσωκρατικοί φιλόσοφοι ενώ δεν είναι εναρμονισμένοι με τις σύγχρονες επιστημονικές απόψεις και δεν εκπαιδεύονται για σχετικά επιστημονικά ζητήματα από το σχολείο. Ίσως θα έπρεπε να ξεκινήσουν λοιπόν συζητήσεις για το ποια είναι η θέση της αστρονομίας στην ελληνική εκπαίδευση ή γενικότερα το πόσο χώρος και χρόνος αφιερώνεται από τα σχετικά μαθήματα στο συγκεκριμένο πεδίο, για το ποια είναι η κατάρτιση των Ελλήνων δασκάλων στις φυσικές επιστήμες. Συζητήσεις που θα οδηγήσουν σε μια ριζική, αλλά και ουσιαστική εκπαιδευτική μεταρρύθμιση!

Επιπροσθέτως,κάνοντας μια αναδρομή στην ιστορία των φυσικών επιστημών στη διάρκεια περίπου 2600 ετών διαπιστώνουμε πως η εξέλιξή τους είναι αντίστοιχη της αναδόμησης των ιδεών των μαθητών στο πέρασμά τους σε μεγαλύτερες ηλικίες και στο σημείο αυτό πρέπει να επισημανθεί η αναγκαιότητα του κονστρουκτιβισμού στη διδακτική διαδικασία.

Βιβλιογραφία

- Ασημακόπουλος Μ, Τσιαντούλας Α. (2008). Η ιστορία και η Θεωρία των Επιστημών . Πάτρα.*
- Βοσνιάδου Σ., Αρχοντίδου, Α., Καλογιαννίδου, Α. & Ιωαννίδης, Χ. (1996). Πώς τα Ελληνόπουλα αντιλαμβάνονται το σχήμα της γης: μία μελέτη της εννοιολογικής αλλαγής στην παιδική ηλικία. Ψυχολογικά θέματα 7(1), σελ.30-51.*
- Μπουσούτας-Θανασούλας, Γ. (2010).*
- Σμιτζόγλου, Σ. & Χαλκιά, Κ. (2007). Οι εναλλακτικές ιδέες των παιδιών για το ηλιακό σύστημα. Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση, Πρακτικά 5^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου.*
- Σπυράτου, Ε. (2006). Διερεύνηση αναπαραστάσεων του πλανήτη Γη. Πανεπιστήμιο Αθηνών.*

Χαλκιά Κρ.(2006), *Το Ηλιακό Σύστημα μέσα στο Σύμπαν: Η διαδρομή από την επιστημονική γνώση στη σχολική γνώση*, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο Κρήτης.

Ausubel, D.P. (2000). *The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view*.
Dordrecht, Kluwer Academic Publishers. 210 p.

Bisard, W., & Zeilik, M. 1998, "Restructuring a Class, Transforming the Professor: Conceptually Centered Astronomy with Actively Engaged Students," *Mercury*, 27:4, 16.

Cobern, W. (1993) *Contextual constructivism: the impact of culture on the learning and teaching of science*, in: K. Tobin (Ed.) *The practice of constructivism in science education* (Washington,DC, AAAS).

Champagne, A., Gunstone, R. & Klopfer, L. (1985) *Effecting changes in cognitive structure among physics students*, in: L. West & A. Pines (Eds) *Cognitive structure and conceptual change* (New York, Academic Press).

Diakidoy, I. N., & Kendeou, P. (2001). *Facilitating conceptual change in astronomy: A comparison of the effectiveness of two instructional approaches*. *Learning and Instruction*, 11, 1–20.

Driver, R. (1988) *Theory into practice II: a constructivist approach to curriculum development*, in: P. Fensham (Ed.) *Development and dilemmas in science education* (London, The Falmer Press).
Edwards, S. & Mercer, N. (1987) *Common knowledge* (London, Methuen).

Harlan, W. (2000). *Teaching, learning, and assessing science 5-12*. London: Paul Chapman.

Jones, B. L., Lynch, P. & Reesinck, C. (1987). *Childrens's conception of the Earth, Sun and Moon*. *International Journal of Science Education*, 9(1), 43-53.

Klein, C. A. (1982). *Children's Concepts of the Earth and the Sun: A Cross Cultural Study*. *Science Education*, 65(1), 95-107.

Lindberg C. David (1999), "Οι απαρχές τη δυτικής επιστήμης: Η φιλοσοφική, θρησκευτική και θεσμική θεώρηση της Ευρωπαϊκής επιστημονικής παράδοσης, 600 π.Χ. – 1450 μ.Χ.", Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π.

Morrow, C. A. (2000). "Kinesthetic Astronomy: The Sky Time Lesson," *The Physics Teacher*, 38(4), 252.

Novak J.D. (2002), *Meaningful learning: the essential factor for conceptual change in limited or appropriate propositional hierarchies (LIPHS) leading to empowerment of learners*. *Science Education*, 86(4):548-571.

Nussbaum, J., & Novak, J. D. (1976). *An assessment of children's concepts of the earth utilizing structured interviews*. *Science Education*, 60,535-550.

Nussbaum, J. & Sharoni-Dagan, N. (1983). "Changes in Second Grade Children's Preconceptions About the Earth as a Cosmic Body Resulting from a Short Series of Audio-Tutorial Lessons," *Science Education*, 67, 99.

Ollerenshaw, C. & Ritchie, R. (1998) *Primary Science: making it work*, (London, David Fulton Publishers).

Osborne, R., & Freyberg, P. (1985). *Learning in Science: The implications of Children's Science*. Auckland: Heinemann.

Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. Science Education, 66, 211-227.

Redish, E. F. (1994). The Implications of Cognitive Studies for Teaching Physics. American Journal of Physics, 62(6), 796-803.

Redish, E. F., & Steinberg, R. N. (1999). Teaching physics: Figuring out what works. Physics Today, 52, 24-30.

Roth, K. & Rosaen, C. (1991) Investigating science concepts through writing activities, paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Fontana, WI, April.

Sadler, P.M. (1997). Astronomy's conceptual hierarchy. In J. Percy (Ed.), Proceedings of the ASP Astronomy Education Meeting. San Francisco: Astronomical Society of the Pacific.

Shu-Chiu L., (2005). Students Alternative Models of the Universe, Asia Pacific Forum On Science Learning and Teaching, Volume 6, Issue 2, Article 1.

Sharp, J. G., & Kuerbis, P. (2005). Children's ideas about the solar system and the chaos in learning science. Science Education, 89, 1-25.

Solomon, J. (1991). Images of physics: How students are influenced by social aspects of science, in: R. Duit, F. Goldberg & H. Niedderer (Eds) Research in physics learning: theoretical issues and empirical studies. Proceedings of an International Workshop, University of Bremen (March 1991):IPN, University of Kiel.

Stofflet, R. (1991) Conceptual change in elementary teacher candidates' content and pedagogical knowledge of science. Unpublished doctoral dissertation, University of Utah.

Taylor, G.B. (2003) New Astronomy Reviews, 47, 585.

Trumper, R. (2001). A cross-college age study of science and non-science students' conceptions of basic Astronomy concepts in preservice training for High-School teachers, Journal of Science Education and Technology, 10(2), 189-195.

Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1992). Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood. Cognitive Psychology, 24, 535–585.

Vosniadou, S. (1991). Designing curricula for conceptual restructuring: Lessons from the study of knowledge acquisition in Astronomy, Journal of Curriculum Studies, 23(3), 219-237.

Wubbels, T. (1992). Taking account of student teacher's preconceptions. Teaching and Teacher Education, 8, 137-149.