

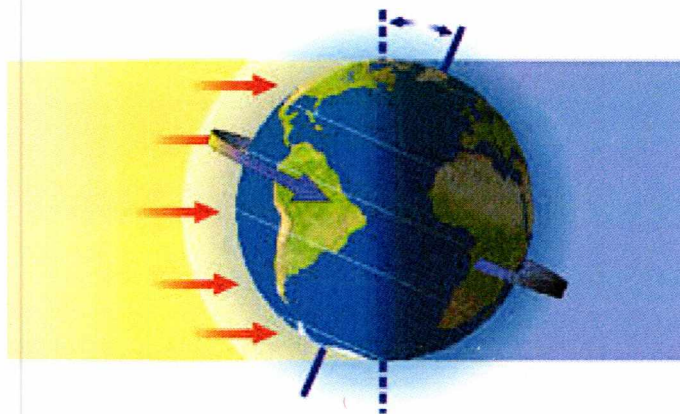


ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ  
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΕΙΔΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ

*Πτυχιακή Εργασία*

Συγκριτική μελέτη των ιδεών μαθητών της Ε΄ Δημοτικού με  
Μαθησιακές Δυσκολίες και Τυπικής Ανάπτυξης σχετικά με το  
φαινόμενο των εποχών και διερεύνηση του βαθμού εννοιολογικής  
αλλαγής μέσω της χρήσης ΤΠΕ



**Λεούση Άννα**

Επιβλέποντες:

Α΄: Βαβουγιός Διονύσης, Καθηγητής, ΠΤΕΑ

Β΄: Τζιβνίκου Σωτηρία, Λέκτορας, ΠΤΕΑ

ΒΟΛΟΣ 2015



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ  
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 13914/1  
Ημερ. Εισ.: 06-03-2017  
Δωρεά: Συγγραφέας  
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΠΕΑ  
2015  
ΛΕΟ



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	4
<b>SUMMARY</b> .....	7
<b>ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ</b> .....	8
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> : ΕΙΔΙΚΕΣ ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ</b> .....	8
1.1 ΘΕΜΑΤΑ ΟΡΙΣΜΟΥ .....	8
1.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΑΤΟΜΩΝ ΜΕ ΕΙΔΙΚΕΣ ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ .....	11
1.3 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΜΑΘΗΣΙΑΚΩΝ ΔΥΣΚΟΛΙΩΝ .....	13
1.4 ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ ΜΑΘΗΣΙΑΚΩΝ ΔΥΣΚΟΛΙΩΝ .....	14
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>: ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ</b> .....	16
2.1 Ο ΧΑΡΑΚΤΗΡΑΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ .....	16
2.2 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ .....	17
2.3 ΔΙΔΑΚΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ .....	18
2.4 ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ .....	24
2.5 ΟΙ ΙΔΕΕΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ .....	27
2.6 ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΣΕ ΜΑΘΗΤΕΣ ΜΕ ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ .....	30
<i>I. ΚΕΙΜΕΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΙ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΑΝΑΓΝΩΣΗΣ</i> .....	32
<i>II. ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ</i> .....	34
<i>III. ΜΑΘΗΣΗ ΜΕΣΑ ΑΠΟ ΣΥΛΛΟΓΙΣΤΙΚΕΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ</i> .....	35
<i>IV. ΜΝΗΜΟΝΙΚΕΣ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ</i> .....	37
<i>V. ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΣΥΝΟΜΗΛΙΚΩΝ</i> .....	38
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup> : Η ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑ ΩΣ ΚΛΑΔΟΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ: ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΩΝ ΕΠΟΧΩΝ</b> .....	40
3.1 ΟΙ ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΩΝ ΕΠΟΧΩΝ .....	40
3.2 ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΝΟΗΣΗ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΩΝ ΕΠΟΧΩΝ .....	45
<b>ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ</b> .....	48

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup> : Η ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.....</b>	<b>48</b>
4.1 ΤΑ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ .....	48
4.2 ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ.....	49
4.3 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ .....	50
4.4 ΤΟ ΔΕΙΓΜΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	53
4.5 ΤΟ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ .....	56
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>: ΟΙ ΦΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ Η ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ .....</b>	<b>60</b>
5.1 1 <sup>ο</sup> ΣΤΑΔΙΟ: ΑΡΧΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ - ΑΝΑΛΥΣΗ.....	60
5.2 2 <sup>ο</sup> ΣΤΑΔΙΟ: ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ - ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ.....	86
5.3 3 <sup>ο</sup> ΣΤΑΔΙΟ: ΤΕΛΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ - ΑΝΑΛΥΣΗ.....	90
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup> : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ .....</b>	<b>121</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>129</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ .....</b>	<b>138</b>

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες μπορούν να ωφεληθούν ποικιλοτρόπως από την εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες. Οι Φυσικές Επιστήμες συμβάλλουν τόσο στον επιστημονικό εγγραμματισμό των μαθητών με Μαθησιακές Δυσκολίες, όσο και στην ανάπτυξη της πρωτοβουλίας, της αυτοπεποίθησης και της αυτονομίας τους (Bell, 2002). Επιπλέον, ως γνωστικό αντικείμενο ενδείκνυται για την εφαρμογή ενταξιακών πρακτικών, καθώς δε βασίζεται αποκλειστικά σε γλωσσικές δεξιότητες, οι οποίες αποτελούν το κατεξοχήν αδύναμο σημείο των συγκεκριμένων μαθητών, ενώ η διδασκαλία του λαμβάνει χώρα στο πλαίσιο της Γενικής Τάξης, παρέχοντας ευκαιρίες ισότιμης συμμετοχής και ένταξης (Βαβουγιός & Παντελιάδου, 2006). Παρ'όλο που η εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες θέτει υψηλές απαιτήσεις στους μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες, αυτές μπορούν να αντιμετωπιστούν μέσω των κατάλληλων πρακτικών διδασκαλίας και προσαρμογών στο υλικό (Ormsbee & Finson, 2000).

Η διδακτική της Αστρονομίας, ως κλάδος των Φυσικών Επιστημών, παρουσιάζει ιδιαίτερο ερευνητικό ενδιαφέρον τα τελευταία χρόνια, με πολλές έρευνες σε παγκόσμιο επίπεδο να μελετούν τόσο τις ιδέες των μαθητών πάνω σε διάφορα αστρονομικά θέματα, όσο και τις διδακτικές πρακτικές που μπορούν να επιφέρουν την εννοιολογική αλλαγή. Η βιβλιογραφία έχει δείξει πως ένας σημαντικός αριθμός μαθητών, ανεξαρτήτως ηλικίας και εθνικότητας, διαθέτει εναλλακτικές ιδέες πάνω σε διάφορα θέματα στοιχειώδους Αστρονομίας, όπως το φαινόμενο των εποχών (Baxter, 1989 · Sharp, 1996 · Trumber, 2001a · Trumber, 2001b · Tsai & Chang, 2005 · Λάππα & Σταυρίδου, 2009 · Σταράκης & Χαλκιά, 2009). Επιπλέον, έχει αναφερθεί πως και ένα σημαντικό ποσοστό ενηλίκων - και μάλιστα εκπαιδευτικοί διαφόρων ειδικοτήτων - δεν καταφέρνουν να οικοδομήσουν το επιστημονικό μοντέλο ερμηνείας του φαινομένου των εποχών (Kikas, 2004). Παράλληλα, ένας μεγάλος αριθμός ερευνών έχει αφιερωθεί στην αναζήτηση και μελέτη των διδακτικών πρακτικών που μπορούν να βοηθήσουν τους μαθητές να αντιμετωπίσουν επιτυχώς τις εναλλακτικές τους αντιλήψεις πάνω στο συγκεκριμένο φαινόμενο (Bakas & Mikropoulos, 2003 · Tsai & Chang, 2005 · Πιλάτου et al., 2008 · Λάππα & Σταυρίδου, 2009).

Παρ' όλη την ερευνητική δραστηριότητα που καταγράφεται πάνω στη μελέτη των αρχικών ιδεών των μαθητών αναφορικά με το φαινόμενο των εποχών και τη διδασκαλία του, η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας καταδεικνύει ένα πεδίο περιορισμένης ερευνητικής μελέτης: την εξέταση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών με Μαθησιακές Δυσκολίες πάνω στο φαινόμενο των εποχών και την ανεύρεση των κατάλληλων πρακτικών διδασκαλίας του φαινομένου που μπορούν να επιφέρουν επιτυχώς την εννοιολογική αλλαγή. Σε αυτό το ερευνητικό πεδίο στρέφεται η παρούσα διπλωματική, φιλοδοξώντας να καλύψει ένα μικρό μέρος του υπάρχοντος ερευνητικού κενού.

Η συγκεκριμένη διπλωματική διαρθρώνεται σε δύο μέρη, το θεωρητικό και το ερευνητικό. Το θεωρητικό μέρος αποτελείται από τρία κεφάλαια:

Στο πρώτο κεφάλαιο αναφέρονται ορισμένα βασικά θεωρητικά στοιχεία πάνω στη φύση των Ειδικών Μαθησιακών Δυσκολιών, τα χαρακτηριστικά των μαθητών που τις εμφανίζουν και τις διδακτικές παρεμβάσεις που συνίστανται για τον συγκεκριμένο μαθητικό πληθυσμό.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύεται η φύση και ο σκοπός της διδακτικής των Φυσικών Επιστημών, καθώς και τα διδακτικά εργαλεία και οι προσεγγίσεις που αξιοποιούνται για τη διδασκαλία τους, ενώ παράλληλα αναφέρονται κατάλληλες πρακτικές διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών για μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες, όπως προκύπτουν από τη διεθνή βιβλιογραφία.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης πάνω στην μελέτη των ιδεών των μαθητών για το φαινόμενο των εποχών, καθώς και οι διδακτικές παρεμβάσεις που έχουν καταγραφεί ως κατάλληλες για την αντιμετώπιση των εναλλακτικών αντιλήψεων τους πάνω στο συγκεκριμένο φαινόμενο.

Το ερευνητικό μέρος αποτελείται επίσης από τρία κεφάλαια:

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η μεθοδολογία της έρευνας, η οποία περιλαμβάνει τα ερευνητικά ερωτήματα, την περίληψη της ερευνητικής διαδικασίας και την παρουσίαση του ερευνητικού δείγματος, του λογισμικού παρέμβασης και των εργαλείων συλλογής δεδομένων.

Στο πέμπτο κεφάλαιο παρατίθενται οι φάσεις της έρευνας και η ανάλυση των αποτελεσμάτων, όπως αυτά προέκυψαν από την επεξεργασία των ερευνητικών δεδομένων.

Τέλος, στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα τελικά συμπεράσματα και οι περιορισμοί της έρευνας.



## **SUMMARY**

The present study was conducted as part of an undergraduate dissertation. A vast number of research has been conducted during the past 30 years studying the misconceptions of students of all ages in relation to the phenomenon of changing seasons, as well as the educational interventions that can improve their understanding of the specific phenomenon. However, there is little data about the same subject concerning students with Learning Difficulties. Therefore, the purposes of the current study were: i) the examination and comparison of the conceptions about the phenomenon of changing seasons of four 11 years-old students, with and without Learning Difficulties, ii) the examination and comparison of the level of conceptual change that the use of educational software simulation can produce for students with and without Learning Difficulties. The findings suggested that both students with and without Learning Difficulties held misconceptions about the phenomenon of changing seasons and differences were found not only between the two groups of students, but also between the members of each group as well. Finally, the educational intervention that was implemented via the use of educational software simulation managed to bring an important level of conceptual change to all students, with and without Learning Difficulties, and to eliminate the differences between them.

# ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> : ΕΙΔΙΚΕΣ ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ

### 1.1 ΘΕΜΑΤΑ ΟΡΙΣΜΟΥ

Η σταδιακή γενίκευση της υποχρεωτικής εκπαίδευσης και η αξία που αποδόθηκε στη μάθηση ως μέσο παραγωγικότητας και κοινωνικής καταξίωσης έφερε στο προσκήνιο του επιστημονικού χώρου τις Μαθησιακές Δυσκολίες ως αντικείμενο έρευνας διάφορων ειδικοτήτων από τα πεδία της παιδοψυχολογίας, της νευρολογίας, της κοινωνιολογίας κ.α. (Μαρκοβίτης & Τζουριάδου, 1991).

Ο πρώτος ορισμός που εισήγαγε τον όρο «Μαθησιακές Δυσκολίες» ως καινούργιο, αυτόνομο επιστημονικό πεδίο στα πλαίσια της Ειδικής Αγωγής διατυπώθηκε από τον Kirk το 1963 και πάνω του στηρίχθηκαν όλοι οι μελλοντικοί επίσημοι ορισμοί στις ΗΠΑ, ενώ αποτέλεσε και βάση διαμόρφωσης εκπαιδευτικής πολιτικής για τους μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες (Τζουριάδου, 2011).

Έκτοτε, οι θεωρητικές αναζητήσεις και το έντονο ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας πάνω στο τομέα των Μαθησιακών Δυσκολιών έχουν αποτελέσει κινητήριο δύναμη για την εξαγωγή μεγάλου αριθμού ορισμών, οι οποίοι υπόκεινται σε συνεχή βελτίωση και προσαρμογή, αποσκοπώντας στην πληρέστερη αποσαφήνιση του περιεχομένου του όρου των Μαθησιακών Δυσκολιών (Παντελιάδου, 2011a). Ωστόσο η πολλαπλότητα της αιτιολογίας και της μορφολογίας της εν λόγω διαταραχής, καθώς και η εμπλοκή διάφορων ειδικοτήτων και κατευθύνσεων, δυσχεραίνουν τη διατύπωση και την αποδοχή ενός γενικά αποδεκτού ορισμού (Μαρκοβίτης & Τζουριάδου, 1991).

Το 1990 διατυπώνεται ο, μέχρι σήμερα, ευρύτερα αποδεκτός ορισμός από τον Hammill, που διαφοροποιεί τους μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες από τους μαθητές με άλλα προβλήματα ή τους μαθητές Τυπικής Ανάπτυξης (Παντελιάδου, 2011a). Σύμφωνα με τον ορισμό:

*«Οι Μαθησιακές Δυσκολίες είναι ένας γενικός όρος που αναφέρεται σε μια ανομοιογενή ομάδα διαταραχών, οι οποίες εκδηλώνονται με σημαντικές δυσκολίες στην πρόσκτηση και χρήση ικανοτήτων ακρόασης, ομιλίας, ανάγνωσης, γραφής,*

*συλλογισμού ή μαθηματικών ικανοτήτων. Οι διαταραχές αυτές είναι εγγενείς στο άτομο και αποδίδονται σε δυσλειτουργία του κεντρικού νευρικού συστήματος και μπορούν να υπάρχουν σε όλη τη διάρκεια της ζωής. Προβλήματα σε συμπεριφορές αυτοελέγχου, κοινωνικής αντίληψης και κοινωνικής αλληλεπίδρασης μπορεί να συνυπάρχουν με τις μαθησιακές δυσκολίες, αλλά δεν συνιστούν από μόνα τους τέτοιες. Παρότι οι Μαθησιακές Δυσκολίες μπορεί να εμφανίζονται μαζί με άλλες καταστάσεις μειονεξίας (π.χ. αισθητηριακή βλάβη, νοητική καθυστέρηση, σοβαρή συναισθηματική διαταραχή) ή με εξωτερικές επιδράσεις, όπως οι πολιτισμικές διαφορές και η ανεπαρκής ή ακατάλληλη διδασκαλία, αυτές δεν είναι το άμεσο αποτέλεσμα των παραπάνω καταστάσεων ή επιδράσεων».*

Αναλύοντας τον πλέον κοινά αποδεκτό αυτό ορισμό, σκιαγραφούνται τα χαρακτηριστικά των Μαθησιακών Δυσκολιών, όπως προέκυψαν από τις νέες γνώσεις και τα επιστημονικά ευρήματα. Συγκεκριμένα, αναγνωρίζεται πως οι Μαθησιακές Δυσκολίες χαρακτηρίζονται από ανομοιογένεια, καθώς ο τρόπος εκδήλωσής τους αλλά και η πιθανή αιτιολογία τους διέπονται από σημαντικές διαφοροποιήσεις. Κατά συνέπεια, η ανεύρεση κοινών στοιχείων ανάμεσα στις διαφορετικές περιπτώσεις εμφάνισης Μαθησιακών Δυσκολιών και η ανάπτυξη μιας ενιαίας αποτελεσματικής πρότασης διδασκαλίας, κατάλληλης για όλους τους μαθητές της ετερογενούς αυτής ομάδας, αποτελεί ένα ιδιαίτερα απαιτητικό και πολύπλοκο εγχείρημα. Οι δυσκολίες που έχουν εντοπιστεί στον συγκεκριμένο πληθυσμό αναφέρονται σε δυσκολίες αντίληψης, κινητικές διαταραχές, διαταραχές προσοχής, διαταραχές μνήμης, προβλήματα κοινωνικοσυναισθηματικής φύσης, προβλήματα κινήτρων και διαταραχές μεταγνωστικού τύπου (Παντελιάδου, 2011a).

Ο ορισμός αναδεικνύει επίσης την ενδογενή φύση των Μαθησιακών Δυσκολιών, των οποίων η νευροβιολογική βάση έχει τεκμηριωθεί από απεικονιστικές μεθόδους πάνω στην εγκεφαλική δραστηριότητα ατόμων της συγκεκριμένης πληθυσμιακής ομάδας, βάσει της υπόθεσης της «ελάχιστης εγκεφαλικής δυσλειτουργίας», καθώς και από έρευνες κληρονομικότητας. Επομένως, αποκλείονται εξωγενείς παράγοντες (οικογενειακά, κοινωνικά, οικονομικά, πολιτισμικά προβλήματα) ως αιτίες[ πρόκλησης Μαθησιακών Δυσκολιών. Επιπλέον, ορισμένοι ενδογενείς παράγοντες (νοητική καθυστέρηση, αισθητηριακές βλάβες, κοινωνικοσυναισθηματικά προβλήματα) αποκλείονται εξίσου ως αιτιολογικοί, δίχως να αποκλείεται όμως και η πιθανότητα συνύπαρξής τους με τις Μαθησιακές Δυσκολίες (Παντελιάδου, 2011a).

Μέσα απο τον ορισμό αναγνωρίζεται επίσης η εκδήλωση των Μαθησιακών Δυσκολιών με προβλήματα στη μάθηση, τα οποία οδηγούν συχνά σε σχολική αποτυχία μέχρι τον εντοπισμό της αιτιολογίας τους. Γενικά, ένα παιδί μπορεί να ενταχθεί στην κατηγορία της εν λόγω διαταραχής εφόσον διαπιστωθεί ότι η σχολική του επίδοση είναι χαμηλότερη κατά δύο τουλάχιστον χρόνια απο την αναμενόμενη για την ηλικία του και το νοητικό του πηλίκο. Τέλος, επικυρώνεται η διαχρονικότητα των Μαθησιακών Δυσκολιών, ως συνθήκη που βελτιώνεται, αλλά δεν ξεπερνιέται, ακολουθώντας το άτομο καθ'όλη τη διάρκεια της ζωής του (Παντελιάδου, 2011a).

Ο ορισμός του Hammill, παρά την ευρύτερη αποδοχή του, έχει δεχθεί κριτική απο πολλούς μελετητές πάνω στην άποψη της δυσλειτουργίας του κεντρικού νευρικού συστήματος ως υπεύθυνη πρόκλησης των Μαθησιακών Δυσκολιών, καθώς υποστηρίζεται πως και άλλοι παράγοντες αποτελούν αιτία εμφάνισης τους. Επιπλέον, διαπιστώνεται πως ο αριθμός των μαθητών που αντιμετωπίζουν δυσκολίες στα μαθήματα ξεπερνάει εκείνον τον οποίο προσδιορίζει ο ορισμός, με αποτέλεσμα ορισμένοι ερευνητές να το διευρύνουν, εντάσσοντας σε αυτόν και τις επιπτώσεις ποικίλων περιβαλλοντικών παραγόντων (κοινωνικοί, πολιτισμικοί, εκπαιδευτικοί) στη μαθησιακή διαδικασία (Μαριδάκη-Κασσωτάκη, 2011).

Σύχνα η χρήση του όρου Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες εναλλακτικά με τον όρο Μαθησιακές Δυσκολίες προκαλεί σύγχυση. Στη διεθνή βιβλιογραφία παρ'όλαυτά γίνεται σαφής διάκριση μεταξύ των Ειδικών Μαθησιακών Δυσκολιών και των Γενικών ή Διάχυτων Μαθησιακών Δυσκολιών (Πολυχρόνη, 2011b). Τα μαθησιακά προβλήματα που οφείλονται σε παράγοντες που έχουν αντίκτυπο γενικά στις γνωστικές λειτουργίες ενός ατόμου, όπως η νοητική καθυστέρηση ή συναφείς διαταραχές, εντάσσονται πλέον στην κατηγορία των Γενικών Μαθησιακών Δυσκολιών, σε αντίθεση με τις Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες, όπως περιγράφονται απο το National Joint Committee on Learning Disabilities, στις οποίες «δεν εντάσσονται προβλήματα μάθησης, τα οποία οφείλονται πρωτίστως σε οπτικές, ακουστικές ή κινητικές αναπηρίες, νοητική καθυστέρηση, συναισθηματικές διαταραχές και περιβαλλοντικές, πολιτισμικές και οικονομικές ελλείψεις» (Μαριδάκη-Κασσωτάκη, 2011). Οι Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες αφορούν άτομα με συγκεκριμένες δυσχέρειες (π.χ στην γραφή, στα μαθηματικά κ.τ.λ), οι οποίες δεν επηρεάζουν τη γενική νοητική τους ικανότητα, όπως αυτή μετράται με τα συνήθη τεστ νοημοσύνης (Μαριδάκη-Κασσωτάκη, 2011).

Στην ελληνική πραγματικότητα, ο νόμος Ν3699/2008 της Ειδικής Αγωγής συγκαταλέγει στην κατηγορία των Ειδικών Μαθησιακών Δυσκολιών τους μαθητές με: δυσλεξία, δυσγραφία, δυσαριθμησία, δυσαναγνωσία, δυσορθογραφία, συνδρομο ελλειμματικής προσοχής με ή χωρίς υπερκινητικότητα, διαχυτες αναπτυξιακές διαταραχές, ψυχικές διαταραχές και πολλαπλές αναπηρίες (Πολυχρόνη, 2011b). Στην παρούσα εργασία θα αναφερθούμε αποκλειστικά στο τομέα των Ειδικών Μαθησιακών Δυσκολιών.

## **1.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΑΤΟΜΩΝ ΜΕ ΕΙΔΙΚΕΣ ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ**

Οι Μαθησιακές Δυσκολίες είναι δυνατόν να εκδηλωθούν σε όλα τα άτομα, ανεξαρτήτως φύλου, φυλής, ηλικίας, κοινωνικοοικονομικής προέλευσης, πολιτισμικού υποβάθρου και γλώσσας που χρησιμοποιούν. Παρ'όλα αυτά, οι έρευνες έχουν δείξει πως ορισμένες πληθυσμιακές ομάδες είναι περισσότερο εκτεθειμένες στην εκδήλωση Μαθησιακών Δυσκολιών (Μαριδάκη-Κασσωτάκη, 2011). Στη βιβλιογραφία, το ποσοστό εμφάνισης της εν λόγω διαταραχής στα αγόρια ξεπερνάει εκείνο των κοριτσιών, εύρημα που ενισχύεται και από την καλύτερη, σε γενικές γραμμές, σχολική επίδοση των κοριτσιών από τα αγόρια, χωρίς ωστόσο να αποκλείεται η παρεμβολή παραγόντων που δεν σχετίζονται με τις Μαθησιακές Δυσκολίες στην χαμηλότερη σχολική τους επίδοση. Η συχνότητα εμφάνισης των Μαθησιακών Δυσκολιών είναι επίσης υψηλότερη όταν τα άτομα εκτίθενται σε ορισμένους ζημιογόνους εξωγενείς παράγοντες, όπως υποβαθμισμένο κοινωνικοοικονομικό ή στερητικό περιβάλλον, κατάσταση ανέχειας και κοινωνικό αποκλεισμό (Μαριδάκη-Κασσωτάκη, 2011).

Η ανομοιογένεια των Μαθησιακών Δυσκολιών έχει ως αποτέλεσμα την ύπαρξη διαφορετικών χαρακτηριστικών στον εκάστοτε μαθητή που αντιμετωπίζει την εν λόγω διαταραχή και τη δυσκολία σχηματισμού ενός γενικού προφίλ που να αντιπροσωπεύει απόλυτα κάθε μεμονομένη περίπτωση. Η κατανόηση όμως αυτών των χαρακτηριστικών κρίνεται απαραίτητη για το σχεδιασμό των κατάλληλων διδακτικών παρεμβάσεων (Παντελιάδου, 2011b). Τα μαθησιακά προβλήματα που αντιμετωπίζουν τα παιδιά με Μαθησιακές Δυσκολίες διαφοροποιούνται ανάλογα με



το άτομο, το γνωστικό αντικείμενο και τη βαθμίδα εκπαίδευσης. Τα προβλήματα αυτά αναφέρονται κυρίως στους άξονες της ανάγνωσης, της γραφής και των μαθηματικών (Παντελιάδου, 2011a).

Στη βιβλιογραφία έχουν καταγραφεί χαρακτηριστικά στις περιοχές της αντίληψης, της γλώσσας, της μνήμης και της μεταγνώσης, τα οποία προσφέρουν μια γενική επισκόπηση των κυρίαρχων δυσκολιών των εν λόγω μαθητών. Μια σημαντική δυσκολία εντοπίζεται στην οπτικοακουστική αντίληψη και επεξεργασία, που δυσχεραίνει κυρίως την λειτουργία της ανάγνωσης. Αναγνωρίζοντας την στενή σχέση γραπτού και προφορικού λόγου, οι ερευνητές διαπίστωσαν ελλείμματα σε διάφορες περιοχές του προφορικού λόγου, όπως στην φωνολογική επίγνωση, στην ανάπτυξη και κατανόηση του λεξιλογίου αλλά και στη γνώση του συντακτικού, που παρακωλύουν την κατανόηση και την αποκωδικοποίηση (ανάγνωση). Τα αναγνωστικά προβλήματα, όπως η Δυσλεξία, συνιστούν την πιο κοινή Μαθησιακή Δυσκολία στην περίπτωση των χωρών που χρησιμοποιούν γλώσσες με χαμηλό βαθμό γραφοφωνημικής αντιστοιχίας. Τα προβλήματα στη μνήμη εκτείνονται σε όλο το φάσμα της, ιδιαίτερα στην εργαζόμενη μνήμη και στη γλωσσική βραχύχρονη μνήμη, θέτοντας εμπόδια στην ικανότητα του ατόμου να κρατά ενεργό μια πληροφορία ενώ την επεξεργάζεται και ενσωματώνει σε αυτή καινούργιες πληροφορίες (Παντελιάδου, 2011b).

Οι μεταγνωστικές δεξιότητες αποτελούν έναν ακόμη τομέα που παρουσιάζει προβλήματα, επηρεάζοντας την αναγνώριση των απαιτήσεων και το σχεδιασμό ενός έργου, την επιλογή και εφαρμογή στρατηγικών καθώς και την παρακολούθηση και αξιολόγηση της απόδοσης. Η αποκωδικοποίηση, η ευχέρεια και η κατανόηση του γραπτού λόγου είναι από τα βασικότερα προβλήματα που αντιμετωπίζουν τα περισσότερα παιδιά με Μαθησιακές Δυσκολίες, ενώ και η παραγωγή του γραπτού λόγου εμφανίζει σοβαρές δυσκολίες. Παράλληλα, η ορθογραφία και η σωστή χρήση σημείων στίξης και κεφαλαίων-μικρών αποτελούν επίσης σημαντικές προκλήσεις. Τέλος, όσον αφορά τις μαθηματικές δυσκολίες, τα προβλήματα εντοπίζονται σε διάφορες βασικές μαθηματικές λειτουργίες, όπως στην αριθμητική και στην έννοια του αριθμού, ενώ δεν λείπουν και δυσκολίες σε μεταγνωστικές λειτουργίες, όπως στην επίλυση προβλημάτων, την χρήση στρατηγικών και την κατασκευή και ερμηνεία γραφημάτων (Παντελιάδου, 2011b).

### **1.3 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΜΑΘΗΣΙΑΚΩΝ ΔΥΣΚΟΛΙΩΝ**

Ο προσδιορισμός των Μαθησιακών Δυσκολιών πραγματοποιείται μέχρι σήμερα κυρίως μέσω δύο βασικών κριτηρίων:

1. Το κριτήριο του αποκλεισμού. Για να θεωρηθούν Μαθησιακές Δυσκολίες οι αδυναμίες του παιδιού σε μία ή παραπάνω περιοχές, εξ ορισμού αυτές δεν πρέπει οφείλονται σε νοητικούς, πολιτισμικούς, εκπαιδευτικούς παράγοντες ή σωματικές αναπηρίες, απαιτώντας επομένως τον αποκλεισμό των συγκεκριμένων παραγόντων ως αιτιολογικών. Ο αποκλεισμός όμως των παραπάνω παραγόντων ως κριτήριο καθορισμού των Μαθησιακών Δυσκολιών επιτρέπει ελάχιστο βαθμό σαφήνειας και κατανόησης τους, καθώς είναι δυνατόν οι εν λόγω παράγοντες να συνυπάρχουν σε μικρό ή μεγάλο βαθμό και να συνιστούν τροχοπέδη στην γνωστική και γλωσσική ανάπτυξη του παιδιού.
2. Το κριτήριο της απόκλισης μεταξύ ικανότητας και επίδοσης. Το συγκεκριμένο κριτήριο βασίζεται στην υπόθεση ότι τα παιδιά με Μαθησιακές Δυσκολίες αναμένεται να παρουσιάζουν, ασυμβίβαστες με το νοητικό τους πηλίκο, αδυναμίες και ως εκ τούτου σκοπός είναι να προσδιοριστεί η ύπαρξη απόκλισης μεταξύ νοητικού δυναμικού και μαθησιακής επίδοσης. Ως μή αναμενόμενη δυσκολία νοείται η ύπαρξη διαφοράς 1,5 τουλάχιστον τυπικής απόκλισης μεταξύ δείκτη νοημοσύνης και επίδοσης σε οποιαδήποτε βασική μαθησιακή δεξιότητα, γεγονός που πιστοποιεί την ύπαρξη προβλήματος. Παρ'όλαυτά, η αμφισβήτηση του βαθμού προβλεψιμότητας της μαθησιακής επίδοσης βάσει του δεδομένου δείκτη νοημοσύνης, η δυσκολία ακριβούς μέτρησης της νοημοσύνης και του μεγθους απόκλισης, αλλά και η κριτική που έχει δεχθεί ο δείκτης νοημοσύνης ως προς την ουδετερότητά του, συνεπάγονται προβλήματα στην τεκμηρίωση του εν λόγω κριτηρίου (Πολυχρόνη, 2011a).

Παρ'όλο που στην Ελλάδα η χρήση του κριτηρίου απόκλισης μεταξύ ικανότητας και επίδοσης συνεχίζει να αποτελεί το πλέον διαδεδομένο, ιδιαίτερα για τη διάγνωση της Δυσλεξίας (Πολυχρόνη, 2011a), η μακρόχρονη κριτική που έχει ασκηθεί πάνω του εκφράστηκε το 2004 στις ΗΠΑ, οδηγώντας στην θέσπιση νομοθεσίας μέσω του IDEA («The Individuals with Disabilities Education Improvement Act»), κατά την οποία το εν λόγω κριτήριο καταργείται ως προϋπόθεση παροχής διάγνωσης και υποστήριξης (Παντελιάδου 2011). Αντίθετα, απαιτείται η απόδειξη ότι οι Μαθησιακές Δυσκολίες δεν οφείλονται σε ανεπαρκή/ακατάλληλη διδασκαλία μέσω του μοντέλου Ανταπόκριση στη Διδασκαλία (ΑΣΔ), βάσει του οποίου εντοπίζονται οι μαθητές που παρά την κατάλληλη διδασκαλία, δεν ανταποκρίνονται θετικά και παραπέμπονται για διάγνωση (Παντελιάδου, 2011a).

#### **1.4 ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ ΜΑΘΗΣΙΑΚΩΝ ΔΥΣΚΟΛΙΩΝ**

Η παροχή ποιοτικής εκπαίδευσης και ίσων ευκαιριών μάθησης στα παιδιά με Μαθησιακές Δυσκολίες προαπαιτεί την εγκατάλειψη του άκαμπτου, ενιαίου Αναλυτικού προγράμματος Σπουδών (ΑΠΣ) ως πανάκεια για τη διδασκαλία του μαθητικού πληθυσμού στο σύνολό του, και την υιοθέτηση τροποποιήσεων και προσαρμογών, που θα το καταστήσουν ευέλικτο και προσβάσιμο στους εν λόγω μαθητές και θα ανταποκρίνεται στις ανάγκες τους. Οι προσαρμογές που οφείλει ο εκπαιδευτικός να πραγματοποιήσει δεν συνεπάγονται αυτόματα την μείωση της διδακτέας ύλης και την υπεραπλούστευση της, αλλά την παροχή τρόπων και στρατηγικών για την επιτυχή προσέγγιση και την επεξεργασία της από τους μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες (Παντελιάδου, 2011b).

Ως προς τη τροποποίηση του ΑΠΣ και την εφαρμογή αποτελεσματικών παρεμβάσεων, έχουν διατυπωθεί και πιστοποιηθεί βιβλιογραφικά ορισμένες επιτυχημένες πρακτικές που διευκολύνουν τη διαδικασία της μάθησης, με σημαντική προϋπόθεση την σαφή στοχοθεσία της κάθε διδασκαλίας, με τη θέσπιση τόσο βραχυπρόθεσμων όσο και μακροπρόθεσμων στόχων. Κατά τη διδασκαλία, η μέθοδος της «Ανάλυσης Έργου» κατά την παρουσίαση της ύλης και της επιτέλεσης μιας δραστηριότητας μπορεί να αποδειχθεί ιδιαίτερα αποτελεσματική, προσφέροντας

ευκαιρίες συνεχούς ανατροφοδότησης και επιτυχίας στους μαθητές (Παντελιάδου, 2011b · Πολυχρόνη, 2011a). Σημαντικός παράγοντας είναι η δυσκολία του έργου που απευθύνεται στους μαθητές, η οποία πρέπει να αντιστοιχίζεται κατάλληλα με τις υφιστάμενες δυνατότητές τους. Για τους μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες ενδείκνυται η έμφαση στη διδασκαλία της φωνολογικής ενημερότητας, ως μέρος ενός διευρυσμένου προγράμματος, καθώς τα συχνά ελλείμματα στην συγκεκριμένη δεξιότητα συνιστούν βασική δυσκολία (Πολυχρόνη, 2011a).

Μια ακόμη βασική παράμετρος της επιτυχούς μάθησης αποτελεί η χρήση πολυαισθητηριακών μεθόδων, ιδιαίτερα κατά την παρουσίαση αφηρημένων εννοιών, μέσω οπτικοποίησης και χειροπιαστών παραδειγμάτων, ενώ η χρήση γνωστικών χαρτών, οργανογραμμάτων και προκαταβολικών οργανωτών συμβάλλουν στην οργάνωση της διαδικασίας μάθησης (Παντελιάδου 2011b· Μπότσας, 2008· Πολυχρόνη, 2011a). Παράλληλα, η χρήση της τεχνολογίας, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί πολλαπλώς κατά τη διδασκαλία, η παρέμβαση σε μικρές ομάδες έναντι της εξατομικευμένης παρέμβασης, η συμμετοχή σε προγράμματα διδασκαλίας συνομηλίκων (peer tutoring), η πρόσβαση των μαθητών σε εκπαιδευτικά υλικά μέσω «γωνιών» στη τάξη και η σύναψη συμφωνιών μεταξύ εκπαιδευτικού και μαθητών αποτελούν επιπλέον παράγοντες μιας επιτυχημένης παρέμβασης. Απαραίτητη επίσης κρίνεται η διαδικασία της συνεχούς αξιολόγησης της προόδου των μαθητών και η συνεπακόλουθη τροποποίηση της διδασκαλίας εφόσον χρειαστεί. (Παντελιάδου 2011b · Πολυχρόνη, 2011a). Τέλος, υψίστης σημασίας είναι η παράλληλη ενίσχυση ακαδημαϊκού και ψυχοκοινωνικού τομέα των μαθητών, με μεθόδους για την ενίσχυση της αυτοαποτελεσματικότητας και των κινήτρων όπως το φύλλο στοχοθεσίας ή «η φωναχτή σκέψη» (Παντελιάδου 2011b · Μπότσας, 2008· Πολυχρόνη, 2011a).

Αξίζει να σημειωθεί ότι η ετερογένεια των Μαθησιακών Δυσκολιών δεν επιτρέπει την πρόταση ενός ενιαίου σχεδίου παρέμβασης για το σύνολο των μαθητών και όλες οι προαναφερθείσες πρακτικές αποτελούν μια γένικη κατεύθυνση για την αντιμετώπιση των Μαθησιακών Δυσκολιών, η οποία σαφώς ενδέχεται να δεχθεί πολλαπλές τροποποιήσεις ώστε να προσαρμοστεί στις διαφοροποιημένες ανάγκες του εκάστοτε μαθητή.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>: ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

### 2.1 Ο ΧΑΡΑΚΤΗΡΑΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

Οι Φυσικές επιστήμες συνιστούν το σύνολο των γνώσεων του ανθρώπου πάνω στο φυσικό κόσμο, τις αρχές και τη λειτουργία που τον διέπουν και την συνεχή προσπάθεια οργάνωσης των γνώσεων αυτών σε νόμους και θεωρίες, που υπόκεινται σε διαρκή μεταβολή και είναι πλήρως επαληθεύσιμες και διαψεύσιμες (Hewitt, 2013). Αποτελούν ένα συμπαγή κορμό αλληλοσυσχετιζόμενων γνώσεων, αλλά και μια μέθοδο εξερεύνησης και ανακάλυψης των αληθειών που ρυθμίζουν τη φύση (Κόκκοτας, 2005). Οι Φυσικές Επιστήμες απαρτίζονται από ένα μεγάλο σώμα διαφόρων επιστημονικών κλάδων, όπως η Χημεία, η Βιολογία, η Αστρονομία, η Γεωλογία, η Σεισμολογία κ.α, με ακρογωνιαίο λίθο τους την Φυσική, η οποία τροφοδοτεί με την έρευνα και τις έννοιες που μελετά και τις υπόλοιπες επιστήμες (Κόκκοτας, 2010 · Hewitt, 2013).

Η ενασχόληση με τις αρχές και την οργάνωση του φυσικού κόσμου, διαμόρφωσε τις βάσεις για την υιοθέτηση ενός διακριτού τρόπου αντίληψης των πραγμάτων, τον επιστημονικό τρόπο σκέψης, ο οποίος επιτρέπει την αναζήτηση της επιστημονικής αλήθειας, τροφοδοτώντας την έρευνα με τεκμηριωμένα συμπεράσματα. Ο συγκεκριμένος τρόπος σκέψης προάγει την εξακρίβωση θεωριών και την εξαγωγή κανόνων που στηρίζονται στην παρατήρηση, την έρευνα των αιτιών, την πειραματική επαλήθευση ή την αποδοχή του σφάλματος και την απόρριψη θέσφατων και αυθεντιών, με απώτερο στόχο την όσο το δυνατόν μεγαλύτερη προσέγγιση της αντικειμενικότητας (Κόκκοτας, 2005). Ο επιστημονικός τρόπος σκέψης, ως μοχλός εξέλιξης της επιστημονικής γνώσης, βασίζεται στην εφαρμογή της επιστημονικής μεθόδου, η οποία στηρίζεται στον εντοπισμό ενός προβλήματος, τη διατύπωση μίας αρχικής υποθέσης, την πρόβλεψη των παρατηρήσιμων συνεπειών της εφόσον εκείνη ευσταθεί καθώς και τον ακόλουθο πειραματικό της έλεγχο και την διατύπωση ενός γενικού κανόνα βάσει των ευρημάτων (Hewitt, 2013).



## 2.2 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών κρίνεται σημαντική σε μια εποχή που η επιστήμη και η τεχνολογία καθίστανται κινητήριος δύναμη της σύγχρονης κοινωνίας, διαπερνώντας πολλές πτυχές της καθημερινής ζωής των ανθρώπων (Κόκκοτας, 2005). Σύμφωνα με το Εθνικό Συμβούλιο Ερευνών των ΗΠΑ, «οι περισσότεροι πολίτες σήμερα δε διαθέτουν τον απαραίτητο βαθμό κατανόησης της επιστήμης ώστε να μπορούν να λαμβάνουν αποφάσεις για ένα πλήθος επιστημονικών ζητημάτων που έχουν αντίκτυπο στη ζωή τους» (Brigham, Scruggs & Mastropieri, 2011). Καθιστάται λοιπόν σαφής η ανάγκη διαμόρφωσης πολιτών επιστημονικά και τεχνολογικά καλλιεργημένων, που θα μπορούν να ενημερώνονται, να εκφράζονται κριτικά, να αναζητούν αποδείξεις και να έχουν ενεργό ρόλο σε σημαντικά θέματα που απασχολούν την σύγχρονη κοινωνία (Κόκκοτας, 2010).

Η εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες επιδιώκει την προετοιμασία των μαθητών για την ελεύθερη και δημιουργική δράση τους στην σύγχρονη κοινωνία, η οποία διέπεται από έννοιες και εφαρμογές της επιστήμης, ενθαρρύνοντας την υιοθέτηση της επιστημονικής μεθόδου για την διερεύνηση του φυσικού κόσμου και των σχετικών φαινομένων, προωθώντας την διερεύνηση σχέσεων αιτίας – αιτιατού, καθώς και την αξία της αναζήτησης, της απόδειξης και της επιχειρηματολογίας, ενισχύοντας την ενεργό συμμετοχή τους στην εκπαιδευτική διαδικασία και απομακρύνοντάς τους από προκαταλήψεις (Πρόγραμμα Σπουδών Φυσικών Επιστημών, 2010).

Απώτερος σκοπός της εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες είναι η προαγωγή του «επιστημονικού εγγραμματισμού», που προβάλλεται πλέον σε πολλά κράτη ως απαραίτητο στοιχείο των σύγχρονων προγραμμάτων σπουδών (Χαλκιά, 2012). Ο «επιστημονικά εγγράμματος» άνθρωπος έχει τη δυνατότητα να αξιοποιεί γνώσεις, δεξιότητες και αξίες των Φυσικών Επιστημών στα πλαίσια της καθημερινής του ζωής, να αναγνωρίζει την χρησιμότητα και τη μεταβλητότητα της επιστημονικής γνώσης και να διαθέτει τεκμηριωμένη άποψη πάνω σε μείζονα επιστημονικά ζητήματα που αγγίζουν την κοινωνική σφαίρα, αναγνωρίζοντας τα οφέλη και τους κινδύνους που αυτά συνεπάγονται (Κόκκοτας, 2005). Η ανάγκη προαγωγής του «επιστημονικού εγγραμματισμού» τίθεται στη βάση της επιδίωξης της κοινωνικής και

οικονομικής ευημερίας, συμμετοχής των πολιτών στις πολιτικές αποφάσεις που σχετίζονται με επιστημονικά ζητήματα, διαχείρισης της επιστήμης και της τεχνολογίας σε καθημερινή βάση, αλλά και απόκτησης νοητικών και ηθικών πλεονεκτημάτων των πολιτών μέσα από την ανάπτυξη της επιστημονικής σκέψης (Χαλκιά, 2012).

### **2.3 ΔΙΔΑΚΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**

Οι Φυσικές Επιστήμες, ως διακριτό επιστημονικό πεδίο και μάθημα στο πρόγραμμα σπουδών, διαθέτει εκπαιδευτικά εργαλεία που επιτρέπουν την επίτευξη του μέγιστου μαθησιακού αποτελέσματος και συμβάλλουν στην επιστημονική καλλιέργεια των μαθητών (Κόκκοτας, 2010).

Ο **εννοιολογικός χάρτης** αποτελεί ένα ενδεδειγμένο για τη διδασκαλία των Φυσικών επιστημών οπτικοποιημένο εργαλείο αναπαράστασης και οργάνωσης της γνώσης, το οποίο προάγει τη μάθηση με νόημα και την οργάνωση ενός μεγάλου όγκου πληροφοριών, ενώ μπορεί να κατασκευαστεί τόσο από τον εκπαιδευτικό, όσο και από τον ίδιο το μαθητή. Ο μαθητής ασκείται στη δημιουργικότητα, στην εννοιολογική διασαφήνιση, στην αναγνώριση των σημαντικών πληροφοριών και τις συσχετίσεις μεταξύ τους και τη κατασκευή οπτικών, οργανωμένων δομών γνώσης (Κόκκοτας, 2010 · Segalas, Ferrer-Balas & Mulder, 2008). Ο εννοιολογικός χάρτης απαρτίζεται από έννοιες-κλειδιά, εσώκλειστες σε κουτάκια και κύκλους ή στις οπτικοποιημένες εκδοχές τους, οι οποίες συνδέονται μεταξύ τους με βέλη, δημιουργώντας ένα δίκτυο οργανωμένων, αλληλοσυσχετιζόμενων πληροφοριών. Ως εργαλείο μπορεί να χρησιμοποιηθεί επιπλέον για την αξιολόγηση του μαθητή, τόσο σε επίπεδο αρχικής αξιολόγησης, με στόχο τη διερεύνηση της προϋπάρχουσας γνώσης και πιθανών παρανοήσεων, όσο και σε επίπεδο διαμορφωτικής/τελικής αξιολόγησης, ως πηγή ανατροφοδότησης για τον διδάσκοντα πάνω στον βαθμό κατανόησης του μαθητή και στην πορεία αλλαγής των αρχικών του ιδεών (Κόκκοτας, 2010 · Harlen & Elstgeest, 2005).

Το **δραματικό παιχνίδι** αποτελεί ένα εργαλείο μάθησης που συνδυάζει τη δημιουργικότητα, την έκφραση και τη ψυχαγωγία, αναπτύσσοντας παράλληλα τις

σωματικές και πνευματικές δεξιότητες του μαθητή. Η βιωματική εμπειρία, ο διάλογος, οι ερωτήσεις, οι αναλύσεις και οι υποθέσεις που ξεδιπλώνονται μέσα στο δραματικό παιχνίδι, ενθαρρύνουν το μαθητή να προσεγγίσει την επιστημονική γνώση με έναν ευχάριστο και παιγνιώδη τρόπο, μακριά από τυπικές, καθιερωμένες γραπτές δραστηριότητες. Η μάθηση επιτυγχάνεται με εμπειρικό τρόπο, σε συλλογικό και μαθητοκεντρικό επίπεδο, με το δάσκαλο να διατηρεί το ρόλο του συντονιστή, επιτρέποντας την αποσαφήνιση και τη διαχείριση πολύπλοκων και αφηρημένων εννοιών. Ως διδακτικό εργαλείο ενδείκνυται για τη διδασκαλία φυσικών εννοιών, μή οικείων στους μαθητές, όπως η έννοια της φωτοσύνθεσης, οι κινήσεις των μορίων, το μοντέλο του ατόμου κ.α. (Κόκκοτας, 2010 · Κατσέλης, 2010).

Η χρήση **μεταφοράς και αναλογίας** μπορεί να λειτουργήσει ως γέφυρα ανάμεσα σε αφηρημένες φυσικές έννοιες και την καθημερινότητα του μαθητή. Η μεταφορά και η αναλογία στοχεύουν στην μετασχηματισμό της γνώσης, παρομοιάζοντας μια έννοια η οποία δεν είναι οικεία και δυσκολεύει το μαθητή στη σύλληψή της (π.χ το ηλεκτρικό κύκλωμα), με μια έννοια γνωστή (αλυσίδα του ποδηλάτου), που παρουσιάζει ορισμένα κοινά στοιχεία τα οποία μπορούν να προσδώσουν νόημα και κατανόηση στην άγνωστη έννοια. Αντίστοιχα, η έμφαση μπορεί να δοθεί και στην διαδικασία της σύγκρισης, με στόχο την αναδείξη τόσο των ομοιοτήτων, όσο και των διαφορών μεταξύ των εννοιών (Χαλκιά, 2012). Είναι σημαντικό οι συσχετιζόμενες έννοιες να παρουσιάζουν αντιληπτές σχέσεις ώστε να μη δυσκολεύεται ο μαθητής να τις διακρίνει και να μεταφέρει στοιχεία ταύτισης από τη μία έννοια στην άλλη. Παράλληλα, πρέπει να δίνεται προσοχή στη διερεύνηση του εννοιολογικού πλαισίου που χρησιμοποιεί ο μαθητής για να ερμηνεύσει την έννοια, εφόσον αν δεν ταυτίζεται με το αντίστοιχο του εκπαιδευτικού, υπάρχει κίνδυνος εξαγωγής λανθασμένων συμπερασμάτων ή/και ενίσχυσης εναλλακτικών ιδεών (Κόκκοτας, 2010).

Τα **διδακτικά μοντέλα** αποτελούν απλοποιημένες αναπαραστάσεις αντικειμένων, γεγονότων, διαδικασιών και ιδεών που αναδεικνύουν τα υπο μελέτη τους στοιχεία, περιορίζοντας ή τροποποιώντας παράλληλα την ύπαρξη ασύμβατων με τον σκοπό της διδασκαλίας πληροφοριών. Η χρήση διδακτικών μοντέλων διευκολύνει την εξέταση και την κατανόηση φυσικών εννοιών και φαινομένων, δυσπρόσιτων στους μαθητές, όπως το ηλιακό σύστημα ή τα εσωτερικά όργανα του ανθρώπινου σώματος, τροποποιώντας συγχρόνως τα προυπάρχοντα νοητικά μοντέλα των μαθητών, τα

οποία συγκροτούνται βάσει προσωπικών εμπειριών και ενδέχεται να μην αντικατοπτρίζουν την πραγματικότητα. Η αξιοποίηση ενός μοντέλου χρήζει προσοχής, ώστε ο μαθητής να μην θεωρήσει την αναπαράσταση της έννοιας ή του φαινομένου πιστό αντίγραφο της φυσικής πραγματικότητας και να μην αναπτύξει εναλλακτικές ιδέες με βάση τα δευτερευούσης σημασίας στοιχεία του μοντέλου, τα οποία τροποποιήθηκαν ή απαλείφθηκαν (Χαλκιά, 2012).

Η **γνωστική σύγκρουση** αποτελεί μια δυναμική διαδικασία, κατά την οποία ο μαθητής καλείται να αναδιοργανώσει τις εσωτερικευμένες ιδέες και απόψεις που διαθέτει, αναγνωρίζοντας τις αδυναμίες και τους περιορισμούς που αυτές συνεπάγονται. Ως μηχανισμός τροποποίησης των γνωστικών δομών, ενεργοποιείται όταν ο μαθητής διακρίνει ότι υπάρχουν προβληματικές καταστάσεις για τη λύση και την ερμηνεία των οποίων οι υπάρχουσες γνώσεις του δεν επαρκούν, ενώ όσο μεγαλύτερη η ένταση της γνωστικής σύγκρουσης, τόσο μεγαλύτερη η γνωστική αναδιοργάνωση που θα προκύψει. Ο σχεδιασμός της γνωστικής σύγκρουσης προϋποθέτει την αναγνώριση των αρχικών ιδεών των μαθητών, τη δημιουργία μιας προβληματικής κατάστασης, η οποία θα αναδείξει τα νοηματικά κενά και την ανάγκη μετασχηματισμού των υπάρχοντων γνωστικών δομών και τον προσεκτικό, εποικοδομητικό χειρισμό του λάθους από τον εκπαιδευτικό. Η γνωστική σύγκρουση επιφέρει καλύτερα αποτελέσματα όταν οι υπό μελέτη έννοιες είναι αισθητηριακά παρατηρήσιμες και αντιληπτές, ενώ μειώνεται όταν εξετάζονται αφηρημένες και μη άμεσα παρατηρήσιμες έννοιες, όπως το σωματιδιακό μοντέλο (Βλάχος, 2004 · Κόκκοτας, 2010).

Οι **ερωτήσεις** αποτελούν ένα εργαλείο που μπορεί να αξιοποιηθεί τόσο για την αξιολόγηση του μαθητή, όσο και για την επίτευξη των διδακτικών στόχων. Οι ερωτήσεις που απευθύνονται στους μαθητές από τον εκπαιδευτικό αναδεικνύουν τις προσωπικές ιδέες τους πάνω σε ένα θέμα, προκαλούν το ενδιαφέρον τους, εφιστούν την προσοχή τους σε σημαντικά σημεία του μαθήματος και τους παροτρύνουν να συλλογιστούν σε επίπεδο πρόβλεψης και ερμηνείας πάνω σε ένα υπό μελέτη φαινόμενο (Βλάχος, 2004 · Κόκκοτας, 2010).

Η χρήση των ερωτήσεων δεν επιδιώκει απλά την κατάλληλη απόκριση από τους μαθητές, αλλά την εμβάθυνση και την ελεύθερη σκέψη πάνω σε ένα θέμα, στόχοι που εξυπηρετούνται μέσω της αξιοποίησης ανοιχτού τύπου ερωτήσεων και παροχής

επαρκούς χρόνου απο τον εκπαιδευτικό για σκέψη, διατύπωση και σχολιασμό της απάντησης, ώστε αφενός να μην διακόπτεται η συλλογιστική προσπάθεια των μαθητών, αφετέρου να υπάρχει η δυνατότητα σχολιασμού και συμπλήρωσης από τους υπόλοιπους μαθητές (Βλάχος, 2004 · Κόκκοτας, 2005 · Settlage & Southerland, 2007). Η υποβολή ερωτήσεων μπορεί επίσης να πραγματοποιηθεί απο τους ίδιους τους μαθητές, προάγοντας τον στοχασμό τους πάνω στο υπό μελέτη θέμα και ανατρέποντας ταυτόχρονα το παραδοσιακό ρόλο του μαθητή ως δέκτη των ερωτήσεων (Βλάχος, 2004). Σημαντική προϋπόθεση για την αποτελεσματικότητα της χρήσης των ερωτήσεων είναι η δημιουργία ασφαλούς, μαθητοκεντρικού περιβάλλοντος μάθησης, το οποίο θα προάγει την εμπλοκή των μαθητών και τη δυνατότητα ελεύθερης έκφρασης τους (Κόκκοτας, 2010).

Ο **Σωκρατικός διάλογος** στηρίζεται στη μαιευτική μέθοδο του Σωκράτη, η οποία είχε ως στόχο να εκμαιεύσει τις απόψεις των συνομιλητών και να τους οδηγήσει σε αντιφάσεις και γνωστικές συγκρούσεις με βάση τα ίδια τους τα λεγόμενα, ώστε να επιτευχθεί η αλλαγή απόψεων και αντιλήψεων. Ως εργαλείο στην εκπαίδευση αξιοποιείται για την ανάδειξη των ιδεών των μαθητών μέσω κατευθυνόμενης συζήτησης και εξελισσομένων ερωτημάτων που θα προβληματίσουν τους μαθητές πάνω σε κάποιο θέμα, θα τους παροτρύνουν να εκθέσουν τις σκέψεις τους και θα τους οδηγήσουν στη συνειδητοποίηση των λογικών ασυνεπειών τους και τελικώς στη γνωστική αναδιοργάνωση. Κατα τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας, ο εκπαιδευτικός «καθρεφτίζει» ουσιαστικά τις απόψεις του μαθητή - δίχως να ψέγει το λάθος του - και τις αναδιατυπώνει με στόχο να αναδειχθούν αντιφάσεις και συμπεράσματα που θα ωθήσουν το μαθητή στην αναθεώρηση και τη τροποποίησή τους, ώστε να αποκτήσουν λογική συνέπεια και ερμηνευτική αξία (Βλάχος, 2004 · Κόκκοτας, 2010).

Η **επίλυση προβλημάτων** στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών επιτρέπει στο μαθητή να καταπιαστεί με μια προβληματική κατάσταση και να αναζητήσει τρόπους επίλυσης της, βάσει των γνώσεων που έχει αποκομίσει. Ως διδακτικό εργαλείο, αξιοποιείται τόσο για την επίτευξη των διδακτικών στόχων, όσο και για την αξιολόγηση του μαθητή. Ο μαθητής καλείται να αναγνωρίσει την ύπαρξη ενός προβλήματος το οποίο επιδέχεται λύση, να ορίσει τα δεδομένα του, να σχεδιάσει το πλάνο επίλυσης και να το εφαρμόσει, αξιολογώντας συγχρόνως την πορεία της



διαδικασίας επίλυσης και τα αποτελέσματα που προκύπτουν. Τα προβλήματα μπορούν να είναι είτε κλειστού τύπου, τα οποία επιδέχονται μία μόνο σωστή λύση και επιστρατεύονται από τον εκπαιδευτικό για τον έλεγχο της γνώσης των μαθητών, είτε προβλήματα που πηγάζουν από την καθημερινότητα, τα οποία είναι ανοιχτού τύπου, επιδέχονται ένα εύρος προσεγγίσεων επίλυσης και αναπτύσσουν τη δημιουργικότητα και την εφευρετικότητα (Κόκκοτας, 2010). Η επίλυση προβλημάτων ασκεί τους μαθητές στην πρακτική χρήση των γνώσεων που έχουν κατακτήσει, στη λήψη αποφάσεων, στην ενεργητική μάθηση, στη δημιουργική και κριτική σκέψη αλλά και στην συνεργασία (Βλάχος, 2004).

Το **πείραμα** είναι ένα αναγνωρισμένο διδακτικό εργαλείο το οποίο κρίνεται απαραίτητο για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, καθώς συνδράμει τόσο στην κατανόηση των φυσικών εννοιών και φαινομένων από το μαθητή, όσο και στην ανάπτυξη των τεχνικών του δεξιότητων (Κόκκοτας & Βλάχος, 2000). Ως εργαλείο, προκαλεί το ενδιαφέρον των μαθητών, ενισχύει την κατανόηση των υπό μελέτη φαινομένων και εννοιών, συμβάλλει στη εδραίωση και διατήρηση της γνώσης, ενώ τα μαθησιακά αποτελέσματα είναι καλύτερα όταν επιφέρει γνωστική σύγκρουση στους μαθητές (Παππάς, Καμαράτος & Κώτσης, 2009).

Το πείραμα επιτρέπει τη δημιουργία μίας ελεγχόμενης εργαστηριακής συνθήκης όπου ο μαθητής μπορεί να διατυπώσει υποθέσεις, να παρατηρήσει, να κάνει μετρήσεις και να διαχειριστεί τις διάφορες μεταβλητές, καταλήγοντας σε λογικά συμπεράσματα, με βάση την τυπολογία της επιστημονικής μεθόδου και με μεγάλο βαθμό αυτονομίας. Τη πειραματική διαδικασία μπορεί να την αναλάβει και ο εκπαιδευτικός, μέσω του πειράματος επίδειξης, το οποίο συνδυάζεται με ερωτήσεις προσανατολισμού και επιστρατεύεται για να θέσει σε προβληματισμό τους μαθητές και να τους ωθήσει στην καταγραφή παρατηρήσεων, υποθέσεων και συμπερασμάτων. Αν και το πείραμα επίδειξης έχει κατηγορηθεί για τη δασκαλοκεντρική του κατεύθυνση, τον περιορισμό της δημιουργικότητας των μαθητών και τη λειτουργία του ως αποδεικτικό συμπλήρωμα της θεωρίας, εντούτοις εφαρμόζεται σε περιπτώσεις όπου η υλικοτεχνική δομή είναι περιορισμένη και το πείραμα απαιτεί υψηλό βαθμό γνώσεων και χειρισμού (Κόκκοτας & Βλάχος, 2000).

Παρά την αναγνώριση του πειράματος ως βασικού εργαλείου διδακτικής των Φυσικών Επιστημών, η αποτελεσματικότητά του έχει δεχθεί κριτική, καθώς έχει

επισημανθεί πως οι μαθητές δυσκολεύονται να ερμηνεύσουν επιτυχώς τα πειραματικά δεδομένα, να κατανοήσουν την φύση του πειράματος ως μέσο ελέγχου υποθέσεων και απάντησης σε ερωτήματα αλλά και την συσχέτιση του με τη θεωρία, (Βλάχος, 2004). Ανεξάρτητα όμως από τις φωνές αμφισβήτησης, δεν μπορεί να παραγνωριστεί ο σημαντικός διδακτικός ρόλος του πειράματος, ο οποίος διαφοροποιεί ουσιαστικά τις Φυσικές Επιστήμες από τα υπόλοιπα γνωστικά πεδία.

Τα **λογισμικά προσομοίωσης** αποτελούν σύγχρονα διδακτικά εργαλεία, τα οποία έχουν κερδίσει έδαφος με την εισαγωγή και την χρήση των τεχνολογιών πληροφορικής στο σχολείο με στόχο την ενίσχυση της μάθησης. Ένα λογισμικό μπορεί να λάβει είτε τη μορφή προσομοίωσης του μικρόκοσμου, ο οποίος δε μπορεί να προσεγγιστεί και να εξεταστεί με φυσικά μέσα από τους μαθητές, είτε τη μορφή εικονικού εργαστηρίου. Μέσω του εικονικού εργαστηρίου οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να εργαστούν όπως στο σχολικό εργαστήριο, να πειραματιστούν δηλαδή με φαινόμενα και έννοιες, παρατηρώντας και πραγματοποιώντας μετρήσεις μέσω πραγματικών πειραματικών εφαρμογών. Το εικονικό εργαστήριο δίνει επίσης τη δυνατότητα στο μαθητή να διαχειριστεί τις μεταβλητές και τις παραμέτρους του πειράματος όπως εκείνος θέλει, συγκρίνοντας την εξέλιξη του υπό διαφορετικές συνθήκες (Κόκκοτας, 2010). Παράλληλα, ως προσομοίωση εργαστηρίου, αμβλύνει τους τεχνικούς περιορισμούς και τις δυσκολίες χειρισμού των οργάνων και συμβάλλει στην εξοικονόμηση χρόνου και κόστους (Αρβανιτάκης & Κασκάλης, 2009).

Έχουν διατυπωθεί διάφορες απόψεις πάνω στην χρήση του λογισμικού προσομοίωσης έναντι του πραγματικού εργαστηρίου, οι οποίες είτε υπερασπίζονται την αποτελεσματικότητά του, είτε την αμφισβητούν και προβάλλουν το φυσικό εργαστήριο ως αναντικατάστατο περιβάλλον πειραματισμού. Σε επίπεδο τεχνικού χειρισμού και κινητικών δεξιοτήτων, η χρήση του φυσικού εργαστηρίου φαίνεται να ενδείκνυται έναντι του εικονικού, ενώ συγχρόνως υποστηρίζεται πως η απτή φύση των φυσικών πειραμάτων παρέχει ένα ευρύτερο φάσμα ερεθισμάτων, μέσω της κιναισθητικής προσέγγισης που προάγει, και ενισχύει την ενεργή εμπλοκή των μαθητών (Ευαγγέλου & Κώτσης, 2013 · Λεύκος, Ψύλλος & Χατζηκρανιώτης, 2009). Σε επίπεδο δεξιοτήτων σχεδιασμού πειραμάτων και άσκησης στην επιστημονική

μέθοδο, τα ερευνητικά δεδομένα δεν αναδεικνύουν κάποια διαφοροποίηση ανάμεσα στο εικονικό και το φυσικό πείραμα (Λευκός, Ψύλλος & Χατζηκρανιώτης, 2009).

Ως προς την αποτελεσματικότητά του εικονικού πειράματος, έρευνες έχουν δείξει ότι μπορεί να ενισχύσει τη διαδικασία γνωστικής αναδιοργάνωσης και να επιφέρει μαθησιακά αποτελέσματα παρόμοια με το πραγματικό πείραμα (Ταραμόπουλος, Ψύλλος & Χατζηκρανιώτης, 2011 · Ευαγγέλου & Κώτσης, 2009). Τέλος, έχει αναφερθεί πως ο συνδυασμός και των δύο τύπων μπορεί να ξεπεράσει την αποτελεσματικότητα της αποκλειστικής χρήσης του πραγματικού τύπου πειράματος (Ολυμπίου, Ζαχαρία & Παπαευριπίδου, 2007).

#### **2.4 ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ**

Το κυριάρχο πρότυπο διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών υπήρξε για πολλά χρόνια το παραδοσιακό μοντέλο διδασκαλίας, η χρήση του οποίου συνεχίζεται ακόμα σε πολλές χώρες και από μεγάλο αριθμό εκπαιδευτικών. Στα πλαίσια του παραδοσιακού μοντέλου, οι μαθητές θεωρούνται κενοί γνώσεων και ιδεών και εκλαμβάνονται ως λήπτες της γνώσης που ο εκπαιδευτικός αναλαμβάνει να τους μεταδώσει μέσω μιας δασκαλοκεντρικού τύπου διδασκαλίας. Το παραδοσιακό μοντέλο έχει απήχηση σε πολλούς εκπαιδευτικούς καθώς προσφέρει μια αίσθηση γνωστικής υπεροχής και κύρους, δημιουργεί αίσθημα ασφάλειας στον εκπαιδευτικό και επιτρέπει την ομαλή διεξαγωγή του μαθήματος μέσα από την συνεχή επίβλεψη και τον έλεγχο του συνόλου της τάξης. Παράλληλα, η ύλη του Αναλυτικού Προγράμματος καλύπτεται σε σύντομο χρόνο μέσα από την παράδοση του εκπαιδευτικού προς τους μαθητές, οι οποίοι ως παθητικοί δέκτες της γνώσης εξαρτώνται πλήρως από τον εκπαιδευτικό (Κόκκοτας, 2010).

Τα ελλείμματα του παραδοσιακού μοντέλου διδασκαλίας κλήθηκε να αντιμετωπίσει η διδακτική προσέγγιση της ανακαλυπτικής μάθησης, η οποία στηρίζεται στην άμεση εμπειρία και της προσωπική ανάμειξη στην εξέταση των φυσικών εννοιών από το μαθητή, με σκοπό την αυτοδύναμη ανακάλυψη της γνώσης (Κόκκοτας, 2010). Ο μαθητής ασκείται στο να προβληματίζεται, να ερευνά και να χειρίζεται έννοιες, να εκτελεί πειραματικές δραστηριότητες και να εξάγει συμπεράσματα, με το δάσκαλο να διατηρεί καθοδηγητικό ρόλο, καθιστώντας τη διαδικασία μάθησης προσωπική

υπόθεση και κατάκτηση του μαθητή (Κόκκοτας, 2005 · Driver et al., 2000). Η προσέγγιση της ανακαλυπτικής μάθησης, αν και λάμβανε υπόψιν τις σύγχρονες θεωρίες μάθησης και επέτρεπε σε μεγάλο βαθμό την αυτορρύθμιση της μάθησης, την άμεση εμπλοκή των μαθητών και την συνεργασία τους, εντούτοις δέχθηκε κριτική ως προς την αποτελεσματικότητά της. Συγκεκριμένα, η δυσκολία των μαθητών να φτάσουν στο σημείο να ανακαλύψουν την γνώση και η αγνόηση των προϋπαρχουσών ιδεών τους ανέδειξε την ανάγκη να διερευνηθεί ο ρόλος των ιδεών και των επιπτώσεών τους στη μάθηση, οδηγώντας στην υιοθέτηση μιας νέας διδακτικής πρότασης που θα λάμβανε υπόψιν αυτή τη παράμετρο (Κόκκοτας, 2010).

Η σύγχρονη διδακτική μέθοδος που βρίσκει ευρέως αποδοχή σήμερα για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών είναι η **εποικοδομητική προσέγγιση**. Το διδακτικό μοντέλο της εποικοδομητικής προσέγγισης καινοτομεί στο γεγονός ότι λαμβάνει υπόψιν τις προϋπάρχουσες ιδέες των μαθητών και τις αξιοποιεί κατάλληλα, δεδομένου ότι λειτουργούν ως δομές υποδοχής της καινούργιας γνώσης. Το εποικοδομητικό μοντέλο περιλαμβάνει τις εξής φάσεις:

- 1) Η φάση του προσανατολισμού, κατά την οποία ο εκπαιδευτικός προκαλεί το ενδιαφέρον των μαθητών, εισάγοντας τους στο καινούργιο γνωστικό αντικείμενο μέσω παρατήρησης ή παρουσίασης ενός φαινομένου.
- 2) Η φάση της ανάδειξης των ιδεών των μαθητών, κατά την οποία αποκαλύπτονται οι προϋπάρχουσες ιδέες των μαθητών πάνω στο υπό μελέτη φαινόμενο, μέσω γραπτής ή προφορικής έκφρασης και τοποθέτησής τους πάνω στη φάση του προσανατολισμού, προσφέροντας στον εκπαιδευτικό μία σαφή εικόνα του γνωστικού υποβάθρου τους για να μπορέσει να προγραμματίσει κατάλληλα τη διδασκαλία του.
- 3) Η φάση της αναδόμησης των ιδεών των μαθητών, κατά την οποία οι μαθητές παροτρύνονται να ελέγξουν και να αναδιαμορφώσουν/αντικαταστήσουν τις προϋπάρχουσες ιδέες τους, με σκοπό να προσεγγίσουν την επιστημονική γνώση του υπό μελέτη φαινομένου μέσω πειραμάτων που θα επιφέρουν την επιθυμητή γνωστική σύγκρουση.
- 4) Η φάση της εφαρμογής, κατά την οποία επιτελείται η νοηματοδότηση και συσχέτιση της νεοαποκτηθείσας γνώσης με καταστάσεις της πραγματικής ζωής, μέσω της αξιοποίησης και εφαρμογής της για την επίλυση

προβλημάτων που απαιτούν την επιστράτευση της επιστημονικής γνώσης και μεθόδου.

- 5) Η φάση της ανασκόπησης, κατά την οποία οι μαθητές καλούνται να συζητήσουν και να αναγνωρίσουν την χρησιμότητα της γνώσης που κατέκτησαν, συγκρίνοντας παράλληλα την προηγούμενη γνωστική τους δομή με την καινούργια, αναπτύσσοντας τις δεξιότητες μεταγνώσης τους (Driver & Oldham, 1986).

Επομένως, η μάθηση, όπως προάγεται από την εποικοδομητική διδακτική προσέγγιση, αποτελεί προϊόν γνωστικής σύγκρουσης και εννοιολογικής αλλαγής, με τη διδασκαλία να δίνει έμφαση στις ιδέες των μαθητών και την ενεργό εμπλοκή τους στη διαδικασία της οικοδόμησης της επιστημονικής γνώσης (Driver et al., 2000).

Μία παιδαγωγική μέθοδος που έχει κερδίσει επίσης έδαφος στο πεδίο της διδακτικής των Φυσικών Επιστημών είναι το *ερευνητικά εξελισσόμενο εκπαιδευτικό μοντέλο*. Το ερευνητικά εξελισσόμενο εκπαιδευτικό μοντέλο αποτελεί μια ανωτέρου επιπέδου μαθητοκεντρική, παιδαγωγική προσέγγιση, η οποία στηρίζεται στην ανακαλυπτική μάθηση και απευθύνεται σε μαθητές που μπορούν να χειριστούν αφηρημένες έννοιες και να διεξάγουν δικές τους έρευνες, με τη μικρότερη δυνατή καθοδήγηση. Ο μαθητής καλείται να υποβάλλει ο ίδιος τα ερωτήματα της έρευνας με σαφήνεια, αναγνωρίζοντας συγχρόνως τα είδη ερωτημάτων που έχει τη δυνατότητα να ερευνήσει, να διατυπώσει τις υποθέσεις και να δοκιμάσει την εγκυρότητα τους μέσω πειραματικών διαδικασιών που έχει σχεδιάσει μόνος του, αξιολογώντας και παρουσιάζοντας τα αποτελέσματα της έρευνας (Κόκκοτας, 2010 · Χαλκιά, 2012 · Harlen & Elstgeest, 2005). Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων κρίνεται βασικό συστατικό της ερευνητικής διαδικασίας, καθώς επιτρέπει την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ των μαθητών, αλλά και την συζήτηση πάνω στα ερευνητικά ευρήματα, βάσει των αποδεικτικών στοιχείων που συλλέχθηκαν (Palincsar et al., 2000). Σε γενικές γραμμές, το ερευνητικό πρότυπο ακολουθεί τα εξής στάδια:

- 1) Το στάδιο πρόκλησης ενδιαφέροντος, κατά το οποίο οι μαθητές αναπτύσσουν ένα ερευνητικό ενδιαφέρον που στηρίζεται στις διαδικασίες παρατήρησης και πληροφόρησης ενός φαινομένου ή έννοιας.
- 2) Το στάδιο διατύπωσης υποθέσεων, όπου οι μαθητές πραγματεύονται το θέμα που τους προκάλεσε το ερευνητικό ενδιαφέρον μέσω συζήτησης και

διατυπώνουν υποθέσεις και προβλέψεις για τους αιτιολογικούς παράγοντες που το προκαλούν και τις αρχές λειτουργίας που το διέπουν.

- 3) Το στάδιο πειραματισμού, κατά το οποίο οι μαθητές προσεγγίζουν πειραματικά το υπό διερεύνηση θέμα, συχνά υπό τη μορφή ομάδων. Η διερεύνηση επιτελείται κυρίως μέσω εκτέλεσης πειραμάτων, μετρήσεων, και επεξεργασίας δεδομένων.
- 4) Το στάδιο των συμπερασμάτων, κατά το οποίο οι μαθητές διατυπώνουν τα τελικά συμπεράσματα τους πάνω θέμα που διερεύνησαν, ως αποτέλεσμα της επεξεργασίας, της αξιολόγησης και της συσχέτισης των δεδομένων που συνέλεξαν.
- 5) Το στάδιο του γενικού ελέγχου, βάσει του οποίου οι μαθητές γενικεύουν τα συμπεράσματα που εξήγαγαν, μέσω της εφαρμογής τους σε άλλες σχετικές διαδικασίες (Καλκάνης, 2002).

Στόχος της μάθησης μέσω της διεξαγωγής μικρών ερευνών δεν είναι μονάχα η παραγωγή των επιθυμητών αποτελεσμάτων, αλλά και η άσκηση του μαθητή στην επιστημονική μέθοδο, προσφέροντας του παράλληλα έναν σημαντικό βαθμό αυτενέργειας και πρωτοβουλίας, εφόσον είναι σε θέση να επιλέξει το ερευνητικό θέμα που τον ενδιαφέρει και να σχεδιάσει αυτόνομα την διαδικασία εξέτασής του (Κόκκοτας, 2005 · Χαλκιά, 2012). Άλλωστε, η εξοικείωση των μαθητών με τις επιστημονικές διαδικασίες συμβάλλει στην ανάπτυξη της λεγόμενης «αλγοριθμικής λογικής», βάσει της οποίας οι μαθητές είναι σε θέση να σχηματίζουν μοντέλα περιγραφής και εξήγησης των φυσικών, αλλά και των κοινωνικών, φαινομένων (Καλκάνης, 2002). Βασική προϋπόθεση της πραγματοποίησης ερευνών από το μαθητή είναι η πρότερη παροχή ευκαιριών από τον εκπαιδευτικό για αυτόνομη δράση και άσκηση σε δεξιότητες όπως η παρατήρηση, η ταξινόμηση και η σύγκριση, οι οποίες λειτουργούν ως βάση για τη διεξαγωγή των ερευνητικών διαδικασιών (Κόκκοτας, 2005 · Κόκκοτας, 2010 · Χαλκιά, 2012).

## **2.5 ΟΙ ΙΔΕΕΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ**

Τα τελευταία χρόνια η ερευνητική δραστηριότητα στις Φυσικές Επιστήμες έχει αναγνωρίσει την ύπαρξη προϋπαρχουσών γνωστικών δομών από τους μαθητές και τη



σημασία τους για την επίτευξη της εννοιολογικής αλλαγής, στρέφοντας τους φακούς της στη διερεύνηση και την διδακτική αξιοποίηση των ιδεών των μαθητών. Σύμφωνα με τη θεώρηση αυτή, οι μαθητές έχουν σχηματίσει ιδέες και νοητικές αναπαραστάσεις πάνω σε φυσικά φαινόμενα πριν τα διδαχθούν επίσημα στο σχολείο. Υπό αυτή την έννοια, οι μαθητές δεν είναι κενοί ιδεών και παθητικοί δέκτες, αντιθέτως διαθέτουν ένα σύστημα εναλλακτικών αντιλήψεων για τον κόσμο, που οικοδομείται μέσω της κοινωνικής αλληλεπίδρασης, της χρήσης ανακριβών γλωσσικών επιλογών και της αισθητηριακής τους αντίληψης, επιτρέποντας την εξαγωγή υποκειμενικών συμπερασμάτων (Κόκκοτας, 2010 · Κώτσης & Κολοβός, 2002).

Οι ιδέες των παιδιών, αν και έχουν λειτουργικό ρόλο, προσφέροντάς τους τη δυνατότητα ερμηνείας και επίλυσης προβληματικών καταστάσεων για την αντιμετώπιση των απαιτήσεων του άμεσου περιβάλλοντος, παρέχουν μια περιορισμένη, αντιφατική και ασαφή θεώρηση των φυσικών φαινομένων. Ο κυρίαρχος ρόλος των ιδεών των μαθητών στην διαδικασία εννοιολογικής αλλαγής σκιαγραφείται από ένα πλήθος ερευνητικών παρατηρήσεων που υποδεικνύουν την ανθεκτικότητα των προϋπαρχουσών αντιλήψεων ακόμα και μετά τη θεωρητική και πειραματική εξέταση των εκάστοτε υπό μελέτη φαινομένων μέσω της διδασκαλίας. Ταυτόχρονα, φαίνεται πως οι προϋπάρχουσες γνωστικές δομές αξιοποιούνται από τους μαθητές κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας με στόχο την κατανόηση, ασκώντας επιρροή στη διαδικασία της μάθησης, ενώ έχουν συχνά ως αποτέλεσμα τη διαφορετική ερμηνεία των υπό εξέταση φαινομένων από εκείνη που παρουσιάζει ο εκπαιδευτικός (Ψύλλος, 1988). Επιπλέον, φυσικές έννοιες οι οποίες είναι αρκετά αφηρημένες, όπως η δύναμη και η κίνηση, προκαλούν μεγαλύτερη δυσκολία κατανόησης στους μαθητές, επομένως καθιστούν και πιο απαιτητική την επίτευξη της εννοιολογικής αλλαγής (Stein, Larrabee & Barman, 2008)

Οι Driver, Guesne & Tiberghien (1985) εξέτασαν τα χαρακτηριστικά των ιδεών των παιδιών σε παγκόσμια κλίμακα, διατυπώνοντας τα εξής συμπεράσματα:

- 1) Οι ιδέες των μαθητών πηγάζουν από το τρόπο σκέψης τους, ο οποίος κυριαρχείται από την αισθητηριακή αντίληψη. Η διεθνής βιβλιογραφία έχει αναδείξει τη ροπή των μαθητών να στηρίζονται σε άμεσα παρατηρήσιμα δεδομένα για την εξαγωγή συμπερασμάτων και την επίλυση προβληματικών

καταστάσεων, καθιστώντας συγχρόνως δύσκολη την εξέταση φαινομένων και εννοιών που δεν γίνονται άμεσα αντιληπτές από τις ανθρώπινες αισθήσεις, όπως το ηλεκτρικό ρεύμα. Η εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες προϋποθέτει τη δόμηση νοητικών μοντέλων, τη διαχείριση παραμέτρων όπως τον όγκο και τη μάζα και την αποδέσμευση της σκέψης από την άμεση αντίληψη. Επομένως, αποτελεί μία διαδικασία που συνεπάγεται σημαντικές γνωστικές προκλήσεις για τους μαθητές, απαιτώντας την επένδυση ιδιαίτερης προσπάθειας και χρόνου εκ μέρους τους.

- 2) Οι ιδέες των μαθητών απορρέουν από την περιορισμένη εστίαση τους σε επιμέρους παραμέτρους των φαινομένων που εξετάζουν. Οι μαθητές εμφανίζονται συχνά στη διεθνή βιβλιογραφία να εστιάζουν την προσοχή τους σε συγκεκριμένες παραμέτρους, ο χαρακτήρας των οποίων είναι πιο εμφανής και εξέχων, στηρίζοντας τα πορίσματά τους πάνω στην αποκλειστική παρατήρηση τους. Ως εκ τούτου, οι μαθητές τείνουν να σχηματίζουν τις ερμηνείες τους με βάση τις ιδιότητες των στοιχείων που συνδιαμορφώνουν ένα φυσικό φαινόμενο, ιδιαίτερα μάλιστα των πιο ευδιάκριτων, δίχως να λαμβάνουν υπόψιν τις σχέσεις αλληλεπίδρασης μεταξύ τους.
- 3) Οι ιδέες των μαθητών σχηματίζονται βάσει της εστίασης κυρίως σε καταστάσεις αλλαγής και πολύ λιγότερο σε σταθερές καταστάσεις, με χαρακτηριστικά παραδείγματα να έχουν αναφερθεί στο τομέα της μηχανικής, όπου η απουσία κίνησης μεταφράζεται σε απουσία δρώντων δυνάμεων. Η τάση αυτή αντανακλά τη λογική που εστερνίζονται συχνά οι μαθητές, κατά την οποία η μεταβατική κατάσταση ενός συστήματος χρήζει εξέτασης και ερμηνείας, ενώ η κατάσταση ισορροπίας και σταθερότητας του εκλαμβάνεται ως φυσιολογική και δεν αναγνωρίζεται ως πεδίο διερεύνησης.
- 4) Οι ιδέες των μαθητών στηρίζονται σε γραμμικό αιτιακό συλλογισμό. Οι μαθητές δέχονται πως ένα αποτέλεσμα συνδέεται με ένα συγκεκριμένο αίτιο, παρά με την αλληλεπίδραση των στοιχείων που συναποτελούν το υπό εξέταση σύστημα. Επιπλέον, η αλυσιδωτή αιτιακή συλλογιστική που ακολουθούν οι μαθητές δυσκολεύει την κατανόηση της αντιστρεψιμότητας των φυσικών διαδικασιών και την πρόβλεψη των αποτελεσμάτων που επιφέρει πάνω στα συστήματα.
- 5) Οι ιδέες των μαθητών τείνουν να είναι ιδιαίτερα περιεκτικές και εκτενείς, με τα όρια των εννοιών που εντάσσονται σε αυτές να είναι συγχεχημένα και



αλληλεπικαλυπτόμενα. Οι μαθητές επομένως ενδέχεται να μεταβαίνουν απο τη μια έννοια στην άλλη δίχως να συνειδητοποιούν τις διαφορές μεταξύ τους και ερμηνεύοντας τα φυσικά φαινόμενα με σημαντική ευελιξία ως προς τη σημασιολογία των εννοιών που χρησιμοποιούν.

- 6) Οι ιδέες των μαθητών εξαρτώνται απο το πλαίσιο αναφοράς, με αποτέλεσμα να ακολουθείται διαφορετική οδός ερμηνείας των υπό μελέτη φαινομένων, ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που διέπουν το πλαίσιο στο οποίο επιτελείται η διαδικασία εξέτασης τους. Ως εκ τούτου, είναι σημαντικό να λαμβάνεται υπόψιν το πλαίσιο κατά τη διαδικασία ανίχνευσης των ιδεών των μαθητών, εφόσον ενδέχεται να τις επηρεάζει και να τις διαφοροποιεί.

## **2.6 ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΣΕ ΜΑΘΗΤΕΣ ΜΕ ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ**

Η ανταπόκριση στις απαιτήσεις των Φυσικών Επιστημών αποτελεί πρόκληση για την πλειοψηφία των μαθητών και ακόμα μεγαλύτερη πρόκληση τόσο για τους μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες, οι οποίοι αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην κατάκτηση, στη διατήρηση και στην επίδειξη των γνώσεων τους, όσο και για τους δασκάλους τους, οι οποίοι νιώθουν ανεπαρκώς προετοιμασμένοι για την εφαρμογή κατάλληλων διδακτικών προσαρμογών για τους μαθητές τους (Brigham, Scruggs & Mastropieri, 2011).

Οι μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες ενδέχεται να αντιμετωπίζουν μία σειρά από προβλήματα όσον αφορά την κατάκτηση των Φυσικών Επιστημών, τα οποία σχετίζονται με τα μαθησιακά τους χαρακτηριστικά αλλά και με τις ιδιαίτερες απαιτήσεις που θέτει το συγκεκριμένο μάθημα (Aydeniz et al., 2012). Οι δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι συγκεκριμένοι μαθητές σε διεργασίες κατανόησης και χρήσης του προφορικού και γραπτού λόγου, καθώς και στην εργαζόμενη μνήμη και την ανάσυρση πληροφοριών, υποδεικνύουν ότι είναι πιθανόν να υπάρχουν προβλήματα στην πρόσληψη γνώσεων μέσα απο διαλέξεις, συζητήσεις μέσα στη τάξη, κείμενα και παρουσιάσεις (Brigham, Scruggs & Mastropieri, 2011). Παράλληλα, οι μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες τείνουν συχνά να βασίζονται αποκλειστικά στην αισθητηριακή τους αντίληψη για την εξαγωγή συμπερασμάτων και να δυσκολεύονται

στην ολόπλευρη εξέταση μίας έννοιας ή ενός φαινομένου (Τσελφές, Φασουλόπουλος, Βαβουγιός & Παντελιάδου, 2006). Επιπλέον, δεδομένου ότι τα μαθηματικά είναι ένα συχνό εργαλείο των Φυσικών Επιστημών, τα προβλήματα που μπορεί να αντιμετωπίζουν οι συγκεκριμένοι μαθητές σε βασικές μαθηματικές λειτουργίες ενδέχεται να δυσχεράνουν την εμπλοκή τους σε εργασίες που συμπεριλαμβάνουν αριθμητικά δεδομένα. Τέλος, δυσκολίες στην προφορική ή γραπτή έκφραση ενδέχεται να μειώνουν τη δυνατότητα των μαθητών αυτών να δείξουν την επάρκεια τους, γεγονός που συμβάλλει στην δημιουργία αρνητικής αυτοεικόνας και στην έλλειψη κινήτρων μάθησης (Brigham, Scruggs & Mastropieri, 2011).

Παρά τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες, οι Φυσικές Επιστήμες αποτελούν μια σημαντική γνωστική περιοχή που μπορεί να λειτουργήσει ως πεδίο εφαρμογής ενταξιακής εκπαίδευσης και μπορεί να ωφελήσει ποικιλοτρόπως αυτούς τους μαθητές (Bell, 2002 · Matkins & Brigham, 1999). Η εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες μπορεί να αναπτύξει τις συλλογιστικές τους δεξιότητες και τις δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων, καθώς και να προσφέρει στους συγκεκριμένους μαθητές τα απαραίτητα εφόδια για την πανεπιστημιακή τους πορεία αλλά και να προάγει την επαγγελματική τους σταδιοδρομία στο τομέα της επιστήμης (Mastropieri, Scruggs & Magnusen, 1999). Επιπλέον, οι Φυσικές Επιστήμες διαθέτουν το πλεονέκτημα να μη βασίζονται αποκλειστικά σε γλωσσικές δεξιότητες, στις οποίες εντοπίζονται τα κύρια προβλήματα των μαθητών με Μαθησιακές Δυσκολίες, προσφέροντας τους σημαντικές ευκαιρίες επιτυχίας (Βαβουγιός & Παντελιάδου, 2006). Τέλος, σύμφωνα με τους Ormsbee & Finson (2000), οι μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες έχουν τη δυνατότητα να επιτύχουν στο γενικό αναλυτικό πρόγραμμα, εφόσον η διδασκαλία και το υλικό είναι κατάλληλα τροποποιημένο βάσει των αναγκών τους.

Για τον εντοπισμό αποτελεσματικών διδακτικών πρακτικών για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στους μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες έχει διεξαχθεί τα τελευταία χρόνια ένας μεγάλος αριθμός ερευνών, ιδιαίτερα από τους Mastropieri και Scruggs, οι οποίοι έχουν συνεισφέρει σε ένα μεγάλο ποσοστό στην δημιουργία μίας βάσης δεδομένων πάνω σε διδακτικές εφαρμογές για τον συγκεκριμένο μαθητικό πληθυσμό (Φερεντίνου, Παπαλεξόπουλος & Βαβουγιός, 2011 · Bell, 2002).

Ορισμένες από τις πρακτικές που έχουν επισημανθεί στη διεθνή βιβλιογραφία παρατίθενται στην συνέχεια.

## **I. ΚΕΙΜΕΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΙ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΑΝΑΓΝΩΣΗΣ**

Οι γλωσσικές αδυναμίες των μαθητών με Μαθησιακές Δυσκολίες δυσχεραίνουν την κατάκτηση της γνώσης μέσα από την ανάγνωση των σχολικών εγχειριδίων των Φυσικών Επιστημών. Παράλληλα, τα εγχειρίδια των Φυσικών Επιστημών συχνά δεν ενδείκνυνται για τη διδασκαλία των συγκεκριμένων μαθητών, δεδομένης της ακατάλληλης οργάνωσης και δομής τους, αδυνατώντας να καλύψουν τις μαθησιακές τους ανάγκες (Bergerud, Lovitt & Horton, 1988 · Lovitt & Horton, 1994). Συγκεκριμένα, τα επεξηγηματικού είδους κείμενα των Φυσικών Επιστημών, αποτελούν αναγνωστική πρόκληση για τους μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες ως προς τέσσερις παραμέτρους: την δομή, την πυκνότητα σε πληροφορίες, το επίπεδο του λεξιλογίου και το απαιτούμενο επίπεδο προηγούμενης γνώσης (Mason & Hedin, 2011).

Δεδομένης της ευρείας χρήσης του κειμένου ως μέσου διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών, έχουν διερευνηθεί και εφαρμοστεί παρεμβάσεις που στοχεύουν στην υποστήριξη της μελέτης από το σχολικό βιβλίο για τους μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες (Brigham, Scruggs & Mastropieri, 2011). Μάλιστα, έχει βρεθεί πως ένας μεγάλος αριθμός εκπαιδευτικών εφαρμόζει κειμενικές προσαρμογές για τους συγκεκριμένους μαθητές με σκοπό την ενίσχυση της κατανόησης και της διατήρησης της γνώσης (Bergerud, Lovitt & Horton, 1988). Οι κυριότερες κειμενικές προσαρμογές που έχουν προταθεί είναι οι γραφικές αναπαραστάσεις και γραφικοί οργανωτές (π.χ διαγράμματα, γραφήματα κ.α) και οι οδηγίες ανάγνωσης, δηλαδή φύλλα εργασίας με ερωτήσεις για την υποβοήθηση της μελέτης (Lovitt & Horton, 1994).

Οι Bergerud, Lovitt & Horton (1988) εξέτασαν και συνέκριναν την αποτελεσματικότητα των γραφικών αναπαραστάσεων και των οδηγιών μελέτης μεταξύ τους αλλά και με την παραδοσιακή κειμενική διδασκαλία. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν την σαφή υπεροχή των κειμενικών προσαρμογών ως προς την διατήρηση της γνώσης έναντι της παραδοσιακής κειμενικής διδασκαλίας στο 98% των μαθητών του δείγματος, ενώ συγχρόνως οι γραφικές αναπαραστάσεις απεδείχθησαν η πιο αποτελεσματική προσαρμογή, ξεπερνώντας και τους οδηγούς

μελέτης. Σε μετανάλυση των Scruggs, Mastropieri, Berkeley & Graetz (2009), εξετάστηκε η αποτελεσματικότητα τόσο των γραφικών αναπαραστάσεων, όσο και των οδηγών μελέτης. Οι 14 έρευνες που αναλύθηκαν σχετικά με τη χρήση των γραφικών αναπαραστάσεων και οργανωτών ανέδειξαν την συγκεκριμένη πρακτική ως σταθερά αποτελεσματική, ενώ ένας μικρός αριθμός ερευνών έδειξε θετικά αποτελέσματα και για την χρήση των οδηγών μελέτης συγκριτικά με την παραδοσιακή κειμενική διδασκαλία.

Σε μελέτη τους πάνω στις τεχνικές προσαρμογής κειμένων, οι Lovitt & Horton (1994) ανέφεραν πως οι οδηγοί μελέτης έχουν παρουσιαστεί από αρκετές έρευνες ως αποτελεσματικοί στην υποστήριξη της μελέτης των μαθητών, ιδιαίτερα στα πλαίσια της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, όπου τα βιβλία συχνά περιέχουν πολυάριθμα γεγονότα και λεπτομέρειες, βελτιώνοντας σημαντικά το επίπεδο κατανόησής τους. Οι συγκεκριμένοι ερευνητές συνέστησαν μάλιστα την χρήση των οδηγών μελέτης συγκριτικά με τις υπάρχουσες τεχνικές προσαρμογής κειμένων, λόγω της πολλαπλής χρησιμότητάς τους αλλά και της ευκολίας κατασκευής τους.

Οι μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες μπορούν επίσης να ωφεληθούν από στρατηγικές ανάγνωσης, εστιασμένες στο είδος του επεξηγηματικού κειμένου και στην επεξεργασία τους (Mason & Hedin, 2011). Οι Bakken, Mastropieri & Scruggs (1997) εξέτασαν την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας βάσει δομής (*structure-based strategy*), κατά την οποία οι μαθητές διδάχθηκαν να διακρίνουν τα είδη των επεξηγηματικών κειμένων, τα χαρακτηριστικά της κάθε δομής και το είδος πληροφοριών που περιλαμβάνει. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πως οι μαθητές που εφάρμοσαν την συγκεκριμένη στρατηγική υπερέφεραν τόσο των μαθητών της ομάδας ελέγχου που δε διδάχθηκαν καμία στρατηγική, όσο και των μαθητών που εφάρμοσαν τη στρατηγική βάσει περίληψης (*summarization strategy*). Στην ανασκόπηση των Mason & Hedin (2011) αναφέρονται ως επιπλέον αποτελεσματικές στρατηγικές ανάγνωσης με βάση τη βιβλιογραφία οι στρατηγικές βάσει κεντρικής ιδέας – περίληψης (*main idea-summarization strategies*), η διδασκαλία στρατηγικών ανάγνωσης που συνδυάζονται με τεχνικές αυτορρύθμισης της κατανόησης (*strategy instruction plus self-monitoring*) και η διδασκαλία που συνδυάζει πολλαπλά στοιχεία από διάφορες στρατηγικές στα πλαίσια μιας παρέμβασης (*multicomponent training*).

Συνοψίζοντας, οι προσαρμογές των κειμένων και η διδασκαλία στρατηγικών που βοηθούν στην επεξεργασία των επεξηγηματικών κειμένων ενδείκνυται για την ενίσχυση της μελέτης των μαθητών με Μαθησιακές Δυσκολίες, ώστε παρά τις αναγνωστικές δυσκολίες που αντιμετωπίζουν, να είναι σε θέση να αποκομίζουν οφέλη μέσα από την ανάγνωση των κειμένων των Φυσικών Επιστημών.

## **II. ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ**

Η διερευνητική διδασκαλία αναφέρεται σε μία μαθητοκεντρική μέθοδο διδασκαλίας, βασισμένη σε δραστηριότητες, κατά την οποία οι μαθητές καλούνται να επιλύσουν μια προβληματική κατάσταση υπό την μορφή ερωτήσεων (Φερεντίνου, Παπαλεξόπουλος & Βαβουγιός, 2011). Οι ερωτήσεις τίθενται είτε από τους ίδιους τους μαθητές, είτε από τον εκπαιδευτικό, ο οποίος καθοδηγεί τους μαθητές στην διατύπωση του κατάλληλου ερωτήματος (Matkins & Brigham, 1999). Στην διερευνητική διδασκαλία, οι μαθητές καλούνται να δώσουν απάντηση σε ένα αρχικό ερώτημα ή μια υπόθεση, μέσω της συλλογής στοιχείων, πειραματικών δοκιμών, επεξεργασίας των δεδομένων και αξιολόγησης τους, που οδηγούν στην εξαγωγή συμπερασμάτων και στην παρουσίασή τους (Κόκκοτας, 2010 · Φερεντίνου, Παπαλεξόπουλος & Βαβουγιός, 2011). Η διδασκαλία βάσει δραστηριοτήτων εστιάζει στην πρακτική εμπειρία και στον επιστημονικό πειραματισμό, σε αντίθεση με τις παραδοσιακές μορφές διδασκαλίας που στηρίζονται στην ανάγνωση κειμένων και στην απομνημόνευση, τομείς στους οποίους οι μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες εμφανίζουν αδυναμίες (Mastropieri, Scruggs & Magnusen, 1999).

Ως προς την αποτελεσματικότητα της διερευνητικής διδασκαλίας στους μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες, έχει επισημανθεί πως δραστηριότητες διερευνητικού τύπου αυξάνουν το επίπεδο κατανόησης, διατήρησης και ανάκλησης της γνώσης σε σχέση με την άμεση διδασκαλία και τη διδασκαλία βάσει κειμένου (Scruggs & Mastropieri, 1994 · Scruggs, Mastropieri, Bakken & Brigham, 1993). Σε έρευνα των Aydeniz et al. (2012) σε μαθητές Δημοτικού, η εκπαιδευτική παρέμβαση μέσω δραστηριοτήτων και υλικού βασισμένων στη διερευνητική διδασκαλία πάνω στο ηλεκτρικό κυκλώμα και τον ηλεκτρομαγνητισμό απέφερε ιδιαίτερα θετικά αποτελέσματα, τόσο στην κατανόηση και τη διατήρηση της γνώσης από τους μαθητές, όσο και στις στάσεις τους απέναντι στις Φυσικές Επιστήμες.

Συγχρόνως, έχει επισημανθεί από ορισμένες έρευνες πως η διερευνητική διδασκαλία είναι αποτελεσματική για τους μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες εφόσον συνδυάζεται με καθοδήγηση και στοιχεία άμεσης διδασκαλίας απο τον εκπαιδευτικό, όπως ατομική εξάσκηση και στάδια βοήθειας, λόγω των δυσκολιών που εμφανίζουν οι μαθητές στην επαγωγική σκέψη και στις γλωσσικές δεξιότητες (Mastropieri, Scruggs & Butcher, 1997 · McCleery & Tindal, 1999 · Palinscar et al. 2000). Επιπλέον, η έρευνα των Mastropieri, Scruggs και Butcher (1997) εγείρει τον προβληματισμό αναφορικά με την εφαρμογή της διερευνητικής διδασκαλίας στη γενική τάξη όπου συμπεριλαμβάνονται και μαθητές με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες. Συγκεκριμένα, αναφέρεται πως υπάρχει κίνδυνος η διαδικασία της ανακαλυπτικής μάθησης στα πλαίσια της γενικής τάξης να καταστεί αναποτελεσματική για τους μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες εφόσον εκείνοι γίνονται απλοί δέκτες της σωστής απάντησης από τους τυπικά αναπτυσσόμενους συμμαθητές τους, οι οποίοι απαιτούν λιγότερο χρόνο και βαθμό βοήθειας απο τον εκπαιδευτικό για να εξάγουν τα ορθά συμπεράσματα.

Ένα σημαντικό μέρος της βιβλιογραφίας λοιπόν παρουσιάζει θετικά στοιχεία ως προς την αποτελεσματικότητα της διερευνητικής διδασκαλίας στην κατανόηση και την ενεργό συμμετοχή των μαθητών με Μαθησιακές Δυσκολίες. Ορισμένες έρευνες ωστόσο, επισημαίνουν την ανάγκη παράλληλης καθοδήγησης από τους εκπαιδευτικούς, ώστε να αμβλυνθούν οι δυσκολίες που ενδέχεται να ανακύψουν απο την εφαρμογή της εν λόγω διδακτικής μεθόδου στο συγκεκριμένο μαθητικό πληθυσμό, δεδομένων των μαθησιακών χαρακτηριστικών που τον διέπουν. Τέλος, οι Scruggs & Mastropieri (1994), τόνισαν τους περιορισμούς που θέτει το γνωστικό αντικείμενο των Φυσικών Επιστημών στην χρήση της διερευνητικής διδασκαλίας, καθώς τομείς όπως το λεξιλόγιο και η ορολογία, τυποποιημένες ταξινομήσεις, ανθρώπινες συμβάσεις και διαδικασίες δεν αποτελούν πεδία εφαρμογής της διερευνητικής διδασκαλίας, απαιτώντας απομνημόνευση και ανάκληση.

### **III. ΜΑΘΗΣΗ ΜΕΣΑ ΑΠΟ ΣΥΛΛΟΓΙΣΤΙΚΕΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ**

Παρόλο που η διδασκαλία βάσει δραστηριοτήτων έχει φανεί ότι αποφέρει θετικά αποτελέσματα στην εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών για τους μαθητές με



Μαθησιακές Δυσκολίες, προτάσεις για την προαγωγή των συλλογιστικών διεργασιών των μαθητών πάνω στα φυσικά φαινόμενα που εξετάζουν είχαν ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη παρεμβάσεων που ενισχύουν τη διορατικότητα και την ενεργό σκέψη τους, ώστε να μπορούν να ωφεληθούν από ανακαλυπτικού τύπου δραστηριότητες (Brigham, Scruggs & Mastropieri, 2011 · Scruggs & Mastropieri, 2007). Οι Scruggs & Mastropieri (2007) υποστήριξαν πως στις έρευνες τους οι μαθητές με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες μπορούσαν με την κατάλληλη υποστήριξη να διεξάγουν πειράματα, να καταγράψουν παρατηρήσεις και να συζητήσουν πάνω στα ευρήματα. Παρόλαυτά, ήταν αμφίβολο αν μπορούσαν να εξάγουν επαγωγικά συμπεράσματα βάσει των δεδομένων τους, καθώς είναι πιθανόν οι συγκεκριμένοι μαθητές να αντιμετωπίζουν δυσκολίες σε αυτό το τομέα. Οι κύριες παρεμβάσεις για την ενίσχυση της μάθησης μέσω συλλογιστικών διεργασιών που έχουν αναπτυχθεί είναι η άμεση διδασκαλία λογικών διαδικασιών (*explicit thought processes*) και η εξασκούμενη επέκταση (*coached elaboration*).

Οι Mastropieri, Scruggs & Butcher (1997) διεξήγαγαν έρευνα με θέμα την αποτελεσματικότητα της διερευνητικής μάθησης, με έμφαση στον επαγωγικό συλλογισμό πάνω στην κίνηση του εκκρεμούς σε τυπικά αναπτυσσόμενους μαθητές, μαθητές με Ήπια Νοητική Καθυστέρηση και 18 μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως μέσω της ενίσχυσης λογικών διεργασιών και προτροπών, οι μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες είχαν μόλις ελαφρώς μικρότερη επίδοση από τους τυπικά αναπτυσσόμενους συμμαθητές τους και κατάφεραν να εξαγάγουν το γενικό κανόνα της κίνησης του εκκρεμούς. Σε παρόμοια έρευνα, οι Mastropieri, Scruggs, Boon & Carter (2001) εξέτασαν τον επαγωγικό συλλογισμό τυπικά αναπτυσσόμενων μαθητών και μαθητών με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες, συμπεριλαμβανομένων και μαθητών με Μαθησιακές Δυσκολίες, πάνω στην πυκνότητα και την άνωση, με την επιστράτευση προτροπών και κατάλληλων ερωτήσεων για την ενίσχυση των λογικών διεργασιών των μαθητών. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πως οι μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες και ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες, με Δείκτη Νοημοσύνης ( $\Delta.N$ )  $> 80$ , είχαν παρόμοια επίδοση με τους τυπικά αναπτυσσόμενους μαθητές, αναδεικνύοντας το Δείκτη Νοημοσύνης ως βασικό προβλεπτικό παράγοντα της ικανότητας εξαγωγής επαγωγικών συμπερασμάτων.



Η τεχνική της εξασκούμενης επέκτασης μέσω ερωτήσεων βασίζεται περισσότερο στην εξαγωγή επαγωγικών συμπερασμάτων μέσω της αξιοποίησης της προηγούμενης γνώσης σε αντίθεση με τη διδασκαλία λογικών διεργασιών που στηρίζεται κυρίως στην παρατήρηση (Brigham, Scruggs & Mastropieri, 2011). Στην ανασκόπηση των Brigham, Scruggs & Mastropieri (2011) επισημάνθηκε πως η χρήση της στρατηγικής έμμεσων ή διαβαθμισμένου επιπέδου ερωτηματικών διαδικασιών, ως μέσο επέκτασης πάνω στο υπό εξέταση θέμα, είχε θετικά αποτελέσματα στην εξαγωγή συμπερασμάτων και την ανάκληση των δεδομένων από τους μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες.

Τα αποτελέσματα των ερευνών δείχνουν ότι οι μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες μπορούν με την χρήση των κατάλληλων στρατηγικών να αναπτύξουν και να επιτύχουν τη μάθηση μέσα από επαγωγικές συλλογιστικές διεργασίες. Ωστόσο, πρέπει να τονιστεί πως οι συγκεκριμένες παρεμβάσεις στα πλαίσια των ερευνών εφαρμόστηκαν σε ατομικό επίπεδο και με υψηλά δομημένο τρόπο, περιορίζοντας την γενίκευση των αποτελεσμάτων και αναδεικνύοντας την ανάγκη περαιτέρω έρευνας πάνω στην εφαρμογή τους στα πλαίσια της γενικής εκπαίδευσης (Brigham, Scruggs & Mastropieri, 2011 · Scruggs & Mastropieri, 1994).

#### **IV. ΜΝΗΜΟΝΙΚΕΣ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ**

Οι μνημονικές στρατηγικές αποτελούν μέθοδος κατάκτησης του λεξιλογίου που ενδείκνυται για τους μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες, δεδομένων των γλωσσικών δυσκολιών που αντιμετωπίζουν και καθιστούν την κατάκτηση του καινούργιου λεξιλογίου πάνω σε μή οικεία θέματα ιδιαίτερα απαιτητική (Brigham, Scruggs & Mastropieri, 2011). Αναλύσεις σχολικών εγχειριδίων των Φυσικών Επιστημών του Δημοτικού σε περιφέρειες των ΗΠΑ έχουν δείξει πως η εισαγωγή καινούργιων λεξιλογικών όρων προσέγγιζε ως και τις τέσσερις λέξεις ανά σελίδα, αναδεικνύοντας την ανάγκη για την εφαρμογή στρατηγικών ενίσχυσης της κατάκτησης του λεξιλογίου στο μαθητικό πληθυσμό με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες. (Mastropieri & Scruggs, 1994). Δεδομένων των λεξιλογικών απαιτήσεων των Φυσικών Επιστημών και των γλωσσικών δυσκολιών των μαθητών με Μαθησιακές Δυσκολίες, αναπτύχθηκαν διάφορες μνημονικές στρατηγικές, όπως η μέθοδος της «λέξης-κλειδί» (*key word*) και της «αναγνωριστικής λέξης» (*peg word*).

Με τη μέθοδο της «λέξης-κλειδιού», ο εκπαιδευτικός χρησιμοποιεί λέξεις που οι μαθητές γνωρίζουν και προσιδιάζουν ακουστικά στις λέξεις, των οποίων η κατάκτηση αποτελεί διδακτικός στόχος, βοηθώντας τους μαθητές στην ανάκληση τους. Παράλληλα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και εικόνες στις οποίες η λέξη-κλειδί και η λέξη-στόχος αλληλεπιδρούν, ώστε να εδραιωθεί αποτελεσματικά η σύνδεση, τόσο ακουστικά όσο και οπτικά, και ο μαθητής να είναι σε θέση να ανακτήσει τη γνώση. Η μεθόδος της «αναγνωριστικής λέξης» περιλαμβάνει τη χρήση λέξεων που παρουσιάζουν ομοικαταληξία με αριθμούς και μπορεί να αξιοποιηθεί για την ανάκληση αριθμητικών δεδομένων (Scruggs, Mastropieri, Berkeley & Graetz, 2009).

Σε μετανάλυση των Mastropieri & Scruggs (1992), οι μνημονικές στρατηγικές αναδείχθηκαν από σημαντικό αριθμό ερευνών ως ισχυρό εργαλείο για την ενίσχυση της ανάκλησης λεκτικών πληροφοριών από τους μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες στους τομείς της παλαιοντολογίας, της γεωλογίας, της χημείας, της ζωολογίας και της βιολογίας. Παρά την αποτελεσματικότητα των μνημονικών στρατηγικών, πρέπει να τονιστεί πως το πεδίο παρέμβασης τους εστιάζεται αποκλειστικά στο τομέα των λεκτικών πληροφοριών ενώ ενδείκνυται να εφαρμόζονται ενταγμένες στα πλαίσια μιας γενικής διδακτικής προσέγγισης (Scruggs, Mastropieri, Berkeley & Graetz, 2009).

## **V. ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΣΥΝΟΜΗΛΙΚΩΝ**

Η εκπαίδευση στα πλαίσια της γενικής τάξης παρουσιάζει μαθησιακές προκλήσεις για τους μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες, απαιτώντας τον προσεκτικό σχεδιασμό και την παροχή υποστήριξης και διαφοροποιημένης εξάσκησης για την ενίσχυση της κατάκτησης δεξιοτήτων και γνώσεων από τους μαθητές. Το τελευταίο καιρό, η ερευνητική δραστηριότητα έχει στραφεί στην αξιοποίηση της διδασκαλίας συνομηλίκων και των δραστηριοτήτων μέσω της διαμεσολάβησης των συμμαθητών (*peer mediation activities*), με σκοπό την προαγωγή της μάθησης των μαθητών με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες στη γενική τάξη (Brigham, Scruggs & Mastropieri, 2011). Παρεμβάσεις τέτοιου είδους μπορούν να αποφέρουν θετικά αποτελέσματα στην περίπτωση που στη τάξη δίνεται έμφαση σε ανωτέρου επιπέδου δραστηριότητες, που απαιτούν υψηλό βαθμό ανάκλησης γνώσεων, όπως στην περίπτωση συμμετοχής σε τελικές εξετάσεις αξιολόγησης (Scruggs & Mastropieri,

2007). Η εφαρμογή τους συνεπάγεται την ενίσχυση της συμμετοχής του συνόλου των μαθητών στις δραστηριότητες της τάξης, προσφέροντας ευκαιρίες επιπλέον πρακτικής στους μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες.

Οι ομαδικές δραστηριότητες περιλαμβάνουν την παροχή διαφοροποιημένου και διαβαθμισμένου, ως προς το βαθμό βοήθειας και τη διάρκεια χρήσης, διδακτικού υλικού, το οποίο είναι διαθέσιμο σε οποιονδήποτε μαθητή θελήσει να το αξιοποιήσει, ανεξάρτητα από το αν έχει ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες (Brigham, Scruggs & Mastropieri, 2011). Η λογική των συγκεκριμένων παρεμβάσεων έγκειται στην παροχή του ίδιου διδακτικού υλικού για όλους τους μαθητές και στην παράλληλη διαφοροποίηση της χρήσης του από τον εκάστοτε μαθητή (Scruggs & Mastropieri, 2007).

Οι Mastropieri et al. (2006) εφάρμοσαν σε μαθητές Λυκείου με και χωρίς Μαθησιακές Δυσκολίες διδασκαλία με βάση τη διαμεσολάβηση συμμαθητών, σε συνδυασμό με διαφοροποιημένο και διαβαθμισμένο ανάλογα με το επίπεδο δυσκολίας υλικό, με σκοπό την ενίσχυση της κατανόησης και της ανάκλησης πάνω σε θέματα Φυσικών Επιστημών. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν τη θετική επίδραση της παρέμβασης στην επίδοση των μαθητών σε σχέση με την ομάδα ελέγχου, η οποία διατηρήθηκε μέχρι και τις τελικές εξετάσεις της ακαδημαϊκής τους χρονιάς. Στην ανασκόπηση των Brigham, Scruggs & Mastropieri (2011) αναφέρθηκαν μαθησιακά οφέλη από την εφαρμογή τέτοιου είδους στρατηγικών διδασκαλίας, τόσο για τους μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες, όσο και για τους τυπικά αναπτυσσόμενους μαθητές. Τέλος, στην έρευνα των Scruggs & Mastropieri (1994), η οποία εξέταζε την οικοδόμηση της επιστημονικής γνώσης των μαθητών με ήπιες αναπηρίες, επισημάνθηκε πως αν και η ομαδική δραστηριότητα που σχεδιάστηκε για τους μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες είχε θετικά αποτελέσματα όσον αφορά την αμοιβαία υποστήριξη στο τμήμα του πρακτικού χειρισμού των δραστηριοτήτων, δεν φάνηκε ωστόσο να αποδίδει ως προς την αμοιβαία ενίσχυση της εννοιολογικής κατανόησης.

Συνοψίζοντας, οι διάφορες μορφές διδασκαλίας συνομηλίκων σε συνδυασμό με τη χρήση διαφοροποιημένου υλικού φαίνεται να ενθαρρύνουν την συνεργασία των μαθητών και συνδέονται στη βιβλιογραφία, ως επί το πλείστον, με θετικά μαθησιακά αποτελέσματα για τους μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες, τόσο στα πλαίσια της ειδικής εκπαίδευσης, όσο και της γενικής εκπαίδευσης (Scruggs, Mastropieri, Berkeley & Graetz, 2009).

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup> : Η ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑ ΩΣ ΚΛΑΔΟΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ: ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΩΝ ΕΠΟΧΩΝ**

### **3.1 ΟΙ ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΩΝ ΕΠΟΧΩΝ**

Ένας σημαντικός αριθμός μελετών έχει πραγματοποιηθεί σε παγκόσμιο επίπεδο πάνω στη διερεύνηση των αντιλήψεων των παιδιών για το φαινόμενο της εναλλαγής των εποχών, αναδεικνύοντας ένα εύρος εναλλακτικών ιδεών εκ μέρους, ανεξάρτητα από την ηλικία και τη βαθμίδα εκπαίδευσής τους. Μάλιστα, ορισμένες εναλλακτικές αντιλήψεις πάνω στο εν λόγω φαινόμενο αναφέρονται από ένα μεγάλο μέρος της διεθνούς βιβλιογραφίας και φαίνονται να μην υπόκεινται σε πολιτισμικές και ηλικιακές διαφορές, αποτελώντας κοινές αντιλήψεις των μαθητών.

Ο Baxter (1989) μελέτησε τις αντιλήψεις των Άγγλων μαθητών, ηλικίας 9 – 16, πάνω σε διάφορα αστρονομικά φαινόμενα, ένα εκ των οποίων ήταν και το φαινόμενο της εναλλαγής των εποχών. Μέσω συνέντευξης καταγράφηκαν οι ιδέες ενός δείγματος 20 μαθητών αναφορικά με το λόγο που το Χειμώνα κάνει κρύο, ενώ ζητήθηκε από τους μαθητές να σχεδιάσουν επιπλέον ένα σχήμα για να απεικονίσουν τις απόψεις τους. Η ανάλυση των απαντήσεων έδειξε πως η ηλικία αποτελούσε παράγοντα διαφοροποίησης των αντιλήψεων των μαθητών, καθώς στις μικρότερες ηλικίες οι ιδέες των παιδιών περιστρέφονταν γύρω από κοντινά και οικεία αντικείμενα, ενώ στις μεγαλύτερες ηλικίες οι μαθητές συμπεριλάμβαναν στις απαντήσεις τους τις κινήσεις αστρικών σωμάτων. Οι επικρατέστερες αντιλήψεις των μαθητών καταγράφηκαν ως εξής:

- i. Αδιευκρίνιστοι κρύοι πλανήτες λαμβάνουν τη θερμότητα του Ηλίου.
- ii. Τα χειμωνιάτικα σύννεφα εμποδίζουν την θερμότητα του Ηλίου να φτάσει στη Γη.
- iii. Ο Ήλιος βρίσκεται πιο μακριά από τη Γη το χειμώνα.
- iv. Ο Ήλιος κινείται προς την άλλη πλευρά της Γης.

- v. Διάφορες αλλαγές στα φυτά δημιουργούν τις εποχές.
- vi. Αιτιολόγηση της ύπαρξης των εποχών με αναφορά στην γωνία που σχηματίζεται μεταξύ του άξονα της Γης με τον Ηλίο.

Η έρευνα έδειξε μάλιστα πως η απόσταση μεταξύ Ηλίου και Γης ως αιτία δημιουργίας των εποχών υπήρξε η πιο διαδεδομένη αντίληψη ανάμεσα στους μαθητές, ανεξαρτήτως ηλικίας. Η συγκεκριμένη ιδέα ενδεχομένως να οφειλόταν στην επίδραση της καθημερινής εμπειρίας των παιδιών, βάσει της οποίας γίνεται αντιληπτό πως αλλαγή της θερμοκρασίας μπορεί να επέρθει όταν πραγματοποιηθεί αλλαγή της απόστασης από μία πηγή θερμότητας.

Ο Sharp (1996) με τη σειρά του ερεύνησε τις αντιλήψεις 42 Άγγλων μαθητών, ηλικίας 10-11 ετών, πάνω σε διάφορα θέματα αστρονομίας, μεταξύ των οποίων και το φαινόμενο των εποχών, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο της συνέντευξης και του σχεδιασμού σχημάτων απεικόνισης. Οι κύριες αντιλήψεις των μαθητών καταγράφηκαν ως εξής:

1. Η Γη γυρίζει μία φορά το χρόνο γύρω από τον Ήλιο, ο οποίος είναι σταθερός, με τις εποχές να προκαλούνται από την κλίση του άξονα της Γης ή από το ότι η απόσταση μεταξύ της Γης και του Ηλίου αμβλύνεται λίγο το καλοκαίρι και μεγαλώνει αντίστοιχα το χειμώνα.
2. Ο Ήλιος είναι σταθερός ειδάλλως «είτε θα καιγόμαστε, είτε θα παγώναμε», ενώ η Γη γυρίζει μία φορά το χρόνο, με τις εποχές να προκύπτουν από την απόστασή της από τον Ήλιο.
3. Η Γη και ο Ήλιος είναι σταθεροί και οι εποχές οφείλονται στην φυσική ιδιότητα του Ηλίου να θερμαίνεται και να ψυχραίνεται ανά διαφορετικές χρονικές περιόδους κατά τη διάρκεια του χρόνου.
4. Ο Ήλιος είναι σταθερός και η Γη κινείται γύρω από το άξονά της μία φορά το χρόνο, ενώ οι εποχές οφείλονται στο ότι η Γη χρειάζεται αρκετούς μήνες για να πλησιάσει, να αντικρίσει και να απομακρυνθεί από τον Ήλιο.
5. Η Γη είναι σταθερή και οι εποχές δημιουργούνται κάθε «300+ μέρες» ή κάθε «έτος φωτός», καθώς ο Ήλιος πλησιάζει ή απομακρύνεται από τη Γη.
6. Η Γη είναι σταθερή και οι εποχές οφείλονται στην περιφορά του Ηλίου γύρω από τη Γη με διαφορετικούς ρυθμούς κατά τη διάρκεια του χρόνου.

7. Η Γη είναι σταθερή, ενώ οι εποχές δημιουργούνται γιατί ο Ήλιος περνάει περισσότερο ή λιγότερο χρόνο πίσω από τα σύννεφα.

Σύμφωνα με τον Sharp, μόλις το 19% των μαθητών προσέφερε επαρκώς επιστημονικές εκτιμήσεις πάνω στο φαινόμενο των εποχών, ενώ οι απαντήσεις του υπολοίπου 81% ήταν κατά βάση διαισθητικές (43%) ή αμφίβολες (36%), ενώ ένα μικρό ποσοστό (2%) χαρακτηρίζονταν συνθετικού τύπου.

Ο Dunlop (2000) μελέτησε τις αντιλήψεις 67 μαθητών ηλικίας 7-14 ετών από τη Νέα Ζηλανδία πάνω σε διάφορα αστρονομικά θέματα, συμπεριλαμβανομένου του φαινομένου των εποχών, ζητώντας από τους μαθητές να σχεδιάσουν σχήματα απεικόνισης της Γης και του Ηλίου για να δείξουν το λόγο δημιουργίας του χειμώνα και του καλοκαιριού και να γράψουν μερικά επεξηγηματικά λόγια. Η έρευνα έδειξε πως πριν την διδακτική παρέμβαση, οι μαθητές που αδυνατούσαν να δώσουν απάντηση στο εν λόγω ερώτημα έφτανε το 25% του δείγματος. Επιπλέον, η ύπαρξη των συννέφων ως αιτία πρόκλησης των εποχών προσφερόταν ως απάντηση από το 7% των μαθητών, ενώ η απόσταση της Γης από τον Ήλιο από το 9% του δείγματος. Τέλος, η αναφορά στην κλίση του άξονα της Γης στις απαντήσεις των μαθητών δεν ξεπερνούσε το 25% του δείγματος.

Στην έρευνα του ο Trumber (2001a) μελέτησε τις αντιλήψεις 448 Ισραηλινών μαθητών Γυμνασίου, ηλικίας 13-15 ετών, πάνω σε έναν αριθμό θεμάτων αστρονομίας, μεταξύ άλλων και του φαινομένου των εποχών. Μέσω της χορήγησης ερωτηματολογίου με ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, ο Trumber διαπίστωσε πως αν και το 46% των μαθητών αναγνώριζαν το ρόλο της κλίσης του άξονα της Γης στη δημιουργία των εποχών, το 45% πίστευε πως αιτία ήταν είτε η απόσταση μεταξύ του Ηλίου και της Γης, είτε η απόσταση μεταξύ του Ηλίου, της Γης και της Σελήνης.

Επεκτείνοντας την μελέτη του πάνω στον ίδιο ερευνητικό σκοπό, ο Trumber (2001b) διερεύνησε τις αντίστοιχες αντιλήψεις 378 μαθητών Λυκείου, ηλικίας 15-17, σχετικά με το φαινόμενο των εποχών. Στην συγκεκριμένη ηλικιακή ομάδα, το 62% των μαθητών πλέον αναγνώριζαν ως αιτία δημιουργίας των εποχών την κλίση του άξονα της Γης. Από τους υπόλοιπους μαθητές του δείγματος, το 24% θεωρούσε την ταλάντωση του άξονα της Γης μπρος και πίσω ως υπεύθυνη για την εναλλαγή των εποχών, ενώ ένα ποσοστό της τάξεως του 13% θεωρούσε υπεύθυνη την απόσταση μεταξύ του Ηλίου και Γης, δείχνοντας μία σημαντική μείωση στην προτίμησης της

συγκεκριμένης απάντησης στους μαθητές του Λυκείου σε σχέση με τους μαθητές του Γυμνασίου.

Οι Bakas & Mikropoulos (2003) διερεύνησαν τις ιδέες 102 Ελλήνων μαθητών Β/θμιας Εκπαίδευσης, ηλικίας 11-13 ετών, αναφορικά με διάφορα αστρονομικά θέματα, μεταξύ άλλων και το φαινόμενο των εποχών. Η ανάδειξη των αντιλήψεων των μαθητών πραγματοποιήθηκε δια της χορήγησης ενός ερωτηματολογίου, με ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, ο σχεδιασμός του οποίου στηρίχθηκε στα ευρήματα των προηγούμενων αντιστοίχων ερευνών. Οι ερευνητές διαπίστωσαν πως αν και οι μαθητές είχαν διδαχθεί πρόσφατα το συγκεκριμένο φαινόμενο, μέσα σε σύντομο χρονικό διάστημα μόλις το 58.8% των μαθητών αναγνώριζε την σημασία της κλίσης του άξονα της Γης για τη δημιουργία των εποχών ενώ το 17.6% συνέχιζε να θεωρεί την απόσταση μεταξύ της Γης και του Ηλίου υπεύθυνη για το φαινόμενο της εναλλαγής των εποχών. Επιπλέον, το 16.7% των μαθητών εξηγούσε το φαινόμενο βάσει του αποτελέσματος, θεωρώντας δηλαδή πως το καλοκαίρι κάνει περισσότερη ζέστη καθώς ο Ήλιος κάνει μεγαλύτερη διαδρομή στον ουρανό, αγνοώντας πως αυτό είναι αποτέλεσμα της κλίσης του άξονα της Γης.

Οι Tsai & Chang (2005) ασχολήθηκαν αποκλειστικά με το φαινόμενο των εποχών, μελετώντας αρχικά τις αντιλήψεις 50 Ταϊβανέζων μαθητών, ηλικίας 15 ετών, μέσω συνέντευξης. Το 26% των μαθητών επέδειξε έναν αριθμό εναλλακτικών ιδεών και μπορούσαν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής:

1. Μαθητές που θεωρούσαν την απόσταση της Γης από τον Ήλιο αιτία δημιουργίας των εποχών.
2. Μαθητές που θεωρούσαν πως το φαινόμενο των εποχών οφείλεται σε διάφορα ιδιοσυγκρασιακά μοντέλα της τροχιάς της Γης κατά την περιφορά της γύρω από τον Ήλιο.
3. Μαθητές που πίστευαν πως οι εποχές δημιουργούνται τόσο από την απόσταση μεταξύ Ηλίου και Γης, όσο και από τη τροχιά της Γης κατά την περιφορά της, συμπεριλαμβάνοντας και τις έννοιες του περιηλίου/αφηλίου για να ενισχύσουν τη θεώρησή τους.
4. Μαθητές που θεωρούσαν πως η κλίση του άξονα της Γης αλλάζει κατά την περιφορά της γύρω από τον Ήλιο προκαλώντας την εναλλαγή των εποχών.



Οι Λάππα & Σταυρίδου (2009) μελέτησαν τις αντιλήψεις 46 μαθητών της Ε΄ Δημοτικού πάνω στο φαινόμενο των εποχών χορηγώντας γραπτά ερωτηματολόγια. Διαπιστώθηκε πως κανένας μαθητής δεν αναφέρθηκε στην κλίση του άξονα της Γης και την περιφορά της γύρω από τον Ήλιο ως αιτία δημιουργίας των εποχών, ενώ η πλειοψηφία των μαθητών είτε θεωρούσε υπεύθυνη την απόσταση μεταξύ Ηλίου και Γης (26%) είτε τις καιρικές συνθήκες (21%), αγνοώντας ότι αυτές είναι τα αποτελέσματα των εποχών, ενώ ένα σημαντικό ποσοστό δήλωσε άγνοια (30%). Αντίστοιχα, όταν οι μαθητές ερωτήθηκαν τί θα συνέβαινε αν η Γη σταματούσε να περιφέρεται γύρω από τον Ήλιο, η πλειοψηφία των μαθητών θεωρούσε πως δεν θα υπήρχε ημέρα και νύχτα (52%), ενώ πολύ λιγότεροι συσχέτισαν την περιφορά της Γης με το φαινόμενο των εποχών (26%).

Τέλος, οι Σταράκης & Χαλκιά (2009,) διενεργώντας συγκριτική έρευνα ανάμεσα σε μαθητές Δημοτικού και προπτυχιακούς φοιτητές πάνω στις αντιλήψεις τους για το φαινόμενο των εποχών, κατέγραψαν τις ιδέες 140 μαθητών της Ε΄ Δημοτικού μέσω γραπτού ερωτηματολογίου. Διαπιστώθηκε πως η πλειοψηφία των μαθητών (23%) πίστευε πως η εναλλαγή των εποχών οφειλόταν στον προσανατολισμό των ηλιακών ακτινών (μέρα και νύχτα), ενώ ένα μεγάλο ποσοστό των μαθητών (18%) θεωρούσαν υπεύθυνη την απόσταση μεταξύ Ηλίου και Γης. Επιπλέον, σημαντικός αριθμός μαθητών (15%) αναφερόταν σε οικεία υλικά σώματα και φαινόμενα (π.χ τα σύννεφα) ως αιτία εναλλαγής των εποχών, ενώ ένα επίσης σημαντικό ποσοστό (15%) έδινε ανθρωποκεντρικές απαντήσεις.

Συνοψίζοντας, μέσα από την ανασκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας, προκύπτει το συμπέρασμα πως οι μαθητές, ανεξαρτήτως ηλικίας και εθνικότητας, επιδεικνύουν ποικίλες εναλλαντικές αντιλήψεις πάνω στο φαινόμενο των εποχών, με επικρατέστερη να είναι η θεωρία της απόστασης μεταξύ Ήλιου και Γης ως υπεύθυνη για την ύπαρξη των εποχών. Ο αριθμός των εναλλακτικών αυτών ιδεών των μαθητών φαίνεται να οφείλεται στην επίδραση της καθημερινής εμπειρίας, που τους παρέχει έναν σημαντικό αριθμό πληροφοριών για την ανάπτυξη προσωπικών αστρονομικών μοντέλων (π.χ. βλέπουν τον Ήλιο να κινείται κατά τη διάρκεια της ημέρας), αλλά και στην χρήση γλωσσικών εκφράσεων (π.χ. «Ο Ήλιος ανατέλλει») που ενισχύουν αυτά τα μοντέλα (Kikas, 1998). Επιπλέον, μπορούν να ανευρεθούν αξιοσημείωτες ομοιότητες μεταξύ των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών και των μοντέλων ερμηνείας των αστρονομικών φαινομένων που επικρατούσαν κατά τους αρχαίους και μεσαιωνικούς χρόνους, επιδεικνύοντας παρόμοια πορεία εξέλιξης (Baxter, 1989

Kikas, 1998). Σε γενικές γραμμές, η αδυναμία αντίληψης γεγονότων που λαμβάνουν χώρα εκτός παρατηρήσιμου πεδίου δράσης σε συνδυασμό με την επίδραση της καθημερινής εμπειρίας φαίνεται να προκαλούν την δημιουργία εναλλακτικών μοντέλων ερμηνείας του φαινομένου των εποχών.

### **3.2 ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΝΟΗΣΗ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΩΝ ΕΠΟΧΩΝ**

Η ερευνητική δραστηριότητα δεν έχει σταθεί αποκλειστικά στη μελέτη των αντιλήψεων των μαθητών πάνω στο φαινόμενο των εποχών, αλλά και στην ανεύρεση αποτελεσματικών πρακτικών διδασκαλίας που θα αντιμετωπίσουν τις εναλλακτικές τους ιδέες και θα προάγουν την κατανόηση του φαινομένου και την ανάπτυξη του επιστημονικού μοντέλου ερμηνείας του.

Ο Baxter (1989) υποστηρίζει την καταγραφή των αρχικών αντιλήψεων πάνω σε αστρονομικά φαινόμενα, όπως αυτό των εποχών, από τους ίδιους τους μαθητές, οι οποίες μπορούν να αποτελέσουν αντικείμενο συζήτησης μεταξύ τους στα πλαίσια της ομάδας. Στην συνέχεια, αφού η ομάδα έχει καταλήξει στην επικρατέστερη επεξήγηση, προτείνει την εξέταση της ορθότητάς της από τους ίδιους τους μαθητές μέσω της χρήσης τρισδιάστατων μοντέλων ουράνιων σωμάτων (π.χ τη Γη) φτιαγμένων από σφαίρες πολυστυρενίου, καθώς και φακού που θα αναπαριστά τον Ήλιο. Μέσα από αυτή τη διαδικασία, οι μαθητές αναμένεται να προκαλέσουν οι ίδιοι τις αντιλήψεις τους και να αναθεωρήσουν βάσει της νέας εμπειρίας.

Οι Bakas & Mikropoulos (2003) από η μεριά τους, εφαρμόζοντας διδακτική παρέμβαση μέσω ενός περιβάλλοντος εικονικής πραγματικότητας, στόχευσαν να καταρρίψουν τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών σχετικά με αστρονομικά φαινόμενα, μεταξύ άλλων και το φαινόμενο των εποχών. Επιτρέποντας την αλληλεπίδραση των μαθητών με ρεαλιστικές τρισδιάστατες αναπαραστάσεις, τα αποτελέσματα μετά την παρέμβαση υπήρξαν ενθαρρυντικά, καθώς οι μαθητές υιοθέτησαν συμπαγή επιστημονικά μοντέλα, εγκαταλείποντας τις αρχικές τους ιδέες. Τα εικονικά περιβάλλοντα μάθησης προτείνονται ως κατάλληλα εκπαιδευτικά εργαλεία καθώς διαθέτουν τα εξής χαρακτηριστικά:

1. Αποτελούν κίνητρο μάθησης.

2. Μπορούν να αναπαραστήσουν ακριβέστερα ορισμένα χαρακτηριστικά και διαδικασίες.
3. Επιτρέπουν την λεπτομερή εξέταση ενός αντικειμένου.
4. Ενισχύουν την οικοδόμηση βαθιάς γνώσης βάσει νέων οπτικών των υπό εξέταση φαινομένων.
5. Προσφέρουν την ευκαιρία διδασκαλίας κοστοβόρων, χρονοβόρων και επικίνδυνων θεμάτων.
6. Προωθούν την ενεργητική συμμετοχή.

Οι Tsai & Chang (2005) εφάρμοσαν διδακτική παρέμβαση με τη χρήση εννοιολογικών χαρτων για την αντιμετώπιση των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών σχετικά με το φαινόμενο των εποχών. Στην έρευνά τους συμπεριέλαβαν ομάδα ελέγχου, η οποία διδασκόταν το ίδιο περιεχόμενο με παραδοσιακό τρόπο, ενώ η διδασκαλία στην πειραματική ομάδα περιλάμβανε την χρήση εννοιολογικών χαρτών που προωθούσαν τη διαπραγμάτευση των υπό μελέτη εννοιών σε επίπεδο ομάδας, προσφέροντας την ευκαιρία να εμβαθύνουν τις γνώσεις τους μέσω της σύγκρουσης της παλιάς με την καινούργια εμπειρία.

Στις συνεντεύξεις που ακολούθησαν, φάνηκε πως ένας σημαντικός αριθμός μαθητών και από τις δύο ομάδες εξακολουθούσαν να διατηρούν εναλλακτικές ιδέες πάνω στο φαινόμενο των εποχών. Στην 1<sup>η</sup> συνέντευξη, που πάρθηκε μία εβδομάδα μετά τη διδασκαλία, δεν φάνηκαν θεαματικές διαφορές μεταξύ της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου. Ωστόσο η ανάλυση της 2<sup>ης</sup> συνέντευξης, που πάρθηκε μετά από 2 μήνες, έδειξε εμφανείς διαφορές ανάμεσα στις ομάδες, αφού 25% περισσότεροι μαθητές της πειραματικής ομάδας ήταν σε θέση να ανακαλέσουν τις επιστημονικές εξηγήσεις όπως τις είχαν διδαχθεί σε σχέση με την ομάδα ελέγχου. Στην τελική συνέντευξη που πραγματοποιήθηκε 8 μήνες μετά την παρέμβαση, οι διαφορές κυμαινόταν στα υψηλότερα επίπεδα, αφού μόλις το 22.7% της ομάδας ελέγχου μπορούσε να δώσει επιστημονική εξήγηση για το φαινόμενο των εποχών, σε αντίθεση με την πειραματική ομάδα, όπου πάνω από τους μισούς μαθητές (54.5%) μπορούσαν να ανακαλέσουν το επιστημονικό μοντέλο εξήγησης.

Επομένως, η παρέμβαση μέσω εννοιολογικών χαρτών αν και δεν αποδείχθηκε επαρκής να αποδομήσει τις εναλλακτικές ιδέες στο σύνολο των μαθητών, ξεπέρασε

σε αποτελεσματικότητα την παραδοσιακή διδασκαλία, ιδιαίτερα ως προς το κομμάτι της διατήρησης της γνώσης.

Τέλος, οι Πιλάτου et al. (2008) και οι Λάππα & Σταυρίδου (2009) εφάρμοσαν διδακτική παρέμβαση μέσω ΤΠΕ σε μαθητές της ΣΤ΄ και Ε΄ Δημοτικού αντίστοιχα, αξιοποιώντας το ψηφιακό λογισμικό προσομοίωσης «Πλανήτη Γη» για τη διδασκαλία των εποχών. Στην έρευνα των Πιλάτου et al. (2008), παρ'όλο που στο αρχικό ερωτηματολόγιο λιγότεροι από τους μισούς μαθητές μπορούσαν να επεξηγήσουν το φαινόμενο των εποχών με επιστημονικό τρόπο, μετά τη διδακτική παρέμβαση μέσω ΤΠΕ, οι 37 από τους 46 μαθητές υιοθέτησαν το επιστημονικό μοντέλο ερμηνείας των εποχών. Αντίστοιχα, οι Λάππα & Σταυρίδου (2009) συγκρότησαν 3 ομάδες, εκ των οποίων οι 2 ήταν πειραματικές, πραγματοποιώντας συγκριτική μελέτη μεταξύ της αποτελεσματικότητας της διδασκαλίας μέσω ΤΠΕ και της παραδοσιακής διδασκαλίας. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πως η πλειοψηφία των μαθητών της πειραματικής ομάδας ανέπτυξαν επιστημονικές παραστάσεις για το φαινόμενο των εποχών, σε αντίθεση με την ομάδα ελέγχου, στην οποία αν και παρατηρήθηκε μικρή βελτίωση, οι περισσότεροι μαθητές διατήρησαν τις εναλλακτικές τους ιδέες.

Συνοψίζοντας, η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας δείχνει πως εναλλακτικοί τρόποι διδασκαλίας, οι οποίοι βασίζονται στην οπτικοποίηση/αισθητοποίηση του φαινομένου των εποχών, όπως οι ΤΠΕ, τα τρισδιάστατα μοντέλα και οι οπτικοί χάρτες, παράγουν καλύτερα αποτελέσματα σε σχέση με την παραδοσιακή διδασκαλία, αντιμετωπίζοντας τις εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών και προάγοντας με μεγαλύτερη επιτυχία την ανάπτυξη του επιστημονικού μοντέλου ερμηνείας των εποχών.

Ωστόσο, η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας κατέδειξε την περιορισμένη ερευνητική δραστηριότητα τόσο πάνω στην μελέτη των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών με Μαθησιακές Δυσκολίες σχετικά με το φαινόμενο των εποχών, όσο και στην ανεύρεση αποτελεσματικών πρακτικών διδασκαλίας του φαινομένου για τον συγκεκριμένο μαθητικό πληθυσμό. Η παρούσα λοιπόν έρευνα στρέφεται στους μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες και αναλαμβάνει την κάλυψη ενός μικρού τμήματος από το υφιστάμενο ερευνητικό κενό.

# ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup> : Η ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

### 4.1 ΤΑ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ

Σε πρώτο επίπεδο, η παρούσα έρευνα στοχεύει στη διερεύνηση των εναλλακτικών αντιλήψεων ενός αριθμού μαθητών της Ε΄ Δημοτικού ( $\approx 11$  ετών) τόσο με διεγνωσμένες Μαθησιακές Δυσκολίες (Μ.Δ), όσο και Τυπικής Ανάπτυξης (Τ.Α) σχετικά με το φαινόμενο των εποχών, με σκοπό να ανευρεθούν ενδεχόμενες διαφορές μεταξύ τους. Ως περιοχή έρευνας, η μελέτη των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών Τ.Α έχει αποφέρει πλούσια βιβλιογραφία σε παγκόσμιο επίπεδο. Επομένως, ως προς τις αντιλήψεις των μαθητών Τ.Α, αναμένεται τα ευρήματα να συμφωνούν με τις διεθνώς καταγεγραμμένες ιδέες της βιβλιογραφίας. Ωστόσο, οι αντιλήψεις των μαθητών με Μ.Δ αναφορικά με το φαινόμενο των εποχών αποτελεί συγκριτικά ένα πεδίο περιορισμένης ερευνητικής δραστηριότητας. Το πρώτο ερευνητικό ερώτημα διαμορφώνεται λοιπόν ως εξής:

- 1) Υπάρχουν διαφορές ανάμεσα στις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών με Μ.Δ και των μαθητών Τ.Α σχετικά με το φαινόμενο των εποχών;

Σε δεύτερο επίπεδο, η έρευνα στοχεύει στην εννοιολογική αλλαγή σε σχέση με το φαινόμενο των εποχών από τους μαθητές με Μ.Δ και Τ.Α μέσω εξατομικευμένης παρέμβασης, με τη χρήση λογισμικού προσομοίωσης. Η βιβλιογραφία έχει αναδείξει μια σειρά από εργαλεία διδασκαλίας του φαινομένου των εποχών για μαθητές Τ.Α, όπως ΤΠΕ, γνωστικούς χάρτες και τρισδιάστατα μοντέλα, που σε συνδυασμό με εποικοδομητικές / διερευνητικές μεθόδους διδασκαλίας επιφέρουν επιτυχώς την εννοιολογική αλλαγή. Ωστόσο, δεν έχει διερευνηθεί η επίδραση των συγκεκριμένων εργαλείων - ιδιαίτερα του λογισμικού προσομοίωσης - στην κατανόηση του φαινομένου των εποχών και από τους μαθητές με Μ.Δ αντίστοιχα. Επομένως το δεύτερο ερευνητικό ερώτημα αποτελείται από δύο υποερωτήματα και διατυπώνεται ως εξής:

2.α) Σε ποιό βαθμό η διδακτική παρέμβαση μέσω της χρήσης κατάλληλου λογισμικού προσομοίωσης προωθεί την εννοιολογική αλλαγή ως προς την περιγραφή και την ερμηνεία του φαινομένου των εποχών από τους μαθητές με Μ.Δ σε σχέση με τους μαθητές Τ.Α;

2.β) Ποιές είναι οι διαφορές στην περιγραφή και την ερμηνεία του φαινομένου των εποχών μεταξύ των μαθητών με Μ.Δ και των μαθητών Τ.Α μετά τη διδακτική παρέμβαση μέσω της χρήσης λογισμικού προσομοίωσης;

## **4.2 ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ**

Η έρευνα κινήθηκε στα μεθοδολογικά πλαίσια του ποιοτικού ερευνητικού είδους της μελέτης περίπτωσης, καθώς ο αριθμός των μαθητών δεν ήταν αντιπροσωπευτικός πειραματικής έρευνας ( $n=4$ ), ενώ έμφαση δόθηκε στην λεπτομερή περιγραφή και ανάλυση της διαδικασίας εννοιολογικής αλλαγής μεμονωμένων μαθητών-περιπτώσεων. Ωστόσο, η έρευνα ενσωμάτωσε επιπλέον μεθοδολογικά στοιχεία ημι-πειραματικής έρευνας, καθώς στο σχεδιασμό της συμπεριλήφθηκε διπλός έλεγχος (πριν και μετά την παρέμβαση) στους μαθητές, ενώ παράλληλα στους σκοπούς της προστέθηκε και η σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ των δύο ομάδων μαθητών: τους 2 μαθητές με Μ.Δ ως πειραματική ομάδα και τους 2 μαθητές Τ.Α ως ομάδα ελέγχου. Στην προκείμενη περίπτωση λοιπόν, η ειδοποιός διαφορά μεταξύ των ομάδων δεν έγκειται στην παρέμβαση, εφόσον και στις δύο ομάδες εφαρμόστηκε η ίδια διδασκαλία, αλλά στο είδος του μαθητικού πληθυσμού από τις οποίες συγκροτούνται. Έτσι, την πειραματική ομάδα αντιπροσωπεύουν μαθητές με διεγνωσμένες ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες, ενώ την ομάδα ελέγχου συναποτελούν μαθητές Τ.Α, με χαμηλές, ωστόσο, σχολικές επιδόσεις. Ο συγκεκριμένος σχεδιασμός επιτρέπει την σύγκριση των ιδεών και των επιδόσεων μεταξύ των ομάδων, με σημείο αναφοράς τη διαφορετική τους σύσταση.

Η ερευνητική διαδικασία εκτυλίχθηκε σε τρία στάδια:

Στο 1<sup>ο</sup> στάδιο της έρευνας χορηγήθηκε το αρχικό ερωτηματολόγιο (pre-test) και στους 4 μαθητές, σκοπός του οποίου ήταν η ανάδειξη των προϋπαρχουσών αντιλήψεων τους πάνω στο φαινόμενο των εποχών, αλλά και στο σχήμα και τις

κινήσεις της γης. Επιπλέον, μετά την συμπλήρωση του ερωτηματολογίου, οι μαθητές κλήθηκαν να προσφέρουν περισσότερες διευκρινήσεις πάνω στις απαντήσεις τους, υπό τη μορφή μαγνητοφωνημένης συνέντευξης. Ύστερα, τα δεδομένα του ερωτηματολογίου καταγράφηκαν και αναλύθηκαν και οι συνεντεύξεις απομαγνητοφωνήθηκαν.

Στο 2<sup>ο</sup> στάδιο της έρευνας πραγματοποιήθηκε τρίωρη εξατομικευμένη παρέμβαση στους μαθητές με τη χρήση του εκπαιδευτικού λογισμικού προσομοίωσης «Πλανήτη Γη» του Προγράμματος Νηρηίδες, συγκεκριμένα της ενότητας «Οι εποχές του έτους», στην οποία περιλαμβάνονται τρεις σχετικές προσομοιώσεις. Η διδακτική παρέμβαση μέσω ΤΠΕ πλαισιώθηκε επιπλέον με την χρήση υδρογείου και φακού ως εποπτικά μέσα, τον σχολιασμό εικόνων και την αξιοποίηση εννοιολογικών χαρτών ως μέσα αξιολόγησης.

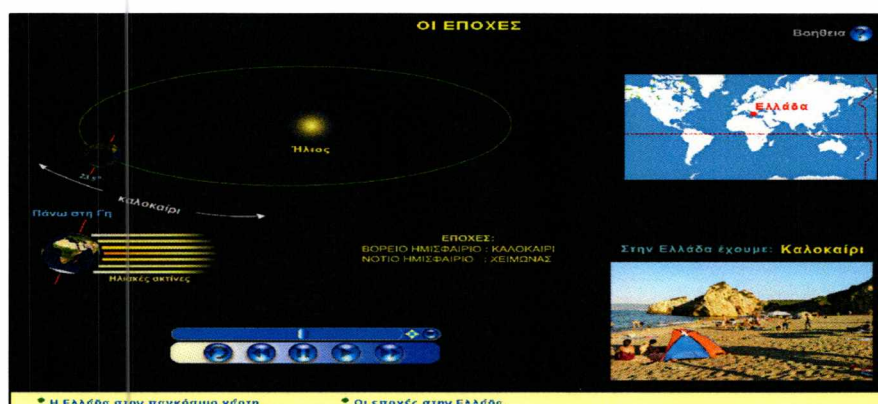
Στο 3<sup>ο</sup> στάδιο της έρευνας χορηγήθηκε με το πέρας μιας εβδομάδας το τελικό ερωτηματολόγιο (post-test), το οποίο διατήρησε τη μορφή του αρχικού ερωτηματολογίου, ώστε να μην παρουσιαστούν θέματα εσωτερικής εγκυρότητας. Σκοπός του ερωτηματολογίου αυτή τη φορά ήταν η αποτύπωση του βαθμού εννοιολογικής αλλαγής στην περιγραφή και την ερμηνεία του φαινομένου των εποχών από τους μαθητές, όπως αναμενόταν να έχει επιτευχθεί με το πέρας της διδακτικής παρέμβασης. Στο τέλος, οι μαθητές κλήθηκαν και πάλι να προσφέρουν τις απαραίτητες διευκρινίσεις πάνω στις απαντήσεις τους υπό τη μορφή συνέντευξης, ώστε να αναδειχθούν αφανείς πτυχές του καινούργιου μοντέλου εξήγησης των εποχών που οικοδόμησαν.

### **4.3 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ**

Η διδακτική παρέμβαση που σχεδιάστηκε να εφαρμοστεί βασιζόταν στην χρήση του εκπαιδευτικού λογισμικού «Πλανήτη Γη» του ερευνητικού προγράμματος Νηρηίδες. Το εν λόγω λογισμικό απευθύνεται σε μαθητές Δημοτικού και προσεγγίζει θέματα που υπάγονται στο μάθημα της Γεωγραφίας και της Μελέτης Περιβάλλοντος. Στην συγκεκριμένη έρευνα αξιοποιήθηκε η ενότητα «Οι εποχές» για τη ΣΤ΄ Δημοτικού, η οποία περιλαμβάνει τρεις εφαρμογές προσομοίωσης:

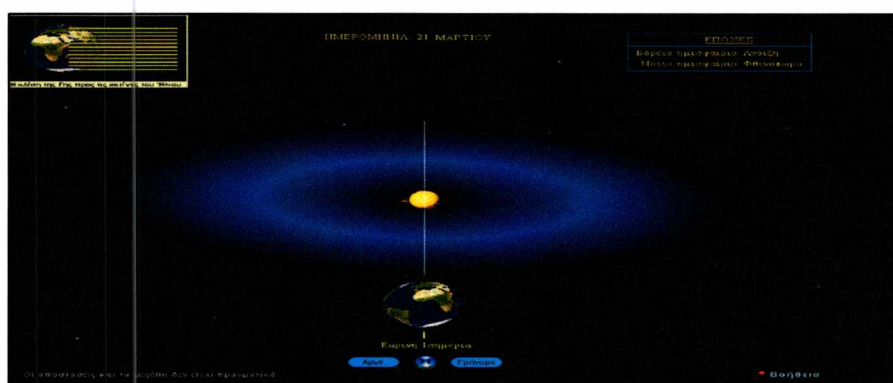


Η 1<sup>η</sup> προσομοίωση («4epoxes») αναπαριστά την περιφορά της Γης γύρω από τον Ήλιο, με σαφή αναφορά στην εναλλαγή των εποχών στα δύο ημισφαίρια ανάλογα με τη θέση της Γης. Στην κάτω αριστερή πλευρά της προσομοίωσης απεικονίζεται η Γη και η κλίση της ηλιακής ακτινοβολίας πάνω στα ημισφαίρια ανά εποχή, ενώ στη δεξιά πλευρά ο χρήστης έχει την επιλογή να εμφανίσει στην οθόνη τη θέση της Ελλάδας στον παγκόσμιο χάρτη και εικόνες από την εποχή που διανύει η Ελλάδα κατά την περιφορά της Γης.



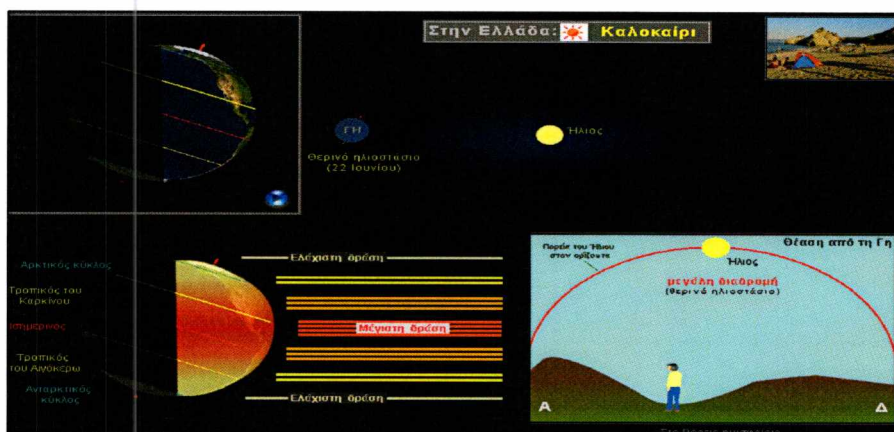
**Εικόνα 1: Προσομοίωση «4epoxes»**

Η 2<sup>η</sup> προσομοίωση («epoxes\_imeres») απεικονίζει την περιφορά της Γης γύρω από τον Ήλιο, με αναφορά στην εναλλαγή των εποχών στα ημισφαίρια αλλά και στα Ηλιοστάσια και τις Ισημερίες, ενώ στο πάνω μέρος της προσομοίωσης σημειώνεται και η μέρα του ημερολογιακού έτους. Στο πάνω αριστερό μέρος της οθόνης, διακρίνεται βοηθητική προσομοίωση η οποία απεικονίζει την κλίση της Γης προς τις ακτίνες του Ηλίου όσο εκείνη περιφέρεται γύρω του.



**Εικόνα 2: Προσομοίωση «epoxes\_imeres»**

Στη 3<sup>η</sup> προσομοίωση («epoxes-klisi») εμφανίζεται η περιφορά της Γης γύρω από τον Ήλιο, με αναφορά στην εναλλαγή των εποχών, στα Ηλιοστάσια και τις Ισημερίες. Στο κάτω αριστερό μέρος της προσομοίωσης διακρίνεται η δράση της ηλιακής ακτινοβολίας στα ημισφαίρια ανά εποχή, ενώ στο πάνω αριστερό μέρος της προσομοίωσης διακρίνεται η κλίση του άξονα της Γης κατά τη διάρκεια της περιφοράς της. Στην άνω δεξιά γωνία της οθόνης παρουσιάζονται εικόνες από την εποχή που διανύει η Ελλάδα κατά την διαρκή περιφορά της Γης. Τέλος, στο κάτω δεξί μέρος της οθόνης προβάλλεται μία ακόμη βοηθητική προσομοίωση, η οποία απεικονίζει την πορεία που ακολουθεί ο Ήλιος στον ουρανό ανά εποχή, όπως αυτή είναι ορατή από το Βόρειο ημισφαίριο της Γης.



**Εικόνα 3: Προσομοίωση «epoxes-klisi»**

Το συγκεκριμένο λογισμικό συνοδεύεται και από σχετικό φύλλο εργασίας, μέσα από το οποίο επιδιώκεται η ανάπτυξη δεξιοτήτων όπως η παρατήρηση, η πρόβλεψη, η σύγκριση και η εξαγωγή συμπερασμάτων, με στόχο την περιγραφή και την ερμηνεία του φαινομένου των εποχών, υπό το πρίσμα της εποικοδομητικής μάθησης. Συγκεκριμένα, οι στόχοι της ενότητας είναι τα παιδιά:

- να μάθουν να συσχετίζουν την περιστροφή της Γης γύρω από τον εαυτό της και την περιφορά της γύρω από τον Ήλιο, με το συνδεδεμένο με τις κινήσεις αυτές φαινόμενο της εναλλαγής των εποχών του έτους, και
- να κατανοήσουν την αιτία της εναλλαγής των εποχών στο βόρειο και νότιο ημισφαίριο της Γης.

#### **4.4 ΤΟ ΔΕΙΓΜΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ**

Οι μαθητές που έλαβαν μέρος στην έρευνα φοιτούσαν στην Ε΄ Τάξη και προέρχονταν από δύο διαφορετικά Δημοτικά Σχολεία του Δήμου Βόλου. Δύο εκ των μαθητών χαρακτηρίζονταν ως μαθητές Τυπικής Ανάπτυξης και φοιτούσαν στην ίδια τάξη, ενώ οι άλλοι δύο χαρακτηρίζονταν ως μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες και φοιτούσαν επίσης στην ίδια τάξη, σε διαφορετικό ωστόσο σχολείο. Η επιλογή των μαθητών πραγματοποιήθηκε με συγκεκριμένα κριτήρια και για τις δύο ομάδες και έπειτα από συνεννόηση με τις εκπαιδευτικούς τόσο των Γενικών Τάξεων, όσο και του Τμήματος Ένταξης.

Οι μαθητές Τ.Α προτάθηκαν από την εκπαιδευτικό και επιλέχθηκαν με βασικό γνώμονα τις χαμηλές τους επιδόσεις, οι οποίες τους κατέτασσαν στο κατώτερο όριο του μαθησιακού προφίλ της τάξης τους. Ο λόγος που επιλέχθηκαν μαθητές με χαμηλές μαθησιακές επιδόσεις ήταν γιατί κατεβλήθη προσπάθεια επίτευξης όσο το δυνατόν πιο ισοδύναμων, άρα και συγκρίσιμων ομάδων. Λαμβάνοντας υπόψιν πως σκοπός της έρευνας αποτελεί και η σύγκριση μεταξύ των ομάδων, η επιλογή μαθητών Τ.Α με ικανοποιητικές επιδόσεις σε αντιστοιχία με τους μαθητές με Μ.Δ, οι οποίοι εξ ορισμού αντιμετωπίζουν προβλήματα μάθησης, θα μπορούσε να προεξοφλήσει τα αποτελέσματα της σύγκρισης και να θέσει σε κίνδυνο την εγκυρότητα της έρευνας.

Οι μαθητές με Μ.Δ επιλέχθηκαν με βασικό κριτήριο την ύπαρξη επίσημης διάγνωσης από Κέντρο Διαφοροδιάγνωσης Διάγνωσης και Υποστήριξης (ΚΕΔΔΥ), που πιστοποιούσε το είδος των ειδικών εκπαιδευτικών αναγκών τους. Οι εκπαιδευτικές ανάγκες που ήταν συμβατές με τους σκοπούς της έρευνας περιελάμβαναν όλες τις μορφές Ειδικών Μαθησιακών Δυσκολιών, τόσο στη Γλώσσα, όσο και στα Μαθηματικά. Από τους συγκεκριμένους μαθητές που επιλέχθηκαν, ο πρώτος αντιμετώπιζε ένα ευρύ φάσμα μαθησιακών δυσκολιών και η δεύτερη είχε διάγνωση Δυσλεξίας, ενώ και οι δύο μαθητές φοιτούσαν στο Τμήμα Ένταξης του Σχολείου.

Ακολουθεί σύντομη περιγραφή του μαθησιακού προφίλ των 4 μαθητών.

- 1) Ο Μαθ.1 είναι μαθητής Τ.Α ο οποίος φοιτά στην Ε΄ Δημοτικού, στα πλαίσια της Γενικής Τάξης. Τα μαθησιακά του προβλήματα εντάσσονται στο κατώτερο όριο του φάσματος των εκπαιδευτικών αναγκών που μπορούν να

ανευρεθούν σε μια τυπική τάξη. Ωστόσο, οι δυσκολίες που εμφανίζει επηρεάζουν, σύμφωνα με την εκπαιδευτικό, αρνητικά τη διαδικασία μάθησης, ενώ ενδέχεται να συσχετίζονται και με τις ήπιες διαταρακτικές συμπεριφορές που εμφανίζει εντός τάξης.

Συγκεκριμένα, ο μαθητής αντιμετωπίζει μεγαλύτερες δυσκολίες στο γνωστικό αντικείμενο των Μαθηματικών, για τα οποία δείχνει σημάδια αποστροφής, ενώ στη Γλώσσα έχει σαφώς καλύτερη επίδοση, χωρίς ωστόσο αυτή να μπορεί να χαρακτηριστεί επαρκής. Αν και η αναγνωστική του ικανότητα είναι ικανοποιητική, η παραγωγή γραπτού λόγου αποτελεί μεγάλη πρόκληση για το μαθητή, ενώ ο εκφραστικός προφορικός του λόγος δεν εμφανίζει προβλήματα, παρ' όλο που το επίπεδο κατανόησής του είναι μέτριο.

Στο μάθημα των Φυσικών, αν και ενθουσιάζεται με τις ενεργητικές δραστηριότητες και τα πειράματα και επιθυμεί να συμμετέχει σε αυτά, όταν η διδασκαλία δεν τα συμπεριλαμβάνει και δίνεται έμφαση στην επίλυση των ασκήσεων, ο μαθητής παύει σταδιακά να δείχνει ενδιαφέρον, γεγονός που συνδράμει στις χαμηλές του επιδόσεις. Ωστόσο, σύμφωνα και με τον ίδιο το μαθητή, οι Φυσικές Επιστήμες αποτελούν ένα από τα αγαπημένα του μαθήματα.

- 2) Η Μαθ.2 είναι μαθήτρια Γ.Α η οποία φοιτά στην Ε΄ Δημοτικού, στα πλαίσια της Γενικής Τάξης, μαζί με το Μαθ1. Αν και τα μαθησιακά της προβλήματα είναι εντονότερα από του Μαθ.1 εντάσσονται επίσης στο κατώτερο όριο του φάσματος των εκπαιδευτικών αναγκών που μπορούν να ανιχνευθούν σε μια τυπική τάξη.

Οι δυσκολίες της εστιάζονται σε μεγάλο βαθμό στο πεδίο της Γλώσσας, ιδιαίτερα στον αργό ρυθμό ανάγνωσης της και στο περιορισμένο της λεξιλόγιο, ενώ ο προφορικός της λόγος παρουσιάζει προβλήματα σε επίπεδο έκφρασης.

Στα μαθηματικά αντιμετωπίζει επίσης δυσκολίες, ενώ στο μάθημα των Φυσικών η συμμετοχή της είναι περιορισμένη, αν και της αρέσουν τα πειράματα και οι ενεργητικές δραστηριότητες που κάνουν στη τάξη της. Στην περιορισμένη της συμμετοχή ίσως συμβάλλουν και τα γλωσσικά της προβλήματα, αφού το μάθημα των Φυσικών Επιστημών απαιτεί την κατανόηση και την απομνημόνευση ενός διακριτού τύπου ορολογίας. Ωστόσο,



η ίδια η μαθήτρια παραδέχεται πως της αρέσει το μάθημα των Φυσικών Επιστημών.

- 3) Η Μαθ.3 είναι μαθήτρια με Μ.Δ, η οποία φοιτά στη Ε΄ Τάξη Δημοτικού. Η μαθήτρια διαθέτει διάγνωση από ΚΕΔΔΥ, το οποίο πιστοποιεί την ύπαρξη Ειδικών Μαθησιακών Δυσκολιών, συγκεκριμένα Δυσλεξίας. Παρακολουθεί το Τμήμα Ένταξης του σχολείου της 3 ώρες εβδομαδιαίως, τόσο στη Γλώσσα, όσο και στα Μαθηματικά. Οι δυσκολίες που παρουσιάζει είναι χαρακτηριστικές της Δυσλεξίας.

Στη Γλώσσα, το αναγνωστικό της επίπεδο είναι χαμηλότερο του αναμενόμενου όσον αφορά την αναγνωστική ευχέρεια αλλά και την κατανόηση, ενώ ο γραπτός της λόγος εμφανίζει προβλήματα τόσο στην παραγωγή και το λεξιλόγιο, όσο και στην ορθογραφία και τη γενική του εικόνα. Ο προφορικός της λόγος, σε αντίθεση με το γραπτό, κινείται σε αρκετά ικανοποιητικά επίπεδα, τόσο σε εκφραστικό, όσο και σε προσληπτικό επίπεδο.

Στα μαθηματικά εμφανίζει επίσης ορισμένες δυσκολίες, σε μικρότερο βαθμό απότι στη Γλώσσα, ενώ στο μάθημα των Φυσικών, το οποίο παρακολουθεί στα πλαίσια της Γενικής Τάξης, εμφανίζει δυσκολίες που συσχετίζονται με το γλωσσικό μέρος του μαθήματος και με τη διάκριση των φυσικών εννοιών. Η ίδια η μαθήτρια βρίσκει το μάθημα των Φυσικών Επιστημών μετρίου ενδιαφέροντος, θέτωντας το ωστόσο σε ευνοϊκότερη θέση από τη Γλώσσα και τα Μαθηματικά.

- 4) Ο Μαθ.4 είναι μαθητής με Μ.Δ, ο οποίος φοιτά στην Ε΄ Τάξη Δημοτικού, μαζί με τη Μαθ.3. Ο μαθητής διαθέτει διάγνωση από ΚΕΔΔΥ, βάσει της οποίας αναγνωρίζεται πως αντιμετωπίζει Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες, μη συγκεκριμένου τύπου (π.χ δυσλεξία, δυσαριθμησία κ.α). Παρακολουθεί το Τμήμα Ένταξης του σχολείου 3 ώρες εβδομαδιαίως, στη Γλώσσα και τα Μαθηματικά, ενώ δέχεται και εκτάκτως υποστήριξη από την εκπαιδευτικό πάνω σε επιπλέον μαθήματα, όπως η Ιστορία. Οι δυσκολίες που αντιμετωπίζει είναι εντονότερες στη Γλώσσα, αν και δεν περιορίζονται μονάχα σε ένα γνωστικό αντικείμενο.

Στη Γλώσσα, το αναγνωστικό επίπεδο του μαθητή είναι χαμηλότερο του τυπικού όσον αφορά την ευχέρεια, ενώ η αναγνωστική κατανόηση είναι από τις σοβαρότερες δυσκολίες του. Ως προς τον γραπτό λόγο, ο μαθητής έχει φτωχό εκφραστικό επίπεδο και η γενική εικόνα του γραπτού του φαίνεται ακατάστατη. Στον προφορικό λόγο αντιμετωπίζει προβλήματα στην έκφραση, ώστε ακόμα και αν γνωρίζει την απάντηση σε κάποιο ερώτημα, δυσκολεύεται να τη διατυπώσει σωστά.

Στα Μαθηματικά αντιμετωπίζει επίσης δυσκολίες, που συνδέονται και με τα γλωσσικά του προβλήματα, ενώ στο μάθημα των Φυσικών, το οποίο παρακολουθεί εντός Γενικής Τάξης, η συμμετοχή του είναι περιορισμένη και δυσκολεύεται συχνά να κατανοήσει και να απομνημονεύσει φυσικούς όρους. Παρ' όλα αυτά, η στάση του μαθητή προς το μάθημα των Φυσικών Επιστημών κινείται σε θετικά επίπεδα. Γενικά, πρόκειται για έναν μαθητή που χρειάζεται ενθάρρυνση για να συμμετάσχει ενεργά στο μάθημα, καθώς οι μαθησιακές δυσκολίες που αντιμετωπίζει τον επηρεάζουν σε επίπεδο κινήτρων και αυτοαποτελεσματικότητας.

Τέλος, το κοινό κριτήριο συμμετοχής για όλους τους μαθητές ήταν να μην έχουν διδαχθεί το φαινόμενο των εποχών στα πλαίσια της επίσημης εκπαίδευσης. Το φαινόμενο των εποχών εισάγεται επίσημα στην ύλη του ΑΠΣ της Γεωγραφίας της ΣΤ' Τάξης Δημοτικού, στα πλαίσια της ενότητας «Η Γη ως ουράνιο σώμα». Επομένως οι μαθητές της Ε' Τάξης που αποτέλεσαν το δείγμα της έρευνας δεν είχαν διδαχθεί επίσημα το συγκεκριμένο φαινόμενο.

#### **4.5 ΤΟ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ**

Το εν λόγω γραπτό ερωτηματολόγιο (βλ. Παράρτημα) σχεδιάστηκε σύμφωνα με τα πρότυπα και τα ευρήματα που έχουν θέσει οι προϋπάρχουσες έρευνες πάνω στη διερεύνηση των εναλλακτικών αντιλήψεων των παιδιών για το φαινόμενο των εποχών. Επομένως, για τον σχεδιασμό του ερωτηματολογίου αξιοποιήθηκαν ερωτήσεις που έχει φανεί από την ανασκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας πως μπορούν να αναδείξουν αποτελεσματικά τις ιδέες των μαθητών πάνω στο υπό μελέτη

θέμα, ενώ ευρήματα που έχουν επιβεβαιωθεί από την πλειοψηφία των ερευνών εντάσσονται ως πιθανές απαντήσεις σε ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής.

Μάλιστα, το ερωτηματολόγιο δεν στόχευε αποκλειστικά στην ανίχνευση των αρχικών ιδεών των μαθητών πάνω στο φαινόμενο των εποχών, αλλά και στο σχήμα και τις κινήσεις της Γης. Παρ'όλο που οι αντιλήψεις των μαθητών πάνω στο σχήμα και τις κινήσεις της Γης δεν υπήρξαν το κύριο θέμα προς μελέτη αυτής της έρευνας, θεωρώντας πως προηγούνται ως έννοιες του φαινομένου των εποχών, κρίθηκε σκόπιμη η συμπληρωματική διερεύνηση τους. Σε περίπτωση ανίχνευσης σχετικών εναλλακτικών ιδεών, σχεδιαζόταν να εφαρμοστεί μια σύντομη, εισαγωγική διδακτική προσέγγιση των εν λόγω εννοιών, ώστε να μπορέσουν οι μαθητές να μεταβούν ομαλά στο φαινόμενο των εποχών.

Παράλληλα, η μελέτη της σχετικής ερευνητικής δραστηριότητας έχει αναδείξει τις επιμέρους ασυμφωνίες μεταξύ των ερευνητών ως προς τη μορφή των ερωτήσεων και τα αποτελέσματα που μπορούν να επιφέρουν στην έρευνα. Συγκεκριμένα, οι Vosniadou & Brewer (1992) αξιοποίησαν ερωτήσεις κλειστού αλλά και παραγωγικού τύπου, καθώς και τον σχεδιασμό σχημάτων για την ανίχνευση των ιδεών των μαθητών για το σχήμα της Γης. Μάλιστα, σε μεταγενέστερη έρευνα, οι Vosniadou, Skopeliti & Ikospentaki (2004) υποστήριξαν πως ο ιδανικός τρόπος ανάδειξης των ιδεών των παιδιών είναι η χρήση παραγωγικών ερωτημάτων και ο σχεδιασμός σχημάτων που, σε αντίθεση με τις κλειστές ερωτήσεις, διασφαλίζουν πως οι απαντήσεις τους δεν αποτελούν απλή παράθεση πολιτισμικά μεταδιδόμενων γνώσεων.

Κριτική σε αυτή τη μεθοδολογία άσκησαν οι Nobes, Martin & Panagiotaki (2005), οι οποίοι ισχυρίστηκαν πως ο σχεδιασμός σχημάτων μπορεί να οδηγήσει σε λανθασμένα ερευνητικά συμπεράσματα για τις ιδέες των μαθητών, καθώς μέχρι και στην ύστερη παιδική ηλικία, οι μαθητές συχνά δεν είναι σε θέση να παράξουν ρεαλιστικές απεικονίσεις (π.χ τη σφαιρικότητα της Γης). Επιπλέον, υποστήριξαν πως οι ανοιχτού τύπου, παραγωγικές ερωτήσεις μπορούν να παρερμηνευθούν από τα παιδιά και να δοθούν απαντήσεις που δεν ανταποκρίνονται στις πραγματικές τους αντιλήψεις. Οι Nobes, Martin & Panagiotaki (2005), Panagiotaki, Nobes & Banerjee (2006) και Staatmeier, van der Maas & Jansen (2008) εφάρμοσαν τη μέθοδο των ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής, με την επιλογή μεταξύ σχημάτων και τρισδιάστατων μοντέλων,



η οποία όμως δέχθηκε επίσης κριτική από τις Vosniadou, Skopeliti & Ikospentaki (2004), ως προς το ότι εμποδίζει την ενδότερη διερεύνηση των αντιλήψεων των μαθητών εξετάζοντας κυρίως την αναγνώριση της σωστής απάντησης.

Ο Dunlop (2000) δόμησε το ερωτηματολόγιο της έρευνας του βάσει ερωτήσεων που ζητούσαν από τους μαθητές να σχεδιάσουν σχήματα απεικόνισης πάνω στα υπό μελέτη αστρονομικά φαινόμενα και να τα σχολιάσουν, υποστηρίζοντας πως τέτοιου τύπου ερωτήσεις αποφέρουν 41% περισσότερες σωστές απαντήσεις σε σχέση με τις ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής. Οι Diakidoy & Kendeou (2001) χρησιμοποίησαν ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής στη βάση του ερωτηματολογίου που σχεδιάστηκε από τους Vosniadou & Brewer (1992), θεωρώντας αυτό το τύπο ερωτήσεων πρακτικό και αποτελεσματικό στην αξιολόγηση του βαθμού στον οποίο οι μαθητές χρησιμοποιούν και κατανοούν τις επιστημονικές εξηγήσεις. Ο Trumber (2001a,b) αξιοποίησε στις έρευνές του ερωτηματολόγια βάσει ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής, όπως και οι Bakas & Mikropoulos (2003), ενώ οι Λάππα & Σταυρίδου (2009) συμπεριέλαβαν στο ερωτηματολόγιό τους ένα φάσμα τύπων ερωτήσεων, όπως παραγωγικές ερωτήσεις, ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής αλλά και σχεδιασμού σχημάτων.

Λαμβάνοντας υπόψιν τις διαφορετικές τάσεις της βιβλιογραφίας, το εν λόγω γραπτό ερωτηματολόγιο δομήθηκε με βάση 10 ερωτήσεις, οι οποίες ποικίλαν σε μορφή: ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, ανοιχτές/παραγωγικές ερωτήσεις, σχεδιασμός επεξηγηματικού σχήματος. Οι ερωτήσεις θα μπορούσαν να κατηγοριοποιηθούν με βάση το περιεχόμενό τους σε αυτές που εξετάζουν τις αρχικές ιδέες των μαθητών στο σχήμα και τις κινήσεις της Γης (ερωτήσεις 1-4) και σε αυτές που εξετάζουν το υπό μελέτη θέμα, το φαινόμενο των εποχών (ερωτήσεις 5-10).

Συγκεκριμένα, ως προς την ανίχνευση των ιδεών των μαθητών πάνω στο σχήμα και τις κινήσεις της Γης, η 1<sup>η</sup> ερώτηση επιδιώκει να αποκαλύψει την αντίληψη των μαθητών πάνω στο σχήμα της Γης, καλώντας τους να επιλέξουν ανάμεσα σε πέντε διαφορετικά σκίτσα της Γης. Η δομή της ερώτησης βασίστηκε στην έρευνα των Vosniadou & Brewer (1992), αφού οι απαντήσεις που προσφέρονται ως πιθανές προέρχονται από την ανάλυση των κυρίων εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών που ανιχνεύθηκαν από τους συγκεκριμένους ερευνητές. Η 2<sup>η</sup> ερώτηση πολλαπλής επιλογής, η οποία επίσης λαμβάνει έρεισμα από τα αντίστοιχα ευρήματα των Vosniadou & Brewer (1992), επιδιώκει να ανιχνεύσει την αντίληψη των μαθητών ως

προς το πού βρίσκονται οι άνθρωποι στη Γη, αντίληψη η οποία συνδέεται έμμεσα και με την εικόνα που διαθέτουν οι μαθητές για το σχήμα της Γης.

Στη 3<sup>η</sup> ερώτηση, οι μαθητές καλούνται να επιλέξουν ανάμεσα σε πέντε σκίτσα, που απεικονίζουν την πορεία του ανθρώπου σε διαφορετικές εκδοχές της Γης αν περπατούσε σε ευθεία γραμμή για πολλές μέρες. Και εδώ επιχειρείται η γνωστοποίηση της αντίληψης των μαθητών για το σχήμα της Γης, αφού ανάλογα με το μοντέλο της Γης που έχουν εσωτερικεύσει αναμένεται να δώσουν και την αντίστοιχη απάντηση. Η δομή της ερώτησης βασίστηκε σε αντίστοιχη ερώτηση των Staatmeier, van der Maas & Jansen (2008), οι οποίοι στηρίχθηκαν στα ευρήματα των προκατόχων τους Vosniadou & Brewer (1992). Στη 4<sup>η</sup> ερώτηση, οι μαθητές καλούνται να απαντήσουν σε δύο υποερωτήματα κλειστού τύπου πάνω στην κίνηση της Γης και του Ηλίου και να σχεδιάσουν ένα σχήμα που να απεικονίζει τις απόψεις τους. Στόχος της εν λόγω ερώτησης, η οποία βασίστηκε σε αντίστοιχη ερώτηση του Dunroil (2000), ήταν να ανιχνευθεί το κοσμολογικό μοντέλο που ακολουθούν οι μαθητές (Ηλιοκεντρικό/Γεωκεντρικό) και η ενδεχόμενη γνώση εκ μέρους τους των διαφορετικών κινήσεων που επιτελεί η Γη.

Ως προς το κύριο μέρος του ερωτηματολογίου, που σχετίζεται με το υπό μελέτη φαινόμενο των εποχών, η 5<sup>η</sup> ερώτηση ζητά από τους μαθητές την απλή παράθεση των 4 εποχών του έτους, ώστε να διαφωτιστεί πως τις γνωρίζουν πριν ξεκινήσει η παρέμβαση. Η 6<sup>η</sup> ερώτηση είναι πολλαπλής επιλογής και επιδιώκει να ανιχνεύσει τις ιδέες των μαθητών πάνω στο λόγο που το καλοκαίρι κάνει περισσότερη ζέστη σε σχέση με το χειμώνα, ενώ οι πιθανές απαντήσεις που προσφέρονται στηρίζονται στα συχνότερα ευρήματα των αντιστοιχών ερευνών πάνω στις αντιλήψεις των μαθητών για το φαινόμενο των εποχών (Baxter, 1989 · Sharp, 1996 · Trumber 2001a · Trumber 2001b · Bakas & Mikropoulos, 2003). Στην 7<sup>η</sup> ερώτηση πολλαπλής επιλογής διερευνώνται οι απόψεις των μαθητών πάνω στα αίτια δημιουργίας των εποχών, με τις πιθανές απαντήσεις που τους προσφέρονται να προέρχονται και πάλι από συχνά ευρήματα των αντιστοιχών ερευνών.

Στην 8<sup>η</sup> ερώτηση πολλαπλής επιλογής, η οποία προήλθε από την έρευνα των Bakas & Mikropoulos (2003), επιδιώκεται η ανίχνευση των ιδεών των μαθητών πάνω στην αιτία ύπαρξης του ψυχρού κλίματος των Πόλων, ενός τοπικού φαινομένου που συνδέεται με το φαινόμενο των εποχών ως προς τη σχέση του με την γωνία

πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας. Στην 9<sup>η</sup> ερώτηση, η οποία βασίστηκε στο ερωτηματολόγιο των Λάππα & Σταυρίδου (2009), επιχειρείται η εξακρίβωση των ιδεών των μαθητών ως προς την ύπαρξη διαφορετικών εποχών στα ημισφαίρια μέσω δύο υποερωτήσεων, κλειστού και ανοιχτού τύπου. Τέλος, η 10<sup>η</sup> ανοιχτού τύπου ερώτηση, η οποία επίσης βασίστηκε στην έρευνα των Λάππα & Σταυρίδου (2009), συσχετίζεται με τις προηγούμενες ερωτήσεις πάνω στο φαινόμενο των εποχών, καθώς οι μαθητές καλούνται να αναδείξουν την αιτία δημιουργίας των εποχών, λαμβάνοντας υπόψιν το αποτέλεσμα που θα επέφερε η απουσία της.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>: ΟΙ ΦΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ Η ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ**

### **5.1 1<sup>ο</sup> ΣΤΑΔΙΟ: ΑΡΧΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ - ΑΝΑΛΥΣΗ**

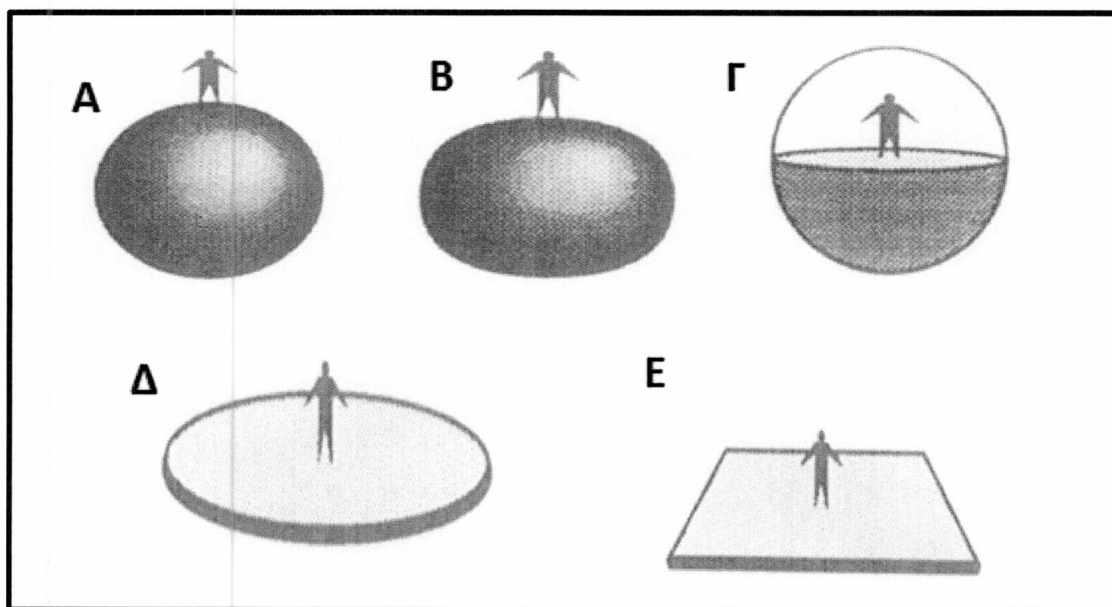
Στο 1<sup>ο</sup> στάδιο της έρευνας χορηγήθηκε στους μαθητές, σε ατομικό επίπεδο, το αρχικό ερωτηματολόγιο (pre-test), μέσω του οποίου επιδιώχθηκε η ανάδειξη των προϋπαρχουσών αντιλήψεών τους πάνω στο φαινόμενο των εποχών. Ύστερα από την συμπλήρωση του ερωτηματολογίου ακολούθησε μαγνητοφωνημένη συνέντευξη, κατά την οποία οι μαθητές κλήθηκαν να προσφέρουν διευκρινήσεις πάνω στις απαντήσεις τους.

Λαμβάνοντας υπόψιν τις αρχές του εποικοδομητικού μοντέλου μάθησης, η ανίχνευση των αρχικών ιδεών των μαθητών συνιστά απαραίτητη προϋπόθεση του αποτελεσματικού σχεδιασμού της διδασκαλίας, καθώς οι επιπτώσεις τους στην οικοδόμηση των εννοιών από τους μαθητές είναι καθοριστική. Άλλωστε, έχει παρατηρηθεί πως οι αρχικές ιδέες των μαθητών είναι σε σημαντικό βαθμό σταθερές και είναι δυνατόν να διατηρηθούν και μετά τη διδασκαλία, ενώ συχνά διαπλέκονται με τις διδασκόμενες έννοιες και συνδράμουν στο τελικό προϊόν της μάθησης (Ψύλλος, 1988). Ως εκ τούτου, είναι σημαντικό να γνωρίζει ο εκπαιδευτικός ποιές εναλλακτικές ιδέες καλείται να αντιμετωπίσει ώστε οι μαθητές του να οικοδομήσουν το επιστημονικό μοντέλο εξήγησης των φυσικών φαινομένων.

Στην συνέχεια παρατίθεται η ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών στο αρχικό ερωτηματολόγιο και των απομαγνητοφωνημένων διευκρινίσεών τους.

## ΕΡΩΤΗΣΗ 1<sup>η</sup>

*Ποιό απο αυτά μοιάζει με τη Γη;*



Εικόνα 4: Οι επιλογές των μαθητών στην ερώτηση 1<sup>η</sup>

## ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ

Όλοι οι μαθητές επέλεξαν ως απάντηση το **σκίτσο Α**, το οποίο απεικονίζει τη Γη ως σφαιρικό κοσμικό σώμα. Φαίνεται λοιπόν ότι οι μαθητές και των δύο μαθητικών πληθυσμών έχουν εσωτερικεύσει το συγκεκριμένο μοντέλο της Γης και δέχονται ότι το σχήμα της είναι σφαιρικό, επικαλούμενοι την κυρίαρχη πολιτισμική αντίληψη, η οποία είναι προσεγγίσιμη σε αυτούς μέσω της επαφής τους τόσο με τον κοινωνικό τους περιγύρο όσο και τα Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης.

Το εύρημα αυτό συνάδει με τα αντίστοιχα ευρήματα της έρευνας των Staatmeier, van der Maas & Jansen (2008), στην οποία επίσης καλούνταν οι μαθητές να επιλέξουν το σκίτσο της Γης με το οποίο συμφωνούσαν. Στην πιλοτική φάση της έρευνας, οι μαθητές άνω των 10 ετών διέθεταν σημαντικά περισσότερες γνώσεις για το σχήμα της Γης σε σχέση με τα παιδιά μικρότερης ηλικίας. Επιπλέον, στην κύρια έρευνα τα αποτελέσματα έδειξαν πως οι απαντήσεις του 81% του δείγματος πάνω στο σχήμα της Γης συμφωνούσαν με το επιστημονικό μοντέλο. Φαίνεται επίσης ότι ως προς στο σχήμα της Γης, δεν ανευρίσκονται διαφορές ανάμεσα στις αντιλήψεις των μαθητών Τ.Α και μαθητών με Μ.Δ.

## ΕΡΩΤΗΣΗ 2<sup>η</sup>

*Πού ζούνε οι άνθρωποι;*

- A. Σε ολόκληρη την επιφάνεια της Γης.
- B. Μόνο στο πάνω κομμάτι της Γης.
- Γ. Στο εσωτερικό της Γης.
- Δ. Αλλού (γράψε ό,τι νομίζεις).....

## ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ

- I.** Ο Μαθ.1 πίστευε πως οι άνθρωποι ζούνε «μόνο στο πάνω κομμάτι της Γης» (το ανώτερο κομμάτι του Βορείου ημισφαιρίου), με τη λογική πως οι άνθρωποι δεν θα μπορούσαν να μένουν στην υπόλοιπη Γη, αλλιώς θα έπεφταν. Φαίνεται πως ο Μαθ.1 δεν έχει εντάξει το νόμο της βαρύτητας στην συλλογιστική του, ακόμα και αν έχει επεξεργαστεί προηγουμένως χάρτες και υδρόγειους, στα οποία μπορεί να διακρίνει την ύπαρξη περιοχών που κατοικούνται σε ολόκληρο το μήκος και το πλάτος της επιφάνειας της Γης. Επιπλέον, η απάντηση του μαθητή αποδεικνύεται σύμφωνη με την εικόνα του για το σχήμα της Γης, εφόσον ο συλλογισμός του ως προς το που μένουν οι άνθρωποι στη Γη συνάδει με την έννοια της σφαιρικότητας της, όπως την εξέφρασε στην 1<sup>η</sup> ερώτηση.

Οι διευκρινίσεις που έδωσε στην συνέχεια ο μαθητής επιβεβαιώνουν την γραπτή του απάντηση:

*ΕΡ: Μου έχεις γράψει (στο ερωτηματολόγιο) «στο πάνω κομμάτι της Γης».*

*Δηλαδή πού ακριβώς, αν μου δείξεις εδώ πάνω (στίχο της Γης), πού ζούνε οι άνθρωποι;*

*Μαθ.1: Στο τέτοιο (δείχνοντάς μόνο το πάνω κομμάτι της Γης).....δεν μένουν δηλαδή εδώ ή έτσι (δείχνοντας την υπόλοιπη επιφάνεια της Γης)....*

- II.** Η Μαθ.2 έδωσε διαφορετική απάντηση («οι άνθρωποι ζούνε σε ολόκληρη την επιφάνεια της Γης»), εντούτοις, οι διευκρινίσεις που προσέφερε ύστερα

απέδειξαν πως κινείτο στην ίδια λογική με το Μαθ.1, υποδεικνύοντας πως οι άνθρωποι ζούνε μόνο στο ανώτερο κομμάτι της Γης, σε αντίθεση με την απάντηση που επέλεξε:

*EP: Πού ζούνε οι άνθρωποι; Σε ολόκληρη την επιφάνεια της Γης έχεις απαντήσει ε; Σωστά;*

*Μαθ.2: Μμμ...*

*EP: Δηλαδή για δείξε μου εδώ πέρα που είναι η Γη (στο σκίτσο της Γης) που θα ζούσανε;*

*Μαθ.2: Εδώ (δείχνοντας αόριστα τη Γη)...*

*EP: Παντού; Μόνο εδώ (πάνω κομμάτι της Γης); Σε όλη την επιφάνεια; Που θα ζούσαν; Για δείξε μου...*

*Μαθ.2: Μόνο εδώ (δείχνοντας το πάνω κομμάτι της Γης)...*

*EP: Μόνο εδώ;*

*Μαθ.2: Ναι....*

*EP: Άρα μόνο στο πάνω κομμάτι της;*

*Μαθ.2: Ναι....*

- III.** Αντίθετα η Μαθ.3 απάντησε πως οι άνθρωποι μένουν **«σε ολόκληρη την επιφάνεια της Γης»**, ενώ και στις διευκρινίσεις που ακολούθησαν έδειξε με το χέρι της ολόκληρη την επιφάνεια του σκίτσου της Γης, δίχως να δείξει σημάδια αμφιβολιών ή δισταγμού:

*EP: Πού ζούνε οι άνθρωποι; Σε ολόκληρη την επιφάνεια της Γης μου έχεις πει...δηλαδή για δείξε μου εδώ πέρα που είναι η Γη, πού θα ζούνε;*

*Μαθ.3: Εδώ (δειχνοντάς ολόκληρη την επιφάνεια της Γης στο σκίτσο).*

- IV.** Ο Μαθ.4 από τη μεριά του, στην αρχή επέλεξε ως απάντηση πως οι άνθρωποι ζούνε **«μόνο στο πάνω κομμάτι της Γης»**, δείχνοντας πως ούτε εκείνος είχε

εντάξει στην λογική του την επίδραση του νόμου της βαρύτητας. Ωστόσο, κατά τη διαδικασία των διευκρινίσεων, ο μαθητής συνειδητοποίησε πως οι άνθρωποι δεν περιορίζονται μόνο στο πάνω κομμάτι της Γης και άλλαξε από μόνος του την απάντησή του:

*EP: Λοιπόν, που ζούνε οι άνθρωποι...«μόνο στο πάνω κομμάτι» (απάντηση μαθητή), δηλαδή για δείξε μου εδώ πέρα (στο σκίτσο της Γης) που θα μένανε με το δάχτυλο για να καταλάβω...μου λες μόνο στο πάνω κομμάτι, πού δηλαδή, για δείξε μου εδώ πέρα...*

*Μαθ.4:.....σε όλη τη Γη....*

*EP: Σε όλη...;*

*Μαθ.4: Ναι....*

*EP: Άρα, μένουν μόνο στο πάνω κομμάτι ή σε όλη τη Γη....;*

*Μαθ.4: Σε όλη τη Γη....*

Αναφορικά με τα ευρήματα που ανέκυψαν από αυτή την ερώτηση, φάνηκε πως και οι δύο μαθητές Τ.Α πίστευαν πως οι άνθρωποι ζούνε αποκλειστικά στο πάνω κομμάτι της Γης, σε αντίθεση με τα ερεθίσματα που ενδεχομένως να λαμβάνανε από υλικά όπως οι χάρτες και η υδρόγειος, τα οποία απεικονίζουν τη Γη κατοικημένη στην ολότητά της, ή από τον κοινωνικό τους περίγυρο και τα μέσα πληροφόρησης. Η αντίληψη πως οι άνθρωποι δεν μπορούν να κατοικούν πάνω σε μια σφαίρα, παρά μόνο στο ανώτερο μέρος της, συνάδει με την καθημερινή τους εμπειρία. Τα παιδιά μπορούν να παρατηρήσουν στην καθημερινότητά τους πως είναι πρακτικά αδύνατο να ισορροπήσει ένα σώμα πάνω σε κάποιο σφαιρικό αντικείμενο. Γνωρίζοντας όμως πως οι άνθρωποι κατοικούν πάνω στη σφαιρική αυτή Γη, προσπάθησαν ενδεχομένως να συνδυάσουν τη γνώση που είχαν με την αντίληψη που διέθεταν, υποστηρίζοντας πως μόνο στο ανώτερο κομμάτι της μπορούν να «ισορροπήσουν», επομένως οι άνθρωποι κατοικούν αποκλειστικά και μόνο εκεί.

Αντίθετα, οι μαθητές με Μ.Δ πίστευαν ορθώς πως οι άνθρωποι κατοικούν σε ολόκληρη την επιφάνεια της Γης και δεν παρασύρθηκαν από τα ερεθίσματα της



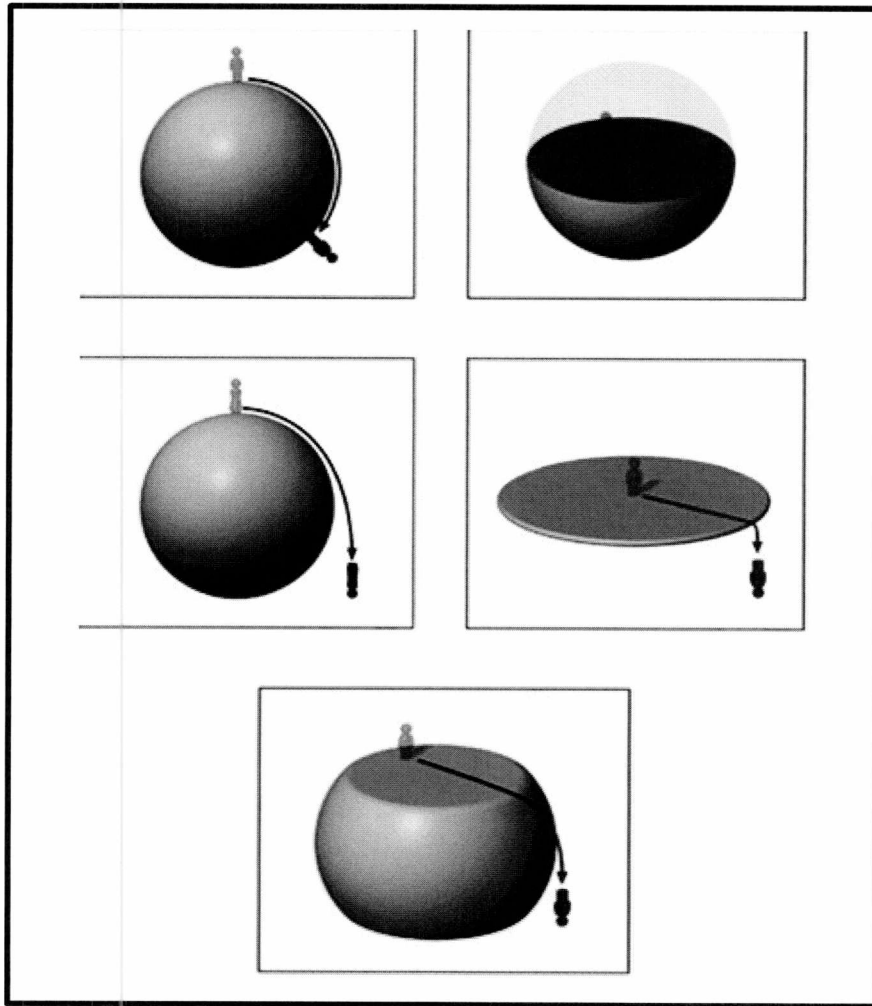
καθημερινής εμπειρίας. Στη δικιά τους περίπτωση φάνηκε πως η κυρίαρχη πολιτισμική αντίληψη επικράτησε των εναλλακτικών τους αντιλήψεων. Επομένως, ως προς την αντίληψη της βαρύτητας, ανιχνεύθηκαν διαφορές μεταξύ των δύο μαθητικών πληθυσμών.

### **ΕΡΩΤΗΣΗ 3<sup>η</sup>**

*Πού θα κατέλιγες αν περπατούσες σε ευθεία γραμμή για πολλές μέρες; (Εικόνα 5)*

### **ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ**

Όλοι οι μαθητές επέλεξαν ως απάντηση το 1<sup>ο</sup> σκίτσο, το οποίο απεικονίζει το επιτημονικό μοντέλο, δηλαδή τη Γη ως σφαιρικό κοσμικό σώμα και το ανθρωπάκι να κινείται σταθερά πάνω στην επιφάνεια της δίχως να «πέφτει», λόγω της βαρύτητας. Η ερώτηση αυτή συνδέεται στενά με τη τις δύο προηγούμενες ερωτήσεις, καθώς επιδιώκει να ανιχνεύσει την συνέπεια των απόψεων των μαθητών ως προς το σχήμα της Γης και την επίδραση της βαρύτητας πάνω στους ανθρώπους. Στην αντίστοιχη ερώτηση της έρευνας των Staatmeier, van der Maas & Jansen (2008), το 47.5% των μαθητών του δείγματος, ηλικίας 5-9 ετών, επέλεξαν το σκίτσο που απεικόνιζε το επιστημονικό μοντέλο. Ήταν πολύ πιθανό λοιπόν τα παιδιά της εν λόγω έρευνας, τα οποία είναι μεγαλύτερης ηλικίας από το δείγμα των Staatmeier, van der Maas & Jansen (2008) να επέλεγαν το επιστημονικό μοντέλο.



Εικόνα 5: Οι επιλογές των μαθητών στην ερώτηση 3<sup>η</sup>

Φάνηκε λοιπόν ότι οι μαθητές Τ.Α δεν εμφάνιζαν μία συνεπή αντίληψη πάνω στην επίδραση της βαρύτητας της Γης στους ανθρώπους, καθώς οι απαντήσεις τους αντιδιαστέλλονταν με την άποψη που εξέφρασαν στην 2<sup>η</sup> ερώτηση, στην οποία υποστήριζαν πως οι άνθρωποι κατοικούσαν μόνο στο ανώτερο κομμάτι της Γης, αγνοώντας τη βαρύτητα. Αντίθετα, σε αυτή την περίπτωση η απάντησή τους έδειξε να τη λαμβάνει υπόψιν και κινήθηκαν στα πλαίσια του επιστημονικού μοντέλου. Ωστόσο, στην περίπτωση των μαθητών με Μ.Δ, φάνηκε πως οι αντιλήψεις τους πάνω στην επίδραση της βαρύτητας παρέμειναν συναφείς και σταθερές. Συνεπώς, αν και δεν βρέθηκαν διαφορές μεταξύ των απαντήσεων των δύο μαθητικών πληθυσμών, διαφοροποιήθηκε ωστόσο ο βαθμός συνέπειας των αντιλήψεών τους σχετικά με τη βαρύτητα της Γης.

#### ΕΡΩΤΗΣΗ 4<sup>η</sup>

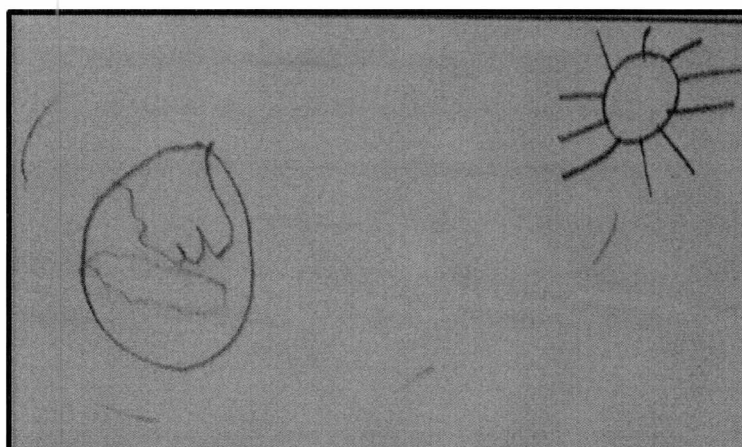
*Κινείται η Γη;*      ΝΑΙ      ΟΧΙ

*Κινείται ο Ήλιος;*      ΝΑΙ      ΟΧΙ

*Κάνε ένα σχήμα για να δείξεις αν κινούνται και πώς κινούνται.*



- I. Ο Μαθ.1 απάντησε πως η *Γη κινείται*, ενώ ο *Ήλιος μένει σταθερός*, επιδεικνύοντας ως αντίληψη το ηλικοκεντρικό κοσμολογικό μοντέλο. Στο σκίτσο του σχεδίασε τη Γη να περιφέρεται γύρω από τον Ήλιο, παραλείποντας τη δεύτερη κίνηση της Γης, την περιστροφή γύρω από τον εαυτό της, η οποία προκαλεί το φαινόμενο της μέρας και της νύχτας:



Εικόνα 6: Σχέδιο του Μαθ.1

Στη συνέχεια, όταν του ζητήθηκε να περιγράψει το σχήμα που σχεδίασε, ο μαθητής φάνηκε να συγχέει την περιφορά της Γης με το φαινόμενο της μέρας και της νύχτας:

*EP: Εδώ θα μου εξηγήσεις λίγο το σχήμα για να το καταλάβω...;*

*Μαθ.1: Εεε...*

*EP: Πως κινούνται δηλαδή...;*

*Μαθ.1: Ότι ο Ήλιος μένει έτσι (σταθερός)...ότι εδώ είναι η Ελλάδα, εδώ η Αυστραλία και όταν η Γη γυρίσει και έρθει εδώ, είναι εδώ η Αυστραλία και είναι μέρα...*

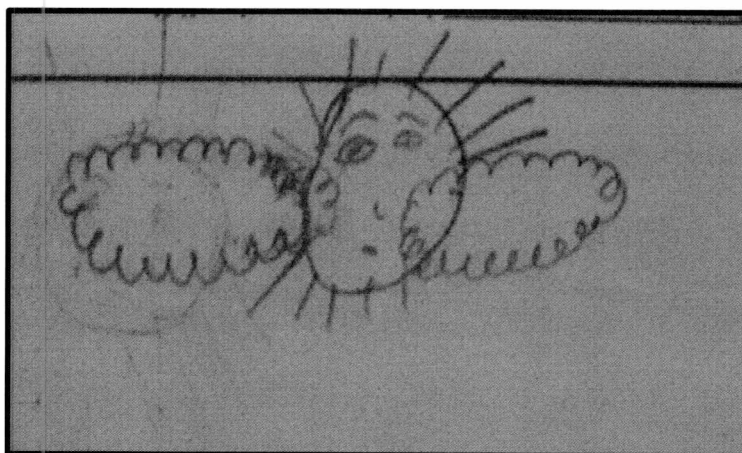
*EP: Δηλαδή γυρίζει γύρω.....;*

*Μαθ.1: Από τον Ήλιο....*

*EP: Από τον Ήλιο γυρίζει; Και έτσι δημιουργείται η νύχτα και η μέρα...;*

*Μαθ.1: Μμμμ...ναι....*

- II.** Η Μαθ.2 αντίθετα, πίστευε πως η *Γη μένει ακίνητη* ενώ ο *Ήλιος κινείται*, δείχνοντας πως διαθέτει ακόμα ως αντίληψη το Γεωκεντρικό κοσμολογικό μοντέλο. Στο σχήμα που κλήθηκε να σχεδιάσει, η μαθήτρια σχεδίασε τον Ήλιο και γύρω τα σύννεφα:



Εικόνα 7: Σχέδιο της Μαθ.2

Στις διευκρινίσεις που κλήθηκε να προσφέρει στην συνέχεια η μαθήτρια, φάνηκε πως πίστευε πως ο Ήλιος όχι μόνο κινείται, αλλά η κίνησή του πραγματοποιείται στο επίπεδο των συννέφων. Κατέστη φανερό πως η καθημερινή εμπειρία της μαθήτριας είχε ισχυρή επίδραση στις αντιλήψεις της για τις κινήσεις Γης-Ηλίου:

*EP: Για δείξε μου εδώ ο Ήλιος τί κάνει εδώ πέρα για να καταλάβω το σχήμα σου...;*

*Μαθ.2: Κινείται....*

*EP: Προς τα πού;*

*Μαθ.2: .....*

*EP: Πάει κάπου, γύρω από κάτι, γύρω από τη Γη, πώς πάει.....;*

*Μαθ.2: Τα σύννεφα.....(ξανασχεδιάζει το σχήμα)*

*EP: Για εξηγησέ μου τί έκανες....*

*Μαθ.2: Έκανα έναν Ήλιο που φεύγει με τα σύννεφα....*

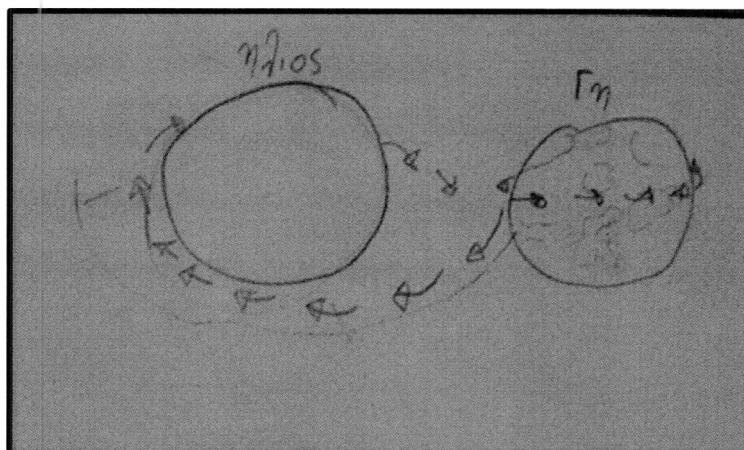
*EP: Πίσω από τα σύννεφα;*

*Μαθ.2: Ναι....*

*EP: Κινείται στα σύννεφα δηλαδή;*

*Μαθ.2: Ναι....*

- III.** Η Μαθ.3 θεωρούσε πως η **Γη κινείται** ενώ ο **Ήλιος παραμένει σταθερός**, έχοντας εδραιώσει ως αντίληψη ένα σαφές Ηλιοκεντρικό κοσμολογικό μοντέλο. Στο σχέδιο της, η μαθήτρια κατέστησε φανερό πως γνώριζε τις κινήσεις της Γης, τόσο γύρω από τον Ήλιο, όσο και γύρω από τον εαυτό της:



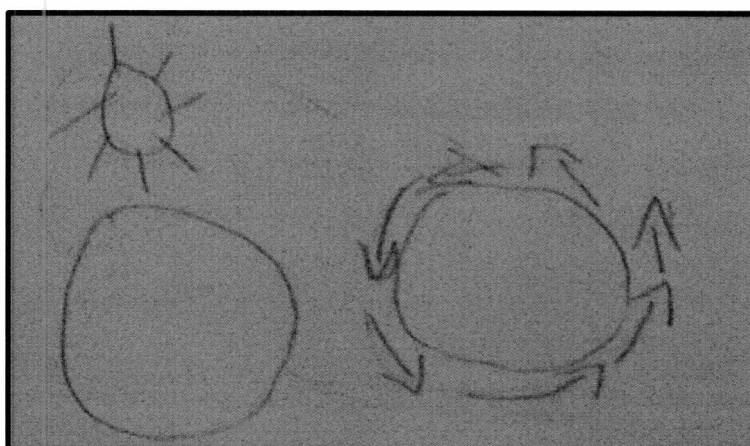
Εικόνα 8: Σχέδιο της Μαθ.3

Η ίδια στην συνέχεια περιέγραψε εν συντόμως με λόγια τις κινήσεις της Γης, όπως τις σχεδίασε στο σχήμα της:

*EP: Εδώ λοιπόν είναι ο Ήλιος. Η Γη γυρίζει γύρω...*

*Μαθ.3: ...γύρω από τον Ήλιο και γυρίζει και γύρω από τον εαυτό της.*

- IV.** Ο Μαθ.4 με τη σειρά του, υιοθετώντας το Ηλιοκεντρικό κοσμολογικό μοντέλο, δήλωσε πως η **Γη κινείται** ενώ ο **Ήλιος παραμένει σταθερός**. Στο σχήμα του σχεδίασε τη Γη να περιφέρεται γύρω από τον Ήλιο, παραλείποντας τη δεύτερη κίνηση της Γης γύρω από τον εαυτό της:



Εικόνα 9: Σχέδιο του Μαθ.4

Στη συνέχεια, ο μαθητής επιβεβαίωσε με τα λεγόμενά του πως αν και ήξερε πως η Γη κινείται, αναγνώριζε μόνο την περιφορά της και όχι την περιστροφή της:

*EP: Λοιπόν, μου έχεις πει ότι κινείται η Γη και ο Ήλιος δε κινείται.... αυτό που μου έκανες (το σχήμα) τί είναι, για να καταλάβω.....*

*Μαθ.4: Να πηγαίνει (η Γη) έτσι, γύρω-γύρω...*

*EP: Γύρω-γύρω; Από τον εαυτό της;*

*Μαθ.4: Εμμμ.....*

*EP: Από πού;*

*Μαθ.4: Γύρω-γύρω... δε μπορώ να το κάνω εδώ... όπως είναι, να πηγαίνει έτσι, γύρω-γύρω....*

*EP: Γύρω από πού όμως;*

*Μαθ.4: Εεε, από τον Ήλιο....*

*EP: Γύρω από τον Ήλιο; Ωραία....*

Συμπερασματικά, οι 3 εκ των 4 μαθητών είχαν υιοθετήσει το Ηλιοκεντρικό μοντέλο και γνώριζαν τη κίνηση της Γης γύρω από τον Ήλιο. Ωστόσο, μόνο η Μαθ.3 ανέφερε και τις δύο κινήσεις της Γης, ενώ ο Μαθ.1 φάνηκε να συσχετίζει την περιφορά της Γης με το φαινόμενο της μέρας και της νύχτας. Σε αντίθεση με τους υπόλοιπους μαθητές του δείγματος, η Μαθ.2 υπήρξε η μόνη της οποίας οι αντιλήψεις κινούνταν στο πλαίσιο του Γεωκεντρικού μοντέλου, ενώ η κίνηση που απέδιδε στον Ήλιο φαινόταν να συσχετίζεται στενά με την καθημερινή εμπειρία της. Ως προς την σύγκριση των αντιλήψεων των μαθητών Τ.Α και με Μ.Δ πάνω στις κινήσεις της Γης, ανευρέθησαν τόσο διομαδικές όσο και ενδοομαδικές διαφορές.

## **ΕΡΩΤΗΣΗ 5<sup>η</sup>**

*Μπορείς να ονομάσεις τις εποχές του χρόνου;*

.....  
.....



## ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ

Όλοι οι μαθητές ήταν σε θέση να ανακαλέσουν τις τέσσερις εποχές του έτους με μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό ευχέρειας. Ο Μαθ.1 και η Μαθ.3 δε χρειάστηκαν ιδιαίτερη προσπάθεια για να θυμηθούν και να καταγράψουν τις εποχές, ενώ η Μαθ.2 και ο Μαθ.4 είχαν την ανάγκη περισσότερης ώρας για να ολοκληρώσουν την απάντησή. Επιπλέον, η Μαθ.2 στη θέση της άνοιξης έγραψε το μήνα «*Μάρτιο*», επιδεικνύοντας μια περαιτέρω δυσκολία όχι μόνο να ανακαλέσει τις εποχές, αλλά και να τις διακρίνει από τους μήνες.

## ΕΡΩΤΗΣΗ 6<sup>η</sup>

*Ο κύριος λόγος που το καλοκαίρι κάνει περισσότερη ζέστη σε μια περιοχή από το χειμώνα είναι ότι:*

- A. Η Γη είναι πιο κοντά στον Ήλιο το καλοκαίρι.
- B. Οι ακτίνες του Ηλίου πέφτουν κάθετα προς αυτή την περιοχή το καλοκαίρι.
- Γ. Το χειμώνα τα σύννεφα σταματούν τη θερμότητα του Ήλιου.
- Δ. Ο Ήλιος εκπέμπει περισσότερη θερμότητα το καλοκαίρι.
- E. Άλλο (γράψε ό,τι νομίζεις).....

## ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ

- I. Ο Μαθ.1 δεν επέλεξε καμία από τις διαθέσιμες απαντήσεις, αντιθέτως διατύπωσε τη δική του απάντηση ως εξής: «*Ανάλογα με το κλίμα ενός τόπου*». Φαίνεται λοιπόν πως ο μαθητής προσφέρει μια προσωπική ερμηνεία για το λόγο που το καλοκαίρι κάνει περισσότερη ζέστη σε μία περιοχή, βάσει της οποίας αποδίδει την υψηλή θερμοκρασία του καλοκαιριού στην ιδιομορφία του κλίματος του εκάστοτε τόπου. Επομένως, διακρίνεται πως ο μαθητής εκλαμβάνει την επίδραση της κάθετης ακτινοβολίας στις κλιματολογικές συνθήκες ενός τόπου ως αιτία και όχι ως αποτέλεσμα, ένα εύρημα που αναφέρεται και στην έρευνα των Λάππα & Σταυρίδου (2009).

II. Η Μαθ.2 από την πλευρά της απάντησε πως «*Η Γη είναι πιά κοντά στον Ήλιο το καλοκαίρι*». Αυτή είναι η συχνότερη εναλλακτική αντίληψη που έχει καταγραφεί από την διεθνή βιβλιογραφία και ανιχνεύεται σε παιδιά διαφόρων ηλικιών και βαθμίδων της εκπαίδευσης (Baxter, 1989 · Sharp, 1996 · Dunlop, 2000 · Trumber, 2001a · Trumber, 2001b · Bakas & Mikropoulos, 2003 · Tsai & Chang, 2005). Η συχνότητα και η καθολικότητα αυτής της εναλλακτικής ιδέας έγκειται πιθανώς στο γεγονός πως η καθημερινή εμπειρία έχει διδάξει τους μαθητές πως η εγγύτητα με μια πηγή θερμότητας επιφέρει μεγαλύτερα επίπεδα ζέστης. Η εν λόγω μαθήτρια λοιπόν πιθανώς να αξιοποίησε αυτή την άτυπη καθημερινή γνώση για να ερμηνεύσει τη διαφορά θερμοκρασίας του καλοκαιριού από το χειμώνα.

III. Η Μαθ.3 απάντησε πως «*Ο Ήλιος εκπέμπει περισσότερη θερμότητα το καλοκαίρι*». Ωστόσο η απάντηση που έδωσε, όπως φάνηκε και στις διευκρινίσεις της, δεν αντιπροσώπευε μια σταθερή αντίληψη:

*EP: Λοιπόν, ο λόγος που το καλοκαίρι κάνει περισσότερη ζέστη πιστεύεις ότι είναι που ο Ήλιος εκπέμπει περισσότερη θερμότητα το καλοκαίρι και το χειμώνα λιγότερη...;*

*Μαθ.3: Όχι.....ή αυτό (δείχνοντας την απάντηση «οι ακτίνες του Ηλίου πέφτουν κάθετα προς αυτή τη περιοχή το καλοκαίρι»)...*

*EP: Ότι το χειμώνα τα σύννεφα.....*

*Μαθ.3: Όχι, όχι, εδώ.....οι ακτίνες του Ηλιου.....*

*EP: Δεν είσαι σίγουρη όμως....; Άστο όπως είναι...δεν πειράζει, αφού δεν είσαι σίγουρη...*

IV. Ο Μαθ.4 απάντησε επίσης πως «*Ο Ήλιος εκπέμπει περισσότερη θερμότητα το καλοκαίρι*». Ωστόσο ούτε στην περίπτωση του η απάντηση αντιπροσώπευε μια σταθερή αντίληψη, αντίθετα, η επιλογή του βασίστηκε στη τύχη και ο μαθητής δεν είχε κάτι να προσθέσει πάνω σε αυτή.

Σε γενικές γραμμές, οι αντιλήψεις των μαθητών παρουσίασαν ενδοομαδικές και διομαδικές διαφορές. Οι μαθητές Τ.Α ανέφεραν δύο διαφορετικές εναλλακτικές αντιλήψεις, οι οποίες έχουν επισημανθεί από τη διεθνή βιβλιογραφία, ενώ οι μαθητές με Μ.Δ δεν εξέφρασαν απαντήσεις που να αντανακλούν μια σταθερή αντίληψη για το λόγο που το καλοκαίρι κάνει περισσότερη ζέστη.

## **ΕΡΩΤΗΣΗ 7<sup>η</sup>**

**Οι διαφορετικές εποχές που βιώνουμε κάθε χρόνο οφείλονται:**

- A. Στην διαφορετική απόσταση μεταξύ της Γης και του Ήλιου.
- B. Στην διαφορετική απόσταση μεταξύ της Γης, του Ηλίου και της Σελήνης.
- Γ. Στην κλίση του άξονα της Γης καθώς αυτή γυρίζει γύρω από τον Ήλιο.
- Δ. Στα διαφορετικά επίπεδα ατμοσφαιρικής ρύπανσης που εξασθενίζουν τις ακτίνες του Ηλίου.
- E. Άλλο (γράψε ό,τι νομίζεις).....

## **ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ**

- I. Ο Μαθ.1 απάντησε πως η εναλλαγή των εποχών οφείλεται **«στη διαφορετική απόσταση μεταξύ της Γης, του Ηλίου και της Σελήνης»**. Ωστόσο, κατά τη διάρκεια της συνέντευξης, συνειδητοποίησε πως η Σελήνη δεν εμπλέκεται στο συγκεκριμένο φαινόμενο και άλλαξε την απάντησή του. Επιπλέον, αν και ο μαθητής αναγνώρισε προηγουμένως πως ο Ήλιος μένει σταθερός και η Γη κινείται γύρω του, στις διευκρινίσεις που έδωσε αναφέρθηκε στην απομάκρυνση του Ηλίου από τη Γη:

*ΕΡ: Να μου πεις και λίγο εδώ πέρα...όταν σου λέει «στη διαφορετική απόσταση μεταξύ Γης, Ηλίου και Σελήνης» δηλαδή πώς το καταλαβαίνεις; Τί σχέση έχει δηλαδή αυτό με τις εποχές;*

*Μαθ.1: Ότι αλλάζει η θερμοκρασία...ότι δηλαδή φεύγει, απομακρύνεται ο Ήλιος και αρχίζει και έχει κρύο...*

*ΕΡ: Και η Σελήνη όταν απομακρύνεται; Έχει πιο πολύ κρύο;*

*Μαθ.1: Νομίζω...νομίζω κάνει...νομίζω όχι, δεν έχει...μπορώ να το αλλάξω;*

*ΕΡ: Άμα θες άλλαξέ το....*

*Ο Μαθ.1 αλλάζει την απάντηση με το «στη διαφορετική απόσταση μεταξύ Γης και Ηλίου».*

- II.** Η Μαθ.2 απάντησε πως η εναλλαγή των εποχών οφείλεται **«στη διαφορετική απόσταση μεταξύ της Γης και του Ηλίου»**, σε συνέπεια με την απάντηση που έδωσε στην 6<sup>η</sup> ερώτηση. Η μαθήτρια φάνηκε πως διατηρούσε την συγκεκριμένη αντίληψη, η οποία έχει καταγραφεί ως η επικρατέστερη από τη διεθνή βιβλιογραφία, θέτωντας την όμως στο πλαίσιο του Γεωκεντρικού κοσμολογικού μοντέλου, υποστηρίζοντας πως ο Ήλιος είναι αυτός που πλησιάζει ή απομακρύνεται από τη Γη:

*ΕΡ: Άρα οι εποχές που βιώνουμε...ο λόγος είναι ότι (σιωπηλή ανάγνωση απάντησης Μαθ2: Στη διαφορετική απόσταση μεταξύ Γης, Ηλίου και Σελήνης)...πώς το εξηγείς αυτό, να καταλάβω...*

*Μαθ.2: .....*

*ΕΡ: Δηλαδή όταν έχουμε χειμώνα, τί διαφορά έχει απ' όταν έχουμε καλοκαίρι σε σχέση με αυτά εδώ (τα δεδομένα της απάντησης); Ποιά είναι η απόσταση η διαφορετική της Γης;*

*Μαθ.2: Εεεε...δεν έχει...δεν έχει πολύ απόσταση.....*

*ΕΡ: Έρχεται η Γη κοντά στον Ήλιο, έρχεται ο Ήλιος κοντά στη Γή.....;*

*Μαθ.2: Έρχεται ο Ήλιος κοντά στη Γη....*

- III.** Η Μαθ.3 υποστήριξε πως η εναλλαγή των εποχών οφείλεται **«στην κλίση του άξονα της Γης καθώς αυτή γυρίζει γύρω από τον Ήλιο»**. Ωστόσο, η

συνέντευξη έδειξε πως η απάντηση αυτή δεν αντανάκλούσε πραγματικά την σκέψη της μαθήτριας:

*EP: Οι εποχές που βιώνουμε κάθε χρόνο λοιπόν οφείλονται «στην κλίση του άξονα της Γης καθώς αυτή γυρίζει γύρω από τον Ήλιο»...; Πώς το εννοείς δηλαδή, γιά πες μου...*

*Μαθ.3: Απλώς υπήρχε μία παράξενη λέξη που εγώ δεν την κατάλαβα....*

*EP: Και την έβαλες...;! Δηλαδή δεν κατάλαβες ακριβώς τί λέει...ότι η Γή μπορεί, να πηγαίνει κάπως «πλάγια» (δείχνοντας με το σκίτσο της Γης την έννοια της κλίσης)....*

*Μαθ.3: Όχι.....*

*EP: Μη το σβήνεις, απλά θα ξέρω ότι δεν ήξερες τη λέξη, οκ...; Έχεις κάποια άλλη (απάντηση), τώρα που το βλέπεις καλύτερα;*

*Μαθ.3: Στη διαφορετική απόσταση μεταξύ Γης και Ηλίου....*

*EP: Θεες να το κυκλώσεις;*

*Μαθ.3: Δεν ξέρω, μπορεί, αλλά δεν είμαι καθόλου σίγουρη....*

- IV.** Ο Μαθ.4 απάντησε επίσης πως η εναλλαγή των εποχών οφείλεται **«στην κλίση του άξονα της Γης καθώς αυτή γυρίζει γυρώ από τον Ήλιο»**, όμως και στη δική του περίπτωση, η συνέντευξη που ακολούθησε έδειξε πως η απάντηση του δεν αντιπροσώπευε μια σταθερή αντίληψη:

*EP: Οι διαφορετικές εποχές λοιπόν που βιώνουμε οφείλονται «στην κλίση του άξονα της Γης καθώς αυτή γυρίζει γυρώ από τον Ήλιο»...; Με αυτό δηλαδή τί εννοείς, πώς ακριβώς γυρίζει και αλλάζουν οι εποχές, μπορείς να το εξηγήσεις;*

*Μαθ.4: Δεν ξέρω...*

*EP: Αυτή την ερώτηση την ήξερες ή την έκανες στη τύχη...;*

*Μαθ.4: .....*

*ΕΡ: Την ήξερες την ερώτηση αυτή να την απαντήσεις ή την σκέφτηκες εκείνη τη στιγμή τί θα μπορούσε να είναι...;*

*Μαθ.4: Δεν την ήξερα.....*

Η συγκεκριμένη ερώτηση, η οποία συνοψίζει την ουσία του ερωτηματολογίου, ανέδειξε ορισμένα συμπεράσματα. Καταρχήν, βρέθηκε πως οι αντιλήψεις των μαθητών Τ.Α είναι συνεπείς με τα ευρήματα της διεθνούς βιβλιογραφίας. Η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας δείχνει πως η εναλλακτική ιδέα που θέτει τη διαφορετική απόσταση μεταξύ Γης και Ηλίου ως γενεσιουργό αιτία των εποχών, αναφέρεται συχνότερα από οποιαδήποτε άλλη. Επιπλέον, η ερώτηση αυτή ανέδειξε διαφορές στο τρόπο αντίληψης της αιτίας πρόκλησης των εποχών ανάμεσα στους μαθητές Τ.Α και τους μαθητές με Μ.Δ. Οι μαθητές με Μ.Δ δεν ανέφεραν την απόσταση μεταξύ της Γης και του Ηλίου ως αιτία της εναλλαγής των εποχών. Αντίθετα, έδειξαν να δηλώνουν άγνοια και οι απαντήσεις τους βασίζονταν στο παράγοντα τύχη και όχι σε ένα σταθερό μοντέλο εξήγησης.

### **ΕΡΩΤΗΣΗ 8<sup>η</sup>**

*Γιατί ο Βόρειος και ο Νότιος Πόλος είναι οι πιο ψυχρές περιοχές της Γης;*

- A. Γιατί η απόσταση των Πόλων από τον Ήλιο είναι μεγάλη.
- B. Λόγω της μορφολογίας του εδάφους των Πόλων.
- Γ. Γιατί οι ακτίνες του Ηλίου πέφτουν πάντα πλάγια στους Πόλους.
- Δ. Γιατί η νύχτα είναι μεγαλύτερη στους Πόλους.
- E. Άλλο (γράψε ό,τι νομίζεις) .....

## ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ

- I. Ο Μαθ.1 υποστήριξε πως το ψυχρό κλίμα των Πόλων οφείλεται στο γεγονός ότι «είναι **Βόρεια**». Η αντίληψη αυτή αποτελεί ένα πρωτότυπο έυρημα, το οποίο δείχνει για ακόμη μία φορά την επιρροή της καθημερινής εμπειρίας των μαθητών στα μοντέλα εξήγησης του φυσικού κόσμου που υϊόθετούν. Ο μαθητής στήριξε την άποψη του στην επίδραση που έχει το υψόμετρο στη θερμοκρασία, παραλείποντας ωστόσο να εξηγήσει γιατί και ο Νότιος Πόλος, ο οποίος δεν βρίσκεται στο Βορρά, είναι πολύ ψυχρή περιοχή:

*EP: Ξέρεις ο Βόρειος και ο Νότιος Πόλος που είναι έτσι;*

*Μαθ.1: Ναι, είναι κάτω, κάπου εκεί στην Αφρική, λίγο πιο πέρα...*

*EP: Ναι, δηλαδή αν η Γη είναι όπως μου έδειξες, ο Βόρειος και ο Νότιος Πόλος (δείχνοντας τη τοποθεσία των περιοχών στο σκίτσο της Γης) και είναι οι πιο κρύες περιοχές του πλανήτη, το ξέρεις....;*

*Μαθ.1: Έχουν 6 μήνες μέρα και 6 μήνες νύχτα;*

*EP: Μμμ...οφείλεται το ότι είναι οι πιο ψυχρές στο ότι «είναι Βόρεια» (η απάντηση του μαθητή)...; Πώς το εννοείς δηλαδή;*

*Μαθ.1: Ότι είναι πιο ψηλά...δηλαδή όπως στο βουνό λένε ότι χιονίζει εύκολα, ότι γιαυτό...*

- II. Η Μαθ.2 απάντησε πως αιτία του ψυχρού κλίματος είναι το ότι «**οι ακτίνες του Ηλίου πέφτουν πάντα πλάγια στους Πόλους**», απάντηση ωστόσο που δόθηκε στη τύχη, όπως φάνηκε στη συνέντευξη:

*EP: Ο Βόρειος και ο Νότιος Πόλος ξέρεις πού είναι;*

*Μαθ.2: Όχι....*

*EP: Έλα να σου δείξω...(βάσει του σκίτσου της Γης) ο Βόρειος Πόλος είναι εδώ, ψηλά ψηλά, και ο Νότιος Πόλος είναι εδώ, χαμηλά χαμηλά....και μου λες δηλαδή ότι ο Βόρειος και ο Νότιος Πόλος, που είναι πολύ ψυχρές (περιοχές), που κάνει πολύ κρύο εκεί γιατί μου έχεις πει «Γ. Οι ακτίνες του Ηλίου πέφτουν*



*πάντα πλάγια στους Πόλους»...; Αυτό το ξέρεις ή το έβαλες στη τύχη; Το ήξερες;*

*Μαθ.2: Στη τύχη....*

**III.** Η Μαθ.3 από τη μεριά της δεν γνώριζε την απάντηση και προτίμησε να μη εκφραστεί στην συγκεκριμένη ερώτηση.

**IV.** Ο Μαθ.4 υποστήριξε πως αιτία του ψυχρού κλίματος των Πόλων είναι το γεγονός πως «*η απόσταση των Πόλων από τον Ήλιο είναι πιο μεγάλη*». Εξημώντας στη συνέχεια το συλλογισμό του, φάνηκε πως ενσωμάτωνε και Γεωκετρικού τύπου στοιχεία, αναφερόμενος πως ο Ήλιος κινείται στο ενδιάμεσο κομμάτι της Γης και «δεν πηγαίνει» προς τους Πόλους:

*EP: Είπες ο Νότιος και ο Βόρειος Πόλος ξέρεις ποιοί είναι...κάνει πολύ κρύο εκεί πέρα...και πιστεύεις ότι κάνει πιο πολύ κρύο γιατί «η απόσταση των Πόλων από τον Ήλιο είναι πιο μεγάλη»...;*

*Μαθ.4: Νομίζω δεν πηγαίνει εκεί ο Ήλιος...*

*EP: Δεν πηγαίνει εκεί ο Ήλιος;*

*Μαθ.4: Ναι, πηγαίνει λίγο πιο πάνω...*

*EP: Α δηλαδή πηγαίνει πιο κάτω από το Βόρειο Πόλο και πιο πάνω από το Νότιο...; Πάει πάντα στην άλλη (υπόλοιπη) Γη...;*

*Μαθ.4: Μμμμ.....*

Σε γενικές γραμμές, αναδείχθηκαν ενδοομαδικές και διομαδικές διαφορές στις αντιλήψεις των μαθητών Τ.Α και με Μ.Δ. Δύο εκ των τεσσάρων μαθητών έδωσαν ο καθένας μια προσωπική ερμηνεία για το φαινόμενο, ενώ από τις υπόλοιπες δύο μαθήτριες, η μία απάντησε στη τύχη, ενώ η άλλη δεν προσέφερε καμία απάντηση.

## ΕΡΩΤΗΣΗ 9<sup>η</sup>

*Όταν είναι Χειμώνας στην Ελλάδα (Βόρειο Ημισφαίριο), είναι Χειμώνας και στην Αυστραλία (Νότιο Ημισφαίριο);*

ΝΑΙ            ΟΧΙ            ΔΕΝ ΞΕΡΩ

*Αν απάντησες ΟΧΙ, τί εποχή νομίζεις ότι θα έχει η Αυστραλία; Μπορείς να εξηγήσεις γιατί θα έχει διαφορετική εποχή;*

.....  
.....

## ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ

- I. Ο Μαθ.1 απάντησε πως η Αυστραλία θα έχει διαφορετική εποχή από την Ελλάδα και συγκεκριμένα «*καλοκαίρι γιατί είναι απέναντι*». Ο μαθητής είχε ακούσει προφανώς πως στην Αυστραλία επικρατεί διαφορετική εποχή από την Ελλάδα, η απάντησή του όμως έδειξε πως δεν είχε σαφή εικόνα για το λόγο που οι εποχές διαφέρουν σε αυτές τις δύο χώρες. Η αιτιολόγηση που προσέφερε για το φαινόμενο αυτό βασιζόταν σε στενά γεωγραφικά δεδομένα και όχι στην κλίση του άξονα της Γης που διαφοροποιεί την γωνία πρόσπτωσης της ακτινοβολίας στα δύο ημισφαίρια:

*ΕΡ: Και λέει μετά «όταν είναι χειμώνας στην Ελλάδα...» έχεις πει ότι είναι καλοκαίρι στην Αυστραλία...*

*Μαθ.1: Ναι, το ξέρω αυτό, γιατί είναι απέναντι...*

*ΕΡ: Απέναντι;*

*Μαθ.1: Εεε...δηλαδή...*

*ΕΡ: Για δείξε μου εδώ (στο σκίτσο της Γης) ξέρω γω...*

*Μαθ.1: Ότι εδώ είναι η Ελλάδα και εδώ είναι (η Αυστραλία) στην άκρη...*

*ΕΡ: Και αφού είναι απέναντι έχουν την αντίθετη εποχή...;*

*Μαθ.1: Δηλαδή όταν... αυτοί έχουν καλοκαίρι και τελειώνει περίπου, Ιούλιος θα είναι... και τώρα που θα πάει σε εμάς καλοκαίρι θα έχουν αυτοί χειμώνα...*

- II.** Η Μαθ.2 δεν γνώριζε που βρίσκεται γεωγραφικά η Αυστραλία. Μετά από υποδείξεις ως προς τη θέση της στη Γη, η μαθήτρια πίστευε πως επικρατεί η ίδια εποχή και στην Ελλάδα και στην Αυστραλία και απάντησε πως και **στα δύο μέρη θα είναι χειμώνας.**
- III.** Η Μαθ.3, απάντησε με σιγουριά πως η Αυστραλία θα έχει διαφορετική εποχή από την Ελλάδα και συγκεκριμένα **καλοκαίρι**. Η αιτιολόγηση που έδωσε ήταν πως **«στην Αυστραλία έχει καλοκαίρι όταν εμείς έχουμε χειμώνα γιατί είναι από την άλλη μεριά της Γης που ο εκεί ο Ήλιος είναι πιο δυνατός»**. Και σε αυτή τη περίπτωση, η μαθήτρια προσέφερε ένα προσωπικό μοντέλο εξήγησης που βασίζεται σε γεωγραφικά δεδομένα και στην αντίληψη ότι ο Ήλιος εκπέμπει περισσότερη ενέργεια στη μία μεριά της Γης και σε αυτήν θα επικρατεί καλοκαίρι:

*ΕΡ: Είπες «όχι», δεν είναι η ίδια εποχή στη Αυστραλία... «στην Αυστραλία είναι καλοκαίρι όταν εμείς έχουμε Χειμώνα γιατί είναι από την άλλη μεριά της Γης που εκεί ο Ήλιος είναι πιο δυνατός» (η απάντηση της μαθήτριας).....ωραία, δηλαδή από τη μία μεριά είναι πιο δυνατός ο Ήλιος και από την άλλη είναι λιγότερο δυνατός....;*

*Μαθ3: Ναι, γιατί έτσι όπως χτυπάει από τη μία μεριά, από την άλλη μεριά δεν παίρνει τόσο ενέργεια...*

- IV.** Ο Μαθ.4 δεν επιδίωξε να εκφράσει άποψη επί του θέματος, δηλώνοντας άγνοια.

Οι απαντήσεις των δύο εκ των τεσσάρων μαθητών δείχνουν να συμφωνούν με τα ευρήματα των Λάππα & Σταυρίδου (2009), οι οποίες ανέφεραν παρόμοιες ιδέες από τους μαθητές του δείγματός τους. Στη δική τους έρευνα, ένας αριθμός μαθητών επισήμαναν απλά τη θέση της Αυστραλίας ως παράγοντα διαφοροποίησης της εποχής, δίχως να δικαιολογούν το τρόπο που τα δύο αυτά στοιχεία συσχετίζονται.

Επίσης, ένας σημαντικός αριθμός μαθητών αναφέρθηκε στην διαφορετική δράση των ακτινών του Ηλίου, δίχως να συνδέουν αυτό το γεγονός απαραίτητα με την κλίση του άξονα της Γης και την επίδραση που έχει στη διαφορετική γωνία πρόσπτωσης της ακτινοβολίας στα δύο ημισφαίρια. Από τους υπόλοιπους δύο μαθητές, η Μαθ.2 απάντησε πως δεν υπάρχει διαφορά στην εποχή ανάμεσα στις δύο χώρες, ενώ ο Μαθ.4 δεν έδωσε καμία απάντηση. Οι αντιλήψεις των μαθητών Τ.Α και με Μ.Δ διαφοροποιήθηκαν τόσο ενδοομαδικά, όσο και διομαδικά.

### **ΕΡΩΤΗΣΗ 10<sup>η</sup>**

*Τί θα έπρεπε να αλλάξει στη Γη ώστε η θερμοκρασία να είναι ίδια και στις 4 εποχές;*

.....  
.....  
.....

### **ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ**

- I. Ο Μαθ.1 απάντησε πως για να είναι η θερμοκρασία ίδια όλο το χρόνο πρέπει «να αλλάξει το κλίμα», συγχέοντας και πάλι το αποτέλεσμα των εποχών με την αιτία δημιουργίας τους. Επιπλέον, εντάσσει στην απάντησή του την ατμοσφαιρική ρύπανση ως αιτιολογικό παράγοντα:

*ΕΡ: Εδώ που λές, τι πρέπει να αλλάξει στη Γη ώστε η θερμοκρασία να είναι ίδια και τις 4 εποχές...και είναι «να αλλάξει το κλίμα»;*

*Μαθ.1: Ναι...*

*ΕΡ: Και πώς ακριβώς δηλαδή να αλλάξει το κλίμα, με ποιό τρόπο; Μπορείς να σκεφτείς;*

*Μαθ.1: Εεε...να σταματήσει το καυσαέριο;*

*ΕΡ: Το καυσαέριο ε; Το καυσαέριο μπορεί να επηρεάσει τη θερμοκρασία....;*

*Μαθ.1: Γιατί άμα έχει πολύ καυσαέριο νομίζω βρέχει.....*

II. Η Μαθ.2 δεν έδωσε απάντηση στην συγκεκριμένη ερώτηση.

III. Η Μαθ.3 προσέφερε μία ιδιοσυγκρασιακού τύπου απάντηση. Δήλωσε πως προκειμένου να είναι η θερμοκρασία σταθερή όλο το χρόνο θα έπρεπε «*να υπήρχαν τέσσερις Ήλιοι, που ο ένας να χτυπά από κάτω, ο άλλος από πάνω και οι άλλοι δύο αριστερά και δεξιά*». Η μαθήτρια, αν και δεν αναφέρθηκε ρητά στην κλίση του άξονα της Γης ή την περιφορά της γύρω από τον Ήλιο, φάνηκε να συσχετίζει την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας με τη θερμοκρασία πάνω στη Γη.

IV. Ο Μαθ.4 απάντησε πως για να καταστεί η θερμοκρασία ίδια όλο το χρόνο θα πρέπει η Γη «*να μη γυρίζει γύρω γύρω*» από τον Ήλιο. Αν και η απάντηση του μαθητή μπορεί να εκληφθεί ως επιστημονικά αποδεκτή, ωστόσο η συνολική εικόνα του ερωτηματολογίου υποδεικνύει πως δεν είχε συσχετίσει τη περιφορά της Γης με την εναλλαγή των εποχών, ενώ δεν γίνεται καμία αναφορά στην κλίση του άξονα της Γης:

*EP: Τί θα έπρεπε να αλλάξει στη Γη για να είναι η θερμοκρασία παντού ίδια...«να μη γυρίζει γύρω γύρω» (απάντηση του μαθητή)...από....;*

*Μαθ.4: Τον Ήλιο...*

*EP: Τον Ήλιο; Και τότε η θερμοκρασία θα ήταν ίδια σε όλες τις εποχές ε;*

*Μαθ.4: Μμμ...*

Από τις απαντήσεις των μαθητών στην συγκεκριμένη ερώτηση προκύπτει πως κανένας μαθητής δεν μπόρεσε να συσχετίσει την αιτία δημιουργίας των εποχών με το αποτέλεσμα που θα επέφερε η απουσία της. Ακόμα και ο Μαθ.4, ο οποίος προσέφερε μια επιστημονικά αποδεκτή απάντηση, δεν είχε κατανοήσει σε βάθος την αιτία πρόκλησης των εποχών, οπότε η απάντησή του δεν αντικατόπτριζε ένα σταθερό επιστημονικό μοντέλο εξήγησης του φαινομένου. Επιπλέον, και σε αυτή την



ερώτηση, ανευρέθησαν τόσο ενδοομαδικές όσο και διομαδικές διαφορές μεταξύ των μαθητών Τ.Α και με Μ.Δ.

## **ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Συνοψίζοντας, το αρχικό ερωτηματολόγιο ανέδειξε έναν αριθμό εναλλακτικών αντιλήψεων, όχι μόνο ως προς το φαινόμενο των εποχών, αλλά και ως προς τη Γη ως κοσμικό σώμα.

Η ανάλυση των απαντήσεων έδειξε πως όλοι οι μαθητές είχαν εσωτερικεύσει την έννοια της σφαιρικότητας της Γης. Ως προς την έννοια της βαρύτητας της Γης αναδείχθηκαν εναλλακτικές αντιλήψεις, καθώς οι μισοί μαθητές (Μαθ.1, Μαθ.2) πίστευαν πως οι άνθρωποι κατοικούν μόνο στο πάνω κομμάτι της Γης. Όσον αφορά τις κινήσεις της Γης, μόνο η Μαθ.3 γνώριζε και τις δύο κινήσεις της Γης, ενώ οι υπόλοιποι ανέφεραν μόνο την περιφορά της Γης (Μα.1, Μαθ.4) ενώ η Μαθ.2 πίστευε πως η Γη δεν κινείται.

Ως προς το φαινόμενο των εποχών, η ανάλυση των ερωτηματολογίων έδειξε πως κανένας μαθητής δεν ήταν σε θέση να αναγνωρίσει την κλίση του άξονα της Γης ως αιτία εναλλαγής των εποχών. Φαίνεται πως η κλίση του άξονα και η γωνία πρόσπτωσης της ακτινοβολίας αποτελούν έννοιες άγνωστες προς τα παιδιά ηλικίας 11 ετών, ιδιαίτερα αν ληφθεί υπόψιν πως η εναλλαγή των εποχών συνιστά φαινόμενο που περικλείεται από εναλλακτικές αντιλήψεις ακόμα και από ενήλικες (Kikas, 2004). Επομένως, οι μαθητές που δεν έχουν διδαχθεί το συγκεκριμένο φαινόμενο, αναπτύσσουν τις προσωπικές τους θεωρίες εξήγησης βάσει κυρίως της καθημερινής τους εμπειρίας και των άμεσα αντιληπτών ερεθισμάτων του περιβάλλοντός τους. Στην συγκεκριμένη έρευνα, προκύπτουν μοντέλα εξήγησης όπως το μοντέλο της διαφορετικής απόστασης μεταξύ Ηλίου και Γης (Μαθ.1, Μαθ.2) ή της διαφορετικής ποσότητας της ηλιακής ακτινοβολίας ανα εποχή (Μαθ.3, Μαθ.4) ως αιτία εναλλαγής των εποχών, ευρήματα που επιβεβαιώνονται από τη διεθνή βιβλιογραφία.

Η ανάλυση των ερωτηματολογίων ανέδειξε διαφορές στις εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών Τ.Α και με Μ.Δ τόσο σε ενδοομαδικό, όσο και σε διομαδικό επίπεδο. Επομένως, εξαιτίας της ανομοιογένειας μεταξύ των απαντήσεων των μαθητών και

εντός των ομάδων, δε μπορεί να υποστηριχθεί πως ανευρέθησαν σαφείς διαφορές στις αντιλήψεις μεταξύ των δύο μαθητικών πληθυσμών ομάδων, σε βαθμό που να μπορούν να οριοθετηθούν σε διακριτές κατηγορίες. Συγκεκριμένα, οι μοναδικές ερωτήσεις μέσω των οποίων ανευρέθησαν αποκλειστικά διομαδικές διαφορές ήταν η 2<sup>η</sup> και 6<sup>η</sup> ερώτηση, καθώς στην συντριπτική πλειοψηφία των ερωτήσεων οι απαντήσεις διέφεραν και ενδοομαδικά. Στην 2<sup>η</sup> ερώτηση οι μαθητές Τ.Α υποστήριξαν πως οι άνθρωποι κατοικούν αποκλειστικά στο πάνω κομμάτι της Γης, ενώ οι μαθητές με Μ.Δ πως κατοικούν σε ολόκληρη την επιφάνειά της. Αντίστοιχα, στην 6<sup>η</sup> ερώτηση οι μαθητές Τ.Α εξέφρασαν τη γνωστή εναλλακτική αντίληψη της απόστασης της Γης από τον Ήλιο ως αιτία της καλοκαιρινής ζέστης, ενώ οι μαθητές με Μ.Δ απάντησαν, με ενδοιασμούς ωστόσο, πως οφείλεται στην ποσότητα της θερμότητας που εκπέμπει ο Ήλιος το καλοκαίρι. Στο υπόλοιπο ερωτηματολόγιο, οι απαντήσεις των μαθητών ανεξαρτήτως ομάδας, διέφεραν συχνά η μία από την άλλη, πλην της 1<sup>ης</sup> και 3<sup>ης</sup> ερώτησης, όπου διαπιστώθηκαν κοινές αντιλήψεις, διατυπωμένες από το σύνολο των μαθητών.

Αναλυτικότερα:

- I. Ο Μαθ.1 είχε εσωτερικεύσει το σφαιρικό μοντέλο της Γης, δίχως όμως να διαθέτει σταθερή αντίληψη για την επίδραση της βαρύτητας της στους ανθρώπους, ενώ αναγνώριζε ως μοναδική κίνησή της Γης την περιφορά της γύρω από τον Ήλιο, συγχέοντάς την όμως με την εναλλαγή μερας-νύχτας. Οι αντιλήψεις του για την αιτία του εναλλαγής των εποχών επικεντρώνονταν στη διαφορετική απόσταση μεταξύ Ηλίου και Γης, ενώ παράλληλα συνέχεε τα αποτελέσματα της ύπαρξης των εποχών με την αιτία πρόκλησής τους.
- II. Η Μαθ.2 είχε εσωτερικεύσει το σφαιρικό μοντέλο της Γης, αγνοώντας την δράση της βαρύτητας της. Το κοσμολογικό μοντέλο που ακολουθούσε ήταν το Γεωκεντρικό. Ως προς τις αντιλήψεις της για το φαινόμενο των εποχών, πίστευε πως αιτία ύπαρξής τους ήταν η διαφορετική απόσταση μεταξύ Ηλίου και Γης, ενώ αγνοούσε πως τα ημισφαίρια διαφέρουν ως προς την εποχή.
- III. Η Μαθ.3 είχε εσωτερικεύσει τόσο το σφαιρικό μοντέλο της Γης, όσο και την επίδραση της βαρύτητας της στους ανθρώπους, ενώ ως προς τις κινήσεις της



Γης, γνώριζε τόσο την περιφορά, όσο και την περιστροφή της. Οι απόψεις της για το φαινόμενο των εποχών δεν ήταν σταθερές, ωστόσο αναγνώριζε τη διαφορετική δράση της ηλιακής ακτινοβολίας στα ημισφαίρια, δίχως όμως να την συνδέει με την κλίση του άξονα της Γης.

- IV. Ο Μαθ.4 είχε εσωτερικεύσει το σφαιρικό μοντέλο της Γης, όσο και την επίδραση της βαρύτητας της στους ανθρώπους, ενώ αναγνώριζε ως μοναδική κίνηση της Γης την περιφορά της. Ως προς την εναλλαγή των εποχών, ο μαθητής δεν διέθετε κάποιο σταθερό μοντέλο ερμηνείας του φαινομένου, ενώ δεν είχε γνώση πως τα ημισφαίρια διαφέρουν ως προς την εποχή.

Συμπερασματικά, το αρχικό ερωτηματολόγιο ανέδειξε έναν αριθμό εναλλακτικών αντιλήψεων πάνω στην έννοια της βαρύτητας της Γης, στις κινήσεις της Γης και κυρίως στο φαινόμενο των εποχών. Η πλειοψηφία αυτών επιβεβαιώνουν τα ευρήματα της διεθνούς βιβλιογραφίας, ενώ ορισμένες αποτελούν προσωπικές, ιδιοσυγκρασιακές ιδέες των μαθητών. Ως προς τις διαφορές μεταξύ των μαθητικών ομάδων, η ετερογένεια των απαντήσεων μεταξύ των μαθητών σε ενδοομαδικό επίπεδο δεν επέτρεψε την σαφή σκιαγράφηση και κατηγοριοποίηση των διαφορών μεταξύ των ομάδων. Φάνηκε λοιπόν πως οι διομαδικές διαφορές δεν ξεπερνούσαν τις ενδοομαδικές. Ωστόσο μπορεί να υποστηριχθεί πως και οι μαθητές με Μ.Δ εμφανίζουν παρόμοιες εναλλακτικές αντιλήψεις πάνω στο φαινόμενο των εποχών, σε αντιστοιχία με τους μαθητές Τ.Α.

## **5.2 2<sup>ο</sup> ΣΤΑΔΙΟ: ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ - ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ**

Στην επόμενη φάση της έρευνας, αφού οι μαθητές συμπλήρωσαν το αρχικό ερωτηματολόγιο και πραγματοποιήθηκε η ανάλυση των εναλλακτικών τους ιδεών, σχεδιάστηκε η διδακτική παρέμβαση, με στόχο την επίτευξη της εννοιολογικής αλλαγής πάνω στην περιγραφή και την ερμηνεία του φαινομένου των εποχών. Ο σχεδιασμός της διδακτικής παρέμβασης στηρίχθηκε τόσο πάνω στους επιθυμητούς στόχους που καθορίστηκαν για τους μαθητές, όσο και στα ευρήματα που ανέκυψαν από το αρχικό ερωτηματολόγιο. Μάλιστα, θεωρήθηκε ιδιαίτερα σημαντικό να ληφθούν τα ευρήματα αυτά υπόψιν, καθώς η επίτευξη της εννοιολογικής αλλαγής

απαιτεί την αναγνώριση των αρχικών ιδεών των μαθητών, ώστε αυτές να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικότερα μέσω της κατάλληλης διδασκαλίας. Άλλωστε, ο μικρός αριθμός μαθητών του δείγματος επέτρεπε την εξέταση των προσωπικών εναλλακτικών αντιλήψεων του εκάστοτε μαθητή, επομένως και την εξατομίκευση της μάθησης. Επιπλέον, η ανάλυση των ερωτηματολογίων ανέδειξε εναλλακτικές ιδέες από την πλευρά ορισμένων μαθητών τόσο πάνω στο φαινόμενο των εποχών, όσο και στο σχήμα, τη βαρύτητα και τις κινήσεις της Γης. Επομένως, αποφασίστηκε η διδακτική παρέμβαση να προσεγγίσει στο αρχικό της στάδιο αυτά τα θέματα, ώστε οι μαθητές να προχωρήσουν ομαλά στο φαινόμενο των εποχών, το οποίο προαπαιτεί την κατάκτηση κάποιων βασικών γνώσεων.

Η διδακτική παρέμβαση διήρκησε 3 διδακτικές ώρες για τον κάθε μαθητή, σε εξατομικευμένο επίπεδο, και πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του σχολικού προγράμματος, με τη συμφωνία των εκπαιδευτικών. Η διδασκαλία έλαβε μέρος στις βιβλιοθήκες του εκάστοτε σχολείου, ώστε να υπάρχει σχετική ησυχία και ο απαραίτητος εξοπλισμός για τις ανάγκες της παρέμβασης (H/Y, υδρόγειος, γραφική ύλη).

Το κύριο διδακτικό υλικό που αξιοποιήθηκε ήταν το λογισμικό προσομοίωσης «Πλανήτη Γη» και το φύλλο εργασίας που το συνοδεύει (βλ. Παράρτημα). Το φύλλο εργασίας που χρησιμοποιήθηκε στη διδασκαλία στηρίχθηκε σε μεγάλο βαθμό στο αντίστοιχο φύλλο εργασίας που συνοδεύει το λογισμικό, με ορισμένες όμως αναγκαίες τροποποιήσεις. Ο αριθμός των δραστηριοτήτων προσαρμόστηκε στα χρονικά πλαίσια, αλλά και στις ανάγκες της έρευνας, ενώ το περιεχόμενο και το λεξιλόγιο ορισμένων διαφοροποιήθηκε σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό.

Τη διδασκαλία μέσω λογισμικού προσομοίωσης συμπλήρωνε η χρήση υδρογείου και φακού, που σε ορισμένες περιπτώσεις υποστήριζε κατάλληλα την κατανόηση των μαθητών, καθώς η τρισδιάστατη/οπτική φύση τους επέτρεπε την πληρέστερη εξέταση των υπό μελέτη θεμάτων από τους μαθητές. Στα πλαίσια της παρέμβασης αξιοποιήθηκαν επιπλέον εικόνες, καθώς και ένας μαγνήτης, που χρησιμοποιήθηκε για την κατανόηση του φαινομένου της έλξης των ανθρώπων από τη Γη. Τέλος, γνωστικοί χάρτες και σχεδιαγράμματα αξιοποιήθηκαν στο τέλος των διδακτικών ωρών ως μέσα αξιολόγησης της κατανόησης των μαθητών.

## 1<sup>η</sup> ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΩΡΑ

Η παρέμβαση ξεκίνησε με την εισαγωγή των μαθητών στην μελέτη της Γης ως ουράνιο σώμα, με σκοπό τον μετασχηματισμό των προϋπαρχουσών ιδεών τους και την ομαλή μετάβασή τους στο φαινόμενο των εποχών. Στην αρχή παρουσιάστηκε η υδρόγειος και διευκρινίστηκε η θέση των ημισφαιρίων καθώς και η θέση της Ελλάδας και της Αυστραλίας πάνω στη Γη, ως ενδεικτικές χώρες για το κάθε ημισφαίριο, ενώ επεξηγήθηκε στους μαθητές και η έννοια του άξονα της Γης, μία έννοια με την οποία έρχονταν πρώτη φορά σε επαφή. Αφού οι μαθητές συμφώνησαν πως όλα τα μέρη της Γης όπως φαίνονταν στην υδρόγειο κατοικούνται από τους ανθρώπους, στην συνέχεια κλήθηκαν να εξηγήσουν πως γίνεται οι άνθρωποι να μην πέφτουν από τη σφαίρα της Γης. Πραγματοποιήθηκε με αυτό το τρόπο η απαραίτητη γνωστική σύγκρουση, ώστε να μεταβάλουν οι μαθητές τις απόψεις τους για τη βαρύτητα της Γης, όπως τις είχαν εκφράσει στο αρχικό ερωτηματολόγιο. Στις περιπτώσεις που οι μαθητές είχαν δηλώσει στο αρχικό ερωτηματολόγιο πως οι άνθρωποι μένουν σε ολόκληρη την επιφάνεια της Γης, κλήθηκαν να δικαιολογήσουν την απάντησή τους.

Οι μαθητές που πίστευαν πως οι άνθρωποι μένουν αποκλειστικά στο πάνω μέρος της Γης (Μαθ.1, Μαθ.2) δεν ήταν σε θέση να προσφέρουν εξήγηση, ενώ από τους μαθητές που θεωρούσαν πως οι άνθρωποι κατοικούν σε ολόκληρη την επιφάνεια της Γης, η Μαθ.3 αναφέρθηκε στο νόμο της βαρύτητας, ενώ ο Μαθ.4 δεν μπορούσε να δικαιολογήσει την απάντησή του. Μετά την επιδίωξη της γνωστικής σύγκρουσης, παρουσιάστηκε στους μαθητές ένα μαγνήτης και τρία μεταλλικά καρφάκια. Οι μαθητές κλήθηκαν να τοποθετήσουν πάνω στο μαγνήτη από ένα καρφάκι και να παρατηρήσουν τί συμβαίνει. Οι μαθητές παρατήρησαν την έλξη των καρφιών από το μαγνήτη και με την απαραίτητη καθοδήγηση διαπίστωσαν πως και η Γη λειτουργεί σαν «μαγνήτης» για τους ανθρώπους, επιτρέποντάς τους να μην πέφτουν στο «κενό» και να διαμένουν σε ολόκληρη την επιφάνεια της.

Στη συνέχεια, δόθηκε το φύλλο εργασιών στους μαθητές, αφού ρωτήθηκαν για την εποχή και τη θερμοκρασία που επικρατεί κατά τη διάρκεια των Χριστουγέννων, το μήνα Δεκέμβριο. Εφόσον όλοι οι μαθητές συμφώνησαν πως το Δεκέμβριο επικρατεί χειμώνας και κάνει αρκετό κρύο, τους παρουσιάστηκαν μερικές εικόνες, οι οποίες απεικόνιζαν τα χριστούγεννα στην Ελλάδα και την Αυστραλία, καθώς και ένα απόσπασμα εφημερίδας με τίτλο «Χριστούγεννα με καύσωνα στην Αυστραλία». Στόχος

ήταν να δοθεί ένα αρχικό ερέθισμα για την εισαγωγή των μαθητών στο φαινόμενο των εποχών, επιδιώκοντας και πάλι την πρόκληση γνωστικής σύγκρουσης καθώς θα αντικρίζανε τα χριστούγεννα με κάψωνα στην Αυστραλία. Στη συνέχεια οι μαθητές κατέγραψαν τις σκέψεις τους σχετικά με αυτό το αρχικό ερέθισμα και το πώς δημιουργούνται οι εποχές στο φύλλο εργασιών.

Μετά την εισαγωγή τους στο φαινόμενο των εποχών μέσω του αρχικού ερεθίσματος, οι μαθητές ανοίξαν τη 1<sup>η</sup> προσομοίωση («4epoxes»), ακολουθώντας τις δραστηριότητες του πρώτου μέρους του φύλλου εργασιών. Πριν αρχίσουν την εμπλοκή τους με τις δραστηριότητες, οι μαθητές κλήθηκαν να παρατηρήσουν τις κινήσεις της Γης, όπως φαίνονταν στην προσομοίωση. Με αυτό το τρόπο επιδιώχθηκε η μεταβολή των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών για τις κινήσεις της Γης, ιδιαίτερα της Μαθ.2 η οποία ακολουθούσε το Γεωκεντρικό μοντέλο ερμηνείας. Σε αυτή τη διαδικασία αξιοποιήθηκε και η υδρογείος με τον φακό, ο οποίος παρίστανε τον Ήλιο, για την καλύτερη κατανόηση των μαθητών. Αφού καταγράφηκαν από τους μαθητές οι κινήσεις της Γης, προσπάθησαν να εξηγήσουν τί προκαλεί η εκάστοτε κίνηση, μέσω καθοδηγούμενης συλλογιστικής διεργασίας. Ύστερα, οι μαθητές καταπιάστηκαν με την προσομοίωση και το φύλλο εργασίας που τη συνόδευε, συμπληρώνοντάς το μέσω παρατήρησης, πρόβλεψης και καθοδηγούμενης συζήτησης, ενώ η χρήση της υδρογείου επιστρατεύθηκε όπου κρίθηκε απαραίτητη. Με το τέλος του πρώτου μέρους του φύλλου εργασιών, η διδακτική ώρα έκλεισε με τη τελική αξιολόγηση της κατανόησης των μαθητών, μέσω συζήτησης, σχολιασμού εικόνων και επίδειξης της εναλλαγής των εποχών με τη χρήση της υδρογείου και του φακού από τους ίδιους.

## **2<sup>η</sup> ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΩΡΑ**

Στη 2<sup>η</sup> διδακτική ώρα, ύστερα από μια σύντομη επανάληψη των όσων κατανόησαν οι μαθητές την προηγούμενη διδακτική ώρα, αξιοποιήθηκε η 2<sup>η</sup> προσομοίωση («epoxes\_imeres») και το δεύτερο μέρος του φύλλου εργασιών. Μέσω της χρήσης της συγκεκριμένης προσομοίωσης, επιδιώχθηκε να ερμηνεύσουν οι μαθητές το φαινόμενο της εναλλαγής των εποχών στα δύο ημισφαίρια σε συνάρτηση με την ύπαρξη των Ηλιοστασίων και των Ισημεριών, με παράλληλη αναφορά στις μέρες του

ημερολογιακού έτους. Οι δραστηριότητες του φύλλου πραγματοποιήθηκαν και πάλι μέσω παρατήρησης, πρόβλεψης και καθοδηγούμενης συζήτησης. Όταν οι μαθητές τελείωσαν το φύλλο εργασιών, κλήθηκαν να συμπληρώσουν ένα σχετικό σχεδιάγραμμα, ως μέσο αξιολόγησης της κατανόησης τους. Το σχεδιάγραμμα αναπαριστούσε την πορεία της Γης γύρω από τον Ήλιο και καλούσε τους μαθητές να συμπληρώσουν την εποχή που διένυε το κάθε ημισφαίριο ανάλογα με τη τοποθεσία της Γης, καθώς και τα Ηλιοστάσια και τις Ισημερίες.

### **3<sup>η</sup> ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΩΡΑ**

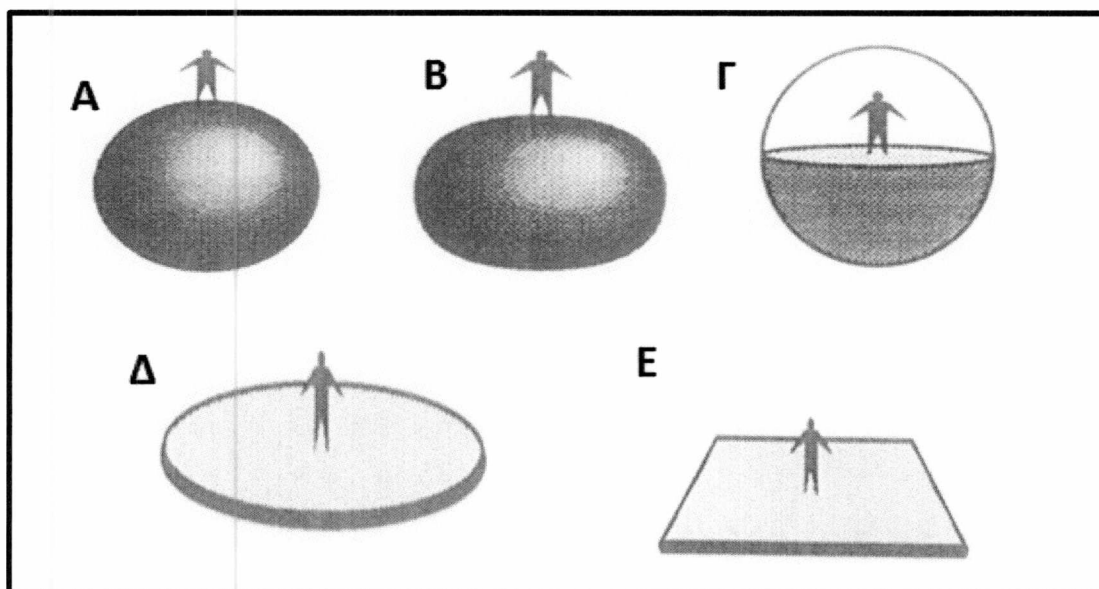
Στη 3<sup>η</sup> διδακτική ώρα, οι μαθητές καταπιάστηκαν με τη 3<sup>η</sup> σχετική προσομοίωση («epoxes-klisi») και το τελευταίο μέρος του φύλλου εργασιών. Στόχος αυτής της διδακτικής ώρας ήταν η πληρέστερη κατανόηση του φαινομένου της εναλλαγής των εποχών, μέσω της εξέτασης της διαφοροποιημένης δράσης της ηλιακής ακτινοβολίας πάνω στη Γη. Σε αυτό το σημείο, έγινε σαφή αναφορά και στη γωνία πρόσπτωσης της ακτινοβολίας στους Πόλους και την επίδρασή της στο κλίμα τους. Ύστερα από την ενασχόληση τους με το λογισμικό, οι μαθητές κλήθηκαν να συμπληρώσουν δύο γνωστικούς χάρτες. Ο πρώτος αφορούσε την εμπέδωση της αντιθετικής εναλλαγής των εποχών στα δύο ημισφαίρια, ενώ ο δεύτερος συμπύκνωνε στο πλαίσιο του την αιτιολογία και την περιγραφή του φαινομένου των εποχών, λειτουργώντας τόσο ως μέσο εμπέδωσης, όσο και τελικής αξιολόγησης.

### **5.3 3<sup>ο</sup> ΣΤΑΔΙΟ: ΤΕΛΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ - ΑΝΑΛΥΣΗ**

Στο 3<sup>ο</sup> στάδιο της έρευνας, χορηγήθηκε στους μαθητές το τελικό ερωτηματολόγιο (post-test) μία εβδομάδα μετά από την πραγματοποίηση της διδακτικής παρέμβασης. Το τελικό ερωτηματολόγιο δεν παραλλάχθηκε από το αρχικό και αποσκοπούσε στην αποτίμηση του βαθμού της εννοιολογικής αλλαγής που επετεύχθη από τους μαθητές Τ.Α και με Μ.Δ, αλλά και των μεταξύ τους διαφορών. Ύστερα από την συμπλήρωση του ερωτηματολογίου ακολούθησε και πάλι μαγνητοφωνημένη συνέντευξη.

## ΕΡΩΤΗΣΗ 1<sup>η</sup>

*Ποιό απο αυτά μοιάζει με τη Γη;*



Εικόνα 10: Οι επιλογές των μαθητών στην ερώτηση 1<sup>η</sup>

## ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ

Όλοι οι μαθητές επέλεξαν το **σκίτσο Α**, όπως και στο αρχικό ερωτηματολόγιο. Φαίνεται λοιπόν πως η έννοια της σφαιρικότητας της Γης εδραιώθηκε ή και ενισχύθηκε στην αντίληψη των μαθητών μετά τη διδακτική παρέμβαση.

## ΕΡΩΤΗΣΗ 2<sup>η</sup>

*Πού ζούνε οι άνθρωποι;*

A. Σε ολόκληρη την επιφάνεια της Γης.

B. Μόνο στο πάνω κομμάτι της Γης.

Γ. Στο εσωτερικό της Γης.

Δ. Αλλού (γράψε ό,τι νομίζεις).....

## ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ

Όλοι οι μαθητές απάντησαν πως οι άνθρωποι ζούνε «σε ολόκληρη την επιφάνεια της Γης».

- I. Στην περίπτωση του Μαθ.1 επιτεύχθηκε η επιθυμητή εννοιολογική αλλαγή μετά το πέρας της παρέμβασης, καθώς ο μαθητής στο αρχικό ερωτηματολόγιο υποστήριζε πως οι άνθρωποι ζούνε μόνο στο πάνω κομμάτι της Γης. Μάλιστα, στις διευκρινίσεις που προσέφερε, αναφέρθηκε στο παράδειγμα με το μαγνήτη που χρησιμοποιηθήκε στη διδακτική παρέμβαση για υποδηλώσει την επίδραση της βαρύτητας:

*EP: Πού ζούνε οι άνθρωποι, «σε ολόκληρη την επιφάνεια της Γης»...δηλαδή, για δείξε μου εδώ πέρα πού (στο σκίτσο της Γης)...*

*Μαθ.1: Σε όλο αυτό (δείχνοντας ολόκληρη την επιφάνεια της Γης), γιατί η Γη είναι σαν μαγνήτης...*

- II. Η Μαθ.2 υιοθέτησε επίσης το επιστημονικό μοντέλο, υποδεικνύοντας πως και στην περίπτωσή της επετεύχθη η εννοιολογική αλλαγή:

*EP: Πού μένουν οι άνθρωποι...μου είπες...;*

*Μαθ.2: Σε ολόκληρη την επιφάνεια της Γης...*

*EP: Δηλαδή για δείξε μου εδώ στην υδρόγειο...που;*

*Μαθ.2: Σε ολόκληρο (δειχνοντάς μου)...όλο..*

*EP: Πάνω και κάτω...;*

*Μαθ.2: Ναι...*

- III. Η Μαθ.3 ήταν συνεπής με την απάντηση που είχε δώσει και στο αρχικό ερωτηματολόγιο:



*EP: Οι άνθρωποι ζούνε «σε ολόκληρη την επιφάνεια της Γης» γράφεις, ε...;  
Δηλαδή για δείξε μου...*

*Μαθ.3: Παντού (δείχνοντας την επιφάνεια της υδρογείου)...*

*EP: Παντού, σε όλη τη Γη...*

**IV.** Ο Μαθ.4 ήταν επίσης συνεπής με την απάντηση που είχε δώσει στο αρχικό ερωτηματολόγιο:

*EP: Οπότε που ζουν οι άνθρωποι; Και μου απάντησες «σε ολόκληρη την επιφάνεια της Γης», δηλαδή για δείξε μου πάνω την υδρόγειο εδώ...*

*Μαθ.4: Σε όλο το...σε όλη (τη Γη)...*

*EP: Σε όλη...δηλαδή και στα δύο ημισφαίρια;*

*Μαθ.4: Μμμ...*

*EP: Και στο πάνω και στο κάτω;*

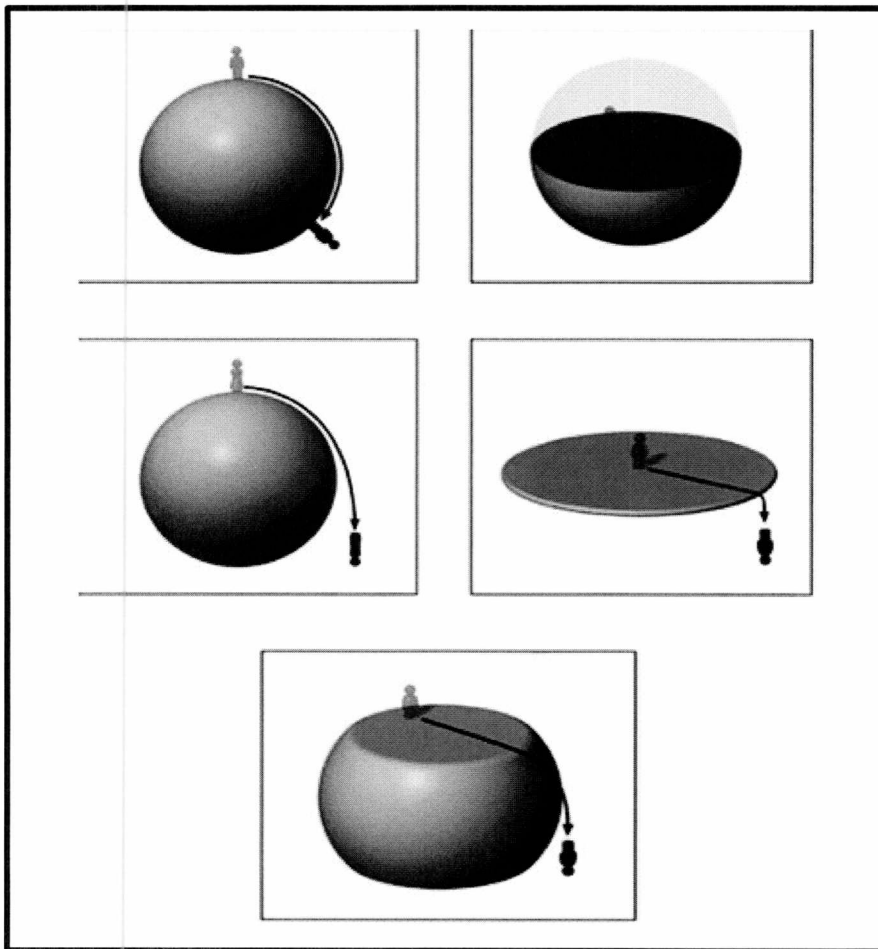
*Μαθ.4: Μμμ...*

*EP: Ωραία...*

Συνοψίζοντας, οι απαντήσεις έδειξαν πως η ύπαρξη και η επίδραση της βαρύτητας είχε δομηθεί ως αντίληψη από τους μαθητές. Οι μαθητές (Μαθ.1, Μαθ.2) που είχαν απαντήσει στο αρχικό ερωτηματολόγιο πως οι άνθρωποι κατοικούν αποκλειστικά στο πάνω μέρος της Γης, μετέβαλαν τις αντιλήψεις τους, επιτυγχάνοντας την εννοιολογική αλλαγή, ενώ οι υπόλοιποι μαθητές (Μαθ.3, Μαθ.4) ήταν συνεπείς με τις απαντήσεις τους στο αρχικό ερωτηματολόγιο.

### ΕΡΩΤΗΣΗ 3<sup>η</sup>

Πού θα κατέληγες αν περπατούσες σε ευθεία γραμμή για πολλές μέρες;



Εικόνα 11: Οι επιλογές των μαθητών στην ερώτηση 3<sup>η</sup>

### ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ

Όλοι οι μαθητές επέλεξαν το 1<sup>ο</sup> σκίτσο, επιδεικνύοντας συνέπεια στις απαντήσεις τους για τη βαρύτητα της Γης.

- I. Ο Μαθ.1 δικαιολόγησε την απάντησή του με βάση το παράδειγμα της Γης ως μαγνήτη:

*ΕΡ:* Άρα εδώ στην άλλη ερώτηση, για περιέγραφέ μου....

*Μαθ.1:* Ότι δε γίνεται αυτό εδώ (το ανθρωπάκι του σκίτσου), δεν θα πέσει γιατί είναι μαγνήτης (η Γη), δεν πέφτει....

*ΕΡ:* Σαν μαγνήτης...

*Μαθ.1: Ναι...*

**II.** Η Μαθ.2 επέλεξε με τον ίδιο τρόπο να εξηγήσει την απάντησή της:

*EP: Εδώ λοιπόν, γιατί μου κύκλωσες αυτό; Τί δείχνει εδώ πέρα με το ανθρωπάκι;*

*Μαθ.2: Δείχνει...δείχνει ένα ανθρωπάκι που είναι στο Βόρειο (ημισφαίριο) και λέει αν πάει στο Νότιο θα πέσει; Και κύκλωσα αυτό....*

*EP: Άρα θα πέσει ή δεν θα πέσει;*

*Μαθ.2: Δε θα πέσει...*

*EP: Γιατί; Θυμάσαι;*

*Μαθ.2: Γιατί η Γη είναι σαν μαγνήτης...;*

*EP: Μμμ...και οι άνθρωποι δε πέφτουν.....ωραία....*

**III.** Η Μαθ.3 συμπεριέλαβε και πάλι το νόμο της βαρύτητας στην απάντησή της, συνδυάζοντάς τον με το παράδειγμα της Γης ως μαγνήτη:

*EP: Αυτό, για εξηγησέ μου πώς.....*

*Μαθ.3: Είναι όπως έχουμε πει, ότι στο Νότιο Πόλο....γιατί...δε θα πέφτουν οι άνθρωποι; Γιατί υπάρχει ο νόμος της βαρύτητας στο διάστημα....και εφόσον υπάρχει στο διάστημα ο νόμος της βαρύτητας, οι άνθρωποι κολλάνε πάνω στη Γη, σαν (να είναι η Γη) μαγνήτης...*

*EP: Σαν μαγνήτης λοιπόν η Γη ε...ωραία...*

**IV.** Ο Μαθ.4 επεξηγήσε επίσης την απάντησή του με βάση το παράδειγμα της Γης ως μαγνήτη:

*EP: Στη 3<sup>η</sup> ερώτηση, αυτό που επέλεξες τί δείχνει ουσιαστικά;*

*Μαθ.4: Που δεν πέφτει ο άνθρωπος....*

*ΕΡ: Γιατί δε πέφτει;*

*Μαθ.4: Γιατί είναι η Γη μαγνήτης...*

*ΕΡ: Σαν μαγνήτης, δεν είναι μαγνήτης.....ωραία...*

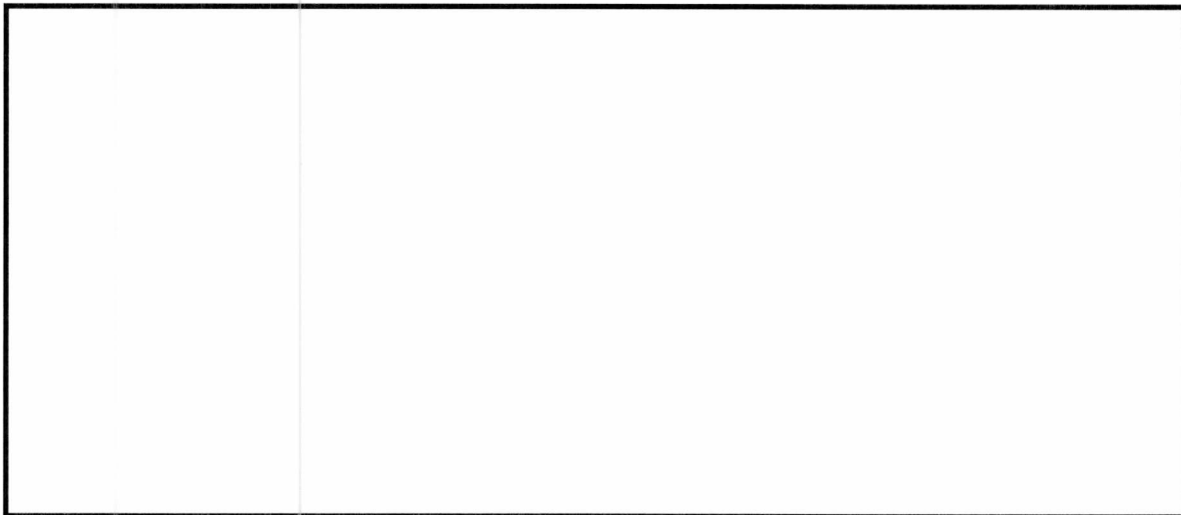
Οι μαθητές ήταν συνεπείς με τις αντιλήψεις τους ως προς τη βαρύτητα της Γης, καθώς σε συνδυασμό με τις απαντήσεις τους στην 2<sup>η</sup> ερώτηση, δείχνουν πως αναγνωρίζουν την ύπαρξη και την επίδρασή της στους ανθρώπους, χρησιμοποιώντας το παράδειγμα-αναλογία που τους είχε δοθεί κατά τη διδακτική παρέμβαση με το μαγνήτη και τα μεταλλικά καρφάκια για την καλύτερη κατανόηση της βαρύτητας. Τέλος, είναι σημαντικό να τονισθεί πως στην περίπτωση ορισμένων μαθητών η Γη ταυτιζόταν με μαγνήτη. Ο σκοπός της αναλογίας που αξιοποιήθηκε ήταν να προσδώσει νόημα στην άγνωστη έννοια της βαρύτητας μέσω των κοινών στοιχείων μεταξύ μαγνήτη και Γης, οδηγώντας ωστόσο ορισμένους μαθητές στη ταύτιση τους.

#### **ΕΡΩΤΗΣΗ 4<sup>η</sup>**

***Κινείται η Γη;***      ΝΑΙ      ΟΧΙ

***Κινείται ο Ήλιος;***      ΝΑΙ      ΟΧΙ

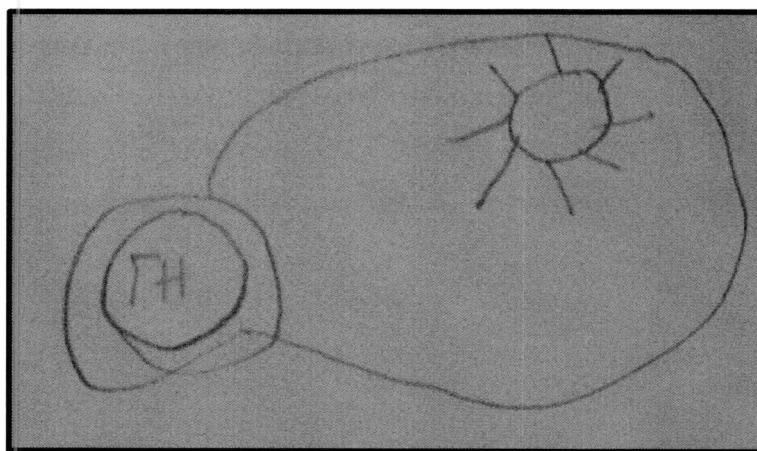
***Κάνε ένα σχήμα για να δείξεις αν κινούνται και πώς κινούνται.***



## ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ

Όλοι οι μαθητές αναγνώρισαν ως κινήσεις της Γης την περιφορά και την περιστροφή της, σχεδιάζοντας και τα αντίστοιχα σχήματα.

- I. Ο Μαθ.1 συμπεριέλαβε στις κινήσεις της Γης την περιστροφή της, την οποία είχε παραλείψει στο αρχικό ερωτηματολόγιο, σχεδιάζοντας το ανάλογο σχήμα:



Εικόνα 12: Σχέδιο του Μαθ.1

Στις διευκρινίσεις του περιέγραψε ως εξής το σχήμα του:

*ΕΡ: Κινείται λοιπόν η Γη;*

*Μαθ.1: Ναι..*

*ΕΡ: Ο Ήλιος;*

*Μαθ.1: Όχι....*

*ΕΡ: Και για περιέγραφέ μου λίγο το σχήμα, τί έκανες εδώ;*

*Μαθ.1: Είναι η Γη και κάνει ένα γύρο γύρω από τον Ήλιο....*

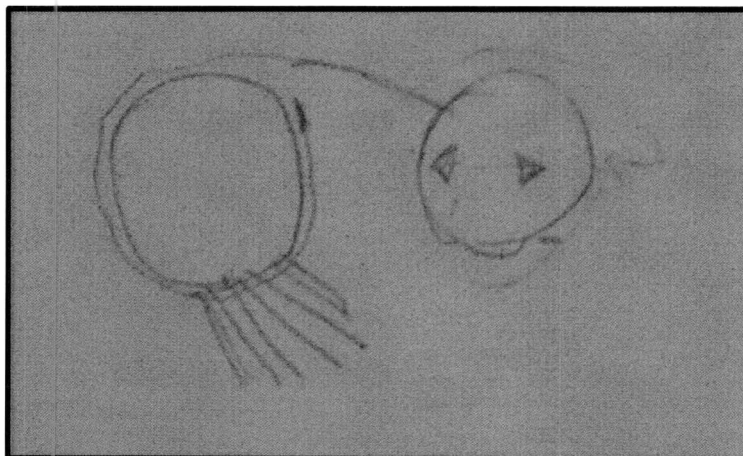
*ΕΡ: Και κάτι άλλο έχεις γράψει εδώ...*

*Μαθ.1: Ότι κάνει γύρους μόνη της....*

*ΕΡ: Γύρω από τον εαυτό της;*

*Μαθ.1: Ναι.....*

- II.** Στην περίπτωση της Μαθ.2, επετεύχθη πλήρης εννοιολογική αλλαγή, καθώς η μαθήτρια εγκατέλειψε το Γεωκεντρικό μοντέλο εξήγησης και αναγνώρισε τόσο την περιφορά, όσο και την περιστροφή της Γης.



**Εικόνα 13: Σχέδιο της Μαθ.2**

Στις διευρινίσεις της περιέγραψε το σχήμα της ως εξής:

*ΕΡ: Εδώ...η Γη κινείται;*

*Μαθ.2: Ναι.*

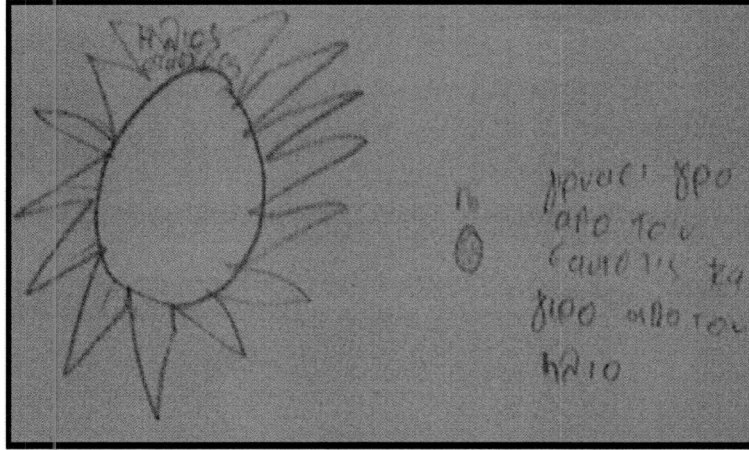
*ΕΡ: Ο Ήλιος;*

*Μαθ.2: Όχι.*

*ΕΡ: Άρα οι κινήσεις της Γης ποιές είναι; Για δείξε μου αυτά που έγραψες εδώ πέρα, για εξηγησέ μου....*

*Μαθ.2: Η Γη γυρίζει γύρω από τον εαυτό της και γύρω από τον Ήλιο...*

- III.** Η Μαθ.3 παρέμεινε σταθερή στο Ηλιοκεντρικό μοντέλο και τις κινήσεις της Γης, όπως τις υποστήριξε και στο αρχικό ερωτηματολόγιο, σχεδιάζοντας το ανάλογο σχήμα:



Εικόνα 14: Σχέδιο της Μαθ.3

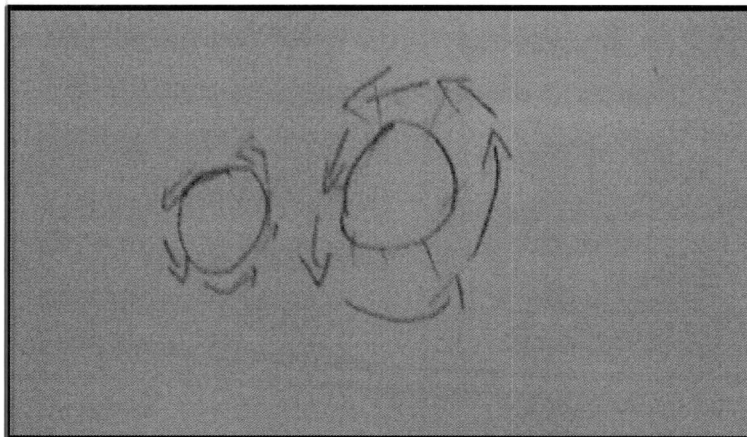
Διευκρινίζοντας το σχήμα της, περιέγραψε τα εξής:

*EP: Εδώ, το σχήμα σου λοιπόν, για εξηγησέ μου τις κινήσεις της Γης.....*

*Μαθ.3: Λοιπόν, εδώ ο Ήλιος μένει σταθερός και γυρνάει γύρω...γυρνάει η Γη γύρω από τον εαυτό της και γύρω από τον Ήλιο...*

*EP: Ωραία, πολύ ωραία.*

**IV.** Ο Μαθ.4, συμπεριέλαβε ως κίνηση της Γης την περιστροφή της, σχεδιάζοντας το εξής σχήμα:



Εικόνα 15: Σχέδιο του Μαθ.4

Στις διευκρινίσεις του περιέγραψε τις κινήσεις της Γης ως εξής:

*EP: Μου λες, κινείται η Γη; Τί μου απάντησες;*



*Μαθ.4: Ναι.*

*ΕΡ: Ο Ήλιος;*

*Μαθ.4: Όχι.*

*ΕΡ: Και στο σχήμα εδώ πέρα, τί έχεις κάνει, για εξηγησέ μου με λόγια...*

*Μαθ.4: Η Γη πηγαίνει έτσι...*

*ΕΡ: Δηλαδή γύρω από πού;*

*Μαθ.4: Από τον Ήλιο...και ο Ήλιος...εεε...η Γη πηγαίνει και γύρω από τον εαυτό της.*

*ΕΡ: Γύρω από τον εαυτό της...ωραία...*

Συνοψίζοντας, και οι τέσσερις μαθητές μετά τη διδακτική παρέμβαση ήταν σε θέση να αναγνωρίσουν τις κινήσεις της Γης. Η σημαντικότερη εννοιολογική αλλαγή επετευχθή στην περίπτωση της Μαθ.2, η οποία υιοθέτησε το Ηλιοκεντρικό μοντέλο, ενώ παράλληλα ο Μαθ.1 και ο Μαθ.4 μετέβαλαν τις αντιλήψεις τους για τις κινήσεις της Γης, συμπεριλαμβάνοντας την περιστροφή της στις απαντήσεις τους. Επομένως, ως προς την αναγνώριση των κινήσεων της Γης, η διδακτική παρέμβαση απεδείχθη επιτυχής.

## **ΕΡΩΤΗΣΗ 5<sup>η</sup>**

*Μπορείς να ονομάσεις τις εποχές του χρόνου;*

.....  
.....

## **ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ**

Όπως και στο αρχικό ερωτηματολόγιο, όλοι οι μαθητές ήταν σε θέση να ανακαλέσουν τις τέσσερις εποχές του έτους, με μεγαλύτερο βαθμό ευχέρειας. Μάλιστα, στην περίπτωση της Μαθ.2, στη θέση του «Μαρτίου», όπως είχε γράψει στο αρχικό ερωτηματολόγιο, η μαθήτρια αναγνώρισε και έγραψε την εποχή της

Άνοιξης, ξεπερνώντας την δυσκολία της να ανακαλέσει τις εποχές και να τις διακρίνει από τους μήνες.

### **ΕΡΩΤΗΣΗ 6<sup>η</sup>**

*Ο κύριος λόγος που το καλοκαίρι κάνει περισσότερη ζέστη σε μια περιοχή από το χειμώνα είναι ότι:*

- A. Η Γη είναι πιο κοντά στον Ήλιο το καλοκαίρι.
- B. Οι ακτίνες του Ηλίου πέφτουν κάθετα προς αυτή την περιοχή το καλοκαίρι.
- Γ. Το χειμώνα τα σύννεφα σταματούν τη θερμότητα του Ήλιου.
- Δ. Ο Ήλιος εκπέμπει περισσότερη θερμότητα το καλοκαίρι.
- E. Άλλο (γράψε ό,τι νομίζεις).....

### **ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ**

Όλοι οι μαθητές αναγνώριζαν ως κύριο λόγο πρόκλησης της καλοκαιρινής ζέστης την γωνία πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας προς μία περιοχή, απαντώντας πως «οι ακτίνες του Ηλίου πέφτουν κάθετα προς αυτή την περιοχή το καλοκαίρι».

- I. Ο Μαθ.1 μετασχημάτισε την αντίληψη του για την σχέση της απόστασης μεταξύ Ηλίου και Γης με το κλίμα και οικοδόμησε το επιστημονικό μοντέλο εξήγησης:

*ΕΡ:* Άρα εδώ που μπερδεύτηκες στην αρχή (στο αρχικό ερωτηματολόγιο)...λοιπόν μου λες ότι ο κύριος λόγος που το καλοκαίρι κάνει περισσότερη ζέστη σε μία περιοχή από το χειμώνα είναι ότι τελικά ότι...

*Μαθ.1:* Οι ακτίνες του Ηλίου πέφτουν κάθετα προς αυτή την περιοχή το καλοκαίρι....

*ΕΡ:* Άρα το ότι η Γη είναι πιο κοντά στη Γη το καλοκαίρι έχει σχέση...; Πάει πιο κοντά η Γη όταν κάνει το γύρο της;

*Μαθ.1:* Πως πάει;

*EP: Όταν κάνει το γύρο εδώ πέρα (γύρο από τον Ήλιο βάσει του σχήματος του μαθητή), έρχεται πιο κοντά όταν έχει καλοκαίρι και πιο μακριά όταν έχει χειμώνα;*

*Μαθ.1: Όχι...οι ακτίνες θα πέσουν κάθετα (δειχνοντάς μου στην υδρόγειο)...*

*EP: Για δείξε μου με τον φακό...*

*Μαθ.1: Θα πέσει κάπως έτσι (δειχνοντάς μου με το φακό)....*

*EP: Ενώ κάτω θα πέσει πώς;*

*Μαθ.1: Και εδώ είναι η άνοιξη, το φθινόπωρο και το καλοκαίρι (δείχνοντας με το φακό)...δηλαδή η Ελλάδα θα έχει...*

*EP: Δηλαδή όταν η Ελλάδα θα έχει καλοκαίρι, θα έχει κάτω (στο Νότιο ημισφαίριο)....;*

*Μαθ.1: Η ποιά;*

*EP: Όταν η Ελλάδα θα έχει καλοκαίρι, κάτω θα έχει στην Αυστραλία.....;*

*Μαθ.1: Χειμώνα....*

*EP: Δηλαδή θα πέφτει η ακτινοβολία εδώ (στο Βόρειο ημισφαίριο) κάθετα και εδώ (στο Νότιο ημισφαίριο)....;*

*Μαθ.1: Πλάγια.....*

*EP: Ναι, αυτό είναι...*

**II.** Η Μαθ.2, η οποία είχε επίσης υποστηρίξει τη θεωρία της απόστασης μεταξύ Ηλίου και Γης, υιοθέτησε το επιστημονικό μοντέλο:

*EP: Εδώ, ο κύριος λόγος που το καλοκαίρι κάνει περισσότερη ζέστη σε μία περιοχή απότι το χειμώνα είναι ότι...; Μου έγραψες τί; Για διαβάσε μου...*

*Μαθ.2: «Οι ακτίνες του Ήλιου πέφτουν κάθετα προς αυτή την περιοχή το καλοκαίρι»....*

*EP: Αχά...και όταν πέφτει κάθετα η ακτινοβολία σημαίνει ότι είναι πιο....;*

*Μαθ.2: Πιο ζέστη...*

*ΕΡ: Πιο ζέστη...ωραία...*

- III.** Η Μαθ.3, η οποία δεν ήταν σίγουρη στο αρχικό ερωτηματολόγιο για την απάντησή της, προσέφερε με σιγουρία ως απάντηση την επιστημονικά αποδεκτή, παρέχοντας διευκρινίσεις με την χρήση της υδρογείου και του φακού:

*ΕΡ: Ο κύριος λόγος που το καλοκαίρι κάνει περισσότερη ζέστη σε μία περιοχή απότι το χειμώνα είναι ότι « οι ακτίνες του Ηλίου πέφτουν κάθετα σε αυτή την περιοχή το καλοκαίρι»...δηλαδή για εξηγησέ μου πως το εννοείς...*

*Μαθ.3: Ας πούμε εδώ στην Ελλάδα (δείχνοντας στην υδρόγειο)...έτσι όπως είναι ο Ήλιος, χτυπάει περισσότερο (το Βόρειο ημισφαίριο) απότι εδώ....*

*ΕΡ: Από το κάτω ημισφαίριο δηλαδή...; Χτυπάει πιο πολύ στο Βόρειο...;*

*Μαθ.3: Μμμ....*

*ΕΡ: Και μπορεί να είναι και το αντίθετο;*

*Μαθ.3: Μμμ...*

*ΕΡ: Δηλαδή; Για εξηγησέ μου...*

*Μαθ.3: Να είναι ο Ήλιος και να χτυπάει περισσότερο εδώ (το Νότιο ημισφαίριο)....*

- IV.** Ο Μαθ.4, ο οποίος επίσης δεν ήταν σίγουρος για την απάντησή του στο αρχικό ερωτηματολόγιο, υποστήριξε το επιστημονικό μοντέλο και κλήθηκε να εξηγήσει την απάντησή του μέσω της υδρογείου και του φακού:

*ΕΡ: Ο κύριος λοιπόν λόγος που το καλοκαίρι κάνει περισσότερη ζέστη σε μία περιοχή απότι το χειμώνα είναι ότι, μου έχεις γράψει, «οι ακτίνες του Ηλίου πέφτουν κάθετα σε αυτή τη περιοχή το καλοκαίρι»...Δηλαδή για δείξε μου εδώ με το φακό, πώς θα πέφτει (η ακτινοβολία) κάθετα στην...Αυστραλία....; Για άναψε...*

Μαθ.4: Στο κάτω (ημισφαίριο);

ΕΡ: Ναι, στην Αυστραλία, ας πούμε, εδώ...

Μαθ.4: Έτσι (φωτίζοντας κατά προσέγγιση κάθετα με το φακό το Νότιο ημισφαίριο της υδρογείου).

ΕΡ: Έτσι, δηλαδή;

Μαθ.4: Κάθετα...

ΕΡ: Κάθετα...ωραία...και αυτό δημιουργεί το καλοκαίρι...

Συνοπτικά, όλοι οι μαθητές ήταν σε θέση να συσχετίσουν τη γωνία πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας με την ένταση της και την επίδραση που θα έχει στη θερμοκρασία μίας περιοχής. Ενώ στο αρχικό ερωτηματολόγιο κανένας μαθητής δεν μπορούσε να προσφέρει το επιστημονικό μοντέλο εξήγησης, φάνηκε πως η παρέμβαση είχε θετικό αντίκτυπο στις αντιλήψεις των μαθητών, προάγοντας την εννοιολογική αλλαγή.

## **ΕΡΩΤΗΣΗ 7<sup>η</sup>**

**Οι διαφορετικές εποχές που βιώνουμε κάθε χρόνο οφείλονται:**

- A. Στην διαφορετική απόσταση μεταξύ της Γης και του Ήλιου.
- B. Στην διαφορετική απόσταση μεταξύ της Γης, του Ηλίου και της Σελήνης.
- Γ. Στην κλίση του άξονα της Γης καθώς αυτή γυρίζει γύρω από τον Ήλιο.
- Δ. Στα διαφορετικά επίπεδα ατμοσφαιρικής ρύπανσης που εξασθενίζουν τις ακτίνες του Ηλίου.
- E. Άλλο (γράψε ό,τι νομίζεις).....

## ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ

Όλοι οι μαθητές ήταν σε θέση να προσφέρουν την επιστημονικά αποδεκτή απάντηση, συσχετίζοντας την εναλλαγή των εποχών με τη «κλίση του άξονα της Γης καθώς αυτή γυρίζει γύρω από τον Ήλιο».

- I. Ο Μαθ.1, ο οποίος υποστήριζε πως το φαινόμενο των εποχών οφείλεται στην διαφορετική απόσταση μεταξύ Ηλίου και Γης, μετά τη διδακτική παρέμβαση μετέβαλε την άποψή του και εστερνίστηκε το επιστημονικό μοντέλο:

*EP: Άρα οι διαφορετικές εποχές οφείλονται...;*

*Μαθ.1: Στην κλίση του άξονα της Γης καθώς αυτή γυρίζει γύρω από τον Ήλιο....*

*EP: Όχι στη διαφορετική απόσταση μεταξύ της Γης και του Ηλίου...;*

*Μαθ.1: Αυτό πιστεύω ότι είναι....*

*EP: Οκ, ωραία....*

- II. Η Μαθ.2, η οποία επίσης θεωρούσε αιτία της εναλλαγής των εποχών την διαφορετική απόσταση μεταξύ Ηλίου και Γης, προσέφερε ως απάντηση την επιστημονικά αποδεκτή. Όταν κλήθηκε να δώσει διευκρινίσεις, η μαθήτρια δυσκολευόταν στην αρχή να κατανοήσει τις ερωτήσεις και να εκφραστεί κατάλληλα, κατάφερε ωστόσο να εξηγήσει την απάντησή της:

*EP: Οι διαφορετικές εποχές που βιώνουμε κάθε χρόνο οφείλονται «στην κλίση του άξονα της Γης καθώς αυτή γυρίζει γύρω από τον Ήλιο».....; Δηλαδή για εξηγησέ μου, πώς θα μου το έλεγες με λόγια;*

*Μαθ.2: .....*

*EP: Αυτό που μου γράφεις εδώ πέρα δείξε το μου στην υδρόγειο...*

*(η Μαθ.2 μου δείχνει την κλίση του άξονα στην υδρόγειο)*

EP: Δηλαδή τί ακριβώς κάνει η κλίση του άξονα της Γης; Τί δημιουργεί, πώς...; Για εξηγησέ μου, μπορείς;

Μαθ.2: .....

EP: Τι κάνει στα ημισφαίρια....;

Μαθ.2: Είναι πλάγια....

EP: Είναι πλάγιος ο άξονας;

Μαθ.2: Ναι...

EP: Έχει δηλαδή την κλίση...ωραία...και στα ημισφαίρια τί επίδραση έχει αυτό;

Μαθ.2: Ε....τα ημισφαίρια...;

EP: Το Βόρειο και το Νότιο...

Μαθ.2: .....

EP: Δεν καταλαβαίνεις την ερώτηση;

Μαθ.2: Μμμ...

EP: Ότι δηλαδή αφού ο άξονας δεν είναι έτσι (κάθετος), αλλά έτσι, αυτή η κλίση, τί δημιουργεί στα ημισφαίρια, ποιά η διαφορά από το να ήταν έτσι (κάθετος)...;

Μαθ.2: .....

EP: Τα θυμάσαι αλλά δε μπορείς να τα πεις;

Μαθ.2: Τα ξέρω κυρία αλλά.....

EP: Να σε βοηθήσω λίγο...αφού ο άξονας είναι έτσι (με κλίση) σημαίνει ότι τα δύο ημισφαίρια θα δέχονται την ίδια ακτινοβολία...;

Μαθ.2: Όχι...

EP: Άρα αυτό....



*Μαθ.2: Το Βόρειο θα έχει ή καλοκαίρι ή χειμώνα ή φθινόπωρο ή άνοιξη...*

*ΕΡ: Δηλαδή τη μία φορά θα πέφτει στο ένα ημισφαίριο.....;*

*Μαθ.2: Κάθετα (η ακτινοβολία) και κάτω (Νότιο ημισφαίριο) πλάγια.....*

*ΕΡ: Ή το αντίθετο ε;*

*Μαθ.2: Ναι.*

- III.** Η Μαθ.3, η οποία δεν ήταν σίγουρη για την απάντησή της στο αρχικό ερωτηματολόγιο, αναγνώρισε την κλίση του άξονα της Γης ως αιτία πρόκλησης των εποχών, ενώ προσέφερε τις απαραίτητες διευκρινίσεις χρησιμοποιώντας την υδρόγειο:

*ΕΡ: Οι διαφορετικές εποχές που βιώνουμε κάθε χρόνο οφείλονται μου λες «στην κλίση του άξονα της Γης καθώς αυτή γυρίζει γύρω από τον Ήλιο»...για εξηγησέ μου...δηλαδή;*

*Μαθ.3: Ο κλίση (του άξονα) της Γης είναι έτσι (δείχνοντας στην υδρόγειο)...και όταν η Γη γυρνάει (γύρω από τον Ήλιο), γυρνάει και γύρω από τον εαυτό της....*

*ΕΡ: Ναι...και το ότι έχει την κλίση, σε τί βοηθάει δηλαδή και έχουμε εποχές;*

*Μαθ.3: .....*

*ΕΡ: Άμα δεν είχαμε την κλίση, ποιά θα ήταν η διαφορά;*

*Μαθ.3: Δεν θα είχαμε εποχές....*

*ΕΡ: Δηλαδή με την κλίση πώς πάει...πως «πάνε» τα ημισφαίρια;*

*Μαθ.3: Έτσι....όταν γυρνάει η Γη γύρω από τον Ήλιο κάποια στιγμή θα πάει κάπως έτσι (θέση Γης όταν το Νότιο ημισφαίριο έχει καλοκαίρι) και μετά πάει πιο πολύ εδώ (θέση Γης όταν το Βόρειο ημισφαίριο έχει καλοκαίρι)....*

*ΕΡ: Το «εδώ» σου όταν το λες, δηλαδή ποιό ημισφαίριο;*

*Μαθ.3: Το Βόρειο...*

*ΕΡ: Το Βόρειο...και μετά μπορεί να χτυπάει πιο πολύ το Νότιο...ωραία....*

- IV.** Ο Μαθ.4, ο οποίος επίσης δεν είχε ξεκάθαρη αντίληψη της αιτίας του φαινομένου των εποχών, μετά τη διδακτική παρέμβαση ήταν σε θέση να συσχετίσει την κλίση του άξονα της Γης με το εν λόγω φαινόμενο:

*ΕΡ: Οι διαφορετικές εποχές λοιπόν που βιώνουμε κάθε χρόνο οφείλονται μου λες «στην κλίση του άξονα της Γης καθώς αυτή γυρίζει γύρω από τον Ήλιο». Δηλαδή όταν λέμε στην κλίση, πώς πάει δηλαδή ο άξονας και έχει την κλίση; Για δείξε μου εδώ...*

*Μαθ.4: Πηγαίνει....εεε...*

*ΕΡ: Δηλαδή, η κλίση ποιά είναι; Για δείξε μου τί εννούμε «κλίση»...*

*Μαθ.4: Αυτή (δείχνοντας στον άξονα της υδρογείου)...η ίσια γραμμή...*

*ΕΡ: Αντί δηλαδή να πάει «ίσα», πάει...;*

*Μαθ.4: Στραβά...*

*ΕΡ: Στραβά...πλάγια...και αυτό ουσιαστικά δημιουργεί να έχουμε τις....;*

*Μαθ.4: Εποχές..*

Σε γενικές γραμμές, όλοι μαθητές είχαν κατανοήσει το λόγο ύπαρξης των εποχών και ήταν σε θέση να συσχετίσουν την κλίση του άξονα της Γης και τη διαφορετική γωνία πρόσπτωσης της ακτινοβολίας με την εναλλαγή των εποχών στα ημισφαίρια. Αν και στην περίπτωση ορισμένων μαθητών η κατάλληλη έκφραση και ορολογία αποδεικνυόταν δύσκολο εγχείρημα, η χρήση της υδρογείου τους διευκόλυνε να δώσουν τις απαραίτητες διευκρινίσεις που τους ζητήθηκαν.

## ΕΡΩΤΗΣΗ 8<sup>η</sup>

*Γιατί ο Βόρειος και ο Νότιος Πόλος είναι οι πιο ψυχρές περιοχές της Γης;*

- A. Γιατί η απόσταση των Πόλων από τον Ήλιο είναι μεγάλη.
- B. Λόγω της μορφολογίας του εδάφους των Πόλων.
- Γ. Γιατί οι ακτίνες του Ηλίου πέφτουν πάντα πλάγια στους Πόλους.
- Δ. Γιατί η νύχτα είναι μεγαλύτερη στους Πόλους.
- E. Άλλο (γράψε ό,τι νομίζεις) .....

## ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ

Οι μαθητές στο σύνολό τους επέλεξαν τη σωστή απάντηση, δηλαδή πως το ψυχρό κλίμα των Πόλων οφείλεται στο γεγονός πως «**οι ακτίνες του Ηλίου πέφτουν πάντα πλάγια στους Πόλους**».

- I. Ο Μαθ.1, ο οποίος είχε δώσει στο αρχικό ερωτηματολόγιο μια προσωπική ερμηνεία του εν λόγω φαινομένου η οποία βασιζόταν στην καθημερινή του εμπειρία («*Γιατί είναι Βόρεια*»), αναγνώρισε την πλάγια πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας στους Πόλους ως αιτιολογικό παράγοντα του ψυχρού τους κλίματος:

*ΕΡ: Και ο Βόρειος και ο Νότιος Πόλος είναι οι πιο ψυχρές περιοχές της Γης γιατί; Τί γράφεις;*

*Μαθ.1: .....*

*ΕΡ: Διαβασέ το... αυτό που υπογράμμισες....*

*Μαθ.1: «Γιατί οι ακτίνες του Ηλίου πέφτουν πάντα πλάγια στους Πόλους»*

*ΕΡ: Δηλαδή; Για εξηγησέ μου με λόγια τί εννοείς...*

*Μαθ.1: Δεν πέφτουν δηλαδή...θα πέσουν έτσι (δείχνοντας στην υδρόγειο τη πλάγια ακτινοβολία)... δεν πέφτει έτσι (δείχνοντας τη κάθετη ακτινοβολία),...*

*EP: Δηλαδή πέφτουν πλάγια και όχι.....;*

*Μαθ.1: Κάθετα.*

- II.** Η Μαθ.2, η οποία στο αρχικό ερωτηματολόγιο δεν γνώριζε τη τοποθεσία των Πόλων της Γης και απάντησε στη τύχη, προσέφερε την επιστημονικά αποδεκτή απάντηση και τις απαραίτητες διευκρινίσεις μέσω της χρήσης της υδρογείου:

*EP: Ο Βόρειος και ο Νότιος Πόλος είναι οι πιο ψυχρές περιοχές της Γης γιατί «οι ακτίνες του Ηλίου πέφτουν πάντα πλάγια»...δηλαδή για δείξε μου, πώς θα πέσουν εδώ πέρα (στην υδρόγειο)..;*

*Μαθ.2: Στο Βόρειο;*

*EP: Στο Βόρειο και στο Νότιο Πόλο.....*

*(η Μαθ.2 μου δείχνει με το χέρι της την πορεία της ακτινοβολίας στους Πόλους πάνω την υδρόγειο)*

*EP: Δηλαδή θα πέσει...*

*Μαθ.2: Πλάγια....*

*EP: Ωραία....*

- III.** Η Μαθ.3, η οποία είχε αφήσει κενή την ερώτηση στο αρχικό ερωτηματολόγιο, έδωσε την σωστή απάντηση και περιέγραψε το φαινόμενο με τη βοήθεια της υδρογείου και του φακού:

*EP: Λοιπόν, ο Βόρειος και ο Νότιος Πόλος είναι οι πιο ψυχρές περιοχές της Γης γιατί «οι ακτίνες του Ηλίου πέφτουν πάντα πλάγια στους Πόλους»...δηλαδή; Για εξηγησέ μου με λόγια δικά σου...*

*Μαθ.3: Όταν είναι εδώ πέρα ο φακός...*

*ΕΡ: Ο Ήλιος...*

*Μαθ.3: Ο Ήλιος...οι ακτίνες ίσα-ίσα που ακουμπάνε εδώ πέρα (στο Βόρειο και Νότιο Πόλο).*

- IV.** Ο Μαθ.4, ο οποίος πίστευε στο αρχικό ερωτηματολόγιο πως ο Ήλιος «δεν πηγαίνει» προς τη μερία των Πόλων, επομένως το κλίμα ήταν πιο ψυχρό, μπορούσε να συσχετίσει τη γωνία πρόσπτωσης της ακτινοβολίας με το συγκεκριμένο φαινόμενο:

*ΕΡ: Γιατί ο Βόρειος και ο Νότιος Πόλος είναι οι πιο ψυχρές περιοχές της Γης; Γιατό μου έχεις πει «οι ακτίνες του Ηλίου πέφτουν πάντα πλάγια τους Πόλους»...δηλαδή για δείξε μου, πώς πέφτουν εδώ στην υδρόγειο;*

*Μαθ.4: Έτσι (δειχνοντάς με τα χέρια την πλάγια κατεύθυνση των ακτινών στους Πόλους της υδρογείου)...έτσι και έτσι...*

*ΕΡ: Δηλαδή, όπως λες και εσύ, στραβά...!*

Συνοψίζοντας, οι μαθητές έδειξαν πως είχαν κατανοήσει την σημασία της γωνίας πρόσπτωσης της ακτινοβολίας στη διαμόρφωση της θερμοκρασίας ενός τόπου, καθώς ήταν συνεπείς και με τις απαντήσεις τους στις προηγούμενες ερωτήσεις, με τις οποίες συσχετιζόταν η συγκεκριμένη ερώτηση ως προς το περιεχόμενο.

### **ΕΡΩΤΗΣΗ 9<sup>η</sup>**

*Όταν είναι Χειμώνας στην Ελλάδα (Βόρειο Ημισφαίριο), είναι Χειμώνας και στην Αυστραλία (Νότιο Ημισφαίριο);*

ΝΑΙ            ΟΧΙ            ΔΕΝ ΞΕΡΩ

*Αν απάντησες ΟΧΙ, τί εποχή νομίζεις ότι θα έχει η Αυστραλία; Μπορείς να εξηγήσεις γιατί θα έχει διαφορετική εποχή;*

.....  
.....

## ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ

Όλοι οι μαθητές υποστήριξαν πως η Αυστραλία θα έχει διαφορετική εποχή και συγκεκριμένα καλοκαίρι. Αιτιολογώντας την απάντησή τους, οι μαθητές στο σύνολό τους αναφέρθηκαν στην διαφορετική γωνία πρόσπτωσης της ακτινοβολίας στο νότιο ημισφαίριο, στην κάθετη δηλαδή ακτινοβολία.

- I.** Ο Μαθ.1, ενώ στο αρχικό ερωτηματολόγιο αρκέστηκε στην αναφορά της τοποθεσίας της Αυστραλίας («*απέναντι*») ως αιτία των διαφορετικών εποχών, απάντησε πως στην Αυστραλία θα είναι «*καλοκαίρι γιατί χτυπά κάθετα*», υπονοώντας σαφώς την ακτινοβολία:

*EP: Όταν λοιπόν είναι χειμώνας στην Ελλάδα πάνω, στην Αυστραλία στο Νότιο ημισφαίριο είναι....;*

*Μαθ.1: Χειμώνας.*

*EP: Γιατί μου λές;*

*Μαθ.1: Θα χτυπά κάθετα...*

*EP: Θα χτυπά κάθετα την Αυστραλία, ενώ την Ελλάδα θα τη χτυπάει....;*

*Μαθ.1: Πλάγια...*

*EP: Ωραία...*

- II.** Η Μαθ.2, η οποία στο αρχικό ερωτηματολόγιο υποστήριξε πως η Ελλάδα και η Αυστραλία θα έχουν την ίδια εποχή, απάντησε πως η Αυστραλία θα έχει «*καλοκαίρι γιατί το Βόρειο ημισφαίριο έχει χειμώνα και το Νότιο ημισφαίριο θα έχει καλοκαίρι, δηλαδή κάθετη ακτινοβολία*». Παρά τα προβλήματα στην έκφραση, καθιστάται φανερό πως η μαθήτρια απέδωσε την ύπαρξη διαφορετικής εποχής στην Αυστραλία στη γωνία πρόσπτωσης της ακτινοβολίας:

*EP: Μου είπες λοιπόν ότι όταν είναι χειμώνας στην Ελλάδα, στην Αυστραλία, δηλαδή στο Νότιο ημισφαίριο θα έχει....;*

*Μαθ.2: Ε....*

*EP: Χειμώνα πάνω....*

*Μαθ.2: Καλοκαίρι...*

*EP: Καλοκαίρι κάτω....και θα έχει καλοκαίρι γιατί...;*

*Μαθ.2: Οι ακτίνες του Ηλιου πέφτουν κάθετα....*

*EP: Εκεί που έχει καλοκαίρι, ενώ πάνω που έχει χειμώνα θα πέφτουν...;*

*Μαθ.2: Πλάγια.*

- III.** Η Μαθ.3, η οποία στο αρχικό ερωτηματολόγιο είχε αναφερθεί στην τοποθεσία της Αυστραλίας («άλλη μεριά»), απάντησε πως **«Στην Αυστραλία θα έχει καλοκαίρι γιατί είναι στο νότιο ημισφαίριο. Οι ακτίνες του Ηλίου χτυπάνε κάθετα»**. Στην απάντησή της συμπεριέλαβε πλέον όχι μόνο τη τοποθεσία της Αυστραλίας, αλλά και την επίδραση της ακτινοβολίας στο Νότιο ημισφαίριο:

*EP: Λοιπόν, όταν έχουμε χειμώνα στην Ελλάδα, στο Βόρειο ημισφαίριο, στην Αυστραλία μου έχεις πει ότι δεν έχουν χειμώνα. Στην Αυστραλία έχεις πει ότι «είναι καλοκαίρι, δηλαδή στο νότιο ημισφαίριο, όπου οι ακτίνες του Ηλίου θα πάνε κάθετα»...*

*Μαθ.3: Χτυπάνε πιο δυνατές....*

*EP: Αυτό ακριβώς, κάθετα...*

*Μαθ.3: Επειδή έχουν..*

*EP: Το ίδιο είναι, σωστό είναι...κάθετα/πιο δυνατά το ίδιο είναι...ενώ πάνω χτυπάνε...;*

*Μαθ.3: Ατσούμπαλα...!*

*EP: Πως το είχαμε πει μαζί; Κάθετα και...;*

*Μαθ.3: Πάνω...*

*EP: Πες το!*



*Μαθ.3: Πλάγια...*

- IV.** Ο Μαθ.4, ενώ στο αρχικό ερωτηματολόγιο δεν έδωσε καμία απάντηση, υποστήριξε πως η Αυστραλία θα έχει καλοκαίρι, διατυπώνοντας την απάντησή του ως εξής: «**Βόρειο ημισφαίριο – χειμώνας / Νότιο ημισφαίριο - καλοκαίρι / Βόρειο ημισφαίριο – πλάγια (ακτινοβολία) / Νότιο ημισφαίριο - κάθετη**». Πέρα από τον κωδικοποιημένο τρόπο απάντησής του, είναι φανερό πως και ο Μαθ.4 συνδέει την διαφορετική εποχή με την γωνία πρόπτωσης της ακτινοβολίας:

*EP: Όταν είναι χειμώνας στην Ελλάδα λοιπόν, στην Αυστραλία είναι...;*

*Μαθ.4: Εεεε..αα, εδώ....καλοκαίρι....*

*EP: Καλοκαίρι...και γιατί λοιπόν θα έχει διαφορετική εποχή το Νότιο ημισφαίριο από το Βόρειο ημισφαίριο;*

*Μαθ.4: Γιατί ο χειμώνας θα έχει πλάγια (ακτινοβολία) και το καλοκαίρι κάθετη...*

*EP: Δηλαδή τα ημισφαίρια έχουν αντίθετες εποχές; Πάντα;*

*Μαθ.4: Όχι...ε ναι...*

*EP: Δηλαδή άμα έχει τώρα κανονικά η Ελλάδα, είχε η Ελλάδα καλοκαίρι, η Αυστραλία τί θα είχε;*

*Μαθ.4: Χειμώνα.*

*EP: Χειμώνα...και άμα η Ελλάδα είχε φθινόπωρο η Αυστραλία τί θα είχε;*

*Μαθ.4: Άνοιξη...*

Συμπερασματικά, όλοι οι μαθητές έδειξαν σημάδια σημαντικής μεταβολής στις αντιλήψεις τους, καθώς ήταν σε θέση να αναγνωρίσουν την ύπαρξη διαφορετικών εποχών στις δύο χώρες/ημισφαίρια και να τις αποδώσουν στη διαφορετική γωνία πρόπτωσης της ακτινοβολίας. Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί πως κανείς μαθητής δεν αναφέρθηκε στο λόγο που τα ημισφαίρια δέχονται διαφοροποιημένη ακτινοβολία,

δηλαδή στην κλίση του άξονα της Γης, εστιάζοντας αποκλειστικά στην γωνία πρόσπτωσης της ακτινοβολίας.

### **ΕΡΩΤΗΣΗ 10<sup>η</sup>**

*Τί θα έπρεπε να αλλάξει στη Γη ώστε η θερμοκρασία να είναι ίδια και στις 4 εποχές;*

.....  
.....  
.....

### **ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ**

Όλοι οι μαθητές ήταν σε θέση να αναγνωρίσουν πως η κλίση του άξονα της Γης ευθύνεται για την ύπαρξη των εποχών και πως η αλλαγή αυτού του στοιχείου θα μπορούσε να επιφέρει την ομοιομορφία στη θερμοκρασία της Γης καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου.

- I. Ο Μαθ.1, ο οποίος στο αρχικό ερωτηματολόγιο αναφέρθηκε στην αλλαγή του κλίματος ως αιτιολογικό παράγοντα πρόκλησης των διαφορετικών εποχών, απάντησε «*να είναι κάθετος ο άξονας*». Ο μαθητής λοιπόν συσχετίζοντας την κλίση του άξονα της Γης με την ύπαρξη των εποχών, υποστήριξε πως η απουσία αυτής της κλίσης θα επιφέρει και την απουσία των διαφορετικών εποχών καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου:

*ΕΡ: Και τέλος, τί θα έπρεπε να αλλάξει στη Γη ώστε να ήταν ίδια η θερμοκρασία και στις 4 εποχές...;*

*Μαθ.1: Να είναι κάθετος ο άξονας...*

*ΕΡ: Δηλαδή να μην έχει.....;*

*Μαθ.1: .....να μην είναι έτσι (δείχνοντάς μου με την υδρόγειο την κλίση του άξονα)...*

*EP: Να μην έχει δηλαδή....;*

*Μαθ.1: Πλαγιότητα.....*

*EP: Πλαγιότητα, δηλαδή κλίση....αυτό ουσιαστικά....*

- II.** Στην περίπτωση της Μαθ.2 ο βαθμός εννοιολογικής αλλαγής αποδείχθηκε σημαντικός, καθώς αν και δεν είχε απαντήσει στην συγκεκριμένη ερώτηση στο αρχικό ερωτηματολόγιο, μετά την παρέμβαση απάντησε **«να είναι ο άξονας κάθετος»**, συσχετίζοντας την κλίση του άξονα με την ύπαρξη των εποχών:

*EP: Τί θα έπρεπε να αλλάξει στη Γη για να είναι η θερμοκρασία ίδια και στις 4 εποχές...«να είναι ο άξονας κάθετος»...δηλαδή να μην έχει....τί;*

*Μαθ.2: Την κλίση...*

*EP: Την κλίση.....πολύ ωραία.*

- III.** Η Μαθ.3, η οποία στο αρχικό ερωτηματολόγιο είχε προσφέρει μια ιδιосуγκρασιακού τύπου απάντηση (**«να υπήρχαν τέσσερις Ήλιοι που ο ένας να χτυπά από κάτω, ο άλλος από πάνω και οι άλλοι δύο αριστερά και δεξιά»**), απάντησε με βάση το επιστημονικό μοντέλο **«ο άξονας της Γης να είναι πάντα κάθετος»**.

- IV.** Ο Μαθ.4, ο οποίος στο αρχικό ερωτηματολόγιο είχε δώσει τυπικά μία επιστημονικά αποδεκτή απάντηση (**«να μη γυρίζει (η Γη) γύρω από τον Ήλιο»**), δίχως όμως αυτή να αντιπροσωπεύει πραγματική γνώση πάνω στο φαινόμενο των εποχών, απάντησε με τον πληρέστερο τρόπο, παρά τις δυσκολίες έκφρασής του. Υποστήριξε πως αυτό που έπρεπε να αλλάξει είναι **«να είναι ίσια ο άξονας και να μη γυρίζει η Γη γύρω από τον Ήλιο»**, επιβεβαιώνοντας την απάντησή του μέσω των απαραίτητων διευκρινίσεων:

*EP: Τί λοιπόν θα έπρεπε να αλλάξει στη Γης μας για να είναι η θερμοκρασία ίδια και στις 4 εποχές, δηλαδή να είναι μια εποχή για όλο το χρόνο...και μου απαντάς..τί μου απαντάς;*

*Μαθ.4: «Να είναι ίσιος ο άξονας και να μη γυρίζει η Γη γύρω γύρω απτον Ηλιο».*

*ΕΡ: Δηλαδή άμα ο άξονας ήταν πως; Για δείξε μου, πως να ήταν ίσιος...;*

*Μαθ.4: Να ήταν ίσιος...εδώ...να ήταν δηλαδή ίσια εδώ πέρα.*

*ΕΡ: Ναι, να ήταν δηλαδή για δείξε μου, πώς;*

*Μαθ4: Να ήταν ίσα (δείχνοντας τον άξονα της υδρογείου) και να μη γύριζε γύρω από τον Ηλιο.*

*ΕΡ: Έτσι (επιβεβαιώνοντας με την υδρόγειο);*

*Μαθ.4: Μμμ...*

*ΕΡ: Α...πολύ ωραία...και αφού λοιπόν υπάρχει αυτή η μικρή κλίση έχουμε εποχές, άμα λοιπόν δεν υπήρχε...*

*Μαθ.4: Θα ήταν ίσα...*

*ΕΡ: Ίσα, δηλαδή θα είχαμε...;*

*Μαθ.4: Δε θα είχαμε εποχές...*

Επομένως, όλοι οι μαθητές ήταν σε θέση να αναγνωρίσουν την κλίση του άξονα της Γης ως γενεσιουργό αιτία του φαινομένου των εποχών, αναφέροντας πως αν εξέλαιπε ο συγκεκριμένος παράγοντας θα απουσιάζαν και οι διαφορετικές εποχές. Μάλιστα, ο Μαθ.4 αναφέρθηκε τόσο στην κλίση του άξονα της Γης, όσο και στην περιφορά της γύρω από τον Ήλιο.

## **ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Συνοψίζοντας, το τελικό ερωτηματολόγιο ανέδειξε μεγάλες μεταβολές στις αρχικές αντιλήψεις των μαθητών, όχι μόνο ως προς το φαινόμενο των εποχών, αλλά και ως προς τη Γη ως κοσμικό σώμα.

Η ανάλυση των απαντήσεων έδειξε πως όλοι οι μαθητές είχαν εσωτερικεύσει την έννοια της σφαιρικότητας της Γης, ενώ παράλληλα, σε αντίθεση με το αρχικό

ερωτηματολόγιο, ήταν σε θέση να εντάξουν στο σχήμα της Γης και τη βαρύτητα. Ως προς την έννοια της βαρύτητας της Γης, επετεύχθη σημαντική εννοιολογική αλλαγή, καθώς οι μαθητές στο σύνολό τους αναγνώριζαν πλέον την ύπαρξη και την επίδρασή τους στους ανθρώπους. Ως προς τις κινήσεις της Γης, ενώ στο αρχικό ερωτηματολόγιο μόνο η Μαθ.3 γνώριζε και τις δύο κινήσεις της, μετά την παρέμβαση όλοι οι μαθητές ήταν σε θέση να αναφέρουν και να σχεδιάσουν τις κινήσεις της Γης. Η σημαντικότερη όμως εννοιολογική μεταβολή αφορούσε τη Μαθ.2, η οποία εγκατέλειψε το Γεωκεντρικό μοντέλο ερμηνείας, οικοδομώντας το επιστημονικό μοντέλο και αναγνωρίζοντας τόσο την περιφορά, όσο και την περιστροφή της Γης.

Ως προς το φαινόμενο των εποχών, η ανάλυση των ερωτηματολογίων έδειξε πως όλοι οι μαθητές, παρά τις δυσκολίες ακριβούς έκφρασης που αντιμετώπιζαν, είχαν αναπτύξει σε σημαντικό βαθμό μία επιστημονικού τύπου προσέγγιση του φαινομένου. Οι μαθητές Τ.Α μετέβαλαν τις εναλλακτικές αντιλήψεις τους, οι οποίες στηρίζονταν στην απόσταση μεταξύ Γης και Ηλίου για την περιγραφή και την ερμηνεία των εποχών, ενώ και οι μαθητές με Μ.Δ, οι οποίοι δεν είχαν ένα σταθερό ερμηνευτικό μοντέλο πάνω στο φαινόμενο, υιοθέτησαν το επιστημονικό μοντέλο. Συγκεκριμένα, οι μαθητές αναγνώριζαν την κλίση του άξονα της Γης ως αιτιολογικό παράγοντα ύπαρξης και εναλλαγής, ενώ συσχέτιζαν τη γωνία πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας με την ύπαρξη των διαφορετικών εποχών στα δύο ημισφαίρια της Γης. Ο βαθμός λοιπόν στον οποίον επετεύχθη η επιθυμητή εννοιολογική αλλαγή είναι ιδιαίτερα σημαντικός, εφόσον μάλιστα ληφθεί υπόψιν το επίπεδο δυσκολίας που έθετε η εξέταση εννοιών και φαινομένων τα οποία δεν είναι άμεσα αντιληπτά και οικεία για τους μαθητές (νοητός άξονας Γης, γωνία πρόσπτωσης ακτινοβολίας).

Η ανάλυση των ερωτηματολογίων δεν ανέδειξε διαφορές μεταξύ των μαθητών Τ.Α και με Μ.Δ. Όλοι οι μαθητές έδειξαν σε γενικές γραμμές παρόμοιο βαθμό εννοιολογικής αλλαγής και οι απαντήσεις τους κινήθηκαν στα ίδια επίπεδα. Επομένως, σε αντίθεση με το αρχικό ερωτηματολόγιο, στο τελικό αμβλύθηκαν τόσο οι ενδοομαδικές όσο και οι διομαδικές διαφορές, καθώς οι εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών αντιμετωπίστηκαν αποτελεσματικά στο σύνολο τους.

Αναλυτικότερα:

- 1) Ο Μαθ.1 κατανόησε και εσωτερίκευσε την επίδραση της βαρύτητας της Γης στους ανθρώπους, ενώ σε αντίθεση με το αρχικό ερωτηματολόγιο, ήταν σε θέση να αναγνωρίσει τις κινήσεις της Γης. Ως προς το φαινόμενο των εποχών, ενώ οι αντιλήψεις του μαθητή εστίαζαν αρχικά στην διαφορετική απόσταση μεταξύ Ηλίου και Γης, στο τελικό ερωτηματολόγιο έδειξε να αντιλαμβάνεται την κλίση του άξονα της Γης ως αιτιολογικό παράγοντα πρόκλησης των εποχών, ενώ αναγνώριζε παράλληλα τη διαφορετική γωνία πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας ως υπεύθυνη για την ύπαρξη διαφορετικών εποχών στα ημισφαίρια. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί πως μετά τη διδακτική παρέμβαση ο μαθητής έπαυσε να συγχέει τα αίτια πρόκλησης των εποχών με τα αποτελέσματά τους (κλίμα, θερμοκρασία).
- 2) Η Μαθ.2 αντιλήφθηκε και εσωτερίκευσε επιτυχώς την έννοια της βαρύτητας της Γης και την επίδρασή της στους ανθρώπους. Σημαντική εννοιολογική αλλαγή επετεύχθη ως προς τις κινήσεις της Γης, καθώς ενώ στο αρχικό ερωτηματολόγιο η μαθήτρια υποστήριζε το Γεωκεντρικό μοντέλο, στο τελικό ερωτηματολόγιο ήταν σε θέση να αναγνωρίζει και τις δύο κινήσεις της Γης, υιοθετώντας το Ηλιοκεντρικό μοντέλο. Όσον αφορά το φαινόμενο των εποχών, ενώ η μαθήτρια αρχικά ισχυριζόταν πως η απόσταση μεταξύ Ηλίου και Γης ευθύνονταν για την εναλλαγή των εποχών, μετά τη διδακτική παρέμβαση δόμησε μια επιστημονικού τύπου εξήγηση του φαινομένου βάσει της επίδρασης της κλίσης του άξονα της Γης και της γωνίας πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας. Επιπλέον, ενώ η μαθήτρια αρχικά δεν γνώριζε πως τα ημισφαίρια διαφέρουν ως προς την εποχή, στο τελικό ερωτηματολόγιο ήταν σε θέση να αναγνωρίσει την ύπαρξη διαφορετικών εποχών και να την συνδέσει με την διαφορετική γωνία πρόσπτωσης της ακτινοβολίας στα ημισφαίρια.
- 3) Η Μαθ.3 δε διέθετε εναλλακτικές αντιλήψεις πάνω στην έννοια της βαρύτητας της Γης και τις κινήσεις της, επομένως δεν άλλαξε κάτι μετά τη διδακτική παρέμβαση. Ως προς το φαινόμενο των εποχών, ενώ η μαθήτρια αρχικά δε διέθετε κάποιο σταθερό μοντέλο εξήγησης του φαινομένου, μετά τη διδακτική παρέμβαση ήταν σε θέση να συνδέσει την εναλλαγή των εποχών με την κλίση του άξονα της Γης. Επίσης, αν και στο αρχικό ερωτηματολόγιο αναγνώριζε πως τα ημισφαίρια διαφέρουν ως προς την εποχή, στο τελικό ερωτηματολόγιο η

μαθήτρια μπόρεσε επιπλέον να συσχετίσει τη διαφορετική γωνία πρόσπτωσης της ακτινοβολίας στα ημισφαίρια με την ύπαρξη των διαφορετικών εποχών.

- 4) Ο Μαθ.4 διέθετε σαφέστερη εικόνα της έννοιας της βαρύτητας και της επίδρασής της στους ανθρώπους μετά τη διδακτική παρέμβαση. Ως προς τις κινήσεις της Γης, ενώ στο αρχικό ερωτηματολόγιο αναγνώριζε μόνο την περιφορά της, στο τελικό ερωτηματολόγιο ανέφερε και την περιστροφή ως κίνηση της Γης. Όσον αφορά το φαινόμενο των εποχών, αρχικά ο μαθητής δε διέθετε μια σταθερή αντίληψη ως προς την αιτιολογία και την περιγραφή του φαινομένου. Ωστόσο, η διδακτική παρέμβαση του επέτρεψε να οικοδομήσει το επιστημονικό μοντέλο εξήγησης του φαινομένου, βάσει του οποίου ήταν σε θέση να ερμηνεύσει την εναλλαγή των εποχών με βάση την κλίση του άξονα της Γης. Επιπλέον, ενώ ο μαθητής αρχικά δεν γνώριζε την ύπαρξη διαφορετικών εποχών στα ημισφαίρια, στο τελικό ερωτηματολόγιο αναφέρθηκε στη διαφορετική δράση της ηλιακής ακτινοβολίας στα ημισφαίρια που επιφέρει το συγκεκριμένο φαινόμενο.

Συμπερασματικά, το τελικό ερωτηματολόγιο ανέδειξε ένα σημαντικό βαθμό εννοιολογικής αλλαγής εκ μέρους όλων των μαθητών, ανεξαρτήτως ομάδας υπαγωγής, τόσο ως προς την έννοια της Γης ως κοσμικό σώμα, όσο και ως προς το κύριο ερευνητικό θέμα, το φαινόμενο των εποχών. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με τα ευρήματα της βιβλιογραφίας που υποστηρίζουν την επίτευξη εννοιολογικής αλλαγής μέσω της χρήσης ΤΠΕ. Τέλος, όσον αφορά τις ενδοομαδικές και διομαδικές διαφορές που είχαν ανακύψει στο αρχικό ερωτηματολόγιο, η διδακτική παρέμβαση τις εξάλειψε σε συντριπτικό βαθμό, καθώς οι μαθητές στο σύνολό τους έδειξαν παρόμοια επίπεδα εννοιολογικής αλλαγής. Επομένως, μπορεί να υποστηριχθεί πως σε γενικές γραμμές τόσο οι μαθητές Τ.Α, όσο και οι μαθητές με Μ.Δ ωφελήθηκαν εξίσου από τη διδακτική παρέμβαση μέσω της χρήσης ΤΠΕ.



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup> : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ**

### **ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ**

Στόχοι της παρούσας διπλωματικής ήταν δύο: i) να αναδειχθούν οι αρχικές ιδέες μαθητών με Μαθησιακές Δυσκολίες σε σχέση με τις αντίστοιχες μαθητών Τυπικής Ανάπτυξης για το φαινόμενο των εποχών και να εξεταστεί αν υπάρχουν διαφορές μεταξύ τους, ii) να διερευνηθεί ο βαθμός εννοιολογικής αλλαγής που μπορεί να επιφέρει μια διδακτική παρέμβαση μέσω της χρήσης λογισμικού προσομοίωσης που αναφέρεται στο ίδιο φαινόμενο στους προαναφερθέντες μαθητές και να ανιχνευθούν τυχόν διαφορές μεταξύ τους.

Για τις ανάγκες της έρευνας σχηματίστηκαν δύο ομάδες μαθητών της Ε΄ Δημοτικού, η κάθε μία από τις οποίες αποτελείτο από δύο μέλη. Στη μία ομάδα οι μαθητές ήταν Τυπικής Ανάπτυξης, με χαμηλές ωστόσο επιδόσεις στο σχολείο, και στην άλλη μαθητές με διεγνωσμένες Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες. Ο ίδιος αριθμός των παιδιών σε κάθε ομάδα και το παρόμοιο μαθησιακό τους επίπεδο επιλέχθηκαν έτσι ώστε να καταστούν οι δύο ομάδες συγκρίσιμες. Βασικός παράγοντας επιλογής μαθητών από τη συγκεκριμένη τάξη ήταν το γεγονός πως το φαινόμενο των εποχών διδάσκεται πρώτη φορά επίσημα στο πλαίσιο της Γεωγραφίας της ΣΤ΄ Τάξης Δημοτικού. Επομένως, οι αρχικές ιδέες των μαθητών της Ε΄ Τάξης αναμένονταν θεωρητικά να είναι ανεπηρέαστες από τη σχολική γνώση και να αντικατοπτρίζουν την αυθεντική τους σκέψη.

Η ανάδειξη των αρχικών ιδεών των μαθητών πραγματοποιήθηκε μέσω της χορήγησης γραπτού ερωτηματολογίου, το οποίο περιελάμβανε 10 ερωτήσεις, διαφορετικού τύπου (ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, ανοιχτές/παραγωγικές ερωτήσεις, σχεδιασμός επεξηγηματικού σχήματος). Το ερωτηματολόγιο σχεδιάστηκε με βάση τα πρότυπα των προηγούμενων ερευνών πάνω στο συγκεκριμένο αντικείμενο, λαμβάνοντας παράλληλα υπόψιν τα ευρήματα που έχουν καταγραφεί βιβλιογραφικά και εντάσσοντάς τα ως πιθανές απαντήσεις σε ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής. Παρ' όλο που η έρευνα εστίαζε στην ανίχνευση των αντιλήψεων των μαθητών πάνω στο φαινόμενο των εποχών, κρίθηκε απαραίτητο να ενταχθούν στο ερωτηματολόγιο και ερωτήσεις πάνω στο σχήμα, τη βάρυτητα και τις κινήσεις της Γης. Με το τρόπο αυτό, καθίστατο δυνατή η διερεύνηση των ιδεών των μαθητών πάνω σε αυτές τις έννοιες, οι

οποιές προηγούνται του φαινομένου των εποχών, και η συμπερίληψή τους κατά το σχεδιασμό της διδακτικής παρέμβασης. Συμπληρωματικά με το ερωτηματολόγιο, οι μαθητές κλήθηκαν να δώσουν προφορικές διευκρινίσεις πάνω στις απαντήσεις τους, όπου κρινόταν απαραίτητο.

Το αρχικό ερωτηματολόγιο ανέδειξε έναν αριθμό εναλλακτικών αντιλήψεων τόσο πάνω στο φαινόμενο των εποχών, όσο και στην έννοια της Γης από το σύνολο των μαθητών.

Όσον αφορά τους μαθητές Τυπικής Ανάπτυξης, παρουσιάστηκαν εναλλακτικές αντιλήψεις πάνω στην έννοια της βαρύτητας, καθώς οι μαθητές θεωρούσαν πως οι άνθρωποι δεν μένουν σε ολόκληρη την επιφάνεια της Γης, αλλά αποκλειστικά στο πάνω μέρος της. Αυτή η αντίληψη ενδεχομένως να αποτελεί μια προσπάθεια συγκερασμού της καθημερινής τους εμπειρίας, βάσει της οποίας διακρίνουν πως δεν μπορεί να διατηρηθεί η ισορροπία ενός σώματος πάνω σε ένα σφαιρικό αντικείμενο, και της γνώσης που διαθέτουν ότι οι άνθρωποι κατοικούν πάνω στη Γη.

Επιπλέον, εναλλακτικές αντιλήψεις καταγράφηκαν και ως προς τις κινήσεις της Γης. Συγκεκριμένα, ο Μαθ.1 πίστευε πως η Γη διαγράφει μία και μόνο κίνηση, την περιφορά της γύρω από τον Ήλιο, αγνοώντας πως η Γη περιστρέφεται και γύρω από τον εαυτό της. Μάλιστα, στις διευκρινίσεις που κλήθηκε να δώσει, φάνηκε πως ο μαθητής συνέχεε την κίνηση της Γης γύρω από τον Ήλιο με το φαινόμενο της εναλλαγής μέρας-νύχτας. Η Μαθ.2 από τη μεριά της διέθετε μια σαφή Γεωκεντρική άποψη, θεωρώντας πως η Γη μένει σταθερή και ο Ήλιος κινείται. Η κίνηση μάλιστα που αποδίδει στον Ήλιο τοποθετείται στο επίπεδο των συννέφων, καθιστώντας σαφή την επιρροή της καθημερινής της εμπειρίας στην σκέψη της.

Αναφορικά με το φαινόμενο των εποχών, καταγράφηκαν οι περισσότερες εναλλακτικές αντιλήψεις εκ μέρους των μαθητών. Και οι δύο μαθητές ανέφεραν τη διαφορετική απόσταση μεταξύ Ηλίου και Γης ως αιτιολογικό παράγοντα της ύπαρξης των διαφορετικών εποχών. Η κλίση του άξονα της Γης και η γωνία πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας δεν αναφέρθηκαν πουθενά. Επιπλέον, Ο Μαθ.1 ταύτιζε τα αποτελέσματα των εποχών (κλίμα) με την αιτιολογία τους. Τέλος, καταγράφηκε μια πρωτότυπη άποψη εκ μέρους του Μαθ.1 πάνω στο λόγο που οι Πόλοι είναι οι πιο ψυχρές περιοχές στη Γης, αποδίδοντας το γεγονός αυτό στη θέση του Βόρειου Πόλου

(ο Νότιος Πόλος αγνοήθηκε). Ο μαθητής φάνηκε να συγχέει το υψόμετρο, το οποίο επηρεάζει τη θερμοκρασία, με τη θέση του Βορείου Πόλου στο φαινομενικά «υψηλότερο» σημείο της Γης.

Ως προς τους μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες, δεν παρουσιάστηκαν εναλλακτικές αντιλήψεις πάνω στην έννοια της βαρύτητας. Ωστόσο, αν και ο Μαθ.4 γνώριζε την επίδραση της βαρύτητας πάνω στους ανθρώπους, δεν ήταν σε θέση να την αποδώσει στην ίδια τη βαρύτητα. Ως προς τις κινήσεις της Γης, η Μαθ.3 ήταν η μόνη που γνώριζε και τις δύο κινήσεις της Γης, ενώ ο Μαθ.4 ανέφερε μόνο την περιφορά της Γης. Όσον αφορά το φαινόμενο των εποχών, διαπιστώθηκε πως κανείς από τους δύο μαθητές δεν κατείχε ένα σταθερό μοντέλο εξήγησης. Παρ' όλο που αναφέρθηκε και από τους δύο ως αιτία εναλλαγής των εποχών η διαφορετική εκπομπή θερμότητας από τον Ήλιο ανά εποχή, αυτή η άποψη δεν αντικατόπτριζε μία σταθερή αντίληψη. Επιπλέον, η Μαθ.3 γνώριζε τη ύπαρξη διαφορετικών εποχών στο κάθε ημισφαίριο, δίχως όμως να μπορεί να προσφέρει μια επιστημονικά αποδεκτή εξήγηση, ενώ ο Μαθ.4 δε γνώριζε το συγκεκριμένο φαινόμενο. Επομένως και στην περίπτωση των μαθητών με Μαθησιακές Δυσκολίες δεν αναφέρθηκαν η κλίση του άξονα της Γης και η γωνία πρόσπτωσης της ακτινοβολίας.

Συμπερασματικά, το αρχικό ερωτηματολόγιο ανέδειξε δύο ενδιαφέροντα στοιχεία:

- I. Όλοι οι μαθητές διέθεταν εναλλακτικές αντιλήψεις πάνω στο φαινόμενο των εποχών. Κανένας μαθητής, ανεξαρτήτως ομάδας υπαγωγής, δεν ήταν σε θέση να αναγνωρίσει την κλίση του άξονα της Γης ως αιτία εναλλαγής των εποχών. Έγινε κατανοητό πως οι συγκεκριμένες έννοιες δεν είναι οικείες στα παιδιά ηλικίας 11 ετών, με αποτέλεσμα να αναπτύσσουν προσωπικές εναλλακτικές θεωρίες και μοντέλα για να εξηγήσουν το συγκεκριμένο φαινόμενο, βάσει καθημερινών εμπειριών και άμεσα αντιληπτών ερεθισμάτων. Σε συνδυασμό με τις εναλλακτικές τους αντιλήψεις για το φαινόμενο των εποχών, ορισμένοι μαθητές εξέφρασαν εναλλακτικές αντιλήψεις και πάνω στην έννοια της βαρύτητας και των κινήσεων της Γης.

II. Καταγράφηκαν διαφορές τόσο σε ενδοομαδικό, όσο και σε διομαδικό επίπεδο. Οι απαντήσεις των μαθητών και των δύο ομάδων ήταν σε σημαντικό βαθμό ανομοιογενείς, γεγονός που δεν επιτρέπει τον σαφή καθορισμό των διαφορών μεταξύ των μαθητών Τυπικής Ανάπτυξης και των μαθητών με Μαθησιακές Δυσκολίες. Αν και παρατηρήθηκαν ορισμένες τάσεις στις απαντήσεις των μαθητών που διέκριναν τις δύο ομάδες μεταξύ τους ως προς το μοντέλο εξήγησης του φαινομένου των εποχών, εφόσον οι μαθητές Τυπικής Ανάπτυξης υποστήριζαν το μοντέλο της απόστασης Ηλίου-Γης, ενώ οι μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες δεν ανέφεραν κάποιο σταθερό μοντέλο, στο μεγαλύτερο μέρος του ερωτηματολογίου παρουσιάστηκαν συγχρόνως και ενδοομαδικές διαφορές.

Επομένως, ως προς το 1<sup>ο</sup> ερευνητικό ερώτημα, διαπιστώθηκε πως οι αντιλήψεις των μαθητών με Μ.Δ δε διέφεραν από αυτές των μαθητών Τ.Α περισσότερο από όσο διέφεραν στο σύνολό τους οι αντιλήψεις των μαθητών μεταξύ τους, ανεξαρτήτως ομάδας υπαγωγής.

Η παρέμβαση που ακολούθησε το αρχικό ερωτηματολόγιο σχεδιάστηκε βάσει των επιθυμητών στόχων προς κατάκτηση από τους μαθητές και των ευρημάτων που καταγράφηκαν στο αρχικό ερωτηματολόγιο, αποσκοπώντας στην εννοιολογική αλλαγή πάνω στο φαινόμενο των εποχών. Επιπλέον, καθώς ανέκυσαν εναλλακτικές ιδέες και πάνω στην έννοια της βαρύτητας και των κινήσεων της Γης, κρίθηκε απαραίτητη μία αρχική, σύντομη προσέγγιση των συγκεκριμένων εννοιών στο πλαίσιο της παρέμβασης, με στόχο την ομαλή εισαγωγή των μαθητών στο φαινόμενο των εποχών, δίχως εννοιολογικά κενά. Η παρέμβαση στηρίχθηκε στη χρήση του λογισμικού προσομοίωσης «Πλανήτης Γη» και το φύλλο εργασίας που το συνόδευε, με ορισμένες τροποποιήσεις. Συμπληρωματικά, αξιοποιήθηκε η χρήση υδρογείου και φακού, εικόνων και γνωστικών χαρτών. Η παρέμβαση ήταν διάρκειας 3 διδακτικών ωρών και πραγματοποιήθηκε σε εξατομικευμένο επίπεδο.

Το τελικό ερωτηματολόγιο ήταν ίδιο με το αρχικό και χορηγήθηκε στους μαθητές μία εβδομάδα μετά το πέρας της παρέμβασης με στόχο την αποτύπωση του βαθμού εννοιολογικής αλλαγής που επετεύχθη. Συμπληρωματικά, όπως και στο αρχικό

ερωτηματολόγιο, οι μαθητές κλήθηκαν να προσφέρουν ορισμένες διευκρινήσεις πάνω στις απαντήσεις τους.

Τα αποτελέσματα του τελικού ερωτηματολογίου έδειξαν πως η διδακτική παρέμβαση μέσω της χρήσης λογισμικού προσομοίωσης επέφερε σημαντικές μεταβολές στις αρχικές ιδέες των μαθητών σχετικά με το φαινόμενο των εποχών και την έννοια της Γης, τόσο στην περίπτωση των μαθητών Τυπικής Ανάπτυξης, όσο και εκείνων με Μαθησιακές Δυσκολίες. Αν ληφθεί μάλιστα υπόψιν το επίπεδο δυσκολίας που έθετε η εξέταση εννοιών και φαινομένων τα οποία δεν είναι άμεσα αντιληπτά και οικεία για τους μαθητές (νοητός άξονας Γης, γωνία πρόσπτωσης ακτινοβολίας), τα αποτελέσματα καθίστανται ιδιαίτερα ενθαρρυντικά.

Όσον αφορά τους μαθητές Τυπικής Ανάπτυξης, επήλθε αλλαγή αντιλήψεων ως προς την έννοια της βαρύτητας, αφού και οι δύο μαθητές στο αρχικό ερωτηματολόγιο πίστευαν πως οι άνθρωποι κατοικούν μόνο στο πάνω μέρος της Γης. Μετά την διδακτική παρέμβαση ήταν σε θέση να αναγνωρίσουν την ύπαρξη της βαρύτητας της Γης και την επίδρασή της πάνω στους ανθρώπους. Εννοιολογική μεταβολή σημειώθηκε παράλληλα και στις αντιλήψεις των μαθητών για τις κινήσεις της Γης, εφόσον και οι δύο μαθητές αναγνώρισαν και σχεδίασαν τόσο την περιφορά, όσο και την περιστροφή της. Μάλιστα, αυτή η μεταβολή ήταν ιδιαίτερα σημαντική για την Μαθ.2, η οποία μέχρι την πραγματοποίηση της παρέμβασης ακολουθούσε το Γεωκεντρικό μοντέλο.

Ως προς το φαινόμενο των εποχών, διαπιστώθηκε ο μεγαλύτερος βαθμός εννοιολογικής αλλαγής. Τόσο ο Μαθ.1 όσο και η Μαθ.2 μετέβαλαν το μοντέλο της απόστασης μεταξύ Ηλίου και Γης, βάσει του οποίου ερμηνεύαν το φαινόμενο των εποχών, διαμορφώνοντας μία επιστημονικά αποδεκτή αντίληψη του φαινομένου. Οι μαθητές ήταν σε θέση πλέον να το περιγράψουν και να το ερμηνεύσουν με βάση την κλίση του άξονα της Γης και της γωνίας πρόσπτωσης της ακτινοβολίας στα ημισφαίρια. Στην περίπτωση μάλιστα του Μαθ.1, έγινε κατανοητό πως μετά τη διδακτική παρέμβαση ο μαθητής έπαψε να συγχέει τα αποτελέσματα του φαινομένου των εποχών με την αιτία ύπαρξής του.

Όσον αφορά τους μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες, διαπιστώθηκε αλλαγή αντιλήψεων κύριως ως προς το φαινόμενο των εποχών, αν και για το Μαθ.4

σημειώθηκαν αλλαγές και ως προς τις κινήσεις της Γης, τις οποίες ήταν σε θέση να αναγνωρίσει και να σχεδιάσει. Επιπλέον, παρ' όλο που ο Μαθ.4 στο αρχικό ερωτηματολόγιο είχε ήδη ως ένα βαθμό αντίληψη της επίδρασης της βαρύτητας της Γης πάνω στους ανθρώπους, μετά τη διδακτική παρέμβαση φάνηκε να διαθέτει σαφέστερη εικόνα και σιγουριά στις απαντήσεις του.

Ως προς το φαινόμενο των εποχών, καταγράφηκε σημαντικός βαθμός εννοιολογικής αλλαγής, καθώς κανείς από τους δύο μαθητές δε διέθετε ένα σταθερό μοντέλο εξήγησης του φαινομένου πριν τη διδακτική παρέμβαση. Ωστόσο, φάνηκε πως με τη βοήθεια του λογισμικού προσομοίωσης οι μαθητές μπόρεσαν να δομήσουν ένα σταθερό επιστημονικό μοντέλο ερμηνείας και περιγραφής του φαινομένου βάσει της κλίσης του νοητού άξονα της Γης και της γωνίας πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας.

Ο βαθμός εννοιολογικής αλλαγής μεταξύ των δύο ομάδων μαθητών δεν παρουσίασε διαφορές. Φαίνεται λοιπόν πως ενώ οι μαθητές, ανεξαρτήτως ομάδας, διέπονταν αρχικά από ετερογενείς απόψεις, μετά τη διδακτική παρέμβαση εξαλείφθηκαν τόσο οι ενδοομαδικές, όσο και οι διομαδικές διαφορές που είχαν σημειωθεί στο αρχικό ερωτηματολόγιο.

Επομένως, ως προς το 2<sup>ο</sup> ερευνητικό ερώτημα, τα αποτελέσματα δείχνουν πως η διδακτική παρέμβαση μέσω λογισμικού προσομοίωσης σχετικά με το φαινόμενο των εποχών μπορεί να ωφελήσει τους μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες εξίσου με τους μαθητές Τυπικής Ανάπτυξης. Οποιαδήποτε διαφορά είχε σημειωθεί στο αρχικό ερωτηματολόγιο, έπαψε να εμφανίζεται στο τελικό ερωτηματολόγιο, υποδηλώνοντας πως ανεξαρτήτως εκπαιδευτικών αναγκών, η κατάλληλη διδακτική παρέμβαση επιφέρει θετικά αποτελέσματα. Το γεγονός πως όλοι οι μαθητές ωφελήθηκαν από τη διδακτική παρέμβαση έγκειται ενδεχομένως στην επιτυχή οπτικοποίηση του φαινομένου μέσω του λογισμικού, που ξέφευγε από τη καθιερωμένη, παραδοσιακή διδασκαλία του μέσα από το σχολικό εγχειρίδιο. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με τα ευρήματα της βιβλιογραφίας (Πιλάτου et al., 2008 · Λάπα & Σταυρίδου, 2009), ενώ παράλληλα επιβεβαιώνονται και για τους μαθητές με Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες, μία ομάδα μαθητών πάνω στην οποία η σχετική ερευνητική δραστηριότητα κρίνεται περιορισμένη.

Συνοψίζοντας, από τα αποτελέσματα της έρευνας γίνονται αντιληπτά τα εξής συμπεράσματα:

- I. Οι μαθητές, ανεξαρτήτως εκπαιδευτικών αναγκών, κατείχαν ετερογενείς μεταξύ τους αρχικές ιδέες πάνω στο φαινόμενο των εποχών, καθώς σημειώθηκαν διαφορές τόσο σε ενδοομαδικό, όσο και διομαδικό επίπεδο. Επομένως, εφόσον δεν υπήρξαν διαφορές μόνο ανάμεσα στις ομάδες, αλλά και ανάμεσα στα μέλη της εκάστοτε ομάδας, δεν μπορεί υποστηριχθεί πως σημειώνεται σαφής διάκριση ανάμεσα στις προϋπάρχουσες αντιλήψεις των μαθητών με Μαθησιακές Δυσκολίες και των μαθητών Τυπικής Ανάπτυξης.
  
- II. Η διδακτική παρέμβαση μέσω της χρήσης του λογισμικού προσομοίωσης «Πλανήτη Γη» απεδείχθη αποτελεσματική ως προς τη μεταβολή των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών σχετικά με το φαινόμενο των εποχών και την δόμηση ενός επιστημονικά αποδεκτού μοντέλου ερμηνείας και περιγραφής του. Η χρήση του λογισμικού ωφέλησε τους μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες εξίσου με τους μαθητές Τυπικής Ανάπτυξης, καθώς τόσο οι ενδοομαδικές, όσο και οι διομαδικές διαφορές που είχαν σημειωθεί στο αρχικό ερωτηματολόγιο σχεδόν εξαλείφθηκαν μετά την παρέμβαση. Επομένως, ο βαθμός εννοιολογικής αλλαγής που επέφερε η χρήση του λογισμικού προσομοίωσης για τη διδασκαλία του φαινομένου των εποχών δεν εμφάνισε διαφορές ανάμεσα στους διαφορετικούς μαθητικούς πληθυσμούς, αναδεικνύοντας τη διδασκαλία κατάλληλη τόσο για τους μαθητές Τυπικής Ανάπτυξης, όσο και για τους μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες.

Η παρούσα διπλωματική επιχείρησε να καλύψει ένα μικρό μέρος του υπάρχοντος ερευνητικού κενού σχετικά με τη μελέτη των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών με Μαθησιακές Δυσκολίες αναφορικά με το φαινόμενο των εποχών, όσο και στην ανεύρεση αποτελεσματικών πρακτικών διδασκαλίας του φαινομένου για τον συγκεκριμένο μαθητικό πληθυσμό. Παρ' όλο που η συγκεκριμένη έρευνα ανέδειξε ορισμένα πρωτότυπα ευρήματα επιτυγχάνοντας τον σκοπό της, πρέπει να σημειωθούν ορισμένοι περιορισμοί που διέπουν τα αποτελέσματά της και που θα μπορούσαν να προσπελαστούν ως ένα βαθμό σε μελλοντικές ερευνητικές προσπάθειες.



Το μικρό μέγεθος του ερευνητικού δείγματος καθίσταται σημαντικός περιοριστικός παράγοντας γενίκευσης των αποτελεσμάτων, καθώς δεν επιτρέπει την εξέταση μεγάλου αριθμού μαθητών στα πλαίσια αυθεντικής πειραματικής έρευνας. Επομένως, αναμένονται ερευνητικές μελέτες που να εξετάζουν το συγκεκριμένο αντικείμενο μέσω της αξιοποίησης μεγαλύτερου ερευνητικού δείγματος, που θα επιτρέπει την ασφαλέστερη εξαγωγή συμπερασμάτων.

Ένας ακόμη περιοριστικός παράγοντας γενίκευσης των αποτελεσμάτων είναι το εξατομικευμένο επίπεδο διδασκαλίας που επιλέχθηκε στην παρούσα έρευνα. Το γεγονός πως η παρέμβαση εφαρμόστηκε ατομικά για το κάθε μαθητή, αποτρέπει από την γενίκευση των αποτελεσμάτων στο πλαίσιο της γενικής τάξης, όπου ο εκπαιδευτικός αδυνατεί να εφαρμόσει εξατομικευμένη διδασκαλία. Παρ' όλο που έχουν πραγματοποιηθεί έρευνες σε επίπεδο τάξης που επιβεβαιώνουν τα θετικά αποτελέσματα της παρέμβασης (Πιλάτου et al., 2008 · Λάππα & Σταυρίδου, 2009), η αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας για τους μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες στη γενική τάξη δεν έχει ακόμα διερευνηθεί επαρκώς. Επομένως, η πραγματοποίηση της συγκεκριμένης παρέμβασης δίχως τον εξατομικευμένο χαρακτήρα της είναι αμφίβολο αν απέφερε παρόμοια αποτελέσματα για τους μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες, καθιστώντας απαραίτητη τη διερεύνηση της εφαρμογής της στη γενική τάξη για τον συγκεκριμένο μαθητικό πληθυσμό.

Τέλος, η συγκεκριμένη έρευνα δεν εξέτασε το βαθμό διατήρησης της νέας γνώσης από τους μαθητές σε βάθος χρόνου. Ένα πιθανό ενδεχόμενο είναι οι μαθητές να καταφεύγουν ξανά στις εναλλακτικές τους αντιλήψεις μετά από κάποιο χρονικό διάστημα από τη διδασκαλία του φαινομένου των εποχών, εφόσον μάλιστα επισημαίνεται βιβλιογραφικά η ανθεκτικότητα των αρχικών ιδέων των μαθητών (Ψύλλος, 1988). Επομένως, η διερεύνηση του βαθμού διατήρησης του επιστημονικού μοντέλου εξήγησης από τους μαθητές μετά από τη παρέμβαση μέσω λογισμικού προσομοίωσης, καθώς και η εξέταση ενδεχομένων διαφορών μεταξύ των μαθητών Τυπικής Ανάπτυξης και με Μαθησιακές Δυσκολίες ως προς το βαθμό διατήρησης θα μπορούσαν να αποτελέσουν μελλοντικά αντικείμενα έρευνας.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Αρβανιτάκης, Ι. & Κασκάλης, Θ. (2009). Ανάπτυξη λογισμικού προσομοίωσης για την διδασκαλία της πλεύσης-βύθισης στην Ε΄τάξη του δημοτικού. Στο Π. Καριώτογλου, Α. Σπύρτου & Α. Ζουπίδης (Επιμ.), «Οι πολλαπλές προσεγγίσεις της διδασκαλίας και της μάθησης των Φυσικών Επιστημών». Πρακτικά 6<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση (σ.198-206). Φλώρινα: Γράφημα
- Βαβουγιός, Δ. & Παντελιάδου, Σ. (2006). Ανάλυση Διαφοροποιημένης διδασκαλίας Φυσικών Επιστημών σε μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες. Στο Ε. Σταυρίδου (Επιμ.), «Διδακτική των Φυσικών Επιστημών: Μέθοδοι και Τεχνολογίες Μάθησης». Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου της ΕΔΙΦΕ (σ.727-733). Αθήνα: Νέες Τεχνολογίες
- Βλάχος, Ι. (2004). *Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες – Η πρόταση της εποικοδόμησης*. Αθήνα: Γρηγόρης
- Ευαγγέλου, Φ. & Κώτσης, Κ. (2009). Γνωρίσματα ερευνών της Διεθνούς Βιβλιογραφίας σχετικά με τα μαθησιακά αποτελέσματα από τη σύγκριση εικονικών και πραγματικών πειραμάτων στη διδασκαλία και μάθηση της Φυσικής. Στο Π. Καριώτογλου, Α. Σπύρτου & Α. Ζουπίδης (Επιμ.), «Οι πολλαπλές προσεγγίσεις της διδασκαλίας και της μάθησης των Φυσικών Επιστημών». Πρακτικά 6<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση (σ.335-342). Φλώρινα: Γράφημα
- Ευαγγέλου, Φ. & Κώτσης, Κ. (2013). Μαθησιακά αποτελέσματα από τη σύγκριση των πραγματικών και εικονικών πειραμάτων Φυσικής σε μαθητές Ε΄ Δημοτικού σχετικά με την ανάκλαση του φωτός. Στο Δ. Βαβουγιός & Σ. Παρασκευόπουλος (Επιμ.), Πρακτικά 8<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση (σ.296-303). Βόλος:.

- Καλκάνης, Γ.Θ. (2002). Εκπαιδευτική Τεχνολογία Εκπαιδευτικές Εφαρμογές των Τεχνολογιών Πληροφόρησης (και) στην Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες, σ. 20-29, Αυτοέκδοση ISBN 960-90946-4-3
- Κατσέλης, Γ. (2010). *Εκπαιδευτικό Δράμα: Θεωρητικό πλαίσιο και δραματικές τέχνες*. Αθήνα: Εκδόσεις Ψυχογιός
- Κόκκοτας, Π. (2005). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών - Μέρος Ι*. Αθήνα: Γρηγόρης
- Κόκκοτας, Π. (2010). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Σύγχρονες Προσεγγίσεις στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών – Μέρος ΙΙ*. Αθήνα: Γρηγόρης
- Κόκκοτας, Π. & Βλάχος, Ι. (2000). Ο ρόλος του πειράματος στην επιστήμη και στη διδασκαλία – μάθηση. Στο Π. Κόκκοτας (Επιμ.), *Διδακτικές Προσεγγίσεις στις Φυσικές Επιστήμες – Σύγχρονοι Προβληματισμοί*. Αθήνα: Τυπωθήτω
- Κώτσης, Κ. & Κολοβός, Χ. (2002). Οι εναλλακτικές αντιλήψεις των παιδιών, η εννοιολογική αλλαγή και η διάρκεια γνώσης από την διδασκαλία στο Δημοτικό στην έννοια της δύναμης. Στο Α. Μαργετουσάκη & Π. Γ. Μιχαηλίδης (Επιμ.) *Πρακτικά 3<sup>ο</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Εφαρμογής των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση*. Εκδόσεις ΙΩΝ
- Λάππα, Ι. & Σταυρίδου, Ε. (2009). Διερεύνηση των ιδεών μαθητών Ε' τάξης Δημοτικού για το φαινόμενο των εποχών του έτους και διδακτική παρέμβαση με ΤΠΕ. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση* 2(1-2), 141-169.
- Λευκός, Ι., Ψύλλος, Δ. & Χατζηκρανιώτης, Ε. (2009). Ανάπτυξη πειραματικών δεξιοτήτων μέσα από ένα εικονικό περιβάλλον στην περιοχή των θερμικών φαινομένων. «Οι πολλαπλές προσεγγίσεις της διδασκαλίας και της μάθησης των Φυσικών Επιστημών». *Πρακτικά 6<sup>ο</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση* (σ.495-502). Φλώρινα: Γράφημα
- Μαριδάκη-Κασσωτάκη, Α. (2011). *Δυσκολίες Μάθησης. Ψυχοπαιδαγωγική Προσέγγιση*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα

- Μαρκοβίτης, Μ. & Τζουριάδου, Μ. (1991). *Μαθησιακές Δυσκολίες. Θεωρία και Πράξη*. Θεσσαλονίκη: Προμηθεύς
- Μπότσας, Γ. (2008). Ενίσχυση των Γνωστικών και Συναισθηματικών Χαρακτηριστικών των μαθητών με Μαθησιακές Δυσκολίες. Στο Σ. Παντελιάδου & Φ. Αντωνίου (Επιμ.), *Διδακτικές προσεγγίσεις και πρακτικές για μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες*. Βόλος: Γράφημα
- Ολυμπίου, Γ., Ζαχαρία, Ζ. & Παπαευριπίδου, Μ. (2007). Διερεύνηση της βελτίωσης της εννοιολογικής κατανόησης προπτυχιακών φοιτητών για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία μέσα από εικονικά και πραγματικά περιβάλλοντα πειραματισμού. Στο Α. Κατσίκης, Κ. Κώτσης, Α. Μικρόπουλος, Γ. Τσαπαρλής (Επιμ.), *Πρακτικά 5<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση»*, 5(Γ),1059- 1068
- Παντελιάδου, Σ. (2011a). *Μαθησιακές Δυσκολίες και Εκπαιδευτική Πράξη: Τί & Γιατί*. Αθήνα: Πεδίο
- Παντελιάδου, Σ. (2011b). Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες και αποτελεσματική διδασκαλία. Στο Σ. Παντελιάδου & Β. Αργυρόπουλος (Επιμ.), *Ειδική Αγωγή. Από την έρευνα στη διδακτική πράξη*. Αθήνα: Πεδίο
- Παππάς, Χ., Καμαράτος, Μ. & Κώτσης, Κ. (2009). Σύγκριση πειραματικής και παραδοσιακής διδασκαλίας των φαινομένων ανάκλασης και διάθλασης του φωτός σε μαθητές Β΄ Γυμνασίου. Στο Π. Καριώτογλου, Α. Σπύρτου & Α. Ζουπίδης (Επιμ.), «*Οι πολλαπλές προσεγγίσεις της διδασκαλίας και της μάθησης των Φυσικών Επιστημών*». *Πρακτικά 6<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση* (σ.694-710). Φλώρινα: Γράφημα
- Πιλάτου, Β., Μαρινόπουλος, Δ., Σολομωνίδου, Χ., & Αθανασιάδης, Κ. (2008). Διδασκαλία του φαινομένου της εναλλαγής των εποχών με τη χρήση ψηφιακού υλικού για την αντιμετώπιση των ιδεών των παιδιών ηλικίας 12 ετών. Στο Π. Κουμαράς & Φ. Σέρογλου (Επιμ.), «*Αναλυτικά Προγράμματα και Βιβλία Φυσικών Επιστημών*». *Πρακτικά 4<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου της ΕΔΙΦΕ* (σ.618-626). Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Χριστοδουλίδη.

- Πολυχρόνη, Φ. (2011a). *Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες*. Πεδίο: Αθήνα
- Πολυχρόνη, Φ. (2011b). Σύγχρονες Προσεγγίσεις για την οριοθέτηση, ταξινόμηση και την αξιολόγηση των Ειδικών Μαθησιακών Δυσκολιών. Στο Σ. Τάνταρος (Επιμ.), *Δυσκολίες Μάθησης. Αναπτυξιακές, Εκπαιδευτικές και Κλινικές προσεγγίσεις*. Αθήνα: Πεδίο
- Σταράκης, Ι. & Χαλκιά, Κ. (2009). Γιατί κάνει Κρύο το Χειμώνα και Ζέστη το Καλοκαίρι; Συγκριτική Θεώρηση Αντιλήψεων μαθητών 5<sup>ης</sup> Δημοτικού και προπτυχιακών φοιτητών του ΠΤΔΕ για το φαινόμενο της Εναλλαγής των Εποχών. Στο Π. Καριώτογλου, Α. Σπύρτου & Α. Ζουπίδης (Επιμ.), «*Οι πολλαπλές προσεγγίσεις της διδασκαλίας και της μάθησης των Φυσικών Επιστημών*». Πρακτικά 6<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση (σ.798-806). Φλώρινα: Γράφημα
- Ταραμόπουλος, Α., Ψύλλος, Δ. & Χατζηκρανιώτης, Ε. (2011). Μπορούν τα ανοικτά εικονικά περιβάλλοντα να χρησιμοποιηθούν στη θέση των πραγματικών εργαστηρίων; Η εμπειρία του ΑΜΑΠ στο χώρο του ηλεκτρισμού. Στο Παπαγεωργίου Γ. & Κουντουριώτης Γ. (Επιμ.), «*Αλληλεπιδράσεις Εκπαιδευτικής Έρευνας και Πράξης στις Φυσικές Επιστήμες*». Πρακτικά 7<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση. (σ.658-665). Αλεξανρούπολη.
- Τζουριάδου, Μ. (2011). *Μαθησιακές Δυσκολίες. Θέματα ερμηνείας και αντιμετώπισης*. Θεσσαλονίκη: Προμηθεύς
- Τσελφές, Β., Φασολούπουλος, Γ., Βαβουγιός, Δ. & Παντελιάδου, Σ. (2006). Εναλλακτικές αναπαραστάσεις μαθητών με Μαθησιακές Δυσκολίες για το ζήτημα της σχέσης δύναμης και κίνησης. Στο Ε. Σταυρίδου (Επιμ.), *Πρακτικά 3<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου ΕΔΙΦΕ «Διδακτική των Φυσικών Επιστημών: Μέθοδοι και Τεχνολογίες Μάθησης*». (σ.740-747). Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών
- Φερεντίνου, Α., Παπαλεξόπουλος, Π. Φ. & Βαβουγιός, Δ. (2011). Η χρήση της διερευνητικής και της άμεσης διδασκαλίας στα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών για μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες. *Σύγχρονη Εκπαίδευση* 167, σς. 52-60

- Χαλκιά, Κ. (2012). *Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες. Θεωρητικά ζητήματα, προβληματισμοί, προτάσεις*. Αθήνα: Πατάκη
- Ψύλλος, Δ. (1988). Οι επιπτώσεις των ιδέων των μαθητών στο σχεδιασμό της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Εργασία για το διεθνές workshop Διδακτικής της Φυσικής – Ρόδος, Μάρτιος, 1988
- Πρόγραμμα Σπουδών Φυσικών Επιστημών (2010). Υπουργείο Παιδείας και Πολιτισμού Ανακτήθηκε 20-5-2015 από:  
[http://www.moec.gov.cy/analytika\\_programmata/nea-analytika-programmata/ektenes\\_programma\\_fysikesevistimes.pdf](http://www.moec.gov.cy/analytika_programmata/nea-analytika-programmata/ektenes_programma_fysikesevistimes.pdf)
- Aydeniz, M., Cihak, D. F., Graham, S. C. & Retinger, L. (2012). Using Inquiry-Based Instruction for Teaching Science to Students with Learning Disabilities. *International Journal of Special Education*, 27(2), 189-206
- Bakas, C & Mikropoulos, T. (2003). Design of virtual environments for the comprehension of planetary phenomena based on students' ideas. *International Journal of Science Education*, 25(8), 949-967
- Bakken, J., Mastropieri, M. & Scruggs, T. (1997). Reading Comprehension of Expository Science Material and Students with Learning Disabilities: A Comparison of Strategies. *The Journal of Special Education*, 31(3), 300-324
- Baxter, J. (1989). Children's understanding of familiar astronomical events. *International Journal of Science Education*, 11(special issue), 502-513
- Bell, D. (2002). Making Science inclusive: providing effective learning opportunities for children with learning difficulties. *Support for learning*, 17(4), 156-161
- Bergerud, D., Lovitt, T. & Horton, S. (1988). The Effectiveness of Textbook Adaptations in Life Science for High School Students with Learning Disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 21(2) 70-76
- Brigham, F., Scruggs, T. & Mastropieri, M. (2011). Science Education and Students with Learning Disabilities. *Learning Disabilities Research & Practice*, 26(4), 223–232



- Diakidou, I. A. & Kendeou, P. (2001). Facilitating conceptual change in astronomy: a comparison of the effectiveness of two instructional approaches. *Learning and Instruction*, 11, 1–20
- Driver, P., Guesne, E. & Tiberghien, A. (1985). *Οι ιδέες των παιδιών στις Φυσικές Επιστήμες*. Αθήνα: Τροχαλία
- Driver, R. & Oldham, V. (1986). A constructivist approach to curriculum development in science. *Studies in Science Education*, 13, 105-122
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P. & Wood-Robinson, V. (2000). Οικο-Δομώντας τις Έννοιες των Φυσικών Επιστημών. Μια Παγκόσμια Σύνοψη των Ιδεών των Μαθητών. Αθήνα: Τυπωθήτω (Π. Κόκκοτας, Επιμ. Μ. Χατζή Μτφρ.)
- Dunlop, J. (2000). How Children Observe the Universe. *Publications of the Astronomical Society of Australia*, 17(2), 194–206
- Harlen, W. & Elstgeest, J. (2005). *Διδασκαλία και Μάθηση των Φυσικών Επιστημών στην Α΄ Βάθμια Εκπαίδευση. Μια συνεργατική – βιωματική προσέγγιση στην εκπαίδευση των δασκάλων*. Αθήνα: Τυπωθήτω (Π. Κόκκοτας, Επιμ. Ι. Φεργαδιώτου Μτφρ.)
- Hewitt, P. G. (2013) *Οι έννοιες της Φυσικής*. Ε (Γ. Παπαδόγγονας Επιμ. Ε. Σηφάκη & Γ. Παπαδόγγονας Μτφρ.). Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης
- Kikas, E. (2004). Teachers' conceptions and misconceptions concerning three natural phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 432-448
- Kikas, E. (1998). The impact of teaching on students' definitions and explanations of astronomical phenomena. *Learning and Instruction*, 8(5), 439–454,
- Lovitt, T. C. & Horton, S. V. (1994). Strategies for Adapting Science Textbooks for Youth with Learning Disabilities. *Remedial and Special Education*, 15(2), 105-116
- Mason, L. H. & Hedin, L. R. (2011). Reading Science Text: Challenges for Students with Learning Disabilities and Considerations for Teachers. *Learning Disabilities Research & Practice*, 26(4), 214–222

- Mastropieri, M. & Scruggs, T. (1994). Text Versus Hands-On Science Curriculum - Implications for Students with Disabilities. *Remedial and Special Education*, 15(2), 72-85
- Mastropieri, M., Scruggs, T. & Butcher, K. (1997). How effective is Inquiry Learning for students with Mild Disabilities? *The Journal of Special Education*, 31(2), 199-211
- Mastropieri, M., Scruggs, T., Boon, R. & Carter, C. (2001). Correlates of Inquiry Learning in Science: Constructing Concepts of Density and Buoyancy. *Remedial and Special Education*, 22(3), 130-137
- Mastropieri, M., Scruggs, T., Norland, J., Berkeley, S., McDuffie, K., Halloran-Tornquist, E. & Connors, N. (2006). Differentiated Curriculum Enhancement in Inclusive Middle School Science: Effects on Classroom and High-Stakes Tests. *The Journal of Special Education*, 40(3), 130-137
- Mastropieri, M., Scruggs, T. & Magnusen, M. (1999). Activities-Oriented Science Instruction for Students with Disabilities. *Learning Disability Quarterly*, 22(4), 240-249
- Matkins, J. J & Brigham, F. (1999). A Synthesis of Empirically Supported Best Practices for Science Students with Learning Disabilities. Paper presented at the International Conferences of The Association for Educating Teachers in Science, Austin, TX
- McCleery, J. A. & Tindal, G. A. (1999). Teaching the Scientific Method to At-Risk Students and Students with Learning Disabilities Through Concept Anchoring and Explicit Instruction. *Remedial and Special Education*, 20(1), 7-18
- Nobes, G., Martin, A. & Panagiotaki, G. (2005). The development of scientific knowledge of the Earth. *British Journal of Developmental Psychology*, 23, 47-64
- Ormsbee, C. K. & Finson, K. D. (2000). Modifying Science Activities and Materials to Enhance Instruction for Students with Learning and Behavioral Problems. *Intervention in School and Clinic*, 36(1), 10-21



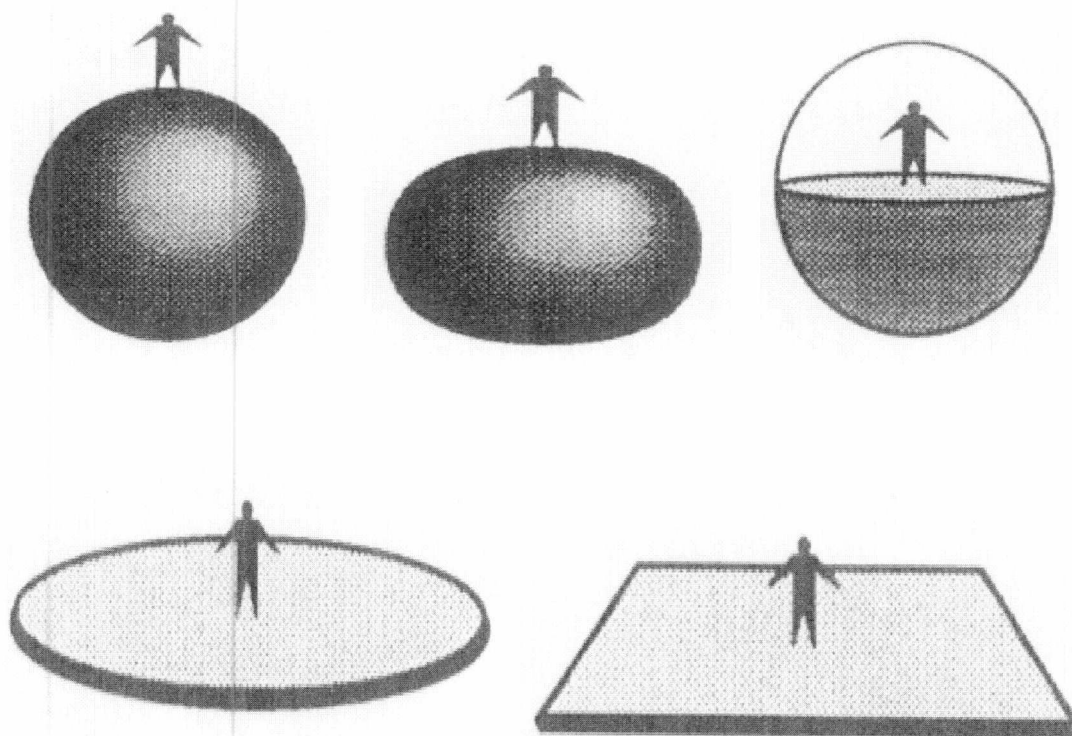
- Palincsar, A. S., Collins, A. S., Marano, N. L. & Magnusson, S. J. (2000). Investigating the Engagement and Learning of Students with Learning Disabilities in Guided Inquiry Science Teaching. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 31, 240-251
- Panagiotaki, G., Nobes, G. & Banerjee, R. (2006). Children's representations of the earth: A methodological comparison. *British Journal of Developmental Psychology*, 24, 353-372
- Scruggs, T., Mastropieri, M., Bakken, J. & Brigham, F. (1993). Reading Versus Doing: The relative effects of Textbook-Based and Inquiry-Oriented Approaches to Science Learning in Special Education Classrooms. *The Journal of Special Education*, 27(1), 1-15
- Scruggs, T. & Mastropieri, M. (1994). The Construction of Scientific Knowledge by students with Mild Disabilities. *The Journal of Special Education*, 28(3), 307-321
- Scruggs, T. & Mastropieri, M. (2007). Science Learning in Special Education: The Case for Constructed Versus Instructed Learning. *Exceptionality*, 15(2), 57-74
- Scruggs, T., Mastropieri, M., Berkeley, S. & Graetz, J. (2009). Do Special Education Interventions Improve Learning of Secondary Content? A Meta-Analysis. *Remedial and Special Education*, 31(6) 437-449
- Segalàs, J., Ferrer-Balas, D. & Mulder, K. F. (2008). Conceptual maps: measuring learning processes of engineering students concerning sustainable development. *European Journal of Engineering Education*, 33(3), 297-306
- Settlage, J. & Southerland, S. (2007). *Teaching science to every child: using culture as a starting point*. London: Routledge
- Sharp, J. S. (1996). Children's astronomical beliefs: a preliminary study of Year 6 children in south-west England. *International Journal of Science Education*, 18(6), 685-712

- Staatmeier, M., van der Maas, H. L. J. & Jansen, B. R. J. (2008). Children's knowledge of the earth: A new methodological and statistical approach. *Journal of Experimental Child Psychology*, 100, 276–296
- Stein, M., Larrabee, T. G. & Barman, C. R. (2008). A Study of Common Beliefs and Misconceptions in Physical Science. *Journal of Elementary Science Education*, 20(2), 1-11
- Trumber, R. (2001a). A cross-age study of junior high school students' conceptions of basic astronomy concepts. *International Journal of Science Education*, 23(11), 1111- 1123
- Trumber, R. (2001b). A Cross-age Study of Senior High School Students' Conceptions of Basic Astronomy Concepts. *Research in Science & Technological Education*, 19(1), 97-109
- Tsai, C. C. & Chang, C.Y. (2005). Lasting Effects of Instruction Guided by the Conflict Map: Experimental Study of Learning About the Causes of the Seasons. *Journal of Research in Science Education*, 42(10), 1089–1111
- 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., Skopeliti, I. & Ikospentaki, K. (2004). Modes of knowing and ways of reasoning in elementary astronomy. *Cognitive Development*, 19, 203–222

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

## Ι. ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ PRE TEST

**1. Ποιό απο αυτά μοιάζει με τη Γη;**



**2. Πού ζούνε οι άνθρωποι;**

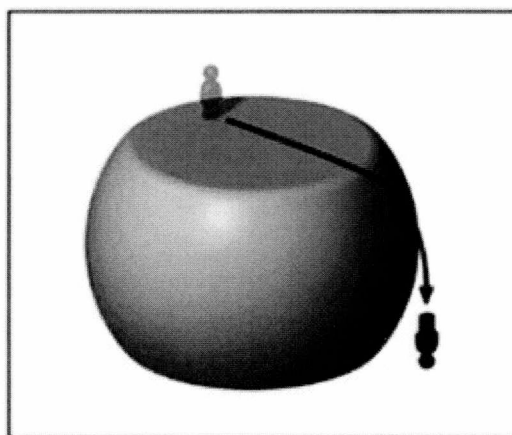
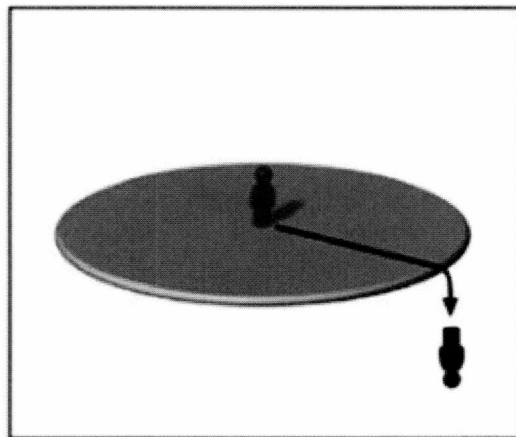
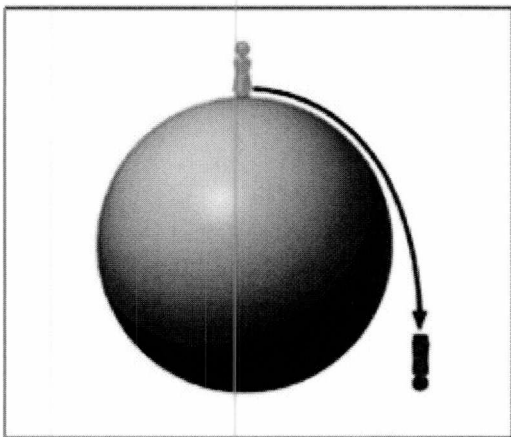
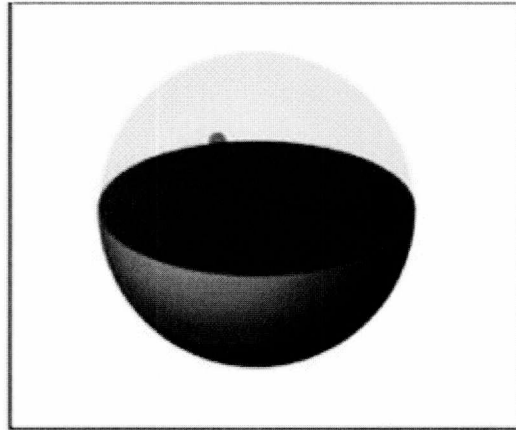
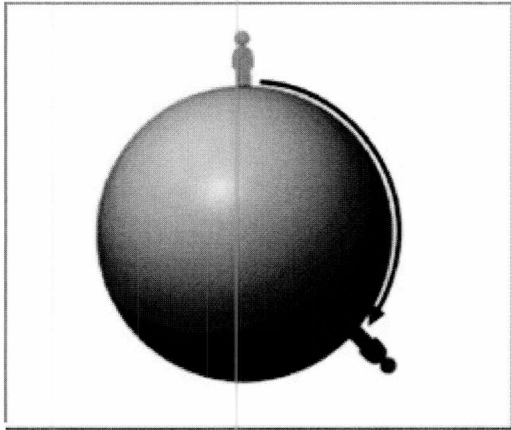
A. Σε ολόκληρη την επιφάνεια της Γης.

B. Μόνο στο πάνω κομμάτι της Γης.

Γ. Στο εσωτερικό της Γης.

Δ. Αλλού (γράψε ό,τι νομίζεις).....

3. Πού θα κατέληγες αν περπατούσες σε ευθεία γραμμή για πολλές μέρες;



4. Κινείται η Γη;      ΝΑΙ      ΟΧΙ

Κινείται ο Ήλιος;      ΝΑΙ      ΟΧΙ

Κάνε ένα σχήμα για να δείξεις αν κινούνται και πώς κινούνται.



5. Μπορείς να ονομάσεις τις εποχές του χρόνου;

.....  
.....

6. Ο κύριος λόγος που το καλοκαίρι κάνει περισσότερη ζέστη σε μια περιοχή απότι το χειμώνα είναι ότι:

- A. Η Γη είναι πιο κοντά στον Ήλιο το καλοκαίρι.
- B. Οι ακτίνες του Ηλίου πέφτουν κάθετα προς αυτή την περιοχή το καλοκαίρι.
- Γ. Το χειμώνα τα σύννεφα σταματούν τη θερμότητα του Ήλιου.
- Δ. Ο Ήλιος εκπέμπει περισσότερη θερμότητα το καλοκαίρι.
- E. Άλλο (γράψε ό,τι νομίζεις).....

**7. Οι διαφορετικές εποχές που βιώνουμε κάθε χρόνο οφείλονται:**

- A. Στην διαφορετική απόσταση μεταξύ της Γης και του Ήλιου.
- B. Στην διαφορετική απόσταση μεταξύ της Γης, του Ηλίου και της Σελήνης.
- Γ. Στην κλίση του άξονα της Γης καθώς αυτή γυρίζει γύρω από τον Ήλιο.
- Δ. Στα διαφορετικά επίπεδα ατμοσφαιρικής ρύπανσης που εξασθενίζουν τις ακτίνες του Ηλίου.
- E. Άλλο (γράψε ό,τι νομίζεις).....

**8. Γιατί ο Βόρειος και ο Νότιος Πόλος είναι οι πιο ψυχρές περιοχές της Γης;**

- A. Γιατί η απόσταση των Πόλων από τον Ήλιο είναι μεγάλη.
- B. Λόγω της μορφολογίας του εδάφους των Πόλων.
- Γ. Γιατί οι ακτίνες του Ηλίου πέφτουν πάντα πλάγια στους Πόλους.
- Δ. Γιατί η νύχτα είναι μεγαλύτερη στους Πόλους.
- E. Άλλο (γράψε ό,τι νομίζεις) .....

9. Όταν είναι Χειμώνας στην Ελλάδα (Βόρειο Ημισφαίριο), είναι Χειμώνας και στην Αυστραλία (Νότιο Ημισφαίριο);

ΝΑΙ            ΟΧΙ            ΔΕΝ ΞΕΡΩ

Αν απάντησες ΟΧΙ, τί εποχή νομίζεις ότι θα έχει η Αυστραλία; Μπορείς να εξηγήσεις γιατί θα έχει διαφορετική εποχή;

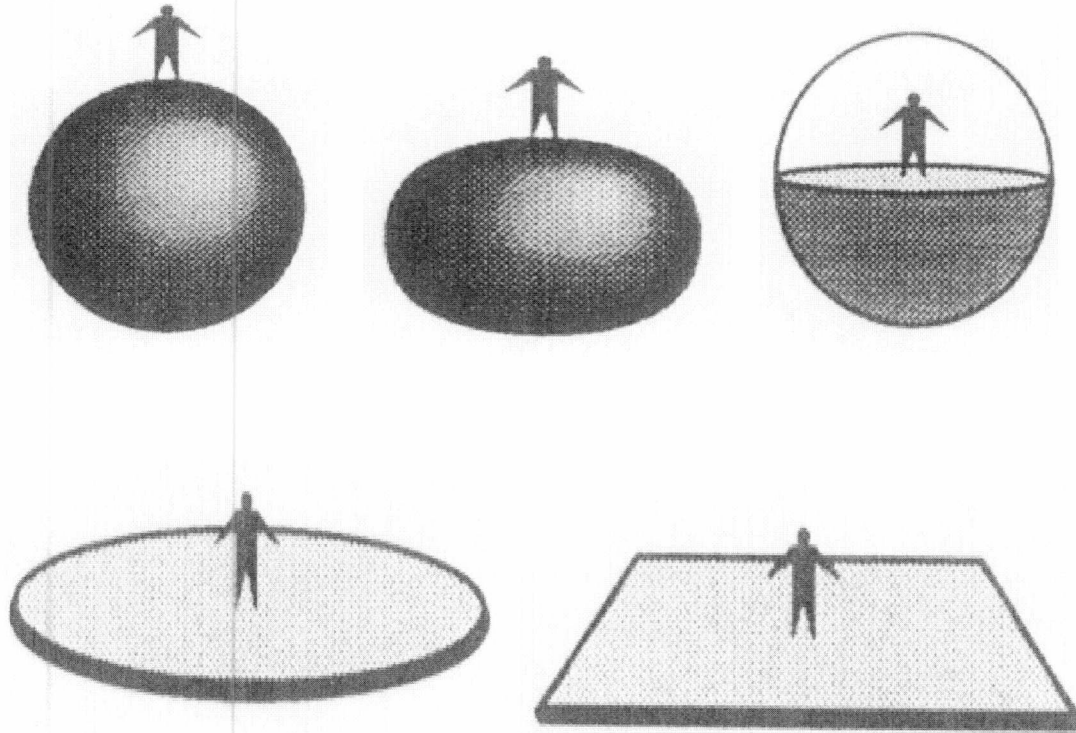
.....  
.....  
.....

10. Τί θα έπρεπε να αλλάξει στη Γη ώστε η θερμοκρασία να είναι ίδια και στις 4 εποχές;

.....  
.....  
.....

## II. ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ POST TEST

1. Ποιό απο αυτά μοιάζει με τη Γη;



2. Πού ζούνε οι άνθρωποι;

A. Σε ολόκληρη την επιφάνεια της Γης.

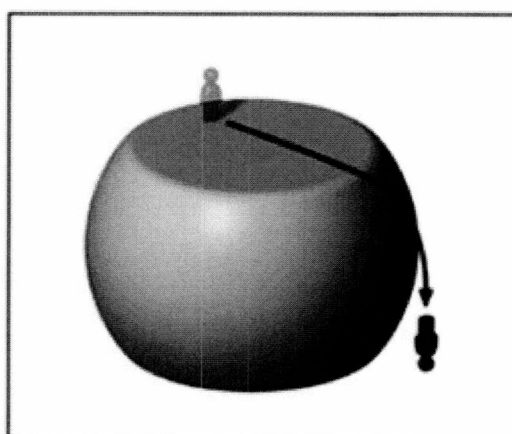
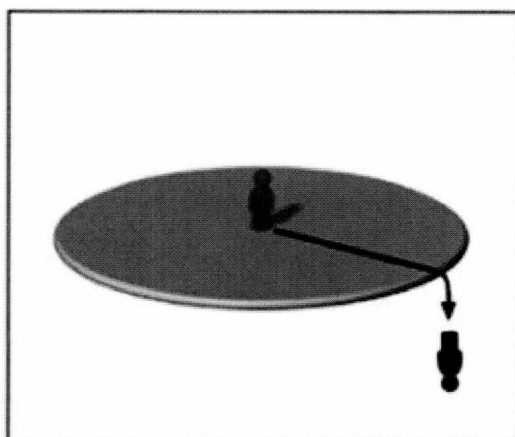
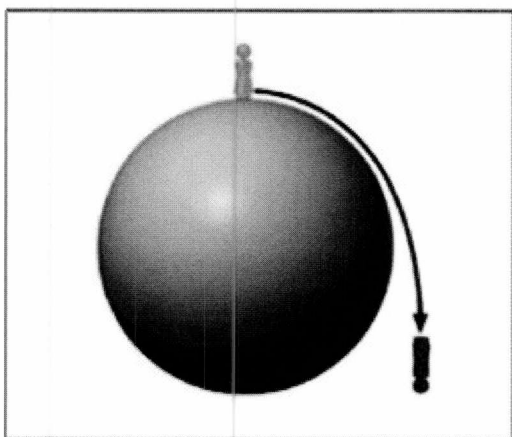
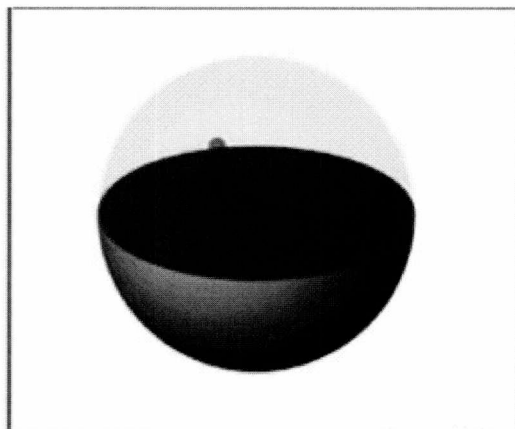
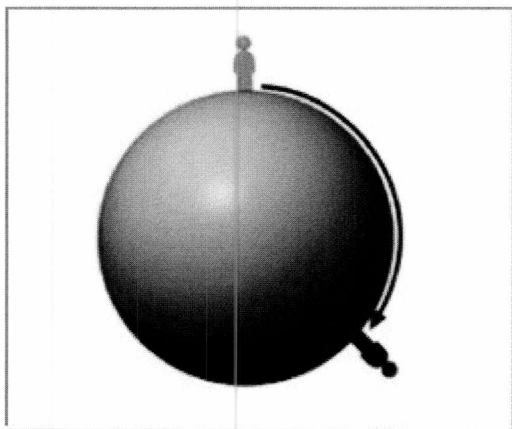
B. Μόνο στο πάνω κομμάτι της Γης.

Γ. Στο εσωτερικό της Γης.

Δ. Αλλού (γράψε ό,τι νομίζεις).....



3. Πού θα κατέληγες αν περπατούσες σε ευθεία γραμμή για πολλές μέρες;



4. Κινείται η Γη;      ΝΑΙ      ΟΧΙ

Κινείται ο Ήλιος;      ΝΑΙ      ΟΧΙ

Κάνε ένα σχήμα για να δείξεις αν κινούνται και πώς κινούνται.



5. Μπορείς να ονομάσεις τις εποχές του χρόνου;

.....  
.....

6. Ο κύριος λόγος που το καλοκαίρι κάνει περισσότερη ζέστη σε μια περιοχή απότι το χειμώνα είναι ότι:

Α. Η Γη είναι πιο κοντά στον Ήλιο το καλοκαίρι.

Β. Οι ακτίνες του Ηλίου πέφτουν κάθετα προς αυτή την περιοχή το καλοκαίρι.

Γ. Το χειμώνα τα σύννεφα σταματούν τη θερμότητα του Ήλιου.

Δ. Ο Ήλιος εκπέμπει περισσότερη θερμότητα το καλοκαίρι.

Ε. Άλλο (γράψε ό,τι νομίζεις).....

**7. Οι διαφορετικές εποχές που βιώνουμε κάθε χρόνο οφείλονται:**

- A. Στην διαφορετική απόσταση μεταξύ της Γης και του Ήλιου.
- B. Στην διαφορετική απόσταση μεταξύ της Γης, του Ηλίου και της Σελήνης.
- Γ. Στην κλίση του άξονα της Γης καθώς αυτή γυρίζει γύρω από τον Ήλιο.
- Δ. Στα διαφορετικά επίπεδα ατμοσφαιρικής ρύπανσης που εξασθενίζουν τις ακτίνες του Ηλίου.
- E. Άλλο (γράψε ό,τι νομίζεις).....

**8. Γιατί ο Βόρειος και ο Νότιος Πόλος είναι οι πιο ψυχρές περιοχές της Γης;**

- A. Γιατί η απόσταση των Πόλων από τον Ήλιο είναι μεγάλη.
- B. Λόγω της μορφολογίας του εδάφους των Πόλων.
- Γ. Γιατί οι ακτίνες του Ηλίου πέφτουν πάντα πλάγια στους Πόλους.
- Δ. Γιατί η νύχτα είναι μεγαλύτερη στους Πόλους.
- E. Άλλο (γράψε ό,τι νομίζεις) .....

9. Όταν είναι Χειμώνας στην Ελλάδα (Βόρειο Ημισφαίριο), είναι Χειμώνας και στην Αυστραλία (Νότιο Ημισφαίριο);

ΝΑΙ            ΟΧΙ            ΔΕΝ ΞΕΡΩ

Αν απάντησες ΟΧΙ, τί εποχή νομίζεις ότι θα έχει η Αυστραλία; Μπορείς να εξηγήσεις γιατί θα έχει διαφορετική εποχή;

.....  
.....  
.....

10. Τί θα έπρεπε να αλλάξει στη Γη ώστε η θερμοκρασία να είναι ίδια και στις 4 εποχές;

.....  
.....  
.....

### III. ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

#### ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ

1. Τι εποχή παρατηρείτε στις εικόνες ότι έχει η Ελλάδα το μήνα Δεκέμβρη και τί εποχή έχει η Αυστραλία;

.....

2. Πού νομίζετε ότι οφείλεται αυτή η μεγάλη διαφορά θερμοκρασίας στην Ελλάδα και στην Αυστραλία;

.....

.....

3. Πώς πιστεύετε ότι δημιουργούνται οι εποχές;

.....

.....

.....

**ΑΝΟΙΓΟΥΜΕ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ «4epoxes.exe»**

4. Πατήστε το πλήκτρο της παύσης (||) όταν το **βόρειο ημισφαίριο της Γης έχει χειμώνα και το νότιο ημισφαίριο καλοκαίρι.**  
Α) Τί παρατηρείτε όσον αφορά τη θέση του άξονα της γης;  
.....  
Β) Ποιό από τα δύο ημισφαίρια είναι στραμμένο προς τον ήλιο, το Βόρειο ή το Νότιο;  
.....
5. Όταν το **Βόρειο ημισφαίριο της Γης έχει καλοκαίρι και το Νότιο ημισφαίριο χειμώνα**, παρατηρήστε τη βοηθητική προσομοίωση που εμφανίζεται **κάτω αριστερά** στην οθόνη.  
Α) Σε ποιο από τα δύο ημισφαίρια φτάνουν περισσότερες ακτίνες ηλίου;  
.....  
Β) Πώς επηρεάζεται η θερμοκρασία των περιοχών του Νοτίου ημισφαιρίου;  
.....  
.....
6. Όταν το **Βόρειο ημισφαίριο έχει άνοιξη**, μελετήστε προσεκτικά την προσομοίωση που εμφανίζεται **κάτω αριστερά** στην οθόνη.  
Συγκρίνετε την κλίση των ακτίνων του ηλίου την **άνοιξη** με την κλίση των ακτίνων το **χειμώνα** στην ίδια περιοχή. Τί **αλλαγές** παρατηρείτε την άνοιξη;  
.....  
.....  
.....
7. Τι νομίζετε ότι θα συνέβαινε αν η Γη περιστρεφόταν μόνο γύρω από τον εαυτό της και όχι γύρω από τον ήλιο;  
.....  
.....  
.....
8. Συζητήστε στην ομάδα και στην τάξη σας, πώς νομίζετε ότι δημιουργούνται οι εποχές και γράψτε τα συμπεράσματά σας.  
.....  
.....  
.....

**ΑΝΟΙΓΟΥΜΕ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ «epoxes\_imeres.exe»**

9. Πατάμε το πλήκτρο της παύσης όταν το ημερολόγιο δείξει **21 Μαρτίου**, όπου οι ακτίνες του Ηλίου προσπίπτουν κάθετα πάνω στην επιφάνεια της Γης. Κοιτώντας την βοηθητική προσομοίωση **πάνω αριστερά**, συζητήστε σχετικά με την **απόσταση του Βορείου και του Νοτίου ημισφαιρίου από τον Ήλιο**. Είναι κάποιο ημισφαίριο **στραμμένο προς τον Ήλιο** περισσότερο απο το άλλο; Ποιο είναι το συμπέρασμά σας;
- .....
- .....
- .....
10. Από τις **21 Μαρτίου** και έπειτα ποια εποχή νομίζετε ότι ξεκινά για το **Βόρειο ημισφαίριο**;
- .....
11. Από τις **21 Μαρτίου** και έπειτα ποια εποχή ξεκινά για το **Νότιο ημισφαίριο**;
- .....
12. Όταν το ημερολόγιο δείξει **22 Ιουνίου**, ποιά από τα δύο ημισφαίρια απέχει λιγότερο από τον Ήλιο; Ποια εποχή πιστεύετε ότι ξεκινά για το Βόρειο ημισφαίριο;
- .....
- .....
13. Τι πιστεύετε ότι συμβαίνει κατά το «**θερινό ηλιοστάσιο**;»
- .....
- .....
14. Όταν το ημερολόγιο δείξει **23 Σεπτεμβρίου**, σε ποιο συμπέρασμα οδηγήστε σχετικά με την **απόσταση** του Βορείου και του Νοτίου ημισφαιρίου από τον Ήλιο;
- .....
- .....
15. Ποια εποχή πιστεύετε ότι ξεκινά τότε για το Βόρειο ημισφαίριο και ποια εποχή για το Νότιο;
- .....
16. Όταν το ημερολόγιο δείξει **22 Δεκεμβρίου**, ποιά από τα δύο ημισφαίρια απέχει **λιγότερο** από τον Ήλιο;
- .....
17. Ποια εποχή νομίζετε ότι ξεκινά τότε για το Βόρειο ημισφαίριο και ποια εποχή για το Νότιο;
- .....

18. Τι πιστεύετε ότι συμβαίνει κατά το «χειμερινό ηλιοστάσιο;»

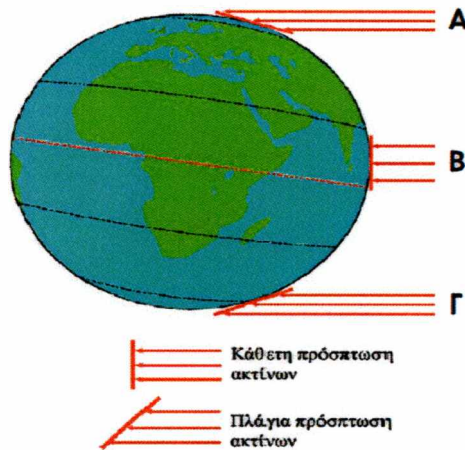
.....  
.....

19. Τι πιστεύετε ότι συμβαίνει όταν το ημερολόγιο δείξει **21 Μαρτίου ή 23 Σεπτεμβρίου;**

.....  
.....

**ΑΝΟΙΓΟΥΜΕ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ «eroces\_klisi.exe»**

Παρατηρήστε την δράση της ηλιακής ακτινοβολίας στη Γη όπως παρουσιάζεται στην προσομοίωση σε σχέση και με την παρακάτω εικόνα.....



20. Κατά το **Θερινό Ηλιοστάσιο** ποιά ημισφαίριο δέχεται την πιο έντονη ακτινοβολία;

.....

21. Κατά το **Χειμερινό Ηλιοστάσιο** ποιά ημισφαίριο δέχεται την πιο έντονη ακτινοβολία;

.....

22. Κατά την **Φθινοπωρινή και Εαρινή Ισημερία** ποιά ημισφαίριο δέχεται την πιο έντονη ακτινοβολία;

.....



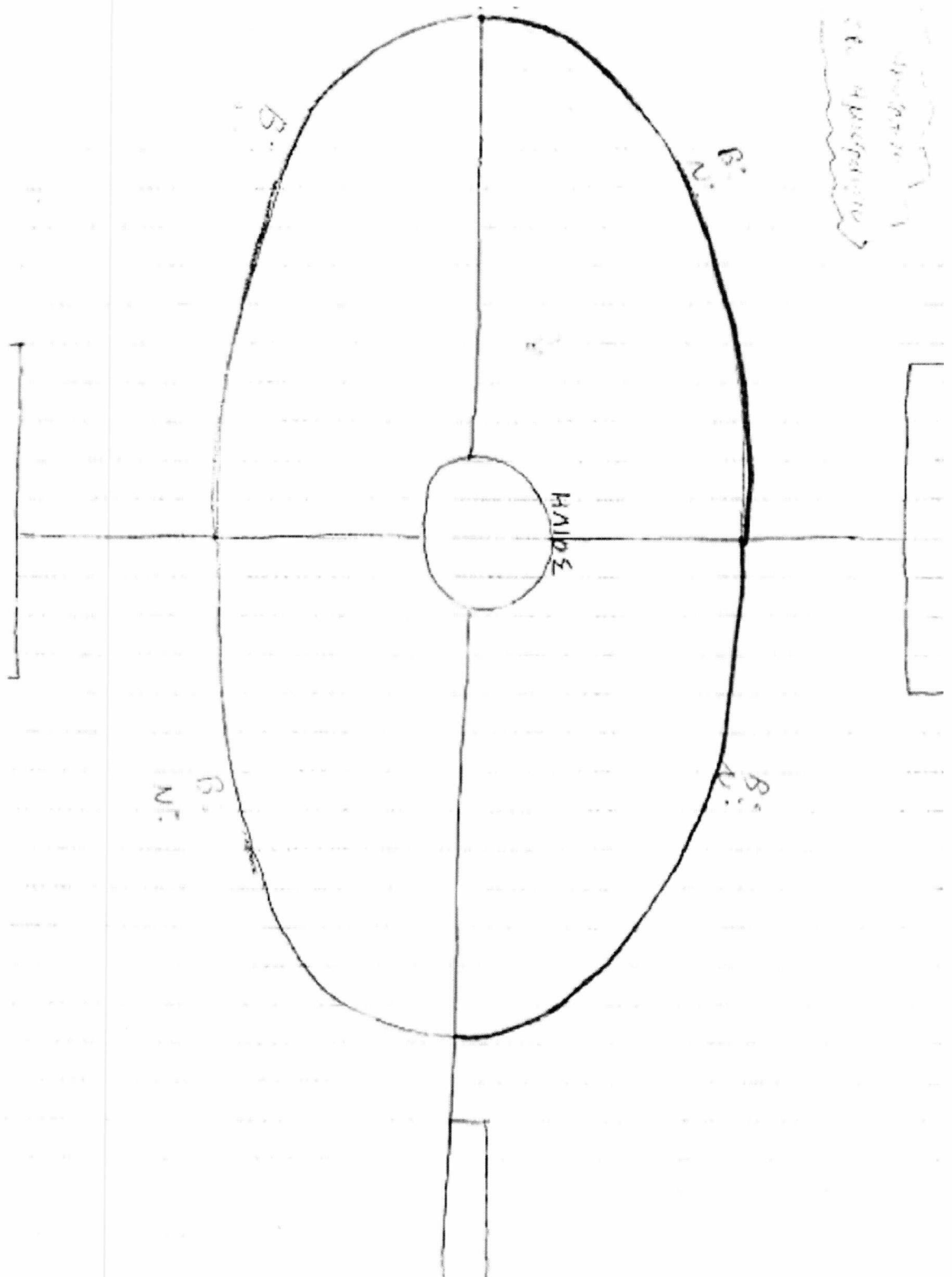
23. Παρατηρήστε την πτώση της ακτινοβολίας στους **Πόλους**. Τι παρατηρήσεις μπορείτε να κάνετε για την επίδραση της στο κλίμα των Πόλων;

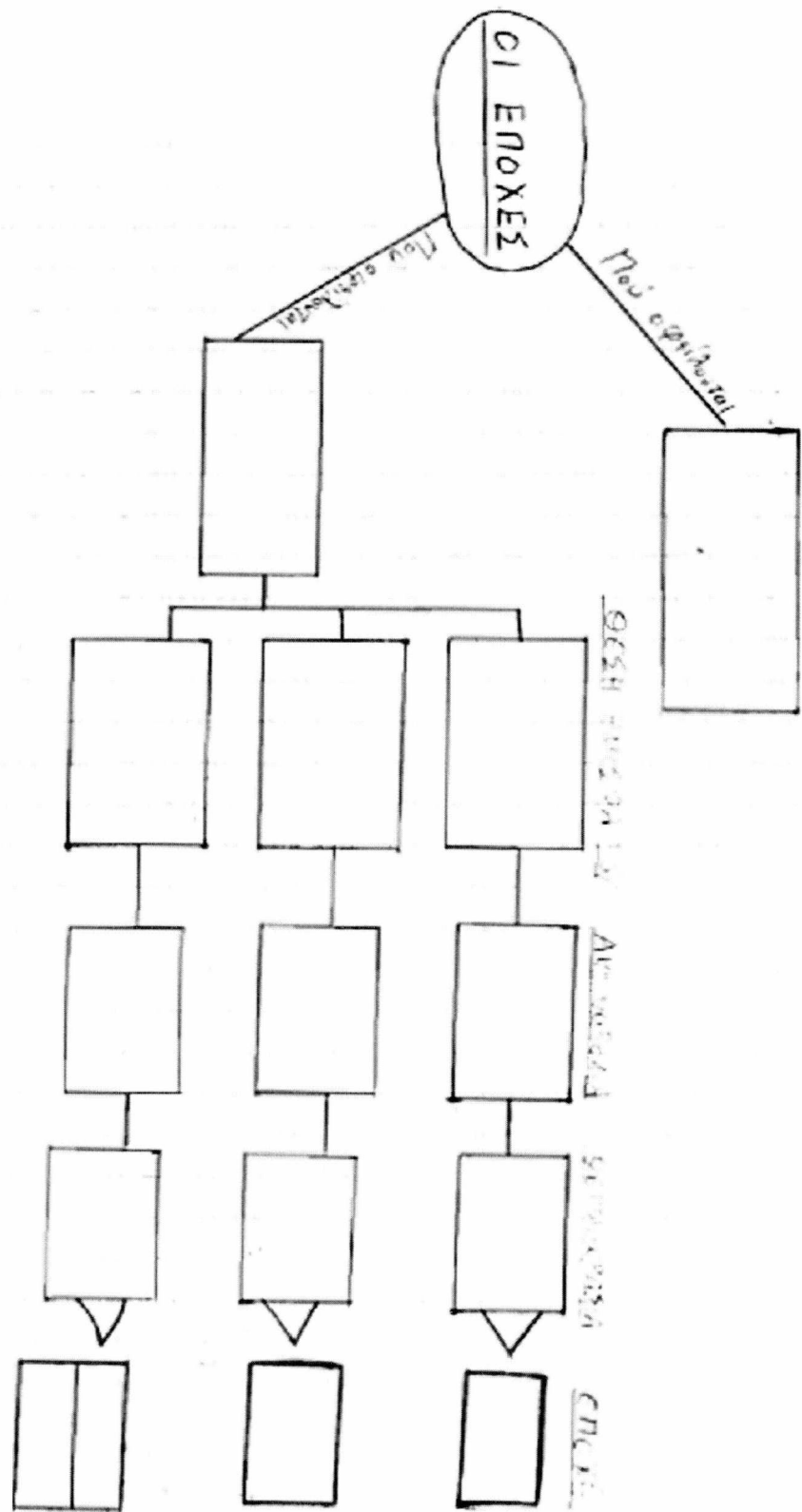
.....  
 .....

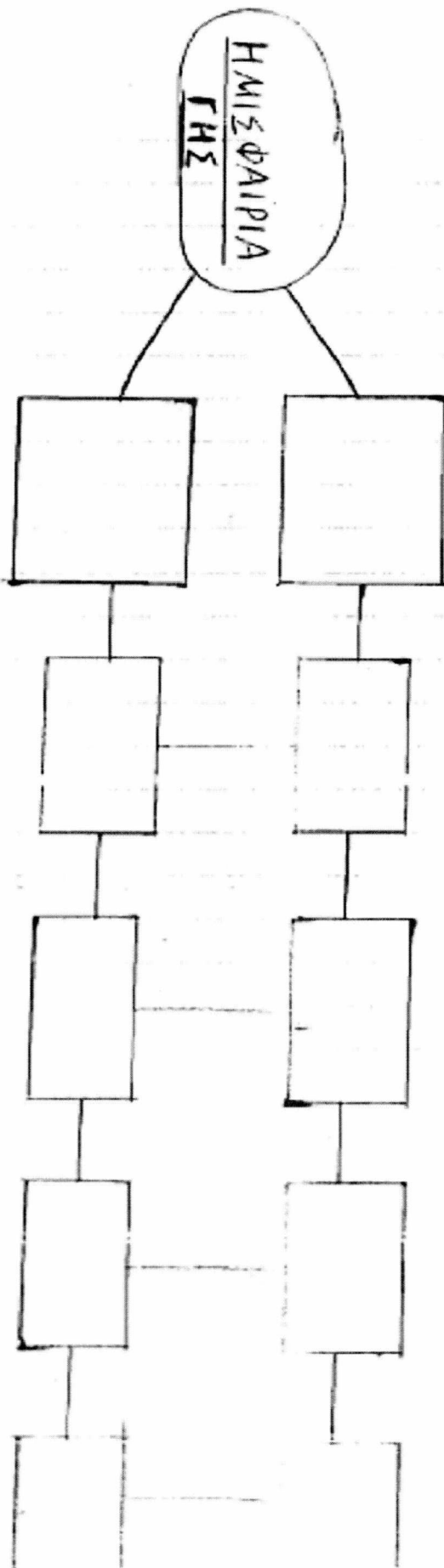
24. Συμπληρώστε τον πίνακα.

<b>Φαινόμενο Χαρακτηριστικά</b>	<b>Εαρινή ισημερία</b>	<b>Φθινοπωρινή Ισημερία</b>	<b>Θερινό Ηλιοστάσιο</b>	<b>Χειμερινό Ηλιοστάσιο</b>
Ημερομηνία				
Εποχή που αρχίζει για το Βόρειο ημισφαίριο				
Εποχή που αρχίζει για το Νότιο ημισφαίριο				

#### IV. ΓΝΩΣΤΙΚΟΙ ΧΑΡΤΕΣ - ΣΧΕΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ







## V. ΟΠΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ







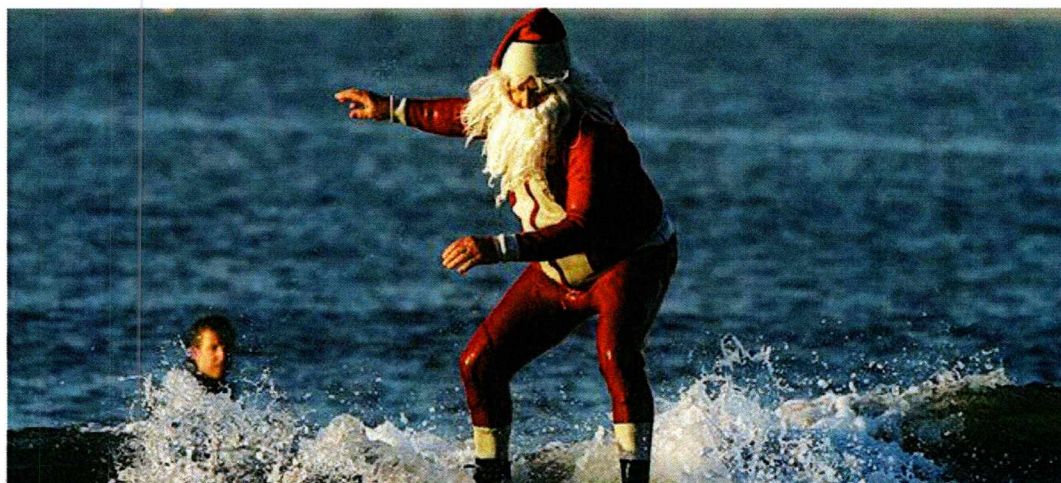
**Κόσμος / Ωκεανία /** Στους 40 βαθμούς η Μελβούρνη

Δημοσίευση: 19 Δεκεμβρίου 2013 09:02

## Χριστούγεννα με καύσινα στην Αυστραλία

Χριστούγεννα στις παραλίες θα κάνει το ένα τρίτο της Αυστραλίας, ενώ ο Άγιος Βασίλης αναμένεται να φθάσει με σερφ...

Tweet  Like  +1



Εύμφωνα με τις προβλέψεις της Μετεωρολογικής Υπηρεσίας της Αυστραλίας, το κύμα καύσινα που έφθασε στη χώρα θα διαρκέσει περίπου μια εβδομάδα και θα ακολουθήσει και δεύτερο κύμα με την έναρξη του νέου έτους.

Από την Παρασκευή η θερμοκρασία θα ξεπεράσει τους 40 βαθμούς στη μεγαλύτερη επικράτεια των πολιτειών της Νότιας Αυστραλίας, Δυτικής Αυστραλίας, Δυτικής Βικτόριας, Νέας Νότιας Ουαλίας, Κουίνσλαντ και Βόρειας Επικράτειας.

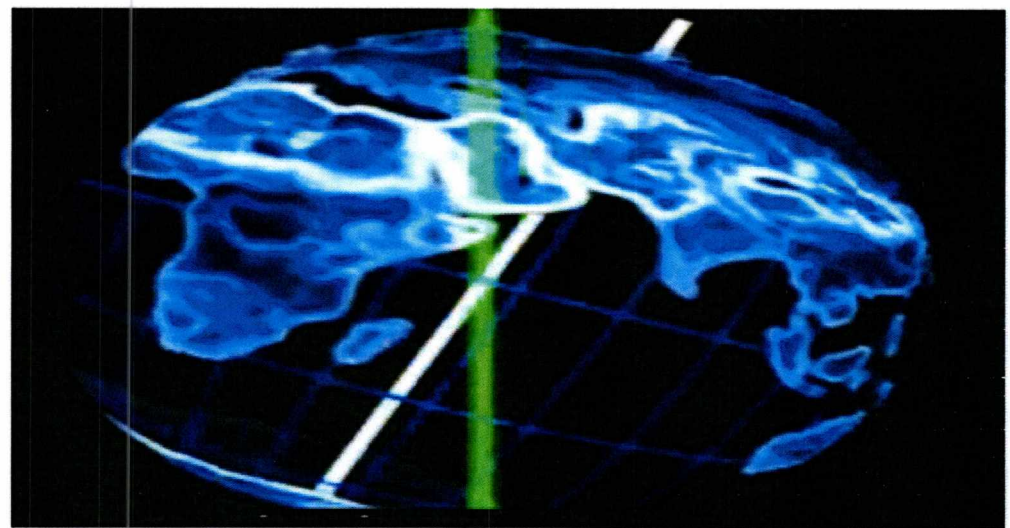
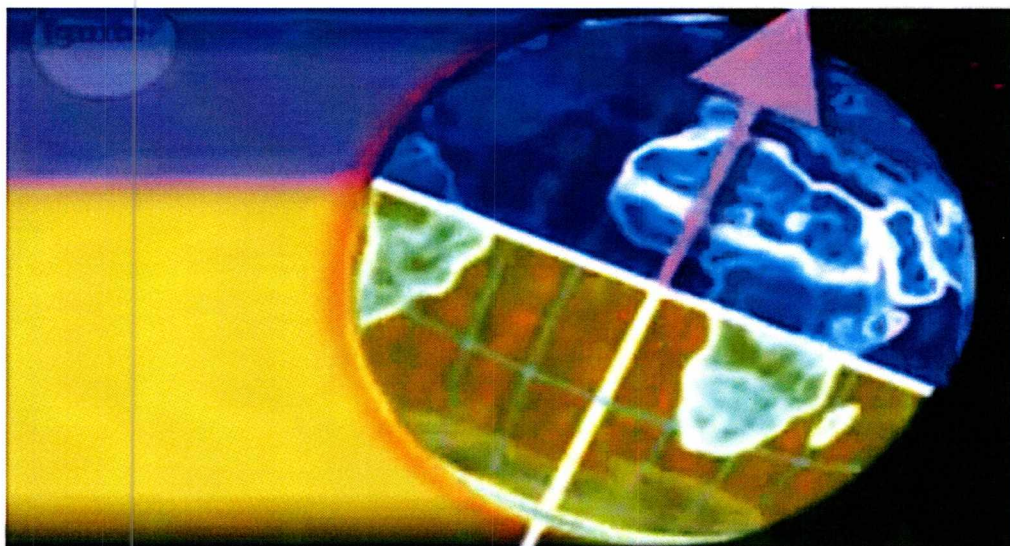
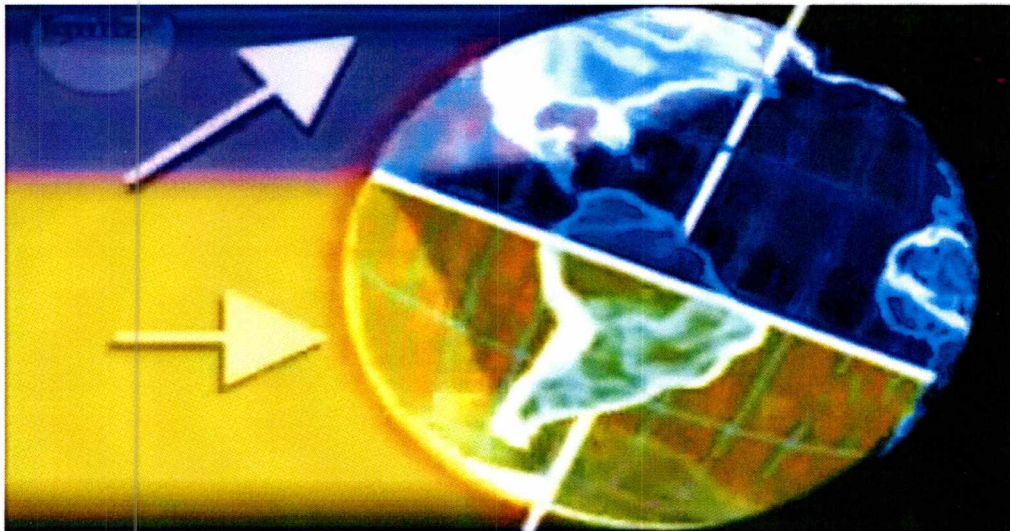
### ΣΧΕΤΙΚΑ ΑΡΘΡΑ

**Έφαγαν κατεψυγμένα φρούτα και προσβλήθηκαν από ηπατίτιδα!**

**Οι καύσινες έρχονται όλο και πιο συχνά**

**Σιδνεϊ: Αστυνομικά πιλά**







ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000125706