

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ  
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ**

**ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

**Διαηλικιακή μελέτη αντιλήψεων μαθητών για τον καιρό, το κλίμα  
και τις κλιματικές αλλαγές. Σχεδιασμός, εφαρμογή και αξιολόγηση  
συνεργατικού τύπου διαθεματικής διδακτικής παρέμβασης σε  
μαθητές της Α Γυμνασίου**

---

**ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΛΟΝΤΡΙΔΟΥ  
Φυσικός -Μετεωρολόγος**

**ΒΟΛΟΣ 2005**

*«Ολόκληρη η επιστήμη δεν είναι παρά μια εκλεπτισμένη μορφή της καθημερινής σκέψης. (Ο επιστήμονας) δεν μπορεί να προχωρήσει αν δεν αντιμετωπίσει με κριτικό πνεύμα ένα πολύ δύσκολο πρόβλημα, αυτό της ανάλυσης της καθημερινής σκέψης»*

*Einstein (1936) p. 59, in “Physics and Reality”  
Franklin Institute Journal 221:73-77*

*Εξώφυλλο:  
I. Μιναρεντζόπουλος*

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω τις κες Παπαδημητρίου Βασιλική, Καθηγήτρια του Π.Τ.Δ.Ε του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, Σταυρίδου Ελένη, Καθηγήτρια του Π.Τ.Δ.Ε. του Π.Θ. και Σολομωνίδου Χριστίνα, Αναπληρώτρια καθηγήτρια του Π.Τ.Δ.Ε. του Π.Θ., μέλη της τριμελούς επιτροπής για τη συμβολή τους στην εκπόνηση της διατριβής αυτής. Επιπλέον:

Ευχαριστώ την επιβλέπουσα Καθηγήτρια κα Παπαδημητρίου Βασιλική για τις πολύτιμες υποδείξεις, τα εποικοδομητικά σχόλια και τη συμπαράστασή της σε όλα τα στάδια της διεκπεραίωσης αυτής της εργασίας.

Ευχαριστώ τις κες Σταυρίδου Ελένη και Σολομωνίδου Χριστίνα για το ότι μου έδωσαν την ευκαιρία για πρώτη φορά να συμμετέχω στην εκπαίδευση των φοιτητών στα μαθήματά τους και να γνωρίσω τις καινούριες θεωρίες διδασκαλίας και μάθησης στις οποίες βασίστηκε η παρούσα έρευνα.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	1
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΕΣ ΑΠΟΨΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ, ΤΟΝ ΚΑΙΡΟ, ΤΟ ΚΛΙΜΑ ΚΑΙ ΤΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ</b>	5
1.1.1 Ατμόσφαιρα της γης	5
1.1.2 Κίνηση των αερίων στην ατμόσφαιρα	9
1.1.3 Καιρός και κλίμα	12
1.1.4 Κλιματικές αλλαγές (έννοια, αίτια δημιουργίας τους, συνέπειες)	19
1.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	27
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΣΧΟΛΙΚΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΩΝ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΚΑΙ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΓΙΑ ΘΕΜΑΤΑ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ, ΤΟΝ ΚΑΙΡΟ, ΤΟ ΚΛΙΜΑ ΚΑΙ ΤΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ</b>	31
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	31
2.1.1 Ατμόσφαιρα	32
2.1.2 Καιρός και παράμετροί του	34
2.1.3 Κλίμα, παράμετροι του κλίματος και παράγοντες που το διαμορφώνουν	36
2.1.4 Κλιματικές αλλαγές	37
2.2 ΓΕΝΙΚΕΣ ΔΙΑΠΙΣΤΩΣΕΙΣ	38
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΔΙΕΘΝΟΥΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ ΠΑΙΔΙΩΝ ΚΑΙ ΕΝΗΛΙΚΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ, ΤΟΝ ΚΑΙΡΟ, ΤΟ ΚΛΙΜΑ ΚΑΙ ΤΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ</b>	41

3.1.1 Αντιλήψεις των παιδιών και των ενηλίκων για την ατμόσφαιρα (δομή, σύσταση και χαρακτηριστικά της)	41
3.1.2 Αντιλήψεις παιδιών και ενηλίκων για την κίνηση των αερίων μέσα στην ατμόσφαιρα και τον άνεμο	42
3.1.3 Αντιλήψεις παιδιών και ενηλίκων για θέματα σχετικά με τον καιρό και το κλίμα	43
3.1.4 Αντιλήψεις παιδιών και ενηλίκων για τις κλιματικές αλλαγές (έννοια, αίτια, συνέπειες, πηγές πληροφόρησης)	46
3.1.5 Διδακτικές προτάσεις για θέματα σχετικά με την ατμόσφαιρα, την κίνηση των αερίων μέσα σ' αυτή, τον καιρό, το κλίμα και τις κλιματικές αλλαγές	50
3.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	52
3.3 Η ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ	55
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ</b>	57
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΤΟΧΟΙ- ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ- ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ</b>	65
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	65
<b>Α' ΜΕΡΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ</b>	
ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΑΝΤΙΛΗΨΕΩΝ ΠΑΙΔΙΩΝ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΗΛΙΚΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ, ΤΟΝ ΚΑΙΡΟ, ΤΟ ΚΛΙΜΑ ΚΑΙ ΤΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ	
5.1 ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ	66
5.2 ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΑΙ ΔΕΙΓΜΑ	67
5.2.1 Η επιλογή του ερευνητικού εργαλείου	67
5.2.2 Το ερευνητικό εργαλείο	71
5.2.3 Το δείγμα	72
<b>Β' ΜΕΡΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ</b>	
ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΑΙ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ ΓΙΑ ΘΕΜΑΤΑ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ, ΚΑΙΡΟΥ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΟΣ ΣΕ ΜΑΘΗΤΕΣ ΤΗΣ Α ΤΑΞΗΣ ΤΟΥ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ	
<b>5.3 ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ- ΣΤΟΧΟΙ</b>	73

5.4 ΜΕΘΟΔΟΣ- ΔΕΙΓΜΑ	75
5.4.1 Η οργάνωση των διδακτικών παρεμβάσεων	75
5.4.2 Η επιλογή των διδακτικών εργαλείων	76
5.4.3 Τα διδακτικά εργαλεία και η εφαρμογή τους	78
5.4.3.1 Η διδακτική παρέμβαση για θέματα σχετικά με την ατμόσφαιρα (τη δομή της και τα χαρακτηριστικά των στρωμάτων της)	79
5.4.3.2 Η διδακτική παρέμβαση για την κίνηση των αερίων μέσα στην ατμόσφαιρα	80
5.4.3.3 Διδακτική παρέμβαση για τον καιρό και τις παραμέτρους του	80
5.4.3.4 Διδακτική παρέμβαση για το κλίμα και τις παραμέτρους του	81
5.4.4 Τα ερευνητικά εργαλεία	82
5.4.5 Το δείγμα	83

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6:**

### **Α' ΜΕΡΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ**

#### **ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΑΝΤΙΛΗΨΕΩΝ ΤΩΝ ΠΑΙΔΙΩΝ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΗΛΙΚΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ, ΤΟΝ ΚΑΙΡΟ, ΤΟ ΚΛΙΜΑ ΚΑΙ ΤΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ**

6.1 ΚΑΤΑΝΟΗΣΗ ΤΩΝ ΠΑΙΔΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ, ΤΗ ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ	85
6.1.1 Συμπεράσματα της διερεύνησης των αντιλήψεων των παιδιών σχετικά με την ατμόσφαιρα (δομή και χαρακτηριστικά της)	98
6.2 ΚΑΤΑΝΟΗΣΗ ΤΩΝ ΠΑΙΔΙΩΝ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΑΝΕΜΟΥΣ ΚΑΙ ΤΗΝ ΚΙΝΗΣΗ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ	101
6.2.1 Συμπεράσματα της διερεύνησης των αντιλήψεων των παιδιών για τον άνεμο και την κίνηση των αερίων στην ατμόσφαιρα	112
6.3 ΚΑΤΑΝΟΗΣΗ ΤΩΝ ΠΑΙΔΙΩΝ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΑΙΡΟ ΚΑΙ ΤΟ ΚΛΙΜΑ	115
6.3.1. Συμπεράσματα της διερεύνησης των αντιλήψεων των παιδιών διαφόρων ηλικιών για τον καιρό και το κλίμα	122
6.4 ΚΑΤΑΝΟΗΣΗ ΤΩΝ ΠΑΙΔΙΩΝ ΓΙΑ ΤΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ	125
6.4.1 Συμπεράσματα της διερεύνησης των αντιλήψεων των παιδιών σχετικά με τις κλιματικές αλλαγές	143

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7:**

### **Β' ΜΕΡΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ**

ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΑΙ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ ΓΙΑ ΘΕΜΑΤΑ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ, ΚΑΙΡΟΥ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΟΣ ΣΕ ΜΑΘΗΤΕΣ ΤΗΣ Α ΤΑΞΗΣ ΤΟΥ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	151
7.1 ΟΙ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ- ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ ΤΩΝ ΑΠΟΨΕΩΝ ΤΩΝ ΠΑΙΔΙΩΝ ΑΠΟ ΤΑ ΦΥΛΛΑΔΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	152
7.1.1 Διδακτική παρέμβαση για την ατμόσφαιρα, τη δομή και τα χαρακτηριστικά της	152
7.1.2 Διδακτική παρέμβαση για τη κίνηση των αερίων μέσα στην ατμόσφαιρα και τους ανέμους	156
7.1.3 Διδακτική παρέμβαση για τον καιρό και το κλίμα	159
7.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΩΝ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ ΤΩΝ ΠΑΙΔΙΩΝ ΣΤΟ ΑΡΧΙΚΟ ΚΑΙ ΤΕΛΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ	164
7.2.1 Ατμόσφαιρα (δομή και χαρακτηριστικά των στρωμάτων της)	164
7.2.2 Άνεμοι, κίνηση των αερίων μέσα στην ατμόσφαιρα	171
7.2.3 Καιρός και κλίμα	175

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ** 181

### **Α' ΜΕΡΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ**

8.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	182
8.1.1 Ηλικιακή διαφοροποίηση και κατανόηση	182
8.1.2 Παράγοντες που συμβάλλουν στη διαμόρφωση των απόψεων των παιδιών	189

### **Β' ΜΕΡΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ**

8.2 ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	195
8.2.1 Αξιολόγηση των μεθόδων διδασκαλίας με βάση τα μαθησιακά αποτελέσματά τους	195
8.3 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	199

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ** 203

<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ</b>	
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1:</b>	213
<b>Α' ΜΕΡΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ</b>	
ΒΑΣΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΤΩΝ ΗΜΙΔΟΜΗΜΕΝΩΝ ΣΥΝΕΝΤΕΥΞΕΩΝ	214
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2:</b>	217
<b>Β' ΜΕΡΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ</b>	
ΦΥΛΛΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ – ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ	
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3:</b>	239
<b>Β' ΜΕΡΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ</b>	
ΓΡΑΠΤΟ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΑΝΟΙΚΤΟΥ ΤΥΠΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ	239
ΤΑ ΔΙΔΑΚΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΟΥ ΚΑΙΡΟΥ	245



## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Μετεωρολογία όπως είναι γνωστό αποτελεί έναν ξεχωριστό επιστημονικό κλάδο με αντικείμενο τη μελέτη μετεωρολογικών φαινομένων. Καθώς στη μελέτη των φαινομένων αυτών εμπλέκονται πολλές επιστήμες -όπως π.χ. Φυσική, Χημεία, Μαθηματικά -θα μπορούσε να πει κανείς ότι η Μετεωρολογία έχει διεπιστημονικό χαρακτήρα. Στο ελληνικό σχολείο δεν διδάσκεται ως ξεχωριστό αντικείμενο, αλλά όπως προέκυψε από μια διερεύνηση των σχολικών εγχειριδίων (Κεφάλαιο 2), θέματα που αποτελούν αντικείμενο μελέτης της, όπως ατμόσφαιρα, άνεμοι, καιρός και κλίμα, διδάσκονται στο πλαίσιο διάφορων γνωστικών αντικειμένων του σχολικού προγράμματος σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης και κυρίως στο πλαίσιο των μαθημάτων της Γεωγραφίας, της Φυσικής, της Χημείας και των Περιβαλλοντικών Σπουδών.

Τα τελευταία χρόνια έχει αναπτυχθεί έντονο ενδιαφέρον για την κατανόηση του κοινού σχετικά με θέματα Μετεωρολογίας, ενδιαφέρον που πηγάζει από τη σχέση τους με σοβαρά παγκόσμια περιβαλλοντικά προβλήματα όπως οι κλιματικές αλλαγές, η ρύπανση της ατμόσφαιρας, η όξινη βροχή και η αραίωση της στοιβάδας του όζοντος στη στρατόσφαιρα. Το ενδιαφέρον αυτό συνδέεται με την πεποίθηση ότι για την επίλυση αυτών των προβλημάτων, τα οποία σημειωτέον αποτελούν απειλή για τα συστήματα του πλανήτη και προβλέπεται ότι θα έχουν τεράστιες οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις για μεγάλο μέρος των κατοίκων της γης στο εγγύς μέλλον, είναι απαραίτητη η συμβολή όλων των πολιτών. Όπως είναι φυσικό πολλές προσδοκίες για την ενημέρωση, ευαισθητοποίηση και υπεύθυνη συμπεριφορά των πολιτών έχουν εναποτεθεί στην εκπαίδευση και μάλιστα σε όλες της τις μορφές δηλαδή στην τυπική, στην άτυπη και στη μη τυπική. Έτσι, όλο και περισσότερο αναγνωρίζεται η αναγκαιότητα να αποτελέσουν τα μετεωρολογικά φαινόμενα θέμα μελέτης σε όλες τις βαθμίδες της τυπικής εκπαίδευσης (Friedman 1984), όχι μόνο ως ένα σημαντικό πεδίο της επιστήμης, αλλά κυρίως λόγω της άμεσης σχέσης που έχουν με τα προβλήματα που προαναφέρθηκαν. Ένδειξη του ενδιαφέροντος αυτού αποτελεί ο συνεχώς αυξανόμενος αριθμός σχετικών δημοσιευμάτων που εμφανίζονται στη διεθνή βιβλιογραφία την τελευταία δεκαετία για τα θέματα αυτά και ιδιαίτερα για τις κλιματικές αλλαγές. Από εκπαιδευτική σκοπιά ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι δημοσιεύσεις ερευνών που αφορούν τόσο στην κατανόηση που

έχουν άνθρωποι όλων των ηλικιών για διάφορες όψεις των θεμάτων αυτών, όσο και στη διαμόρφωση παιδαγωγικών στρατηγικών με στόχο την κατανόηση από όλους τους πολίτες των θεμάτων αυτών και την ευαισθητοποίησή τους γι αυτά.

Το ενδιαφέρον που επιδεικνύεται από εκπαιδευτική σκοπιά για τη Μετεωρολογία και τα ατμοσφαιρικά περιβαλλοντικά προβλήματα, συμπίπτει και με γενικότερες αλλαγές που συμβαίνουν τις τελευταίες δεκαετίες στις Φυσικές Επιστήμες (Φ.Ε.) του σχολείου (Κεφάλαιο 4). Στο πλαίσιο των αλλαγών αυτών, κατά τη δεκαετία του '90, αν κρίνει κανείς από τον αριθμό των σχετικών δημοσιεύσεων, το ενδιαφέρον πολλών ερευνητών από το χώρο των Φ.Ε. αλλά και άλλων αντικειμένων, όπως π.χ. των κοινωνικών επιστημών στρέφεται προς τη διερεύνηση των αντιλήψεων των παιδιών για περιβαλλοντικά θέματα.

Πολλές από τις έρευνες που αφορούν περιβαλλοντικά προβλήματα εστιάζονται στη διερεύνηση των αντιλήψεων παιδιών και ενηλίκων για τους μηχανισμούς δημιουργίας φαινομένων όπως το φαινόμενο αραίωσης της στοιβάδας του όζοντος, το φαινόμενο του θερμοκηπίου, τη φωτοχημική ρύπανση, το φαινόμενο της όξινης βροχής, το φαινόμενο των κλιματικών αλλαγών κ.α. (Morgan and Moran 1995, Dove 1996, 1998, Rye *et al.* 1997, Boyes and Stanisstreet 1993, Khalid 2001, Kempton 1997, Gowda *et al.* 1997 κ.α.), κάποιες στη διαμόρφωση διδακτικών πορειών για τα θέματα αυτά (Lord 1999, Μαρινόπουλος 2003, Pruneau *et al.* 2003) και άλλες για τις στάσεις και για τους τρόπους αντιμετώπισής τους (Groves and Pugh 1996 a, b, Pruneau *et al.* 2001, Bord *et al.* 2000, Dunlap 1998 κ.α.). Σχετικά λίγες όμως είναι οι έρευνες που αφορούν στη διερεύνηση των αντιλήψεων για έννοιες από τις Φ.Ε που εμπλέκονται στην κατανόηση μετεωρολογικών φαινομένων (Stepans and Kuehn 1985, Aron *et al.* 1994 κ.α.) και ακόμη λιγότερες είναι οι έρευνες των αντιλήψεων για θέματα μετεωρολογίας τα οποία συνδέονται άμεσα με την δημιουργία των ατμοσφαιρικών αυτών περιβαλλοντικών προβλημάτων (Spiropoulou *et al.* 1999, Henriques 2002).

Οι δυσκολίες που αντιμετωπίζουν τα παιδιά και οι ενήλικες να κατανοήσουν και να ερμηνεύσουν τα περιβαλλοντικά αυτά προβλήματα σχετίζονται προφανώς με την πολυπλοκότητα των θεμάτων αυτών, καθώς εμπεριέχουν έννοιες από πολλές επιστήμες και οι παράγοντες που τα διαμορφώνουν είναι πολλοί και δεν είναι ακόμη απόλυτα γνωστό από τους επιστήμονες πώς αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Άλλοι παράγοντες είναι ο τρόπος διδασκαλίας των θεμάτων αυτών στο σχολείο (Pruneau 2001, Dahlberg 2001), καθώς και ο τρόπος παρουσίασής τους από τα μέσα μαζικής

ενημέρωσης (Morgan and Moran 1995, Gowda 1997, McBean and Hengerveld 2000).

Η έρευνα που έγινε στο πλαίσιο αυτής της διατριβής απαρτίζεται από δυο μέρη. Το πρώτο μέρος έχει ως αντικείμενο τη διερεύνηση των αντιλήψεων των παιδιών διαφόρων ηλικιών για:

- Τη δομή και τα χαρακτηριστικά της ατμόσφαιρας
- Τη κίνηση των αερίων μέσα σ' αυτή και τον άνεμο
- Θέματα που αφορούν τον καιρό και το κλίμα
- Τις κλιματικές αλλαγές.

Το δεύτερο μέρος αφορά στην οργάνωση και πραγματοποίηση διδακτικής παρέμβασης σε παιδιά της Α τάξης του Γυμνασίου για κάποια από τα θέματα αυτά και συγκεκριμένα για:

- Τη δομή και τα χαρακτηριστικά της ατμόσφαιρας
- Την κίνηση των αερίων μέσα σ' αυτή και τον άνεμο
- Τον καιρό και το κλίμα.

Το θεωρητικό πλαίσιο και για τα δυο μέρη της έρευνας εμπνέεται από την εποικοδομητική θεωρία για τη μάθηση. Για την οργάνωση και την πραγματοποίηση της διδακτικής παρέμβασης αφετηρία αποτέλεσαν οι αντιλήψεις των παιδιών για τα θέματα που διδάχτηκαν. Το μαθησιακό περιβάλλον που διαμορφώθηκε για τη διδασκαλία είχε τα χαρακτηριστικά της συνεργατικής προσέγγισης στη διδασκαλία, που τελευταία συνδέεται με τον κοινωνικό εποικοδομητισμό.

Η διάρθρωση της παρούσας διατριβής έχει ως εξής:

Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζεται μια ανασκόπηση των σύγχρονων επιστημονικών απόψεων που αφορούν στην ατμόσφαιρα της γης και κάποια χαρακτηριστικά της, στους μηχανισμούς κίνησης των αερίων μέσα σ' αυτή και τους ανέμους, στον καιρό και τους μηχανισμούς παραγωγής του, στο κλίμα, τις παραμέτρους του και τους παράγοντες που το διαμορφώνουν, καθώς και στις εκτιμήσεις των επιστημόνων σχετικά με τις κλιματικές αλλαγές (τα αίτια και τις συνέπειές τους).

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζονται και συζητούνται τα αποτελέσματα της διερεύνησης των σχολικών εγχειριδίων της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για τα παραπάνω θέματα.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται επισκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας για έρευνες που αφορούν στις αντιλήψεις παιδιών και ενηλίκων για θέματα σχετικά με την ατμόσφαιρα, τη κίνηση των αερίων μέσα σ' αυτή, τον καιρό, το κλίμα και τις κλιματικές αλλαγές.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζεται το θεωρητικό πλαίσιο της έρευνας.

Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι υποθέσεις, οι στόχοι και η μεθοδολογία των δυο μερών της έρευνας.

Το έκτο κεφάλαιο αφορά στο πρώτο μέρος της έρευνας, δηλαδή παρουσιάζονται και συζητούνται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη διερεύνηση των αντιλήψεων των παιδιών τριών διαφορετικών ηλικιών που αποτέλεσαν το δείγμα αυτής της φάσης, για θέματα ατμόσφαιρας, κίνησης των αερίων μέσα σ' αυτή, καιρού, κλίματος και κλιματικών αλλαγών.

Το έβδομο κεφάλαιο αφορά στο δεύτερο μέρος της έρευνας δηλαδή στα αποτελέσματα που προέκυψαν από την αξιολόγηση της εφαρμογής των διδακτικών παρεμβάσεων σε παιδιά της Α Γυμνασίου για θέματα σχετικά με την ατμόσφαιρα, την κίνηση των αερίων μέσα σ' αυτή, τον καιρό και το κλίμα.

Στο όγδοο και τελευταίο κεφάλαιο της διατριβής παρουσιάζονται και συζητούνται τα γενικά συμπεράσματα των δυο σταδίων της έρευνας όπως προέκυψαν από την επεξεργασία και ανάλυση των δεδομένων και αναδεικνύεται η συμβολή της στην επιστήμη. Παράλληλα διατυπώνονται προτάσεις για περαιτέρω ερευνητικό προβληματισμό.

Τέλος παρατίθεται η βιβλιογραφία που αποτέλεσε τη στήριξη του θεωρητικού και ερευνητικού μέρους της διατριβής η οποία προέρχεται από ελληνικές και διεθνείς πηγές.

Η εργασία περιλαμβάνει παράρτημα στο οποίο παρατίθενται τα ερωτηματολόγια των δυο φάσεων της έρευνας καθώς και τα φύλλα εργασίας και το διδακτικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε στη δεύτερη φάση της έρευνας.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΕΣ ΑΠΟΨΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ, ΤΟΝ ΚΑΙΡΟ, ΤΟ ΚΛΙΜΑ ΚΑΙ ΤΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται οι σύγχρονες επιστημονικές απόψεις για θέματα σχετικά με την ατμόσφαιρα (δομή και χαρακτηριστικά των στρωμάτων της), τους μηχανισμούς κίνησης των αερίων μέσα σ' αυτή, τον καιρό, το κλίμα και τις κλιματικές αλλαγές.

### *1.1.1 Ατμόσφαιρα της γης*

Ατμόσφαιρα της γης ονομάζουμε το μίγμα των διαφόρων αερίων αλλά και των στερών και υγρών σωματιδίων που περιβάλλει τη γη. Η ατμόσφαιρα εκτείνεται σε ύψος 560 Km περίπου από την επιφάνεια της γης και η πυκνότητά της ελαττώνεται όσο αυξάνει το ύψος.

Το μίγμα των αερίων της ατμόσφαιρας αποτελεί τον ατμοσφαιρικό αέρα ο οποίος δεν είναι αντιληπτός με τις αισθήσεις μας, είναι όμως υλικό σώμα (έχει μάζα, όγκο) και αποτελείται από 78% άζωτο, 21% οξυγόνο, 1% άλλα αέρια όπως 0.9% αργό, 0.03% (περίπου 340 μέρη στο εκατομμύριο κατ' όγκο (ppm)) διοξείδιο του άνθρακα, υδρατμούς, (1-10 ppm) όζον και σε πολύ μικρά ποσοστά τα υπόλοιπα ευγενή αέρια (ήλιο He, ξένο Xe, κρυπτό Kr). Η σύστασή του αυτή διαφοροποιείται από στρώμα σε στρώμα π.χ. κοντά στην επιφάνεια της γης περιέχει στερεά αιωρούμενα σωματίδια (σκόνη, γύρη λουλουδιών κλπ), ενώ σε ύψος πολλών εκατοντάδων χιλιομέτρων υπάρχει ελάχιστο υδρογόνο σε ελεύθερη κατάσταση.

Ο ατμοσφαιρικός αέρας, ανάλογα με τη σύστασή του, χαρακτηρίζεται «ξηρός» και «υγρός». Η σύσταση του «υγρού αέρα» (αέρα που περιέχει υδρατμούς), δεν είναι σταθερή και ποικίλει από περιοχή σε περιοχή της γης, καθώς η ποσότητα των υδρατμών στην ατμόσφαιρα εξαρτάται από τις κλιματολογικές συνθήκες της κάθε

περιοχής (Bundestag 1991, Ingersoll 1983). Αντίθετα η σύσταση του «ξηρού αέρα» (αέρας που αποτελείται από αέρια και στερεά αιωρούμενα σωματίδια), είναι περίπου σταθερή. Αυτό συμβαίνει γιατί κάποια από τα αέρια αυτά όπως το άζωτο και τα ευγενή αέρια (αργό, ήλιο, ξένο και κρυπτό), είναι γεωχημικά αδρανή, ενώ τα υπόλοιπα που δεν είναι αδρανή, ακολουθούν κύκλους. Παράγονται δηλαδή με χημικές, βιολογικές ή φυσικές διαδικασίες, παραμένουν στην ατμόσφαιρα για ορισμένο χρονικό διάστημα και τέλος απομακρύνονται απ' αυτή με την υγρή εναπόθεση (wet deposition), τη ξηρή εναπόθεση (dry deposition) ή μέσα από χημικές διαδικασίες. Μεταξύ των ρυθμών παραγωγής του κάθε αερίου και της απομάκρυνσής του από την ατμόσφαιρα αποκαθίσταται τελικά ισορροπία, η οποία καθορίζει την ποσότητα και την κατανομή του κάθε αερίου (Ingersoll 1983).

Κάθε διαταραχή της ισορροπίας αυτής με παρέμβαση του ανθρώπου (επιπρόσθετη εκπομπή αερίων που υπό κανονικές συνθήκες δεν υπάρχουν στην ατμόσφαιρα όπως π.χ. οξείδια του θείου ή του αζώτου κ.α., ή παρέμβαση στις διαδικασίες της φυσικής παραγωγής ή της αποσύνθεσής τους), ή και χωρίς αυτή, συνεπάγεται τη «ρύπανση» της ατμόσφαιρας δηλαδή μεταβολές στις συγκεντρώσεις και στις κατανομές τόσο των ίδιων των αερίων όσο και άλλων αερίων που σχετίζονται άμεσα με αυτά (Bundestag 1991).

Η παρουσία στην ατμόσφαιρα των μη γεωχημικά αδρανών αερίων (οξυγόνο, διοξείδιο του άνθρακα και όζον), σε ποσότητες φυσιολογικής σύστασής της, είναι ιδιαίτερα σημαντική. Συγκεκριμένα, το διοξείδιο του άνθρακα και οι υδρατμοί της τροπόσφαιρας συμβάλλουν στη διατήρηση της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας σε επιτρεπτά για την ζωή όρια, καθώς απορροφούν μέρος της ανακλώμενης από την επιφάνεια της γης υπέρυθρης ακτινοβολίας (Ingersoll 1983). Η παρουσία του όζοντος (τριομοικό οξυγόνο, O<sub>3</sub>), αν και επιβλαβής στη τροπόσφαιρα όπου συναντάται σε ελάχιστα ποσοστά, είναι ιδιαίτερα σημαντική στη στρατόσφαιρα γιατί συμβάλλει στην απορρόφηση της υπεριώδους ακτινοβολίας του ήλιου. Η ποσότητά του στο στρώμα αυτό (1-10 ppm), διατηρείται σταθερή με την βοήθεια των αντιδράσεων διάσπασής του, παρουσία υπεριώδους ακτινοβολίας, σε ατομικό οξυγόνο και ένα μόριο οξυγόνου και της επαναδημιουργίας του. O<sub>3</sub> ↔ O<sub>2</sub>+O, (Ingersoll 1983, Smith and Krockover 1998).

### Στρώματα της ατμόσφαιρας και χαρακτηριστικά τους

Η ατμόσφαιρα της γης χωρίζεται από τους επιστήμονες σε στρώματα με βασικό κριτήριο τη μεταβολή της θερμοκρασίας σε συνάρτηση με το ύψος. Αυτό συμβαίνει γιατί όπως έχει αποδειχθεί, η σχέση θερμοκρασίας –ύψους, δεν είναι ίδια σε όλα τα ύψη της ατμόσφαιρας (σχ.1). Από το σύνολο των αερίων συστατικών της, το 99% αυτών βρίσκονται συγκεντρωμένα στα δυο πρώτα στρώματά της. Για καθένα από τα στρώματα γνωρίζουμε ότι: (Μακρής 1991, Γεωργόπουλος 1996).

Τροπόσφαιρα: Εκτείνεται από την επιφάνεια της γης μέχρι ύψος 8-14.5 km περίπου. Είναι το πυκνότερο στρώμα της ατμόσφαιρας. Περιέχει τη μισή ποσότητα από το σύνολο των αερίων της ατμόσφαιρας της γης καθώς επίσης υδρατμούς και κοντά στην επιφάνεια της γης, στερά αιωρούμενα σωματίδια. Στο στρώμα αυτό συμβαίνουν όλα τα μετεωρολογικά φαινόμενα και σχηματίζονται τα νέφη. Η θερμοκρασία μειώνεται κατά 0.6 °C ανά 100m όσο αυξάνει το ύψος από την επιφάνεια της γης και από τους 15° C -που είναι περίπου η μέση ετήσια θερμοκρασία στην επιφάνεια της γης- φτάνει στο τέλος της τροπόσφαιρας τους –60° C περίπου. Η ελάττωση αυτή της θερμοκρασίας όσο αυξάνει το ύψος στη τροπόσφαιρα οφείλεται αφενός στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και αφετέρου στην απορρόφηση ενέργειας από την ατμόσφαιρα κατά την διαδικασία της υγροποίησης των υδρατμών για το σχηματισμό των νεφών, (Oort 1971, Ingersoll 1983, Μακρής 1991).

Στρατόσφαιρα: Αρχίζει πάνω από την τροπόσφαιρα και φτάνει μέχρι ύψος 50-60 km περίπου. Χαρακτηριστικό της σύστασής του είναι η παρουσία του συνόλου σχεδόν των μορίων του όζοντος της ατμόσφαιρας, τα οποία βρίσκονται αναμεμιγμένα με τα υπόλοιπα μόρια των αερίων συστατικών της, σε ύψος από 20 έως 50 με 60 km περίπου. Για το λόγο αυτό η περιοχή αυτή αναφέρεται ως στρώμα του όζοντος παρά το γεγονός ότι δεν αποτελεί ιδιαίτερο στρώμα της ατμόσφαιρας. Τα μόρια του όζοντος απορροφούν την υπεριώδη ακτινοβολία του ήλιου (ακτινοβολία που μεταφέρει μεγάλα ποσά ενέργειας), προστατεύοντας έτσι τους έμβιους οργανισμούς στη γη. Στη στρατόσφαιρα οι συνθήκες της ατμόσφαιρας είναι σταθερές. Δεν υπάρχουν ανοδικά και καθοδικά ρεύματα αέρα και δεν δημιουργούνται μετεωρολογικά φαινόμενα. Η θερμοκρασία μέχρι το ύψος των 20 km περίπου παραμένει σταθερή (-60° C περίπου) και στη συνέχεια αυξάνει λόγω της παρουσίας του όζοντος και φτάνει τους –3° με 0° C περίπου.

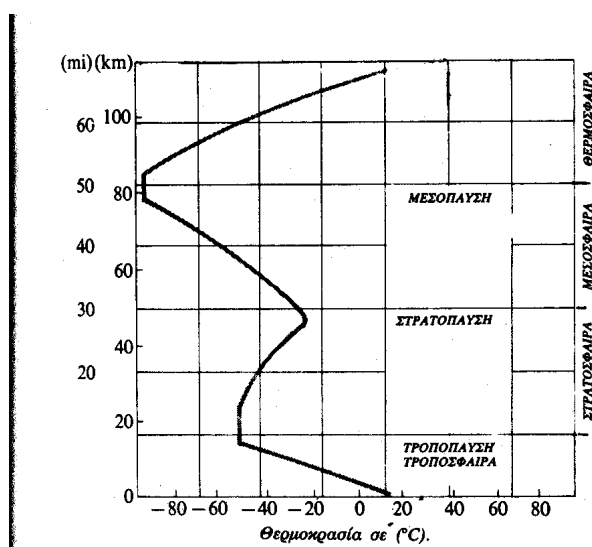
Μεσόσφαιρα: Αρχίζει από το τέλος της στρατόσφαιρας και φτάνει μέχρι ύψος 85 km περίπου. Στο στρώμα αυτό της ατμόσφαιρας γίνεται η καύση των μετεωριτών όταν

εισέρχονται στην ατμόσφαιρα της γης. Η θερμοκρασία ελαττώνεται όσο αυξάνει το ύψος και από τους 0° C φτάνει τους -90° C με -100° C περίπου. Θεωρείται η ψυχρότερη περιοχή της ατμόσφαιρας.

Θερμόσφαιρα: Αρχίζει πάνω από τη μεσόσφαιρα και φτάνει μέχρι τα 500-600 km περίπου. Η πυκνότητα του αέρα στο στρώμα αυτό είναι τόσο μικρή που λίγα μόνο μόρια ατμοσφαιρικού αέρα συναντώνται εκεί και αυτά βαθμιαία αναμιγνύονται με την ατμόσφαιρα του ήλιου ή τον ηλιακό άνεμο. Η θερμοκρασία αυξάνει όσο αυξάνει το ύψος και ανάλογα με την ηλιακή δραστηριότητα, μπορεί να φτάσει ακόμη και στους 1500° C. Η ιονόσφαιρα είναι η περιοχή εκείνη της θερμόσφαιρας όπου η υπερβολικά υψηλές τιμές της θερμοκρασίας ενεργοποιούν τα μόρια των αερίων και προκαλούν τον ιονισμό τους.

Εξώσφαιρα: Αρχίζει πάνω από την θερμόσφαιρα και αποτελεί το τελευταίο στρώμα της ατμόσφαιρας. Στο στρώμα αυτό της ατμόσφαιρας συνεχίζεται η αύξηση της θερμοκρασίας η οποία φτάνει πιθανώς τους 2.500 °C. Οι τιμές αυτές της θερμοκρασίας αποδίδονται στο βομβαρδισμό της ατμόσφαιρας από κοσμική ακτινοβολία. Τη νύκτα η θερμοκρασία στην εξώσφαιρα φτάνει περίπου το απόλυτο μηδέν.

Στο σχήμα που ακολουθεί δίνεται η γραφική παράσταση της θερμοκρασίας συναρτήσει του ύψους στην ατμόσφαιρα



Σχ.1 Μεταβολή της θερμοκρασίας συναρτήσει του ύψους στην ατμόσφαιρα (από Μακρή 1991).



### 1.1.2 Κίνηση των αερίων στην ατμόσφαιρα

#### Μηχανισμοί της κίνησης

Μια από τις βασικές ιδιότητες των αερίων είναι ότι αυτά βρίσκονται σε διαρκή κίνηση προς όλες τις κατευθύνσεις (κίνηση Brown) και αυτό γιατί τα μόριά τους δεν συγκρατούνται με δυνάμεις. Μακροσκοπικά, λόγω αυτής της διαρκούς, άτακτης κίνησης των μορίων τους, τα αέρια τείνουν να καταλάβουν το χώρο που τους διατίθεται. Η τάση αυτή των αερίων να καταλάβουν ολοένα και περισσότερο χώρο εκφράζεται με τον όρο «διάχυση». Με το μηχανισμό αυτό ένα αέριο μπορεί να μεταφερθεί σε ολόκληρη την ατμόσφαιρα.

Εκτός από τη διάχυση, η κίνηση των αερίων στη τροπόσφαιρα τόσο κατά τη κατακόρυφο όσο και κατά την οριζόντια κατεύθυνση, οφείλεται στις διαφορές της θερμικής ενέργειας του ατμοσφαιρικού αέρα. Σε παγκόσμια κλίμακα, οι ενεργειακές αυτές διαφορές ευθύνονται για τη δημιουργία των συστημάτων των ανέμων γενικής κυκλοφορίας (κυκλικές μετακινήσεις αερίων μαζών), ενώ σε μικρή κλίμακα, κοντά στην επιφάνεια της γης, προκαλούν τα μικρής κλίμακας συστήματα ανέμων. Με το δεύτερο αυτό μηχανισμό, μεταφέρονται τα αέρια και τα αιωρούμενα στερεά σωματίδια σε σχετικά μικρές αποστάσεις και στις δυο κατευθύνσεις. Στη μεταφορά των στερεών αιωρούμενων σωματιδίων στην ατμόσφαιρα συμβάλουν και τα κατακρημνίσματα γιατί τα στερεά αιωρούμενα σωματίδια (π.χ. μικροί κόκκοι άμμου, αλατιού, σκόνης κ.α.) αποτελούν τους πυρήνες συμπυκνώσεως των υδρατμών κατά τον σχηματισμό των υδρομετεώρων (Μακρής 1991).

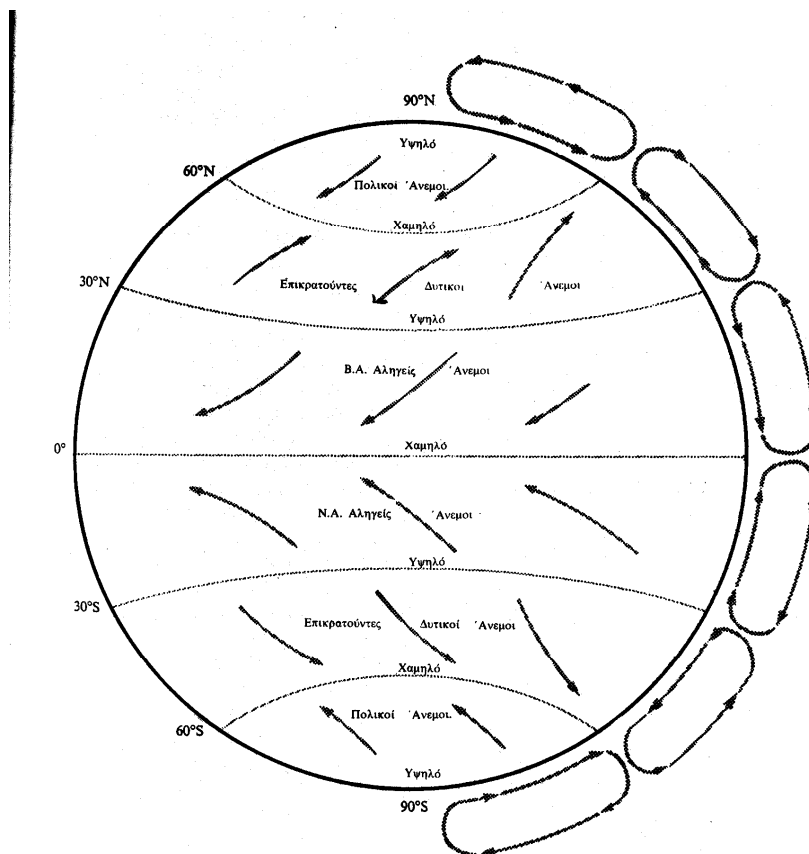
Σε ένα σύστημα ανέμων οι μεν κατακόρυφες μετακινήσεις των αερίων μαζών ονομάζονται «ρεύματα» και διακρίνονται στα ανοδικά και τα καθοδικά, οι δε οριζόντιες ή σχεδόν οριζόντιες μετακινήσεις των αερίων μαζών προς ορισμένη κατεύθυνση ονομάζονται «άνεμοι».

Η κίνηση των ανοδικών και καθοδικών ρευμάτων οφείλεται στη διαφορά πυκνότητας των αερίων μαζών σε σχέση με το γειτονικό ατμοσφαιρικό αέρα. Ανοδικά ρεύματα αέρα δημιουργούνται όταν θερμές αέριες μάζες (μικρής πυκνότητας σε σχέση με τον γειτονικό αέρα), τείνοντας να καταλάβουν μεγαλύτερο όγκο αρχίζουν να ανεβαίνουν προς τα πάνω. Ανερχόμενες ψύχονται, συμπυκνώνονται οι υδρατμοί που περιέχουν και σχηματίζονται τα νέφη. Καθοδικά ρεύματα αέρα δημιουργούνται όταν ψυχρές αέριες μάζες μεγαλύτερης πυκνότητας από το γειτονικό μ' αυτές αέρα, βυθίζονται μέσα σ' αυτόν.

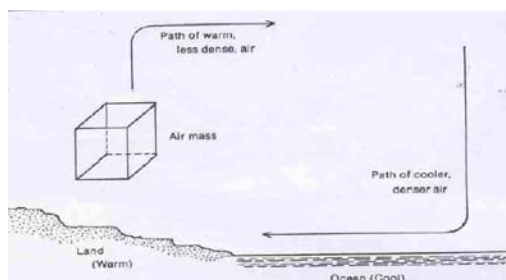
Η δημιουργία των ανέμων οφείλεται στη διαφορά της ατμοσφαιρικής πίεσης του εραπτόμενου με την επιφάνεια της γης αέρα, μεταξύ δυο περιοχών που έχουν διαφορετική θερμική ενέργεια. Όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά στην ατμοσφαιρική πίεση τόσο ισχυρότεροι είναι οι άνεμοι, έχουν δηλαδή μεγαλύτερη ταχύτητα. Χωρίζονται σε δυο μεγάλες κατηγορίες, στους ανέμους γενικής κυκλοφορίας (μεγάλης κλίμακας) που σχετίζονται με τη γενική κυκλοφορία της ατμόσφαιρας και στους τοπικούς ανέμους (μικρής κλίμακας) οι οποίοι επηρεάζονται από το ανάγλυφο.

Αναλυτικότερα οι μηχανισμοί δημιουργίας του συστήματος των ανέμων γενικής κυκλοφορίας (ανοδικά, καθοδικά ρεύματα αέρα και άνεμοι) έχει ως εξής: Στον ισημερινό οι ακτίνες του ήλιου πέφτουν κάθετα σε όλη τη διάρκεια του έτους και η ζώνη αυτή της επιφάνειας της γης θερμαίνεται περισσότερο από τους πόλους. Ο αέρας της περιοχής του ισημερινού θερμαίνεται με αγωγή θερμότητας από την επιφάνεια του εδάφους, εκτονώνεται και ανεβαίνει στο ανώτερο τμήμα της τροπόσφαιρας σχηματίζοντας ανοδικά ρεύματα. Κατά την ανοδική τους πορεία οι αέριες μάζες ψύχονται, αυξάνει η πυκνότητά τους και τελικά βυθίζονται στους πόλους σχηματίζοντας καθοδικά ρεύματα αέρα. Αν δεν υπήρχε η περιστροφή της γης ούτε τα δευτερευούσης σημασίας για την ενεργειακή ισορροπία στην επιφάνεια της γης, βαρομετρικά των εύκρατων και πολικών περιοχών (εξηγούνται αναλυτικότερα στη παράγραφο που αναφέρεται στο κλίμα), οι άνεμοι γενικής κυκλοφορίας θα κατευθύνονταν πάντα από τους πόλους (περιοχές με μεγάλη ατμοσφαιρική πίεση) προς τον ισημερινό (περιοχή με μικρή ατμοσφαιρική πίεση). Αυτό όμως δεν συμβαίνει καθώς επηρεάζονται από την περιστροφή της γης (δύναμη Coriolis), με αποτέλεσμα στο βόρειο ημισφαίριο να αποκλίνουν προς τα δεξιά ενώ στο νότιο ημισφαίριο προς τα αριστερά (σχήμα 2).

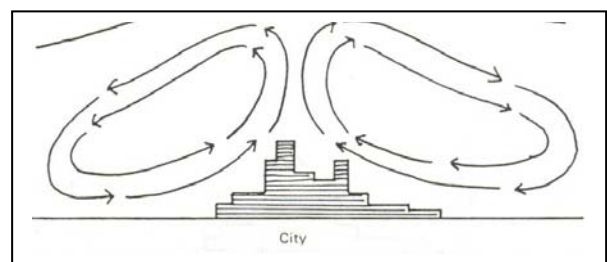
Σε ένα μικρής κλίμακας σύστημα ανέμων που δημιουργείται μεταξύ δυο γειτονικών περιοχών εκ των οποίων η μια έχει απορροφήσει μεγαλύτερο ποσό θερμικής ενέργειας από την άλλη, οι μηχανισμοί δημιουργίας των φάσεων της κυκλικής πορείας των αερίων μαζών είναι ίδιος με αυτό του συστήματος γενικής κυκλοφορίας, μόνο που δεν επηρεάζονται τόσο από την περιστροφή της γης όσο από το ανάγλυφο της επιφάνειας της γης (σχήματα 3 και 4).



Σχ. 2. Σχηματική παράσταση της γενικής κυκλοφορίας των ανέμων (από Μακρή 1991)



Σχ. 3 κίνηση αερίων μαζών μεταξύ ξηράς που βρίσκεται σε υψηλότερη θερμοκρασία και θάλασσας σε χαμηλότερη θερμοκρασία (από Schlenker and Perry 1981)



Σχ. 4 κίνηση αερίων μαζών μεταξύ πόλης που βρίσκεται σε υψηλότερη θερμοκρασία και γειτονικής υπαίθρου που βρίσκεται σε χαμηλότερη θερμοκρασία (από Campbell and Gipps 1975)

Τη διεύθυνση του ανέμου την βρίσκουμε με τους ανεμοδείκτες (η μύτη του βέλους του ανεμοδείκτη μας δείχνει την διεύθυνση του ανέμου) και την ταχύτητά του την μετρούμε σε km/h ή m/sec ή με την κλίμακα μποφόρ.

### 1.1.3 Καιρός και κλίμα

#### Η έννοια του καιρού

Ο καιρός εκφράζει την ενεργειακή κατάσταση της ατμόσφαιρας σ' ένα τόπο ή μια περιοχή σε συγκεκριμένο, μικρό χρονικό διάστημα (κάποιων ωρών). Καθορίζεται από τις παραμέτρους του, που είναι τα μετεωρολογικά στοιχεία της θερμοκρασίας, της ατμοσφαιρικής πίεσης και της υγρασίας καθώς και από τα μετεωρολογικά φαινόμενα του ανέμου, των κατακρημνισμάτων και της κατάστασης του ουρανού (νεφώσεις-ηλιοφάνεια), (Καραπιπέρης 1967, Κυριαζόπουλος και Λιβαδάς 1964, Ζερεφός 1986).

Για τον προσδιορισμό του καιρού γίνονται μετρήσεις- παρατηρήσεις των παραμέτρων του στην επιφάνεια του εδάφους αλλά και σε ολόκληρο το ύψος της τροπόσφαιρας, στους κατά τόπους μετεωρολογικούς σταθμούς της γης ανά 3 ώρες κατά την διάρκεια του 24ώρου. Οι μετρήσεις αυτές χρησιμοποιούνται από τις μετεωρολογικές υπηρεσίες του κάθε κράτους για το σχεδιασμό των χαρτών καιρού, τη μελέτη και την πρόγνωση του καιρού.

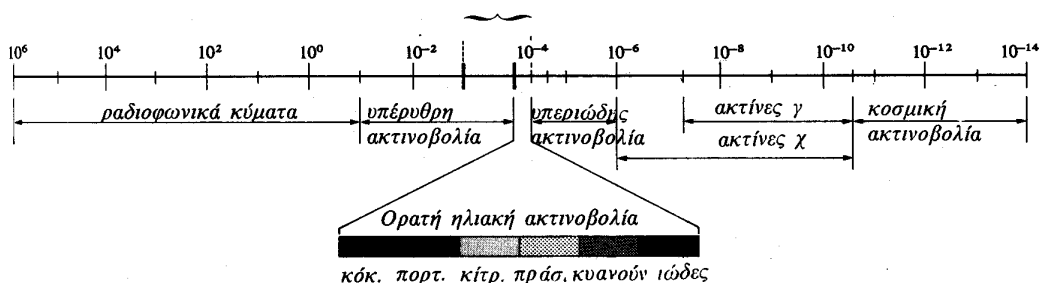
#### Μηχανισμοί δημιουργίας του καιρού

Η δημιουργία του καιρού είναι ένα πολύπλοκο φαινόμενο που αφορά στο θερμικό σύστημα που αποτελείται από τον ήλιο, την γη και την ατμόσφαιρά της. Πρωταρχικό ρόλο στο σύστημα αυτό παίζει ο ήλιος που αποτελεί την πηγή ενέργειας στο σύστημα ήλιος-γη-ατμόσφαιρα.

Ο ήλιος εκπέμπει τεράστια ποσά ενέργειας (περίπου  $1.367 \text{ watt/m}^2$ ) με την μορφή φωτεινής ενέργειας (ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία του ήλιου). Η ποσότητα της ενέργειας που εισέρχεται στην ατμόσφαιρα καθορίζεται από τη σύσταση της ατμόσφαιρας, την απόσταση της γης – ήλιου καθώς και την ηλιακή δραστηριότητα. Έχει υπολογιστεί ότι μια συνεχής μεταβολή κατά 1% στην ενεργειακή δραστηριότητα του ήλιου επί 10 χρόνια, θα μπορούσε να ανεβάσει την θερμοκρασία της επιφάνειας της γης κατά 1 με 2 βαθμούς Κελσίου (Ingersoll 1983).

Το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα της ακτινοβολίας που εκπέμπεται από τον ήλιο αποτελείται από ακτινοβολίες με μήκος κύματος από  $10^6 \text{ cm}$  έως  $10^{-14} \text{ cm}$ , οι οποίες μεταφέρουν διαφορετικά ποσά ενέργειας ανάλογα με το μήκος κύματός τους, έχουν διαφορετική διεισδυτικότητα και επηρεάζουν με διαφορετικό τρόπο τα διάφορα

στρώματα της ατμόσφαιρας. Το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα των ακτινοβολιών του ήλιου φαίνεται στο παρακάτω σχήμα (Μακρής 1991)

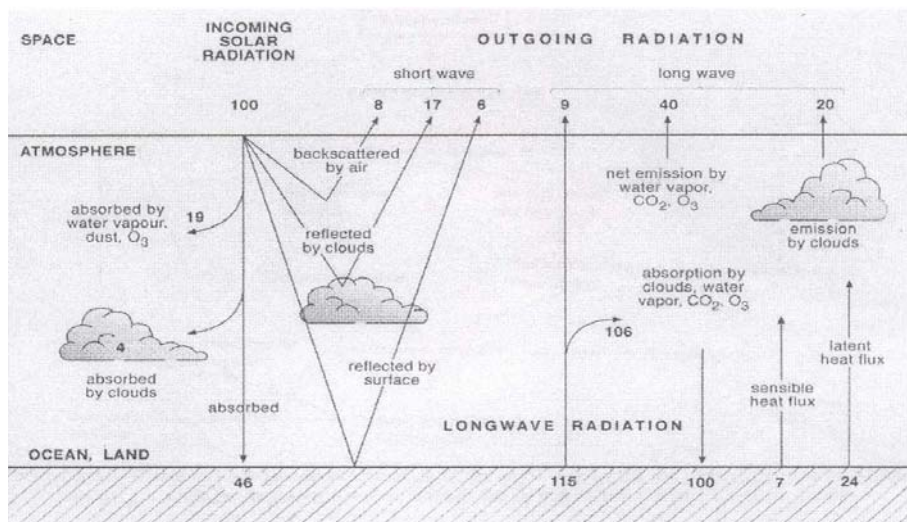


Σχ. 5 Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία του ήλιου (από Μακρή 1991)

Από το σύνολο της ηλιακής ακτινοβολίας που εισέρχεται στην ατμόσφαιρα, στην επιφάνεια της γης φτάνουν κυρίως οι ακτινοβολίες που αντιστοιχούν στο ορατό και υπέρυθρο μέρος του φάσματος γιατί η υπεριώδης (UV) ακτινοβολία απορροφάται από το οξυγόνο και το όζον της στρατόσφαιρας.

Από την ακτινοβολία που φτάνει στην ατμόσφαιρα της γης, το 31% περίπου επιστρέφει στο διάστημα καθώς ανακλάται από τα σύννεφα, τη σκόνη που υπάρχει στην ατμόσφαιρα, τα μόρια των αερίων της ατμόσφαιρας, το χιόνι και τη ξηρά που δεν καλύπτεται από βλάστηση, το 23% καταναλώνεται ως ενέργεια στην ατμόσφαιρα για τη δημιουργία του υδρολογικού κύκλου και το 46% περίπου φτάνει στην επιφάνεια της γης και απορροφάται από αυτή. Από αυτό, ένα μέρος της ακτινοβολίας (το 16% περίπου ή  $240 \text{ watt/m}^2$ ), καταναλώνεται ως ενέργεια για τη θέρμανση της επιφάνειας της γης (στεριά και ωκεανούς) και το σημαντικότερο ποσοστό (84%), ανακλάται από την επιφάνεια της γης και επιστρέφει στην ατμόσφαιρα.

Στο σχήμα που ακολουθεί παριστάνεται η συνολική ενεργειακή ισορροπία του θερμικού συστήματος ήλιος-γη-ατμόσφαιρα (σχ.5).



Σχ.5 Σχηματική παράσταση της συνολικής ενεργειακής ισορροπίας του θερμικού συστήματος ήλιος-γη-ατμόσφαιρα (από Pitman 2003)

Η ενέργεια των  $240 \text{ watt/m}^2$  (που αντιστοιχεί στο ποσοστό της ακτινοβολίας που θερμαίνει την επιφάνεια της γης), αντιστοιχεί σε θερμοκρασία  $-18 \text{ }^\circ\text{C}$  (νόμος των Stefan – Boltzmann), θερμοκρασία, στην οποία ένα σώμα εκπέμπει ακτινοβολία με μήκος κύματος  $12 \text{ }\mu\text{m}$ , δηλαδή στην υπέρυθρη περιοχή (θερμική ακτινοβολία).

Η τιμή των  $-18 \text{ }^\circ\text{C}$  περίπου είναι η θερμοκρασία που θα είχε η γη αν όλη η εκπεμπόμενη από αυτή ακτινοβολία επέστρεφε στο διάστημα, (και που υπάρχει κατά μέσο όρο στα στρώματα πάνω από την τροπόσφαιρα). Όμως η μέση ετήσια θερμοκρασία της γης είναι μεγαλύτερη κατά  $32 \text{ }^\circ\text{C}$ , είναι δηλαδή  $14 \text{ }^\circ\text{C}$  περίπου, τόση όση απαιτείται για να βρίσκονται σε θερμική ισορροπία η επιφάνεια της γης (στερεός φλοιός και ωκεανοί) και η ατμόσφαιρα (Pitman 2003, Ingersoll 1983).

Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το μεγαλύτερο ποσοστό της ανακλώμενης από την επιφάνεια της γης ηλιακής ακτινοβολίας καθώς και της εκπεμπόμενης από αυτή υπέρυθρης ακτινοβολίας, απορροφάται από τα αέρια του θερμοκηπίου που υπάρχουν στη τροπόσφαιρα (είναι 30 περίπου αλλά τα σημαντικότερα απ' αυτά είναι το διοξείδιο του άνθρακα, οι υδρατμοί, το τροποσφαιρικό όζον και το μεθάνιο), την οποία στη συνέχεια την επανεκπέμπουν προς όλες τις κατευθύνσεις. Μέρος της επανεκπεμπόμενης αυτής ακτινοβολίας απορροφάται από την επιφάνεια του εδάφους θερμαίνοντάς την, ένα άλλο μέρος της απορροφάται ξανά από την ατμόσφαιρα και το υπόλοιπο (μικρό μέρος της), διαφεύγει στο διάστημα. Η διαδικασία αυτή με την

οποία η τροπόσφαιρα συμβάλλει στην θέρμανση της γης και των κατώτερων σημείων της τροπόσφαιρας, αποτελεί το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Από ενεργειακή άποψη, παρότι το σύστημα γη-ατμόσφαιρα βρίσκεται σε θερμική ισορροπία (όση ενέργεια εισέρχεται με μορφή ακτινοβολίας από τον ήλιο τόση επανεκπέμπεται στο διάστημα), θεωρώντας ξεχωριστά την ατμόσφαιρα και την γη δεν ισχύει αυτή η ισορροπία. Υπάρχουν πάντα σε παγκόσμιο και σε τοπικό επίπεδο ενεργειακές διαφορές μεμονωμένα τόσο στην ατμόσφαιρα (στην κατακόρυφο αλλά και την οριζόντια διεύθυνση), όσο και στην επιφάνεια της γης (οριζόντια). Οι διαφορές αυτές στην ενεργειακή κατάσταση της ατμόσφαιρας όπως προαναφέρθηκε είναι υπεύθυνες κατά κύριο λόγο για τη κίνηση των αερίων μέσα σ' αυτή (Oort 1971, Pitman 2003, Ingersoll 1983).

### Παράμετροι του καιρού

Θερμοκρασία: Είναι ο δείκτης που εκφράζει τη θερμική κατάσταση της ατμόσφαιρας σε μια δεδομένη χρονική στιγμή και σε ορισμένο τόπο και ύψος της ατμόσφαιρας. Αποτελεί τον καθοριστικό παράγοντα κίνησης των αερίων μέσα σ' αυτή και μεταβάλλεται τόσο σε συνάρτηση με το ύψος όσο και στη διάρκεια του εικοσιτετραώρου σε μια περιοχή σε συγκεκριμένο ύψος.

Ατμοσφαιρική πίεση. Είναι η πίεση που ασκούν τα μόρια του ατμοσφαιρικού αέρα λόγω της κίνησής τους σε κάθε σημείο της ατμόσφαιρας. Υπολογίζεται από το πηλίκο της δύναμης που ασκείται σε μια επιφάνεια ανά μονάδα της επιφάνειας αυτής και μετρείται σε mm Hg ή σε atm (1atm=760 mm Hg) με ειδικά όργανα, τα βαρόμετρα. Στην επιφάνεια της θάλασσας είναι περίπου 760 mm Hg και όσο αυξάνει το ύψος στην ατμόσφαιρα ελαττώνεται κατά 1mm Hg κάθε 10-11m. Μεταβολές επίσης στην πίεση του ατμοσφαιρικού αέρα πάνω από μια περιοχή σε συγκεκριμένο ύψος παρατηρούνται κατά την διάρκεια του εικοσιτετραώρου και οφείλονται, όπως ήδη αναφέρθηκε, στις μεταβολές της θερμοκρασίας και κατά συνέπεια της πυκνότητας του αέρα και έχουν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία των ανέμων.

Υγρασία (απόλυτη) ονομάζουμε την ποσότητα των υδρατμών που περιέχεται σε 1 m<sup>3</sup> ατμοσφαιρικού αέρα ορισμένης θερμοκρασίας. Σχετική υγρασία είναι η σύγκριση του ποσού των υδρατμών της ατμόσφαιρας με το μέγιστο ποσό υδρατμών που μπορεί να συγκρατήσει η ατμόσφαιρα (ατμόσφαιρα κορεσμένη) στην ίδια θερμοκρασία. Εκφράζεται σε ποσοστό επί τοις εκατό και μετρείται με τα υγρόμετρα. Επηρεάζεται από τη θερμοκρασία καθώς ο θερμός αέρας μπορεί να συγκρατήσει μεγαλύτερα ποσά

υδρατμών απ' ότι ο ψυχρός οπότε η σχετική υγρασία αυξάνει όταν ο αέρας ψύχεται και αντίστροφα ελλαττώνεται όταν αυτός θερμαίνεται.

Οι τρεις προαναφερθέντες παράμετροι του καιρού (θερμοκρασία, ατμοσφαιρική πίεση και υγρασία), αποτελούν τους δείκτες της ενεργειακής κατάστασης της ατμόσφαιρας, καθορίζουν την δημιουργία των καιρικών φαινομένων (δηλαδή των ανέμων, των κατακριμνησμάτων και των νεφώσεων) και μαζί με αυτά, ρυθμίζουν την κίνηση των αερίων στην ατμόσφαιρα.

Κατακρημνίσματα ή υδρομετέωρα. Τα πιο συνηθισμένα κατακρημνίσματα είναι η βροχή, το χιονόνερο, οι ψεκάδες, το χαλάζι, το χιόνι και το κοκκώδες χιόνι.

*Η βροχή.* Σύμφωνα με τη θεωρία του Bergeron όταν ο ατμοσφαιρικός αέρας έχει πολύ χαμηλές τιμές θερμοκρασίας σχηματίζονται μικροσκοπικοί παγοκρύσταλλοι οι οποίοι αποτελούν πυρήνες συμπακνώσεως των υδρατμών που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα. Το μέγεθος και το βάρος των παγοκρυστάλλων αυξάνουν όταν τα μόρια των υδρατμών προσκολλώνται σ' αυτούς, οπότε πέφτουν με μορφή χιονιού ή παγωμένων σφαιριδίων. Αν στην καθοδική τους πορεία συναντήσουν θερμό αέρα τήκονται και πέφτουν με την υγρή τους μορφή δηλαδή ως βροχή. Η ερμηνεία αυτή του Bergeron δεν εξηγεί την βροχή που δημιουργείται σε θερμά, τροπικά σύννεφα. Στην περίπτωση αυτή τα υδροσταγονίδια στα σύννεφα αυξάνουν με συγκόλληση και δίνουν σταγόνες μεγάλου μεγέθους που πέφτουν λόγω του βάρους τους. Το «μέσο ύψος βροχής» είναι η ποσότητα της βροχής που θα κάλυπτε την επιφάνεια της γης αν δεν απορροφούνταν από το έδαφος και αν δεν εξατμίζονταν και για τη μέτρησή του χρησιμοποιούμε το βροχόμετρο.

*Το χιονόνερο* είναι μικρά, σκληρά κομμάτια πάγου σφαιρικού ή ακανόνιστου σχήματος με διάμετρο 0.1 cm. Σχηματίζονται όταν σταγόνες βροχής περάσουν μέσα από στρώμα αέρα πολύ μικρής θερμοκρασίας που βρίσκεται κοντά στο έδαφος ενώ πάνω απ' αυτό υπάρχει θερμή αέρια μάζα.

*Οι ψεκάδες* είναι λεπτά σταγονίδια βροχής που πέφτουν πολύ αργά ή αιωρούνται. Αν έρθουν σ' επαφή με το έδαφος σχηματίζουν *ομίχλη*.

*Το χαλάζι* σχηματίζεται σε καταιγιδοφόρα σύννεφα. Για το σχηματισμό του υπάρχουν δυο θεωρίες. Σύμφωνα με την πρώτη, τα σταγονίδια της βροχής μέσα σε καταιγιδοφόρο νέφος στερεοποιούνται και συγκρυσταλλώνονται πάνω σε παγοκρυστάλλους λόγω της χαμηλής θερμοκρασίας. Τα ισχυρά ανοδικά και καθοδικά ρεύματα αέρα που υπάρχουν στα νέφη αυτά παρασύρουν τους παγοκρυστάλλους από τις θερμές, βροχερές βάσεις τους μέχρι τις παγωμένες κορυφές τους. Κάθε φορά που



έναν παγοκρύσταλλο ανεβαίνει, μικροί παγοκρύσταλλοι προσκολλώνται στην υγρή του επιφάνεια και κάθε φορά που πέφτει, προσκολλώνται πάνω του υδροσταγονίδια που τείνουν να στερεοποιηθούν με αποτέλεσμα σε κάθε μετακίνησή του το χαλάζι να κερδίζει ένα στρώμα πάγου. Οι μετακινήσεις αυτές επαναλαμβάνονται μέχρι να αποκτήσει τόσο βάρος, ώστε να μη συγκρατείται από το σύννεφο. Σύμφωνα με τη δεύτερη θεωρία το χαλάζι δημιουργείται όταν μικροί παγοκρύσταλλοι πέφτουν λόγω βαρύτητας. Καθώς πέφτουν περνούν από τα ψυχρά στρώματα του νέφους, συναντούν υδρατμούς χαμηλής θερμοκρασίας, συγκρυσταλλώνονται με αυτούς και έτσι προστίθενται συνεχώς νέα στρώματα πάγου.

*Το χιόνι σχηματίζεται από μόρια υδρατμών που μετατρέπονται σε παγοκρυστάλλους χωρίς να περνούν από την υγρή φάση. Οι κρύσταλλοι αυτοί σχηματίζονται όταν η ατμόσφαιρα είναι υπέρκορη σε υδρατμούς και έχει θερμοκρασία μικρότερη από 0°C. Αν οι κρύσταλλοι δεν λιώσουν μαζεύονται σε ομάδες και αποτελούν τις νιφάδες χιονιού. Στο κέντρο κάθε νιφάδας χιονιού υπάρχει ο πυρήνας συμπυκνώσεως που συνήθως είναι κόκκοι κονιορτού, αλατιού, άμμου κλπ. Αν η θερμοκρασία είναι μικρότερη από -40 °C μπορεί να μην υπάρχει πυρήνας συμπυκνώσεως.*

*Το κοκκώδες χιόνι είναι μικροί κόκκοι πάγου, λευκοί, αδιαφανείς, σε μέγεθος ίσο περίπου με το χιονόνερο. Οι κόκκοι του σχηματίζονται όταν συγκρυσταλλώνονται μικρά υδροσταγονίδια πολύ χαμηλής θερμοκρασίας.*

### Το κλίμα, οι παράμετροί του και οι παράγοντες που το διαμορφώνουν

Σύμφωνα με τον Ingersoll (1983), οι μεγάλης κλίμακας (μακρόχρονες) διακυμάνσεις των ατμοσφαιρικών συνθηκών του συστήματος της ατμόσφαιρας και των σχετικών μετεωρολογικών φαινομένων αποτελούν το κλίμα. Απλούστερα ο όρος κλίμα δηλώνει τις συνθήκες καιρού σ' ένα τόπο ή περιοχή, οι οποίες χαρακτηρίζονται από τη στατιστική (μέσες τιμές, μέγιστες, ελάχιστες κ.λ.π.) των μετεωρολογικών στοιχείων-παραμέτρων του που αφορούν σε όλο το ύψος της ατμόσφαιρας, δηλαδή της θερμοκρασίας, της υγρασίας, των υδρομετεώρων και της διεύθυνσης και της ταχύτητας ανέμου, για χρονικό διάστημα μεγαλύτερο από 15-20 χρόνια (Oort 1971, Κασσιμίδης 1994).

Το κλίμα ολόκληρης της γης (μακροκλίμα) και η διαμόρφωση των κλιματικών ζωνών της, καθορίζονται από τη γενική κυκλοφορία στην ατμόσφαιρα η οποία, όπως αναφέρθηκε, διαφέρει ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος των περιοχών και συνδέεται άμεσα με την ενέργεια του συστήματος ατμόσφαιρα-γη.

Σε γεωγραφικό πλάτος 10 μοιρών βόρεια και νότια από τον ισημερινό σχηματίζονται δυο μεγάλες ζώνες χαμηλής ατμοσφαιρικής πίεσης (βαρομετρικά χαμηλά) (Hadley cell). Στις ζώνες αυτές υπάρχει άπνοια ή πνέουν ασθενείς άνεμοι για αυτό και ονομάζονται ζώνες των ισημερινών Νηνεμιών (Doldrums) ή ενδοτροπικές ζώνες σύγκλισης (Convergence). Χαρακτηριστικό της ζώνης του ισημερινού είναι οι χαμηλές πιέσεις οι οποίες οφείλονται στις ισχυρές ανοδικές κινήσεις των θερμών και υγρών αερίων μαζών που συνεπάγονται τις συχνές, ραγδαίες και μεγάλης διάρκειας, βροχοπτώσεις στις περιοχές αυτές και διαμορφώνουν το τροπικό κλίμα των περιοχών του ισημερινού (Oort 1971, Ingersoll 1983, Μακρής 1991).

Βορειότερα, για το βόρειο και νοτιότερα, για το νότιο ημισφαίριο, σε γεωγραφικό πλάτος 20-30 μοίρες βρίσκονται από μια ζώνη υψηλών πιέσεων (βαρομετρικό υψηλό) που είναι ζώνες καλοκαιρίας. Στις ζώνες αυτές εναλλάσσονται ασθενείς άνεμοι με νηνεμίες. Ο σχηματισμός τους οφείλεται στις θερμές αέριες μάζες της ισημερινής ζώνης οι οποίες αφού ανυψώθηκαν, ψύχθηκαν και έχασαν τους υδρατμούς τους μεταφερόμενες βορειότερα (για το βόρειο ημισφαίριο) και νοτιότερα (για το νότιο ημισφαίριο), βυθίζονται στο γεωγραφικό αυτό πλάτος ξηρές (χωρίς υδρατμούς). Στις περιοχές αυτές υπάρχουν συχνά συνθήκες ερήμου (Oort 1971, Ingersoll 1983, Μακρής 1991).

Σε γεωγραφικό πλάτος 30-60 μοίρες εκατέρωθεν του ισημερινού υπάρχουν οι ζώνες χαμηλών πιέσεων (Ferrel cell), που είναι ασθενέστερες από τις ενδοτροπικές ζώνες σύγκλισης και παίζουν δευτερεύοντα ρόλο στην ροή ενέργειας προς τους πόλους. Στις περιοχές αυτές συναντώνται ασθενέστερες βροχοπτώσεις από τις τροπικές. Η δημιουργία τους οφείλεται στη συμπύκνωση των υδρατμών που υπάρχουν στα σχετικά θερμά και υγρά ανοδικά ρεύματα αέρα των υφέσεων (βαρομετρικά χαμηλά), όταν κατά την ανοδική τους πορεία βρεθούν σε χαμηλές θερμοκρασίες. Οι υφέσεις ή βαρομετρικά χαμηλά (χαμηλές τιμές ατμοσφαιρικής πίεσης) και οι αντικυκλώνες ή βαρομετρικά υψηλά (υψηλές τιμές ατμοσφαιρικής πίεσης), που δημιουργούνται στις περιοχές της ζώνης αυτής, μετακινούνται στο βόρειο ημισφαίριο από δυτικά προς ανατολικά και στο νότιο προς την αντίθετη κατεύθυνση. Στη μετακίνηση αυτή των βαρομετρικών (εναλλαγή των υψηλών και χαμηλών πιέσεων) αλλά και των θερμών και ψυχρών μετώπων οφείλεται η ποικιλία των καιρικών φαινομένων που δημιουργούνται στο γεωγραφικό πλάτος αυτό, φαινόμενα, που διαμορφώνουν τα χαρακτηριστικά του εύκρατου κλίματος (Oort 1971, Ingersoll 1983, Μακρής 1991).

Κοντά στους πόλους τέλος υπάρχουν και πάλι ζώνες υψηλών πιέσεων (βαρομετρικά υψηλά ή αντικυκλώνες). Στις περιοχές αυτές οι θερμοκρασίες είναι πολύ χαμηλές και επειδή οι κατακρημνιζόμενες αέριες μάζες είναι ξηρές διαμορφώνεται το πολικό κλίμα των περιοχών αυτών που χαρακτηρίζεται από σταθερότητα όσον αφορά στα καιρικά φαινόμενα (Oort 1971, Ingersoll 1983, Μακρής 1991).

Σε τοπικό επίπεδο το κλίμα (μικροκλίμα), διαφοροποιείται ελάχιστα από το κλίμα των ζωνών που προαναφέρθηκε. Οι διαφοροποιήσεις αυτές οφείλονται κυρίως σε τοπικούς παράγοντες που το επηρεάζουν, όπως η τοπογραφία της περιοχής το ανάγλυφο της, η απόσταση της από την θάλασσα και το υψόμετρο στο οποίο βρίσκεται η περιοχή.

#### *1.1.4 Κλιματικές αλλαγές (έννοια, αίτια δημιουργίας τους και συνέπειες)*

##### Κλιματικές αλλαγές και αίτια που τις προκαλούν

Κλιματικές αλλαγές είναι οι αλλαγές στο κλίμα της γης και προσδιορίζονται από τις αλλαγές στις παραμέτρους του κλίματος. Προκαλούνται από οποιαδήποτε μεταβολή στο ενεργειακό ισοζύγιο του συστήματος ήλιος-ατμόσφαιρα-επιφάνεια της γης που μπορεί να συμβεί είτε ανεξάρτητα από την ανθρώπινη παρέμβαση (φυσιολογικές κλιματικές αλλαγές) ή με τη παρέμβαση του ανθρώπου (ανθρωπογενείς κλιματικές αλλαγές).

Στην ιστορία της γης έχουν συμβεί κλιματικές αλλαγές οι οποίες δεν οφείλονταν σε ανθρώπινη παρέμβαση (κλιματικές περιόδους της γης) και υπεύθυνες γι αυτές ήταν α) η έντονη ηλιακή δραστηριότητα για μεγάλο χρονικό διάστημα και β) οι έντονες ηφαιστειακές δραστηριότητες που συνέβαλαν στη μεταβολή της σύστασης της ατμόσφαιρας (π.χ. Bertrand and van Ypersele 1999, Bertrand *et al.* 1999, 2002, Free and Robock 1999, Crowley 2000).

Σήμερα είναι γενικά αποδεκτό ότι υπάρχει αύξηση στη μέση θερμοκρασία του αέρα κοντά στην επιφάνεια της γης κατά  $0.6^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ ) περίπου από τον περασμένο αιώνα και αν δεν τεθούν υπό έλεγχο τα αίτια που τις προκαλούν, προβλέπεται η μέση θερμοκρασία να ανέλθει κατά  $1.4^{\circ}\text{C}$  -  $5.8^{\circ}\text{C}$  τα επόμενα 100 χρόνια (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC): Houghton *et al.* 2001).

Η αύξηση της θερμοκρασίας που παρατηρήθηκε μετά την βιομηχανική επανάσταση, πριν 200 χρόνια περίπου, δεν είναι γραμμική. Οι θερμοκρασίες άρχισαν να παρουσιάζουν σημαντική αύξηση από το 1920, όμως τα τελευταία 40 χρόνια υπολογίζεται ότι η αύξηση αυτή ανέρχεται σε 0.2 °C με 0.3 °C περίπου (Jones 1994, Parker *et al.* 1995) και αποδίδεται όχι μόνο σε φυσικά αίτια αλλά κυρίως στην αύξηση της συγκέντρωσης των αερίων του θερμοκηπίου που προέρχονται από ανθρώπινες δραστηριότητες (Lane *et al.* 1994, Thomson 1995, Kaufman and Stern 1997, Houghton *et al.* 2001). Σύμφωνα με τα συμπεράσματα του National Research Council «οι παρατηρούμενες αλλαγές στη μέση θερμοκρασία του πλανήτη τις τελευταίες δεκαετίες φαίνεται ότι οφείλονται κυρίως στις ανθρώπινες δραστηριότητες χωρίς όμως να αποκλείεται και η συμμετοχή των φυσικών μεταβολών» (National Research Council, 2001a).

Σύμφωνα με τον Trenberth, (2001), οι ανθρώπινες δραστηριότητες που συμβάλλουν στις κλιματικές αλλαγές είναι:

- *Η αλλαγή στη χρήση της γης.* Η εκχέρσωση της γης για την ανοικοδόμηση πόλεων ή την αύξηση των καλλιεργήσιμων εκτάσεων συμβάλλει στην αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της γης με δυο τρόπους α) προκαλεί την αύξηση της ανακλώμενης από την γη υπέρυθρης ακτινοβολίας (albedo) και β) μειώνει τη δυνατότητα απορρόφησης του διοξειδίου του άνθρακα της ατμόσφαιρας, συμβάλλοντας έτσι στην αύξηση της συγκέντρωσης ενός από τα κυρίως υπεύθυνα αέρια του θερμοκηπίου. Η μείωση επίσης των δασών και η αύξηση του albedo συνεπάγονται περισσότερες και εντονότερες βροχοπτώσεις αυξάνοντας έτσι τους κινδύνους από πλημμύρες (Karl and Trenberth 1999, Watson *et al.* 2000)
- *Η αποθήκευση και υπερκατανάλωση του νερού.* Ο άνθρωπος με τα φράγματα και τις δεξαμενές νερού που κατασκευάζει για την αποθήκευση του νερού ελαττώνει την έκταση που καταλαμβάνουν τα επιφανειακά ύδατα, ενώ με την υπερβολική άντληση νερού, για να καλυφθεί η υπερκατανάλωσή του, προκαλείται ελάτωση στα υπόγεια ύδατα. Με τις δυο αυτές δραστηριότητες του ανθρώπου διαταράσσεται ο κύκλος του νερού στη φύση και προκαλούνται μεταβολές στη συγκέντρωση των υδρατμών στην ατμόσφαιρα, ενός από τα αέρια του θερμοκηπίου.
- *Οι πηγές παραγωγής θερμότητας που χρησιμοποιεί ο άνθρωπος συμβάλλουν στην επί πλέον εκπομπή θερμότητας στο περιβάλλον.*

- Η καύση των υγρών καυσίμων τέλος αποτελεί τη πιο σημαντική ανθρωπογενή αιτία για τις κλιματικές αλλαγές. Τα αέρια προϊόντα της καύσης και τα αιωρούμενα σωματίδια που παράγονται, εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα και μεταβάλλουν την φυσιολογική της σύσταση συμβάλλοντας στην αλλαγή του κλίματος τόσο σε τοπικό όσο και παγκόσμιο επίπεδο.

Ως αποτέλεσμα των δραστηριοτήτων του ανθρώπου έχουν διαπιστωθεί σημαντικές αυξήσεις στις συγκεντρώσεις των αερίων του θερμοκηπίου και συγκεκριμένα:

Το ποσό του διοξειδίου του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ) στην ατμόσφαιρα έχει αυξηθεί από την έναρξη της βιομηχανικής επανάστασης μέχρι σήμερα από 280 ppm (μέρη στο εκατομμύριο κατά όγκο), σε 368 ppm (αύξηση κατά 31%). Η αύξηση αυτή οφείλεται στην καύση των υγρών καυσίμων και στην αποψίλωση δασικών εκτάσεων και προβλέπεται ότι, ελλείψει ελέγχου, η συγκέντρωση του  $\text{CO}_2$  θα διπλασιαστεί από την προ-βιομηχανική περίοδο μέχρι τα επόμενα 50 με 100 χρόνια. (Trenberth 2001, Sherwood 2001).

Η συγκέντρωση του μεθανίου ( $\text{CH}_4$ ), υπολογίζεται ότι έχει αυξηθεί από 0.70 ppm που ήταν το 1958 σε 1.78 ppm σήμερα. Κύριες πηγές εκπομπής του είναι η βακτηριακή αποσύνθεση οργανικής ύλης στις καλλιέργειες ρυζιού, η αποσύνθεση των απορριμάτων στους χώρους απόθεσής τους και οι απεκκρίσεις από το πεπτικό σύστημα μεγάλων μηρυκαστικών όπως οι αγελάδες. Η εμπλοκή του ανθρώπου συνίσταται στην υπερπαραγωγή και υπερκατανάλωση τροφίμων από τους κατοίκους των ανεπτυγμένων περιοχών του πλανήτη (Trenberth 2001, Sherwood 2001).

Οι ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις των χλωροφθορανθράκων ( $\text{CFC}_s$ ) από 0 που ήταν το 1900 αυξήθηκαν σε 540 ppt (μέρη στο τρισεκατομμύριο κατ' όγκο) για τον  $\text{CFC-12}$  ( $\text{CF}_2\text{Cl}_2$ ), σε 270 ppt για τον  $\text{CFC-11}$  ( $\text{CFCl}_3$ ), σε 80 ppt για τον  $\text{CFC-13}$  ( $\text{C}_2\text{F}_3\text{Cl}_3$ ) και σε 100 ppt για τον τετραχλωράνθρακα ( $\text{CCl}_4$ ). Είναι χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται στα συστήματα κλιματισμού, στα ψυγεία ως ψυκτικά υγρά και στα διάφορα σπρέι ως προωθητικά αέρια. Ο χρόνος της παραμονής και της δράσης τους στην ατμόσφαιρα ανέρχεται σε αρκετές εκατοντάδες χρόνια (Trenberth 2001, Sherwood 2001).

Η συγκέντρωση του υποξειδίου του αζώτου ( $\text{N}_2\text{O}$ ), έχει αυξηθεί από 0.270 ppm το 1800 σε 0.315 ppm σήμερα. Το μεγαλύτερο ποσοστό της αύξησής του οφείλεται στην εκτεταμένη χρήση αζωτούχων λιπασμάτων στις καλλιέργειες καθώς παράγεται

κατά τη διάσπαση τους από τα βακτήρια. Ως αέριο παράγεται στην ατμόσφαιρα από την καύση ορυκτών καυσίμων (Trenberth 2001, Sherwood 2001).

Η συγκέντρωση του τροποσφαιρικού όζοντος ( $O_3$ ), αυξήθηκε από το περασμένο αιώνα μέχρι σήμερα, στο βόρειο ημισφαίριο κατά 5-8 φορές περισσότερο το καλοκαίρι και 2-4 φορές περισσότερο το χειμώνα, και στο νότιο ημισφαίριο κατά 2-4 φορές περισσότερο. Η παρουσία του στην τροπόσφαιρα οφείλεται στην αυξημένη χρήση μηχανών εσωτερικής καύσης συμπεριλαμβανομένων των μηχανών των αυτοκινήτων στις αστικές περιοχές. Παράγεται με τη φωτοχημική δράση της ηλιακής ακτινοβολίας σε αέριους ρύπους (το μονοξείδιο του άνθρακα, τα οξείδια του αζώτου, το αιθυλένιο, το ακετυλένιο και άλλους απλούς υδρογονάνθρακες) (Moore and Moore 1975, Phillips and Pickering 1991).

Τα αιωρούμενα σωματίδια εισέρχονται στην ατμόσφαιρα με φυσικές διαδικασίες όταν η σκόνη παρασύρεται με τον άνεμο από τις ερήμους ή τις γυμνές επιφάνειες ξηράς καθώς επίσης από τις εκρήξεις των ηφαιστειών ή από την καύση των δασών (σκόνη, καπνιά δηλαδή C και θειούχες ενώσεις). Ο άνθρωπος συμβάλλει στην εκπομπή αιωρούμενων σωματιδίων με την καύση του άνθρακα (κάρβουνο) σε σταθμούς παραγωγής ενέργειας και την καύση της βιομάζας. Η παρουσία των αιωρούμενων σωματιδίων στην ατμόσφαιρα επηρεάζει το κλίμα με διάφορους τρόπους. α) Συμβάλλουν στην ψύξη της ατμόσφαιρας καθώς ανακλούν κάποιες από τις ακτινοβολίες του ήλιου στο διάστημα. Κάποια ωστόσο αιωρούμενα σωματίδια όπως η καπνιά (C), απορροφούν την ηλιακή ακτινοβολία και προκαλούν τοπική αύξηση της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας ενώ κάποια άλλα απορροφούν και επανεκπέμπουν την υπέρυθρο ακτινοβολία. β) Αποτελούν πυρήνες συμπυκνώσεως των υδρατμών της ατμόσφαιρας κατά τον σχηματισμό νεφών, συμβάλλοντας έτσι στη μεταβολή της ανακλαστικότητας και απορροφητικότητας της ηλιακής ακτινοβολίας από τα νέφη. Η συμβολή τους στις κλιματικές αλλαγές δεν είναι καθοριστική γιατί ο χρόνος παραμονής τους στην ατμόσφαιρα περιορίζεται σε μερικές μόνο μέρες, καθώς απομακρύνονται απ' αυτήν με τη βροχή και τα υπόλοιπα υδρομετέωρα (Karl and Trenberth 1999, Trenberth 2001, Sherwood 2001).

Όπως προαναφέρθηκε οι αυξήσεις στις συγκεντρώσεις των αερίων του θερμοκηπίου ενισχύουν το φαινόμενο προκαλώντας την περαιτέρω θέρμανση της επιφάνειας της γης και των κατώτερων στρωμάτων του αέρα της ατμόσφαιρας, γεγονός που σύμφωνα με τους υπολογισμούς ενός τυπικού μοντέλου της γενικής κυκλοφορίας της ατμόσφαιρας (General Circulation Model, GCM), έχει τρεις βασικές

συνέπειες, οι οποίες όμως ενισχύουν ακόμη περισσότερο το φαινόμενο (Sherwood 2001).

α) Προκαλεί αύξηση στην εξάτμιση του νερού περίπου κατά 6% για κάθε αύξηση της θερμοκρασίας κατά ένα βαθμό Κελσίου. Επειδή οι υδρατμοί είναι ένα από τα αέρια του θερμοκηπίου η αύξηση της συγκέντρωσής τους στην ατμόσφαιρα οδηγεί σε περισσότερη απορρόφηση της υπέρυθρης ακτινοβολίας που εκπέμπεται από την επιφάνεια της γης, ενισχύοντας την αύξηση της θερμοκρασίας.

β) Στις πολικές περιοχές, στις παρυφές θάλασσας και πάγων, αύξηση της θερμοκρασίας προκαλεί αντικατάσταση της ανακλαστικότητας της ηλιακής ακτινοβολίας από τους πάγους (albedo 0.8-0.9), με ισχυρή απορρόφηση της ακτινοβολίας από το νερό (albedo περίπου 0.1). Αυτό συνεπάγεται αύξηση στο ποσό της απορροφούμενης ενέργειας από τη τροπόσφαιρα και άνοδο της θερμοκρασίας, καθώς θα είναι μικρότερο το ποσοστό της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας που ανακλάται πίσω στο διάστημα. Μια τέτοια τοπική αύξηση της θερμοκρασίας στις πολικές περιοχές υπολογίζεται να προκαλέσει μείωση στην αναγκαιότητα για μεταφορά θερμότητας από τον ισημερινό προς τους πόλους τόσο μέσω της ατμόσφαιρας όσο και μέσω των ωκεανών. Η μεταβολή αυτή στη μεταφορά θερμότητας προς τους πόλους και στη δράση του Gulf Stream θα μπορούσε να συμβάλλει στην ελάττωση της θερμοκρασίας στη Δυτική Ευρώπη.

γ) Η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας κοντά στην επιφάνεια της γης συνδέεται με το σχηματισμό των νεφών αλλά και τη δράση τους. Ο σχηματισμός των μικρού ύψους νεφών που παρατηρείται με την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη λειτουργεί ενάντια στην αύξηση αυτή της θερμοκρασίας. Ωστόσο ο σχηματισμός μεγάλου ύψους νεφών με χαμηλές θερμοκρασίες στις κορυφές τους μειώνει την εξερχόμενη ενέργεια συμβάλλοντας στην αύξηση της θερμοκρασίας στην επιφάνεια της γης. Τελικά δεν είναι απόλυτως σαφές αν η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας κοντά στην επιφάνεια του εδάφους θα προκαλέσει αύξηση ή μείωση των νεφώσεων ή αν θα αλλάξει το ύψος των νεφών προκαλώντας περαιτέρω αύξηση της θερμοκρασίας (μεγάλου ύψους νέφη) ή δρώντας ευεργετικά, με την συμβολή τους σε ελάττωση της θερμοκρασίας κοντά στην επιφάνεια της γης (μικρού ύψους νέφη).

Οι τρεις αυτές βασικές συνέπειες της αύξησης της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη κοντά στην επιφάνεια της γης επηρεάζουν άμεσα τις παραμέτρους του κλίματος και τροποποιούν το κλίμα τοπικά αλλά και σε ολόκληρη τη γη με σοβαρές επιπτώσεις.

## Συνέπειες των κλιματικών αλλαγών

Οι επιπτώσεις από τις κλιματικές αλλαγές αφορούν στο περιβάλλον (σε φυσικά και βιολογικά συστήματα), την υγεία και έχουν κοινωνικο-οικονομικές διαστάσεις.

### Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

*Άνοδος της στάθμης της θάλασσας.* Από έρευνες που έχουν γίνει προβλέπεται ότι η στάθμη της θάλασσας μέχρι το έτος 2100 θα ανέβει κατά 9-88 cm (IPCC, McCarthy *et al.* 2001). Αυτό αποδίδεται αφενός στη θερμική διαστολή των ωκεανών λόγω αύξησης της θερμοκρασίας τους και αφετέρου στο λιώσιμο των πάγων από την επιφάνεια του εδάφους. Οι συνέπειες στις περιοχές της γης των οποίων η στάθμη του εδάφους είναι σήμερα περίπου στο ίδιο ύψος με την στάθμη της θάλασσας, θα είναι καταστροφικές τόσο για τις καλλιέργειες των παράκτιων περιοχών όσο και για τους ίδιους τους κατοίκους που θα αναγκαστούν σε μεταναστεύσεις.

*Ακραία καιρικά φαινόμενα.* Η συχνότητα και η ένταση των ακραίων καιρικών φαινομένων, χαρακτηριστικά των οποίων είναι οι πολύ υψηλές θερμοκρασίες σε κάποιες περιοχές ή οι πολύ χαμηλές σε κάποιες άλλες, οι καταιγίδες, οι πλημμύρες και οι ξηρασίες, (φαινόμενα που αποκλίνουν από τις παραμέτρους του κλίματος κάθε περιοχής), φαίνεται να είναι μια από τις βασικότερες συνέπειες των κλιματικών αλλαγών με όλα τα επακόλουθα στα οικοσυστήματα, στις καλλιέργειες και στις κοινωνίες των ανθρώπων που αυτά συνεπάγονται.

Οι διακυμάνσεις στην ένταση και τη συχνότητα των φαινομένων αυτών, σχετίζονται με την αύξηση της θερμοκρασίας από περιοχή σε περιοχή καθώς επιταχύνεται ο κύκλος του νερού. Αυξάνει δηλαδή ο ρυθμός εξάτμισης του νερού ιδιαίτερα από τους ωκεανούς με συνέπεια την εντονότερη συμπύκνωση των υδρατμών που ακολουθείται από έντονες βροχοπτώσεις. Η θέρμανση της ξηράς είναι ταχύτερη από αυτή των ωκεανών με αποτέλεσμα να υπάρχουν μεγάλες διαφορές ατμοσφαιρικής πίεσης οπότε δημιουργούνται ισχυροί άνεμοι (άνεμοι με πολύ μεγάλες ταχύτητες).

Οι στατιστικά παρατηρούμενες αυξήσεις στις καταστροφές που συμβαίνουν από τα ακραία φαινόμενα την τελευταία δεκαετία φαίνεται ότι συσχετίζονται με την αύξηση του πληθυσμού και άλλου είδους τεχνολογικές εξελίξεις (Chapter 8 in McCarthy *et al* 2001).



*Λειψυδρία* Ένα ακόμη μεγάλο πρόβλημα που προκύπτει από τις κλιματικές αλλαγές είναι η έλλειψη πόσιμου νερού σε κάποιες περιοχές όπως της βόρειας Αφρικής, της Μέσης Ανατολής και της Ινδίας. Επακόλουθο της ελάττωσης των βροχοπτώσεων και των επιφανειακών υδάτων είναι η αύξηση των αρδεύσεων για τις καλλιέργειες, με αποτέλεσμα τη μείωση των υπόγειων δεξαμενών υδάτων και την αντικατάστασή των υδάτων τους με αλμυρό νερό των θαλασσών.

*Μείωση των δασικών και των καλλιεργίσιμων εκτάσεων.* Υπολογίζεται ότι μέχρι το έτος 2070 μεγάλο μέρος της βόρειας Βραζιλίας και της νότιας Αφρικής θα χάσουν τα τροπικά τους δάση εξαιτίας της μείωσης των βροχοπτώσεων στις περιοχές αυτές και της αύξησης της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας. Κάτι τέτοιο συνεπάγεται την ενίσχυση της παραγωγής του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, με αποτέλεσμα τη περαιτέρω ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου.

*Αλλοίωση στην ποιότητα του αέρα.* Οι υψηλές τιμές στη θερμοκρασία και η έντονη και μεγάλης διάρκειας ηλιοφάνεια σε αστικές, πυκνοκατοικημένες περιοχές συνεπάγονται αύξηση των εκπομπών του τροποσφαιρικού όζοντος με τη φωτοχημική δράση τους στα οξείδια του αζώτου και κάποιους υδρογονάνθρακες που εκπέμπονται κατά την καύση ορυκτών καυσίμων. Η αύξηση αυτή στις εκπομπές του όζοντος, όπως αναφέρθηκε συμβάλλει στη περαιτέρω ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου.

*Μεταβολές σε βιολογικά συστήματα.* Η αύξηση της θερμοκρασίας των θαλασσών μπορεί να προκαλέσει μεταβολές στα θαλάσσια ρεύματα όπως αυτό του Gulf Stream (Sherwood 2001) και ενίσχυση του φαινομένου El Niño (Glantz 1996) με συνέπειες, την ελαχιστοποίηση της οικονομικής εκμετάλευσης θαλασσών και λιμνών, αλλά και στη γεωγραφική κατανομή του πληθυσμού των ανθρώπων, των ζώων και των φυτών, ακόμη και στην εξαφάνιση κάποιων από τα είδη των πτηνών, ζώων και φυτών (McCarty 2001).

*Μετατόπιση κλιματικών ζωνών.* Η ελάττωση των βροχοπτώσεων που αποτελεί ήδη πραγματικότητα σε περιοχές που βρίσκονται στη ζώνη από Βραζιλία ως την Κίνα αποδεικνύει τη μετατόπιση των κλιματικών ζωνών προς τους πόλους. Οι θερμές και υγρές ατμοσφαιρικές συνθήκες που δημιουργούνται στις περιοχές αυτές, ευνοούν την ανάπτυξη παρασίτων και μυκήτων που βλάπτουν τις καλλιέργειες και συμβάλλουν στην εμφάνιση ασθενειών που μπορεί να προκαλέσουν μείωση του πληθυσμού των ζώων.

## Επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου

*Ασθένειες και θνησιμότητα σχετιζόμενες με την θερμοκρασία.* Έρευνες σε αστικές περιοχές έδειξαν ότι οι ακραίες τιμές θερμοκρασιών (ασυνήθιστα υψηλές ή πολύ χαμηλές για την περιοχή) σχετίζονται άμεσα με αύξηση στη θνησιμότητα ατόμων με καρδιακές παθήσεις και παθήσεις των πνευμόνων καθώς και των μικρών παιδιών και των ηλικιωμένων. Εξάλλου η μεγάλη διάρκεια έκθεση σε ακραίες τιμές θερμοκρασίας θεωρούνται υπεύθυνες για λιποθυμίες, εξαντλήσεις και θερμοπληξίες (Pim 1999, Epstein 2000, Patz *et al.* 2001).

*Επιπτώσεις στην υγεία από τα ακραία καιρικά φαινόμενα (καταιγίδες, κυκλώνες, έντονες βροχοπτώσεις κ.α.).* Αυτές αφορούν στις επιδράσεις των ακραίων καιρικών φαινομένων στο φυσικό περιβάλλον και στην ικανότητα του τοπικού πληθυσμού να αντιμετωπίζει τις φυσικές καταστροφές που συνοδεύουν τα ακραία καιρικά φαινόμενα (Patz *et al.* 2001). Έμμεσα συνδέονται με κάποιες ασθένειες όπως δυσεντερίες, τυφοειδή πυρετό κ.α., καθώς οι πλημμύρες, οι υψηλές τιμές σχετικής υγρασίας ή οι πολύ υψηλές θερμοκρασίες ευνοούν την ανάπτυξη μυκήτων, βακτηρίων, εντόμων και άλλων οργανισμών που είναι υπεύθυνοι για επιδημίες.

*Ασθένειες σχετικές με την ατμοσφαιρική ρύπανση-ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα.* Οι κλιματικές αλλαγές σχετίζονται έμμεσα με την έκθεση των ανθρώπων στους αέριους ρυπαντές, καθώς αυτές επηρεάζουν: α) τον καιρό και έμμεσα τις τοπικές συγκεντρώσεις των ρυπαντών. Οι μεταβολές στις τοπικές παραμέτρους του καιρού επηρεάζουν τις χημικές αντιδράσεις που γίνονται στην ατμόσφαιρα, την κατανομή των ρυπαντών και την μεταφορά τους από αστικές περιοχές σε παγκόσμια κλίμακα, β) τις ανθρωπογενείς εκπομπές με την αύξηση στη χρήση των κλιματιστικών και την κατά τόπους υπερκατανάλωση ενέργειας, γ) τις φυσικές πηγές εκπομπής ρυπαντών (καταστροφή τροπικών δασών κ.α.) και δ) την κατανομή και τους τύπους των αιωρούμενων σωματιδίων (π.χ. προκαλούν αλλαγές στη γεωγραφική κατανομή κάποιων φυτών που εκπέμπουν στην ατμόσφαιρα αλλεργιογόνα αιωρούμενα σωματίδια, μεταβολές στη μηχανική εκπομπή και μεταφορά στην ατμόσφαιρα στερεών αιωρούμενων σωματιδίων από ερημώδες έδαφος, που ευθύνονται για ασθματικές παθήσεις κ.α.). Τέλος σε αστικές περιοχές η έκθεση σε ρυπαντές, όπως το μονοξείδιο του άνθρακα, το διοξείδιο του θείου και τα οξείδια του αζώτου προκαλούν βλάβες στην όραση, επιδείνωση καρδιακών παθήσεων, αναπνευστικά προβλήματα και ερεθισμό των πνευμόνων (Pim 1999, Epstein 2000, Patz *et al.* 2001).

*Επιδημίες σχετιζόμενες με την ποιότητα του νερού και των τροφών.* Μεταβολές στη ποσότητα των κατακρημνισμάτων συνοδευόμενες από αλλαγές στην θερμοκρασία, επηρεάζουν τους οργανισμούς όσον αφορά στην ανάπτυξή τους και στη γεωγραφική κατανομή τους. Έτσι, ασθένειες που οφείλονται στα διάφορα βακτήρια (σαλμονέλλα και συγκέλλα), μικρόβια και πρωτόζωα ευνοούνται από τις υψηλές θερμοκρασίες και προκαλούν διάρροιες και χολέρα. Από τις πλημμύρες ευνοείται η μεταφορά λιπασμάτων σε λίμνες και θάλασσες αλλά και υπόγειες δεξαμενές νερού, με άμεσες (λόγω της τοξικότητάς τους) ή έμμεσες συνέπειες στην υγεία του ανθρώπου (ευνοείται η ανάπτυξη του φυτοπλαγκτόν οπότε ψάρια και οστρακοειδή μολύνονται με βιοτοξίνες υπεύθυνες για παράλυση). Ακόμη οι υψηλές τιμές της θερμοκρασίας ευνοούν την ανάπτυξη των μυγών και των κατσαρίδων που είναι υπεύθυνες για την μεταφορά παθογόνων οργανισμών στις τροφές (Pim 1999, Epstein 2000).

*Επιδημίες με φορείς έντομα.* Οι υψηλές τιμές της θερμοκρασίας και της υγρασίας ευνοούν την ανάπτυξη των κουνουπιών, τσιμπουριών και σκουληκιών, που είναι υπεύθυνα για μια σειρά από ασθένειες που μεταδίδονται μ' αυτά (Pim 1999, Epstein 2000, Patz *et al.* 2001). Τέτοιες ασθένειες είναι η μαλάρια και ο κίτρινος πυρετός, η μετάδοση των οποίων γίνεται με τα κουνούπια καθώς και η σχιστοστομίαση που οφείλεται σε παρασιτικό σκουλήκι και προκαλεί πυρετό, αιματοουρία, διάρροιες ακόμη και θάνατο. Οι κλιματικές συνθήκες επηρεάζουν επίσης άμεσα και έμμεσα τη ζωή των τσιμπουριών που ζουν παρασιτικά σε ποντίκια, πουλιά και ελάφια. Με το τσίμπημά τους προκαλούν πονοκεφάλους, πυρετό, πόνο στην πλάτη, κούραση, ακόμη και βλάβες στον εγκέφαλο και την καρδιά.

## 1.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται κατά θέμα τα γενικά συμπεράσματα που προέκυψαν από τη προηγηθείσα διερεύνηση της διεθνούς βιβλιογραφίας σχετικά με τις επιστημονικές απόψεις για θέματα που αφορούν στην ατμόσφαιρα, τη κίνηση των αερίων μέσα σ' αυτή, τον καιρό, το κλίμα και τις κλιματικές αλλαγές.

### Ατμόσφαιρα της γης

- Ατμόσφαιρα είναι το μίγμα των αερίων, των στερεών και των υγρών σωματιδίων που περιβάλλει τη γη. Εκτείνεται σε ύψος 560 km από την επιφάνειά της και η πυκνότητα της ελαττώνεται όσο αυξάνει το ύψος.
- Αποτελείται από γεωχημικά αδρανή αέρια (άζωτο και ευγενή αέρια) που έχουν σταθερή σύσταση και από μη γεωχημικά αδρανή (οξυγόνο, διοξείδιο του άνθρακα, όζον και υδρατμούς) τα οποία συμβάλλουν στη θέρμανση της ατμόσφαιρας και στη διατήρηση της θερμοκρασίας της σε σταθερά επίπεδα.
- Χωρίζεται σε στρώματα (τροπόσφαιρα, στρατόσφαιρα, μεσόσφαιρα, θερμόσφαιρα και εξώσφαιρα), με κριτήριο τη μεταβολή της θερμοκρασίας συναρτήσει του ύψους.
- Η σύστασή της διαφέρει από στρώμα σε στρώμα π.χ. στο κατώτερο τμήμα της τροπόσφαιρας είναι συγκεντρωμένα τα στερεά αιωρούμενα σωματίδια, στη στρατόσφαιρα βρίσκεται το σύνολο σχεδόν του όζοντος, ενώ σε ύψος πολλών εκατοντάδων χιλιομέτρων υπάρχει υδρογόνο σε ελεύθερη κατάσταση και στη θερμόσφαιρα τα αέρια είναι με μορφή ιόντων.
- Η σχέση θερμοκρασίας-ύψους διαφέρει από στρώμα σε στρώμα, ενώ η ατμοσφαιρική πίεση μειώνεται όσο αυξάνει η απόσταση από την επιφάνεια της θάλασσας.

### Κίνηση των αερίων στην ατμόσφαιρα, άνεμοι

- Ο μηχανισμός της κίνησης των αερίων προς όλες τις κατευθύνσεις στην ατμόσφαιρα είναι η διάχυση
- Στη τροπόσφαιρα η κίνηση των αερίων οφείλεται στις διαφορές της θερμικής ενέργειας του ατμοσφαιρικού αέρα. Η κίνηση στην κατακόρυφο διεύθυνση (ανοδικά και καθοδικά ρεύματα αέρα) οφείλεται στη διαφορά θερμοκρασίας - συνεπώς και της πυκνότητας- των αερίων μαζών σε σχέση με το γειτονικό μ' αυτές αέρα, (οι θερμές και μικρής πυκνότητας αέριες μάζες ανεβαίνουν, ενώ οι ψυχρές και πυκνές βυθίζονται). Η κίνηση στην οριζόντια διεύθυνση των αερίων μαζών (άνεμος) μεταξύ δυο περιοχών της γης που έχουν διαφορετική θερμική ενέργεια, οφείλεται στη διαφορά της ατμοσφαιρικής πίεσης του εφαπτόμενου με την επιφάνεια της γης αέρα.

- Οι άνεμοι χωρίζονται σε δυο κατηγορίες, α) στους ανέμους γενικής κυκλοφορίας, που αφορούν στην οριζόντια μετακίνηση των αερίων μαζών του συστήματος των ανέμων γενικής κυκλοφορίας (κυκλική κίνηση αερίων μαζών μεταξύ πόλων και ισημερινού) και επηρεάζονται από τη περιστροφή της γης και β) στους τοπικούς ανέμους που αφορούν στην οριζόντια μετακίνηση των αερίων μαζών ενός μικρής κλίμακας συστήματος ανέμων (κυκλική κίνηση των αερίων μαζών μεταξύ δυο γειτονικών περιοχών με διαφορετική θερμική ενέργεια) και επηρεάζονται από το ανάγλυφο.

### Καιρός και κλίμα

- Ο καιρός εκφράζει την ενεργειακή κατάσταση της ατμόσφαιρας σε μια περιοχή σε συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Καθορίζεται από τις παραμέτρους του που είναι τα μετεωρολογικά στοιχεία της θερμοκρασίας, της ατμοσφαιρικής πίεσης και της υγρασίας, που αποτελούν τους δείκτες της ενεργειακής κατάστασης της ατμόσφαιρας και παίζουν σημαντικό ρόλο στη δημιουργία των καιρικών φαινομένων, καθώς και τα μετεωρολογικά φαινόμενα του ανέμου, των κατακρημνισμάτων (βροχή, χιονόνερο, ψεκάδες, ομίχλη, χαλάζι, χιόνι και κοκκώδες χιόνι) και της κατάστασης του ουρανού (νεφώσεις και ηλιοφάνεια).
- Ο καιρός διαμορφώνεται στη τροπόσφαιρα και η δημιουργία του σχετίζεται με το θερμικό σύστημα ήλιος-γη-ατμόσφαιρα της γης, με πηγή ενέργειας τον ήλιο. Οφείλεται στις ενεργειακές διαφορές που υπάρχουν τόσο σε παγκόσμιο, όσο και σε τοπικό επίπεδο.
- Κλίμα είναι οι μακρόχρονες (περισσότερο από 20 έτη) διακυμάνσεις των ατμοσφαιρικών συνθηκών του συστήματος της ατμόσφαιρας. Απλούστερα, δείχνει τις συνθήκες καιρού σ' ένα τόπο ή περιοχή οι οποίες χαρακτηρίζονται από τη στατιστική (μέσες τιμές, μέγιστες, ελάχιστες κ.λ.π.) των μετεωρολογικών στοιχείων-παραμέτρων του, δηλαδή της θερμοκρασίας, της υγρασίας, των υδρομετεώρων και της διεύθυνσης και της ταχύτητας του ανέμου, για χρονικό διάστημα μεγαλύτερο από 15-20 χρόνια
- Η διαμόρφωση του μακροκλίματος (κλιματικές ζώνες της γης), καθορίζεται από τη γενική κυκλοφορία στην ατμόσφαιρα, ενώ του μικροκλίματος (τοπικές κλιματολογικές συνθήκες)- που ελάχιστα διαφοροποιείται από αυτό της κλιματικής ζώνης στην οποία ανήκει η περιοχή- επηρεάζεται από τοπικούς

παράγοντες όπως η τοπογραφία, το ανάγλυφο, η απόσταση από τη θάλασσα και το υψόμετρο.

#### Κλιματικές αλλαγές (έννοια, αίτια δημιουργίας τους και συνέπειες)

- Κλιματικές αλλαγές είναι οι αλλαγές στο κλίμα της γης και προσδιορίζονται από τις αλλαγές στις παραμέτρους του κλίματος.
- Προκαλούνται από οποιαδήποτε μεταβολή στο ενεργειακό ισοζύγιο του συστήματος ήλιος- ατμόσφαιρα –επιφάνεια της γης που μπορεί να συμβεί είτε ανεξάρτητα από την ανθρώπινη παρέμβαση (έντονη ηλιακή δραστηριότητα για μεγάλο χρονικό διάστημα ή έντονες ηφαιστιακές δραστηριότητες), ή με τη παρέμβαση του ανθρώπου (δραστηριότητες που συμβάλλουν σε σημαντική αύξηση της συγκέντρωσης των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα δηλαδή διοξειδίου του άνθρακα, μεθανίου, υδρατμών, χλωροφθορανθράκων, υποξειδίου του αζώτου και του τροποσφαιρικού όζοντος και έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη).
- Οι επιπτώσεις από τις κλιματικές αλλαγές, αφορούν στο περιβάλλον (φυσικά και βιολογικά συστήματα), την υγεία και έχουν κοινωνικο-οικονομικές διαστάσεις.
- Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις είναι η άνοδος στη στάθμη της θάλασσας, τα ακραία καιρικά φαινόμενα, η λειψυδρία, η μείωση των δασικών και των καλλιεργήσιμων εκτάσεων, η αλλοίωση στη ποιότητα του αέρα, οι μεταβολές στα βιολογικά συστήματα και η μετατόπιση των κλιματικών ζωνών.
- Οι επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου εντοπίζονται σε ασθένειες και θνησιμότητα που σχετίζονται: με τη θερμοκρασία (ασυνήθιστα χαμηλές ή υψηλές τιμές της), με τα ακραία καιρικά φαινόμενα, με τη ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα, με τη ποιότητα του πόσιμου νερού και των τροφών, με τις μεταβολές στο πληθυσμό και στη γεωγραφική κατανομή εντόμων και άλλων οργανισμών που ευθύνονται για επιδημίες.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΣΧΟΛΙΚΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΩΝ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΚΑΙ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΓΙΑ ΘΕΜΑΤΑ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ, ΤΟΝ ΚΑΙΡΟ, ΤΟ ΚΛΙΜΑ ΚΑΙ ΤΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ

#### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Είναι γενικά αποδεκτό ότι τα σχολικά εγχειρίδια αποτελούν ένα από τα σημαντικότερα μέσα- εργαλεία για τη διδασκαλία και ότι αναμφισβήτητα το περιεχόμενό τους συμβάλλει στη διαμόρφωση των απόψεων των μαθητών για τα θέματα που περιέχονται σ' αυτά. Θεωρήθηκε λοιπόν αναγκαία η διερεύνηση του περιεχομένου τους σχετικά με τα θέματα τα οποία αποτελούν αντικείμενο αυτής της έρευνας δηλαδή για την ατμόσφαιρα, τον καιρό, το κλίμα και τις κλιματικές αλλαγές. Θεωρείται ότι ο ρόλος των σχολικών εγχειριδίων στη διαμόρφωση των ιδεών των παιδιών είναι ιδιαίτερα σημαντικός στη χώρα μας καθώς αυτά αποτελούν την κύρια πηγή γνώσης κατά τη διδασκαλία. Μέσα από αυτά υπαγορεύεται το περιεχόμενο, η σειρά με την οποία αυτό διδάσκεται καθώς και οι μέθοδοι διδασκαλίας (Καψάλης και Χαραλάμπους 1995), κάτι που δεν συμβαίνει σε άλλα εκπαιδευτικά συστήματα όπου ο ρόλος του σχολικού εγχειριδίου είναι βοηθητικός (Driscoll *et al.* 1994).

Διερευνήθηκε το περιεχόμενο των σχολικών εγχειριδίων τόσο της πρωτοβάθμιας όσο και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για τα προαναφερθέντα θέματα (για την ατμόσφαιρα, τον καιρό, το κλίμα και τις κλιματικές αλλαγές) προκειμένου να διαπιστωθεί:

- α) Ποια από τα θέματα αυτά διδάσκονται και σε ποιες τάξεις.
- β) Με ποιο τρόπο παρουσιάζονται τα θέματα αυτά (επιστημονική ακρίβεια, αλληλουχία εννοιών, χρήση εικόνων, χαρτών, διαγραμμάτων κ.λ.π.).
- γ) Ποιες μέθοδοι και ποια μέσα προτείνονται για τη διδασκαλία τους.

Τα σχολικά εγχειρίδια που διερευνήθηκαν και τα οποία είχαν διδαχθεί τα παιδιά που συμμετείχαν στην έρευνα αυτή, είναι τα εξής: «Εμείς κι ο κόσμος» της Γ και Δ τάξης του Δημοτικού, τα βιβλία «Ερευνώ το Φυσικό κόσμο» και η Γεωγραφία της Ε

και ΣΤ τάξης του Δημοτικού, καθώς και τα βιβλία της Φυσικής, της Χημείας και της Βιολογίας του Γυμνασίου και του Λυκείου.

Προκειμένου να εντοπιστούν οι προτεινόμενες μέθοδοι διδασκαλίας διερευνήθηκαν και τα αντίστοιχα «βιβλία του δασκάλου».

Στις υποενότητες που ακολουθούν παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης του περιεχομένου των σχολικών εγχειριδίων για καθένα χωριστά από τα θέματα που αναφέρθηκαν. Τέλος, παρουσιάζονται και συζητούνται οι γενικές διαπιστώσεις που προέκυψαν από τη διερεύνηση του περιεχομένου των σχολικών εγχειριδίων σχετικά με τα θέματα της έρευνάς μας.

### 2.1.1 Ατμόσφαιρα

Τα θέματα της ατμόσφαιρας τα παιδιά τα διδάσκονται στο Δημοτικό (Ε και ΣΤ τάξη) στο μάθημα της Γεωγραφίας καθώς και στις τρεις τάξεις του Γυμνασίου στα μαθήματα Γεωγραφίας, Φυσικής και Χημείας (Πίνακας 2.1). Όπως διαπιστώθηκε από τη διερεύνηση των σχολικών αυτών εγχειριδίων, η διαστρωμάτωση της ατμόσφαιρας δίνεται με σχήματα τα οποία όμως δημιουργούν την εντύπωση σαφούς διαχωρισμού του ενός στρώματος της ατμόσφαιρας από το άλλο καθώς υπάρχει σαφής χρωματικός διαχωρισμός των στρωμάτων και πάνω στο σχήμα παρατίθεται η απόσταση του καθενός από τη θάλασσα. Ο σχολιασμός που συνοδεύει τα σχήματα αυτά είναι ελλιπής και περιορίζεται στην ονομασία των στρωμάτων.

Όλα αυτά τα βιβλία αναφέρουν τη σύσταση του ατμοσφαιρικού αέρα χωρίς όμως να γίνεται αναφορά στα ιδιαίτερα συστατικά που είναι χαρακτηριστικά για κάποια στρώματα της ατμόσφαιρας, όπως π.χ. το όζον στην στρατόσφαιρα ή η ύπαρξη ιόντων στη θερμόσφαιρα. Δημιουργείται έτσι η εντύπωση της ομοιόμορφης σύστασης των στρωμάτων.

Όσον αφορά στα χαρακτηριστικά της ατμόσφαιρας και των στρωμάτων της δηλαδή τη μεταβολή της θερμοκρασίας και της ατμοσφαιρικής πίεσης σε σχέση με το ύψος από την επιφάνεια της θάλασσας, στα βιβλία του Δημοτικού αναφέρεται ότι *«όσο ανεβαίνουμε στην ατμόσφαιρα η θερμοκρασία πέφτει. Το ίδιο συμβαίνει και με την ατμοσφαιρική πίεση»*. Δεν προσδιορίζεται το στρώμα στο οποίο αναφέρεται η σχέση αυτή, δημιουργώντας έτσι τη γενικευμένη εντύπωση της ελάττωσης της θερμοκρασίας συναρτήσει του ύψους σε όλα τα στρώματα, εντύπωση η οποία



ενισχύεται από την ενδεικτική παράθεση στο σχήμα που συνοδεύει το κείμενο, τριών τιμών θερμοκρασίας που ελαττώνονται όσο αυξάνει η απόσταση από την επιφάνεια της θάλασσας στην ατμόσφαιρα. Αυτό όμως αποκλίνει από την επιστημονικά αποδεκτή άποψη, (Κεφάλαιο1). Μόνο στη Χημεία της Β Γυμνασίου αναγράφονται πάνω στο σχήμα κάποιες ενδεικτικές τιμές της θερμοκρασίας σε κάθε στρώμα της ατμόσφαιρας αλλά ο σχολιασμός που συνοδεύει το σχήμα είναι ασαφής καθώς αναφέρεται ότι «η θερμοκρασία που επικρατεί στην ατμόσφαιρα μεταβάλλεται με το ύψος».

Όσον αφορά στη μεταβολή της ατμοσφαιρικής πίεσης σε συνάρτηση με το ύψος στην ατμόσφαιρα, η αναφορά της στο βιβλίο της Γεωγραφίας προηγείται χρονικά από τη διδασκαλία της έννοιας της ατμοσφαιρικής πίεσης στη Φυσική.

Συνοπτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων της διερεύνησης των σχολικών εγχειριδίων για θέματα σχετικά με την ατμόσφαιρα περιλαμβάνονται στον Πίνακα 2.1 που ακολουθεί.

**Πίνακας 2.1:** Αναφορές των σχολικών εγχειριδίων σχετικά με την ατμόσφαιρα

Περιεχόμενο και τρόπος παρουσίασης	Ε Δημ. Γεωγραφία* Φυσική**	Α Γυμν. Γεωγραφία	Β Γυμν. Χημεία*, Φυσική**	Γ Γυμν. Φυσική	Α Λυκ. Φυσική
Ορισμός της ατμόσφαιρας	Δίνεται σαφώς		Δίνεται σαφώς**,*	Δίνεται	
Αναγκαιότητα ύπαρξής της	Ελλειπής παρουσίαση		Δίνεται επαρκώς*		Ως προς την απορρόφηση ακτινοβολίας
Στρώματα της ατμόσφαιρας	Δίνεται με εικόνα (ασαφώς)	Σαφής παρουσίαση με εικόνα	Δίνεται με εικόνα (ασαφώς)*		
Σύσταση των στρωμάτων	Δίνεται ελλιπώς και ασαφώς		Δίνεται γενικευμένα*	Δίνεται γενικευμένα	
Μεταβολή της θερμοκρασίας συναρτήσει του ύψους	Ελλειπής και αόριστη παρουσίαση		Απλή αναφορά*, δίνεται σχέση**		
Μεταβολή της ατμοσφαιρικής πίεσης συναρτήσει του ύψους	Δίνεται *,** με χρονική ανακολουθία στη διδασκαλία της έννοιας		Δίνεται σαφώς**	Δίνεται σαφώς	

Σημ. Ο ένας αστερίσκος αφορά στη παρουσίαση του θέματος στα βιβλία της Γεωγραφίας και οι δυο στα βιβλία της Φυσικής

### 2.1.2 Καιρός και παράμετροί του

Η έννοια του καιρού σε όλα τα βιβλία ορίζεται ασαφώς εκτός από το βιβλίο «Εμείς και ο Κόσμος» στην Δ τάξη του Δημοτικού, όπου δίνεται ο ορισμός: «καιρός είναι οι καιρικές συνθήκες που επικρατούν σ' ένα τόπο για ένα σύντομο χρονικό διάστημα». Όμως δεν διευκρινίζονται οι έννοιες «καιρικές συνθήκες» ούτε «σύντομο χρονικό διάστημα».

Σαφής συσχέτιση των παραμέτρων θερμοκρασία, ατμοσφαιρική πίεση, κατακρημνίσματα και άνεμοι, με τον καιρό γίνεται στα βιβλία της Φυσικής και της Γεωγραφίας του Γυμνασίου και της Α τάξης του Λυκείου, ενώ στα σχολικά εγχειρίδια του Δημοτικού αναφέρονται μεν, αλλά δεν παρουσιάζονται με σαφήνεια ως παράμετροι του καιρού. Αξίζει να σημειωθεί ότι στα βιβλία του Δημοτικού δίνεται έμφαση και μάλιστα με ικανοποιητικό τρόπο στους μηχανισμούς δημιουργίας των κατακρημνισμάτων.

Ο άνεμος, ο μηχανισμός δημιουργίας του καθώς και η κυκλική πορεία των αερίων μαζών μεταξύ δυο περιοχών που έχουν διαφορετική θερμοκρασία αποτελούν θέματα που αναφέρονται επανειλημμένα στα σχολικά εγχειρίδια και των δυο βαθμίδων της εκπαίδευσης (Πίνακας 2.2). Σχετικά με τα παραπάνω θέματα τα σχολικά εγχειρίδια του Δημοτικού περιορίζονται στον ορισμό του ανέμου και στη σχηματική παρουσίαση της κυκλικής πορείας των αερίων μαζών μεταξύ δυο περιοχών με διαφορά θερμοκρασίας, χωρίς άλλες εξηγήσεις. Στο βιβλίο της Γεωγραφίας της Α τάξης του Γυμνασίου επαναλαμβάνεται ο ορισμός του ανέμου και εξηγούνται αναλυτικά οι τέσσερις φάσεις της κυκλικής πορείας των αερίων μαζών χωρίς όμως να συνοδεύονται από αναλυτική ερμηνεία των μηχανισμών της κίνησης αυτής καθώς περιλαμβάνονται στις ενότητες που είναι μόνο για ανάγνωση. Μόνο στην Α τάξη του Λυκείου εξηγούνται σαφώς οι μηχανισμοί των ανοδικών και καθοδικών ρευμάτων αέρα και των ανέμων (τοπικών αλλά και γενικής κυκλοφορίας).

Σχετικά με τις προτεινόμενες δραστηριότητες που απευθύνονται στα παιδιά για θέματα σχετικά με τον καιρό, αυτές για μεν τις μικρές τάξεις του Δημοτικού περιορίζονται στη μελέτη εικόνων, ενώ για τις δυο τελευταίες τάξεις του Δημοτικού και για το Γυμνάσιο επεκτείνονται σε δραστηριότητες όπως η ανάγνωση χάρτη καιρού χωρίς όμως να υπάρχουν επαρκείς εξηγήσεις των συμβολισμών και της

ορολογίας. Για τις προτεινόμενες δραστηριότητες δεν υπάρχουν συνοδευτικά φύλλα εργασίας.

**Πίνακας 2.2:** Αναφορές των σχολικών εγχειριδίων για τον καιρό και τις παραμέτρους του

Περιεχόμε- νο και τρόπος παρουσία- σης	Γ Δημοτ. (μελέτη περιβάλλο- ντος)	Δ Δημοτ. (μελέτη περιβάλλοντος)	Ε Δημοτ. Γεωγραφία* Φυσική**	ΣΤ Δημοτ. Γεωγραφία* Φυσική**	Β Γυμν. Γεωγρ.* Φυσική**	Α Λυκ. Φυσική**
Ορισμός	Ζητείται ο ορισμός	Δίνεται ασαφώς				
Πρόγνωση καιρού			Δίνεται ορισμός*			
Παράμετροι (θερμοκρασία, ατμοσφαιρική πίεση, άνεμοι, υγρασία, βροχόπτωση κατάσταση ουρανού, κλπ	Αναφορά σε θερμοκρασία ανέμους, κατάσταση ουρανού και θάλασσας Δίνονται οι διευθύνσεις των ανέμων και η ονομασία τους	Αναφορά σε θερμοκρασία βροχόπτωση, κατάσταση θάλασσας με εικόνες	Θερμοκρασία μεταβολή με το ύψος (ασαφής)* ατμοσφαιρική πίεση, υδατώδη μετέωρα, ατμοσφαιρικός ηλεκτρισμός (πειραματική διαπίστωσή τους) (χρονική συνέχεια)** ατμοσφαιρική πίεση (πειραματική διαπίστωση), ορισμός, μεταβολή με ύψος**	Άνεμος-ορισμός-μηχανισμός δημιουργίας τοπικών ανέμων, υδατώδη μετέωρα, ατμοσφαιρικός ηλεκτρισμός (ορισμοί-μηχανισμοί δημιουργίας)**	Μηχανισμός δημιουργίας τοπικών ανέμων** Ερμηνεία δημιουργίας ανέμων και μετώπων, ερμηνεία κεραυνών, αστραπών**	Εξήγηση μηχανισμών δημιουργίας τοπικών ανέμων και γενικής κυκλοφορίας της γης**
Παράγοντες (τοπογραφία υψόμετρο, απόσταση από ισημερινό	Αναφορά με εικόνες, ζητείται σύγκριση	Αναφορά, με εικόνες, ζητείται σύγκριση				
Όργανα	Θερμόμετρο, ανεμόμετρο, ανεμοδείκτες βροχόμετρο (εικόνες, ονομασία)		Βαρόμετρα, είδη**	Όλα τα όργανα σε εικόνες – ονομασία-τι μετρούν**		
Χάρτες καιρού	Μερική εξήγηση συμβόλων		Ανεπαρκής εξήγηση, ελλείψεις ορισμοί ορολογίας*	Ετεροχρονισμένος ορισμός ισόθεμων ισοβαρών**		

Σημ. Με ένα αστερίσκο σημειώνεται η παρουσίαση του κάθε θέματος στα βιβλία της Γεωγραφίας και με δυο αστερίσκους στα βιβλία της Φυσικής

Από τη διερεύνηση των βιβλίων του δασκάλου διαπιστώθηκε ότι δεν παρέχεται ικανοποιητική επιστημονική ενημέρωση για τα θέματα τα οποία καλούνται να διδάξουν, δεν δίνονται επίσης οδηγίες για τη διεξαγωγή δραστηριοτήτων και για την κατασκευή απλών οργάνων τα οποία θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε δραστηριότητες.

### *2.1.3 Κλίμα, παράμετροι του κλίματος και παράγοντες που το διαμορφώνουν*

Το κλίμα διδάσκεται στα μαθήματα «Μελέτη Περιβάλλοντος» στη Γ και Δ τάξη του Δημοτικού καθώς επίσης της Γεωγραφίας στη Ε τάξη του Δημοτικού και στην Α και Β τάξη του Γυμνασίου. Σαφής ορισμός για την έννοια του κλίματος δίνεται μόλις στη Α τάξη του Γυμνασίου ενώ η αναφορά των βιβλίων στις παραμέτρους του κλίματος σταματά στην Ε τάξη του Δημοτικού. Κάποιες φορές συμβαίνει, γνώσεις που αποτελούν προϋπόθεση για την κατανόηση της έννοιας του κλίματος να διδάσκονται μεταγενέστερα. Στην τάξη αυτή του Δημοτικού, οι παράμετροι του κλίματος παρουσιάζονται σχηματικά (με πίνακες και ιστογράμματα) και ζητείται από τα παιδιά υπό μορφή δραστηριότητας να τα συγκρίνουν και να καταλήξουν σε συμπεράσματα. Τα παιδιά όμως αυτής της ηλικίας δυσκολεύονται να κατανοήσουν τα ιστογράμματα καθώς δεν έχουν το απαραίτητο επιστημονικό υπόβαθρο από τα μαθηματικά όπου κάποιες βασικές έννοιες στατιστικής διδάσκονται για πρώτη φορά στη ΣΤ τάξη του Δημοτικού.

Αναφορά στους παράγοντες που διαμορφώνουν το κλίμα μιας περιοχής και στις κλιματικές ζώνες της γης, γίνεται στα βιβλία της Γεωγραφίας των δυο τελευταίων τάξεων του Δημοτικού και στο βιβλίο της Γεωγραφίας της Α Γυμνασίου. Παρουσιάζονται δε αναλυτικά μόνο στη Γεωγραφία της Α Γυμνασίου.

Γενικά φαίνεται ότι δεν δίνεται μια ολοκληρωμένη εικόνα για το κλίμα μέσα από τα σχολικά εγχειρίδια, καθώς η αναφορά τους στις παραμέτρους του κλίματος είναι περιορισμένη, ο στατιστικός χαρακτήρας του κλίματος παρουσιάζεται μέσα από ιστογράμματα και διαγράμματα κάποιων από τις παραμέτρους του (θερμοκρασίας και ύψους βροχής) για τα οποία όμως δεν δίνονται περισσότερες διευκρινήσεις, καθώς επίσης οι προτεινόμενες δραστηριότητες μέσα στη τάξη περιορίζονται στη σύγκριση και μόνο των διαγραμμάτων και των ιστογραμμάτων αυτών.

Συνοπτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων της διερεύνησης των σχολικών εγχειριδίων για το κλίμα παρουσιάζονται στον πίνακα 2.3 που ακολουθεί.

**Πίνακας 2.3:** Αναφορές των σχολικών εγχειριδίων για το κλίμα και τις παραμέτρους του

Περιεχόμε- νο και τρόπος παρουσία- σης	Γ Δημοτ. (μελέτη περιβάλ- λοντος)	Δ Δημοτ. (μελέτη περιβάλλοντος)	Ε Δημοτ. Γεωγρα- φία*	ΣΤ Δημοτ. Γεωγρα- φία*	Α Γυμν. Γεωγραφία*	Β Γυμν. Γεωγρα- φία* Φυσική**	Α Λυκ. Φυσική**
Ορισμός	Απλή αναφορά	Δίνεται ασαφώς	Σαφής ορισμός		Πλήρης ορισμός*		
Παράμετροι (θερμοκρα- σία, άνεμοι, υγρασία, βροχόπτωση)	Αναφορά σε θερμο- κρασία, άνεμους	Αναφορά σε θερμοκρασία, βροχοπτώσεις με πίνακες. Ζητείται σύγκριση κλίματος Αττικής- Θεσσαλονίκης	Με ραβδο- γραμματα μέσης μηνιαίας θερμοκρα- σίας και ύψους βροχής και ζητείται σύγκριση				Σχέση θερμότη- τας της ατμόσφαι- ρας και μέσης θερμοκρα- σίας του πλανήτη (μέχρι 2000-01)**
Παράγοντες (τοπογραφία υψόμετρο, απόσταση από ισημερινό)	Αναφορά με εικόνες	Αναφορά, τοπογραφικοί χάρτες. Ζητείται σύγκριση	Δίνονται		Δίνονται σαφώς*	Εξήγηση διαφορο- ποίησης κλίματος **	
Είδη		Αναφέρονται τα είδη			Είδη, χαρακτηρι- στικά γνωρίσματα *	Κλίμα Ευρώπης και Ελλάδας*	
Κλιματικές ζώνες			Ικανο- ποιητική εξήγηση*	Επεξήγη- ση*	Αναλυτική εξήγηση*		
Εποχές		Εξήγηση με εικόνα (ασαφή)		Ελλιπής εξήγηση σημα- τισμού*			

Σημ. Με ένα αστερίσκο σημειώνεται η παρουσίαση του κάθε θέματος στα βιβλία της Γεωγραφίας και με δυο αστερίσκους στα βιβλία της Φυσικής

#### 2.1.4 Κλιματικές αλλαγές

Από τη διερεύνηση του περιεχομένου των σχολικών εγχειριδίων και των δυο βαθμίδων της εκπαίδευσης, προκύπτει, ότι το θέμα «κλιματικές αλλαγές» δεν περιλαμβάνεται σ' αυτά. Αναφέρεται μόνο ως αποτέλεσμα του φαινομένου του θερμοκηπίου στο βιβλίο της Χημείας της Β Γυμνασίου και της Βιολογίας Γενικής

Παιδείας της Γ τάξης του Λυκείου. Για τον λόγο αυτό η διερεύνηση των βιβλίων σχετικά με τις κλιματικές αλλαγές περιορίστηκε στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Για το φαινόμενο αυτό γίνεται αναφορά στα σχολικά εγχειρίδια «Ερευνώ το Φυσικό κόσμο» της Ε και ΣΤ του Δημοτικού, στη Χημεία της Β Γυμνασίου και στη Βιολογία Γενικής Παιδείας της Γ Λυκείου. Στο βιβλίο της Ε τάξης του Δημοτικού, στην προσπάθεια απλούστευσης του φαινομένου προκειμένου να εξηγηθεί, παραλληλίζεται με τα θερμοκήπια ανάπτυξης των φυτών ως προς την παγίδευση «θερμότητας». Η παγίδευση όμως αυτή στην ατμόσφαιρα, αποδίδεται στη «νέφωση», ενώ στο βιβλίο «Ερευνώ τον Φυσικό κόσμο» της ΣΤ Δημοτικού, το φαινόμενο χαρακτηρίζεται ως «θερμική ρύπανση» όρος που το συνδέει άμεσα με τη ρύπανση. Στο τελευταίο αυτό εγχειρίδιο παρουσιάζεται σχηματικά, ως τοπικό φαινόμενο, ακριβώς πάνω από ένα σταθμό παραγωγής ενέργειας όπου βρίσκεται συγκεντρωμένο το διοξείδιο του άνθρακα υπό μορφή νέφους χωρίς να γίνεται αναφορά στις άλλες ουσίες που ευθύνονται για τη δημιουργία του.

Αναφορά στις άλλες ουσίες δηλαδή υδρατμούς, μεθάνιο κ.α. γίνεται στη Χημεία της Β τάξης του Γυμνασίου, στο κείμενο που συνοδεύει την εικόνα και όχι στην ίδια την εικόνα.

**Πίνακας 2.4:** Παρουσίαση του φαινομένου του θερμοκηπίου στα σχολικά εγχειρίδια

Περιεχόμενο και τρόπος παρουσίασης	Ε Δημοτ. Φυσική	ΣΤ Δημοτ. Φυσική	Β Γυμν. Χημεία	Γ Λυκ. Βιολογία
Προσδιορισμός του φαινομένου	Παραλληλισμός με θερμοκήπιο φυτών	Ως «θερμική ρύπανση»		Σαφής
Αναφορά σε αέρια του θερμοκηπίου	Ελλιπής. (Μόνο διοξείδιο του άνθρακα)	Ελλιπής. (Μόνο διοξείδιο του άνθρακα)	Αναφέρονται τα κυριότερα αέρια	Πλήρης
Εξήγηση του μηχανισμού του	Δεν υπάρχει	Δεν υπάρχει	Ελλιπής	Πλήρης
Εικονική παρουσίαση του φαινομένου	Ασαφής. Δίνει τοπικό χαρακτήρα	Ασαφής. Δίνει τοπικό χαρακτήρα	Ασαφής	Σαφής
Αναφορά σε ενίσχυση του φαινομένου	Δεν γίνεται	Δεν γίνεται	Γίνεται	Γίνεται
Σύνδεση με κλιματικές αλλαγές	Δεν γίνεται	Δεν γίνεται	Γίνεται	Γίνεται

## 2.2 ΓΕΝΙΚΕΣ ΔΙΑΠΙΣΤΩΣΕΙΣ

Οι διαπιστώσεις που προέκυψαν από τη διερεύνηση των σχολικών εγχειριδίων για θέματα σχετικά με την ατμόσφαιρα, τον καιρό, το κλίμα και το φαινόμενο του θερμοκηπίου μπορεί να συνοψιστούν στα εξής:

- Τα θέματα: ατμόσφαιρα, καιρός, κλίμα, οι παράμετροι και οι παράγοντες του καιρού και του κλίματος, καθώς και το φαινόμενο του θερμοκηπίου, περιέχονται στα σχολικά εγχειρίδια και των δυο βαθμίδων της εκπαίδευσης. Ουσιαστικά η διδασκαλία όλων των παραπάνω θεμάτων σταματά στην Β τάξη του Γυμνασίου εκτός από μια σύντομη αναφορά στους ανέμους, που γίνεται στο βιβλίο της Φυσικής της Α Λυκείου και στο φαινόμενο του θερμοκηπίου στο βιβλίο της βιολογίας της Γ Λυκείου.
- Η παρουσίαση των θεμάτων ακολουθεί σε γενικές γραμμές το σπειροειδές πρόγραμμα.
- Στα σχολικά εγχειρίδια, του Δημοτικού κυρίως, διαπιστώθηκαν ασάφειες που οφείλονται στην προσπάθεια εισαγωγής εννοιών και ερμηνείας φαινομένων με απλό τρόπο. Συνέπεια αυτού είναι να δίνονται ασαφείς ορισμοί, όπως αυτός για τον καιρό, ή και ασαφείς ερμηνείες φαινομένων, όπως αυτή του σχηματισμού του φαινομένου του θερμοκηπίου, που παρουσιάζεται με ασαφές σχήμα και ανεπαρκή συνοδευτικά σχόλια. Σε κάποιες περιπτώσεις εντοπίστηκαν αποκλίσεις από την επιστημονικά ορθή άποψη όπως αυτή της σχέσης θερμοκρασίας-ύψους στην ατμόσφαιρα.
- Κατά την ερμηνεία φαινομένων εισάγονται έννοιες από το πεδίο των Φ.Ε. που τα παιδιά δεν έχουν διδαχθεί ακόμη ή τις διδάσκονται αργότερα όπως π.χ. η ατμοσφαιρική πίεση.
- Η διδασκαλία των υπό διερεύνηση θεμάτων ιδιαίτερα στο Δημοτικό, στηρίζεται κυρίως στην χρήση εικόνας. Αν και έρευνες έχουν δείξει ότι η χρήση εικόνων, που συνοδεύονται από κείμενο που λειτουργεί επεξηγηματικά, έχει καλά μαθησιακά αποτελέσματα (Levie and Lentz 1982, Peeck 1989, Iding 2000), εντούτοις η κατάχρηση της εικόνας που διαπιστώθηκε στα σχολικά εγχειρίδια κυρίως του Δημοτικού, αναφορικά με τα υπό εξέταση θέματα, σε συνδυασμό με την ελλιπή επεξήγηση και την περιορισμένη συμμετοχή των παιδιών σε δραστηριότητες, εγείρει ερωτηματικά για την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας
- Στα βιβλία του Δημοτικού για την διδασκαλία του καιρού και του κλίματος, χρησιμοποιούνται γραφικές παραστάσεις μεταβολής της μέσης θερμοκρασίας, ιστογράμματα μέσου ύψους βροχής και χάρτες καιρού, χωρίς να συνοδεύονται από επαρκείς επιστημονικές εξηγήσεις. Αν και σύμφωνα με τους Hegarty and Just (1989), η χρήση διαγραμμάτων, που κωδικοποιούν τις πληροφορίες που

παρέχονται στο κείμενο ή αντισταθμίζουν την ελλιπή παρουσίαση του κειμένου, αναπτύσσουν αποτελεσματικότερη αρχική παρουσίαση του θέματος στο οποίο αναφέρονται, εντούτοις η αποτελεσματικότητα τους στην περίπτωση που δεν συνοδεύονται από άλλες δραστηριότητες ιδιαίτερα για τα παιδιά του Δημοτικού είναι ένα θέμα που χρήζει διερεύνησης.

- Διαπιστώθηκε επίσης ότι οι προτεινόμενες δραστηριότητες είναι περιορισμένες για τα παιδιά του Δημοτικού και του Γυμνασίου και ανύπαρκτες για τα παιδιά του Λυκείου. Προτείνονται δραστηριότητες που γίνονται κυρίως μέσα στην τάξη, δεν συνοδεύονται από επαρκείς εξηγήσεις για τον διδάσκοντα και δεν υπάρχουν συνοδευτικά φύλλα εργασίας.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΔΙΕΘΝΟΥΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ ΠΑΙΔΙΩΝ ΚΑΙ ΕΝΗΛΙΚΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ, ΤΟΝ ΚΑΙΡΟ, ΤΟ ΚΛΙΜΑ ΚΑΙ ΤΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη διερεύνηση της διεθνούς βιβλιογραφίας σχετικά με τις αντιλήψεις παιδιών και ενηλίκων για θέματα που αφορούν στην ατμόσφαιρα, στην κίνηση των αερίων μέσα σ' αυτή, στον καιρό, στο κλίμα και στις κλιματικές αλλαγές. Τα αποτελέσματα αυτά παρουσιάζονται στη συνέχεια ανά θεματική ενότητα. Επίσης παρουσιάζονται προτάσεις των ερευνητών για τη διδασκαλία των θεμάτων αυτών.

#### *3.1.1 Αντιλήψεις των παιδιών και των ενηλίκων για την ατμόσφαιρα (δομή, σύσταση και χαρακτηριστικά της)*

Από τη διερεύνηση της διεθνούς βιβλιογραφίας προέκυψε ότι υπάρχουν λιγοστές έρευνες που αφορούν στη διερεύνηση των αντιλήψεων παιδιών και ενηλίκων για θέματα σχετικά με την ατμόσφαιρα. Πιο συγκεκριμένα υπάρχει περιορισμένος αριθμός ερευνών που αφορούν στη σύσταση του ατμοσφαιρικού αέρα, στην έννοια της ατμοσφαιρικής πίεσης και τη μεταβολή της με την απόσταση από την επιφάνεια της θάλασσας. Δεν υπάρχουν όμως έρευνες για τις αντιλήψεις των παιδιών σχετικά με τη δομή της ατμόσφαιρας και τη μεταβολή της θερμοκρασίας σε συνάρτηση με το ύψος από την επιφάνεια της θάλασσας για κάθε στρώμα.

Οι έρευνες που αφορούν στη διερεύνηση αντιλήψεων για τη σύσταση του ατμοσφαιρικού αέρα έδειξαν ότι τα παιδιά προεφηβικής (11-12 ετών) και εφηβικής ηλικίας (12-15), πιστεύουν ότι στην ατμόσφαιρα υπάρχει μόνο «αέρας». Δεν προσδιορίζουν την σύστασή του και αγνοούν την ύπαρξη των αιωρούμενων σωματιδίων (Smith and Ford 1996) ή ταυτίζουν τον ατμοσφαιρικό αέρα με το

οξυγόνο (Stepans 1994). Σε παιδιά μικρότερης ηλικίας (μαθητές του Δημοτικού), διαπιστώθηκε ακόμη η άποψη ότι ο αέρας δεν έχει παντού την ίδια σύσταση και ότι αυτή είναι διαφορετική σ' ένα δοχείο ή μέσα σ' ένα δωμάτιο απ' ότι σε εξωτερικούς χώρους (Stepans 1994).

Οι έρευνες σχετικά με τις αντιλήψεις παιδιών και ενηλίκων για τα χαρακτηριστικά της ατμόσφαιρας περιορίζονται στη διερεύνηση των αντιλήψεων τους μόνο για την έννοια της ατμοσφαιρικής πίεσης και τη μεταβολή της σε συνάρτηση με το ύψος. Από τις έρευνες αυτές διαπιστώθηκε ότι τα παιδιά θεωρούν ότι η ατμοσφαιρική πίεση οφείλεται στα υπερκείμενα στρώματα του αέρα (Nelson *et al.* 1992), ότι η ατμοσφαιρική πίεση ασκείται προς μια μόνο κατεύθυνση (προς τη γη) (Smith and Ford 1996) και ότι δεν είναι ίδια σε όλες τις κατευθύνσεις (Brody 1993). Από έρευνα της Sere (1985) διαπιστώθηκε ότι οι ενήλικες θεωρούν ότι ο ατμοσφαιρικός αέρας ασκεί πίεση μόνο στις περιπτώσεις που μετακινείται, όταν πάνω του ασκείται δύναμη και έλξη και ακόμη στην περίπτωση που θερμαίνεται. Από μια έρευνα των Aron *et al.* (1994) με δείγμα παιδιών διαφορετικών ηλικιών (μαθητές από τη πρωτοβάθμια και τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση και φοιτητές των Φ.Ε. και Παιδαγωγικών Τμημάτων) που αφορούσε στις αντιλήψεις τους για τη μεταβολή της ατμοσφαιρικής πίεσης συναρτήσει του ύψους διαπιστώθηκε ότι τόσο οι μαθητές όσο και οι σπουδαστές θεωρούν ότι η ατμοσφαιρική πίεση αυξάνει σε σχέση με το ύψος, άποψη που προφανώς δεν είναι ορθή.

### *3.1.2 Αντιλήψεις παιδιών και ενηλίκων για την κίνηση των αερίων μέσα στην ατμόσφαιρα και τον άνεμο*

Οι λίγες έρευνες που υπάρχουν στη διεθνή βιβλιογραφία για τις αντιλήψεις τόσο των παιδιών όσο και των ενηλίκων σχετικά με τη κίνηση των αερίων στην ατμόσφαιρα και τους μηχανισμούς δημιουργίας της κίνησης αυτής, έχουν δείξει ότι όλοι γενικά δυσκολεύονται να ερμηνεύσουν αυτά τα φαινόμενα. Στη διαπίστωση αυτή κατέληξε ο Moyle (1980) από έρευνα που έκανε με δείγμα παιδιών ηλικίας 8-16 ετών καθώς επίσης και οι Nelson *et al.* (1992) από έρευνα που έκαναν με δείγμα παιδιών διαφορετικών ηλικιών. Από τη τελευταία αυτή έρευνα διαπιστώθηκε ότι όλα τα παιδιά ανεξαρτήτως ηλικίας αποδίδουν την κίνηση των αερίων στη βαρύτητα ή αποκλειστικά στη διαφορά πίεσης μεταξύ δυο περιοχών με κατεύθυνση από περιοχές με μεγάλη πίεση σε περιοχές με μικρή πίεση. Βέβαια, η άποψη αυτή ισχύει μόνο για

την οριζόντια κατεύθυνση της κίνησης των αερίων μαζών (επιφανειακοί άνεμοι) ενώ η κίνηση των αερίων στην κατακόρυφη κατεύθυνση (ανοδικά και καθοδικά ρεύματα αέρα), οφείλεται στη διαφορά θερμοκρασίας. Από έρευνα του Stepan (1994) με δείγμα παιδιών ηλικίας μέχρι 15 ετών διαπιστώθηκε ότι αυτά αποδίδουν την ανύψωση των αερίων στη θερμότητα χωρίς όμως να κάνουν αναφορά σε διαφορά θερμοκρασίας. Άλλο εύρημα της ίδιας έρευνας είναι ότι τα παιδιά θεωρούν ότι τα αέρια μετακινούνται μόνο όταν κάτι τα φυσάει. Σχετικά με την ερμηνεία γενικά της κίνησης των αερίων στην ατμόσφαιρα οι έρευνες έδειξαν ότι τα παιδιά δεν λαμβάνουν υπόψη τη διάχυση, τη διαφορά θερμοκρασίας, τη δύναμη Coriolis, τις τριβές και τη φυγόκεντρο δύναμη.

Η Dove (1998) από έρευνα που έκανε με δείγμα μαθητές του Δημοτικού σχετικά με τις αντιλήψεις τους για τους ανέμους και τους μηχανισμούς δημιουργίας τους, διαπίστωσε ότι βασικό ρόλο στη διαμόρφωση των απόψεών τους παίζει η φαντασία τους. Θεωρούν δηλαδή ότι ο άνεμος δημιουργείται από το θεό, από τον άνθρωπο, από την αναπνοή, από τις μηχανές, από τα δέντρα ή από τα σύννεφα όταν αυτά μετακινούνται ή ακόμη από την κίνηση της γης.

Από έρευνα του Moyle (1980) που προαναφέρθηκε διαπιστώθηκε ότι παιδιά ηλικίας 8-16 ετών θεωρούν ότι οι άνεμοι εγκλωβίζονται στα σύννεφα και κατόπιν αποδίδονται με μικρότερη ταχύτητα καθώς επίσης και ότι αιτία για τη δημιουργία ανέμων μεγάλης ταχύτητας είναι οι χαμηλές θερμοκρασίες.

Προφανώς κύρια αιτία για τις παρανοήσεις που προαναφέρθηκαν σχετικά με τους μηχανισμούς κίνησης των αερίων και τους ανέμους αποτελεί το γεγονός ότι τα αέρια είναι αόρατα και συνεπώς η κίνησή τους δεν γίνεται αντιληπτή.

### *3.1.3 Αντιλήψεις παιδιών και ενηλίκων για θέματα σχετικά με τον καιρό και το κλίμα*

Από τη διερεύνηση της διεθνούς βιβλιογραφίας διαπιστώθηκε ότι είναι σχετικά λίγες οι έρευνες που αφορούν στις αντιλήψεις παιδιών και ενηλίκων για τον καιρό, το κλίμα και τις παραμέτρους τους.

Από έρευνα των Spiropoulou *et al.* (1999) με δείγμα 517 παιδιά ηλικίας 11-14 ετών διαπιστώθηκε ότι μόλις το 18% των παιδιών ηλικίας 11-12 ετών και το 12% των παιδιών ηλικίας 13-14 ετών προσδιόρισαν τον καιρό με απαντήσεις που προσέγγιζαν τις επιστημονικές απόψεις, ενώ για τον προσδιορισμό του κλίματος το ποσοστό των

επιστημονικά αποδεκτών απαντήσεων ήταν ακόμη μικρότερο (8% των απαντήσεων των παιδιών ηλικίας 11-12 ετών και 3% των απαντήσεων των παιδιών ηλικίας 13-14 ετών). Μικρό ήταν το ποσοστό των παιδιών που στις απαντήσεις τους προσδιόρισαν τις δυο αυτές έννοιες με αναφορά σε μια μόνο παράμετρο και συγκεκριμένα τη θερμοκρασία, ενώ οι αναφορές τους στις υπόλοιπες παραμέτρους του καιρού και του κλίματος ήταν περιορισμένες και αφορούσαν στη βροχή, στο χιόνι και στον άνεμο. Στην ίδια έρευνα διαπιστώθηκε ότι στο 46% των απαντήσεων των παιδιών ηλικίας 11-12 ετών και στο 48% των απαντήσεων των παιδιών ηλικίας 13-14 ετών, συναντάται η άποψη ότι το κλίμα μιας περιοχής είναι αυτό που καθορίζει τον καιρό. Οι ερευνητές αυτοί διαπίστωσαν επίσης ότι στη πλειοψηφία τους τα παιδιά όλων των ηλικιών συγχέουν τις έννοιες καιρός και κλίμα καθώς θεωρούν ότι το κλίμα διαμορφώνεται σε σύντομο χρονικό διάστημα κάτι που ισχύει μόνο για τον καιρό. Σε ανάλογα συμπεράσματα κατέληξαν και οι Gowda *et al.* (1997) από έρευνά τους που αφορούσε στις αντιλήψεις 99 μαθητών της δευτεροβάθμιας (β/θμιας) εκπαίδευσης. Από την έρευνα αυτή διαπιστώθηκε ότι το 60% των παιδιών που συμμετείχαν δεν γνώριζαν ότι το κλίμα έχει στατιστικό χαρακτήρα ή ακόμη ταύτιζαν τις έννοιες καιρός και κλίμα.

Σχετικά με τις παραμέτρους του καιρού -δηλαδή τη θερμοκρασία, την ατμοσφαιρική πίεση, την υγρασία, τους ανέμους, τα κατακρημνίσματα και την κατάσταση του ουρανού- αλλά και του κλίματος -δηλαδή τις μέσες τιμές και τις διακυμάνσεις κάποιων από τις παραμέτρους του καιρού και συγκεκριμένα της θερμοκρασίας, της υγρασίας, των κατακρημνισμάτων και των ανέμων- οι υπάρχουσες έρευνες για τις αντιλήψεις των παιδιών σχετικά με αυτές περιορίζονται μόνο στις παραμέτρους: ατμοσφαιρική πίεση, υγρασία, κατακρημνίσματα και σύννεφα

Σχετικά με την ατμοσφαιρική πίεση και τους τρόπους καταγραφής της στους χάρτες καιρού δηλαδή τα βαρομετρικά και τις ισοβαρείς καμπύλες οι Spiropoulou *et al.* (1999) διαπίστωσαν ότι παιδιά ηλικίας 11-14 ετών στην πλειοψηφία τους δεν γνωρίζουν ότι η ατμοσφαιρική πίεση αποτελεί παράμετρο του καιρού. Σχετικά με τις αντιλήψεις παιδιών ηλικίας μεγαλύτερης των 11 ετών για τα βαρομετρικά και τον συμβολισμό τους (H /Y για τα βαρομετρικά υψηλά και L /X για τα βαρομετρικά χαμηλά) και για τις ισοβαρείς καμπύλες (καμπύλες στον χάρτη καιρού που ενώνουν περιοχές με την ίδια ατμοσφαιρική πίεση για κάποια συγκεκριμένη στιγμή της μέρας), διαπιστώθηκε ότι αυτά θεωρούν ότι το H στους χάρτες καιρού σημαίνει καλοκαιρία και το L κακοκαιρία και ότι οι ισοβαρείς καμπύλες αναπαριστούν την

ταχύτητα των ανέμων ή την θερμοκρασία (Moyle 1980, Russell *et al.* 1993, Σπυροπούλου κ.α., 1998).

Σχετικά με την παράμετρο της υγρασίας, από έρευνα του Armstrong (1995) διαπιστώθηκε ότι μαθητές της β/θμιας εκπαίδευσης ταυτίζουν την υγρασία ως παράμετρο με την ίδια την έννοια. Για τον «υγρό αέρα» από την έρευνα των Aron *et al.* (1994) διαπιστώθηκε ότι τα 2/3 περίπου όλων των παιδιών του δείγματος (μαθητών και φοιτητών), θεωρούν ότι ο υγρός αέρας ασκεί μεγαλύτερη πίεση, ότι είναι βαρύτερος και ότι έχει μεγαλύτερη πυκνότητα από το «ξηρό αέρα». Οι απόψεις αυτές προφανώς δεν ευσταθούν επιστημονικά καθώς ο υγρός αέρας περιέχει μεν μεγαλύτερη ποσότητα υδρατμών αλλά έχει μικρότερη πυκνότητα από τον ξηρό. Τις απόψεις αυτές έχουν όχι μόνο παιδιά αλλά και φοιτητές του τμήματος Φυσικής Γεωγραφίας όπως διαπιστώθηκε από έρευνα των Nelson *et al.* (1992).

Πληθώρα ερευνών υπάρχει σχετικά με τις αντιλήψεις των παιδιών για τα υδατώδη μετέωρα (κατακρημνίσματα) ίσως, γιατί αυτά γίνονται εύκολα αντιληπτά μέσω των αισθήσεων και γι αυτό τα παιδιά διαμορφώνουν από πολύ μικρή ηλικία τις απόψεις τους. Οι ερμηνείες που δίνουν παιδιά ηλικίας μέχρι 11 ετών για το σχηματισμό της βροχής διαπιστώθηκε ότι προέρχονται ως επί το πλείστον από εικόνες που τα ίδια έχουν δημιουργήσει για το φαινόμενο αυτό καθώς θεωρούν ότι η βροχή δημιουργείται όταν τα σύννεφα: συγκρούονται (Bar 1989), λιώνουν (Dove 1998), έρχονται σε επαφή και λιώνουν (Bar 1989, Philips 1991), κουνιούνται από τον άνεμο (Bar 1989, Philips 1991), εξατμίζονται (Stepans and Keuhn 1985), ιδρώνουν (Stepans and Keuhn 1985, Philips 1991), γίνονται βαριά (Bar 1989, Stepans and Keuhn 1985, Russell *et al.* 1993) και ακόμα ότι η βροχή προέρχεται από τρύπες που υπάρχουν στα σύννεφα. Η τελευταία αυτή άποψη κατά τον Philips (1991), αποτελεί εννοιολογική μεταφορά του τρόπου με τον οποίο μια ουσία πέφτει από ένα τρυπητό όπως π.χ. πέφτει το αλάτι από μια αλατιέρα. Σχετικά με το μηχανισμό δημιουργίας της βροχής παιδιά ηλικίας 14-17 ετών αποδίδουν τη δημιουργία της στη ψύξη του αέρα όταν δυο μέτωπα του καιρού εφάπτονται (Philips 1991). Η άποψη αυτή αν και δεν αιτιολογεί πλήρως τη δημιουργία της βροχής δεν είναι απολύτως λανθασμένη καθώς όπως αναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 1, σε ένα μέτωπο δημιουργούνται ανοδικά ρεύματα αέρα που συμβάλλουν στη δημιουργία των κατακρημνισμάτων.

Αρκετές έρευνες επίσης αφορούν στη διερεύνηση των αντιλήψεων των παιδιών για τα σύννεφα και τον σχηματισμό τους. Απ' αυτές διαπιστώθηκε ότι παιδιά ηλικίας μέχρι 15 ετών θεωρούν ότι τα σύννεφα είναι σφουγγάρια που κρατούν νερό,

ταυτίζουν τα σύννεφα με τους υδρατμούς και με τα αιωρούμενα σωματίδια (Henriques 2002) και ακόμα ότι είναι αλληλένδετα με την βροχή καθώς την προαναγγέλλουν (Bar 1989). Θεωρούν επίσης ότι τα σύννεφα δημιουργούνται από την εξάτμιση της θάλασσας όταν αυτή βράζει θερμαινόμενη από τον ήλιο καθώς και από τους ατμούς που δημιουργούνται από τον βρασμό του νερού σε βραστήρες (Philips 1991). Ακόμα θεωρούν ότι δημιουργούνται από την ζέστη, από το κρύο, από το χιόνι, από την ομίχλη, από τη νύχτα ενώ κάποια παιδιά θεωρούν ότι τα σύννεφα αρχικά είναι άδεια και κατόπιν γεμίζουν με θαλασσινό νερό (Bar 1989, Philips 1991). Σχετικά με τη σύστασή τους παιδιά μικρής ηλικίας θεωρούν ότι αυτά αποτελούνται από καπνό, από βαμβάκι ή από μαλλί, ή ότι είναι σάκοι με νερό (Philips 1991), την δέκνησή τους την αποδίδουν στις μετακινήσεις των ανθρώπων (Stepans and Keuhn 1985). Παρόμοιες απόψεις διαπιστώθηκε ότι έχουν και παιδιά μεγαλύτερης ηλικίας (πάνω από 15 ετών) (Dove 1998, Fraser 2000).

### 3.1.4 Αντιλήψεις παιδιών και ενηλίκων για τις κλιματικές αλλαγές (έννοια, αίτια, συνέπειες, πηγές πληροφόρησης)

#### Προσδιορισμός της έννοιας

Από έρευνα των Pruneau *et al.* (2001) που αφορούσε δείγμα παιδιών και ενηλίκων (24 μαθητές ηλικίας 11-12 ετών, 28 μαθητές ηλικίας 13-14 ετών και 27 ενήλικες) και η οποία έγινε με τη μέθοδο της συνέντευξης διαπιστώθηκε ότι τόσο τα παιδιά ηλικίας 13-14 ετών όσο και οι ενήλικες στην πλειοψηφία τους προσδιορίζουν τις κλιματικές αλλαγές αναφερόμενοι σε μια παράμετρο του κλίματος και συγκεκριμένα στην αύξηση της θερμοκρασίας ενώ σε πολύ μικρό ποσοστό οι ενήλικες αναφέρονται και στα υδρομετέωρα, και τέλος τα παιδιά ηλικίας 11-12 ετών δεν προσδιορίζουν καθόλου την έννοια. Σε παρόμοια αποτελέσματα κατέληξαν και έρευνες της Papadimitriou (2004) με δείγμα 172 φοιτητές -υποψήφιους εκπαιδευτικούς της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, καθώς και του Kempton (1997) που αφορούσε ενήλικες.

Από τη έρευνα των Gowda *et al.* (1997) που αφορούσε 99 μαθητές της β/θμιας εκπαίδευσης, διαπιστώθηκε ότι αυτοί προσδιορίζουν τις κλιματικές αλλαγές από τις αλλαγές του καιρού και κυρίως από την άνοδο της θερμοκρασίας σε μικρό χρονικό διάστημα, αντίληψη που υποδηλώνει σύγχυση των εννοιών καιρός και κλίμα.

Από έρευνα των Bostrom *et al.* (1994) διαπιστώθηκε ότι παιδιά και ενήλικες που συμμετείχαν στην έρευνα συνδέουν μεν την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη με τις κλιματικές αλλαγές αλλά οι τιμές αύξησης που αναφέρουν υπερβαίνουν κατά πολύ τις αναμενόμενες από τους επιστήμονες.

Από έρευνα των Spellman *et al.* (2003) με δείγμα 400 φοιτητές από τις εφαρμοσμένες επιστήμες (applied science) και από τις κοινωνικές επιστήμες, διαπιστώθηκε ότι στην πλειοψηφία τους συνδέουν τις κλιματικές αλλαγές με ομοιόμορφη θέρμανση όλων των περιοχών του πλανήτη.

Ένα γενικό συμπέρασμα που θα μπορούσε να εξαχθεί από τις παραπάνω έρευνες είναι ότι τόσο τα παιδιά όσο και οι ενήλικες στην πλειοψηφία τους ταυτίζουν τις κλιματικές αλλαγές με την αύξηση της θερμοκρασίας.

#### Αίτια που προκαλούν τις κλιματικές αλλαγές

Από έρευνα της Papadimitriou (2004) με δείγμα 172 φοιτητές –υποψήφιους εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης διαπιστώθηκε ότι ποσοστό 51.16% αποδίδει τις κλιματικές αλλαγές στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, (69.76%) στη «τρύπα» του όζοντος, (44.18%) στη ρύπανση του περιβάλλοντος γενικά, (19.76%) στην καταστροφή του από ανθρώπινες δραστηριότητες, (16.27%) στις εκπομπές καυσαερίων των αυτοκινήτων αλλά και με αναφορές σε συγκεκριμένες μορφές ρύπανσης όπως ρύπανση από χημικά κ.α. Σημαντικό είναι επίσης το ποσοστό των απαντήσεων των φοιτητών (12.79%), που αποδίδουν τις κλιματικές αλλαγές στο φαινόμενο της όξινης βροχής.

Ανάλογα ήταν και τα συμπεράσματα στα οποία κατέληξαν και άλλοι ερευνητές όπως οι Gowda *et al.* (1997) οι οποίοι από έρευνα με δείγμα 99 μαθητών της β/θμιας εκπαίδευσης διαπίστωσαν ότι το ποσοστό των απαντήσεων των παιδιών που αποδίδουν τις κλιματικές αλλαγές στο φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι πολύ μικρό (3%). Επίσης ποσοστό (9%) τις αποδίδει στην αποψίλωση των δασών και (3%) στις πυρκαγιές και τον υπερπληθυσμό. Η πλειοψηφία των παιδιών (14%), αποδίδει τις κλιματικές αλλαγές στη ρύπανση, (8%) στη «τρύπα» του όζοντος και σε μικρότερα ποσοστά στα χημικά απόβλητα και τα οικιακά απόβλητα καθώς και στις αλλαγές του καιρού ή των εποχών. Εκτός από τις παραπάνω έρευνες διαπιστώθηκε ότι υπάρχει πληθώρα ερευνών που αφορούν στις αντιλήψεις παιδιών και ενηλίκων, σύμφωνα με τα συμπεράσματα των οποίων, τόσο οι κλιματικές αλλαγές όσο και η αύξηση της

μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη συνδέονται άμεσα με τη «τρύπα» του όζοντος. Παραδείγματα τέτοιων ερευνών είναι αυτές των Kempton (1999), Bostrom *et al.* (1994), Bell (1994) με δείγμα ενήλικες, του Kahlid (2001) με δείγμα φοιτητές-υποψήφιους εκπαιδευτικούς, των Boyes and Stanisstreet (1998) και Meadows and Wiesenmayer (1999) με δείγμα μαθητές της β/θμιας εκπαίδευσης καθώς και των Rye *et al.* (1997) με δείγμα μαθητές και τους δασκάλους τους. Εκτός από τη λανθασμένη άποψη της σύνδεσης των κλιματικών αλλαγών με τη «τρύπα» του όζοντος, μια άλλη επίσης λανθασμένη άποψη που έχει διαπιστωθεί από πολλούς ερευνητές είναι και η σύνδεσή τους με τη ρύπανση. Η σύνδεση αυτή προκύπτει τόσο από τις προαναφερθείσες έρευνες όσο και από άλλες όπως αυτή των Groves and Pugh (1999) με δείγμα φοιτητές –υποψηφίους εκπαιδευτικούς. Ανάλογα ήταν και τα συμπεράσματα ερευνών των Bord *et al.* (2000) με δείγμα 1218 ενήλικες, των Stamm *et al.* (2000) με δείγμα 512 ενήλικες, της Bulkeley (2000) με δείγμα 500 παιδιά ηλικίας 11-18 ετών και των Francis *et al.* (1993) με δείγμα 563 μαθητές ηλικίας 8-11 ετών.

Ηλικιακή διαφοροποίηση όσον αφορά στις απόψεις για τα αίτια που προκαλούν τις κλιματικές αλλαγές διαπίστωσαν οι Pruneau *et al.* (2001) από έρευνα που έκαναν με δείγμα των 24 παιδιών, 28 εφήβων και 27 ενήλικων κατοίκων του Καναδά. Οι ερευνητές αυτοί διαπίστωσαν ότι τα μικρά παιδιά στην πλειοψηφία τους δηλώνουν ότι δεν γνωρίζουν τι προκαλεί τις κλιματικές αλλαγές, οι έφηβοι τις αποδίδουν στη ρύπανση, οι ενήλικες στη «τρύπα» του όζοντος και μόνο ένα ποσοστό περίπου 23% των ενηλίκων τις συνδέει άμεσα με το διοξείδιο του άνθρακα.

Από τις παραπάνω έρευνες πέρα από τις λανθασμένες απόψεις σχετικά με τις κλιματικές αλλαγές προκύπτουν και δεδομένα που αναφέρονται στους τρόπους με τους οποίους παιδιά και ενήλικες κάνουν αυτή τη σύνδεση.

Συγκεκριμένα αποδίδουν τις κλιματικές αλλαγές και την αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη στην είσοδο περισσότερης ηλιακής ακτινοβολίας μέσω της «τρύπας» του όζοντος (π.χ. Francis *et al.* 1993, Boyes *et al.* 1993, Χρηστίδου 1997, Rye *et al.* 1997, Rye 1998, Meadows and Wiesenmayer 1999, Rye and Rubba 2000, Pruneau *et al.* 2001, Summers *et al.* 2001, Papadimitriou 2004 κ.α.).

Σχετικά με τη σύνδεση της ρύπανσης με τις κλιματικές αλλαγές ένα μοντέλο που προκύπτει από σχετικές έρευνες είναι ότι οι ρυπαντές δημιουργούν ένα στρώμα γύρω από τη γη που παγιδεύει τη θερμότητα (π.χ. Papadimitriou 2004, Pruneau *et al.* 2001, Summers *et al.* 2001).



## Συνέπειες των κλιματικών αλλαγών

Από την έρευνα των Stamm *et al.* (2000) στην οποία συμμετείχαν συνολικά 425 μαθητές β/θμιας εκπαίδευσης και ενήλικες, διαπιστώθηκε ότι η πλειοψηφία ανεξαρτήτως ηλικίας γνωρίζει ότι θα εξαφανιστούν κάποια είδη χλωρίδας και πανίδας (53.6%), ότι θα δημιουργηθούν προβλήματα υγείας (48.9%), ότι θα ανέβει η στάθμη της θάλασσας (22.1%), ότι θα ελαττωθεί το πόσιμο νερό (40.7%), ότι θα υπάρξουν λοιμοί (33.2%) και καύσωνες (21,6%). Αναφορά σε κάποιες συνέπειες των κλιματικών αλλαγών όπως στα ακραία καιρικά φαινόμενα, στη λειψυδρία, στις μεταβολές στις καλλιέργειες, στην ερημοποίηση κάποιων περιοχών, και στις μετακινήσεις πληθυσμών ζώων και ανθρώπων, αλλά σε μικρότερο ποσοστό, διαπιστώθηκαν από τις έρευνες των Boyes *et al.* (1993), Papadimitriou (2004).

Από πολλές όμως έρευνες μεταξύ των οποίων συγκαταλέγονται και οι προαναφερθείσες διαπιστώθηκε ότι τόσο τα παιδιά όσο και οι ενήλικες έχουν πολλές λανθασμένες απόψεις σχετικά με τις συνέπειες των κλιματικών αλλαγών. Π.χ. από έρευνα της Papadimitriou (2004) με δείγμα φοιτητές -υποψήφιους δασκάλους, των Gowda *et al.* (1997) με δείγμα μαθητές της β/θμιας εκπαίδευσης και των Stamm *et al.* (2000) με δείγμα ενήλικες, διαπιστώθηκε ότι από την πλειοψηφία των συμμετεχόντων, η άνοδος της θερμοκρασίας θεωρείται ως αποτέλεσμα των κλιματικών αλλαγών, άποψη που προφανώς είναι αντίθετη με την επιστημονικά ορθή. Άλλες λανθασμένες αντιλήψεις που διαπιστώθηκαν είναι ότι οι κλιματικές αλλαγές συνεπάγονται υψηλότερες θερμοκρασίες σε κάθε εποχή του έτους (Papadimitriou 2004 και Gowda *et al.* 1997), αλλαγές στον καιρό (Papadimitriou 2004, Gowda *et al.* 1997 και Fortner *et al.* 2000), μεταβολές στις εποχές του έτους (Papadimitriou 2004 και Pruneau *et al.* 2001), αύξηση της συχνότητας εμφάνισης καρκίνου του δέρματος (Boyes *et al.* 1993 και Jeffries *et al.* 2001) και ακόμη ότι δεν θα υπάρξουν επιπτώσεις στις καλλιέργειες (Spellman *et al.* 2003).

Από την έρευνα των Pruneau *et al.* (2001) διαπιστώθηκε ότι τα μικρότερα παιδιά ηλικίας 11-12 ετών δεν γνωρίζουν καθόλου για τις συνέπειες των κλιματικών αλλαγών.

Από την εκτίμηση των λανθασμένων απόψεων σύμφωνα με τις οποίες θεωρούνται ως αποτέλεσμα των κλιματικών αλλαγών η άνοδος της θερμοκρασίας, οι μεταβολές στον καιρό και οι αλλαγές στις εποχές του έτους οδηγούν πολλούς από

τους προαναφερθέντες ερευνητές στη διατύπωση του συμπεράσματος ότι τόσο τα παιδιά όσο και οι ενήλικες συγχέουν τον καιρό με το κλίμα.

### Πηγές ενημέρωσης για τις κλιματικές αλλαγές

Από πολλές έρευνες σχετικά με τις κλιματικές αλλαγές προκύπτει ότι οι ενήλικες θεωρούν ότι αυτές αποτελούν γεγονός και η ενημέρωσή τους γενικά για αυτές προέρχεται κυρίως από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης με πρώτη τη τηλεόραση (Gowda *et al.* 1997 και Spellman *et al.* 2003), ενώ μικρό ποσοστό αναφέρει ως πηγή πληροφόρησης το σχολείο (Kempton 1997, Fortner *et al.* 2000, Pruneau *et al.* 2001, Gallup 2001a, 2001b, 2002, Papadimitriou 2004, Kahlid 2001). Εξάιρεση αποτελούν δεδομένα από την έρευνα των Jeffries *et al.* (2001) με δείγμα 267 φοιτητές των Φ.Ε., σύμφωνα με τα οποία πρώτη πηγή πληροφόρησης αποτελεί το σχολείο (85%), δεύτερη η τηλεόραση (56%) και τρίτη οι εφημερίδες και τα περιοδικά (53%) γεγονός που όπως σχολιάζεται από τους ίδιους τους ερευνητές προκάλεσε την έκπληξή τους.

Ο ρόλος των μέσων μαζικής ενημέρωσης στη διαμόρφωση των απόψεων παιδιών και ενηλίκων για τις κλιματικές αλλαγές θεωρείται από πολλούς ερευνητές (π.χ. οι Bybee and Mau 1986, Blum 1987, Trumbo 1995, Fortner *et al.* 2000, Stamm *et al.* 2000, McBean and Hengeveld 2000 και Morgan and Moran 1995) ως η κύρια πηγή των λανθασμένων απόψεών τους χωρίς να υποτιμάται και η πολυπλοκότητα των ίδιων των θεμάτων. Οι ερευνητές αυτοί αποδίδουν τη δημιουργία λανθασμένων αντιλήψεων στη συμβολή των μέσων μαζικής ενημέρωσης, στην αμφισβητούμενη επιστημονική κατάρτιση των υπευθύνων ενημέρωσης της τηλεόρασης και του τύπου καθώς και στους στόχους που αυτά υπηρετούν. Για το λόγο αυτό προτείνεται (Trumbo and Shanahan 2000, Bulkeley 2000) η διερεύνηση τόσο του περιεχομένου όσο και του τρόπου παρουσίασης των θεμάτων αυτών σε συνδυασμό με τους στόχους των μέσων μαζικής ενημέρωσης.

### *3.1.5 Διδακτικές προτάσεις για θέματα σχετικά με την ατμόσφαιρα, την κίνηση των αερίων μέσα σ' αυτή, τον καιρό, το κλίμα και τις κλιματικές αλλαγές*

Η έρευνα αυτή στη διεθνή βιβλιογραφία έδειξε ότι αν και υπάρχουν αρκετές έρευνες που αφορούν στις αντιλήψεις παιδιών και ενηλίκων για θέματα περιβάλλοντος, είναι λίγες οι ερευνητικές προσπάθειες που αφορούν στη

διαμόρφωση και αξιολόγηση διδακτικών πορειών με αφετηρία τις λανθασμένες αντιλήψεις των παιδιών για τα θέματα αυτά (π.χ. Μαρινόπουλος 2004, Lord 1999).

Ειδικότερα για τα θέματα που αποτελούν αντικείμενο αυτής της διατριβής δηλαδή την ατμόσφαιρα, τον καιρό, το κλίμα και τις κλιματικές αλλαγές, οι έρευνες που αναφέρονται στη βιβλιογραφία και αφορούν στις αντιλήψεις παιδιών και ενηλίκων είναι πολύ λίγες, ενώ είναι σχεδόν ανύπαρκτες αυτές που αφορούν στη διαμόρφωση και αξιολόγηση διδακτικών παρεμβάσεων με αφετηρία τις λανθασμένες αντιλήψεις των παιδιών.

Βέβαια στο πλαίσιο της διαμόρφωσης προτάσεων στο τέλος των ερευνών που αφορούν στις αντιλήψεις των παιδιών, διατυπώνονται διάφορες απόψεις που αφορούν τη διαμόρφωση διδακτικών πορειών, όπως η χρήση του Η/Υ και του διαδικτύου για τη διδασκαλία του καιρού και του κλίματος (π.χ. Papadimitriou 2004), ο «Σωκρατικός» διάλογος μεταξύ μαθητών και δασκάλου που προτείνουν οι Dreyfus *et al.* 1990 κ.α. οι οποίες όμως δεν αξιολογούνται. Ακόμη για τη διδασκαλία των θεμάτων αυτών σε διεθνές αλλά και σε εθνικό επίπεδο στη βιβλιογραφία, περιγράφονται διάφορες διδακτικές προτάσεις οι οποίες έχουν διαμορφωθεί από κρατικούς αλλά και άλλους φορείς, όπως π.χ. για τη μελέτη του καιρού στα ελληνικά σχολικά εγχειρίδια της α/θμιας και β/θμιας εκπαίδευσης (Κεφάλαιο 2). Οι προτάσεις όμως αυτές δεν έχουν αφετηρία τις απόψεις των παιδιών ούτε αξιολογούνται ως προς τα μαθησιακά τους αποτελέσματα (π.χ. Howland and Becker 2002).

Η μόνη έρευνα που αφορά στη διαμόρφωση διδακτικής παρέμβασης με αφετηρία τις αρχικές αντιλήψεις των παιδιών για τις κλιματικές αλλαγές, καθώς και στην αξιολόγησή της όσον αφορά στα μαθησιακά αποτελέσματα, είναι αυτή των Pruneu *et al.* (2003). Ο σχεδιασμός της έρευνας αυτής, στην οποία συμμετείχαν 39 μαθητές ηλικίας 13-14 ετών από δυο διαφορετικές περιοχές του Καναδά, διαμορφώθηκε με βάση τα αποτελέσματα προηγούμενης έρευνας των Pruneu *et al.* (2001) σχετικά με τις αντιλήψεις παιδιών και ενηλίκων για το ίδιο θέμα. Οι διδακτικές αυτές παρεμβάσεις διήρκεσαν ένα διδακτικό έτος με απασχόληση των παιδιών μια ώρα κάθε μήνα και περιελάμβαναν διάφορες δραστηριότητες, όπως λεπτομερή καταγραφή και κριτική από τα παιδιά για τις παρατηρήσεις τους σε φυτά, ζώα και αντικείμενα μιας ακτής, καταγραφή των παρατηρήσεών τους για ενδείξεις των κλιματικών αλλαγών που εντόπισαν κατά την παρακολούθηση σχετικού βίντεο αλλά και από συζητήσεις με τους γονείς τους για το θέμα αυτό. Ακόμη τους δόθηκαν πληροφορίες για το φαινόμενο του θερμοκηπίου μέσω διαγράμματος. Μεταξύ των

δραστηριοτήτων περιλαμβανόταν εργασία των παιδιών σε ομάδες των 4 ή 5 ατόμων επί 3 μήνες (μισή ώρα κάθε εβδομάδα). Στις ομάδες αυτές τα παιδιά είχαν κάποιους ρόλους επιστημόνων (μετεωρολόγοι, οικολόγοι, χημικοί, γιατροί και σχεδιαστές περιβάλλοντος) τους οποίους υποδυόμενοι κατέγραφαν την τρέχουσα κατάσταση του περιβάλλοντός τους και έκαναν προβλέψεις για την εξέλιξη του εξαιτίας των κλιματικών αλλαγών. Συγκεκριμένα οι ομάδες «μετεωρολόγοι» και «σχεδιαστές περιβάλλοντος» επεξεργάστηκαν με στατιστικά δεδομένα 50 ετών για να διαπιστώσουν τις μεταβολές των παραμέτρων του καιρού καθώς και αυτές στον περιβάλλοντα χώρο του τόπου κατοικίας τους. Η ομάδα «γιατροί» με ερωτηματολόγιο διερεύνησαν την εξέλιξη της υγείας συμμαθητών τους, οι «χημικοί» την ποιότητα του νερού με ανάλυσή για κολοβακτηρίδια και οι «οικολόγοι» κατέγραψαν τα είδη που θα μπορούσαν να έχουν προβλήματα επιβίωσης. Η συλλογή των δεδομένων για την αξιολόγηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων έγινε με τη μέθοδο των ημιδομημένων συνεντεύξεων. Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης έδειξαν ότι βελτιώθηκε η κατανόηση των παιδιών για τις συνέπειες των κλιματικών αλλαγών στη περιοχή τους, για τις αιτίες που τις προκαλούν καθώς και για τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν προς αποφυγή τους. Ακόμη σημαντική βελτίωση διαπιστώθηκε όσον αφορά σε κάποιες από τις λανθασμένες απόψεις που είχαν τα παιδιά πριν τη διδακτική παρέμβαση.

### 3.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται κατά θέμα κάποια γενικά συμπεράσματα που προέκυψαν από τη προηγηθείσα διερεύνηση της διεθνούς βιβλιογραφίας σχετικά με τις λανθασμένες αντιλήψεις παιδιών και ενηλίκων για θέματα που αφορούν στην ατμόσφαιρα, την κίνηση των αερίων μέσα σ' αυτή, τον καιρό, το κλίμα και τις κλιματικές αλλαγές καθώς και για τις προτάσεις που διατυπώνονται για τη διδασκαλία των θεμάτων αυτών.

#### Αντιλήψεις για την ατμόσφαιρα

- Απουσιάζουν παντελώς οι έρευνες για τις αντιλήψεις των παιδιών και των ενηλίκων σχετικά με τη δομή της ατμόσφαιρας και τη μεταβολή της θερμοκρασίας σε συνάρτηση με το ύψος από την επιφάνεια της θάλασσας.

- Υπάρχει περιορισμένος αριθμός ερευνών που αφορούν στη σύσταση του ατμοσφαιρικού αέρα, στην έννοια της ατμοσφαιρικής πίεσης και στη μεταβολή της με την απόσταση από την επιφάνεια της θάλασσας.
- Σχετικά με τη σύσταση του ατμοσφαιρικού αέρα τα παιδιά δεν γνωρίζουν τη σύσταση του ατμοσφαιρικού αέρα, ταυτίζουν τον ατμοσφαιρικό αέρα με το οξυγόνο και θεωρούν ότι ο ατμοσφαιρικός αέρας δεν έχει παντού την ίδια σύσταση.
- Σχετικά με την ατμοσφαιρική πίεση διαπιστώθηκε ότι τα παιδιά θεωρούν ότι οφείλεται στα υπερκείμενα στρώματα του αέρα, ότι ασκείται προς μια μόνο κατεύθυνση και μόνο στις περιπτώσεις που μετακινείται ο αέρας ή ασκείται πάνω του δύναμη ή θερμαίνεται. Παιδιά και ενήλικες θεωρούν ότι η ατμοσφαιρική πίεση αυξάνει με το ύψος.

#### Αντιλήψεις για την κίνηση των αερίων μέσα στην ατμόσφαιρα και τους ανέμους

- Είναι περιορισμένος ο αριθμός των ερευνών σχετικά με τις αντιλήψεις παιδιών και ενηλίκων για τα θέματα αυτά.
- Σχετικά με την κίνηση των αερίων στην ατμόσφαιρα τα παιδιά όλων των ηλικιών δυσκολεύονται να ερμηνεύσουν την κίνηση των αερίων. Την αποδίδουν γενικά στη βαρύτητα και στη διαφορά πίεσης μεταξύ δυο περιοχών με κατεύθυνση από περιοχές με μεγάλη πίεση σε περιοχές με μικρή πίεση (κάτι που ισχύει μόνο για την κίνηση σε οριζόντια κατεύθυνση), ενώ την ανύψωση των αερίων την αποδίδουν στη θερμότητα (χωρίς αναφορά σε διαφορά θερμοκρασίας). Θεωρούν ακόμη ότι τα αέρια μετακινούνται μόνο όταν κάτι τα φυσάει.
- Βασικό ρόλο στη διαμόρφωση των απόψεών τους για τους ανέμους και τους μηχανισμούς δημιουργίας τους παίζει η φαντασία τους. Ακόμη θεωρούν ότι οι άνεμοι δημιουργούνται από τη μετακίνηση των σύννεφων και από την κίνηση της γης. Θεωρούν επίσης ότι οι άνεμοι εγκλωβίζονται στα σύννεφα και κατόπιν αποδίδονται με μικρότερη ταχύτητα καθώς και ότι αιτία για τη δημιουργία ανέμων μεγάλης ταχύτητας είναι οι χαμηλές θερμοκρασίες.

#### Αντιλήψεις για τον καιρό και το κλίμα

- Είναι λίγες οι έρευνες σχετικά με τις αντιλήψεις παιδιών και ενηλίκων για τον καιρό, το κλίμα και τις παραμέτρους τους. Από αυτές οι περισσότερες αφορούν

σε κάποιες από τις παραμέτρους του καιρού και ειδικότερα τη βροχή και τα σύννεφα.

- Σχετικά με τον προσδιορισμό του καιρού διαπιστώθηκε ότι τα παιδιά όλων των ηλικιών δυσκολεύονται να προσδιορίσουν την έννοια του καιρού, αναφέρουν μια μόνο παράμετρό του (τη θερμοκρασία) και σπανιότερα τα κατακρημνίσματα.
- Ιδιαίτερες δυσκολίες αντιμετωπίζουν στον προσδιορισμό του κλίματος, αγνοούν τον στατιστικό του χαρακτήρα και συγχέουν τις έννοιες καιρός και κλίμα
- Όσον αφορά στις παραμέτρους του καιρού διαπιστώθηκε ότι δεν γνωρίζουν ότι η ατμοσφαιρική πίεση και η υγρασία αποτελούν παραμέτρους του καιρού
- Τα μικρά παιδιά προκειμένου να ερμηνεύσουν τη δημιουργία της βροχής βασίζονται στη φαντασία τους και σε μεταφορές από τη καθημερινή τους εμπειρία
- Σχετικά με τα σύννεφα, τα παιδιά δυσκολεύονται να προσδιορίσουν τη σύστασή τους, τους μηχανισμούς δημιουργίας τους και την κίνησή τους και οι απόψεις τους φαίνεται ότι διαμορφώνονται από μεταφορές εμπειριών τους από την καθημερινή ζωή.

#### Αντιλήψεις για τις κλιματικές αλλαγές (έννοια, αίτια, συνέπειες, πηγές πληροφόρησης)

- Παιδιά και ενήλικες στην πλειοψηφία τους προσδιορίζουν τις κλιματικές αλλαγές από τις αλλαγές του καιρού. Συγχέουν δηλαδή τις έννοιες καιρός και κλίμα.
- Σχετικά με τα αίτια που προκαλούν τις κλιματικές αλλαγές διαπιστώθηκε ότι τα παιδιά μικρής ηλικίας (11-12 ετών) δεν γνωρίζουν γι αυτά, ενώ μαθητές –υποψήφιοι εκπαιδευτικοί και ενήλικες στην πλειοψηφία τους τις αποδίδουν στο φαινόμενο της «τρύπας» του όζοντος, στη ρύπανση και σε μικρότερα ποσοστά στα χημικά/βιομηχανικά/οικιακά απόβλητα, την όξινη βροχή και στις μεταβολές του καιρού ή των εποχών.
- Παιδιά και ενήλικες αποδίδουν τις κλιματικές αλλαγές και την αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη στην είσοδο περισσότερης ηλιακής ακτινοβολίας μέσω της «τρύπας» του όζοντος.
- Σχετικά με τη σύνδεση της ρύπανσης με τις κλιματικές αλλαγές θεωρούν ότι οι ρυπαντές δημιουργούν ένα στρώμα γύρω από τη γη που παγιδεύει τη θερμότητα.

- Όσον αφορά στις συνέπειες των κλιματικών αλλαγών παιδιά και ενήλικες έχουν πολλές λανθασμένες απόψεις όπως: ότι η άνοδος της θερμοκρασίας είναι αποτέλεσμα των κλιματικών αλλαγών (άποψη αντίθετη με την επιστημονικά ορθή), ότι οι κλιματικές αλλαγές συνεπάγονται υψηλότερες θερμοκρασίες σε κάθε εποχή του έτους, αλλαγές στον καιρό, μεταβολές στις εποχές του έτους, αύξηση της συχνότητας εμφάνισης καρκίνου του δέρματος και ότι δεν θα υπάρξουν επιπτώσεις στις καλλιέργειες.
- Σύμφωνα με τις απόψεις παιδιών και ενηλίκων για τις κλιματικές αλλαγές κύρια πηγή πληροφόρησης τους αποτελούν τα μέσα μαζικής ενημέρωσης (με πρώτη την τηλεόραση) και λιγότερο το σχολείο.

### 3.3 Η ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Όπως ήδη έχει αναφερθεί η έρευνα σχετικά με τη κατανόηση των παιδιών για θέματα περιβάλλοντος ξεκίνησε σχετικά αργά δηλαδή από μέσα της δεκαετίας του '90 και μετά, με αποτέλεσμα για κάποια από τα θέματα αυτά οι έρευνες να είναι περιορισμένες. Από τη βιβλιογραφική διερεύνηση που προαναφέρθηκε προέκυψε ότι:

Απουσιάζουν παντελώς έρευνες που αφορούν στις αντιλήψεις παιδιών και ενηλίκων για:

- Τη δομή της ατμόσφαιρας
- Τη μεταβολή της θερμοκρασίας και της ατμοσφαιρικής πίεσης συναρτήσει του ύψους.

Ελάχιστες είναι οι έρευνες που αφορούν:

- Στον καιρό, το κλίμα και κάποιες από τις παραμέτρους τους (θερμοκρασία, υγρασία, ατμοσφαιρική πίεση, άνεμοι)
- Στη σύσταση του ατμοσφαιρικού αέρα
- Στην κίνηση των αερίων μέσα στην ατμόσφαιρα και στους μηχανισμούς δημιουργίας της
- Στους ανέμους και στους μηχανισμούς δημιουργίας τους

Αρκετές είναι οι έρευνες στη διεθνή βιβλιογραφία που αφορούν στις απόψεις παιδιών και ενηλίκων για τις συνέπειες των κλιματικών αλλαγών και τους τρόπους αντιμετώπισής τους, αλλά είναι περιορισμένες αυτές που αφορούν στα αίτια και τους μηχανισμούς δημιουργίας τους.

Επίσης είναι σχεδόν ανύπαρκτες οι έρευνες που αφορούν στη διαμόρφωση και αξιολόγηση διδακτικών παρεμβάσεων με αφετηρία τις παρανοήσεις των παιδιών για τα παραπάνω θέματα.

Θεωρήθηκε λοιπόν σκόπιμο αφενός να διερευνηθούν οι απόψεις των παιδιών για τα θέματα που απετέλεσαν αντικείμενο της παρούσας διατριβής και αφετέρου με αφετηρία τα αποτελέσματα αυτής της διερεύνησης, να σχεδιαστεί και να αξιολογηθεί διδακτική παρέμβαση που να αφορά στα θέματα αυτά.

Για το λόγο αυτό στο πρώτο μέρος της παρούσας έρευνας επιχειρήθηκε να διερευνηθούν α) οι απόψεις των παιδιών διαφόρων ηλικιών για θέματα που αφορούν στη δομή και τα χαρακτηριστικά της ατμόσφαιρας, για την κίνηση των αερίων μέσα σ' αυτή και τους ανέμους, καθώς η γνώση αυτών των θεμάτων αποτελούν βασική προϋπόθεση για την κατανόηση του καιρού, του κλίματος και των κλιματικών αλλαγών, θέματα, για τα οποία επίσης διερευνώνται οι αντιλήψεις των παιδιών στα πλαίσια αυτής της διατριβής, β) η συμβολή των σχολικών εγχειριδίων στη διαμόρφωση των απόψεών τους και γ) η εξελικτική πορεία των απόψεων που έχουν τα παιδιά για τα θέματα αυτά μέχρι την ενηλικίωσή τους, ενώ στο δεύτερο μέρος επιχειρήθηκε να αξιολογηθεί διδακτική παρέμβαση η οποία διαμορφώθηκε με αφετηρία τις απόψεις των παιδιών για κάποια από τα θέματα αυτά. Η μεθοδολογία των δυο αυτών φάσεων της έρευνας και ο σχεδιασμός της δεύτερης φάσης της παρουσιάζονται αναλυτικά στα Κεφάλαια 4 και 5 που ακολουθούν.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Από τη μελέτη της ιστορίας της εκπαίδευσης, προκύπτει ότι οι απόψεις σχετικά με τη μάθηση και τη διδασκαλία αλλάζουν και νέες θεωρίες υιοθετούνται. Τις τελευταίες δεκαετίες φαίνεται ότι η νέα θεωρία που δεσπόζει στην εκπαίδευση γενικά είναι ο εποικοδομητισμός. Η θεωρία αυτή υιοθετήθηκε αρχικά ως θεωρία μάθησης και σταδιακά επεκτάθηκε, σε θεωρία διδασκαλίας καθώς και σε θεωρία της εκπαίδευσης γενικά. Έχει δε ασκήσει μεγάλη επιρροή στις αντιλήψεις και πρακτικές για θέματα διδασκαλίας και μάθησης σε διάφορα γνωστικά αντικείμενα όπως στα Μαθηματικά, στις Φ.Ε. στην Ιστορία, στα Οικονομικά κ.α. και έχει επηρεάσει πολλά από τα αναπτυχθέντα τις τελευταίες δεκαετίες εκπαιδευτικά προγράμματα διαφόρων χωρών (Παπαδημητρίου 2004).

Ο εποικοδομητισμός στο πεδίο της εκπαίδευσης δεν αποτελεί μια συγκεκριμένη παιδαγωγική προσέγγιση αλλά κοινή συνισταμένη πολλών άλλων θεωριών καθώς μοιράζεται με αυτές μια κοινή επιστημολογική και ιδεολογική βάση για τη φύση της πραγματικότητας και του κόσμου, για τη γνώση, για τη μάθηση, για τη διδασκαλία και υιοθετεί μεθοδολογίες οι οποίες βασίζονται σε βασικές αρχές αλληλεπιδραστικότητας (Ράπτης και Ράπτη 2004).

Το εποικοδομητικό μοντέλο για τη διδασκαλία και τη μάθηση αποτέλεσε τον αντίποδα του μιχεβιοριστικού μοντέλου της μετάδοσης της γνώσης που επικρατούσε, καθώς σύμφωνα με το μοντέλο του εποικοδομητισμού η δόμηση της γνώσης γίνεται από τον ίδιο τον μαθητή (μαθητοκεντρικό μοντέλο διδασκαλίας και μάθησης). Κεντρική ιδέα της εποικοδομητικής θεωρίας είναι ότι οι προϋπάρχουσες ιδέες των παιδιών για τα θέματα που πρόκειται να διδαχθούν διαδραματίζουν ουσιαστικό ρόλο στη μάθηση και γιαυτό πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στη διδασκαλία.

Το εποικοδομητικό μοντέλο διδασκαλίας και μάθησης αποτελεί το θεωρητικό πλαίσιο της παρούσας εργασίας της οποίας, όπως ήδη έχει αναφερθεί, οι στόχοι επικεντρώνονται αφενός στη διερεύνηση της κατανόησης των παιδιών για θέματα Μετεωρολογίας και αφετέρου στην οργάνωση διδακτικών παρεμβάσεων για τη

διδασκαλία των θεμάτων αυτών με αφετηρία τις αντιλήψεις των διδασκόμενων. Με δεδομένο ότι τα θέματα Μετεωρολογίας σχετίζονται άμεσα με την κατανόηση εννοιών από τις Φ.Ε. θα αναπτυχθεί πολύ συνοπτικά το εποικοδομητικό μοντέλο μάθησης και διδασκαλίας όπως αυτό έχει υιοθετηθεί από το πεδίο της διδακτικής των Φ.Ε.

### **Ο εποικοδομητισμός στη διδακτική των Φ.Ε.**

Η εποικοδομητική θεωρία για τη μάθηση και τη διδασκαλία αποτελεί από τη δεκαετία του '80 το νέο εκπαιδευτικό «παράδειγμα» για τη διδακτική των Φ.Ε. του σχολείου και επηρέασε τόσο την έρευνα στο πεδίο αυτό, όσο και τις απόψεις και πρακτικές για τη διδασκαλία τους. Η θεωρία αυτή υιοθετήθηκε από τη διδακτική των Φ.Ε. μέσω της Ψυχολογίας σε μια περίοδο αναζητήσεων και στα δυο πεδία όπου οι ψυχολόγοι έψαχναν για ένα ευρύ πεδίο μάθησης για τις έρευνές τους και οι ασχολούμενοι με τη διδασκαλία των Φ.Ε. έψαχναν για νέα θεωρητική βάση για θέματα διδασκαλίας και μάθησης (Duit 1989). Η υιοθέτηση της εποικοδομητικής θεωρίας για τη μάθηση στη διδακτική των Φ.Ε. συνέβη σε μια εποχή αμφισβήτησης τόσο των υπαρχόντων προγραμμάτων των δεκαετιών '60 και '70 για τις Φ.Ε. του σχολείου, όσο και των ακολουθούμενων μεθόδων διδασκαλίας καθώς έρευνες στην Αμερική και Ευρώπη έδειξαν ότι οι πολίτες μιας κοινωνίας που κυριαρχείται από τις Φ.Ε. και την Τεχνολογία ήταν στην πραγματικότητα επιστημονικά αναλφάβητοι. Τα προγράμματα των Φ.Ε. του σχολείου κατά τη δεκαετία του '70 ήταν αυτά που διαμορφώθηκαν στη δεκαετία του '60, μια εποχή σημαντικών αλλαγών, οι οποίες ξεκίνησαν στην Αμερική και επεκτάθηκαν στον υπόλοιπο δυτικό κόσμο αργότερα. Απώτερο στόχο είχαν τη συμβολή της εκπαίδευσης στην παραγωγή όσο γίνεται περισσότερων και καλύτερα καταρτισμένων επιστημόνων στον τομέα των Φ.Ε., προκειμένου να επιτευχθούν εθνικοί στόχοι που είχαν σχέση με τον ανταγωνισμό για τον εξοπλισμό και την κατάκτηση του διαστήματος. Χαρακτηριστικά των προγραμμάτων που εκπονήθηκαν κατά την περίοδο αυτή ήταν η διδασκαλία των Φ.Ε. σε χωριστά αντικείμενα (Φυσική, Χημεία και Βιολογία), η εστίαση του περιεχομένου σε ακαδημαϊκού χαρακτήρα γνώση καθώς και η έμφαση στην άμεση εμπλοκή των μαθητών σε εργαστηριακά πειράματα. Ως μέθοδος διδασκαλίας είχε υιοθετηθεί η λεγόμενη «ανακαλυπτική μέθοδος», η οποία αποτελεί μεταφορά στη μάθηση που συντελείται στο σχολείο της «ανακάλυψης» της επιστημονικής γνώσης από τους επιστήμονες στο πεδίο των ίδιων των επιστημών και η οποία είχε υποστηριχθεί από

τον Bruner. Για την αποτελεσματικότητα και την καταλληλότητα των προγραμμάτων αυτών άρχισαν να διατυπώνονται αμφισβητήσεις από τις αρχές της δεκαετίας του '70 καθώς στην πράξη απεδείχτηκε ότι αυτά, τα εστιασμένα στην «καθαρή επιστημονική γνώση» προγράμματα, παρά τις προσδοκίες των σχεδιαστών τους δεν είχαν τα αναμενόμενα μαθησιακά αποτελέσματα και δεν κέρδισαν το ενδιαφέρον των μαθητών με αποτέλεσμα μεγάλος αριθμός μαθητών να μην επιλέγει τα μαθήματα των Φ.Ε. στο σχολείο (Παπαδημητρίου 2004 υπό δημοσίευση). Τα προγράμματα αυτά επικρίθηκαν για το εστιασμένο στην καθαρή επιστήμη περιεχόμενό τους αγνοώντας τη σύνδεση της επιστημονικής γνώσης με θέματα της καθημερινής ζωής, καθώς και για τη βασισμένη στα στάδια νοητικής ανάπτυξης του Piaget δομή τους, άποψη που εμπεριέχει ντετερμινιστικούς περιορισμούς στις δυνατότητες των παιδιών (Osborne 1996).

Η εκδοχή του κονστρουκτιβισμού που υιοθετήθηκε στη πρώτη αυτή σύνδεσή του με τις Φ.Ε. του σχολείου ήταν ο *ψυχολογικός κονστρουκτιβισμός* με κύρια έμφαση στο πως αποκτάται η επιστημονική γνώση από το μαθητή, χωρίς να παρεισφρέουν όμως επιστημολογικές θεωρήσεις για τη φύση της ίδιας της επιστημονικής γνώσης. Η εκδοχή αυτή θεωρεί τη μάθηση προσωπική, εξατομικευμένη, και διανοητική διαδικασία που προέρχεται από τη δράση πάνω στο φυσικό κόσμο. Έχει ρίζες στις απόψεις του Piaget (Κόκκοτας 1998) σύμφωνα με τις οποίες η ψυχοπνευματική ανάπτυξη του παιδιού είναι μια εξελικτική διαδικασία, η οποία διαμορφώνεται κατά την ηλικιακή ωρίμανση του παιδιού από τις εμπειρίες που αποκτά μέσα στο περιβάλλον που βιώνει. Κατά τον Piaget οι επιδράσεις του περιβάλλοντος επιτρέπουν στα παιδιά να δημιουργήσουν «σχήματα» δηλαδή νοητικά μοντέλα. Τα νοητικά αυτά μοντέλα αν μεν προσεγγίζουν στις προϋπάρχουσες γνωστικές δομές του ατόμου διευρύνονται ή υφίστανται τροποποιήσεις και τελικά ενσωματώνονται σ' αυτές (διαδικασία της συμμόρφωσης), ενώ αν απέχουν πολύ από αυτές υφίστανται ριζικές τροποποιήσεις μέσα από τη διαδικασία της γνωστικής σύγκρουσης και στη συνέχεια αφομοιώνονται (μηχανισμός της αφομοίωσης). Σημαντικό όμως ρόλο στην υιοθέτηση του ψυχολογικού εποικοδομητισμού στη διδακτική των Φ.Ε. έπαιξαν και οι απόψεις του Aulsebrook, ο οποίος υποστήριξε ότι το παιδί δεν πηγαίνει στο σχολείο *tabula rasa* αλλά έχει ήδη οικοδομήσει ιδέες για έννοιες που πρόκειται να διδαχθεί και ότι οι ιδέες του αυτές παίζουν καθοριστικό ρόλο στη μάθηση. Σύμφωνα με τις παραπάνω απόψεις κεντρική ιδέα του ψυχολογικού εποικοδομητισμού είναι ότι το άτομο μαθαίνει κατά τρόπο που εξαρτάται από τις γνωστικές του δομές και αντί η μάθηση

να είναι το αποτέλεσμα της μεταβίβασης της γνώσης, αυτή δομείται από το μαθητή με την έννοια ότι συσχετίζει νέα στοιχεία γνώσης με τις ήδη υπάρχουσες νοητικές δομές.

Έναυσμα για τη σύνδεση του εποικοδομητισμού με τις ΦΕ του σχολείου, κατά τον Osborne (1996), σηματοδότησε το άρθρο ορόσημο των Driver and Easley (1978), οι οποίοι υποστήριζαν ότι «η μάθηση στις ΦΕ εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις ειδικές ικανότητες των παιδιών και την προηγούμενη γνώση τους παρά από τα γενικευμένα στάδια νοητικής ανάπτυξης». Από τότε, η έρευνα για τις ιδέες των παιδιών -για τις οποίες όπως είναι γνωστό χρησιμοποιήθηκαν διάφοροι όροι όπως, 'λανθασμένες ιδέες', 'ιδέες', 'εναλλακτικές ιδέες', 'αναπαραστάσεις' 'θεωρίες των παιδιών', 'απόψεις' αντιλήψεις' κ.α.- έγινε πολύ προσφιλή και ο αριθμός των εργασιών για τις αντιλήψεις των παιδιών σχετικά με έννοιες και φαινόμενα από τις Φ.Ε. κατά τη δεκαετία του '80 αναπτύχθηκε εκθετικά και διερευνήθηκαν οι αντιλήψεις των παιδιών για όλες σχεδόν τις έννοιες και τα φαινόμενα που σχετίζονται με τις Φ.Ε (Limon 2001). Από τις έρευνες αυτές διαπιστώθηκε ότι τα παιδιά από πολύ μικρή ηλικία διαμορφώνουν τις απόψεις τους για έννοιες και θέματα από το πεδίο των ΦΕ οι οποίες πολλές φορές δεν συμπίπτουν με τις επιστημονικά αποδεκτές και ανθίστανται στις αλλαγές ακόμη και μετά την διδασκαλία στο σχολείο (Driver *et al.* 1985, Osborne and Freyberg 1985).

Ταυτόχρονα με τις έρευνες αυτές επιχειρήθηκε και η διαμόρφωση διδακτικών μοντέλων βασισμένων στα παραχθέντα ερευνητικά αποτελέσματα σχετικά με τις ιδέες των παιδιών, καθώς και σε θέσεις της γνωστικής ψυχολογίας σχετικές με τη διαμόρφωση των γνωστικών δομών, με κύρια κατεύθυνση την εννοιολογική αλλαγή δηλαδή την αλλαγή της αρχικής μη αποδεκτής επιστημονικά γνώσης των παιδιών, προς την επιστημονικά παραδεκτή άποψη. Τα διδακτικά αυτά μοντέλα κατά κανόνα αφορούν στη διδασκαλία μεμονωμένων εννοιών από τις ΦΕ και προτείνουν διάφορες διδακτικές προσεγγίσεις με επικρατέστερη αυτή της νοητικής σύγκρουσης των αρχικών ιδεών των παιδιών με τις παρουσιαζόμενες επιστημονικά ορθές. Από την αξιολόγηση όμως αυτών των διδακτικών μοντέλων όσον αφορά στα μαθησιακά αποτελέσματα διαφάνηκε ότι η πορεία για εννοιολογική αλλαγή είναι περισσότερο πολύπλοκη από ό,τι αρχικά είχε θεωρηθεί.

Σε μια προσπάθεια αναζήτησης περισσότερο αποτελεσματικών μεθόδων διδασκαλίας και υπό την επιρροή θέσεων τόσο της φιλοσοφίας της επιστημονικής γνώσης όσο και της κοινωνιολογίας της γνώσης (Παπαδημητρίου 2004),

συντελέστηκε μια μεταστροφή του ενδιαφέροντος σχετικά με τη διδασκαλία των Φ.Ε. από τον «*ψυχολογικό κονστρουκτιβισμό*» προς τον λεγόμενο «*κοινωνικό κονστρουκτιβισμό*» που ανάγεται στο έργο του Durkheim και υποστηρίζει το ρόλο του κοινωνικού παράγοντα στο μετασχηματισμό των ιδεών του υποκειμένου. Αναγνωρίστηκε δηλαδή ότι στη μάθηση στις Φ.Ε., πέρα από την αρχική γνώση που έχουν τα παιδιά, σημαντικό ρόλο παίζει και το κοινωνικό περιβάλλον μέσα στο οποίο δομείται η γνώση. Επιρροή τόσο σε θεωρητικό όσο και σε επίπεδο διδακτικής πρακτικής στη διαμόρφωση της λεγόμενης εποικοδομητικής παιδαγωγικής άσκησης και η κοινωνικο-πολιτιστική θεωρία του Vygotsky (1978). Σύμφωνα με τη θεωρία του Vygotsky- η οποία αφορά κυρίως στη μάθηση της γλώσσας- η κοινωνική αλληλεπίδραση δεν διευκολύνει απλά τη νοητική ανάπτυξη του παιδιού αλλά είναι εκείνη που προκαλεί τη νοητική ανάπτυξη και προάγεται μέσω της επικοινωνίας μεταξύ των ατόμων και της κοινωνίας, της μεσολάβησης των πολιτιστικών εργαλείων (αγωγοί των οποίων είναι οι γονείς, οι δάσκαλοι, η γλώσσα, το κοινωνικό περιβάλλον κ.α.) ή των «σημάτων» (οτιδήποτε δηλαδή μπορεί να αναγάγει σε παραστάσεις πέραν των αισθήσεων).

Οι δυο αυτές θεωρίες του εποικοδομητισμού δηλαδή ο *ψυχολογικός* και ο *κοινωνικός* έχουν πολλά κοινά στοιχεία και λειτουργούν συμπληρωματικά. Ο κοινωνικός εποικοδομητισμός δεν απορρίπτει τον ψυχολογικό αφού δέχεται ότι η γνώση δομείται προσωπικά και δίνει έμφαση στην ενεργό συμμετοχή του ίδιου του μαθητή στην αναδιοργάνωση και επαναδόμηση της γνώσης του, υποστηρίζει όμως επιπλέον ότι για τη δόμηση της γνώσης δεν αρκεί μόνο η επαφή με το φυσικό κόσμο αλλά σημαντικό ρόλο παίζει και το κοινωνικό πλαίσιο μέσα στο οποίο αυτή δομείται.

Ο κοινωνικός εποικοδομητισμός είχε και έχει μεγάλη επίδραση στη διδασκαλία των Φ.Ε. καθώς συνέβαλε στη διαμόρφωση μαθησιακών περιβαλλόντων που δίνουν έμφαση στην επικοινωνία και στη συζήτηση μεταξύ μαθητών και μεταξύ των μαθητών και του δασκάλου τους (συνεργατικά περιβάλλοντα μάθησης). Μέσω της επικοινωνίας, της ανάπτυξης διαλόγου και της συνεργασίας μεταξύ των μαθητών αλλά και με τον δάσκαλο/ενήλικα, επιτυγχάνεται η αναδόμηση της προϋπάρχουσας γνώσης σε γνώση συμβατή με την επιστημονική. Ο δάσκαλος δεν λειτουργεί απλά ως μεσολαβητής για τη διαρρύθμιση των εμπειριών των μαθητών προκειμένου να δομήσουν την προσωπική τους γνώση, όπως συμβαίνει στον ψυχολογικό εποικοδομητισμό, αλλά αλληλεπιδρά με τους μαθητές, τους καθοδηγεί και τους βοηθάει παρέχοντάς τους τα κατάλληλα διδακτικά εργαλεία/ «σήματα». Καθώς το

παιδί έπειτα από συζήτηση και κριτική σκέψη κατανοεί και υιοθετεί τα σήματα αυτά, τα εσωτερικεύει και έτσι, σύμφωνα με τον Vygotsky, η αλληλεπίδραση από «διαπροσωπική» γίνεται «ενδοπροσωπική».

Σε πολύ γενικές γραμμές κοινά χαρακτηριστικά των εποικοδομητικών προσεγγίσεων στη διδασκαλία αποτελούν η εργασία σε ομάδες, η επιλογή κατάλληλου διδακτικού υλικού και μέσων διδασκαλίας καθώς και η συζήτηση τόσο μεταξύ των παιδιών των ομάδων όσο και μεταξύ παιδιών και δασκάλου. Η εργασία σε ομάδες, και η ανάπτυξη συζητήσεων μεταξύ των παιδιών της κάθε ομάδας συμβάλλει στην ανταλλαγή απόψεων, στην αναγνώριση των λανθασμένων αντιλήψεων και της αναγκαιότητας αναθεώρησης τους, και στη σύνθεση και σταθεροποίηση της σκέψης τους. Με τη συζήτηση και την ανταλλαγή απόψεων προστίθενται νέα στοιχεία, συγκρίνονται εμπειρίες, κατά τη διαδικασία εξεύρεσης λύσεων στα προβλήματα που έχουν να αντιμετωπίσουν τα παιδιά, αναπτύσσεται ο ερευνητικός προβληματισμός και η κριτική σκέψη και ενθαρρύνεται η εννοιολογική αλλαγή. Καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη προβληματισμού με στόχο την εννοιολογική αλλαγή παίζει και η επιλογή του κατάλληλου διδακτικού υλικού και των μέσων διδασκαλίας με τα οποία υποστηρίζεται η εργασία των παιδιών σε ομάδες.

Σε μια τέτοια διαδικασία ο δάσκαλος δεν αποτελεί το επίκεντρο αλλά παίζει μάλλον δευτερεύοντα ρόλο ενώ τον πρωτεύοντα ρόλο έχουν οι μαθητές. Έτσι διευκολύνεται η ανάπτυξη της αυτονομίας, της αυτενέργειας, της πρωτοβουλίας, της συνεργασίας και της συναπόφασης μεταξύ των μαθητών (Παππάς 1990). Παρότι ο ρόλος του δασκάλου είναι διαμεσολαβητικός δεν τον απαλλάσσει από την ευθύνη της επιστημονικής κατάρτισης (Παπαδημητρίου κ.α. 1992), καθώς προκειμένου να εντοπίσει τις εναλλακτικές ιδέες των παιδιών πρέπει ο ίδιος να είναι απαλλαγμένος από εναλλακτικές αντιλήψεις και να διαθέτει την απαραίτητη επιστημονική κατάρτιση.

Στον παρακάτω πίνακα συνοψίζονται σε αντιπαράθεση, τα χαρακτηριστικά της παραδοσιακής διδασκαλίας που ισχύει σήμερα στο Ελληνικό σχολείο (δασκαλοκεντρική) και της εποικοδομητικής διδασκαλίας.

**Πίνακας 4.1** Αντιπαράθεση των χαρακτηριστικών των παραδοσιακών τρόπων διδασκαλίας και της εποικοδομητικής διδασκαλίας

<b>Χαρακτηριστικά του παραδοσιακού τρόπου διδασκαλίας</b>	<b>Χαρακτηριστικά της εποικοδομητικής διδασκαλίας και μάθησης</b>
Η διδασκαλία είναι δασκαλοκεντρική, ρυθμίζεται από τα αναλυτικά προγράμματα, οι μαθητές εμπλέκονται ελάχιστα στη μαθησιακή διαδικασία και έχουν μικρό βαθμό ανεξαρτησίας, ευθύνης και ελέγχου της διαδικασίας	Η διδασκαλία είναι μαθητοκεντρική με ανοιχτά μοντέλα διδασκαλίας, βασίζεται στη συνεργασία σε ομάδες και τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ μαθητών-δασκάλου-και εμπειρών ενηλίκων
Δεν λαμβάνονται υπόψη και δεν αξιοποιούνται διδακτικά οι προϋπάρχουσες εμπειρίες και τα γνωστικά σχήματα των μαθητών. Η γνώση παρέχεται έτοιμη (μέσα από δεδομένα και σχέσεις μεταξύ τους, έτοιμες στρατηγικές λύσης προβλημάτων, έτοιμες κρίσεις κ.α) και δεν υπάρχει αλληλεπιδραστική επικοινωνία μεταξύ δασκάλου-μαθητή	Το άτομο δομεί μόνο του τις δικές του αναπαραστάσεις αξιοποιώντας τις δικές του εμπειρίες αλλά και των συμμαθητών του. Δεν υπάρχει μια «μοναδική» σωστή αναπαράσταση της γνώσης
Η γνώση που παρέχεται και η γλώσσα που χρησιμοποιείται είναι αφηρημένη και δεν είναι οικεία με τα προϋπάρχοντα γνωστικά δομήματα του μαθητή	Υπάρχει επικοινωνία μεταξύ των μαθητών και μαθητών-δασκάλου και αλληλεπίδραση με γλώσσα οικεία με τα γνωστικά δομήματα του μαθητή
Η εσωτερίκευση των γνώσεων από τους μαθητές γίνεται με χαμηλό βαθμό αφομοίωσης, μετασχηματισμού, αυτορρύθμισης, μεταφοράς σε νέες καταστάσεις, χαμηλού επιπέδου αναπαραγωγικές γνωστικές διεργασίες και μαθησιακά παράγωγα. Η γνώση είναι αυτονόητα δεδομένη, κλειστή, έτοιμη και δίνεται αποσπασματικά	Η δόμηση της γνώσης γίνεται μέσα από την ενεργό γνωστική εξερεύνηση και την ανακάλυψη ανακολουθιών μεταξύ της προϋπάρχουσας και της διαπιστωθείσας από τον μαθητή (γνωστική σύγκρουση). Απαιτείται καλά σχεδιασμένο μαθησιακό περιβάλλον, εφοδιασμένο με κατάλληλα διδακτικά εργαλεία που να είναι οικεία στον μαθητή καθώς και ικανότητα του μαθητή για αυτονομία, αυτοέλεγχο της σκέψης και της δράσης και ικανότητα για αυτοδιόρθωση
Η αξιοποίηση των πηγών/ μέσων πληροφόρησης είναι περιορισμένη. Η πληροφόρηση είναι βιβλιοκεντρική και η διδασκαλία είναι προσανατολισμένη στην ύλη του σχολικού εγχειριδίου και λιγότερο στην εμπειρία, τη διερεύνηση και την επιστημονική μεθοδολογία	Η μάθηση είναι αλληλένδετη με την εμπειρία και τη δράση των μαθητών σε κοινωνικό πλαίσιο, τη διερεύνηση και την ανακαλυπτική, επιστημονική μεθοδολογία.
Υπάρχει κατακερματισμός και ιεράρχηση της γνώσης. Υποβαθμίζεται ο ολικός και διεπιστημονικός χαρακτήρας της γνώσης/μάθησης.	Η γνώση αντιμετωπίζεται συνολικά, με στοιχεία αλληλοεξαρτώμενα και σχετιζόμενα με τη πράξη και τη ζωή. Οι μαθητές εμπλέκονται σε σύνθετες, διαθεματικές διεργασίες οι οποίες όμως απαιτούν ενεργοποίηση της κριτικής σκέψης, εμπλοκή των μαθητών σε βιωματικές διαδικασίες μάθησης και ανταλλαγή ιδεών.
Ο μαθητής αντιμετωπίζεται με έλλειψη σεβασμού στις ιδιαιτερότητες και γενικά υπάρχει αδυναμία άμβλυνσης των κοινωνικών και πολιτιστικών διαφοροποιήσεων. Ενθαρρύνεται ο ανταγωνισμός και ο ατομικισμός.	Ενισχύεται η συνεργασία και η αλληλοεκτίμηση μεταξύ των μαθητών. Απενοχοποιείται το λάθος καθώς εκλαμβάνεται ως γνωστικό σχήμα το οποίο μπορεί να διαψευσθεί και να αναδομηθεί μέσα από τη διαδικασία της γνωστικής σύγκρουσης.

Έρευνες έδειξαν ότι η εφαρμογή της συνεργατικής διδασκαλίας στο πλαίσιο του κοινωνικού εποικοδομητισμού για τη διδασκαλία θεμάτων από τις Φ.Ε. έχει καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα, προσφέρει μεγαλύτερο βαθμό ικανοποίησης, αλληλοβοήθειας, συνεργασίας και κλίματος επικοινωνίας τόσο μεταξύ των παιδιών,

όσο και μεταξύ παιδιών και δασκάλου (π.χ. Johnson and Johnson 1985, Lazarovitz and Hertz-Lazarovitz 1998, Σταυρίδου 2000).

Θα πρέπει να τονιστεί ότι παρά τα πλεονεκτήματα που φαίνεται να παρουσιάζει η εποικοδομητικού τύπου διδασκαλία έναντι της παραδοσιακής, η εφαρμογή της στην τάξη δεν είναι εύκολη υπόθεση. Προϋποθέτει ριζικές αλλαγές στα αναλυτικά προγράμματα ως προς το περιεχόμενό τους και τη κατανομή του χρόνου διδασκαλίας, στη δομή της τάξης, στα διδακτικά μέσα και στο ρόλο του δασκάλου. Εξάλλου η εργασία των παιδιών σε ομάδες, που αποτελεί προϋπόθεση για την εποικοδομητικού τύπου διδασκαλία, από μόνη της παρουσιάζει εγγενείς δυσκολίες που συνδέονται τόσο με τα ίδια τα παιδιά όσο και με τους εκπαιδευτικούς (Ματσαγγούρας 1989).

Τέλος θα πρέπει να τονιστεί ότι η εποικοδομητική προσέγγιση στη διδασκαλία δεν αποτελεί μια αυστηρά δομημένη πορεία αλλά μάλλον μια προσέγγιση ανοιχτή και διαρκώς αναπτυσσόμενη. Όπως επισημαίνουν οι Ράπτης και Ράπτη (2004), «ταυτίζεται με τη διαρκή αναζήτηση της πραγματικότητας, την κατανόηση του εσωτερικού κόσμου των μαθητών, την αυτογνωσία των εκπαιδευτικών και την αναζήτηση του κατάλληλου πλαισίου διδασκαλίας και μάθησης που συνδέεται με την εμπειρία και τη ζωή, τη διαχείριση πολύπλοκων φαινομένων και την ενεργό δράση των διαπλεκομένων στο πλαίσιο μιας συστημικής προσέγγισης και διεπιστημονικών συνεργασιών».



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

## ΣΤΟΧΟΙ- ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ- ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Όπως ήδη έχει αναφερθεί, η έρευνα που αποτελεί αντικείμενο της παρούσας διατριβής, είναι εμπνευσμένη από την εποικοδομητική θεωρία για τη μάθηση και εξελίχτηκε σε δυο στάδια στενά δεμένα μεταξύ τους. Το πρώτο αφορά στη διερεύνηση των αντιλήψεων παιδιών τριών διαφορετικών ηλικιών για:

- Τη δομή και τα χαρακτηριστικά της ατμόσφαιρας
- Την κίνηση των αερίων μέσα σ' αυτή
- Θέματα που αφορούν στον καιρό και το κλίμα
- Τις κλιματικές αλλαγές.

Το δεύτερο στάδιο αφορά στην οργάνωση και πραγματοποίηση διδακτικών παρεμβάσεων σε μαθητές της Α τάξης του Γυμνασίου για κάποια από τα θέματα αυτά με αφετηρία γενικά τις αντιλήψεις των παιδιών, που εντοπίστηκαν στο πρώτο στάδιο της έρευνας καθώς και τις αντιλήψεις των συγκεκριμένων παιδιών. Οι διδακτικές αυτές παρεμβάσεις αφορούν σε θέματα, η κατανόηση των οποίων αποτελεί προαπαιτούμενη γνώση για την κατανόηση των κλιματικών αλλαγών. Συγκεκριμένα τα παιδιά διδάχθηκαν:

- Τη δομή και τα χαρακτηριστικά της ατμόσφαιρας
- Την κίνηση των αερίων μέσα σ' αυτή και τους ανέμους
- Θέματα που αφορούν στον καιρό και το κλίμα

Θεωρητικό πλαίσιο για τον σχεδιασμό και την εφαρμογή του προγράμματος διδασκαλίας αποτέλεσε η εποικοδομητική θεωρία για τη μάθηση και πραγματοποιήθηκε σε συνεργατικό περιβάλλον. Για καθένα από τα θέματα αυτά ακολουθήθηκαν διαφορετικές διδακτικές μέθοδοι, το σκεπτικό επιλογής των οποίων αναλύεται στην υποενότητα 5.4.2.

Λόγω της ιδιομορφίας του καθενός από τα δυο στάδια της έρευνας οι υποθέσεις, οι στόχοι, η μεθοδολογία και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται ξεχωριστά στο κεφάλαιο αυτό.

## Α' ΜΕΡΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

### ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΑΝΤΙΛΗΨΕΩΝ ΠΑΙΔΙΩΝ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΗΛΙΚΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ, ΤΟΝ ΚΑΙΡΟ, ΤΟ ΚΛΙΜΑ ΚΑΙ ΤΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ

#### 5.1 ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ

Τα θέματα που αφορούν στην ατμόσφαιρα, τον καιρό, το κλίμα και τις κλιματικές αλλαγές είναι από τη φύση τους πολύπλοκα καθώς εμπεριέχουν έννοιες από πολλές επιστήμες κάποιες από τις οποίες είναι αφηρημένες και συνεπώς δυσνόητες όχι μόνο από τα παιδιά αλλά και από τους ενήλικες. Μια επιπλέον δυσκολία προκύπτει από το γεγονός ότι οι παράγοντες που εμπλέκονται στη διαμόρφωσή τους, όπως ήδη έχει αναφερθεί στο Κεφάλαιο 1, είναι πολλοί και δεν είναι ακόμη απόλυτα γνωστό πώς αλληλεπιδρούν μεταξύ τους.

Όπως διαπιστώθηκε από τη βιβλιογραφική διερεύνηση που παρατίθεται στο Κεφάλαιο 3, οι έρευνες σχετικά με τις αντιλήψεις τόσο των παιδιών όσο και των ενηλίκων για τα θέματα αυτά είναι σχετικά περιορισμένες, αλλά από αυτές που υπάρχουν προκύπτει ότι τα παιδιά συναντούν δυσκολίες στην κατανόησή τους και έχουν πολλές λανθασμένες απόψεις γι αυτά.

Από τη διερεύνηση των σχολικών εγχειριδίων των δυο βαθμίδων της εκπαίδευσης (Κεφάλαιο 2), διαπιστώθηκε ότι η διδασκαλία των θεμάτων αυτών γίνεται αποσπασματικά στα επιμέρους μαθήματα των Φ.Ε., η παρουσίασή τους μέσα από τα σχολικά εγχειρίδια είναι ελλιπής και σε κάποιες περιπτώσεις ασαφής, ενώ κάποια θέματα δεν διδάσκονται σε καμιά βαθμίδα της εκπαίδευσης όπως π.χ. οι κλιματικές αλλαγές. Όπως επίσης διαπιστώθηκε από τη διερεύνηση αυτή των σχολικών εγχειριδίων, η διδασκαλία κάποιων θεμάτων προηγείται της διδασκαλίας των εννοιών που εμπλέκονται σ' αυτά, όπως π.χ. η μεταβολή της ατμοσφαιρικής πίεσης συναρτήσει του ύψους στην ατμόσφαιρα, θέμα που διδάσκεται στο μάθημα της Γεωγραφίας της Ε Δημοτικού πριν ακόμη διδαχθεί η έννοια της ατμοσφαιρικής πίεσης στο μάθημα της Φυσικής.

Όσον αφορά στις διδακτικές προσεγγίσεις, οι προτεινόμενες δραστηριότητες μέσα από τα διδακτικά εγχειρίδια, που αφορούν στην εμπλοκή των παιδιών, είναι

πολύ περιορισμένες για το Δημοτικό και σχεδόν ανύπαρκτες για τις δυο βαθμίδες της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω οι υποθέσεις και οι στόχοι της έρευνας διαμορφώνονται ως εξής:

### **Υποθέσεις**

- 1) Τα παιδιά όλων των ηλικιών πριν από τη συμμετοχή τους στην έρευνα, έχουν διαμορφώσει απόψεις για θέματα σχετικά με την ατμόσφαιρα, την κίνηση των αερίων μέσα σ' αυτή, τον καιρό, το κλίμα και τις κλιματικές αλλαγές.
- 2) Τα παιδιά όλων των ηλικιών δυσκολεύονται να κατανοήσουν βασικές έννοιες και να ερμηνεύσουν φαινόμενα που υπεισέρχονται στη μελέτη των παραπάνω θεμάτων και συνεπώς θα έχουν λανθασμένες απόψεις γι αυτά.
- 3) Οι απόψεις τους για τα θέματα αυτά θα διαφοροποιούνται ηλικιακά και αναμένεται ότι οι απόφοιτοι του Λυκείου θα έχουν καλύτερη κατανόηση γι αυτά καθώς έχουν επανειλημένα διδαχθεί για τα θέματα αυτά στο σχολείο.

### **Στόχοι**

- 1) Να διερευνηθεί η κατανόηση που έχουν τα παιδιά για θέματα σχετικά με την ατμόσφαιρα, την κίνηση των αερίων μέσα σ' αυτήν, τον καιρό, το κλίμα και τις κλιματικές αλλαγές.
- 2) Να εντοπιστούν οι διαφορές στην κατανόηση των θεμάτων αυτών καθώς εξελίσσεται η διδασκαλία στο σχολείο.
- 3) Να διαπιστωθούν οι παράγοντες που συμβάλλουν στη διαμόρφωση των απόψεών τους.

## **5.2 ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΑΙ ΔΕΙΓΜΑ**

### **5.2.1 Η επιλογή του ερευνητικού εργαλείου**

Προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι της έρευνας κρίθηκε σκόπιμο η συλλογή των ερευνητικών δεδομένων να γίνει με ημιδομημένες ατομικές συνεντεύξεις, καθώς η μέθοδος αυτή παρέχει τη δυνατότητα να προσεγγισθούν οι απόψεις των ερωτώμενων σε βάθος. Το βασικότερο πλεονέκτημα της μεθόδου αυτής, που την καθιστά κατάλληλη για εκπαιδευτική έρευνα, αποτελεί το γεγονός ότι δίνει τη

δυνατότητα στον ερευνητή/τρια να συλλέξει πληροφορίες που δεν θα μπορούσαν να συλλεχθούν με άλλες μεθόδους. Μπορεί άλλες μέθοδοι, όπως τα ερωτηματολόγια κλειστού ή ανοικτού τύπου, να παρέχουν στον ερευνητή τη δυνατότητα να χρησιμοποιεί μεγάλο δείγμα ερωτώμενων για κάποιο ειδικό θέμα και η επεξεργασία των δεδομένων να είναι ευκολότερη. Μόνο όμως με τη μέθοδο των ατομικών ημιδομημένων συνεντεύξεων καθίσταται δυνατή η διερεύνηση του θέματος σε βάθος (Glesne and Peshkin 1992, Merriam 1998, Tierney and Dilley 2002). Η τεχνική εξάλλου της μεθόδου αυτής όπως υποστηρίζουν πολλοί ερευνητές είναι κατάλληλη για παιδιά όλων των ηλικιών (Davies 1989, Eckert 1989). Σύμφωνα με τις Eder and Fingerson (2002), με τις συνεντεύξεις δίνεται η ευκαιρία στα παιδιά να εκφράσουν τις δικές τους σκέψεις για θέματα της καθημερινής τους ζωής που τα αφορούν και επιπλέον μπορεί να διερευνηθούν οι επιδράσεις που δέχονται από μηνύματα που τους δίνονται από περιοδικά, από την τηλεόραση, από βιβλία, ακόμη και από κινηματογραφικές ταινίες και κόμικς και τα οποία συμβάλλουν στη διαμόρφωση των απόψεών τους για διάφορα θέματα.

Τη μέθοδο αυτή προτιμούν πολλοί ερευνητές που ασχολούνται με τη διερεύνηση αντιλήψεων για θέματα των Φ.Ε., καθώς όπως επισημαίνει ο Warren (2002), παρέχει τη δυνατότητα διερεύνησης σε βάθος των ερμηνειών που δίνουν τα άτομα που συμμετέχουν στην έρευνα. Σύμφωνα με τους Brody *et al.* (1989) μέσω της συνέντευξης μπορούν να διερευνηθούν οι απόψεις των παιδιών για έννοιες σχετικές με τα φαινόμενα που διερευνώνται και που ήδη υπάρχουν στις γνωστικές δομές των μαθητών, ενώ παράλληλα εντοπίζονται οι ελλείψεις τους στη κατανόηση εννοιών και φαινομένων.

Συμπερασματικά, τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα της συλλογής των δεδομένων με συνεντεύξεις έναντι των άλλων μεθόδων (π.χ. ερωτηματολόγια κλειστού ή ανοικτού τύπου) μπορούν να συνοψισθούν στα εξής: α) η διερεύνηση σε βάθος και η συλλογή ποιοτικών δεδομένων για κάποιο συγκεκριμένο θέμα β) η προσωπική επαφή ερευνητή-ατόμου που εξετάζεται και η αλληλεπίδρασή τους γ) η δυνατότητα διερεύνησης ενός θέματος από πολλές σκοπιές με την υποβολή διευκρινιστικών ερωτήσεων δ) η μείωση στο ελάχιστο της πιθανότητας τυχαίων απαντήσεων ε) η μεγαλύτερη δυνατή ανταπόκριση των ερωτώμενων στ) η πρόοδος της έρευνας προχωρά με τον ρυθμό που κρίνει κατάλληλο ο ερευνητής.

Εκτός όμως από τα πλεονεκτήματα που έχει η συλλογή δεδομένων με συνεντεύξεις υπάρχουν και κάποιες αδυναμίες όπως: α) ο όγκος των δεδομένων που

συλλέγονται είναι αρκετά μεγάλος και η επεξεργασία τους είναι δύσκολη β) είναι χρονοβόρα διαδικασία για τον ερευνητή γιατί απαιτείται η προσωπική επαφή του με καθένα από τα άτομα που συμμετέχουν στην έρευνα γ) το δείγμα δεν μπορεί να είναι πολύ μεγάλο δ) η κωδικοποίηση των δεδομένων είναι αρκετά δύσκολη και έχει ως κάποιο βαθμό «υποκειμενικό» χαρακτήρα καθώς γίνεται με παρέμβαση του ερευνητή.

Κάποιες από τις δυσκολίες που παρουσιάζει η μεθοδολογία των συνεντεύξεων αίρονται με την χρησιμοποίηση ημιδομημένου ερωτηματολογίου- πορεία που εξασφαλίζει τα πλεονεκτήματα της συνέντευξης αλλά εμπεριέχει ταυτόχρονα και κάποια χαρακτηριστικά της έρευνας με ερωτηματολόγια- αφού γίνεται εκ των προτέρων μια αρχική κωδικοποίηση των ερωτήσεων. Με την μέθοδο των ημιδομημένων συνεντεύξεων δίνεται η δυνατότητα στον ερευνητή να διερευνήσει τις αντιλήψεις του εξεταζόμενου σε όποιο βάθος κρίνει εκείνος σκόπιμο, υποβάλλοντας περισσότερες από τις προσχεδιασμένες ερωτήσεις.

Επειδή συχνά οι ερωτήσεις που σχεδιάστηκαν μπορεί να μην είναι οι καταλληλότερες για το δείγμα στο οποίο απευθύνονται ή ακόμη μπορεί να προκύψουν αναπάντεχες απαντήσεις οι οποίες πολλές φορές οδηγούν τον ερευνητή στην αναθεώρηση και επαναδιατύπωση κάποιων από τις υποθέσεις της έρευνας, γι αυτό σε πολλές έρευνες προηγείται της διαμόρφωσης του τελικού ερωτηματολογίου πιλοτική έρευνα.

Έχοντας υπόψη τα παραπάνω πιλοτική έρευνα πραγματοποιήθηκε και στο πλαίσιο της έρευνας που παρουσιάζεται σ' αυτή τη διατριβή και συγκεκριμένα στη πρώτη φάση της. Στην πιλοτική αυτή έρευνα συμμετείχε μικρό αλλά αντιπροσωπευτικό δείγμα παιδιών. Συγκεκριμένα το δείγμα απετέλεσαν 13 παιδιά από 12-18 ετών εκ των οποίων:

3 μαθητές της ΣΤ τάξης του Δημοτικού,

2 μαθητές της Α Γυμνασίου,

2 μαθητές της Β Γυμνασίου,

3 της Γ Γυμνασίου και

3 απόφοιτοι Λυκείου

Η συλλογή των δεδομένων έγινε με την μέθοδο των ημιδομημένων ατομικών συνεντεύξεων.

Τα αποτελέσματα της πιλοτικής αυτής έρευνας συνοψίζονται στα εξής:

- Τα παιδιά ανεξάρτητα από την ηλικία τους γνωρίζουν ότι υπάρχει διαστρωμάτωση της ατμόσφαιρας αλλά η ικανότητά τους να κατονομάσουν τα στρώματα της ατμόσφαιρας είναι αντιστρόφως ανάλογη με την ηλικία τους.
- Οι απόψεις τους για τα κριτήρια διαχωρισμού της ατμόσφαιρας σε στρώματα είναι επηρεασμένες από κάποια συγκεκριμένα χαρακτηριστικά της τροπόσφαιρας που τα γενικεύουν για όλα τα υπόλοιπα στρώματα της ατμόσφαιρας.
- Στις απόψεις τους σχετικά με τη διαπερατότητα των στρωμάτων διαπιστώθηκε μια ωφελμιστική για τον άνθρωπο θεώρηση καθώς, ανεξαρτήτως ηλικίας, θεωρούν ότι το οξυγόνο που είναι χρήσιμο για τη ζωή δεν διαπερνά τα στρώματα της ατμόσφαιρας.
- Δεν έχουν σαφή αντίληψη για την έννοια της ρύπανσης και την προσδιορίζουν από τις συνέπειές της ή την βλέπουν να επιδρά στα συστατικά της ατμόσφαιρας και να τα «μολύνει».
- Ως ρυπαντές της ατμόσφαιρας τα παιδιά ανεξαρτήτως ηλικίας θεωρούν τα καυσαέρια και τους καπνούς που παράγονται από τα εργοστάσια, τα αυτοκίνητα και γενικά τα αέρια που παράγονται κατά την διαδικασία παραγωγής ενέργειας, ενώ ως μοναδικό συστατικό των αερίων που παράγονται από τα εργοστάσια και τα αυτοκίνητα τα παιδιά στην πλειοψηφία τους θεωρούν το CO<sub>2</sub>.
- Όλα τα παιδιά ανεξαρτήτως ηλικίας γνωρίζουν ότι τα αέρια βρίσκονται σε διαρκή κίνηση και ότι η κίνηση αυτή γίνεται προς όλες τις κατευθύνσεις, κίνηση όμως που την αποδίδουν στον άνεμο.
- Στις απόψεις τους για το τι είναι ο άνεμος στην πλειονότητά τους θεωρούν ότι ο άνεμος είναι κάτι διαφορετικό από κίνηση αερίων μαζών και ότι αυτός είναι η αιτία που προκαλεί την κίνηση των αερίων.
- Διαπιστώθηκαν λανθασμένες απόψεις για έννοιες από το πεδίο των Φ.Ε. Για παράδειγμα συγχέουν την έννοια της δύναμης με αυτή της πίεσης και δικαιολογούν την δημιουργία του ανέμου μιλώντας για ελκτική δύναμη ή για δύναμη που προέρχεται από την θερμότητα.
- Διαπιστώθηκε ακόμη ότι στην πλειοψηφία τους τα παιδιά, ανεξαρτήτως ηλικίας κατά τον σχεδιασμό της κίνησης των αερίων μαζών μεταξύ μιας πόλης και της γειτονικής της υπαίθρου αγνοούν την κυκλική τους πορεία και ερμηνεύουν την κίνηση αυτή υπό το πρίσμα μιας ωφελμιστικής για τον άνθρωπο θεώρησης.

Θεωρούν δηλ. ότι η κίνηση αυτή γίνεται για να «καθαρίσει η πόλη από τους ρυπαντές» όπως χαρακτηριστικά αναφέρουν.

### 5.2.2 Το ερευνητικό εργαλείο

Για την συλλογή των δεδομένων όπως προαναφέρθηκε χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος των ημιδομημένων ατομικών συνεντεύξεων. Οι προσχεδιασμένες ερωτήσεις ήταν ίδιες θεματικά για όλα τα παιδιά αλλά κατάλληλα προσαρμοσμένες γλωσσικά ώστε να είναι κατανοητές από τα παιδιά διαφορετικών ηλικιών. Είναι αυτονόητο ότι κατά την διάρκεια των συνεντεύξεων και προκειμένου να διερευνηθεί σε βάθος η σκέψη των παιδιών υποβλήθηκαν και πρόσθετες ερωτήσεις, προσαρμοσμένες στις εκάστοτε απαντήσεις που έδιναν.

Η διαμόρφωση των βασικών ερωτήσεων του ερωτηματολογίου που χρησιμοποιήθηκε για την συλλογή των δεδομένων, στηρίχθηκε όπως προαναφέρθηκε στα αποτελέσματα σχετικών ερευνών από τη διεθνή βιβλιογραφία αλλά και στα αποτελέσματα της πιλοτικής μας έρευνας.

Οι ερωτήσεις που υποβλήθηκαν στα παιδιά επιμερίζονται θεματικά σε τέσσερις ενότητες όπως φαίνεται στο Παράρτημα 1. Η πρώτη ενότητα των ερωτήσεων αφορά στον εντοπισμό των αντιλήψεων των παιδιών για θέματα σχετικά με την ατμόσφαιρα (τη δομή και τα χαρακτηριστικά της), η δεύτερη για την κίνηση των αερίων μέσα στην ατμόσφαιρα, η τρίτη ενότητα για τον καιρό και το κλίμα και τέλος η τέταρτη για τις κλιματικές αλλαγές.

Γνωρίζοντας από τη διερεύνηση των σχολικών εγχειριδίων ότι κάποια από τα θέματα αυτά διδάσκονται στο σχολείο σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης στα επί μέρους μαθήματα των Φ.Ε., η έρευνα διεξήχθη το δεύτερο εξάμηνο του σχολικού έτους και αφού τα παιδιά είχαν διδαχθεί για τα θέματα αυτά στο σχολείο στο προηγούμενο εξάμηνο ή σε προηγούμενες τάξεις.

Οι ατομικές συνεντεύξεις διεξήχθησαν από την ερευνήτρια σε αίθουσα διδασκαλίας του αντίστοιχου για κάθε ηλικία, χώρου εργασίας των παιδιών δηλαδή για τα παιδιά του Δημοτικού στο 5<sup>ο</sup> Δημοτικό σχολείο Βόλου, για τα παιδιά του Γυμνασίου στο 5<sup>ο</sup> Γυμνάσιο Βόλου και για τους αποφοίτους του Λυκείου στο Π.Τ.Δ.Ε του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Η συμμετοχή τους ήταν εθελοντική και οι

συνεντεύξεις μαγνητοσκοπήθηκαν με την έγκριση τους. Κάθε ατομική συνέντευξη ήταν διάρκειας 45 περίπου λεπτών με αποκλίσεις σε κάποιες περιπτώσεις που είχαν σχέση με τους βιορυθμούς των ερωτώμενων και με το πλήθος των πρόσθετων, διευκρινιστικών ερωτήσεων που τέθηκαν.

Οι συνεντεύξεις των παιδιών απομαγνητοφωνήθηκαν και η επεξεργασία των δεδομένων που προέκυψαν απ' αυτές έγινε με τη βοήθεια του προγράμματος ποιοτικής ανάλυσης δεδομένων MaxQDA.

### **5.2.3 Το δείγμα**

Στο πρώτο αυτό στάδιο της έρευνας συμμετείχαν 75 παιδιά ηλικίας 12 έως 18 ετών από τα οποία :

25 μαθητές της ΣΤ τάξης του Δημοτικού σχολείου (12 ετών περίπου)

25 μαθητές της Γ Γυμνασίου (15 ετών περίπου) και

25 απόφοιτοι Λυκείου όλων των κατευθύνσεων (18 ετών, πρωτοετείς φοιτητές στο α εξάμηνο του Παιδαγωγικού τμήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας)

Οι μαθητές του Δημοτικού και του Γυμνασίου φοιτούσαν σε κεντρικά σχολεία του πολεοδομικού συγκροτήματος του Βόλου. Για την επιλογή των παιδιών που αποτέλεσαν το δείγμα, δεν ελήφθη υπόψη η επίδοσή τους στα μαθήματα ούτε το φύλο, αν και ήταν περίπου ίσος ο αριθμός αγοριών και κοριτσιών ανά ηλικία.



## **B' ΜΕΡΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ**

ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΑΙ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ ΓΙΑ ΘΕΜΑΤΑ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ, ΚΑΙΡΟΥ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΟΣ ΣΕ ΜΑΘΗΤΕΣ ΤΗΣ Α ΤΑΞΗΣ ΤΟΥ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

### **5.3 ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ- ΣΤΟΧΟΙ**

Όπως προαναφέρθηκε, το δεύτερο στάδιο της έρευνας αφορά στην οργάνωση και πραγματοποίηση διδακτικών παρεμβάσεων για κάποια από τα θέματα, για τα οποία διερευνήθηκαν οι αντιλήψεις των παιδιών στο πρώτο μέρος της έρευνας και συγκεκριμένα για την ατμόσφαιρα, για τη κίνηση των αερίων μέσα σ' αυτή, για τους ανέμους, για τον καιρό και για το κλίμα.

Η επιλογή των θεμάτων αυτών έγινε καθώς διαπιστώθηκε ότι τα παιδιά στην πλειοψηφία τους ανεξαρτήτως ηλικίας, έχουν περιορισμένες γνώσεις για τη σύσταση και τα χαρακτηριστικά των στρωμάτων της ατμόσφαιρας, δυσκολεύονται να ερμηνεύσουν τη κίνηση των αερίων στην ατμόσφαιρα και τους μηχανισμούς δημιουργίας των ανέμων, δυσκολεύονται να προσδιορίσουν τις παραμέτρους του καιρού και του κλίματος και συγχέουν τις δυο αυτές έννοιες ως προς τον χρονικό προσδιορισμό τους και αγνοούν τον στατιστικό χαρακτήρα του κλίματος.

Όπως διαπιστώθηκε στο πρώτο μέρος της έρευνας οι δυσκολίες αυτές που συναντούν τα παιδιά στην κατανόηση των παραπάνω θεμάτων οφείλονται α) στον ισχύοντα δασκαλοκεντρικό τρόπο διδασκαλίας, β) στην απουσία ή τη περιορισμένη συμμετοχή των παιδιών σε δραστηριότητες κατά τη διδασκαλία γ) στον ελλιπή και σε πολλές περιπτώσεις ασαφή τρόπο παρουσίασης των θεμάτων αυτών στα σχολικά εγχειρίδια, τα οποία αποτελούν το σημαντικότερο και πολλές φορές το μοναδικό μέσο διδασκαλίας, δ) στο γεγονός ότι τα θέματα αυτά, που από τη φύση τους είναι διαθεματικά, δεν προσεγγίζονται μ' αυτό το τρόπο στο σχολείο αλλά η διδασκαλία τους αποτελεί αντικείμενο ενός μόνο μαθήματος, της Γεωγραφίας και σταματά στο τέλος της βασικής εκπαίδευσης, ε) στη δυσκολία επιλογής κατάλληλων δραστηριοτήτων για τη διδασκαλία κάποιων από τα θέματα αυτά λόγω του ότι είναι αφηρημένα όπως π.χ. τα θέματα που αφορούν στα ανώτερα στρώματα της

ατμόσφαιρας, τη διδασκαλία πολύπλοκων φαινομένων ρύπανσης ή θεμάτων της Μετεωρολογίας.

Από τα παραπάνω διαμορφώνονται οι στόχοι και οι υποθέσεις του σταδίου αυτού της έρευνας.

### **Υποθέσεις**

Από τις διαπιστώσεις που προέκυψαν από το πρώτο μέρος της έρευνας, ότι δηλαδή τα παιδιά όλων των ηλικιών δυσκολεύονται να κατανοήσουν έννοιες και να ερμηνεύσουν φαινόμενα σχετικά με τα θέματα που προαναφέρθηκαν, υποθέτουμε ότι:

- 1) Τα συγκεκριμένα παιδιά, που αποτέλεσαν το δείγμα του δεύτερου σταδίου της έρευνας, θα έχουν απόψεις που διέπονται από αντίστοιχες παρανοήσεις/λανθασμένες αντιλήψεις και θα συναντούν και αυτά δυσκολίες στην ερμηνεία κάποιων φαινομένων.
- 2) Ότι η εφαρμογή ενός προγράμματος βασισμένου στην επικοινωνιακή θεωρία για τη μάθηση, που διεξάγεται σ' ένα συνεργατικό περιβάλλον, όπου τα παιδιά εμπλέκονται σε δραστηριότητες μέσα και έξω από τη τάξη, οδηγεί σε καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα από την κλασική μέθοδο διδασκαλίας που ακολουθείται στο σχολείο.
- 3) Ότι η επιλογή κατάλληλων διδακτικών εργαλείων, προσαρμοσμένων στις ιδιαιτερότητες του κάθε θέματος, που να μπορεί όμως να χρησιμοποιηθεί στις υπάρχουσες συνθήκες του σχολείου όσον αφορά το ωρολόγιο και αναλυτικό πρόγραμμα καθώς και τα διαθέσιμα μέσα, θα οδηγήσει σε καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα.

### **Στόχοι**

Οι βασικοί στόχοι του δεύτερου σταδίου της έρευνας είναι οι εξής:

- 1) Η διερεύνηση των αρχικών απόψεων των παιδιών που συμμετείχαν στο δεύτερο στάδιο της έρευνας για τα θέματα που επρόκειτο να διδαχθούν ώστε να ληφθούν υπόψη στη διδασκαλία
- 2) Η αξιολόγηση των διδακτικών μεθόδων που ακολουθήθηκαν στις διδακτικές παρεμβάσεις ως προς την καταλληλότητα της καθεμιάς για τη διδασκαλία του θέματος για το οποίο χρησιμοποιήθηκε, με βάση τα μαθησιακά αποτελέσματα

που προέκυψαν από την εφαρμογή του προγράμματος των διδακτικών παρεμβάσεων.

## 5.4 ΜΕΘΟΔΟΣ- ΔΕΙΓΜΑ

### 5.4.1 Η οργάνωση των διδακτικών παρεμβάσεων

Όπως ήδη έχει αναφερθεί, ο κοινωνικός εποικοδομητισμός αποτέλεσε το θεωρητικό πλαίσιο για τον σχεδιασμό και την εφαρμογή των διδακτικών παρεμβάσεων. Τα παιδιά δούλεψαν σε ομάδες τόσο στις δραστηριότητες που έγιναν μέσα στην τάξη όσο και σ' αυτές που έγιναν έξω.

Οι δραστηριότητες που έγιναν μέσα στην τάξη περιελάμβαναν:

- Πειραματικές δραστηριότητες
- Τη συλλογή δεδομένων από το διαδίκτυο
- Τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων που είτε δόθηκαν στα παιδιά ως πληροφορίες, είτε συγκεντρώθηκαν από τα ίδια από μετρήσεις ή από το διαδίκτυο.

Οι δραστηριότητες που έγιναν έξω από την τάξη αφορούσαν:

- Τη συλλογή δεδομένων για τον καιρό με μετρήσεις-παρατηρήσεις των παραμέτρων του.

Οι ομάδες των παιδιών ήταν ολιγομελείς και παρέμειναν σταθερές σε όλη τη διάρκεια των διδακτικών παρεμβάσεων είτε αυτές έγιναν μέσα στην τάξη είτε έξω. Οι ομάδες αυτές δεν συγκροτήθηκαν με κάποιο ιδιαίτερο κριτήριο, δηλαδή δεν λήφθηκε υπόψη η επίδοσή των παιδιών στα μαθήματα, η εθνικότητά τους και το φύλο, αλλά η κάθε ομάδα σχηματίστηκε από τα τέσσερα παιδιά που κάθονταν σε διαδοχικά θρανία. Για την εργασία μέσα στην τάξη ενώθηκαν ανά δυο τα διαδοχικά θρανία και οι μαθητές/ριες που κάθονταν σ' αυτά αποτέλεσαν μια ομάδα. Τελικά συγκροτήθηκαν 3 ομάδες των τεσσάρων παιδιών και 2 ομάδες των πέντε.

Πριν από κάθε δραστηριότητα τονίζονταν στα παιδιά ότι θα έπρεπε να συνεργάζονται, να συζητούν και να ανταλλάσσουν τις απόψεις τους κατά τη πραγματοποίηση των δραστηριοτήτων. Αυτός ο τρόπος εργασίας προβάλλονταν βέβαια και μέσα από το περιεχόμενο των φυλλαδίων εργασίας.

Τα φυλλάδια εργασίας, όπως αυτά παρουσιάζονται στο Παράρτημα 2 της παρούσας διατριβής, δόθηκαν σε κάθε παιδί ώστε αυτό να έχει την ευκαιρία να καταγράψει προσωπικά τις παρατηρήσεις και τα συμπεράσματά του, στα οποία κατέληγε μετά από την πραγματοποίηση των δραστηριοτήτων, τις συζητήσεις με τα παιδιά της ομάδας του, αλλά και μεταξύ των παιδιών όλης της τάξης και μεταξύ των παιδιών και του εκπαιδευτικού. Μόνο στη περίπτωση της στατιστικής επεξεργασίας των δεδομένων του καιρού και με τις δυο μεθόδους που ακολουθήθηκαν αποφασίστηκε το φυλλάδιο εργασίας να είναι ένα για κάθε ομάδα.

Τα συμπληρωμένα φυλλάδια εργασίας των παιδιών χρησιμοποιήθηκαν για την ουσιαστικότερη παρακολούθηση της μαθησιακής εξέλιξης του κάθε παιδιού καθώς και για την αξιολόγηση των ίδιων των διδακτικών παρεμβάσεων.

#### **5.4.2 Η επιλογή των διδακτικών εργαλείων**

Προκειμένου να επιτευχθεί ο βασικός στόχος του σταδίου αυτού της έρευνας, δηλαδή οι διδακτικές παρεμβάσεις να οδηγήσουν στα καλύτερα δυνατά μαθησιακά αποτελέσματα, χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικά διδακτικά εργαλεία, κατάλληλα για τη διδασκαλία καθεμιάς από τις επιμέρους θεματικές ενότητες. Τα διδακτικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν είναι:

- Πειραματικές δραστηριότητες
- Δραστηριότητες στατιστικής επεξεργασίας δεδομένων, σχεδιασμός γραφικών παραστάσεων και στατιστικές πίτες
- Δραστηριότητες συλλογής πληροφοριών με μετρήσεις των παραμέτρων του καιρού
- Χρήση του Η/Υ τόσο για τη συλλογή πληροφοριών από το διαδίκτυο όσο και για τη στατιστική επεξεργασία δεδομένων με το στατιστικό πρόγραμμα excel του υπολογιστή.

Η επιλογή των πειραματικών δραστηριοτήτων έγινε γιατί αυτές εμπλέκουν τα παιδιά στη διαδικασία διδασκαλίας –μάθησης, τα αποτελέσματά τους είναι άμεσα αντιληπτά με τις αισθήσεις, αποτελούν οικείο τρόπο διδασκαλίας για τα παιδιά, συμβάλλουν στην ανάπτυξη δεξιοτήτων και βοηθούν στην ανταλλαγή ιδεών και στην ανάπτυξη της συνεργασίας μεταξύ τους.

Η εφαρμογή όμως των πειραματικών δραστηριοτήτων ως εκπαιδευτικά εργαλεία, περιορίζεται στη διδασκαλία κάποιων μόνο θεμάτων, καθώς οι πειραματικές διαδικασίες δεν είναι δυνατό να εφαρμοστούν στη διδασκαλία αφηρημένων εννοιών ή θεμάτων που δεν υποπίπτουν άμεσα στις αισθήσεις μας όπως π.χ για τα θέματα που αφορούν στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας, η διδασκαλία των οποίων αποτελεί ένα από τα θέματα του σταδίου αυτού της έρευνας.

Ο σχεδιασμός γραφικών παραστάσεων, οι στατιστικές πίτες καθώς και η στατιστική επεξεργασία δεδομένων, που είτε δίνονται ως πληροφορίες στα παιδιά είτε συλλέγονται από τα ίδια, κρίθηκαν ως τα καταλληλότερα διδακτικά εργαλεία για τη διδασκαλία κάποιων θεμάτων όπως π.χ. η διαστρωμάτωση της ατμόσφαιρας, η σύσταση και τα χαρακτηριστικά όλων των στρωμάτων της καθώς και για τη διδασκαλία του κλίματος. Η επιλογή αυτή έγινε γιατί η στατιστική επεξεργασία δεδομένων, αποτελεί βασικό εργαλείο μελέτης Μετεωρολογικών θεμάτων. Σύμφωνα μάλιστα με τον Thompson (1984), τα θέματα της Μετεωρολογίας αποτελούν «όχημα/βάση» για τη διδασκαλία των μαθηματικών αλλά και άλλων επιστημών (όπως π.χ. της Φυσικής, της Χημείας, της Βιολογίας, της Φυσικής Γεωγραφίας, της επιστήμης των Η/Υ, των Οικονομικών κ.α.) τόσο στη πρωτοβάθμια όσο και στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση.

Η συλλογή πληροφοριών μέσω της εμπλοκής των παιδιών σε δραστηριότητες έξω από την τάξη, αποτελεί ένα ακόμη χαρακτηριστικό εργαλείο που χρησιμοποιείται στη μελέτη θεμάτων που αφορούν στη Μετεωρολογία, όπως π.χ. στη μελέτη των παραμέτρων του καιρού και του κλίματος. Η εφαρμογή της μεθόδου αυτής σε μαθητές όλων των ηλικιών για τη διδασκαλία αντίστοιχων θεμάτων έδειξε ότι έχει όχι μόνο καλά μαθησιακά αποτελέσματα αλλά προκαλεί ταυτόχρονα το ενδιαφέρον και την ουσιαστική συμμετοχή των μαθητών (π.χ. Dirmhirn 1984, Green 1984, Bowman 1984, Pruneau 2003 κ.α.) και επιπλέον δίνει τη δυνατότητα στα παιδιά να εμπλακούν σε διαδικασία επιστημονικής έρευνας.

Ένα άλλο διδακτικό εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε ήταν η χρήση του υπολογιστή τόσο για τη συλλογή πληροφοριών από το διαδίκτυο όσο και για τη στατιστική επεξεργασία δεδομένων. Η επιλογή αυτή έγινε γιατί ο υπολογιστής ως εκπαιδευτικό εργαλείο μάθησης βρίσκει πολλές εφαρμογές τα τελευταία χρόνια. Με τη χρήση του είναι δυνατόν να πραγματοποιηθούν σύγχρονες εποικοδομητικού τύπου συνεργατικές μέθοδοι μάθησης για όλα τα θέματα της εκπαίδευσης. Ειδικότερα με τη χρήση του διαδικτύου ως μέσου επικοινωνίας ή ως διαμεσολαβητή της μαθησιακής

διδασκαλίας σύμφωνα με τους Ράπτη και Ράπτη (2004) και Δημητρακοπούλου (1999), ανοίγονται νέοι δρόμοι στη διδακτική πρακτική καθώς προσφέρεται η δυνατότητα ανταλλαγής πληροφοριών, συμμετοχής σε ομάδες συζήτησης με ασύγχρονη (ηλεκτρονικό ταχυδρομείο) ή συγχρονική επικοινωνία (on line chat), ανάπτυξης συνεργατικών δραστηριοτήτων κ.α. Σημαντικός είναι ο ρόλος του διαδικτύου στην υποστήριξη της μάθησης με παροχή πληροφοριακού υλικού το οποίο μπορεί να αποτελέσει βάση για την εφαρμογή δραστηριοτήτων που συμβάλλουν στη μάθηση των θεμάτων με τα οποία σχετίζονται (Σολομωνίδου 2001, Κορδάκη και Χούστης 2001, Fishman and D'Amico 1994). Ειδικότερα για τη διδασκαλία θεμάτων από τη Μετεωρολογία η χρήση του ηλεκτρονικού υπολογιστή με κατάλληλα προγράμματα επεξεργασίας δεδομένων αποτελεί σύμφωνα με πολλούς Μετεωρολόγους (π.χ Duncan 1984, Thompson 1984 κ.α.) το καταλληλότερο εκπαιδευτικό εργαλείο. Με την άποψη αυτή συμφωνούν και ερευνητές στον τομέα της εκπαίδευσης, όπως π.χ. Vekiri I. (2001) και Ράπτης και Ράπτη (2004). Οι τελευταίοι μάλιστα προτείνουν τη χρήση του προγράμματος Excel για τη στατιστική επεξεργασία δεδομένων για τη θερμοκρασία, που θα έχουν συγκεντρώσει τα ίδια τα παιδιά και θα έχουν αποθηκεύσει σε βάση δεδομένων στον υπολογιστή.

Τα διδακτικά εργαλεία και η εφαρμογή τους στις διδακτικές παρεμβάσεις των επιμέρους θεμάτων παρουσιάζονται και συζητούνται αναλυτικότερα στη παράγραφο που ακολουθεί.

### **5.4.3 Τα διδακτικά εργαλεία και η εφαρμογή τους**

Η διδασκαλία των θεμάτων που επελέγησαν πραγματοποιήθηκε με τέσσερις διδακτικές παρεμβάσεις, μια ανά θεματική ενότητα. Η πρώτη διδακτική παρέμβαση αφορούσε στη διδασκαλία θεμάτων σχετικά με την ατμόσφαιρα (δομή, σύσταση και χαρακτηριστικά των στρωμάτων της), η δεύτερη στην κίνηση των αερίων στην ατμόσφαιρα και τους ανέμους, η τρίτη στον καιρό και τις παραμέτρους του και η τέταρτη στο κλίμα.

Στο γενικό πλαίσιο του σχολικού προγράμματος τα θέματα αυτά διδάσκονται στο μάθημα της Γεωγραφίας της Α τάξης του Γυμνασίου, τάξη στην οποία εφαρμόστηκαν οι εν λόγω διδακτικές παρεμβάσεις.

Για τη διδασκαλία των θεμάτων αυτών όπως ήδη έχει αναφερθεί, χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικές μέθοδοι στο γενικό πλαίσιο της συνεργατικής μάθησης. Βασικός λόγος για την επιλογή της ποικιλίας αυτής των διδακτικών εργαλείων ήταν οι δυσκολίες που παρουσιάζονται για τη διδασκαλία όλων αυτών των θεμάτων, καθώς κάποια από αυτά εμπεριέχουν αφηρημένες έννοιες.

Οι μέθοδοι διδασκαλίας και το χρονοδιάγραμμα της εφαρμογής τους παρουσιάζονται στη συνέχεια κατά θεματική ενότητα.

#### *5.4.3.1 Η διδακτική παρέμβαση για θέματα σχετικά με την ατμόσφαιρα (τη δομή της και τα χαρακτηριστικά των στρωμάτων της)*

Η διδακτική παρέμβαση για τα θέματα που αφορούν την ατμόσφαιρα πραγματοποιήθηκε σε 2 διδακτικές ώρες (μια επιπλέον της προβλεπόμενης από το αναλυτικό πρόγραμμα) και για την πραγματοποίησή της χρησιμοποιήθηκαν δυο μέθοδοι διδασκαλίας.

Η πρώτη μέθοδος αποσκοπούσε στη πειραματική διαπίστωση κάποιων από τα συστατικά της τροπόσφαιρας, συγκεκριμένα του οξυγόνου, του διοξειδίου του άνθρακα και των υδρατμών, η διαπίστωση των οποίων ήταν δυνατή με τα μέσα που ήταν διαθέσιμα στο σχολείο.

Η δεύτερη αφορούσε στη στατιστική επεξεργασία δεδομένων για καθένα από τα στρώματα της ατμόσφαιρας που δόθηκαν ως πληροφορίες στα παιδιά (Παράρτημα 2). Ζητήθηκε δηλαδή από τα παιδιά, χρησιμοποιώντας τις κατάλληλες κάθε φορά πληροφορίες από αυτές που τους δόθηκαν για όλα τα στρώματα της ατμόσφαιρας, να σχεδιάσουν: α) στατιστικές πίτες με τα συστατικά του ατμοσφαιρικού αέρα και β) δυο γραφικές παραστάσεις, μια για τις μεταβολές της θερμοκρασίας συναρτήσει του ύψους και μια δεύτερη για τη μεταβολή της ατμοσφαιρικής πίεσης συναρτήσει του ύψους στην ατμόσφαιρα (Παράρτημα 2). Η μέθοδος αυτή εφαρμόστηκε ως αντίποδας της αδυναμίας πειραματικής διαπίστωσης της σύστασης του ατμοσφαιρικού αέρα και των μεταβολών της θερμοκρασίας και της ατμοσφαιρικής πίεσης σε σχέση με το ύψος, για τα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας. Ανάλογη μέθοδος προτείνεται και από τον Duncan (1984) για τη διδασκαλία θεμάτων που αφορούν στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας αλλά με τη χρήση ειδικών προγραμμάτων στον Η/Υ.

#### *5.4.3.2 Η διδακτική παρέμβαση για την κίνηση των αερίων μέσα στην ατμόσφαιρα*

Η διδακτική αυτή παρέμβαση πραγματοποιήθηκε σε 2 διδακτικές ώρες (μία επιπλέον της προβλεπόμενης στο αναλυτικό πρόγραμμα για το θέμα αυτό). Η διαπίστωση του βασικού μηχανισμού κίνησης των αερίων, δηλαδή της διάχυσης καθώς και της κυκλικής πορείας των αερίων μαζών μεταξύ δυο περιοχών που έχουν διαφορετικές θερμοκρασίες, έγινε με πειράματα που έκαναν τα παιδιά εργαζόμενα σε ομάδες (Παράρτημα 2). Συνολικά έγιναν τρία πειράματα, ένα για τη διαπίστωση του μηχανισμού της διάχυσης των αερίων στην ατμόσφαιρα και άλλα δυο (ένα πείραμα για την κίνηση στα υγρά και ένα αντίστοιχο για τα αέρια), για τη διαπίστωση της κυκλικής πορείας των ρευστών μεταξύ δυο περιοχών που έχουν διαφορετικές θερμοκρασίες και την ερμηνεία των μηχανισμών των φάσεων της κίνησης αυτής.

Για τη κατανόηση της κυκλικής κίνησης των αερίων στην ατμόσφαιρα μεταξύ δυο γειτονικών περιοχών που έχουν διαφορετικές θερμοκρασίες, επελέγησαν δυο πειράματα που εξετάζαν κίνηση σε δυο διαφορετικά ρευστά (υγρό και αέριο). Παρά το γεγονός ότι η κίνηση αναφέρεται στην αέρια φάση η κίνηση μέσα σε υγρό χρησιμοποιήθηκε επειδή είναι ορατή, γεγονός που παρέχει τη δυνατότητα στα παιδιά να συσχετίσουν την κίνηση αυτή με την κίνηση των αερίων καθώς οι μηχανισμοί δημιουργίας των φάσεων της κίνησης αυτής είναι ίδιοι και στις δυο περιπτώσεις.

#### *5.4.3.3 Διδακτική παρέμβαση για τον καιρό και τις παραμέτρους του*

Για τη διδασκαλία σχετικά με τον καιρό και συγκεκριμένα για τη διαπίστωση του βραχύχρονου χαρακτήρα του και των παραμέτρων του, χρησιμοποιήθηκαν ταυτόχρονα δυο διδακτικές μέθοδοι. Η διδακτική παρέμβαση πραγματοποιήθηκε με πεντάλεπτη καθημερινή απασχόληση δυο ομάδων παιδιών, που εναλλάσσονταν με τις επόμενες δυο ανά εβδομάδα και ολοκληρώθηκε μετά από πέντε μήνες (από την 1<sup>η</sup> Δεκεμβρίου ως το τέλος Απριλίου).

Η πρώτη μέθοδος αφορούσε στις μετρήσεις και παρατηρήσεις των παραμέτρων του καιρού που έκανε η κάθε ομάδα των παιδιών, καθημερινά στη αυλή του σχολείου, στις 12.10' το μεσημέρι (τρίτο διάλειμμα του σχολικού προγράμματος). Η κάθε ομάδα μετρούσε τη θερμοκρασία, την υγρασία και το ύψος της βροχής με κατάλληλα όργανα, παρατηρούσε τη κατάσταση του ουρανού και εκτιμούσε τη



νέφωση και τον άνεμο (τη διεύθυνση και την ταχύτητά του), συγκρίνοντας τις παρατηρήσεις τους με κατάλληλο πληροφοριακό υλικό που δόθηκε στα παιδιά για τα θέματα αυτά (εικόνες και πληροφορίες για τα είδη των νεφώσεων και παρατηρήσιμα αποτελέσματα της διεύθυνσης και ταχύτητας των ανέμων) (Παράρτημα 2). Τις μετρήσεις-παρατηρήσεις τους τα παιδιά της ομάδας τις κατέγραφαν σε ένα ημερολόγιο το οποίο έδιναν την επόμενη εβδομάδα στην επόμενη ομάδα.

Η δεύτερη μέθοδος αφορούσε στη συλλογή πληροφοριών, σχετικά με τις ίδιες παραμέτρους του καιρού αλλά και την ατμοσφαιρική πίεση (η μέτρηση της οποίας δεν ήταν δυνατόν να γίνει στην αυλή του σχολείου λόγω έλλειψης βαρομέτρου από το σχολικό εργαστήριο των Φ.Ε.), από το διαδίκτυο για τη περιοχή του Βόλου. Οι πληροφορίες αυτές συλλέγονταν από τη δεύτερη ομάδα των παιδιών συγχρόνως με την πρώτη ομάδα. Η ομάδα αυτή κατέγραφε τα δεδομένα για τις παραμέτρους του καιρού που έπαιρνε από το διαδίκτυο, σε ημερολόγιο που ήταν αποθηκευμένο σε βάση δεδομένων του προγράμματος excel στους υπολογιστές του σχολικού εργαστηρίου.

Εφαρμόζοντας την εβδομαδιαία κυκλική εναλλαγή των δυο ομάδων, τα παιδιά συμμετείχαν τουλάχιστον από τρεις φορές σε κάθε μέθοδο συλλογής δεδομένων για τις παραμέτρους του καιρού. Στο τέλος της διαδικασίας τα δεδομένα των δυο μεθόδων συλλογής πληροφοριών δόθηκαν σε όλες τις ομάδες των παιδιών για στατιστική επεξεργασία.

#### *5.4.3.4 Διδακτική παρέμβαση για το κλίμα και τις παραμέτρους του*

Για τη κατανόηση της έννοιας του κλίματος και του στατιστικού του χαρακτήρα ζητήθηκε από τα παιδιά να επεξεργαστούν στατιστικά τις μετρήσεις των παραμέτρων του καιρού που είχαν συγκεντρώσει στο χρονικό διάστημα των πέντε μηνών. Ζητήθηκε δηλαδή από τα παιδιά να βρουν τις μέσες τιμές, τις μέγιστες, τις ελάχιστες και να σχεδιάσουν τις διακυμάνσεις κάποιων από τις παραμέτρους του καιρού. Η στατιστική επεξεργασία πραγματοποιήθηκε σε 4 διδακτικές ώρες (2 επιπλέον από τις προβλεπόμενες στο αναλυτικό πρόγραμμα για τη διδασκαλία του κλίματος) και ακολουθήθηκαν επίσης δυο μέθοδοι για αυτή.

Η πρώτη αφορούσε στη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων κάποιων από τις παραμέτρους του καιρού και συγκεκριμένα της θερμοκρασίας, της υγρασίας, του

ύψους βροχής και της διεύθυνσης και ταχύτητας του ανέμου, που συγκεντρώθηκαν από τις μετρήσεις που έκαναν τα παιδιά έξω από την τάξη. Στη στατιστική αυτή επεξεργασία χρησιμοποίησαν μαθηματικά που ήδη είχαν διδαχθεί.

Η δεύτερη αφορούσε τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων για δυο από τις παραμέτρους του καιρού που είχαν συγκεντρώσει τα παιδιά από το διαδίκτυο και συγκεκριμένα για τη θερμοκρασία και την υγρασία. Η στατιστική επεξεργασία έγινε με το πρόγραμμα excel του Η/Υ που επίσης τα παιδιά είχαν διδαχθεί στο μάθημα των της Πληροφορικής στη τάξη αυτή λίγους μήνες πριν.

#### **5.4.4 Τα ερευνητικά εργαλεία**

Για την αξιολόγηση του σταδίου αυτού της έρευνας χρησιμοποιήθηκαν δυο ερευνητικά εργαλεία. Το πρώτο είναι τα φύλλα εργασίας των παιδιών της πειραματικής ομάδας και το άλλο είναι το ερωτηματολόγιο ανοικτού τύπου που δόθηκε στα παιδιά τόσο της πειραματικής ομάδας όσο και της ομάδας ελέγχου πριν και μετά τη διδασκαλία.

Προκειμένου να διερευνηθούν τα μαθησιακά αποτελέσματα των διδακτικών παρεμβάσεων, ως η πλέον κατάλληλη μέθοδος κρίθηκε η ποιοτική ανάλυση των ερευνητικών δεδομένων. Τα δεδομένα αυτά προέκυψαν από τα φύλλα εργασίας των παιδιών της πειραματικής ομάδας καθώς και από τη σύγκριση των δεδομένων που προέκυψαν από την επεξεργασία του ερωτηματολογίου ανοικτού τύπου που δόθηκε προς συμπλήρωση στα παιδιά των δυο ομάδων (πειραματική ομάδα και ομάδα ελέγχου), πριν και μετά τη διδασκαλία.

Η επιλογή των ανοικτού τύπου γραπτών ερωτηματολογίων έγινε γιατί με τα ερωτηματολόγια του τύπου αυτού εξασφαλίζεται σε μεγάλο βαθμό η σε βάθος διερεύνηση των απόψεων των ερωτώμενων, εκφράζονται οι απόψεις τους ολοκληρωμένες χωρίς να περιορίζονται από προκατασκευασμένες κατηγορίες απαντήσεων (Javeau 2000) και μειώνεται στο ελάχιστο η πιθανότητα τυχαίων απαντήσεων. Το βασικότερο μειονέκτημά τους είναι οι δυσκολίες της κωδικοποίησης των δεδομένων.

Τα ερωτηματολόγια που δόθηκαν πριν και μετά τη διδασκαλία τόσο στη πειραματική ομάδα παιδιών όσο και στην ομάδα ελέγχου περιελάμβαναν τις ίδιες ερωτήσεις (Παράρτημα 3). Αυτό έγινε προκειμένου να διερευνηθούν αφενός η

συμβολή των δυο τύπων διδασκαλίας στη μάθηση, δηλαδή της συνεργατικής για την πειραματική ομάδα και της δασκαλοκεντρικής για την ομάδα ελέγχου και αφετέρου για να αξιολογηθούν τα μαθησιακά αποτελέσματα καθενός από τα διδακτικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν κατά τη διδακτική παρέμβαση στα παιδιά της πειραματικής ομάδας.

#### **5.4.5 Το δείγμα**

Στο δεύτερο στάδιο της έρευνας συμμετείχαν συνολικά οι 45 μαθητές δυο τμημάτων της Α τάξης του 5<sup>ου</sup> Γυμνασίου του Βόλου. Από αυτά, τα 22 παιδιά, μαθητές/ριες του Α<sub>1</sub> τμήματος της Α τάξης, αποτέλεσαν τη πειραματική ομάδα και τα υπόλοιπα 23, μαθητές/ριες του Α<sub>3</sub> τμήματος της τάξης αυτής, την ομάδα ελέγχου.

Η επιλογή του σχολείου και της πειραματικής ομάδας των παιδιών έγινε με βασικό κριτήριο το γεγονός ότι η ερευνήτρια ήταν καθηγήτρια των Φ.Ε. στην τάξη των παιδιών που αποτέλεσαν την πειραματική ομάδα. Τα μαθήματα των Φ.Ε. στα παιδιά της ομάδας ελέγχου δίδασκε μια άλλη συνάδελφος της ερευνήτριας. Παρούσα κατά τη διάρκεια της συλλογής πληροφοριών για τον καιρό από το διαδίκτυο και τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων με τη βοήθεια του υπολογιστή από τα παιδιά της πειραματικής ομάδας, ήταν και η καθηγήτρια της πληροφορικής του ίδιου σχολείου, ως υπεύθυνη για τους Η/Υ του σχολείου.



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

## Α' ΜΕΡΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

### ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΑΝΤΙΛΗΨΕΩΝ ΤΩΝ ΠΑΙΔΙΩΝ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΗΛΙΚΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ, ΤΟΝ ΚΑΙΡΟ, ΤΟ ΚΛΙΜΑ ΚΑΙ ΤΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ

Τα αποτελέσματα του πρώτου σταδίου της έρευνας, που διερευνά τις αντιλήψεις παιδιών διαφόρων ηλικιών για την ατμόσφαιρα (δομή και χαρακτηριστικά των στρωμάτων της), για την κίνηση των αερίων μέσα σ' αυτή, για τον καιρό, για το κλίμα και για τις κλιματικές αλλαγές, παρουσιάζονται και συζητούνται χωριστά το κάθε ένα από τα θέματα αυτά. Η συζήτηση γίνεται με βάση τις υποθέσεις και τους στόχους της έρευνας και σε συνδυασμό με τα δεδομένα ερευνών από τη διεθνή βιβλιογραφία που αφορούν στις αντιλήψεις παιδιών και ενηλίκων σχετικά με τα θέματα αυτά.

#### 6.1 ΚΑΤΑΝΟΗΣΗ ΤΩΝ ΠΑΙΔΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ, ΤΗ ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ

Προκειμένου να διερευνηθούν οι απόψεις για την ατμόσφαιρα, τη δομή και τα χαρακτηριστικά της, τα παιδιά κλήθηκαν να απαντήσουν στις παρακάτω έξι ερωτήσεις:

- 1) *Τι είναι ατμόσφαιρα;*
- 2) *Ποιά είναι τα στρώματα της ατμόσφαιρας;*
- 3) *Θεωρείς ότι υπάρχουν σαφή όρια μεταξύ των στρωμάτων της ατμόσφαιρας;*
- 4) *Μπορούν κατά την άποψή σου τα αέρια να περάσουν από το ένα στρώμα της ατμόσφαιρας στο άλλο;*
- 5) *Πώς μεταβάλλεται η θερμοκρασία και η ατμοσφαιρική πίεση όσο απομακρυνόμαστε από την επιφάνεια της θάλασσας;*
- 6) *Ποιά είναι τα συστατικά της ατμόσφαιρας;*

Τα αποτελέσματα των απαντήσεων των παιδιών στις παραπάνω ερωτήσεις παρουσιάζονται και συζητούνται αναλυτικά ανά ερώτηση στη συνέχεια.

1) *Τι είναι ατμόσφαιρα;*

Από τις απαντήσεις των παιδιών στην ερώτηση αυτή προκύπτει ότι επιστημονικά ορθή απάντηση δίνουν 23 παιδιά (5 μαθητές του Δημοτικού, 11 μαθητές του Γυμνασίου και 7 απόφοιτοι Λυκείου), καθώς ανέφεραν ότι «είναι μίγμα αερίων που περιβάλλει τη γη». Από τις απαντήσεις όμως των υπόλοιπων παιδιών, που αποτελούν και την πλειοψηφία του δείγματος, προκύπτει ότι δεν έχουν σαφή αντίληψη για την έννοια της ατμόσφαιρας. Στην πλειοψηφία τους, ανεξαρτήτως ηλικίας θεωρούν ότι η ατμόσφαιρα αποτελείται αποκλειστικά από «αέρα», άποψη που έχει διαπιστωθεί και από έρευνα των Smith and Ford (1996), ή ταυτίζουν την ατμόσφαιρα με την βαρύτητα, τον καιρό ή τα καιρικά φαινόμενα.

Χαρακτηριστικές είναι οι παρακάτω απαντήσεις:

*Είναι ο αέρας που περιβάλλει τη γη* (μαθήτρια Γ Γυμνασίου)

*Ο αέρας που αναπνέουμε* (απόφοιτος Λυκείου)

*Ατμόσφαιρα είναι αυτό που μας κάνει να βαραίνουμε στη γη* (απόφοιτος Λυκείου, μαθήτρια ΣΤ Δημοτικού)

*Ατμόσφαιρα είναι ο καιρός/ τα καιρικά φαινόμενα* (μαθήτρια Γ Γυμνασίου)

**Πίνακας 6.1:** Απαντήσεις μαθητών/ριών κατά ηλικία

Απαντήσεις παιδιών	ΣΤ Δημ. (25παιδιά)	Γ Γυμν. (25παιδιά)	Απόφ. Λυκ. (25παιδιά)	Σύνολο (75παιδιά)
<i>Είναι μίγμα αερίων που περιβάλλει τη γη</i> (σωστή απάντηση)	5	11	7	23
Ανακριβείς απαντήσεις	19	12	18	49

## Συζήτηση

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι η πλειοψηφία των παιδιών όλων των ηλικιών δυσκολεύεται να προσδιορίσει την έννοια της ατμόσφαιρας, παρά το γεγονός ότι την έχουν διδαχθεί επανηλειμένως στο σχολείο, όπως προκύπτει από την έρευνα των σχολικών εγχειριδίων τα αποτελέσματα της οποίας παρατίθενται στο Κεφάλαιο 2. Μια πρώτη αιτία γι αυτό, αναμφισβήτητα αποτελεί το γεγονός ότι πρόκειται για μια έννοια αφηρημένη και ως εκ τούτου δυσνόητη, ιδιαίτερα για μικρές ηλικίες. Σ' αυτό φαίνεται να οφείλεται το γεγονός ότι τα παιδιά του Δημοτικού παρότι έχουν διδαχθεί

πρόσφατα την έννοια αυτή, σε σχέση με το χρόνο διεξαγωγής της έρευνας, δυσκολεύονται να την προσδιορίσουν καθώς, μόνο 5 από τα 25 δίνουν ένα ικανοποιητικό ορισμό. Καλύτερες επιδόσεις, σε σχέση με τον προσδιορισμό της έννοιας παρουσιάζουν τα παιδιά του Γυμνασίου. Τα μισά περίπου (11 από τα 25) προσδιορίζουν την έννοια ικανοποιητικά. Αυτό οφείλεται μάλλον στο ότι την έχουν διδαχθεί δυο επιπλέον φορές.

Μια άλλη αιτία μπορεί να αποδοθεί στα ίδια τα διδακτικά εγχειρίδια, από τη διερεύνηση των οποίων διαπιστώθηκε ότι μέσα από αυτά δεν δίνεται σαφής προσδιορισμός της έννοιας «ατμόσφαιρα» και αντί να χρησιμοποιούν τη φράση «μίγμα αερίων» χρησιμοποιούν φράσεις όπως «αέρα» και «αεριώδης μάζα» και μόνο στα βιβλία της Γεωγραφίας της Ε και ΣΤ τάξης του Δημοτικού αναφέρεται συμπληρωματικά η σύσταση του αέρα.

Το γεγονός ότι οι απόφοιτοι Λυκείου έχουν τις ίδιες επιδόσεις με παιδιά του Δημοτικού, σε σχέση με τον προσδιορισμό της έννοιας, προφανώς έχει να κάνει με τον τρόπο διδασκαλίας και μάθησης που ισχύει για τα Ελληνικά δεδομένα και ο οποίος βασίζεται στη μετάδοση των γνώσεων και την αποστήθιση (Καψάλης και Χαραλάμπους 1995).

## *2) Ποιά είναι τα στρώματα της ατμόσφαιρας;*

Αρχικά τα παιδιά ρωτήθηκαν αν γνωρίζουν ότι η ατμόσφαιρα χωρίζεται σε στρώματα. Έπειτα από την καταφατική απάντηση όλων των παιδιών στην ερώτηση αυτή, τους ζητήθηκε να αναφέρουν τα στρώματα της ατμόσφαιρας. Από τις απαντήσεις τους στην ερώτηση για τον προσδιορισμό των στρωμάτων της ατμόσφαιρας διαπιστώθηκε ότι τα μισά περίπου παιδιά (38 από τα 75) ήταν σε θέση να ονομάσουν μόνο ένα ή δυο από τα στρώματα της ατμόσφαιρας (Πίνακας 6.2). Συγκεκριμένα 21 παιδιά (7 από κάθε ηλικιακή ομάδα), αναφέρουν τη στρατόσφαιρα ή τη τροπόσφαιρα, 17 παιδιά (4 μαθητές του Δημοτικού, 8 μαθητές της Γυμνασίου και 5 απόφοιτοι Λυκείου) αναφέρουν δυο στρώματα, με μεγαλύτερη συχνότητα αναφοράς στα δυο πρώτα δηλαδή τη τροπόσφαιρα και τη στρατόσφαιρα. Μόνο 16 παιδιά (5 μαθητές του Δημοτικού, 9 του Γυμνασίου και 2 απόφοιτοι Λυκείου) μπορούν να ονομάσουν 3 ή περισσότερα από τα στρώματα της ατμόσφαιρας (Πίνακας 6.2). Τέλος 21 παιδιά (9 μαθητές του Δημοτικού, 1 του Γυμνασίου και 11 απόφοιτοι Λυκείου) δηλώνουν ότι δεν θυμούνται τις ονομασίες των στρωμάτων.

**Πίνακας 6.2:** Απαντήσεις μαθητών/ριών κατά ηλικία

Απαντήσεις παιδιών	ΣΤ Δημ. (25παιδιά)	Γ Γυμν. (25παιδιά)	Απόφ.Λυκ. (25παιδιά)	Σύνολο (75παιδιά)
Αναφέρουν ένα στρώμα (τροπόσφαιρα ή στρατόσφαιρα	7	7	7	21
Αναφέρουν δυο στρώματα (τροπόσφαιρα και στρατόσφαιρα)	4	8	5	17
Αναφέρουν 3 ή περισσότερα στρώματα	5	9	2	16
Δεν θυμούνται	9	1	11	21

### Συζήτηση

Τα αποτελέσματα αυτά ήταν αναμενόμενα δεδομένου ότι, τόσο η διαστρωμάτωση της ατμόσφαιρας όσο και οι ονομασίες που έχουν δώσει οι επιστήμονες σε κάθε στρώμα της είναι γνώση αφηρημένη. Καθώς η γνώση αυτή προέρχεται κυρίως από τη διδασκαλία στο σχολείο, η αδυναμία της πλειοψηφίας να ονομάσει περισσότερα από ένα ή δυο στρώματα συνδέεται με την απομάκρυνση ηλικιακά από το χρόνο διδασκαλίας των θεμάτων αυτών. Τα περισσότερα παιδιά του Γυμνασίου έχουν καλύτερες επιδόσεις (24 από τα 25 παιδιά αναφέρουν 1-3 ή και περισσότερα στρώματα) γιατί έχουν διδαχθεί επανειλημένα το θέμα αυτό και μάλιστα σχετικά πρόσφατα, σε σχέση με το χρόνο διεξαγωγής της έρευνας. Η απομάκρυνση από το χρόνο διδασκαλίας δικαιολογεί και το μικρό ποσοστό των αποφοίτων (14 από τους 25) που είναι σε θέση να αναφέρουν 1-3 ή και περισσότερα στρώματα της ατμόσφαιρας εφόσον διδάχθηκαν για αυτά τα θέματα τελευταία φορά στην Β τάξη του Γυμνασίου στο μάθημα της Χημείας. Από τα παιδιά του Δημοτικού 16 από τα 25 αναφέρουν 1-3 ή και περισσότερα στρώματα παρά το ότι έχουν διδαχθεί πρόσφατα για αυτό, σε σχέση με το χρόνο διεξαγωγής της έρευνας, γεγονός που μάλλον οφείλεται στο ότι τόσο η έννοια της διαστρωμάτωσης της ατμόσφαιρας όσο και η χρησιμοποιούμενη ορολογία είναι δύσκολα κατανοητές από παιδιά αυτής της ηλικίας.

### 3) Υπάρχουν σαφή όρια μεταξύ των διαφόρων στρωμάτων της ατμόσφαιρας;

Σύμφωνα με τις επιστημονικά αποδεκτές απόψεις δεν υπάρχουν σαφή όρια διαχωρισμού της ατμόσφαιρας σε στρώματα αλλά όλη η ατμόσφαιρα είναι μια ενιαία αέρια μάζα που αποτελείται από διάφορα αέρια με μεγαλύτερη πυκνότητα κοντά στην επιφάνεια της γης, εντούτοις ο διαχωρισμός της ατμόσφαιρας σε στρώματα γίνεται από τους επιστήμονες με βάση κάποια κριτήρια. Τα κριτήρια αυτά είναι η



μεταβολή της θερμοκρασίας σε συνάρτηση με το ύψος από την επιφάνεια της θάλασσας και κάποια ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των στρωμάτων όπως αναφέρθηκε αναλυτικά στο Κεφάλαιο 1, τα οποία όμως επίσης σχετίζονται με τη θερμοκρασία και τη μεταβολή της σε κάθε στρώμα όπως για παράδειγμα η παρουσία των ιόντων στη θερμόσφαιρα.

Όπως προέκυψε από τις απαντήσεις των παιδιών στην ερώτηση αυτή οι απόψεις σημαντικού ποσοστού από αυτά αποκλίνουν από την επιστημονικά αποδεκτή άποψη. Συγκεκριμένα, την άποψη ότι υπάρχουν σαφή όρια μεταξύ των στρωμάτων της ατμόσφαιρας υποστηρίζουν 32 συνολικά παιδιά, (14 μαθητές του Δημοτικού, 14 του Γυμνασίου και 4 απόφοιτοι Λυκείου). Από τα υπόλοιπα παιδιά τα 3 (2 μαθήτριες του Δημοτικού και 1 μαθητής της Γ Γυμνασίου), απαντούν ότι δεν γνωρίζουν, ενώ 40 παιδιά (9 μαθητές του Δημοτικού, 10 του Γυμνασίου και 21 απόφοιτοι Λυκείου) γνωρίζουν ότι δεν υπάρχουν σαφή διαχωριστικά όρια μεταξύ των στρωμάτων.

### **Συζήτηση**

Η υποστήριξη της θέσης ότι υπάρχουν σαφή διαχωριστικά όρια μεταξύ των στρωμάτων της ατμόσφαιρας από την πλειοψηφία των μαθητών του Δημοτικού και του Γυμνασίου πιθανόν να οφείλεται στην εικονογράφηση των σχολικών εγχειριδίων της α/θμιας και β/θμιας εκπαίδευσης που παρουσιάζουν σχηματικά τα στρώματα της ατμόσφαιρας παραθέτοντας σαφή υψομετρικά όρια. Ταυτόχρονα όμως αναδεικνύει την έλλειψη κατανόησης από μέρους των μαθητών του Δημοτικού και του Γυμνασίου βασικών ιδιοτήτων των αερίων, κάτι που δεν φαίνεται να ισχύει για τους απόφοιτους Λυκείου καθώς 21 από τους 25, απαντούν ότι δεν υπάρχουν σαφή διαχωριστικά όρια μεταξύ των στρωμάτων της ατμόσφαιρας.

*4) Μπορούν τα αέρια να περάσουν από το ένα στρώμα της ατμόσφαιρας στο άλλο;*

Προκειμένου να διαπιστωθεί πόσο βαθιά ριζωμένη είναι η λανθασμένη αντίληψη των παιδιών για τον σαφή διαχωρισμό της ατμόσφαιρας σε στρώματα και την απόλυτη οριοθέτησή τους, αυτά ρωτήθηκαν αν κατά την άποψή τους τα διάφορα αέρια μπορούν να περάσουν από το ένα στρώμα της ατμόσφαιρας στο άλλο. Από τις απαντήσεις τους διαπιστώθηκε ότι από τα 52 συνολικά παιδιά, (Πίνακας 6.3), που αναφέρουν ότι τα στρώματα της ατμόσφαιρας είναι διαπερατά, τα 38 παιδιά (10 μαθητές του Δημοτικού, 12 μαθητές του Γυμνασίου και 16 απόφοιτοι Λυκείου)

γνωρίζουν ότι όλα τα στρώματα της ατμόσφαιρας είναι διαπερατά από όλα τα αέρια. Τα άλλα 14 παιδιά (2 μαθητές του Δημοτικού, 8 μαθητές/ριες του Γυμνασίου και 4 απόφοιτοι Λυκείου) θεωρούν ότι αυτό συμβαίνει επιλεκτικά για κάποια αέρια και μάλιστα για τις ρυπαντικές ουσίες. Από τα υπόλοιπα παιδιά τα 17 (10 μαθητές του Δημοτικού, 3 του Γυμνασίου και 4 απόφοιτοι Λυκείου) θεωρούν ότι τα στρώματα της ατμόσφαιρας είναι αδιαπέραστα από τα αέρια και 6 παιδιά (3 του Δημοτικού, 2 του Γυμνασίου και 1 απόφοιτος Λυκείου) απαντούν ότι δεν γνωρίζουν αν αυτά είναι διαπερατά.

**Πίνακας 6.3:** Απαντήσεις μαθητών/ριών κατά ηλικία

<b>Απαντήσεις παιδιών</b>	<b>ΣΤ Δημ. (25 παιδιά)</b>	<b>Γ Γυμν. (25 παιδιά)</b>	<b>Απόφ. Λυκ. (25 παιδιά)</b>	<b>Σύνολο (75 παιδιά)</b>
<i><b>Είναι διαπερατά</b> (σωστή απάντηση)</i>	10	12	16	38
<b>Επιλεκτικά διαπερατά</b>	2	8	4	14
<b>Δεν είναι διαπερατά</b>	10	3	4	17
<b>Δεν ξέρω</b>	3	2	1	6

Η επιλεκτική αυτή διαπερατότητα, η οποία όπως φαίνεται και στον Πίνακα 6.3, υποστηρίζεται κυρίως από μαθητές του Γυμνασίου (8 από τους 25) αλλά και από κάποιους αποφοίτους Λυκείου (4 από τα 25 παιδιά), φαίνεται χαρακτηριστικά στις απαντήσεις τους:

*Νομίζω ότι είναι διαπερατά αλλά πιστεύω ότι δεν μπορούν να ξεκινήσουν όλα τα αέρια από το πρώτο στρώμα και να καταλήξουν στο πέμπτο. Το πολύ κάποια να φτάσουν στο δεύτερο γιατί καθώς περνάνε τα στρώματα μειώνεται και η ικανότητά τους να μπορούν να τα διαπεράσουν (απόφοιτος Λυκείου) ή*

*Από κάποιο ύψος και έπειτα, από κάποιο στρώμα και έπειτα νομίζω ότι δεν είναι διαπερατά. Τα αέρια χάνουν την ικανότητά τους να διαπερνούν τα στρώματα. Δεν μπορούν πια να περάσουν στα επόμενα στρώματα (απόφοιτος Λυκείου)*

*Έτσι όπως έχει γίνει τώρα με την τρύπα του όζοντος γίνεται να περάσουν (τα αέρια) (τρεις μαθητές του Γυμνασίου) ή*

*Τα αέρια που είναι πολύ τοξικά όπως αυτά από τα εργοστάσια με το πέρασμα του χρόνου υπάρχουν και πιο πολλά και έχουν πιο καταστροφικές ιδιότητες οπότε δημιουργούν και πρόβλημα, μπορούν να περάσουν από το ένα στρώμα στο άλλο (μαθητής ΣΤ Δημοτικού).*

Επιβεβαίωση της άποψης αυτής για τη διαπερατότητα των στρωμάτων από τις ρυπαντικές ουσίες αποτελούν οι απαντήσεις τους, σύμφωνα με τις οποίες το οξυγόνο

που δεν είναι ρυπαντής, δεν διαπερνά την τροπόσφαιρα και παραμένει σ' αυτή. Χαρακτηριστικές είναι οι απαντήσεις:

*Ανάλογα με τα αέρια εξαρτάται και σε ποιο επίπεδο θα πάνε. Ξέρουμε δηλ. μέχρι που υπάρχει το οξυγόνο, εδώ κάτω κοντά στη γη, ενώ οι βλαβερές ουσίες που εμείς χρησιμοποιούμε έχουν επιπτώσεις επάνω, ψηλά, οπότε ξέρουμε σε ποιο ύψος θα πάνε και θα έχουν επιπτώσεις (μαθήτρια Γυμνασίου)*

*Ανάλογα με τις ιδιότητες των ουσιών που θα έχει το κάθε στρώμα. Σε τι ύψος βρίσκονται και τι ιδιότητες έχουν, κατά πόσο μπορούν να διαλύσουν το στρώμα και να περάσουν τα αέρια από μέσα. Το οξυγόνο για παράδειγμα μένει εδώ κάτω, κοντά στη γη ενώ άλλα αέρια ανεβαίνουν (μαθητής Δημοτικού)*

### **Συζήτηση**

Από τον συνδυασμό των απαντήσεων των παιδιών στην ερώτηση που αφορά στις απόψεις τους για την οριοθέτηση των στρωμάτων της ατμόσφαιρας και αυτών στην ερώτηση που αφορά στη διαπερατότητα προκύπτει ότι κάποια από αυτά έχουν διαμορφώσει ένα μοντέλο για την ατμόσφαιρα σύμφωνα με το οποίο η ατμόσφαιρα αποτελείται από διάφορα στρώματα· καθένα από αυτά περιβάλεται από μια μεμβράνη που παίζει το ρόλο διαχωριστικού, καθώς αναφέρουν ότι τα αέρια συναντούν μια «*δυσκολία/ εμπόδιο*» προκειμένου να περάσουν από το ένα στρώμα στο άλλο. Θεωρούν λοιπόν ότι οι ρυπαντές έχουν την δυνατότητα να καταστρέφουν τη μεμβράνη αυτή και έτσι να τη διαπερνούν.

Οι απόψεις αυτές, που σαφώς αποκλίνουν από τις επιστημονικά αποδεκτές, πιθανόν να έχουν ρίζες στις επίσης λανθασμένες απόψεις παιδιών και ενηλίκων για τη λεγόμενη «*τρύπα*» του όζοντος, δηλαδή ότι υπάρχει μια τρύπα και όχι αραίωση της στοιβάδας του όζοντος, απόψεις, οι οποίες έχουν διαπιστωθεί από πολλούς ερευνητές (π.χ. Χρηστίδου 1997, Francis *et al.* 1993, Rye 1998, Papadimitriou 2004 κ.α).

*5) Πώς μεταβάλλονται η θερμοκρασία και η ατμοσφαιρική πίεση όσο απομακρυνόμαστε από την επιφάνεια της θάλασσας;*

Μια άλλη ερώτηση στην οποία κλήθηκαν να απαντήσουν τα παιδιά αφορούσε στη μεταβολή της θερμοκρασίας και της ατμοσφαιρικής πίεσης σε συνάρτηση με την απόσταση από την επιφάνεια της θάλασσας.

## Μεταβολή της θερμοκρασίας σε συνάρτηση με το ύψος

Από τις απαντήσεις τους φάνηκε ότι τα παιδιά στην πλειοψηφία τους γνωρίζουν την επιστημονικά ορθή άποψη για τη σχέση που συνδέει τη μεταβολή της θερμοκρασίας με το ύψος από την επιφάνεια της θάλασσας για την τροπόσφαιρα και ιδιαίτερα οι μαθητές του Δημοτικού και του Γυμνασίου. Αυτό προκύπτει από το γεγονός ότι 61 παιδιά (24 μαθητές Δημοτικού, 22 μαθητές Γυμνασίου και 15 απόφοιτοι Λυκείου) όπως φαίνεται στο Πίνακα 6.5, απαντούν ότι στην τροπόσφαιρα η θερμοκρασία ελαττώνεται όσο αυξάνει η απόσταση από την επιφάνεια της θάλασσας.

Τις απόψεις τους όμως αυτές για τη μεταβολή της θερμοκρασίας συναρτήσει του ύψους στη τροπόσφαιρα, τα παιδιά στην πλειοψηφία τους ανεξαρτήτως ηλικίας (43 παιδιά από τα οποία, 18 μαθητές του Δημοτικού, 18 του Γυμνασίου και 7 απόφοιτοι Λυκείου), τις γενικεύουν και για τα υπόλοιπα στρώματα της ατμόσφαιρας (Πίνακας 6.5). Η άποψη όμως αυτή, δεν συμπίπτει με την επιστημονικά αποδεκτή καθώς, όπως έχει αναφερθεί και στο Κεφάλαιο 1 η μεταβολή της θερμοκρασίας συναρτήσει του ύψους διαφοροποιείται από στρώμα σε στρώμα της ατμόσφαιρας. Από το σύνολο των 75 παιδιών μόνο 4 (2 μαθητές του Δημοτικού και 2 απόφοιτοι Λυκείου) απαντούν ότι η σχέση θερμοκρασίας –ύψους διαφοροποιείται από στρώμα σε στρώμα χωρίς όμως να μπορούν να τη προσδιορίσουν για τα άλλα στρώματα εκτός της τροπόσφαιρας.

Εκτός όμως από τη λανθασμένη αντίληψη της γενίκευσης για όλα τα στρώματα της ατμόσφαιρας, της σχέσης θερμοκρασίας- ύψους που ισχύει στη τροπόσφαιρα, διαπιστώθηκε και μια ακόμη, ότι δηλαδή η θερμοκρασία αυξάνει όσο αυξάνει η απόσταση από τη θάλασσα στη τροπόσφαιρα. Την τελευταία αυτή άποψη υποστηρίζουν 13 παιδιά στη πλειοψηφία τους απόφοιτοι Λυκείου (10 απόφοιτοι Λυκείου και 3 μαθητές του Γυμνασίου). Ακόμη, 19 παιδιά στη πλειοψηφία τους απόφοιτοι Λυκείου (4 του Δημοτικού, 2 του Γυμνασίου και 13 απόφοιτοι Λυκείου) αναφέρουν την ίδια σχέση για τα υπόλοιπα στρώματα της ατμόσφαιρας (Πίνακας 6.5) και αιτιολογούν ότι αυτό συμβαίνει γιατί *«είμαστε πιο κοντά στον ήλιο»*. Τα παιδιά δηλαδή αυτά, αγνοούν ότι ένα σημαντικό ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας στη τροπόσφαιρα ανακλάται από τα σύννεφα και την επιφάνεια της γης και επιστρέφει στο διάστημα με αποτέλεσμα να υπάρχει πτώση της θερμοκρασίας όσο αυξάνει το ύψος στο στρώμα αυτό (Κεφάλαιο 1). Τα υπόλοιπα 9 παιδιά (1 του Δημοτικού, 5 του

Γυμνασίου και 3 απόφοιτοι Λυκείου), απαντούν ότι δεν γνωρίζουν για τη σχέση αυτή στα υπόλοιπα στρώματα.

**Πίνακας 6.5** Απαντήσεις παιδιών για τη μεταβολή της θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την απόσταση από την επιφάνεια της θάλασσας.

Απόψεις για τη μεταβολή της θερμοκρασίας συναρτήσει του ύψους στη τροπόσφαιρα				
Απαντήσεις παιδιών /ηλικία	ΣΤ Δημ. (25 παιδιά)	Γ Γυμν. (25 παιδιά)	Απόφ.Λυκ. (25 παιδιά)	Σύνολο (75 παιδιά)
<i>Ελάττωση της θερμοκρασίας (σωστή απάντηση)</i>	24	22	15	61
<i>Αύξηση της θερμοκρασίας</i>	-	3	10	13
<i>Δεν ξέρω</i>	1	-	-	1

Απόψεις για τη μεταβολή της θερμοκρασίας συναρτήσει του ύψους στα υπόλοιπα στρώματα της ατμόσφαιρας				
Απαντήσεις παιδιών /ηλικία	ΣΤ Δημ. (25 παιδιά)	Γ Γυμν. (25 παιδιά)	Απόφ.Λυκ. (25 παιδιά)	Σύνολο (75 παιδιά)
<i>Ελάττωση</i>	18	18	7	43
<i>Αύξηση</i>	4	2	13	19
<i>Η σχέση θερμοκρασίας-ύψους διαφέρει από στρώμα σε στρώμα. (Προσέγγιση της σωστής άποψης)</i>	2	-	2	4
<i>Δεν ξέρω</i>	1	5	3	9

### Συζήτηση

Από τις απαντήσεις των παιδιών στην ερώτηση σχετικά με τη σχέση θερμοκρασίας- ύψους για κάθε στρώμα της ατμόσφαιρας, διαπιστώθηκε ότι, στη πλειοψηφία τους οι μαθητές του Δημοτικού και του Γυμνασίου αλλά και σημαντικός αριθμός αποφοίτων του Λυκείου, γνωρίζουν ότι η θερμοκρασία ελαττώνεται όσο αυξάνει το ύψος στη τροπόσφαιρα, λανθασμένα όμως, γενικεύουν τη σχέση αυτή για όλα τα στρώματα. Το γεγονός αυτό φαίνεται να συνδέεται με το ότι οι μαθητές του Δημοτικού και του Γυμνασίου, βρίσκονται πιο κοντά στο χρόνο διδασκαλίας σε σχέση με το χρόνο διεξαγωγής της έρευνας.

Η γενίκευση της άποψης ότι η θερμοκρασία ελαττώνεται όσο αυξάνει η απόσταση από τη θάλασσα σε όλο το ύψος της ατμόσφαιρας που έχουν στη πλειοψηφία τους οι μαθητές του Δημοτικού και του Γυμνασίου πιθανόν να προέρχεται από τον τρόπο παρουσίασης του θέματος στα σχολικά εγχειρίδια της α/θμιας και β/θμιας εκπαίδευσης. Από τη διερεύνησή τους διαπιστώθηκε ότι σχετικά με τις σχέσεις των δυο αυτών μεγεθών σε συνάρτηση με το ύψος, το βιβλίο της Γεωγραφίας της Ε τάξης του Δημοτικού (σελ.33) αναφέρει ότι «όσο ανεβαίνουμε στην ατμόσφαιρα η θερμοκρασία πέφτει. Το ίδιο συμβαίνει και με την ατμοσφαιρική πίεση». Στο σχήμα δε που συνοδεύει το κείμενο αναγράφονται τρεις τιμές της θερμοκρασίας

που μειώνονται όσο αυξάνει το ύψος (η τελευταία τιμή της θερμοκρασίας αναγράφεται σε κάποιο ύψος μέσα στη στρατόσφαιρα). Στο βιβλίο της Χημείας της Β Γυμνασίου (σελ.88), η αναφορά στη σχέση θερμοκρασίας- ύψους περιορίζεται στη πρόταση «η θερμοκρασία που επικρατεί στην ατμόσφαιρα μεταβάλλεται με το ύψος» και μόνο στο σχήμα που παρατίθεται αναγράφονται οι τιμές της θερμοκρασίας στα όρια των στρωμάτων.

Η υποστήριξη της άποψης ότι η θερμοκρασία αυξάνει όσο αυξάνει η απόσταση από την επιφάνεια της θάλασσας από σημαντικό αριθμό αποφοίτων του Λυκείου (10 από τους 25) και η λανθασμένη αιτιολόγησή της ότι «αυτό συμβαίνει γιατί όσο πιο ψηλά ανεβαίνουμε τόσο πιο κοντά είμαστε στον ήλιο», δείχνει ότι αυτοί δεν κατανοούν τους μηχανισμούς θέρμανσης της ατμόσφαιρας παρότι διδάχθηκαν για το θέμα αυτό πρόσφατα σχετικά με το χρόνο διεξαγωγής της έρευνας δηλαδή στη Γ τάξη του Λυκείου στο μάθημα της Φυσικής Γενικής παιδείας

#### Μεταβολή της ατμοσφαιρικής πίεσης σε συνάρτηση με το ύψος

Από τις απαντήσεις τους στην ερώτηση σχετικά με τη σχέση ατμοσφαιρικής πίεσης- ύψους, διαπιστώθηκε τα παιδιά στη πλειοψηφία τους γνωρίζουν ότι η ατμοσφαιρική πίεση ελαττώνεται όσο αυξάνει η απόσταση από την επιφάνεια της θάλασσας σε όλο το ύψος της ατμόσφαιρας. Συγκεκριμένα 53 παιδιά (20 μαθητές Δημοτικού, 18 του Γυμνασίου και 15 απόφοιτοι Λυκείου), (Πίνακας 6.6) απαντούν σύμφωνα με την επιστημονική άποψη για τη τροπόσφαιρα και 48 (20 μαθητές του Δημοτικού, 16 του Γυμνασίου και 12 απόφοιτοι Λυκείου) γενικεύουν την άποψη αυτή για τα υπόλοιπα στρώματα της ατμόσφαιρας.

Ωστόσο 18 παιδιά στη πλειοψηφία τους απόφοιτοι Λυκείου (4 μαθητές του Δημοτικού, 6 του Γυμνασίου και 8 απόφοιτοι Λυκείου), θεωρούν ότι η ατμοσφαιρική πίεση στην τροπόσφαιρα αυξάνει όσο απομακρυνόμαστε από την επιφάνεια της θάλασσας άποψη, η οποία όπως έχει αναφερθεί και στο Κεφάλαιο 3, έχει διαπιστωθεί από έρευνα των Aron *et al.* (1994) και 15 (4 του Δημοτικού, 3 του Γυμνασίου και οι 8 απόφοιτοι Λυκείου), γενικεύουν τη σχέση αυτή για όλα τα στρώματα της ατμόσφαιρας και αιτιολογούν την άποψή τους με απαντήσεις όπως:

*Όσο ανεβαίνουμε δεχόμαστε μεγαλύτερη πίεση και γι αυτό πολλές φορές σε μεγάλα ύψη αισθανόμαστε πιο βαριά και δεν μπορούμε να αναπνεύσουμε καλά* (μαθήτρια Γ Γυμνασίου) ή

Όσο ανεβαίνουμε πιο ψηλά στην ατμόσφαιρα η πίεση γίνεται πιο έντονη λόγω διαφόρων παραγόντων όπως για παράδειγμα το σώμα μας που δεν προσαρμόζεται στην αλλαγή αυτή και πονάνε τα αυτιά μας (ένας απόφοιτος Λυκείου).

**Πίνακας 6.6** Απαντήσεις παιδιών για τη μεταβολή της ατμοσφαιρικής πίεσης σε συνάρτηση με την απόσταση από την επιφάνεια της θάλασσας

Απόψεις για τη μεταβολή της ατμοσφαιρικής πίεσης συναρτήσει του ύψους στη τροπόσφαιρα				
Απαντήσεις παιδιών /ηλικία	ΣΤ Δημ. (25 παιδιά)	Γ Γυμν. (25 παιδιά)	Απόφ.Λυκ. (25 παιδιά)	Σύνολο (75 παιδιά)
Ελάττωση ατμ. πίεσης όσο αυξάνει η απόσταση από τη θάλασσα (σωστή απάντηση)	20	18	15	53
Αύξηση ατμ. πίεσης όσο αυξάνει η απόσταση από τη θάλασσα	4	6	8	18
Δεν ξέρω	1	1	2	4

Απόψεις για τη μεταβολή της ατμοσφαιρικής πίεσης συναρτήσει του ύψους για τα υπόλοιπα στρώματα				
Απαντήσεις παιδιών /ηλικία	ΣΤ Δημ. (25 παιδιά)	Γ Γυμν. (25 παιδιά)	Απόφ.Λυκ. (25 παιδιά)	Σύνολο (75 παιδιά)
Ελάττωση της ατμοσφαιρικής πίεσης όσο αυξάνει το ύψος (σωστή απάντηση)	20	16	12	48
Αύξηση της ατμοσφαιρικής πίεσης όσο αυξάνει το ύψος	4	3	8	15
Δεν ξέρω	1	6	5	12

## Συζήτηση

Από τις απαντήσεις που έδωσαν τα παιδιά στην ερώτηση σχετικά με τη μεταβολή της ατμοσφαιρικής πίεσης σε συνάρτηση με το ύψος, διαπιστώθηκε ότι αν και στη πλειοψηφία τους γνωρίζουν για τη σχέση αυτή, το ένα τρίτο των αποφοίτων και κάποιοι μαθητές του Γυμνασίου θεωρούν ότι η ατμοσφαιρική πίεση αυξάνει όσο αυξάνει το ύψος, άποψη την οποία όπως διαπιστώθηκε και από έρευνα των Aron *et al.* 1994, έχουν παιδιά διαφόρων ηλικιών. Στη διαμόρφωση λανθασμένης αυτής άποψης φαίνεται ότι σημαντικό ρόλο παίζει η προσωπική τους εμπειρία και συγκεκριμένα η δυσφορία που αισθανόμαστε ανεβαίνοντας σε μεγάλο υψόμετρο (που στην πραγματικότητα συνδέεται με τη μικρότερη περιεκτικότητα του αέρα σε οξυγόνο) και το βούισμα στα αυτιά μας (που συμβαίνει στην πραγματικότητα λόγω ελάττωσης της πίεσης και όχι αύξησής της).

Πρέπει να σημειωθεί επίσης ότι διαπιστώθηκαν και λανθασμένες απόψεις για την ίδια την έννοια της ατμοσφαιρικής πίεσης την οποία συσχετίζουν ή και τη ταυτίζουν, με τη βαρύτητα (8 παιδιά από τα οποία 5 μαθητές του Δημοτικού, 1 του Γυμνασίου και 2 απόφοιτοι Λυκείου)- διαπίστωση και των Nelson *et al.* (1992) και Smith and

Ford (1996)-, με τη δύναμη (5 παιδιά από τα οποία 2 του Δημοτικού, 1 του Γυμνασίου και 2 απόφοιτοι Λυκείου) – διαπίστωση και της Sere (1985)- ή με την πυκνότητα (4 παιδιά, 1 μαθητής του Δημοτικού και 3 απόφοιτοι Λυκείου), όπως χαρακτηριστικά φαίνεται σε κάποιες από τις απαντήσεις τους:

*Η πίεση χαμηλώνει όλο και περισσότερο γιατί όσο απομακρυνόμαστε από τη γη η βαρύτητα μικραίνει (μαθητής Γυμνασίου)*

*Η πίεση ελαττώνεται ολόενα και περισσότερο, ελαττώνεται η δύναμη και μπορείς να πας πιο εύκολα πιο ψηλά, δεν σε τραβάει (μαθητής Δημοτικού)*

*Όσο πιο ψηλά ανεβαίνουμε μικραίνει η πίεση γιατί όσο πιο χαμηλά, κοντά στην επιφάνεια της γης είμαστε τόσο πιο πυκνά και πιο πολλά είναι τα αέρια άρα και πιο μεγάλη είναι η πίεση (μια απόφοιτος Λυκείου).*

6) Ποιά είναι τα συστατικά της ατμόσφαιρας;

Μια άλλη ερώτηση στην οποία κλήθηκαν να απαντήσουν τα παιδιά αφορούσε στη σύσταση των στρωμάτων της ατμόσφαιρας. Στις απαντήσεις τους στην ερώτηση αυτή, τα περισσότερα παιδιά, ανεξαρτήτως ηλικίας, αναφέρουν από δυο έως τέσσερα συστατικά της τροπόσφαιρας (Πίνακας 6.7). Το οξυγόνο αναφέρουν 69 παιδιά (24 μαθητές Δημοτικού, 20 Γυμνασίου και 25 απόφοιτοι Λυκείου), το διοξείδιο του άνθρακα 49 παιδιά (13 μαθητές του Δημοτικού, 15 του Γυμνασίου και 21 απόφοιτοι Λυκείου), το άζωτο 41 παιδιά (9 μαθητές του Δημοτικού, 10 του Γυμνασίου και 22 απόφοιτοι Λυκείου) και το υδρογόνο 21 παιδιά (8 μαθητές του Δημοτικού, 2 του Γυμνασίου και 11 απόφοιτοι Λυκείου).

Εκτός από τα παραπάνω συστατικά της τροπόσφαιρας μικρός αριθμός παιδιών αναφέρει και άλλα συστατικά όπως: τους υδρατμούς 9 παιδιά (1 μαθητής του Δημοτικού, 2 του Γυμνασίου και 6 απόφοιτοι Λυκείου), τα οξείδια αζώτου και θείου 11 παιδιά (2 μαθητές Δημοτικού, 5 Γυμνασίου και 4 απόφοιτοι Λυκείου), το όζον 3 παιδιά (1 μαθητής Γυμνασίου και 2 απόφοιτοι Λυκείου), τα ευγενή αέρια 6 παιδιά (1 μαθητής του Δημοτικού, 3 του Γυμνασίου και 2 απόφοιτοι Λυκείου), τα αιωρούμενα στερεά σωματίδια 7 παιδιά (2 μαθητές του Δημοτικού, 3 του Γυμνασίου και 2 απόφοιτοι Λυκείου) και τα καυσαέρια χωρίς να διευκρινίζουν τη σύστασή τους 5 παιδιά (1 μαθητής Δημοτικού, 2 του Γυμνασίου και 2 απόφοιτοι Λυκείου).

Όσον αφορά στη σύσταση των άλλων στρωμάτων της ατμόσφαιρας από τις απαντήσεις τους που περιλαμβάνονται στον Πίνακα 6.7, προκύπτει ότι τα παιδιά



όλων των ηλικιών δεν τη γνωρίζουν (45 παιδιά απαντούν «δεν ξέρω»). Τα παιδιά που αναφέρθηκαν στη σύσταση των υπόλοιπων στρωμάτων της ατμόσφαιρας στη πλειοψηφία τους αναφέρουν το οξυγόνο (30 αναφορές), το άζωτο (15 αναφορές) και το διοξείδιο του άνθρακα (16 αναφορές), διευκρινίζοντας ότι αυτά συναντώνται σε μικρότερα ποσοστά στα υπόλοιπα στρώματα της ατμόσφαιρας απ' ό τι στην τροπόσφαιρα. Εντύπωση προκαλεί ότι μόνο 12 παιδιά μεγαλύτερης ηλικίας (7 μαθητές του Γυμνασίου και 5 απόφοιτοι Λυκείου), αναφέρθηκαν στο όζον της στρατόσφαιρας, και μόνο 2 απόφοιτοι Λυκείου ανέφεραν την ύπαρξη ιόντων στην θερμόσφαιρα.

**Πίνακας 6.7** Απαντήσεις παιδιών για τη σύσταση των στρωμάτων της ατμόσφαιρας

Απαντήσεις για τη σύσταση της τροπόσφαιρας				
Αναφορές σε συστατικά	ΣΤ Δημ. (25 παιδιά)	Γ Γυμν. (25 παιδιά)	Απόφ.Λυκ. (25 παιδιά)	Σύνολο (75 παιδιά)
Οξυγόνο	24	20	25	69
CO <sub>2</sub>	13	15	21	49
Άζωτο	9	10	22	41
Υδρογόνο	8	2	11	21
NO <sub>x</sub> και SO <sub>x</sub>	2	5	4	11
Υδρατμοί	1	2	6	9
Στερεά σωματίδια	2	3	2	7
Ευγενή αέρια	1	3	2	6
Καυσαέρια	1	2	2	5
Όζον	-	1	2	3
Απαντήσεις για τη σύσταση των υπόλοιπων στρωμάτων				
Αναφορές σε συστατικά	ΣΤ Δημ. (25 παιδιά)	Γ Γυμν. (25 παιδιά)	Απόφ.Λυκ. (25 παιδιά)	Σύνολο (75 παιδιά)
Οξυγόνο	9	9	12	30
Άζωτο	4	6	5	15
CO <sub>2</sub>	8	4	4	16
Όζον στη στρατόσφαιρα	-	7	5	12
Ιόντα στη θερμόσφαιρα	-	-	2	2
Δεν ξέρω	16	16	13	45

Σημ. Το σύνολο των απαντήσεων υπερβαίνει τον αριθμό των παιδιών κατά ηλικία γιατί δόθηκαν περισσότερες από μια απαντήσεις από κάθε παιδί

### Συζήτηση

Από τις αναφορές των παιδιών στα συστατικά του ατμοσφαιρικού αέρα προκύπτει ότι δυσκολεύονται να προσδιορίσουν τη σύστασή του, διαπίστωση που συμφωνεί με αποτελέσματα άλλων ερευνών όπως των Smith and Ford (1996), και Stepan (1994). Τα παιδιά ανεξαρτήτως ηλικίας αναφέρουν μέχρι τρία συστατικά της τροπόσφαιρας με πρώτο το οξυγόνο και έπειτα το διοξείδιο του άνθρακα και το

άζωτο. Μόνο κάποιοι απόφοιτοι Λυκείου μπορούν να αναφέρουν και κάποια άλλα συστατικά της τροπόσφαιρας.

Η περιορισμένη αυτή δυνατότητα των παιδιών να αναφέρουν περισσότερα από τρία έως τέσσερα συστατικά της τροπόσφαιρας και ακόμη λιγότερα συστατικά των υπόλοιπων στρωμάτων φαίνεται ότι οφείλεται στην περιορισμένη αναφορά των σχολικών εγχειριδίων στα συστατικά των στρωμάτων της ατμόσφαιρας. Από τη διερεύνησή τους προέκυψε ότι για τη σύσταση της ατμόσφαιρας γενικά, το βιβλίο της Γεωγραφίας της Ε Δημοτικού αναφέρεται μόνο στο οξυγόνο και το άζωτο, ενώ το βιβλίο της Χημείας της Β Γυμνασίου αναφέρει το άζωτο, το οξυγόνο, το διοξείδιο του άνθρακα, το αργό και τους υδρατμούς της τροπόσφαιρας. Από τα ιδιαίτερα συστατικά των υπόλοιπων στρωμάτων της ατμόσφαιρας οι αναφορές των σχολικών εγχειριδίων του Δημοτικού και του Γυμνασίου περιορίζονται στο όζον της στρατόσφαιρας και αυτό γίνεται μόνο στο βιβλίο της Χημείας της Β Γυμνασίου.

### **6.1.1 Συμπεράσματα της διερεύνησης των αντιλήψεων των παιδιών σχετικά με την ατμόσφαιρα (δομή και χαρακτηριστικά της)**

Από τη διερεύνηση των απόψεων των παιδιών διαφορετικών ηλικιών για θέματα σχετικά με την ατμόσφαιρα, τα οποία σημειωτέον, αποτελούν βασική γνώση που παρέχεται αποκλειστικά από το σχολείο, διαπιστώθηκε ότι τα παιδιά όλων των ηλικιών έχουν ελλιπή κατανόηση/γνώση ή ακόμη έχουν διαμορφώσει λανθασμένες απόψεις που συνοψίζονται στον Πίνακα 6.8. Συγκεκριμένα:

- Ελλιπή κατανόηση έχουν για την έννοια της ατμόσφαιρας και τη διαστρωμάτωσή της, καθώς στην πλειοψηφία τους, δυσκολεύονται να προσδιορίσουν την έννοια με σαφήνεια και να κατονομάσουν περισσότερα από δυο στρώματά της. Περισσότερο δυσκολεύονται οι μαθητές του Δημοτικού και οι απόφοιτοι του Λυκείου και αυτό οφείλεται αφενός στα σχολικά εγχειρίδια του Δημοτικού που δίνουν ασαφή ορισμό της έννοιας και αφετέρου στο γεγονός ότι τόσο η έννοια όσο και τα στρώματα της ατμόσφαιρας είναι αφηρημένη γνώση και ως εκ τούτου δυσνόητη από τους μαθητές του Δημοτικού και αποβλητέα από τη μνήμη των αποφοίτων Λυκείου όταν απομακρύνονται ηλικιακά από το χρόνο διδασκαλίας.
- Λανθασμένες αντιλήψεις έχουν στη πλειοψηφία τους οι μαθητές του Δημοτικού και του Γυμνασίου για την οριοθέτηση και τη διαπερατότητα των στρωμάτων της

ατμόσφαιρας. Θεωρούν ότι τα στρώματα οριοθετούνται με σαφήνεια και είναι αδιαπέραστα από τα αέρια ή επιλεκτικά διαπερατά από τους ρύπους. Στη διαμόρφωση των λανθασμένων αυτών απόψεων συμβάλλουν αφενός η εικονογράφηση των σχολικών εγχειριδίων σχετικά με τα στρώματα της ατμόσφαιρας και αφετέρου η μεταφορά λανθασμένου μοντέλου για τη «τρύπα» του όζοντος, ότι δηλαδή οι ρύποι ανοίγουν μια τρύπα σε κάποια μεμβράνη που διαχωρίζει το ένα στρώμα από το άλλο και έτσι το διαπερνούν, άποψη που διαπιστώθηκε και από έρευνες άλλων ερευνητών όπως π.χ. των Francis *et al.* 1993, Χρηστίδου 1997, Rye 1998, Papadimitriou 2004 κ.α.

- Οι μαθητές του Δημοτικού και του Γυμνασίου στη πλειοψηφία τους, θεωρούν ότι η θερμοκρασία ελαττώνεται όσο αυξάνει το ύψος στα υπόλοιπα στρώματα όπως και στη τροπόσφαιρα. Αυτό αποτελεί μεταφορά της σχέσης θερμοκρασίας- ύψους που ισχύει στη τροπόσφαιρα για όλα τα άλλα στρώματα της ατμόσφαιρας, αλλά οφείλεται επίσης στο γεγονός ότι πρόκειται για αφηρημένη γνώση, πέρα από τις αισθήσεις καθώς αφορά στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας.
- Άλλη λανθασμένη άποψη που έχουν αρκετοί απόφοιτοι Λυκείου είναι ότι η θερμοκρασία αυξάνει σε συνάρτηση με το ύψος σε όλα τα στρώματα της ατμόσφαιρας. Πέρα από το γεγονός ότι πρόκειται για αφηρημένη γνώση που δεν εμπίπτει στις αισθήσεις, όπως ήδη αναφέρθηκε, η διαμορφωσή της οφείλεται σε λανθασμένη ερμηνεία του μηχανισμού θέρμανσης της ατμόσφαιρας.
- Λανθασμένες απόψεις διαπιστώθηκε ότι έχουν επίσης για την έννοια της πίεσης καθώς κάποιοι μαθητές του Δημοτικού, αλλά και απόφοιτοι του Λυκείου τη ταυτίζουν με τη βαρύτητα, τη δύναμη ή την πυκνότητα, διαπιστώσεις που συμπίπτουν με αυτές των Sere 1985, Nelson *et al.* 1992, Smith and Ford 1996. Αυτές οφείλονται στην ελλιπή κατανόηση της έννοιας από τους μικρούς μαθητές και στην ηλικιακή απομάκρυνση των αποφοίτων του Λυκείου από το χρόνο διδασκαλίας.
- Η αναφορά της πλειοψηφίας των μαθητών του Δημοτικού και του Γυμνασίου σε λιγότερα από τρία συστατικά της τροπόσφαιρας οφείλεται αφενός στη περιορισμένη αναφορά των σχολικών εγχειριδίων σ' αυτά και αφετέρου στις ελλιπείς γνώσεις των παιδιών αυτών των ηλικιών για θέματα Χημείας.
- Η δυσκολία που έχουν τα παιδιά, να προσδιορίσουν τα συστατικά των άλλων στρωμάτων της ατμόσφαιρας -διαπίστωση και των Smith and Ford 1996 και

Stepans 1994- και μάλιστα με συχνότητα αντιστρόφως ανάλογη με την ηλικία τους, οφείλεται αφενός στις ελλειπείς γνώσεις τους για θέματα Χημείας και αφετέρου στο ότι τα θέματα που αφορούν τα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας αποτελούν αφηρημένη και δυσνόητη γνώση.

**Πίνακας 6.8:** Απαντήσεις παιδιών στις οποίες διαπιστώθηκαν ελλιπής κατανόηση ή παρανοήσεις/ λανθασμένες αντιλήψεις για τη δομή και τα χαρακτηριστικά της ατμόσφαιρας

Απαντήσεις παιδιών / ηλικία		ΣΤ Δημοτ. (25 παιδιά)	Γ Γυμν. (25 παιδιά)	Απόφ.Λυκ. (25 παιδιά)	Σύνολο (75 παιδιά)
Ασαφής προσδιορισμός της έννοιας «ατμόσφαιρα»		19	12	18	49
Μικρή δυνατότητα αναφοράς των ονομάτων των στρωμάτων	Αναφορές σε 1-2 στρώματα	11	15	12	38
	Δεν θυμάμαι	9	1	11	21
Σαφής οριοθέτηση των στρωμάτων		14	14	4	32
Αδιαπέραστο των στρωμάτων από αέρια		10	3	4	17
Επιλεκτική διαπερατότητα των στρωμάτων από τα αέρια		2	8	4	14
Δεν γνωρίζω αν είναι διαπερατά		3	2	1	6
Γενίκευση της σχέσης (ελάττωση) θερμοκρασίας-ύψους που ισχύει στη τροπόσφαιρα για όλα τα υπόλοιπα στρώματα		18	18	7	43
Αύξηση θερμοκρασίας με το ύψος		4	5	13	22
Δεν γνωρίζω για τη σχέση θερμοκρασίας-ύψους στα άλλα στρώματα εκτός τροπόσφαιρας		1	5	3	9
Αύξηση της πίεσης με το ύψος		4	6	8	18
Ταύτιση της έννοιας της πίεσης με	Βαρύτητα	5	1	2	7
	Δύναμη	2	1	2	5
	Πυκνότητα	-	1	3	4
Περιορισμένη αναφορά σε συστατικά της τροπόσφαιρας (αναφορές σε περισσότερα από ένα συστατικό για κάθε παιδί)	Οξυγόνο	24	20	25	69
	CO <sub>2</sub>	13	15	21	49
	Άζωτο	9	10	22	41
	Υδρογόνο	8	2	11	21
	NO <sub>x</sub> και SO <sub>x</sub>	2	5	4	11
	Υδρατμοί	1	2	6	9
	Στερεά σωματίδια	2	3	2	7
	Ευγενή αέρια	1	3	2	6
	Καυσάερια	1	2	2	5
Όζον	-	1	2	3	
Αδυναμία προσδιορισμού της σύστασης των υπόλοιπων στρωμάτων		16	16	13	45

Σημ. Το σύνολο των απαντήσεων σε κάποιες περιπτώσεις υπερβαίνει τον αριθμό των παιδιών κατά ηλικία γιατί δόθηκαν περισσότερες από μια απαντήσεις από κάθε παιδί

## 6.2 ΚΑΤΑΝΟΗΣΗ ΤΩΝ ΠΑΙΔΙΩΝ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΑΝΕΜΟΥΣ ΚΑΙ ΤΗΝ ΚΙΝΗΣΗ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

Το περιεχόμενο της ενότητας αυτής αφορά στα αποτελέσματα της διερεύνησης των αντιλήψεων των παιδιών σχετικά με τους ανέμους και τη κίνηση των αερίων στην ατμόσφαιρα, θέματα, τα οποία σχετίζονται άμεσα με τη διασπορά και μεταφορά της αέριας ρύπανσης σε τοπικό και παγκόσμιο επίπεδο αλλά και με τη διαμόρφωση του καιρού και του κλίματος στη τροπόσφαιρα. Έτσι τα παιδιά κλήθηκαν να απαντήσουν στις παρακάτω ερωτήσεις:

- 1) *Τι είναι ο άνεμος και πώς δημιουργείται;*
- 2) *Πού οφείλεται η κίνηση των αερίων μέσα στην ατμόσφαιρα; Να σχεδιάσετε και να ερμηνεύσετε την κίνηση των αερίων μαζών μεταξύ μιας πόλης και της γειτονικής υπαίθρου για την ίδια χρονική στιγμή της μέρας*

Τα αποτελέσματα της διερεύνησης των απόψεων των παιδιών για τα παραπάνω θέματα παρουσιάζονται και συζητούνται ανά ερώτηση αναλυτικότερα στη συνέχεια.

- 1) *Τι είναι ο άνεμος και πώς δημιουργείται;*

Όπως έχει αναφερθεί στο Κεφάλαιο 1, ο άνεμος είναι η κίνηση των αερίων μαζών στην οριζόντια κατεύθυνση, δημιουργείται από τη διαφορά της ατμοσφαιρικής πίεσης που υπάρχει μεταξύ δυο περιοχών με διαφορετική θερμοκρασία και η κατεύθυνσή του είναι από τη περιοχή με μεγαλύτερη πίεση προς την περιοχή με μικρότερη πίεση και το μέγεθος αυτής της διαφοράς καθορίζει τη ταχύτητά του.

Από τις απαντήσεις τους στη παραπάνω ερώτηση (Πίνακας 6.9), προέκυψε ότι μόνο 7 παιδιά, (3 μαθητές του Δημοτικού, 2 του Γυμνασίου και 2 απόφοιτοι Λυκείου) δίνουν ένα επιστημονικά αποδεκτό ορισμό της έννοιας, ότι δηλαδή «*άνεμος είναι η οριζόντια μετακίνηση αερίων μαζών προς ορισμένη κατεύθυνση*». Η πλειοψηφία (37 παιδιά από τα οποία 6 του Δημοτικού, 14 του Γυμνασίου και 17 απόφοιτοι), προσδιορίζει ελλιπώς την έννοια, καθώς δεν αναφέρεται στην κατεύθυνση του ανέμου. Από τα υπόλοιπα παιδιά, τα 30 στη πλειοψηφία τους μαθητές του Δημοτικού (15 μαθητές Δημοτικού, 9 μαθητές Γυμνασίου και 6 απόφοιτοι), δίνουν απαντήσεις, οι οποίες δείχνουν ότι οι απόψεις τους για τον άνεμο βασίζονται στις αισθήσεις τους, διαπίστωση που συμπίπτει με αυτή των Piaget 1992, Dove 1998, Stepan 1994 κ.α.:

*Είναι ο αέρας που φυσάει και κάνει τα φύλλα να κουνιούνται, κάνει τη θάλασσα να κυματίζει και καμιά φορά είναι κρύος και μας κάνει να κρυώνουμε. Τον αισθανόμαστε σαν ένα αόρατο χέρι που τα σπρώχνει όλα αυτά (μαθήτρια ΣΤ Δημοτικού)*

*Άνεμος είναι ο αέρας που φυσάει. Δεν μπορούμε να τον δούμε, τον νιώθεις απλά και το βλέπεις στα δέντρα. (απόφοιτος Λυκείου)*

**Πίνακας 6.9:** Απαντήσεις παιδιών για την έννοια του ανέμου

Απαντήσεις παιδιών/ ηλικία	ΣΤ Δημ. (25 παιδιά)	Γ Γυμν. (25 παιδιά)	Απόφ.Λυκ (25 παιδιά)	Σύνολο (75 παιδιά)
<i>Κίνηση αερίων μαζών προς ορισμένη κατεύθυνση (σωστή απάντηση)</i>	3	2	2	7
<b>Ελλιπής ορισμός</b>	6	14	17	37
<b>Αόριστες απαντήσεις</b>	15	9	6	30
<b>Δεν ξέρω</b>	1	-	-	1

Από τις απαντήσεις τους στο δεύτερο σκέλος της ερώτησης που αφορά στο μηχανισμό δημιουργίας του ανέμου (Πίνακας 6.10), διαπιστώθηκε ότι τα παιδιά δεν τον γνωρίζουν, καθώς μόνο 3 μαθητές του Γυμνασίου συνδέουν τη δημιουργία των ανέμων με την ατμοσφαιρική πίεση, άποψη που συμπίπτει με την επιστημονικά αποδεκτή. Από τις ερμηνείες που έδωσαν τα υπόλοιπα παιδιά, διαπιστώθηκε ότι 19, στην πλειοψηφία τους απόφοιτοι Λυκείου (4 μαθητές Δημοτικού, 5 του Γυμνασίου και 10 απόφοιτοι), αποδίδουν τη δημιουργία των ανέμων σε μια δύναμη που μετακινεί τις αέριες μάζες ή αναφέρουν την πίεση, αλλά με πολύ ασαφή τρόπο θεωρώντας την μάλλον ως δύναμη, κάτι που, όπως αναφέρεται και στο Κεφάλαιο 3, διαπιστώθηκε και από έρευνα των Nelson *et al.* (1992). Χαρακτηριστικές είναι οι απαντήσεις:

*Όταν μαζευτούν όλες οι αέριες μάζες μια δύναμη τις σπρώχνει να κινηθούν προς μια ορισμένη κατεύθυνση. Έτσι δημιουργείται άνεμος (μαθήτρια Γυμνασίου)*

*Είναι μια δύναμη που σπρώχνει τον αέρα να πάει προς κάποια περιοχή (απόφοιτος Λυκείου)*

*Κάπου είναι χαμηλή η πίεση και έλκει τα αέρια για να κινηθούν προς τα εκεί και να υπάρχει ισορροπία στην πίεση (απόφοιτος Λυκείου)*

Μικρός εξάλλου είναι ο αριθμός των παιδιών (11 παιδιά από τα οποία 3 του Δημοτικού, 6 του Γυμνασίου και 2 απόφοιτοι Λυκείου), που αποδίδουν τη δημιουργία του ανέμου στη θερμοκρασία, θεωρώντας ότι αυτή καθορίζει τη κατεύθυνση και την ταχύτητα της κίνησης του ανέμου, απόψεις που διαπιστώθηκαν και από έρευνα του Moyle (1980). Χαρακτηριστικές είναι οι απαντήσεις τους:

Η θερμοκρασία είναι αυτή που δημιουργεί τον άνεμο. Φυσάει πολύ όταν κάνει κρύο ενώ όταν κάνει ζέστη δεν φυσάει ή μπορεί να φυσάει αλλά ζεστό αέρα (μαθήτρια Γ Γυμνασίου)

Άμα οι αέριες μάζες θερμαίνονται προχωρούν προς μια κατεύθυνση. Άμα είναι θερμές θα πάνε σ' ένα κρύο μέρος ή άμα είναι κρύες θα πάνε σ' ένα ζεστό (μαθητής ΣΤ Δημοτικού)

**Πίνακας 6.10:** Απαντήσεις παιδιών για τα αίτια που δημιουργούν τους ανέμους

Απαντήσεις παιδιών / ηλικία	ΣΤ Δημ. (25 παιδιά)	Γ Γυμν. (25 παιδιά)	Απόφ. Λυκ. (25 παιδιά)	Σύνολο (75 παιδιά)
Συσχετισμός με πίεση (σωστή απάντηση)	-	3	-	3
Συσχετισμός δύναμη ή με πίεση η οποία όμως θεωρείται ως δύναμη	4	5	10	19
Συσχετισμός με θερμοκρασία	3	6	2	11
Αόριστες απαντήσεις	10	5	4	19
Δεν ξέρω	8	6	9	23

Από τα υπόλοιπα, 19 παιδιά δίνουν αόριστες απαντήσεις, σε κάποιες από τις οποίες διαπιστώθηκαν λανθασμένες αντιλήψεις από τις Φ.Ε που σχετίζονται με τη κίνηση των μορίων των αερίων όπως φαίνεται στις ερμηνείες τους:

*Είναι που τα περισσότερα μόρια θέλουν να κινηθούν προς μια κατεύθυνση και προς την κατεύθυνση αυτή κινείται και η αέρια μάζα (μαθήτρια Γ Γυμνασίου)*

*Με τις ταλαντώσεις που κάνουν τα μόρια δημιουργούν την κίνηση ολόκληρης της αέριας μάζας προς μια κατεύθυνση (μαθητής Γ Γυμνασίου).*

Τέλος 23 παιδιά (8 μαθητές του Δημοτικού, 6 του Γυμνασίου και 9 απόφοιτοι Λυκείου) δηλώνουν ότι δεν γνωρίζουν πως δημιουργείται ο άνεμος.

## Συζήτηση

Όπως προέκυψε από τη διερεύνηση των σχολικών εγχειριδίων (Κεφάλαιο 2), τα παιδιά διδάσκονται για τον άνεμο και τους μηχανισμούς δημιουργίας του, στην ΣΤ Δημοτικού στο μάθημα «Ερευνώ τον Φυσικό κόσμο», στην Α και Β τάξη του Γυμνασίου στα μαθήματα της Γεωγραφίας και της Φυσικής αντίστοιχα. Από τις απαντήσεις τους όμως διαπιστώνεται ότι αυτά, ανεξάρτητα από την ηλικία τους, δεν μπορούν να προσδιορίσουν την έννοια του ανέμου ούτε να ερμηνεύσουν τη δημιουργία του. Κάποια αναφέρουν τη πίεση ως αιτία δημιουργίας των ανέμων, αλλά φαίνεται ότι τη συγχέουν με κάποια δύναμη και κάποια άλλα αποδίδουν τη δημιουργία του στις χαμηλές θερμοκρασίες. Φαίνεται ότι στη διαμόρφωση των

απόψεών τους, κυριότερο ρόλο παίζουν οι αισθήσεις τους και λιγότερο αυτά που έχουν διδαχθεί στο σχολείο, καθώς προσδιορίζουν τον άνεμο από τα αποτελέσματά του, όπως η κίνηση των φύλλων, ο κυματισμός της θάλασσας κ.α., διαπίστωση που έκαναν και άλλοι ερευνητές όπως οι Dove (1998) και Stepan (1994).

Τα αποτελέσματα αυτά προφανώς συνδέονται αφενός με το γεγονός, ότι πρόκειται για δύσκολες έννοιες και αφετέρου, με τους τρόπους που διδάσκονται στο σχολείο.

*2) Πού οφείλεται η κίνηση των αερίων μέσα στην ατμόσφαιρα; Να σχεδιάσετε και να ερμηνεύσετε την κίνηση των αερίων μαζών μεταξύ μιας πόλης και της γειτονικής υπαίθρου για την ίδια χρονική στιγμή της μέρας*

Όπως αναφέρεται στο Κεφάλαιο 1, η κίνηση των αερίων μαζών μέσα στη τροπόσφαιρα οφείλεται σε τρεις κυρίως παράγοντες. Ο πρώτος εξ αυτών, είναι η διάχυση στην οποία οφείλεται η κίνηση των αερίων προς όλες τις κατευθύνσεις, ο δεύτερος είναι η διαφορά θερμοκρασίας που αποτελεί την αιτία για την κίνηση των αερίων στην κατακόρυφο διεύθυνση (ανοδικά και καθοδικά ρεύματα αέρα) και ο τρίτος είναι η διαφορά της ατμοσφαιρικής πίεσης που αποτελεί την αιτία για την κίνηση των αερίων στην οριζόντια διεύθυνση (άνεμοι μικρής κλίμακας/ τοπικοί άνεμοι).

Από τις απαντήσεις των παιδιών στο πρώτο σκέλος της ερώτησης αυτής (Πίνακας 6.11), διαπιστώθηκε, ότι στη πλειοψηφία τους, αποδίδουν τη κίνηση των αερίων στον άνεμο (37 παιδιά από τα οποία 13 μαθητές του Δημοτικού, 12 του Γυμνασίου και 12 απόφοιτοι Λυκείου). Αόριστες απαντήσεις δίνουν 19 παιδιά (8 μαθητές του Δημοτικού, 4 του Γυμνασίου και 7 απόφοιτοι Λυκείου) καθώς αποδίδουν την κίνηση των αερίων σε δυνάμεις, στην περιστροφή της γης ή στο ότι τα αέρια παρασύρονται από τη βροχή.

Απαντήσεις που προσεγγίζουν τις επιστημονικά αποδεκτές απόψεις, έδωσαν 22 παιδιά (6 του Δημοτικού, 5 του Γυμνασίου και 11 απόφοιτοι Λυκείου) τα οποία ανέφεραν τη διάχυση, 26 παιδιά (6 του Δημοτικού, 12 του Γυμνασίου και 8 απόφοιτοι Λυκείου) που ανέφεραν τη διαφορά θερμοκρασίας, καθώς και 10 παιδιά (3 του Δημοτικού, 3 του Γυμνασίου και 4 απόφοιτοι Λυκείου) που ανέφεραν τη διαφορά πίεσης.

Από τα 22 παιδιά που αναφέρθηκαν στην διάχυση μόνο τρεις απόφοιτοι Λυκείου χρησιμοποίησαν τη σωστή ορολογία ενώ τα υπόλοιπα χρησιμοποίησαν τις λέξεις



«διασκορπίζονται, σκορπίζουν/ εξαπλώνονται». Χαρακτηριστικές είναι οι απαντήσεις τους:

*Τα αέρια γίνονται πιο ανοικτά, έτσι, απλώνονται (μαθητής Δημοτικού)*

*Τα αέρια όπως ο καπνός για παράδειγμα πηγαίνει προς τα πάνω και σκορπίζει (μαθητής Δημοτικού).*

**Πίνακας 6.11:** Απαντήσεις παιδιών για τα αίτια που προκαλούν την κίνηση των αερίων στην ατμόσφαιρα

Απαντήσεις παιδιών/ ηλικία	ΣΤ Δημοτ. (25 παιδιά)	Γ Γυμν. (25 παιδιά)	Απόφ. Λυκ. (25 παιδιά)	Σύνολο (75 παιδιά)
<i>Διάχυση (σωστή απάντηση)</i>	6	5	11	22
<i>Διαφορά θερμοκρασίας/θερμοκρασία (σωστή απάντηση)</i>	6	12	8	26
<i>Διαφορά πίεσης/ πίεση (σωστή απάντηση)</i>	3	3	4	10
<b>Άνεμος</b>	13	12	12	37
<b>Αόριστες απαντήσεις</b>	8	4	7	19
<b>Δεν ξέρω</b>	2	1	-	3

Σημ. Το σύνολο των απαντήσεων υπερβαίνει τον αριθμό των παιδιών κατά ηλικία γιατί δόθηκαν περισσότερες από μια απαντήσεις από κάθε παιδί

Μια άλλη διαπίστωση είναι ότι, τόσο τα παιδιά που απέδωσαν την κίνηση των αερίων στη διαφορά θερμοκρασίας, όσο και εκείνα που την απέδωσαν στη διαφορά πίεσης δεν προσδιόρισαν την κατεύθυνση της κίνησης των αερίων για την οποία ευθύνεται ο καθένας από αυτούς τους παράγοντες, παρότι σε ερώτηση για την κίνηση των αερίων που προηγήθηκε, όλα τα παιδιά απάντησαν ότι τα αέρια κινούνται οριζόντια αλλά και κατακόρυφα. Ο προσδιορισμός όμως της κατεύθυνσης κίνησης των αερίων κατά την ερμηνεία του μηχανισμού της κίνησης αυτής, είναι απαραίτητος για αυτό και τους ζητήθηκε διευκρινιστικά να απαντήσουν στην ερώτηση:

*2α) Πού οφείλεται η κατακόρυφη κίνηση των αερίων στη τροπόσφαιρα και πού η οριζόντια;*

Από τις απαντήσεις τους στο πρώτο σκέλος της ερώτησης (Πίνακας 6.12), δηλαδή για τους μηχανισμούς της κατακόρυφης μεταφοράς των αερίων στη τροπόσφαιρα (ανοδικά και καθοδικά ρεύματα αέρα), διαπιστώθηκε ότι τα παιδιά στη πλειοψηφία τους, ανεξαρτήτως ηλικίας, αποδίδουν την κίνηση αυτή των αερίων στη βαρύτητα (41 απαντήσεις παιδιών από τις οποίες 14 από μαθητές του Δημοτικού, 10 από μαθητές του Γυμνασίου και 17 από αποφοίτους Λυκείου) και στον άνεμο (20 απαντήσεις από τις οποίες 8 από μαθητές του Δημοτικού, 8 από μαθητές του Γυμνασίου και 4 από αποφοίτους Λυκείου). Όπως όμως είναι γνωστό, ο άνεμος δεν είναι τίποτε άλλο από

την οριζόντια μετακίνηση των αερίων μαζών προς ορισμένη κατεύθυνση. Σε μικρά μόνο ποσοστά των απαντήσεών τους, οι περισσότεροι μαθητές του Γυμνασίου και απόφοιτοι, προσεγγίζουν την επιστημονικά αποδεκτή άποψη, αποδίδουν δηλαδή τις κατακόρυφες κινήσεις των αερίων μαζών στη διαφορά θερμοκρασίας (24 παιδιά από τα οποία 5 του Δημοτικού, 10 του Γυμνασίου και 9 απόφοιτοι). Βέβαια θα πρέπει να σημειωθεί ότι χρησιμοποιούν τους όρους ελαφρύτερος και βαρύτερος για τον θερμό και ψυχρό αέρα αντίστοιχα, αντί των όρων αραιότερος και πυκνότερος:

*Η θερμοκρασία κάνει μια αέρια μάζα να ανεβαίνει. Άμα ζεσταθεί θα ανεβαίνει προς τα πάνω γιατί είναι ελαφρύτερη και όταν ψυχθεί θα κατεβαίνει γιατί γίνεται πιο βαριά (μαθητής ΣΤ Δημοτικού).*

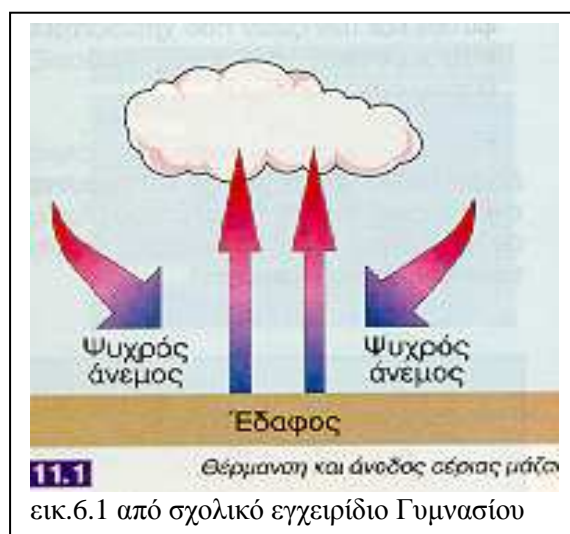
*Οι αέριες μάζες όσο ψύχονται γίνονται και πιο βαριές κι έτσι κατεβαίνουν προς τα κάτω και οι θερμές ανεβαίνουν προς τα πάνω και γίνεται συνέχεια αυτό (μαθητής Γ Γυμνασίου).*

**Πίνακας 6.12:** Απαντήσεις παιδιών για τους μηχανισμούς δημιουργίας των κατακόρυφων και οριζόντιων κινήσεων των αερίων στην ατμόσφαιρα

Ερμηνείες για την κατακόρυφη μεταφορά των αερίων				
Απαντήσεις παιδιών/ ηλικία	ΣΤ Δημ. (25 παιδιά)	Γ Γυμν. (25 παιδιά)	Απόφ.Λυκ. (25 παιδιά)	Σύνολο (75 παιδιά)
<i>Διαφορά θερμοκρασίας (σωστή απάντηση)</i>	5	10	9	24
<i>Άνεμος</i>	8	8	4	20
<i>Βαρύτητα</i>	14	10	17	41
<i>Δεν ξέρω</i>	2	1	-	3
Ερμηνείες για την οριζόντια μεταφορά των αερίων				
Απαντήσεις παιδιών/ ηλικία	ΣΤ Δημ. (25 παιδιά)	Γ Γυμν. (25 παιδιά)	Απόφ.Λυκ. (25 παιδιά)	Σύνολο (75 παιδιά)
<i>Άνεμος</i>	23	24	25	72
<i>Δεν ξέρω</i>	2	1	-	3

Σημ. Το σύνολο των απαντήσεων υπερβαίνει τον αριθμό των παιδιών κατά ηλικία γιατί δόθηκαν περισσότερες από μια απαντήσεις από κάθε παιδί

Στη συνέχεια και προκειμένου να διερευνηθεί η επίδραση που έχει η διδασκαλία στο σχολείο στη διαμόρφωση των αντιλήψεων των παιδιών σχετικά με τις κινήσεις των αερίων μαζών μέσα στην ατμόσφαιρα, τους ζητήθηκε να σχεδιάσουν και να ερμηνεύσουν την κίνηση που κάνουν οι αέριες μάζες μεταξύ μιας πόλης και της γειτονικής υπαίθρου καθώς σχετικές εικόνες υπάρχουν στα σχολικά εγχειρίδια της Φυσικής και της Γεωγραφίας του Δημοτικού και του Γυμνασίου αντίστοιχα (εικ.6.1).



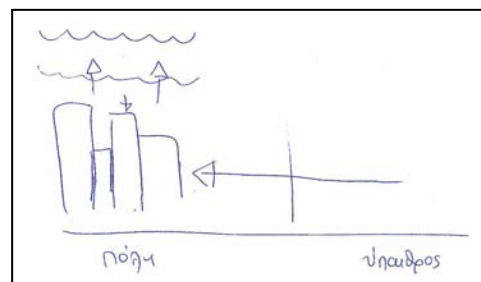
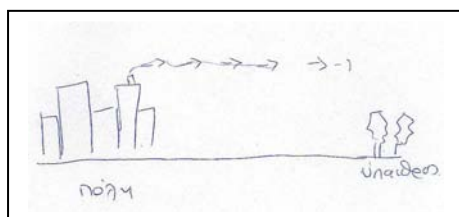
Εικόνα 6.1. εικόνα από Γεωγραφία Α Γυμνασίου που δείχνει την κίνηση αερίων μαζών μεταξύ δυο περιοχών με διαφορά θερμοκρασίας

Όπως αναφέρεται και στο Κεφάλαιο 1 μεταξύ δυο περιοχών που έχουν διαφορετικές θερμοκρασίες συμβαίνει κυκλική κίνηση των αερίων μαζών. Συγκεκριμένα η ανοδική πορεία των αερίων πάνω από την πόλη καθώς και η καθοδική πάνω από την ύπαιθρο οφείλονται στις διαφορές στη θερμοκρασία που υπάρχουν μεταξύ εδάφους και κάποιου ύψους πάνω από τις δυο αυτές περιοχές, ενώ η οριζόντια μετακίνηση των αερίων μαζών κοντά στο έδαφος από την ύπαιθρο προς την πόλη οφείλεται στη διαφορά πίεσης μεταξύ των δυο αυτών περιοχών (η ύπαιθρος έχει μεγαλύτερη πίεση εξαιτίας της χαμηλότερης θερμοκρασίας της και της μεγαλύτερης συγκέντρωσης των αερίων μαζών) .

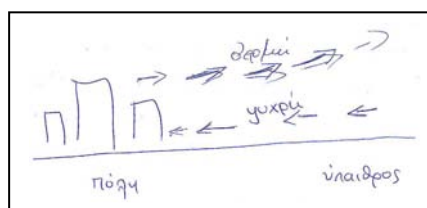
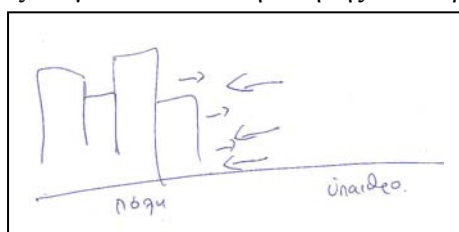
Πριν προβούν στο σχεδιασμό, τα παιδιά ρωτήθηκαν αν μεταξύ των δυο περιοχών την ίδια χρονική στιγμή της μέρας υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας. Από τις απαντήσεις τους διαπιστώθηκε, ότι όλα γνώριζαν ότι η θερμοκρασία στη πόλη είναι υψηλότερη απ' ότι στην ύπαιθρο, αποδίδοντας αυτή τη διαφορά θερμοκρασίας στη πυκνή δόμηση της πόλης κάτι που συμβαίνει και στην πραγματικότητα (Campbell and Gipps 1975).

Εξετάζοντας τα σχέδιά τους διαπιστώθηκε ότι μόνο σε 15 από αυτά (6 του Δημοτικού, 5 του Γυμνασίου και 4 των αποφοίτων του Λυκείου) απεικονίζεται η κυκλική πορεία των αερίων μαζών μεταξύ των δυο αυτών περιοχών. Τα περισσότερα παιδιά ανεξάρτητα από την ηλικία τους σχεδίασαν μόνο την οριζόντια κατεύθυνση κίνησης (59 συνολικά απεικονίσεις). Από αυτά τα 39 (16 από μαθητές Δημοτικού, 11 του Γυμνασίου και 12 από απόφοιτους Λυκείου), απεικονίζουν μονόδρομες κινήσεις,

κυρίως από την πόλη προς την ύπαιθρο και λιγότερα από την ύπαιθρο προς την πόλη (σχ. 6.1). Στα υπόλοιπα 20, σχέδια παιδιών μεγαλύτερης κυρίως ηλικίας (2 μαθητών Δημοτικού, 9 μαθητών Γυμνασίου και 9 αποφοίτων), απεικονίζονται αμφίδρομες κινήσεις αερίων μαζών οι οποίες εξελίσσονται είτε στο ίδιο ύψος συγκρουόμενες, είτε με κάποια υψομετρική διαφορά η μια από την άλλη (σχ. 6.2). Ένας μαθητής του Δημοτικού σχεδίασε μόνο κατακόρυφες κινήσεις αερίων μαζών (ανοδική πάνω από τη πόλη και καθοδική στην ύπαιθρο).



Σχ. 6.1 εικόνες ενός μαθητή του Δημοτικού και μιας μαθήτριας του Γυμνασίου που απεικονίζουν μια κατεύθυνση κίνησης των αερίων μαζών



Σχ. 6.2 εικόνες ενός αποφοίτου Λυκείου που απεικονίζει συγκρουόμενες αέριες μάζες που έρχονται από αντίθετες κατευθύνσεις και μιας μαθήτριας Γυμνασίου που απεικονίζει αέριες μάζες που έρχονται από αντίθετες κατευθύνσεις αλλά σε διαφορετικά ύψη λόγω διαφοράς της θερμοκρασίας τους όπως χαρακτηριστικά σημειώνει στο σχέδιό της.

Από τις ερμηνείες που έδωσαν τα παιδιά για τους μηχανισμούς της κίνησης των αερίων μαζών μεταξύ πόλης-υπαιθρου προκύπτει ότι από τα 15 παιδιά που σχεδίασαν την κυκλική πορεία των αερίων μαζών μόνο ένας μαθητής του Γυμνασίου προσέγγισε την επιστημονικά ορθή άποψη λέγοντας:

*Επειδή στη πόλη είναι μεγαλύτερη η θερμοκρασία, ο θερμός αέρας ανεβαίνει προς τα πάνω αφού έχει και μικρότερη πυκνότητα και τη θέση του έρχεται να πάρει ο αέρας της υπαίθρου ο οποίος είναι ψυχρότερος και έχει μεγαλύτερη πυκνότητα. Τώρα ο αέρας αυτός έρχεται στη πόλη και με τη σειρά του ζαναζεσταίνεται και γίνεται αυτός ο κύκλος (μαθητής Γ Γυμνασίου)*

Από τα υπόλοιπα παιδιά όπως φαίνεται και στον Πίνακα 6.13, τα 5 (3 μαθητές του Δημοτικού, 1 μαθήτρια του Γυμνασίου και ένας απόφοιτος Λυκείου), απέδωσαν όλες τις φάσεις της κυκλικής κίνησης στη διαφορά θερμοκρασίας, 3 παιδιά (μια

μαθήτρια του Δημοτικού και 2 απόφοιτοι Λυκείου) δήλωσαν αδυναμία να ερμηνεύσουν την κίνηση αυτή, ενώ οι ερμηνείες που έδωσαν τα υπόλοιπα 6 παιδιά (2 του Δημοτικού, 3 του Γυμνασίου και μιας αποφοίτου) διέπονται από μια ωφελμιστική για τον άνθρωπο θεώρηση όπως φαίνεται χαρακτηριστικά στην απάντηση μιας μαθήτριας του Γυμνασίου:

*Ο ζεστός αέρας της πόλης ανεβαίνει προς τα πάνω γιατί είναι ζεστός και μετά πηγαίνει προς την ύπαιθρο για να ανανεώνεται ο αέρας δηλ. ο μολυσμένος αέρας πηγαίνει στην ύπαιθρο και ο καθαρός αέρας της υπαίθρου πηγαίνει στον μολυσμένο της πόλης και παίρνει τη θέση του.*

Από τις ερμηνείες των 59 παιδιών που σχεδίασαν την κίνηση των αερίων μαζών μόνο κατά την οριζόντια διεύθυνση (Πίνακας 6.13), διαπιστώθηκε ότι μόνο 4 απόφοιτοι Λυκείου απέδωσαν την κίνηση αυτή από την πόλη προς την ύπαιθρο στην διαφορά πίεσης, θεωρώντας όμως λανθασμένα ότι η πίεση στην πόλη είναι μεγαλύτερη απ' ότι στην ύπαιθρο γιατί η θερμοκρασία της είναι υψηλότερη. Χαρακτηριστική είναι η απάντηση ενός από τους αποφοίτους αυτούς:

*Τα αέρια που παράγονται στη πόλη θα μετακινηθούν προς την ύπαιθρο γιατί η πίεση στη πόλη είναι υψηλότερη από τα καυσαέρια και όλα αυτά που δημιουργούνται στη πόλη και που έχουν μεγάλη θερμοκρασία και θα μεταφέρονται στην ύπαιθρο που είναι χαμηλότερη η πίεση για να έρθει ισορροπία.*

Τα μισά περίπου από τα υπόλοιπα παιδιά, απέδωσαν την οριζόντια κίνηση στον άνεμο, είτε η κίνηση αυτή εξελίσσεται προς μια κατεύθυνση, είτε σε αντίθετες κατευθύνσεις (30 παιδιά από τα οποία 15 μαθητές Δημοτικού, 12 του Γυμνασίου και 3 απόφοιτοι Λυκείου), 2 παιδιά (1 μαθητής Δημοτικού και 1 απόφοιτος) απέδωσαν την οριζόντια μετακίνηση των αερίων μαζών στη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ πόλης και υπαίθρου. Ένας μαθητής του Γυμνασίου την απέδωσε στη βαρύτητα, 5 παιδιά, μαθητές του Δημοτικού οι περισσότεροι (3 του Δημοτικού 1 του Γυμνασίου και 1 απόφοιτος), την απέδωσαν σε μια δύναμη η οποία προέρχεται από την «θερμοκρασία ή την θερμότητα των αερίων της πόλης» και 3 παιδιά (1 μαθήτρια του Γυμνασίου και 2 απόφοιτοι) δήλωσαν ότι δεν μπορούν να ερμηνεύσουν την κίνηση (Πίνακας 6.13).

**Πίνακας 6.13:** Ερμηνείες των παιδιών για τη κίνηση των αερίων μεταξύ πόλης-υπαίθρου

Ερμηνείες παιδιών που σχεδίασαν κυκλική πορεία των αερίων μαζών (σωστός σχεδιασμός)				
Απαντήσεις παιδιών / ηλικία	ΣΤ Δημ. (25 παιδιά)	Γ Γυμν. (25 παιδιά)	Απόφ. Λυκ. (25 παιδιά)	Σύνολο (75 παιδιά)
Προσέγγιση της επιστημονικά αποδεκτής ερμηνείας	-	1	-	1
Όλες οι φάσεις αποδίδονται στη διαφορά θερμοκρασίας	3	1	1	5
Ερμηνείες με ωφελμιστική για τον άνθρωπο θεώρηση	2	3	1	6
Δεν ξέρω	1	-	2	3
Ερμηνείες παιδιών που σχεδίασαν κίνηση μόνο στην οριζόντια κατεύθυνση (μονόδρομη ή αμφίδρομη)				
Απαντήσεις παιδιών / ηλικία	ΣΤ Δημ. (25 παιδιά)	Γ Γυμν. (25 παιδιά)	Απόφ. Λυκ. (25 παιδιά)	Σύνολο (75 παιδιά)
Αποδίδεται στη διαφορά πίεσης (σωστή ερμηνεία)	-	-	4	4
Αποδίδεται στον άνεμο	15	12	3	30
Αποδίδεται στη Δθ	1	-	1	2
Αποδίδεται στη βαρύτητα ή σε δύναμη	3	2	1	6
Ωφελμιστικές ερμηνείες	-	5	9	14
Δεν ξέρω	-	1	2	3

Σημ. Το σύνολο των απαντήσεων υπερβαίνει τον αριθμό των παιδιών κατά ηλικία γιατί δόθηκαν περισσότερες από μια απαντήσεις από κάθε παιδί

Η ωφελμιστική για τον άνθρωπο ερμηνεία της κίνησης των αερίων μαζών από 18 παιδιά (από τα οποία 2 του Δημοτικού, 8 του Γυμνασίου και 10 απόφοιτοι Λυκείου), εκφράζεται ως αναγκαιότητα για «ανανέωση /οξυγόνωση» του αέρα της πόλης ακόμη και στις περιπτώσεις που αυτά αποδίδουν την οριζόντια μετακίνηση των αερίων μαζών στον άνεμο. Χαρακτηριστικές είναι οι απαντήσεις:

*Από την πόλη όπου είναι πιο πολλά τα αέρια και επειδή είναι κακοί οι ρυπαντές αναβαίνουν λίγο ψηλά και μετά μεταφέρονται με τον άνεμο στην ύπαιθρο όπου έχει πιο πολύ οξυγόνο ενώ στη πόλη έχει λιγότερο. Και από την ύπαιθρο όταν φυσάει άνεμος θα μεταφερθούν αέριες μάζες στην πόλη για να γίνει οξυγόνωση της πόλης (μια απόφοιτος Λυκείου)*

*Ανεβαίνουν και αναμειγνύονται με το οξυγόνο που υπάρχει περισσότερο πιο ψηλά, αφού η πόλη είναι μολυσμένη με καυσαέρια, και μετά κινείται πάλι προς το οξυγόνο δηλ. προς την ύπαιθρο (μαθήτρια Δημοτικού)*

*Από τη πόλη τα καυσαέρια που υπάρχουν μεταφέρονται σιγά-σιγά προς τις γειτονικές περιοχές και φτάνουν στην ύπαιθρο όπου μερικές φορές εξ' αιτίας και των δέντρων που υπάρχουν απορροφώνται, επειδή είναι πιο θερμά και βλαβερά και πρέπει να φύγουν από την πόλη (μαθήτρια Γυμνασίου)*

Σε κάποιες μάλιστα ερμηνείες των παιδιών είναι τόσο έντονη η ωφελιμιστική αυτή θεώρηση ώστε, όπως φαίνεται χαρακτηριστικά στις απαντήσεις τους, η ρύπανση καθορίζει όχι μόνο τη κατεύθυνση κίνησης των αερίων μαζών αλλά ακόμη και την ίδια την κίνηση.

*Προσπαθούν να φύγουν από τη πόλη γιατί είναι πάρα πολλά τα αέρια που ρυπαίνουν την πόλη και έτσι ανεβαίνουν προς τα πάνω και στη συνέχεια πηγαίνουν και προς την ύπαιθρο γιατί εκεί βρίσκουν πρόσφορο έδαφος δηλ. εκεί δεν υπάρχουν ρυπαντές. Από την ύπαιθρο όμως προς την πόλη μπορεί να μην μπορούν να πάνε οι αέριες μάζες, να τις διώχνουν οι ρυπαντές που υπάρχουν στην πόλη (απόφοιτος Λυκείου).*

### **Συζήτηση**

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι πολύ λίγα παιδιά, μεγαλύτερης ηλικίας (μαθητές Γυμνασίου και απόφοιτοι Λυκείου), αποδίδουν την κίνηση των αερίων στους πραγματικούς παράγοντες, δηλαδή στη διάχυση, στη διαφορά θερμοκρασίας και στη διαφορά πίεσης και αυτό θα μπορούσε να αποδοθεί στη καλύτερη κατανόηση που έχουν τα παιδιά αυτής της ηλικίας για τις ιδιότητες των αερίων, καθώς έχουν διδαχθεί επανειλημμένα για το θέμα αυτό.

Τα παιδιά στη πλειοψηφία τους, ανεξαρτήτως ηλικίας, δυσκολεύονται να προσδιορίσουν τους μηχανισμούς κίνησης των αερίων, διαπίστωση που συμφωνεί με ερευνητικά δεδομένα των Moyle (1980) και Nelson *et al.* (1992), να σχεδιάσουν την κυκλική πορεία των αερίων μαζών μεταξύ δυο γειτονικών περιοχών που έχουν διαφορετική θερμοκρασία και πολύ περισσότερο δυσκολεύονται να ερμηνεύσουν τους μηχανισμούς των φάσεων της κυκλικής αυτής κίνησης παρότι διδάσκονται για το θέμα αυτό και στις δυο βαθμίδες της εκπαίδευσης στα μαθήματα της Φυσικής και της Γεωγραφίας. Η δυσκολία αυτή που έχουν τα παιδιά να ερμηνεύσουν τις φάσεις της κυκλικής κίνησης των αερίων μαζών οφείλεται βέβαια στο μηχανικό τρόπο μάθησης, αλλά και στο γεγονός ότι πρόκειται για σύνθετο φαινόμενο.

Γενικά, αποδίδουν την κίνηση των αερίων στον άνεμο, είτε πρόκειται για κίνηση στη κατακόρυφο διεύθυνση, είτε για την κίνηση στην οριζόντια διεύθυνση (Πίνακες 6.11, 6.12 και 6.13), κάτι που έχει διαπιστωθεί και από σχετική έρευνα της Dove (1998). Φαίνεται δηλαδή ότι στη διαμόρφωση των απόψεών τους αυτών σημαντικό ρόλο παίζουν οι αισθήσεις τους και όχι τα όσα διδάχθηκαν στο σχολείο.

Σημαντικός επίσης είναι και ο αριθμός των παιδιών, ανεξαρτήτως ηλικίας (41 παιδιά), που αποδίδουν την κατακόρυφη μεταφορά των αερίων στη βαρύτητα

(Πίνακας 6.12), διαπίστωση που συμφωνεί με αυτή του Stepan (1994). Η άποψη αυτή μάλλον αποτελεί μεταφορά του μηχανισμού πτώσης ενός σώματος, ότι δηλαδή τα αέρια κατεβαίνουν αποκλειστικά λόγω βαρύτητας και συνδέεται με λανθασμένες αντιλήψεις που έχουν για τη συμπεριφορά των αερίων γενικά, που όπως αναφέρθηκε και στο Κεφάλαιο 3 έχουν διαπιστωθεί και από άλλους ερευνητές (Henriques 2002 και Nelson *et al.* 1992).

Οι ανθρωποκεντρικές αντιλήψεις που διαπιστώθηκαν στις ερμηνείες σημαντικού ποσοστού παιδιών (18 από τα 75), μεγαλύτερης ηλικίας (μαθητές του Γυμνασίου και απόφοιτοι Λυκείου), για τους μηχανισμούς κίνησης των αερίων μεταξύ πόλης-υπαίθρου, εκτός του ότι αποκλίνουν από τις επιστημονικά αποδεκτές απόψεις, μπορεί να συμβάλλουν στη διαμόρφωση αρνητικών στάσεων απέναντι στο περιβάλλον. Μπορεί δηλαδή τα παιδιά να διαμορφώσουν την άποψη ότι οι κάτοικοι των πόλεων μπορούν να ρυπαίνουν όσο θέλουν αφού η ρύπανση αυτή μεταφέρεται με τον άνεμο κάπου αλλού, σε περιοχές με λιγότερη ρύπανση.

Σχετικά με τις λανθασμένες αντιλήψεις των παιδιών που εντοπίστηκαν στις ερμηνείες τους και αφορούν στις Φ.Ε, όπως π.χ. για τη σχέση αναλογίας μεταξύ πίεσης και θερμοκρασίας των αερίων στην ατμόσφαιρα, για τη σύγκριση των εννοιών θερμοκρασίας και δύναμης ή της θερμότητας και δύναμης, αυτές οφείλονται στην ελλιπή κατανόηση από μέρος τους της συμπεριφοράς των αερίων καθώς και στις δυσκολίες που συναντούν τα παιδιά να χρησιμοποιούν έννοιες που διδάχθηκαν στις Φ.Ε για να ερμηνεύσουν τα φαινόμενα αυτά.

### **6.2.1 Συμπεράσματα της διερεύνησης των αντιλήψεων των παιδιών για τον άνεμο και την κίνηση των αερίων στην ατμόσφαιρα**

Σύμφωνα με τα δεδομένα που προέκυψαν, τα παιδιά όλων των ηλικιών έχουν πολλές λανθασμένες απόψεις ή ελλιπή κατανόηση σχετικά με τους ανέμους και την κίνηση των αερίων μέσα στην ατμόσφαιρα, οι οποίες αποτυπώνονται στον Πίνακα 6.14 και μπορούν να συνοψισθούν στα εξής:

- Τα παιδιά όλων των ηλικιών στη πλειοψηφία τους έχουν ελλιπή κατανόηση για την έννοια του ανέμου, καθώς οι μεν μαθητές του Γυμνασίου και οι απόφοιτοι του Λυκείου δεν προσδιορίζουν την έννοια με σαφήνεια, ενώ οι μαθητές του Δημοτικού στη πλειοψηφία τους βασίζονται για τον προσδιορισμό της στις



αισθήσεις τους και όχι στα όσα διδάσκονται στο σχολείο, διαπίστωση που συμπίπτει με αυτή άλλων ερευνητών όπως των Piaget 1992, Dove 1998, Stepan 1994 κ.α.

- Παρόμοια ελλιπή κατανόηση έχουν στη πλειοψηφία τους, ανεξαρτήτως ηλικίας, και για τους μηχανισμούς δημιουργίας του ανέμου. Στηρίζουν την ερμηνεία που δίνουν για τη δημιουργία του στην εμπειρία τους (π.χ κίνηση των φύλλων, κυματισμός της θάλασσας κ.α.), ή τον αποδίδουν σε μια δύναμη, ή ακόμη στη διαφορά θερμοκρασίας (διαπιστώσεις και των Nelson *et al.* 1992 και Moyle 1980). Αυτό οφείλεται προφανώς στο ότι τόσο η έννοια του ανέμου, όσο και η δημιουργία του είναι θέματα αφηρημένα και ως εκ τούτου δυσνόητα όχι μόνο για τους μαθητές του Δημοτικού αλλά και για τα παιδιά όλων των ηλικιών.
- Δυσκολίες συναντούν τα παιδιά όλων των ηλικιών στην κατανόηση των μηχανισμών κίνησης των αερίων στην ατμόσφαιρα, αφού στη πλειοψηφία τους αποδίδουν την κίνηση αυτή, τόσο στην οριζόντια όσο και στην κατακόρυφο διεύθυνση, στον άνεμο, ενώ ο άνεμος στην πραγματικότητα είναι η ίδια η κίνηση των αερίων προς ορισμένη κατεύθυνση. Εκτός από μικρό ποσοστό παιδιών, δεν αναφέρουν τη διάχυση ως μηχανισμό κίνησης των αερίων στην ατμόσφαιρα και αποδίδουν την κατακόρυφη κίνηση των αερίων στη βαρύτητα (Nelson *et al.* 1992). Η τελευταία αυτή άποψη προφανώς οφείλεται στη μεταφορά του μηχανισμού πτώσης των στερεών και υγρών σωμάτων και στα αέρια, ότι δηλαδή τα αέρια κατεβαίνουν αποκλειστικά λόγω βαρύτητας.
- Η ελλιπής κατανόηση σχετικά με την κίνηση των αερίων στην ατμόσφαιρα φαίνεται και από το γεγονός ότι τα παιδιά στη πλειοψηφία τους απεικονίζουν μόνο την οριζόντια κατεύθυνση κίνησης των αερίων μαζών μεταξύ δυο περιοχών με διαφορετική θερμοκρασία και την αποδίδουν στον άνεμο και στην αναγκαιότητα για απορρύπανση της πόλης. Διαπιστώνεται δηλαδή μια ωφελμιστική για τον άνθρωπο θεώρηση της κίνησης αυτής.
- Διαπιστώθηκαν επίσης λανθασμένες αντιλήψεις από τις Φ.Ε. που έχουν τα παιδιά όλων των ηλικιών και αφορούν στην κίνηση των μορίων των αερίων, στη σχέση θερμοκρασίας- πίεσης στο ίδιο ύψος της ατμόσφαιρας, και στη σύγκριση εννοιών θερμοκρασίας-δύναμης και θερμότητας- δύναμης (Aron *et al.* 1994, Sere 1985, Henriques 2002 κ.α).

**Πίνακας 6.14:** Απαντήσεις παιδιών στις οποίες διαπιστώθηκαν λανθασμένες αντιλήψεις ή ελλιπής κατανόηση για τη κίνηση των αερίων στην ατμόσφαιρα και τον άνεμο

Απαντήσεις παιδιών/ ηλικία		ΣΤ Δημ. (25 παιδιά)	Γ Γυμν. (25 παιδιά)	Απόφ.Λυκ. (25 παιδιά)	Σύνολο (75 παιδιά)
Ελλιπής προσδιορισμός της έννοιας «άνεμος»		6	14	17	37
Προσδιορισμός της έννοιας «άνεμος» με παραδείγματα που βασίζονται στις αισθήσεις		15	9	6	30
Ο άνεμος αποδίδεται σε δύναμη ή πίεση που θεωρείται ως δύναμη		4	5	10	19
Ο άνεμος αποδίδεται στη θερμοκρασία		3	6	2	11
Ερμηνεία της δημιουργίας του ανέμου με αόριστες απαντήσεις/ λανθασμένες αντιλήψεις για τη κίνηση των μορίων των αερίων		10	5	4	19
Δεν ξέρω πως δημιουργείται ο άνεμος		8	6	9	23
Αγνοείται η διάχυση ως μηχανισμός κίνησης των αερίων		19	20	14	53
Απόδοση της κατακόρυφης κίνησης των αερίων:	Στη βαρύτητα	14	10	17	41
	Στον άνεμο	8	8	4	20
	Δεν ξέρω	2	1	-	3
Απόδοση της οριζόντιας κίνησης των αερίων στον άνεμο		23	24	25	72
Απεικόνιση μόνο οριζόντιας κίνησης αερίων μαζών μεταξύ πόλης-υπαίθρου (μονόδρομης/ αμφίδρομης)		19	20	20	59
Η κυκλική πορεία των αερίων μαζών μεταξύ πόλης-υπαίθρου αποδίδεται σε:	Διαφορά θερμοκρασίας (όλες οι φάσεις)	3	1	1	5
	Ωφελμιστική θεώρηση της κίνησης	2	3	1	6
	Δεν ξέρω	1	-	2	3
Η κίνηση σε μια κατεύθυνση (μόνο οριζόντια) των αερίων μαζών μεταξύ πόλης-υπαίθρου αποδίδεται σε:	Άνεμο	15	12	3	30
	Διαφορά θερμοκρασίας	1	-	1	2
	Βαρύτητα	-	1	-	1
	Δύναμη	3	1	1	5
	Ωφελμιστική θεώρηση	-	5	9	14
Δεν ξέρω		-	1	2	3

Σημ. Το σύνολο των απαντήσεων σε κάποιες περιπτώσεις υπερβαίνει τον αριθμό των παιδιών κατά ηλικία γιατί δόθηκαν περισσότερες από μια απαντήσεις από κάθε παιδί

## 6.3 ΚΑΤΑΝΟΗΣΗ ΤΩΝ ΠΑΙΔΙΩΝ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΑΙΡΟ ΚΑΙ ΤΟ ΚΛΙΜΑ

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται και συζητούνται τα αποτελέσματα της διερεύνησης των αντιλήψεων των παιδιών για τον καιρό και το κλίμα. Σχετικά με τα θέματα αυτά, τα οποία σημειωτέον αποτελούν βασική προϋπόθεση για τη κατανόηση του θέματος των κλιματικών αλλαγών και για τα οποία η γνώση δεν στηρίζεται αποκλειστικά στη διδασκαλία στο σχολείο, τα παιδιά κλήθηκαν να απαντήσουν στις παρακάτω ερωτήσεις:

- 1) *Τί είναι καιρός;*
- 2) *Τί είναι κλίμα μιας περιοχής;*
- 3) *Ποιοί είναι οι παράγοντες που διαμορφώνουν το κλίμα μιας περιοχής;*

Πρέπει να σημειωθεί ότι τα παιδιά διδάσκονται για τα θέματα αυτά στις τελευταίες τάξεις του Δημοτικού και στην Α τάξη του Γυμνασίου στο μάθημα της Γεωγραφίας.

- 1) *Τί είναι καιρός;*

Από επιστημονική πλευρά (Κεφάλαιο 1), ο καιρός προσδιορίζεται ως η κατάσταση της ατμόσφαιρας σε μια δεδομένη χρονική στιγμή και σε ένα τόπο όπως αυτή καθορίζεται από τις παραμέτρους του δηλαδή τη θερμοκρασία, την ατμοσφαιρική πίεση, την υγρασία, τη διεύθυνση και τη ταχύτητα των ανέμων και εκδηλώνεται με τα κατακρημνίσματα (βροχή, χιόνι, ομίχλη κ.α.), τους ανέμους και την κατάσταση του ουρανού (ηλιοφάνεια, σύννεφα).

Από τις απαντήσεις τους στην ερώτηση «*τι είναι καιρός;*» οι οποίες περιλαμβάνονται στον Πίνακα 6.15, προέκυψε ότι μόνο 11 παιδιά ανεξαρτήτως ηλικίας (3 μαθητές Δημοτικού, 5 του Γυμνασίου και 3 απόφοιτοι Λυκείου), προσδιόρισαν την έννοια με σχετική ακρίβεια καθώς αναφέρθηκαν σε τρεις ή περισσότερες παραμέτρους του αλλά και στον χρονικό προσδιορισμό του λέγοντας:

*Καιρός είναι τα καιρικά φαινόμενα δηλ. ηλιοφάνεια, βροχόπτωση, άνεμοι κ.α., που επικρατούν σε ένα τόπο μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή (μια μαθήτρια Γυμνασίου)*

Στην πλειοψηφία τους τα παιδιά, μαθητές κυρίως του Δημοτικού, (28 παιδιά από τα οποία 14 μαθητές Δημοτικού, 7 του Γυμνασίου και 7 απόφοιτοι Λυκείου) κατά τον

προσδιορισμό της έννοιας του καιρού αναφέρθηκαν σε δυο μόνο καιρικά φαινόμενα/ παραμέτρους του, συγκεκριμένα την κατάσταση ουρανού (ηλιοφάνεια ή συννεφιά) και τα κατακρημνίσματα (βροχή, χιόνι, χαλάζι κ.α) και λιγότερο στη θερμοκρασία ή κάποια από τις άλλες παραμέτρους. Σε μια παράμετρο του καιρού συνήθως τη βροχόπτωση, αναφέρθηκαν 15 παιδιά (3 μαθητές του Δημοτικού, 6 του Γυμνασίου και 6 απόφοιτοι Λυκείου), ενώ 10 παιδιά ανεξάρτητα από την ηλικία τους (3 του Δημοτικού, 4 του Γυμνασίου και 3 απόφοιτοι Λυκείου) αναφέρθηκαν αόριστα στα καιρικά φαινόμενα απαντώντας ότι «καιρός είναι τα καιρικά φαινόμενα που συμβαίνουν σ' ένα τόπο» χωρίς όμως άλλες διευκρινήσεις σχετικά μ' αυτά παρότι τους ζητήθηκαν. Τα υπόλοιπα 8 παιδιά (2 μαθητές Δημοτικού, 3 του Γυμνασίου και 3 απόφοιτοι) στις απαντήσεις τους ταυτίζουν τον καιρό με το κλίμα καθώς ανέφεραν ότι «καιρός είναι οι κλιματολογικές συνθήκες μιας περιοχής» και 3 απόφοιτοι Λυκείου απάντησαν ότι δεν μπορούν να προσδιορίσουν τι είναι ο καιρός.

**Πίνακας 6.15:** Απόψεις των παιδιών κατά ηλικία για την έννοια του καιρού

Απαντήσεις παιδιών/ ηλικία	ΣΤ Δημ. (25 παιδιά)	Γ Γυμν. (25 παιδιά)	Απόφ. Λυκ. (25 παιδιά)	Σύνολο (75 παιδιά)
Με τρεις ή περισσότερες παραμέτρους	3	5	3	11
Με 2 παραμέτρους	14	7	7	28
Με 1 παράμετρο	3	6	6	15
Αόριστες απαντήσεις (χωρίς αναφορά σε παραμέτρους)	3	4	3	10
Με αναφορά στο σύντομο/στιγμιαίο χρονικό διάστημα προσδιορισμού του (σωστός χρονικός προσδιορισμός)	6	17	14	37
Δεν προσδιορίζεται χρονικά ή προσδιορίζεται αόριστα	17	5	5	27
Ταύτιση καιρού κλίματος	2	3	3	8
Δεν ξέρω	-	-	3	3

Σημ. Το σύνολο των απαντήσεων υπερβαίνει τον αριθμό των παιδιών κατά ηλικία γιατί δόθηκαν περισσότερες από μια απαντήσεις από κάθε παιδί

Πρέπει να σημειωθεί ότι από τα 64 παιδιά που προσδιόρισαν την έννοια του καιρού με αναφορά σε παραμέτρους του ή αναφέροντας αόριστα ότι «είναι τα καιρικά φαινόμενα που επικρατούν σε μια περιοχή», τα 37 (6 του Δημοτικού, 17 του Γυμνασίου και 14 απόφοιτοι Λυκείου), στην πλειοψηφία τους μαθητές του Γυμνασίου και απόφοιτοι, προσδιόρισαν τον καιρό χρονικά σύμφωνα με την επιστημονικά αποδεκτή άποψη. Τα υπόλοιπα δεν αναφέρθηκαν στον χρονικό προσδιορισμό του ή ανέφεραν αόριστα «σε κάποιο χρονικό διάστημα».

Επειδή ήταν περιορισμένη η αναφορά των παιδιών σε παραμέτρους του καιρού τους ζητήθηκε διευκρινιστικά να αναφέρουν τι κατά την άποψή τους μετράμε προκειμένου να προσδιορίσουμε τον καιρό.

Τα παιδιά ανέφεραν στις απαντήσεις τους περισσότερες από μια παραμέτρους (Πίνακας 6.16). Με μεγαλύτερη συχνότητα ανέφεραν τη θερμοκρασία (48 αναφορές, 16 από κάθε ηλικιακή ομάδα), τους ανέμους (40 αναφορές από τις οποίες 16 από μαθητές Δημοτικού, 11 από μαθητές Γυμνασίου και 13 από αποφοίτους Λυκείου), την κατάσταση ουρανού (26 αναφορές από τις οποίες 11 από μαθητές Δημοτικού, 8 από μαθητές Γυμνασίου και 7 από αποφοίτους), τα κατακρημνίσματα και συγκεκριμένα τις βροχοπτώσεις (23 αναφορές από τις οποίες 8 από μαθητές Δημοτικού, 7 από μαθητές Γυμνασίου και 8 από αποφοίτους Λυκείου), την ατμοσφαιρική πίεση (12 παιδιά από τα οποία 2 μαθητές Δημοτικού, 2 μαθητές Γυμνασίου και 8 απόφοιτοι) και την υγρασία της ατμόσφαιρας (6 συνολικά παιδιά, 2 από κάθε ηλικιακή ομάδα). Σημαντικός είναι ο αριθμός των παιδιών (21 παιδιά) που έδωσαν αόριστες απαντήσεις όπως:

*Θα πρέπει να δούμε τι καιρό έχει η Ιταλία (απάντηση μιας αποφοίτου)*

*Θα μετράμε τον κυματισμό στη θάλασσα (ένας μαθητής Δημοτικού)*

**Πίνακας 6.16:** Αναφορές των παιδιών κατά ηλικία στις παραμέτρους του καιρού

Απαντήσεις παιδιών / ηλικία	ΣΤ Δημοτ. (25 παιδιά)	Γ Γυμν. (25 παιδιά)	Απόφ.Λυκ. (25 παιδιά)	Σύνολο (75 παιδιά)
<b>Θερμοκρασία</b>	16	16	16	48
<b>Υγρασία</b>	2	2	2	6
<b>Κατακρημνίσματα (βροχοπτώσεις)</b>	8	7	8	23
<b>Ατμοσφαιρική πίεση</b>	2	2	8	12
<b>Άνεμοι</b>	16	11	13	40
<b>Κατάσταση ουρανού</b>	11	8	7	26
<b>Αόριστες απαντήσεις</b>	4	10	7	21
<b>Δεν ξέρω</b>	1	-	1	2

Σημ. Το σύνολο των απαντήσεων υπερβαίνει τον αριθμό των παιδιών κατά ηλικία γιατί δόθηκαν περισσότερες από μια απαντήσεις από κάθε παιδί

## Συζήτηση

Από τις απαντήσεις των παιδιών στην ερώτηση σχετικά με τον προσδιορισμό της έννοιας του καιρού διαπιστώθηκε ότι οι μεν μαθητές του Δημοτικού στη πλειοψηφία τους αναφέρονται σε δυο παραμέτρους του (κατάσταση ουρανού και βροχοπτώσεις) και δεν προσδιορίζουν χρονικά τον καιρό, ενώ οι μαθητές του Γυμνασίου και οι απόφοιτοι Λυκείου αναφέρονται σε μια έως δυο το πολύ παραμέτρους αλλά και στο χρονικό προσδιορισμό του. Όταν όμως ρωτήθηκαν διευκρινιστικά για τις

παραμέτρους του καιρού οι αναφορές τους σ' αυτές ήταν σχετικά περισσότερες καθώς σε σημαντικό ποσοστό αναφέρουν τη θερμοκρασία, τους ανέμους, την κατάσταση του ουρανού και τις βροχοπτώσεις, παραμέτρους, που περιλαμβάνονται στα δελτία καιρού στη τηλεόραση. Το γεγονός αυτό, καθώς και το ότι τα παιδιά μεγαλύτερης ηλικίας γνωρίζουν για το βραχυπρόθεσμο χαρακτήρα του καιρού πιθανόν να οφείλεται στη θετική επίδραση των Μέσων Μαζικής Ενημέρωσης (Μ.Μ.Ε.) σχετικά με το θέμα.

Η δυσκολία που έχουν τα παιδιά, ανεξαρτήτως ηλικίας, να προσδιορίσουν με σαφήνεια την έννοια του καιρού, (διαπίστωση και των Spiropoulou *et al.* 1999), καθώς και το γεγονός ότι ελάχιστα αναφέρουν την υγρασία και την ατμοσφαιρική πίεση μεταξύ των παραμέτρων του, πιθανόν να οφείλεται στο ότι τα παιδιά διδάσκονται γι αυτά στη Γεωγραφία που αποτελεί δευτερεύον μάθημα του αναλυτικού προγράμματος σπουδών στις δυο βαθμίδες της εκπαίδευσης.

## 2) Τι είναι κλίμα μιας περιοχής;

Όπως αναφέρθηκε και στο Κεφάλαιο 1, το κλίμα ορίζεται ως η στατιστική έκφραση (μέσες τιμές, μέγιστες, ελάχιστες κ.λ.π.) των μετεωρολογικών στοιχείων-παραμέτρων του δηλαδή της θερμοκρασίας, της υγρασίας, των υδρομετεώρων και των ανέμων (διεύθυνση και ταχύτητα), για χρονικό διάστημα μεγαλύτερο από 20 χρόνια και χαρακτηρίζει τις συνθήκες καιρού που επικρατούν σ' ένα τόπο ή περιοχή.

Από τις απαντήσεις των παιδιών στην ερώτηση σχετικά με τον προσδιορισμό της έννοιας του κλίματος οι οποίες περιλαμβάνονται στον Πίνακα 6.17, προκύπτει ότι τα παιδιά στην πλειοψηφία τους, ανεξαρτήτως ηλικίας, δυσκολεύονται να προσδιορίσουν την έννοια, καθώς 27 από αυτά (11 του Δημοτικού, 9 του Γυμνασίου και 7 απόφοιτοι Λυκείου), ταυτίζουν τον καιρό και το κλίμα λέγοντας ότι «κλίμα είναι ο καιρός που επικρατεί σ' ένα τόπο». Από τα υπόλοιπα παιδιά, μόνο τα 5 (1 μαθητής του Δημοτικού και 4 του Γυμνασίου) αναφέρθηκαν σε τρεις ή περισσότερες παραμέτρους του κλίματος. Στη πλειοψηφία τους ανεξαρτήτως ηλικίας (26 παιδιά από τα οποία 9 μαθητές του Δημοτικού, 9 του Γυμνασίου και 8 απόφοιτοι Λυκείου), αναφέρθηκαν σε μια παράμετρο και συγκεκριμένα στη θερμοκρασία και 13 (3 μαθητές του Δημοτικού, 5 του Γυμνασίου και 5 απόφοιτοι) σε 2 παραμέτρους, στη θερμοκρασία και στις βροχοπτώσεις ή στην υγρασία. Όσον αφορά στο χρονικό προσδιορισμό του κλίματος, διαπιστώθηκε ότι μόνο 14 παιδιά (5 μαθητές του

Δημοτικού, 5 του Γυμνασίου και 4 απόφοιτοι Λυκείου), προσέγγισαν την επιστημονικά αποδεκτή άποψη, καθώς αναφέρθηκαν σε χρονικό διάστημα μετρήσεων των παραμέτρων του μεγαλύτερο από 10 χρόνια. Από τα υπόλοιπα παιδιά του δείγματος, τα 40 (16 μαθητές του Δημοτικού, 8 του Γυμνασίου και 16 απόφοιτοι), αναφέρθηκαν σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα μετρήσεων (περίπου 1 χρόνο), 17 παιδιά (3 μαθητές Δημοτικού, 10 του Γυμνασίου και 4 απόφοιτοι) στη πλειοψηφία τους μαθητές του Γυμνασίου, απάντησαν αόριστα «αρκετά /κάποια χρόνια» και 4 παιδιά απάντησαν «δεν ξέρω».

**Πίνακας 6.17:** Απαντήσεις παιδιών κατά ηλικία για τον προσδιορισμό της έννοιας του κλίματος μιας περιοχής

Απόψεις παιδιών για το προσδιορισμό της έννοιας «κλίμα»				
Απαντήσεις παιδιών/ ηλικία	ΣΤ Δημ. (25 παιδιά)	Γ Γυμν. (25 παιδιά)	Απόφ.Λυκ. (25 παιδιά)	Σύνολο (75 παιδιά)
Με περισσότερες από 3 παραμέτρους	1	-	4	5
Με 2 παραμέτρους	3	5	5	13
Με μια παράμετρο (θερμοκρασία)	9	9	8	26
Ταύτιση κλίματος και καιρού	11	9	7	27
Δεν ξέρω	1	2	1	4
Απόψεις παιδιών για το χρονικό προσδιορισμό του κλίματος				
Απαντήσεις παιδιών/ ηλικία	ΣΤ Δημ. (25 παιδιά)	Γ Γυμν. (25 παιδιά)	Απόφ.Λυκ. (25 παιδιά)	Σύνολο (75 παιδιά)
Μετρήσεις των παραμέτρων για περισσότερο από 10 χρόνια (σωστή απάντηση)	5	5	4	14
Μετρήσεις για 1 χρόνο περίπου	16	8	16	40
Αόριστες απαντήσεις (αρκετά/κάποια χρόνια)	3	10	4	17
Δεν ξέρω	1	2	1	4

Επειδή ήταν περιορισμένη η αναφορά των παιδιών σε παραμέτρους του κλίματος τους ζητήθηκε διευκρινιστικά να αναφέρουν τι κατά την άποψή τους μετράμε προκειμένου να προσδιορίσουμε το κλίμα.

Από τις απαντήσεις των παιδιών στην ερώτηση αυτή που περιελάμβαναν περισσότερες από μια αναφορές στις παραμέτρους του κλίματος (Πίνακας 6.18), διαπιστώνουμε ότι τα παιδιά στη πλειοψηφία τους ανεξαρτήτως ηλικίας αναφέρθηκαν στη θερμοκρασία (68 απαντήσεις από τις οποίες 23 από μαθητές του Δημοτικού, 21 από μαθητές του Γυμνασίου και 24 από αποφοίτους), 41 παιδιά (14 του Δημοτικού, 12 του Γυμνασίου και 15 απόφοιτοι) στα κατακρημνίσματα και συγκεκριμένα στις βροχοπτώσεις, ενώ από τα παιδιά που ανέφεραν την υγρασία (20 απαντήσεις από τις οποίες 4 από μαθητές Δημοτικού, 3 από μαθητές Γυμνασίου και 13 από αποφοίτους)

και τους επικρατούντες ανέμους (19 απαντήσεις από τις οποίες 5 από παιδιά Δημοτικού, 6 του Γυμνασίου και 8 από αποφοίτους), τα περισσότερα ήταν απόφοιτοι Λυκείου. Σημαντικό ποσοστό παιδιών και μάλιστα με αναλογία στη συχνότητα των απαντήσεών τους σε σχέση με την ηλικία τους (38 παιδιά από τα οποία 9 μαθητές του Δημοτικού, 10 του Γυμνασίου και 19 απόφοιτοι), ταυτίζουν τις έννοιες καιρός και κλίμα καθώς απάντησαν ότι «για να προσδιορίσουμε το κλίμα μιας περιοχής πρέπει να δούμε τον καιρό/ τις καιρικές συνθήκες που έχει η περιοχή» και 8 παιδιά (2 του Δημοτικού, 2 του Γυμνασίου και 4 αποφοίτων) συγχέουν τις παραμέτρους του κλίματος με τους παράγοντες που το διαμορφώνουν.

**Πίνακας 6.18:** Αναφορές των παιδιών κατά ηλικία στις παραμέτρους του κλίματος

Αναφορές σε παραμέτρους/ ηλικία	ΣΤ Δημ. (25 παιδιά)	Γ Γυμν. (25 παιδιά)	Απόφ. Λυκ. (25 παιδιά)	Σύνολο (75 παιδιά)
<b>Θερμοκρασία</b>	23	21	24	68
<b>Υγρασία</b>	4	3	13	20
<b>Ύψος βροχής/ κατακρημνίσματα</b>	14	12	15	41
<b>Επικρατούντες άνεμοι</b>	5	6	8	19
<b>Αναφορές σε παράγοντες κλίματος</b>	2	2	4	8
<b>Απαντήσεις σχετιζόμενες με καιρό και καιρικά φαινόμενα</b>	9	10	19	38
<b>Δεν ξέρω</b>	-	1	-	1

Σημ. Το σύνολο των απαντήσεων υπερβαίνει τον αριθμό των παιδιών κατά ηλικία γιατί δόθηκαν περισσότερες από μια απαντήσεις από κάθε παιδί

Αξίζει να σημειωθεί ότι στις απαντήσεις των παιδιών σχετικά με τις παραμέτρους του κλίματος οι αναφορές τους σ' αυτές έγιναν αόριστα στο μέγεθος που πρέπει να μετρείται και όχι στη μέση τιμή ή την ετήσια διακύμανσή του. Μόνο 11 παιδιά, στη πλειοψηφία τους μαθητές του Γυμνασίου (9 μαθητές του Γυμνασίου και 2 απόφοιτοι Λυκείου), αναφέρθηκαν στη μέση τιμή κάποιας παραμέτρου του κλίματος όπως φαίνεται στην απάντηση μιας μαθήτριας της Γ τάξης του Γυμνασίου:

*Πρέπει να μετράμε τη μέση θερμοκρασία της περιοχής.*

## Συζήτηση

Από τον συνδυασμό των απαντήσεων των παιδιών στις ερωτήσεις σχετικά με τον προσδιορισμό της έννοιας του κλίματος και τις παραμέτρους του, διαπιστώθηκε ότι τα παιδιά στην πλειοψηφία τους ανεξαρτήτως ηλικίας δυσκολεύονται να αναφερθούν σε περισσότερες από δυο παραμέτρους του κλίματος γεγονός που διαπιστώθηκε και από έρευνα των Spiropoulou *et al.* (1999). Αυτό οφείλεται στον ασαφή τρόπο παρουσίασής τους στα σχολικά εγχειρίδια καθώς από τη διερεύνησή τους



διαπιστώθηκε ότι στο βιβλίο του Δημοτικού κάποιες από τις παραμέτρους του κλίματος (η θερμοκρασία και οι βροχοπτώσεις) παρουσιάζονται με ιστογράμματα (για τη βροχόπτωση) και γραφικές παραστάσεις (για τη διακύμανση της θερμοκρασίας) που αναφέρονται σε χρονικό διάστημα μικρής περιόδου του έτους και συνοδεύονται από ελλιπή σχόλια.

Ακόμη συγχέουν τις έννοιες καιρός και κλίμα, όπως διαπιστώθηκε από τις απαντήσεις τους στις ερωτήσεις για το προσδιορισμό των δυο αυτών εννοιών, και ορίζουν τη μια έννοια χρησιμοποιώντας την άλλη (27 παιδιά ορίζουν το κλίμα με την έννοια του καιρού και 8 τον καιρό με την έννοια του κλίματος). Ακόμη, παρά το γεγονός ότι στα σχολικά εγχειρίδια του Δημοτικού και του Γυμνασίου αναφέρεται ο χρονικός προσδιορισμός του κλίματος με σαφήνεια, διαπιστώθηκε ότι στη πλειοψηφία τους ανεξαρτήτως ηλικίας, αγνοούν το στατιστικό του χαρακτήρα και ότι οι περισσότεροι μαθητές του Δημοτικού και απόφοιτοι του Λυκείου θεωρούν ότι αρκεί ένας χρόνος μετρήσεων για τον προσδιορισμό του, διαπιστώσεις, που συμπίπτουν με αυτές από έρευνες των Spiropoulou *et al.* (1999) και Cowda *et al.* (1997). Αυτό πιθανόν να οφείλεται στο ότι οι έννοιες αυτές δεν διδάσκονται επαρκώς στο σχολείο.

### 3) Ποιοί είναι οι παράγοντες που διαμορφώνουν το κλίμα μιας περιοχής;

Από τις απαντήσεις των παιδιών στην ερώτηση σχετικά με τους παράγοντες που συμβάλλουν στη διαμόρφωση του κλίματος (Πίνακας 6.19), διαπιστώθηκε ότι τα περισσότερα παιδιά (50 παιδιά από τα οποία 17 μαθητές Δημοτικού, 14 του Γυμνασίου και 19 απόφοιτοι), αναφέρθηκαν στην απόσταση της περιοχής από τον ισημερινό, 33 (6 του Δημοτικού, 13 του Γυμνασίου και 14 απόφοιτοι) στην απόσταση από τη θάλασσα, 30 παιδιά στην πλειοψηφία τους απόφοιτοι του Λυκείου (6 του Δημοτικού, 8 του Γυμνασίου και 16 απόφοιτοι) στη τοπογραφία, ενώ 25 παιδιά ανεξαρτήτως ηλικίας (7 μαθητές Δημοτικού, 10 μαθητές Γυμνασίου και 8 απόφοιτοι), ανέφεραν το υψόμετρο. Από τα υπόλοιπα παιδιά, εκτός από 2 μαθητές του Δημοτικού που απάντησαν «δεν ξέρω», τα άλλα έχουν λανθασμένες απόψεις καθώς θεωρούν ότι οι παράγοντες που διαμορφώνουν το κλίμα είναι: α) κάποιοι παράμετροί του (13 απαντήσεις από τις οποίες 5 από μαθητές του Δημοτικού, 3 του Γυμνασίου και 5 από αποφοίτους), β) η ρύπανση (14 παιδιά από τα οποία 2 του Δημοτικού, 4 του

Γυμνασίου και 8 απόφοιτοι) και γ) η βλάστηση (9 παιδιά από τα οποία 6 του Δημοτικού, 2 του Γυμνασίου και 1 απόφοιτος). Χαρακτηριστικές είναι οι απαντήσεις: Το κλίμα ενός τόπου επηρεάζεται από τις βροχοπτώσεις και τη θερμοκρασία της περιοχής (ένας απόφοιτος)

Εξαρτάται από τη ρύπανση που έχει η περιοχή (μια απόφοιτος)

Η βλάστηση είναι αυτή που επηρεάζει το κλίμα μιας περιοχής (μαθητής Δημοτικού).

**Πίνακας 6.19:** Αναφορές των παιδιών κατά ηλικία σε παράγοντες που διαμορφώνουν το κλίμα μιας περιοχής

Αναφορές σε παράγοντες/ ηλικία	ΣΤ Δημ. (25 παιδιά)	Γ Γυμν. (25 παιδιά)	Απόφ.Λυκ. (25 παιδιά)	Σύνολο (75 παιδιά)
Απόσταση από ισημερινό	17	14	19	50
Απόσταση από θάλασσα	6	13	14	33
Τοπογραφία	6	8	16	30
Υψόμετρο	7	10	8	25
Άλλες αναφορές (παράμετροι, ρύπανση, βλάστηση)	13	9	14	36
Δεν ξέρω	2	-	-	2

Σημ. Το σύνολο των απαντήσεων υπερβαίνει τον αριθμό των παιδιών κατά ηλικία γιατί δόθηκαν περισσότερες από μια απαντήσεις από κάθε παιδί

## Συζήτηση

Η δυσκολία που έχουν οι μαθητές του Δημοτικού να αναφερθούν στους παράγοντες που διαμορφώνουν το κλίμα μιας περιοχής προφανώς σχετίζεται με τον ασαφή τρόπο παρουσίασης τους στα σχολικά τους εγχειρίδια καθώς από τη διερεύνησή τους διαπιστώθηκε ότι στο βιβλίο της Γεωγραφίας της ΣΤ Δημοτικού μεταξύ των παραγόντων του κλίματος λανθασμένα αναφέρεται μια παράμετρος του και συγκεκριμένα οι επικρατούντες άνεμοι.

### 6.3.1. Συμπεράσματα της διερεύνησης των αντιλήψεων των παιδιών διαφόρων ηλικιών για τον καιρό και το κλίμα

Από τα δεδομένα που προέκυψαν από τις απαντήσεις των παιδιών σχετικά με τον καιρό και το κλίμα, θέματα για τα οποία τα παιδιά διαμορφώνουν άποψη υπό την επίδραση όχι μόνο του σχολείου αλλά και των Μ.Μ.Ε., διαπιστώθηκε ότι αυτά έχουν λανθασμένες απόψεις ή ακόμη ελλιπή κατανόηση. Συνοπτική παρουσίαση αυτών γίνεται στο Πίνακα 6.20. Συγκεκριμένα:

- Τα παιδιά στη πλειοψηφία τους ανεξαρτήτως ηλικίας, έχουν ελλιπή κατανόηση για τον καιρό και τις παραμέτρους του, καθώς προσδιορίζουν την έννοια με

αναφορά σε μια έως δυο παραμέτρους (θερμοκρασία και βροχοπτώσεις ή κατάσταση ουρανού) -διαπιστώσεις που συμπίπτουν με αυτές από έρευνα των Spiropoulou *et al.* (1999) -ενώ οι αναφορές τους σ' αυτές έπειτα από διευκρινιστική ερώτηση, περιορίζονται μόνο σε όσες αναφέρονται στα δελτία καιρού της τηλεόρασης. Επίσης, στη πλειοψηφία τους οι μαθητές του Δημοτικού δυσκολεύονται να προσδιορίσουν την έννοια χρονικά όπως διαπιστώθηκε και από έρευνες των Cowda *et al.* (1997) και Spiropoulou *et al.* (1999). Αυτό σχετίζεται αφενός με τη διδασκαλία στο σχολείο, καθώς αποτελεί θέμα δευτερεύοντος μαθήματος (της Γεωγραφίας) και η ενασχόληση με το θέμα σταματά στη Α Γυμνασίου και αφετέρου στο γεγονός ότι πρόκειται για έννοια αφηρημένη και συνεπώς δυσνόητη ιδιαίτερα για τους μαθητές του Δημοτικού.

- Σημαντικό ποσοστό των μαθητών του Γυμνασίου έχει λανθασμένες απόψεις για τις παραμέτρους του καιρού, καθώς μεταξύ αυτών περιλαμβάνουν τον κυματισμό της θάλασσας, τον καιρό γειτονικών κρατών, κ.α.
- Ανάλογα συμπεράσματα προέκυψαν και για το κλίμα, καθώς τα παιδιά ανεξαρτήτως ηλικίας, δυσκολεύονται να προσδιορίσουν την έννοια χρονικά, αγνοούν το στατιστικό της χαρακτήρα, δεν αναφέρουν δηλαδή τις μέσες τιμές των παραμέτρων ή τις διακυμάνσεις τους, αναφέρουν μια έως δυο παραμέτρους του κλίματος (θερμοκρασία και βροχοπτώσεις) και με ποσοστό που ελλαττώνεται όσο αυξάνει η ηλικία τους ταυτίζουν τις έννοιες καιρός και κλίμα. Αυτό, εκτός του ότι πρόκειται για αφηρημένη έννοια, οφείλεται στα σχολικά εγχειρίδια όπου η έννοια δεν προσδιορίζεται χρονικά με σαφήνεια, η αναφορά τους στις παραμέτρους της είναι περιορισμένη και ασαφής, αλλά και στο τρόπο διδασκαλίας που στηρίζεται στην αποστήθηση και χαρακτηρίζεται από απουσία εμπλοκής των παιδιών σε δραστηριότητες.

**Πίνακας 6.20:** Απαντήσεις παιδιών στις οποίες διαπιστώθηκε ελλιπής κατανόηση για τον καιρό και το κλίμα

Απαντήσεις παιδιών		ΣΤ Δημοτ. (25 παιδιά)	Γ Γυμν. (25 παιδιά)	Απόφ.Λυκ (25παιδιά)	Σύνολο (75παιδιά)	
<b>Δυσκολία προσδιορισμού της έννοιας «καιρός»</b>	Με αναφορά σε 1-2 παραμέτρους του	17	13	13	43	
	Αόριστα «είναι τα καιρικά φαινόμενα»	3	4	3	10	
	Ταύτιση καιρού και κλίματος	2	3	3	8	
	Αδυναμία χρονικού προσδιορισμού	17	5	5	27	
<b>Αναφορές των παιδιών σε παραμέτρους του καιρού</b>	Θερμοκρασία	16	16	16	48	
	Άνεμοι	16	11	13	40	
	Κατάσταση ουρανού	11	8	7	26	
	Κατακρημνίσματα	8	7	8	23	
	Ατμοσφαιρική πίεση	2	2	8	12	
	Υγρασία	2	2	2	6	
	Αόριστες απαντήσεις/δεν ξέρω	5	10	8	23	
<b>Δυσκολία προσδιορισμού της έννοιας «κλίμα»</b>	Με αναφορά σε 1-2 παραμέτρους	12	14	13	39	
	Ταύτιση κλίματος με καιρό	11	9	7	27	
	Δεν ξέρω	1	2	1	4	
	Αδυναμία χρονικού προσδιορισμού του κλίματος	Αναφορά σε μικρό χρονικό διάστημα	16	8	16	40
		Αόριστα «αρκετά χρόνια»	3	10	4	17
	Δεν ξέρω	1	2	1	4	
<b>Αναφορές των παιδιών σε παραμέτρους του κλίματος</b>	Θερμοκρασία	23	21	24	68	
	Κατακρημνίσματα	14	12	15	41	
	Υγρασία	4	3	13	20	
	Επικρατούντες άνεμοι	5	6	8	19	
	Απαντήσεις σχετιζόμενες με καιρό και καιρικά φαινόμενα	9	10	19	38	
	Σύγχυση παραμέτρων με παράγοντες	2	2	4	8	
	Δεν ξέρω	-	1	-	1	
<b>Δεν γνωρίζουν το στατιστικό χαρακτήρα του κλίματος</b>		25	16	23	64	
<b>Αναφορές των παιδιών σε παράγοντες του κλίματος</b>	Απόσταση από ισημερινό	17	14	19	50	
	Απόσταση από θάλασσα	6	13	14	33	
	Τοπογραφία	6	8	16	30	
	Υψόμετρο	7	10	8	25	
	Άλλες αναφορές	13	9	14	36	
	Δεν ξέρω	2	-	-	2	

Σημ. Το σύνολο των απαντήσεων σε κάποιες περιπτώσεις υπερβαίνει τον αριθμό των παιδιών κατά ηλικία γιατί δόθηκαν περισσότερες από μια απαντήσεις από κάθε παιδί

## 6.4. ΚΑΤΑΝΟΗΣΗ ΤΩΝ ΠΑΙΔΙΩΝ ΓΙΑ ΤΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται και συζητούνται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη διερεύνηση των αντιλήψεων των παιδιών για τις κλιματικές αλλαγές και συγκεκριμένα για την έννοια, για τα αίτια που τις προκαλούν και για τις συνέπειές τους.

Οι ερωτήσεις που τέθηκαν στα παιδιά προκειμένου να διερευνηθούν τα παραπάνω θέματα είναι:

- 1) *Τί σημαίνει κατά την άποψή σου ο όρος «κλιματικές αλλαγές»;*
- 2) *Αναμένεται μεταβολή της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη; Αν ναι, τι θα συμβεί με τη μέση θερμοκρασία (αύξηση ή μείωση;) και ποιός είναι κατά την άποψή σου ο αναμενόμενος ρυθμός μεταβολής της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη;*
- 3) *Τί πιστεύεις ότι προκαλεί τις κλιματικές αλλαγές;*
- 4) *Ποιές είναι οι συνέπειες από τις κλιματικές αλλαγές;*
- 5) *Ποιές είναι οι πηγές από τις οποίες αντλείς τις πληροφορίες σου για όλα αυτά τα θέματα που αφορούν τις κλιματικές αλλαγές;*

Τα συμπεράσματα που προέκυψαν από τη διερεύνηση των απαντήσεων των παιδιών στις παραπάνω ερωτήσεις παρουσιάζονται και συζητούνται ανά ερώτηση στη συνέχεια.

Πρέπει να σημειωθεί ότι από τη διερεύνηση των σχολικών εγχειριδίων της α/θμιας β/θμιας εκπαίδευσης διαπιστώθηκε ότι ειδικά το θέμα των κλιματικών αλλαγών τα παιδιά δεν το διδάσκονται στο σχολείο σε καμιά από τις δυο βαθμίδες της εκπαίδευσης, αλλά οι γνώσεις τους γι αυτό συνδέονται με πρωτογενή γνώση που παρέχεται στο σχολείο σε συνδυασμό με τη πληροφόρησή τους από άλλες πηγές.

- 1) *Τι σημαίνει κατά την άποψή σου ο όρος «κλιματικές αλλαγές»;*

Από την αξιολόγηση των απαντήσεων των παιδιών στην ερώτηση σχετικά με τον προσδιορισμό της έννοιας των κλιματικών αλλαγών, διαπιστώθηκε ότι τα παιδιά στη πλειοψηφία τους ανεξαρτήτως ηλικίας (62 παιδιά από τα οποία 24 μαθητές του Δημοτικού, 15 του Γυμνασίου και 23 απόφοιτοι Λυκείου), προσδιόρισαν τις κλιματικές αλλαγές ως τις αλλαγές στο κλίμα (Πίνακας 6.21). Από αυτά τα 17 παιδιά (3 του Δημοτικού, 7 του Γυμνασίου και 7 απόφοιτοι Λυκείου), στην πλειοψηφία τους

μαθητές του Γυμνασίου και απόφοιτοι του Λυκείου, ανέφεραν δυο παραμέτρους (θερμοκρασία και βροχοπτώσεις), 33 (19 μαθητές Δημοτικού, 8 του Γυμνασίου και 6 απόφοιτοι Λυκείου), μια μόνο παράμετρο, τη θερμοκρασία και 12, στη πλειοψηφία τους απόφοιτοι Λυκείου (2 μαθητές του Δημοτικού και 10 απόφοιτοι Λυκείου) περιορίστηκαν στην ετυμολογία του όρου. Χαρακτηριστικές είναι οι απαντήσεις:

*Οι θερμοκρασίες στον πλανήτη έχουν αλλάξει. Παλιά είχαμε μικρότερες θερμοκρασίες, τώρα έχουμε μεγαλύτερες. Γενικά υπάρχει μια αναστάτωση στο κλίμα (απόφοιτος Λυκείου)*

*Περιμένουμε το κλίμα να είναι διαφορετικό, να έχει τελικά περισσότερες βροχές, να πέφτουν περισσότερα χιόνια τέτοια, αλλά γενικά να έχει μεγαλύτερες θερμοκρασίες. Αυτό είναι κλιματικές αλλαγές (μαθητής Γυμνασίου).*

Τα υπόλοιπα 13 παιδιά, μαθητές του Γυμνασίου στη πλειοψηφία τους, προσδιόρισαν τις κλιματικές αλλαγές από τις συνέπειές τους, καθώς τα 10 (2 μαθητές του Δημοτικού και 8 μαθητές Γυμνασίου) αναφέρουν τις μεταβολές των καιρικών φαινομένων και τα 3 (2 μαθητές Γυμνασίου και 1 απόφοιτος Λυκείου) αλλαγές στις εποχές, διαπίστωση που οδηγεί στο συμπέρασμα ότι τα παιδιά αυτά συγγέουν το κλίμα με τον καιρό.

*Όταν λέμε κλιματικές αλλαγές εννοούμε ότι αλλάζει το κλίμα δηλαδή έχουμε αλλαγές στα διάφορα καιρικά φαινόμενα που παρατηρούνται στη γη (απόφοιτος Λυκείου)*

*Κλιματικές αλλαγές είναι η αλλαγή στο κλίμα. Θα υπάρχουν εποχιακές μεταβολές, ώσπου να γίνει μια εποχή όλος ο χρόνος (μαθητής Γυμνασίου).*

**Πίνακας 6.21:** Απαντήσεις παιδιών κατά ηλικία για τον προσδιορισμό της έννοιας «κλιματικές αλλαγές»

Απαντήσεις παιδιών / ηλικία	ΣΤ Δημ. (25 παιδιά)	Γ Γυμν. (25 παιδιά)	Απόφ. Λυκ. (25 παιδιά)	Σύνολο (75 παιδιά)
Αλλαγή κλίματος με αναφορά σε 1-2 παραμέτρους του	22	15	13	50
Αόριστα αλλαγή στο κλίμα	2	-	10	12
Αλλαγή καιρικών φαινομένων	1	8	1	10

## Συζήτηση

Οι διαπιστώσεις ότι τα παιδιά στη πλειοψηφία τους, με ποσοστό αντιστρόφως ανάλογο με την ηλικία τους, προσδιόρισαν τις κλιματικές αλλαγές με αναφορά σε μια έως δυο παραμέτρους του κλίματος (αύξηση της θερμοκρασίας ή της θερμοκρασίας και των βροχοπτώσεων), διαπιστώσεις που συμπίπτουν με αυτές από έρευνες των Pruneau *et al.* (2001), Papadimitriou (2004) και Kempton (1997), οδηγούν στο

συμπέρασμα ότι η κατανόηση των παιδιών για το κλίμα και τις παραμέτρους του είναι περιορισμένη και ότι σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση των απόψεών τους για το θέμα των κλιματικών αλλαγών παίζουν οι αισθήσεις τους.

Το γεγονός ότι σημαντικό ποσοστό των αποφοίτων του Λυκείου περιορίζονται στην ετυμολογία του όρου ή αναφέρουν μια έως δυο παραμέτρους του κλίματος, συνδέεται με την ηλικιακή τους απομάκρυνση από το χρόνο διδασκαλίας σχετικά με το κλίμα αφού, όπως διαπιστώθηκε από τη διερεύνηση των σχολικών εγχειριδίων, η διδασκαλία για το θέμα αυτό σταματά στο τέλος της Α Γυμνασίου.

Επίσης οι απόψεις σημαντικού αριθμού μαθητών του Γυμνασίου ότι οι κλιματικές αλλαγές είναι οι μεταβολές στα καιρικά φαινόμενα ή οι αλλαγές στις εποχές, δείχνουν ότι τα παιδιά αυτά συγχέουν τις έννοιες καιρός και κλίμα και αγνοούν τον στατιστικό χαρακτήρα του κλίματος.

2) *Αναμένεται μεταβολή της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη; Αν ναι, τι μεταβολή αναμένεται να γίνει στη μέση θερμοκρασία (αύξηση ή μείωση;) και ποιός είναι κατά την άποψή σου ο αναμενόμενος ρυθμός μεταβολής της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη;*

Έπειτα από την καταφατική απάντηση όλων των παιδιών στο πρώτο σκέλος της ερώτησης, ότι δηλαδή οι κλιματικές αλλαγές συνδέονται άμεσα με τη μεταβολή της μέσης θερμοκρασίας στη γη, ζητήθηκε από τα παιδιά να προσδιορίσουν τη μεταβολή αυτή και να εκφράσουν την άποψή τους για τον αναμενόμενο ρυθμό μεταβολής της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη. Από τις απαντήσεις τους στη σχετική ερώτηση (Πίνακας 6.22), προκύπτει ότι μόνο 3 απόφοιτοι Λυκείου απάντησαν σύμφωνα με την εκτίμηση των επιστημόνων του Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC 1992, 1996), ότι δηλαδή η θερμοκρασία του πλανήτη αναμένεται να αυξηθεί κατά 1-2.5<sup>0</sup>C σε 50 χρόνια. Από τα 24 παιδιά που προσέγγισαν το προαπαιτούμενο χρονικό διάστημα για τον προσδιορισμό του κλίματος, τα 8, στη πλειοψηφία τους απόφοιτοι Λυκείου (2 μαθητές Δημοτικού, 1 του Γυμνασίου και 5 απόφοιτοι Λυκείου), θεωρούν ότι η αύξηση της θερμοκρασίας γίνεται με πολύ γρήγορους ρυθμούς. Ανέφεραν ότι «θα υπάρχει άνοδος της θερμοκρασίας κατά 1<sup>0</sup>-2<sup>0</sup>C/10 χρόνια» ή «κατά 2<sup>0</sup>-3<sup>0</sup>C /20 χρόνια» και τα άλλα 13, ανεξαρτήτα από την ηλικία τους (5 του Δημοτικού, 4 του Γυμνασίου και 4 απόφοιτοι), αναφέρθηκαν σε υπερβολική αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη (3<sup>0</sup>-20<sup>0</sup>C /10 χρόνια ή 4<sup>0</sup>-5<sup>0</sup>C /50 χρόνια). Από τα υπόλοιπα παιδιά, τα περισσότερα μαθητές του Δημοτικού και του Γυμνασίου (23 παιδιά από τα οποία 8 του Δημοτικού, 10 του Γυμνασίου και 5 απόφοιτοι), συγχέουν

τον καιρό με το κλίμα δηλαδή αναφέρθηκαν σε αύξηση  $1^{\circ}\text{-}3^{\circ}\text{C}$  / μήνα ή χρόνο, τα 13 απάντησαν «δεν ξέρω» και 15 παιδιά ανεξαρτήτως ηλικίας (7 του Δημοτικού, 4 του Γυμνασίου και 4 απόφοιτοι) έδωσαν αόριστες απαντήσεις. Από αυτά τα παιδιά τα 7 (3 μαθητές του Δημοτικού, 2 του Γυμνασίου και 2 απόφοιτοι του Λυκείου), ανέφεραν ότι αναμένεται ελάττωση της μέσης θερμοκρασίας της γης ή μεταβολή για την οποία δεν γνωρίζουν αν πρόκειται για αύξηση ή μείωση. Χαρακτηριστικές είναι οι απαντήσεις:

*Σε μερικά χρόνια θα έχουμε μεταβολή στη θερμοκρασία, μπορεί να αυξηθεί ή και να ελαττωθεί (μαθήτρια του Δημοτικού)*

*Θα πάρει πάνω από 100 περίπου χρόνια να αυξηθεί η θερμοκρασία αλλά δεν ξέρω κατά πόσους βαθμούς (μαθητής Γυμνασίου).*

**Πίνακας 6.22:** Απόψεις των παιδιών κατά ηλικία για τον ρυθμό αύξησης της μέσης θερμοκρασίας της γης

Απαντήσεις παιδιών / ηλικία	ΣΤ Δημ. (25 παιδιά)	Γ Γυμν. (25παιδιά)	Απόφ. Λυκ. (25 παιδιά)	Σύνολο (75παιδιά)
Αύξηση κατά $0,5^{\circ}\text{-}2^{\circ}\text{C}$ / 50 χρόνια	-	-	3	3
Αύξηση κατά $1^{\circ}\text{-}2^{\circ}\text{C}$ /10 χρόνια ή $2^{\circ}\text{-}3^{\circ}\text{C}$ /20 χρόνια	2	1	5	8
Αύξηση κατά $3^{\circ}\text{-}20^{\circ}\text{C}$ /10 χρόνια ή $4^{\circ}\text{-}5^{\circ}\text{C}$ /50 χρόνια	5	4	4	13
Αύξηση $1^{\circ}\text{-}3^{\circ}\text{C}$ / μήνα ή χρόνο	8	10	5	23
Αόριστες απαντήσεις (αόριστα μεταβολή/μείωση της θερμοκρασίας σε άγνωστο χρονικό διάστημα)	3	2	2	7
Αόριστα αύξηση της θερμοκρασίας σε αρκετά χρόνια (πάνω από 100)	4	2	2	8
Δεν ξέρω	3	6	4	13

## Συζήτηση

Γενικά, τα παιδιά ανεξαρτήτως ηλικίας, δυσκολεύονται να προσδιορίσουν τον ρυθμό αύξησης της μέσης θερμοκρασίας της γης και αυτό είναι συνέπεια του γεγονότος ότι δεν διδάσκονται για το θέμα αυτό στο σχολείο. Από τις εκτιμήσεις τους διαπιστώνουμε ότι κάποια παιδιά, απόφοιτοι Λυκείου στη πλειοψηφία τους, θεωρούν ότι η αλλαγή στο κλίμα γίνεται με πολύ γρήγορους ρυθμούς, κάποια άλλα, ανεξαρτήτως ηλικίας, αναφέρονται σε υπερβολική αύξηση της θερμοκρασίας (άποψη που διαπιστώθηκε και από έρευνα των Bostrom *et al.* 1994) και τα περισσότερα παιδιά, στη πλειοψηφία τους μαθητές του Δημοτικού και του Γυμνασίου, συγχέουν τον καιρό με το κλίμα κι αναφέρουν, ότι αναμένεται αύξηση της θερμοκρασίας της γης σε χρονικό διάστημα κάποιων μηνών, γεγονός που διαπιστώθηκε και από έρευνα



των Cowda *et al.* (1997). Τέλος, 8 παιδιά από τα οποία 4 μαθητές του Δημοτικού συγχέουν τις κλιματικές αλλαγές με τις κλιματικές περιόδους της γης.

3) *Τί πιστεύεις ότι προκαλεί τις κλιματικές αλλαγές;*

Από τις απαντήσεις των παιδιών στην ερώτηση σχετικά με τα αίτια που προκαλούν τις κλιματικές αλλαγές, στις οποίες αντιστοιχούν περισσότερες από μια αναφορές σε αίτια για κάθε παιδί (Πίνακας 6.23), διαπιστώθηκε ότι αυτά στη πλειοψηφία τους ανεξαρτήτως ηλικίας, θεωρούν υπεύθυνα το φαινόμενο της «*τρύπας του όζοντος*» (46 αναφορές από τις οποίες 15 από μαθητές Δημοτικού, 17 από μαθητές του Γυμνασίου και 14 από αποφοίτους Λυκείου) και το φαινόμενο του θερμοκηπίου (45 αναφορές, 15 από κάθε ηλικιακή ομάδα).

**Πίνακας 6.23:** Απαντήσεις των παιδιών κατά ηλικία σχετικά με τις αιτίες που είναι υπεύθυνες για τις κλιματικές αλλαγές

Απαντήσεις/ηλικία	ΣΤ Δημ. (25 παιδιά)	Γ Γυμν. (25 παιδιά)	Απόφ. Λυκ. (25 παιδιά)	Σύνολο (75 παιδιά)
<i>Φαινόμενο θερμοκηπίου</i> (σωστή απάντηση)	15	15	15	45
« <i>Τρύπα</i> » του όζοντος	15	17	14	46
<i>Ρύπανση/καταστροφή περιβάλλοντος από τον άνθρωπο</i>	3	6	8	17
<i>Καυσαέρια από αυτοκίνητα και εργοστάσια</i>	6	8	1	15
<i>Ατμοσφαιρική ρύπανση</i>	2	4	4	10
<i>Χημικά/ραδιενεργά απόβλητα</i>	1	6	1	8
<i>Αποψίλωση δασών, πυρκαγιές</i> (έμμεσα σωστή απάντηση)	1	1	-	2
<i>Υπερπληθυσμός</i> (έμμεσα σωστή απάντηση)	-	1	-	1
<i>Υπερκατανάλωση πηγών ενέργειας</i> (έμμεσα σωστή απάντηση)	-	-	1	1
<i>Κίνηση λιθοσφαιρικών πλακών, σεισμοί</i>	3	2	-	5
<i>Μεταβολές δραστηριότητας του ήλιου</i>	3	-	-	3
<i>Δεν ξέρω</i>	5	3	-	8

Σημ. Το σύνολο των απαντήσεων υπερβαίνει τον αριθμό των παιδιών κατά ηλικία γιατί δόθηκαν περισσότερες από μια απαντήσεις από κάθε παιδί

Επίσης οι κλιματικές αλλαγές αποδίδονται: στη ρύπανση και την καταστροφή του περιβάλλοντος (17 αναφορές οι περισσότερες από μαθητές του Γυμνασίου και απόφοιτους Λυκείου, δηλαδή 3 μαθητές Δημοτικού, 6 του Γυμνασίου και 8 απόφοιτοι), στα καυσαέρια (15 αναφορές οι περισσότερες από μαθητές του Δημοτικού και του Γυμνασίου, δηλαδή 6 του Δημοτικού, 8 του Γυμνασίου και 1 απόφοιτος), στην ατμοσφαιρική ρύπανση (10 παιδιά ανεξαρτήτως ηλικίας, 2 του

Δημοτικού, 4 του Γυμνασίου και 4 απόφοιτοι) και στα χημικά ή τα ραδιενεργά απόβλητα (8 αναφορές από τις οποίες 6 από μαθητές του Γυμνασίου). Κάποιοι μαθητές του Δημοτικού αναφέρθηκαν σε φαινόμενα που απετέλεσαν αιτίες για φυσιολογικές αλλαγές στο κλίμα της γης με την πάροδο πολλών χιλιετιών, όπως οι μεταβολές στην ηλιακή δραστηριότητα (3 μαθητές του Δημοτικού), οι κινήσεις των λιθοσφαιρικών πλακών και οι σεισμοί (3 μαθητές του Δημοτικού και 2 του Γυμνασίου), ενώ 2 παιδιά ανέφεραν την αποψίλωση των δασών και 1 μαθητής Γυμνασίου τον υπερπληθυσμό.

### Συζήτηση

Οι απόψεις αυτές για την συμβολή της αραιώσης της στοιβάδας του όζοντος και της ρύπανσης γενικά- συμπεριλαμβανομένης και αυτής που οφείλεται στα υγρά και στερεά απόβλητα- στις κλιματικές αλλαγές όπως αναφέρθηκε και στο Κεφάλαιο 3, αποτελούν συνήθεις λανθασμένες αντιλήψεις των παιδιών αλλά και των ενηλίκων και έχουν διαπιστωθεί από έρευνες και άλλων ερευνητών (π.χ. από τους Kempton 1997, Bostrom *et al.* 1994, Groves and Pugh 1999, Francis *et al.* 1993, Bulkeley 2000, Papadimitriou 2004 κ.α.).

Έπειτα από τη διαπίστωση ότι πολλά παιδιά, ανεξάρτητα από την ηλικία τους, αναφέρουν ότι για τις κλιματικές αλλαγές ευθύνονται το φαινόμενο του θερμοκηπίου αλλά και το φαινόμενο της «τρύπας» του όζοντος, κρίθηκε σκόπιμο να διερευνηθούν οι απόψεις τους σχετικά με τη συμβολή του καθενός από αυτά στις κλιματικές αλλαγές. Για το λόγο αυτό κλήθηκαν να απαντήσουν στις παρακάτω δυο ερωτήσεις:

- 3α) *Με ποιο τρόπο κατά την άποψή σου συμβάλλει καθένα από τα δυο φαινόμενα (το φαινόμενο του θερμοκηπίου και της «τρύπας» του όζοντος) στις κλιματικές αλλαγές;*
- 3β) *Σε ποιά στρώμα της ατμόσφαιρας δημιουργείται καθένα από τα δυο αυτά φαινόμενα;*

Οι απαντήσεις τους σε καθεμιά από τις ερωτήσεις αυτές παρουσιάζονται και συζητούνται στη συνέχεια.

3α) Με ποιο τρόπο κατά την άποψή σου συμβάλλει καθένα από τα δυο φαινόμενα (το φαινόμενο του θερμοκηπίου και της «τρύπας» του όζοντος) στις κλιματικές αλλαγές;

Συμβολή του φαινομένου του θερμοκηπίου στις κλιματικές αλλαγές.

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 6.24 που περιλαμβάνει τις απόψεις των παιδιών για το τρόπο με τον οποίο το φαινόμενο του θερμοκηπίου συμβάλλει στις κλιματικές αλλαγές, τα 71 από τα 75 παιδιά (22 μαθητές του Δημοτικού, 24 του Γυμνασίου και 25 απόφοιτους Λυκείου), συσχέτισαν τις κλιματικές αλλαγές με το φαινόμενο του θερμοκηπίου μέσω της αύξησης της θερμοκρασίας του πλανήτη, όπως χαρακτηριστικά φαίνεται στην απάντηση: «το φαινόμενο του θερμοκηπίου συμβάλλει στις κλιματικές αλλαγές αφού αυτό προκαλεί την αύξηση της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας». Από τα υπόλοιπα παιδιά 1 μαθητής του Δημοτικού θεωρεί ότι δεν συμβάλλει και 3 παιδιά (2 του Δημοτικού και 1 του Γυμνασίου) δήλωσαν ότι δεν είναι σίγουροι αν το φαινόμενο του θερμοκηπίου συμβάλλει στις κλιματικές αλλαγές και πολύ περισσότερο δεν ξέρουν με ποιο τρόπο θα γίνεται αυτό.

**Πίνακας 6.24:** Απόψεις των παιδιών για τη συμβολή του φαινομένου του θερμοκηπίου

Απόψεις των παιδιών για τη συμβολή του φαινομένου του θερμοκηπίου στις κλιματικές αλλαγές				
Απαντήσεις παιδιών /ηλικία	ΣΤ Δημ. (25 παιδιά)	Γ Γυμν. (25 παιδιά)	Απόφ.Λυκ. (25 παιδιά)	Σύνολο (75παιδιά)
Συμβάλλει γιατί σ' αυτό οφείλεται η αύξηση της θερμοκρασίας	22	24	25	71
Δεν συμβάλλει	1	-	-	1
Δεν ξέρω αν συμβάλλει	2	1	-	3
Ερμηνείες των παιδιών για το μηχανισμό αύξησης της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας που αποδίδεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου				
Απαντήσεις παιδιών /ηλικία	ΣΤ Δημ. (25 παιδιά)	Γ Γυμν. (25παιδιά)	Απόφ.Λυκ. (25 παιδιά)	Σύνολο (75παιδιά)
Με παγίδευση του συνόλου της ηλιακής ακτινοβολίας από στρώμα αποτελούμενο από διοξείδιο του άνθρακα /ρυπαντές /καυσαέρια	11	10	9	30
Με την είσοδο περισσότερης ηλιακής ακτινοβολίας μέσω της «τρύπας» του όζοντος (χωρίς παγίδευση). (ταύτιση με φαινόμενο «τρύπας» του όζοντος)	1	4	2	7
Με τη διέλευση του συνόλου της ηλιακής ακτινοβολίας μέσω της 'τρύπας' και παγίδευσή της από κάποιες ουσίες (όζον και ρυπαντές)	1	3	4	8
Με την άμεση θέρμανση της ατμόσφαιρας από τη παρουσία ρυπαντών που παράγονται από ανθρώπινες δραστηριότητες	7	7	1	15
Με την απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας από το έδαφος και θέρμανση των υπερκείμενων στρωμάτων αέρα	-	-	4	4
Δεν ξέρω με ποιο τρόπο	2	-	5	7

Στις αιτιολογήσεις των απόψεών τους για τη συμβολή του φαινομένου του θερμοκηπίου στις κλιματικές αλλαγές διαπιστώθηκε ότι αναπτύσσουν τρεις μηχανισμούς, από τους οποίους όμως κανένας δεν συμπίπτει με την επιστημονικά αποδεκτή άποψη. Σύμφωνα με τους επιστήμονες, η επανα-ακτινοβολούμενη ακτινοβολία από τη γη (υπέρυθρος ακτινοβολία), απορροφάται από τα αέρια του θερμοκηπίου (διοξείδιο του άνθρακα, υδρατμούς, μεθάνιο, χλωροφθοράνθρακες, οξείδια του αζώτου, τροποσφαιρικό όζον και αιωρούμενα σωματίδια), τα οποία στη συνέχεια την αποδίδουν πάλι στο περιβάλλον, συμβάλλοντας έτσι στη θέρμανση της ατμόσφαιρας.

Σύμφωνα με τον πρώτο μηχανισμό στον οποίο αναφέρθηκαν 30 παιδιά ανεξαρτήτως ηλικίας (11 του Δημοτικού, 10 του Γυμνασίου και 9 απόφοιτοι), η θέρμανση της ατμόσφαιρας αποδίδεται στο σύνολο της ηλιακής ακτινοβολίας η οποία παγιδεύεται από στρώμα διοξειδίου του άνθρακα /ρυπαντών ή καυσαερίων που συγκεντρώνονται «κάπου» στην ατμόσφαιρα.

*Οφείλεται στο στρώμα που δημιουργείται από το διοξείδιο του άνθρακα το οποίο έχει αυξηθεί η μέση συγκέντρωσή του από τον 19<sup>ο</sup> αιώνα και μετά, που επιτρέπει σε όλες τις ακτινοβολίες του ήλιου να εισέλθουν στην ατμόσφαιρα αλλά δεν επιτρέπει στις υπεριώδεις ακτινοβολίες να διαχυθούν στο σύμπαν (μαθητής Γ Γυμνασίου)*

*Στις μεγάλες πόλεις τα καυσαέρια περιέχουν διοξείδιο του άνθρακα που συγκρατείται στην ατμόσφαιρα, συγκεντρώνεται σε σύννεφα, σε νέφη και αφήνει τις ακτίνες του ήλιου να περνάν, ανακλώνται στην επιφάνεια της γης αλλά δεν μπορούν να βγουν και έτσι κατεβαίνουν πάλι κάτω και το αποτέλεσμα είναι να ανεβαίνει η θερμοκρασία (μαθητής ΣΤ Δημοτικού).*

Ο δεύτερος μηχανισμός αφορά στη θέρμανση της ατμόσφαιρας από το σύνολο της ηλιακής ακτινοβολίας («και των βλαβερών ακτίνων του ήλιου»), που εισέρχεται από την «τρύπα» του όζοντος στην ατμόσφαιρα. Η θέρμανση αυτή της ατμόσφαιρας κατά την άποψη κάποιων παιδιών οφείλεται στη παγίδευση της ακτινοβολίας από κάποιους ρυπαντές ή το όζον (8 παιδιά από τα οποία 1 του Δημοτικού, 3 του Γυμνασίου και 4 απόφοιτοι Λυκείου) και κάποιων άλλων, στην αύξηση του ποσού της εισερχόμενης στην ατμόσφαιρα ηλιακής ακτινοβολίας (χωρίς παγίδευση), (7 παιδιά από τα οποία 1 του Δημοτικού, 4 του Γυμνασίου και 2 απόφοιτοι Λυκείου). Χαρακτηριστικές είναι οι απαντήσεις:

*Με την καταστροφή του όζοντος περνάνε οι υπεριώδεις ακτίνες αλλά δεν φεύγουν έξω από το όζον όταν ανακλώνται και έτσι, όπως στο θερμοκήπιο που το χρησιμοποιούν για να αναπτύσσουν γρήγορα κάποια λαχανικά έτσι και στη γη μεγαλώνει η θερμοκρασία (απάντηση ενός μαθητή Γ Γυμνασίου).*

*Τώρα με την αύξηση της ρύπανσης η οζονόσφαιρα αρχίζει να τρυπάει οπότε περνούν περισσότερες ακτίνες του ήλιου, άρα φτάνουν περισσότερες ακτίνες του ήλιου στην επιφάνεια της γης και έτσι αυξάνει η θερμοκρασία (μια απόφοιτος Λυκείου).*

Σύμφωνα με τον τρίτο μηχανισμό η ατμόσφαιρα θερμαίνεται άμεσα είτε λόγω παρουσίας των «θερμών» καυσαερίων (15 παιδιά στην πλειοψηφία τους μαθητές Δημοτικού και Γυμνασίου δηλαδή 7 του Δημοτικού, 7 του Γυμνασίου και 1 απόφοιτος Λυκείου), ή κατά την άποψη 4 αποφοίτων με αγωγή θερμότητας από την επιφάνεια της γης.

*Υπεύθυνα είναι τα καυσαέρια που είναι ζεστά τα ίδια αλλά και τα πιο σημαντικά απ' όλα τα αέρια αυτά που ρυπαίνουν το περιβάλλον, και που αυξάνουν υπερβολικά την θερμότητα της ατμόσφαιρας (μια μαθήτρια της Γ Γυμνασίου).*

*Η ηλιακή ακτινοβολία απορροφάται από το έδαφος το οποίο θερμαίνεται και θερμαίνει και τα στρώματα του αέρα που είναι σε επαφή μ' αυτό (μια απόφοιτος Λυκείου).*

Τα υπόλοιπα 7 παιδιά (2 μαθητές Δημοτικού και 5 απόφοιτοι Λυκείου) αν και συσχέτισαν τις κλιματικές αλλαγές με τη θέρμανση της ατμόσφαιρας απάντησαν ότι δεν γνωρίζουν με ποιο τρόπο γίνεται αυτό.

#### Συμβολή της «τρύπας» του όζοντος στις κλιματικές αλλαγές.

Από τις απαντήσεις των παιδιών στην ερώτηση σχετικά με τη συμβολή της «τρύπας» του όζοντος στις κλιματικές αλλαγές (πίνακας 6.25), διαπιστώθηκε ότι τα 42 από τα 75 παιδιά (15 του Δημοτικού, 17 του Γυμνασίου και 10 απόφοιτοι Λυκείου), στη πλειοψηφία τους μαθητές Δημοτικού και Γυμνασίου, θεωρούν ότι το φαινόμενο αυτό συμβάλλει στις κλιματικές αλλαγές, 14 παιδιά στην πλειοψηφία τους απόφοιτοι Λυκείου (3 μαθητές Γυμνασίου και 11 απόφοιτοι Λυκείου), απάντησαν σύμφωνα με την επιστημονικά αποδεκτή άποψη ότι δηλαδή το φαινόμενο της «τρύπας» του όζοντος δεν σχετίζεται με τις κλιματικές αλλαγές και 19 (10 του Δημοτικού, 5 του Γυμνασίου και 4 απόφοιτοι Λυκείου) απάντησαν ότι δεν είναι σίγουροι αν το φαινόμενο της «τρύπας» του όζοντος έχει σχέση με τις κλιματικές αλλαγές.

**Πίνακας 6.25:** Απόψεις παιδιών για τη συμβολή του φαινομένου της αραίωσης της στοιβάδας του όζοντος στις κλιματικές αλλαγές

Απόψεις παιδιών για τη συμβολή του φαινομένου της «τρύπας» του όζοντος στις κλιματικές αλλαγές					
Απαντήσεις παιδιών /ηλικία	ΣΤ (25 παιδιά)	Δημ. (25 παιδιά)	Γ Γυμν. (25 παιδιά)	Απόφ. Λυκ. (25 παιδιά)	Σύνολο (75παιδιά)
Συμβάλλει στις κλιματικές αλλαγές γιατί λόγω αυτού προκαλείται αύξηση της θερμοκρασίας στην ατμόσφαιρα της γης.	15		17	10	42
Δεν συμβάλλει στις κλιματικές αλλαγές (σωστή απάντηση)	-		3	11	14
Δεν ξέρω	10		5	4	19
Ερμηνείες παιδιών για το μηχανισμό αύξησης της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας που αποδίδεται στο φαινόμενο της «τρύπας» του όζοντος					
Απαντήσεις παιδιών /ηλικία	ΣΤ (25 παιδιά)	Δημ. (25 παιδιά)	Γ Γυμν. (25 παιδιά)	Απόφ. Λυκ. (25 παιδιά)	Σύνολο (75 παιδιά)
Αποδίδεται στην είσοδο και των βλαβερών ακτίνων του ήλιου οι οποίες ανακλώμενες εγκλωβίζονται	1		1	1	3
Αποδίδεται στην είσοδο του συνόλου της ηλιακής ακτινοβολίας ακόμη και της υπεριώδους/ «βλαβερής» που θερμαίνουν την ατμόσφαιρα (χωρίς εγκλωβισμό)	10		11	4	25
Συνδυασμός των δυο φαινομένων («τρύπας» του όζοντος και θερμοκηπίου)	1		2	3	6
Δεν ξέρω	3		3	2	8

Τα παιδιά αιτιολόγησαν τη άποψή τους για συμβολή του φαινομένου της αραίωσης της στοιβάδας του όζοντος στις κλιματικές αλλαγές με δυο τρόπους.

Ο πρώτος συμπίπτει με αυτόν που ανέφεραν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου (28 παιδιά από τα οποία 11 του Δημοτικού, 12 του Γυμνασίου και 5 απόφοιτοι), ότι δηλαδή από τη «τρύπα» του όζοντος περνά το σύνολο της ηλιακής ακτινοβολίας (συμπεριλαμβανομένης και της υπεριώδους), αυξάνει το ποσό της εισερχόμενης ακτινοβολίας και είτε με τον εγκλωβισμό της (απαντήσεις 3 παιδιών ένα από κάθε ηλικία) ή χωρίς αυτόν (απαντήσεις 25 παιδιών από τα οποία 10 μαθητών Δημοτικού, 11 μαθητών Γυμνασίου και 4 αποφοίτων Λυκείου), θερμαίνεται γρηγορότερα η ατμόσφαιρα.

*Αφού η τρύπα του όζοντος αφήνει περισσότερες ακτίνες να περάσουν, αφήνει και τις υπεριώδεις οπότε εισέρχεται περισσότερη ακτινοβολία και συμβάλλει στην αύξηση της θερμοκρασίας (μια απόφοιτος Λυκείου).*

Ο δεύτερος αποτελεί συνδυασμό των δυο φαινομένων, καθώς 6 παιδιά (1 του Δημοτικού, 2 του Γυμνασίου και 3 απόφοιτοι Λυκείου), θεωρούν ότι από την τρύπα του όζοντος περνούν οι «δυνατές»/υπεριώδεις ακτίνες του ήλιου οι οποίες

ανακλώμενες εγκλωβίζονται από τα αέρια του θερμοκηπίου και θερμαίνουν την ατμόσφαιρα.

*Η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας αυξάνει και έχουμε κλιματικές αλλαγές, επειδή μπαίνει μεγαλύτερο ποσοστό ακτινοβολίας μέσα από την τρύπα του όζοντος, όλες δηλ οι ακτινοβολίες, οι οποίες ανακλώμενες δεν βγαίνουν γιατί υπάρχει το φαινόμενο του θερμοκηπίου που τις εμποδίζει (μια απόφοιτος Λυκείου).*

Τα υπόλοιπα 6 παιδιά (3 του Δημοτικού και 3 του Γυμνασίου) δήλωσαν ότι δεν γνωρίζουν με ποιο τρόπο γίνεται αυτό.

### **Συζήτηση**

Από τη διερεύνηση των απόψεων των παιδιών για τη συμβολή των δυο φαινομένων στις κλιματικές αλλαγές, διαπιστώνουμε ότι πολύ λίγα παιδιά τα περισσότερα απόφοιτοι Λυκείου, (11 απόφοιτοι του Λυκείου και 3 μαθητές Γυμνασίου), γνωρίζουν ότι το φαινόμενο της αραίωσης της στοιβάδας του όζοντος δεν συμβάλλει στη δημιουργία τους. Στην πλειοψηφία τους, ανεξαρτήτως ηλικίας, θεωρούν ότι και τα δυο φαινόμενα είναι υπεύθυνα γι αυτές και σε κάποιες περιπτώσεις, θεωρούνται συνυπεύθυνα. Αιτία γι αυτό αποτελεί αναμφισβήτητα το γεγονός ότι πρόκειται για φαινόμενα πολύπλοκα και συνεπώς δυσνόητα ιδιαίτερα από παιδιά μικρής ηλικίας.

Μια άλλη διαπίστωση είναι ότι, ανεξάρτητα από την ηλικία τους, τα παιδιά, δυσκολεύονται να ερμηνεύσουν το μηχανισμό δημιουργίας των κλιματικών αλλαγών. Αποδίδουν τη θέρμανση της ατμόσφαιρας στο σύνολο της ηλιακής ακτινοβολίας (ανακλώμενης αλλά και εισερχόμενης), είτε με τον εγκλωβισμό της σε ρυπαντές ή άμεσα από τις ίδιες τις ακτινοβολίες λόγω της εισόδου περισσότερης ακτινοβολίας, αλλά και σε αυτή τη παρουσία των ρυπαντών, απόψεις οι οποίες, όπως αναφέρεται στο Κεφάλαιο 3, έχουν διαπιστωθεί από έρευνες και άλλων ερευνητών (π.χ. από τους Francis *et al.* 1993, Rye *et al.* 1997, Meadows and Wiesenmayer 1999, Pruneau *et al.* 2001, Kahlid 2001, Papadimitriou 2004 κ.α.). Εκτός της πολυπλοκότητας του φαινομένου, αιτία για τη διαμόρφωση αυτών των απόψεων μπορεί να αποδοθεί στα ίδια τα διδακτικά εγχειρίδια, από τη διερεύνηση των οποίων διαπιστώθηκε ότι στο βιβλίο «Ερευνώ το Φυσικό κόσμο» της ΣΤ τάξης του Δημοτικού η ερμηνεία του μηχανισμού θέρμανσης της ατμόσφαιρας στην προσπάθεια απλούστευσης του φαινομένου, είναι ασαφής και ελλιπής και συνοδεύεται από εικόνα η οποία δημιουργεί παρανοήσεις όσον αφορά στις ουσίες που ευθύνονται για το φαινόμενο

του θερμοκηπίου και στον παγκόσμιο χαρακτήρα του (Κεφάλαιο 2). Ασαφής εικονική παρουσίαση του φαινομένου παρατηρείται και στο βιβλίο της Χημείας της Β τάξης του Γυμνασίου.

Επίσης διαπιστώθηκε ότι τα παιδιά θεωρούν ότι η είσοδος του συνόλου της ηλιακής ακτινοβολίας ή μόνο της υπεριώδους, γίνεται δια μέσου μιας «τρύπας» που έχει δημιουργηθεί στο στρώμα του όζοντος. Πρόκειται δηλαδή για «τρύπα» και όχι για αραίωση της στοιβάδας του όζοντος, άποψη που όπως αναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 3, έχει διαπιστωθεί και από άλλους ερευνητές (π.χ. Rye *et al.* 1997, Χρηστίδου 1997, Boyes and Stanisstreet 1998, Rye and Rubba 2000, Papadimitriou 2000, 2004 κ.α.). Αυτό οφείλεται προφανώς στο λεκτικό χαρακτηρισμό του φαινομένου της αραίωσης της στοιβάδας του όζοντος στα σχολικά εγχειρίδια των δυο βαθμίδων της εκπαίδευσης όπου, όπως διαπιστώθηκε από τη διερεύνησή τους, χρησιμοποιείται η λέξη «τρύπα» αντί αυτής της αραίωσης, αλλά και στην εικονική παρουσίασή του στο βιβλίο της Χημείας της Β τάξης του Γυμνασίου όπου πάνω από καθέναν από τους δυο πόλους της γης παρουσιάζεται από μια τρύπα στη συνέχεια των μορίων του όζοντος. Μια άλλη αιτία για τη διαμόρφωση της άποψης αυτής πιθανόν να είναι η μεταφορά του μηχανισμού εισόδου ενός υλικού σώματος μέσα σε κλειστό χώρο διαμέσου μιας τρύπας ότι δηλαδή, για να εισέλθει το σύνολο της ηλιακής ακτινοβολίας (και οι «βλαβερές ακτίνες του ήλιου») στη τροπόσφαιρα, πρέπει να ανοίξει μια τρύπα στο στρώμα του όζοντος.

Η δυνατότητα των μαθητών του Δημοτικού και του Γυμνασίου, να προσδιορίσουν τις «βλαβερές» ακτίνες του ήλιου είναι περιορισμένη, κάτι που όπως αναφέρθηκε και στο Κεφάλαιο 3 έχει διαπιστωθεί και από άλλους ερευνητές (π.χ. Bell 1994, Meadows and Wiesenmayer 1999, Rye and Rubba 2000, κ.α.). Ακόμη στην πλειοψηφία τους, ανεξαρτήτως ηλικίας, έχουν λανθασμένες αντιλήψεις για το φάσμα της ηλιακής ακτινοβολίας, καθώς θεωρούν ότι η θέρμανση της ατμόσφαιρας προκαλείται από ολόκληρο το φάσμα των ακτινοβολιών ή και μόνο από την υπεριώδη ακτινοβολία, άποψη, που διατυπώνουν στη πλειοψηφία τους οι μαθητές του Δημοτικού και του Γυμνασίου. Κανένα παιδί δεν απέδωσε τη θέρμανση της ατμόσφαιρας στην υπέρυθρο ακτινοβολία. Η δυσκολία που έχουν οι μαθητές του Δημοτικού και του Γυμνασίου να προσδιορίσουν τις «βλαβερές» ακτίνες του ήλιου καθώς και οι απόψεις τους για το φάσμα της ηλιακής ακτινοβολίας προκύπτουν αναμφισβήτητα από το γεγονός, ότι τα παιδιά δεν διδάσκονται για το φάσμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας του ήλιου πριν από τη τελευταία τάξη του Λυκείου,



ηλικία, στην οποία έχουν ήδη διαμορφώσει τις απόψεις τους σχετικά με τα θέματα αυτά.

3β) Σε ποιο στρώμα της ατμόσφαιρας δημιουργείται καθένα από τα δυο αυτά φαινόμενα;

Από τις απαντήσεις των παιδιών την ερώτηση σχετικά με το στρώμα της ατμόσφαιρας στο οποίο δημιουργείται το φαινόμενο του θερμοκηπίου (Πίνακας 6.26), διαπιστώθηκε ότι ανεξάρτητα από την ηλικία τους (47 παιδιά από τα οποία 17 του Δημοτικού, 15 του Γυμνασίου και 15 απόφοιτοι), γνωρίζουν για αυτό, δηλαδή ότι το φαινόμενο του θερμοκηπίου δημιουργείται στη τροπόσφαιρα. Κάποιοι μαθητές ωστόσο του Γυμνασίου και απόφοιτοι Λυκείου (13 παιδιά από τα οποία 1 μαθητής Δημοτικού, 6 του Γυμνασίου και 6 απόφοιτοι), χωροθέτησαν το φαινόμενο στη στρατόσφαιρα αιτιολογώντας ότι «*το φαινόμενο του θερμοκηπίου σχηματίζεται εκεί όπου γίνεται και το φαινόμενο της αραίωσης της στοιβάδας του όζοντος*», 5 παιδιά (3 μαθητές του Δημοτικού, 2 του Γυμνασίου και ένας απόφοιτος Λυκείου) στην εξώσφαιρα και τα υπόλοιπα 9 παιδιά απάντησαν ότι δεν γνωρίζουν.

Σχετικά με το στρώμα της ατμόσφαιρας όπου δημιουργείται το φαινόμενο της αραίωσης της στοιβάδας του όζοντος (Πίνακας 6.26), όπως διαπιστώθηκε μόνο 19 παιδιά στη πλειοψηφία τους απόφοιτοι Λυκείου (4 μαθητές του Δημοτικού, 6 του Γυμνασίου και 9 απόφοιτοι Λυκείου), γνωρίζουν ότι αυτό δημιουργείται στην στρατόσφαιρα. Από τα υπόλοιπα παιδιά, τα 20 στην πλειοψηφία τους μαθητές του Δημοτικού και του Γυμνασίου (10 μαθητές του Δημοτικού, 8 του Γυμνασίου και 2 απόφοιτοι Λυκείου), χωροθέτησαν το φαινόμενο στην εξώσφαιρα αιτιολογώντας «*γιατί εκεί είναι το όζον*», τα 13 ανεξαρτήτως ηλικίας (5 μαθητές Δημοτικού, 3 του Γυμνασίου και 5 απόφοιτοι Λυκείου), στην τροπόσφαιρα συμπληρώνοντας χαρακτηριστικά: «*εκεί όπου δημιουργείται και το φαινόμενο του θερμοκηπίου*», 12 παιδιά (2 μαθητές του Δημοτικού, 4 του Γυμνασίου και 6 απόφοιτοι Λυκείου), ανέφεραν αόριστα «*εκεί όπου υπάρχει το όζον, στην οζονόσφαιρα*» και τα υπόλοιπα 11 παιδιά απάντησαν ότι δεν γνωρίζουν.

**Πίνακας 6.26:** Απαντήσεις παιδιών για το στρώμα της ατμόσφαιρας όπου δημιουργούνται το φαινόμενο του θερμοκηπίου και της «τρύπας» του όζοντος

Απόψεις των παιδιών για το στρώμα της ατμόσφαιρας όπου δημιουργείται το φαινόμενο του θερμοκηπίου				
Απαντήσεις παιδιών /ηλικία	ΣΤ Δημ. (25 παιδιά)	Γ Γυμν. (25 παιδιά)	Απόφ. Λυκ. (25 παιδιά)	Σύνολο (75 παιδιά)
<b>Τροπόσφαιρα</b> (σωστή απάντηση)	17	15	15	47
<b>Όπου και το φαινόμενο της «τρύπας» του όζοντος</b>	Στρατόσφαιρα	1	6	6
	Εξώσφαιρα	3	2	1
<b>Δεν ξέρω</b>	4	2	3	9
Απόψεις των παιδιών για το στρώμα της ατμόσφαιρας όπου δημιουργείται το φαινόμενο της αραίωσης της στοιβάδας του όζοντος				
Απαντήσεις παιδιών /ηλικία	ΣΤ Δημ. (25 παιδιά)	Γ Γυμν. (25 παιδιά)	Απόφ. Λυκ. (25 παιδιά)	Σύνολο (75 παιδιά)
<b>Στρατόσφαιρα</b> (σωστή απάντηση)	4	6	9	19
<b>Εκεί όπου και το φαινόμενο του θερμοκηπίου</b>	Εξώσφαιρα	10	8	2
	Τροπόσφαιρα	5	3	5
	Αόριστα	2	4	6
<b>Δεν ξέρω</b>	4	4	3	11

### Συζήτηση

Από τα παραπάνω προκύπτει, ότι τα παιδιά στη πλειοψηφία τους, ανεξαρτήτως ηλικίας, γνωρίζουν το στρώμα της ατμόσφαιρας όπου δημιουργείται το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Δεν ισχύει όμως το ίδιο για το φαινόμενο της αραίωσης της στοιβάδας του όζοντος καθώς, μόνο 19 παιδιά, από τα οποία 9 είναι οι απόφοιτοι του Λυκείου, γνωρίζουν ότι αυτό συμβαίνει στη στρατόσφαιρα. Σημαντικό επίσης είναι το ποσοστό των παιδιών, ανεξάρτητα από την ηλικία τους (45 παιδιά), που θεωρεί ότι τα δυο φαινόμενα δημιουργούνται στο ίδιο στρώμα της ατμόσφαιρας και αυτό αναμφισβήτητα είναι συνέπεια της σύγχυσης στις απόψεις τους για τη συμβολή των δυο αυτών φαινομένων στις κλιματικές αλλαγές.

#### 4) Ποιες είναι οι συνέπειες από τις κλιματικές αλλαγές;

Από τις απαντήσεις των παιδιών στην ερώτηση σχετικά με τις συνέπειες από τις κλιματικές αλλαγές που περιλαμβάνονται στον πίνακα 6.27 προκύπτει ότι τα παιδιά στην πλειοψηφία τους, είναι ενήμερα γι αυτές, αλλά ταυτόχρονα έχουν και πολλές λανθασμένες απόψεις.

**Πίνακας 6.27:** Απόψεις των παιδιών για τις συνέπειες των κλιματικών αλλαγών

<b>Απαντήσεις παιδιών / ηλικία</b>	<b>ΣΤ Δημ. (25 παιδιά)</b>	<b>Γ Γυμν. (25 παιδιά)</b>	<b>Απόφ. Λυκ. (25 παιδιά)</b>	<b>Σύνολο (75 παιδιά)</b>
<b>Άνοδος θερμοκρασίας γης</b>	9	10	13	32
<b>Λιώσιμο πάγων (σωστή απάντηση)</b>	7	15	20	42
<b>Άνοδος στάθμης της θάλασσας (σωστή απάντηση)</b>	-	12	13	25
<b>Πλημμύρες παραθαλάσσιων περιοχών (σωστή απάντηση)</b>	-	9	2	11
<b>Ακραία καιρικά φαινόμενα (σωστή απάντηση)</b>	7	6	7	20
<b>Ξηρασία – ερημοποίηση περιοχών (σωστή απάντηση)</b>	4	6	4	14
<b>Λειψυδρία (σωστή απάντηση)</b>	-	1	1	2
<b>Επιπτώσεις στις καλλιέργειες (σωστή απάντηση)</b>	5	4	7	16
<b>Εξαφάνιση ειδών χλωρίδας – πανίδας (σωστή απάντηση)</b>	3	4	9	16
<b>Πυρκαγιές (σωστή απάντηση)</b>	1	-	-	1
<b>Διάβρωση εδάφους (σωστή απάντηση)</b>	-	-	2	2
<b>Είσοδος υπεριωδών ακτινοβολιών</b>	4	3	3	10
<b>Καρκίνο δέρματος -δερματικές παθήσεις</b>	3	9	2	14
<b>Εξαφάνιση του ανθρώπου</b>	5	4	3	12
<b>Καταστροφή του πλανήτη</b>	3	2	-	5
<b>Δεν υπάρχουν επιπτώσεις</b>	3	-	-	3
<b>Δεν ξέρω</b>	2	3	1	6

Σημ. Το σύνολο των απαντήσεων υπερβαίνει τον αριθμό των παιδιών κατά ηλικία γιατί δόθηκαν περισσότερες από μια απαντήσεις από κάθε παιδί

Στις απαντήσεις αυτές των παιδιών, διαπιστώθηκε ότι καλύτερα κατανοούν για τις συνέπειες των κλιματικών αλλαγών τα παιδιά μεγαλύτερης ηλικίας καθώς αυτά στη πλειοψηφία τους ανέφεραν το λιώσιμο των πάγων (42 παιδιά από τα οποία 7 μαθητές του Δημοτικού, 15 του Γυμνασίου και 20 απόφοιτοι Λυκείου), την άνοδο της στάθμης της θάλασσας (25 παιδιά από τα οποία 12 του Γυμνασίου και 13 απόφοιτοι Λυκείου), τις πλημμύρες στις παραθαλάσσιες περιοχές (11 παιδιά από τα οποία 9 του Γυμνασίου και 2 απόφοιτοι Λυκείου), την εξαφάνιση κάποιων ειδών χλωρίδας και πανίδας (16 παιδιά από τα οποία 3 του Δημοτικού, 4 του Γυμνασίου και 9 απόφοιτοι Λυκείου), τη λειψυδρία (2 παιδιά από τα οποία 1 μαθητής του Δημοτικού και 1 απόφοιτος Λυκείου), τη διάβρωση του εδάφους (2 απόφοιτοι Λυκείου) και τις πυρκαγιές (1 μαθητής του Δημοτικού). Το ¼ περίπου των παιδιών, χωρίς ηλικιακή διαφοροποίηση, ανέφεραν την εμφάνιση ακραίων καιρικών φαινομένων (20 παιδιά από τα οποία 7 του Δημοτικού, 6 του Γυμνασίου και 7 απόφοιτοι Λυκείου) και μικρότερος αριθμός παιδιών τις επιπτώσεις στις καλλιέργειες (16 παιδιά από τα οποία 5 του Δημοτικού, 4 του Γυμνασίου και 7 απόφοιτοι Λυκείου), την ξηρασία και την ερημοποίηση κάποιων περιοχών (14 παιδιά από τα οποία 4 του Δημοτικού, 6 του Γυμνασίου και 4 απόφοιτοι Λυκείου). Διαπιστώθηκε ακόμη ότι κάποια παιδιά ανεξαρτήτως ηλικίας συγχέουν τις αιτίες που προκαλούν τις κλιματικές αλλαγές με

τις συνέπειές τους, καθώς 32 παιδιά (9 του Δημοτικού, 10 του Γυμνασίου και 13 απόφοιτοι Λυκείου), θεωρούν ότι η άνοδος της θερμοκρασίας της γης είναι συνέπεια των κλιματικών αλλαγών. Εκτός όμως από αυτό διαπιστώθηκαν και λανθασμένες απόψεις που είναι προφανώς απόρροια της άποψης των παιδιών για τη συμβολή του φαινομένου της «τρύπας» του όζοντος στις κλιματικές αλλαγές. Αναφέρουν δηλαδή ότι θα εισέρχεται περισσότερη υπεριώδης ακτινοβολία (10 παιδιά από τα οποία 4 του Δημοτικού, 3 του Γυμνασίου και 3 απόφοιτοι Λυκείου), και ότι θα προκληθεί αύξηση των παθήσεων του δέρματος -καρκινοπάθειες (14 παιδιά στην πλειοψηφία τους μαθητές του Γυμνασίου). Παρόμοιες λανθασμένες απόψεις για τις συνέπειες των κλιματικών αλλαγών διαπιστώθηκαν και από άλλους ερευνητές (π.χ από τους Boyes *et al.* 1993, Jeffries *et al.* 2001 κ.α.), όπως αναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 3.

Από τις απαντήσεις τέλος κάποιων παιδιών διαπιστώνεται μια απαισιοδοξία καθώς κάνουν λόγο για εξαφάνιση του ανθρώπινου είδους (12 απαντήσεις) και για καταστροφή του πλανήτη (5 απαντήσεις).

## Συζήτηση

Γενικά διαπιστώθηκε ότι αυξάνει ο αριθμός των αναφορών των παιδιών σε συνέπειες των κλιματικών αλλαγών όσο αυξάνει η ηλικία τους. Από τις αναφορές τους διαπιστώνουμε ότι τα περισσότερα παιδιά μεγαλύτερης ηλικίας (μαθητές Γυμνασίου και απόφοιτοι Λυκείου), γνωρίζουν για τις συνέπειες των κλιματικών αλλαγών, διαπίστωση με την οποία συμφωνούν τα αποτελέσματα από έρευνες των Stamm *et al.* (2000), Boyes *et al.* (1993) και Papadimitriou (2004), που αφορούν σε μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και φοιτητές αλλά και από έρευνα των Pruneau *et al.* (2001), που αφορά σε παιδιά διαφορετικών ηλικιών. Το γεγονός αυτό προκάλεσε εντύπωση καθώς, όπως προέκυψε από τη διερεύνηση των σχολικών τους εγχειριδίων, τα παιδιά δεν έχουν διδαχθεί για το θέμα αυτό στο σχολείο πριν από τη τελευταία τάξη του Λυκείου.

Ωστόσο διαπιστώθηκαν και πολλές λανθασμένες απόψεις, όπως η άποψη ότι η αύξηση της θερμοκρασίας είναι αποτέλεσμα των κλιματικών αλλαγών, άποψη η οποία έχει διαπιστωθεί και από άλλους ερευνητές όπως από τους Cowda *et al.* (1997) και Papadimitriou (2004). Η διαμόρφωση της άποψης αυτής από τη πλειοψηφία των παιδιών ανεξαρτήτως ηλικίας, φαίνεται να προέρχεται από τις εμπειρικές παρατηρήσεις τους για μεγαλύτερες τιμές της θερμοκρασίας ιδιαίτερα το καλοκαίρι λαμβανομένου υπόψη ότι οι συνεντεύξεις των παιδιών έγιναν την άνοιξη που είχε

αρχίσει η άνοδος της θερμοκρασίας. Άλλη λανθασμένη άποψη, που έχει σημαντικός αριθμός μαθητών του Δημοτικού και του Γυμνασίου, είναι η σύγχυση των συνεπειών των κλιματικών αλλαγών με αυτές του φαινομένου της αραίωσης της στριβάδας του όζοντος καθώς αναφέρονται σε αυξήσεις του καρκίνου του δέρματος και στην είσοδο των «βλαβερών» ακτίνων του ήλιου, άποψη η οποία διαπιστώθηκε και από άλλους ερευνητές όπως από τους Boyes *et al.* (1993) και Jeffries *et al.* (2001). Αυτό αδιαμφισβήτητα οφείλεται στο γεγονός ότι τα παιδιά δεν διδάσκονται για τις συνέπειες των κλιματικών αλλαγών πριν από τη τελευταία τάξη του Λυκείου.

#### 4α) Τι είναι τα ακραία καιρικά φαινόμενα;

Έπειτα από τη διαπίστωση ότι το ¼ περίπου των παιδιών, ανεξάρτητα από την ηλικία τους, ανέφεραν τα ακραία καιρικά φαινόμενα ως συνέπεια των κλιματικών αλλαγών και καθώς είναι αδιαμφισβήτητο ότι αυτά συμβαίνουν ήδη και υποπίπτουν άμεσα στην αντίληψη όλων των πολιτών, θεωρήθηκε σκόπιμο να διερευνηθούν οι αντιλήψεις των παιδιών σχετικά με αυτά.

Όπως αναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 1, τα καιρικά φαινόμενα μιας περιοχής χαρακτηρίζονται ως «ακραία» όταν η ένταση και η διάρκεια κάποιων από τις παραμέτρους του καιρού (θερμοκρασία, κατακρημνίσματα, άνεμοι, υγρασία) υπερβαίνουν τα μεγέθη των αντίστοιχων παραμέτρων του μικροκλίματος της περιοχής για τη περίοδο που συμβαίνουν.

Από τις απαντήσεις τους σχετικά το προσδιορισμό των ακραίων καιρικών φαινομένων που περιλαμβάνονται στον Πίνακα 6.28, διαπιστώθηκε ότι από τα 56 παιδιά (15 μαθητές του Δημοτικού, 16 του Γυμνασίου και οι 25 απόφοιτοι Λυκείου), που συσχέτισαν τις παραμέτρους του καιρού με τις αντίστοιχες παραμέτρους του μικροκλίματος της περιοχής τους, 3 μόνο (1 μαθητής του Γυμνασίου και 2 απόφοιτοι Λυκείου), προσέγγισαν την επιστημονικά αποδεκτή άποψη καθώς αναφέρθηκαν στη διάρκεια και ένταση τριών παραμέτρων του καιρού (θερμοκρασία, κατακρημνίσματα και ανέμους) και τις συσχέτισαν με τις αντίστοιχες παραμέτρους του μικροκλίματος. Τα 42 (9 μαθητές του Δημοτικού, 12 του Γυμνασίου και 21 απόφοιτοι Λυκείου), αναφέρθηκαν σε δυο παραμέτρους (τη θερμοκρασία και κατακρημνίσματα) και 11 (6 μαθητές του Δημοτικού, 3 του Γυμνασίου και 2 απόφοιτοι Λυκείου), σε μια παράμετρο (τη θερμοκρασία). Τα υπόλοιπα 11 παιδιά (3 μαθητές του Δημοτικού και

8 του Γυμνασίου) δεν συσχέτισαν τις παραμέτρους του καιρού με τις αντίστοιχες του μικροκλίματος της περιοχής.

**Πίνακας 6.28:** Απαντήσεις παιδιών κατά ηλικία για τον προσδιορισμό της έννοιας «ακραία καιρικά φαινόμενα»

Απαντήσεις παιδιών /ηλικία	ΣΤ Δημ. (25παιδιά)	Γ Γυμν. (25 παιδιά)	Απόφ.Λυκ. (25 παιδιά)	Σύνολο (75 παιδιά)
Αναφορά σε διάρκεια και ένταση τριών παραμέτρων του καιρού (κατακρημνίσματα, θερμοκρασία, άνεμο). Συσχετισμός με αντίστοιχες κλιματικές παραμέτρους περιοχής	-	1	2	3
Αναφορά σε διάρκεια και ένταση δυο παραμέτρων καιρού (κατακρημνίσματα και θερμοκρασία). Συσχετισμός με αντίστοιχες του μικροκλίματος	9	12	21	42
Αναφορά μόνο σε μια παράμετρο του καιρού (θερμοκρασία) και συσχετισμός με την αντίστοιχη του μικροκλίματος	6	3	2	11
Αναφορά σε διάρκεια και ένταση δυο παραμέτρων καιρού (κατακρημνίσματα και θερμοκρασία). Δεν συσχετίζονται με αντίστοιχες του μικροκλίματος	2	7	-	9
Αναφορά μόνο σε θερμοκρασία, δεν συσχετίζεται με αυτή του μικροκλίματος	1	1	-	2
Δεν ξέρω	7	1	-	8

### Συζήτηση

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι τα παιδιά δυσκολεύονται να προσδιορίσουν με ακρίβεια την έννοια «ακραία καιρικά φαινόμενα». Καλύτερη κατανόηση της έννοιας, παρατηρείται στις απαντήσεις των αποφοίτων του Λυκείου, καθώς στη πλειοψηφία τους συσχετίζουν την ένταση και την διάρκεια των καιρικών φαινομένων που χαρακτηρίζονται ως ακραία με τα αντίστοιχα που χαρακτηρίζουν το μικροκλίμα της περιοχής. Οι αναφορές όμως γενικά της πλειοψηφίας των παιδιών ανεξαρτήτως ηλικίας, στα φαινόμενα που χαρακτηρίζονται «ακραία» δεν ξεπερνούν τα δυο φαινόμενα, αυτά δηλαδή μόνο που υποπίπτουν άμεσα στις αισθήσεις τους, γεγονός που, όπως ήδη αναφέρθηκε, διαπιστώθηκε και από τη διερεύνηση των απόψεών τους για τον καιρό, το κλίμα και τις παραμέτρους τους.

5) Ποιες είναι οι πηγές από τις οποίες αντλείς τις πληροφορίες σου για όλα αυτά τα θέματα που αφορούν τις κλιματικές αλλαγές;

Από τις απαντήσεις των παιδιών στην ερώτηση σχετικά με τις πηγές πληροφόρησής τους για τις κλιματικές αλλαγές (Πίνακας 6.29), διαπιστώνουμε ότι κύρια πηγή πληροφόρησής τους αποτελούν τα μέσα μαζικής ενημέρωσης με πρώτη τη τηλεόραση (56 παιδιά από τα οποία 15 του Δημοτικού, 20 του Γυμνασίου και 21 απόφοιτοι Λυκείου). Το σχολείο αποτελεί δευτερεύουσα πηγή πληροφόρησης καθώς

30 παιδιά (8 μαθητές του Δημοτικού, 11 του Γυμνασίου και 11 απόφοιτοι Λυκείου) αναφέρθηκαν σ' αυτό. Άλλες πηγές αποτελούν η οικογένεια και οι φίλοι (18 παιδιά στη πλειοψηφία τους μαθητές του Γυμνασίου), τα εξωσχολικά βιβλία και περιοδικά (13 παιδιά) και τα ξενόγλωσσα φροντιστήρια καθώς και οι περιβαλλοντικές οργανώσεις (6 παιδιά).

**Πίνακας 6.29:** Πηγές άντλησης πληροφοριών των παιδιών για κλιματικές αλλαγές

Απαντήσεις παιδιών / ηλικία	ΣΤ Δημ. (25 παιδιά)	Γ Γυμν. (25 παιδιά)	Απόφ. Λυκ. (25 παιδιά)	Σύνολο (75 παιδιά)
Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης (ειδήσεις- ντοκιμαντέρ-εφημερίδες)	15	20	21	56
Σχολείο	8	11	11	30
Οικογένεια- φίλοι	6	11	1	18
Εξωσχολικά βιβλία- περιοδικά	1	8	4	13
Άλλο (ξενόγλωσσα φροντιστήρια, περιβαλλοντικές ομάδες)	1	3	2	6
Δεν απαντούν	4	-	1	5

Σημ. Το σύνολο των απαντήσεων υπερβαίνει τον αριθμό των παιδιών κατά ηλικία γιατί δόθηκαν περισσότερες από μια απαντήσεις από κάθε παιδί

Το γεγονός ότι για τα παιδιά το σχολείο αποτελεί δευτερεύουσα πηγή ενημέρωσης με πρώτη τη τηλεόραση όσον αφορά στις κλιματικές αλλαγές έχει διαπιστωθεί και από άλλους ερευνητές όπως αναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 3 (π.χ. από τους Gowda *et al* 1997, Pruneau *et al.* 2001, Spellman *et al.* 2003, Kempton 1997, Kahlid 2001 κ.α.). Για το λόγο αυτό, θα πρέπει η πληροφόρηση που παρέχεται από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης (Μ.Μ.Ε) να συμπίπτει με την επιστημονικά αποδεκτή και να στοχεύει στην επιμόρφωση των θεατών κάτι που σύμφωνα με τους McBean and Hengeveld, (2000) απαιτεί την συνεργασία επιστημόνων, εκπαιδευτικών και των μέσων μαζικής ενημέρωσης.

#### 6.4.1 Συμπεράσματα της διερεύνησης των αντιλήψεων των παιδιών σχετικά με τις κλιματικές αλλαγές

Σύμφωνα με τα δεδομένα που προέκυψαν, τα παιδιά όλων των ηλικιών έχουν πολλές λανθασμένες απόψεις ή ελλιπή κατανόηση για θέματα σχετικά με τις κλιματικές αλλαγές, για τις οποίες η γνώση, όπως αναφέρθηκε, παρέχεται μερικώς από το σχολείο και πολύ περισσότερο από άλλες πηγές. Συνοπτική παρουσίαση των λανθασμένων απόψεων των παιδιών αλλά και της ελλιπούς κατανόησής τους για τις κλιματικές αλλαγές περιλαμβάνει ο Πίνακας 6.30. Συγκεκριμένα:

- Ελλιπή προσδιορισμό της έννοιας των κλιματικών αλλαγών δίνουν τα παιδιά σε ποσοστό αντιστρόφως ανάλογο με την ηλικία τους, αφού αναφέρονται σε μια έως δυο παραμέτρους του κλίματος, διαπίστωση που συμπίπτει με αυτή από έρευνες και άλλων ερευνητών όπως των Kempton (1997), Pruneau *et al.* (2001), Papadimitriou (2004) κ.α. Γι αυτό, όπως ήδη αναφέρθηκε, ευθύνονται τα σχολικά εγχειρίδια, καθώς και το ότι πρόκειται για έννοια αφηρημένη και δυσνόητη ιδιαίτερα από τους μαθητές του Δημοτικού και του Γυμνασίου. Όσον αφορά το γεγονός ότι οι απόφοιτοι του Λυκείου περιορίζονται στην ετυμολογία του όρου, αυτό προφανώς οφείλεται στο ότι έχουν απομακρυνθεί ηλικιακά από το χρόνο διδασκαλίας για το κλίμα.
- Η λανθασμένη άποψη σημαντικού ποσοστού των μαθητών του Γυμνασίου, ότι οι κλιματικές αλλαγές είναι τα καιρικά φαινόμενα ή οι αλλαγές στις εποχές, άποψη που διαπιστώθηκε και από έρευνες των Pruneau *et al.* (2001) και Papadimitriou (2004), και δείχνει τη σύγχυση των εννοιών καιρός και κλίμα.
- Ελλιπή γνώση έχουν τα παιδιά όλων των ηλικιών, για το ρυθμό αύξησης της μέσης θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας (Bostrom *et al.* 1994 και Cowda *et al.* 1997). Επιβεβαιώνεται από τις λανθασμένες απόψεις σημαντικού ποσοστού των αποφοίτων του Λυκείου για τους πολύ γρήγορους ρυθμούς ή την υπερβολική αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της γης που αναφέρουν και από το γεγονός ότι οι μαθητές του Δημοτικού και του Γυμνασίου συγχέουν τις έννοιες καιρός και κλίμα ως προς το χρονικό προσδιορισμό τους, θεωρώντας ότι η θερμοκρασία αυξάνει κατά 1-3 βαθμούς ανά μήνα. Αυτό προφανώς οφείλεται στο ότι δεν διδάσκονται επαρκώς για το θέμα αυτό στο σχολείο.
- Ελλιπή κατανόηση έχουν τα παιδιά στη πλειοψηφία τους και ιδιαίτερα οι μαθητές του Γυμνασίου για τις αιτίες που προκαλούν τις κλιματικές αλλαγές. Τις αποδίδουν στη ρύπανση από καυσαέρια και στο φαινόμενο της «τρύπας» του όζοντος, απόψεις που διαπιστώθηκαν από έρευνες και άλλων ερευνητών όπως π.χ. των Kempton (1997), Bostrom *et al.* (1994), Groves and Pugh (1999), Francis *et al.* (1993), Bulkeley (2000), Papadimitriou (2004) κ.α.
- Σχετικά με την ερμηνεία των κλιματικών αλλαγών, τα παιδιά έχουν λανθασμένες απόψεις που αφορούν στην αιτιολόγηση της αύξησης της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη. Αυτή αποδίδεται: α) στη παγίδευση του συνόλου της ηλιακής ακτινοβολίας από διοξείδιο του άνθρακα, από ρυπαντές ή από τα καυσαέρια (η



άποψη αυτή υποστηρίζεται από σημαντικό ποσοστό παιδιών διαφόρων ηλικιών), β) στην είσοδο περισσότερης ηλιακής ακτινοβολίας (και των βλαβερών ακτίνων) διαμέσου της «τρύπας» του όζοντος είτε με παγίδευσή της από «ρυπαντές»/αέρια θερμοκηπίου, ή χωρίς παγίδευση (από μαθητές του Γυμνασίου και αποφοίτους του Λυκείου)-απόψεις που διαπιστώθηκαν και από έρευνες των Francis *et al.* (1993), Rye *et al.* (1997), Medows and Wiesenmayer 1999, Papadimitriou 2004 Pruneau *et al.* 2001, Kahlid 2001 κ.α-, γ) στην άμεση θέρμανση της ατμόσφαιρας από τους ρυπαντές (άποψη σημαντικού αριθμού μαθητών του Δημοτικού και του Γυμνασίου) και δ) στην αγωγή θερμότητας από το έδαφος (άποψη κάποιων αποφοίτων του Λυκείου). Η διαμόρφωση των απόψεων αυτών οφείλεται στο γεγονός ότι πρόκειται για ένα πολύπλοκο φαινόμενο - συνεπώς δυσνόητο από παιδιά μικρής ηλικίας - και στο ότι δεν διδάσκεται αναλυτικά πριν από τη Γ τάξη του Λυκείου.

- Η λανθασμένη άποψη σημαντικού ποσοστού των μαθητών του Δημοτικού και του Γυμνασίου, ότι η υπεριώδης ακτινοβολία του ήλιου (βλαβερές ακτίνες), προκαλούν τη θέρμανση της ατμόσφαιρας (π.χ. Bell 1994, Medows and Wiesenmayer 1999, Rye and Rubba 2000 κ.α), οφείλεται στο γεγονός ότι τα παιδιά δεν διδάσκονται για το φάσμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας του ήλιου πριν από το Λύκειο.
- Το γεγονός ότι τα παιδιά όλων των ηλικιών έχουν τη λανθασμένη άποψη ότι η είσοδος της ακτινοβολίας του ήλιου γίνεται διαμέσου μιας «τρύπας» στο όζον, (διαπίστωση και των Rye *et al.* 1997, Χρηστίδου 1997, Boyes and Stanisstreet 1998, Rye and Rubba 2000, Papadimitriou 2000, 2004 κ.α), πιθανόν να οφείλεται στο λεκτικό προσδιορισμό και την εικονική παρουσίαση του φαινομένου της αραίωσης της στοιβάδας του όζοντος στα σχολικά εγχειρίδια του Δημοτικού και του Γυμνασίου, αλλά και σε μεταφορά του μηχανισμού εισόδου ενός υλικού σώματος μέσα σε κλειστό χώρο διαμέσου μιας τρύπας ότι δηλαδή, για να εισέλθει το σύνολο της ηλιακής ακτινοβολίας (και οι «βλαβερές ακτίνες του ήλιου») στη τροπόσφαιρα, πρέπει να ανοίξει μια τρύπα στο στρώμα του όζοντος.
- Αποτέλεσμα της ελλιπούς γνώσης των παιδιών για τα δυο φαινόμενα και της γενικευμένης αντιμετώπισης των φαινομένων ρύπανσης φαίνεται να είναι η λανθασμένη άποψη σημαντικού ποσοστού παιδιών όλων των ηλικιών ότι το

φαινόμενο του θερμοκηπίου και αυτό της «τρύπας» του όζοντος συμβαίνουν στο ίδιο στρώμα της ατμόσφαιρας.

- Η λανθασμένη άποψη ότι η αύξηση της θερμοκρασίας είναι αποτέλεσμα των κλιματικών αλλαγών που έχει σημαντικό ποσοστό των παιδιών όλων των ηλικιών και μάλιστα με παρατηρούμενη αύξηση ανάλογα με την ηλικία τους, φαίνεται να είναι αποτέλεσμα των εμπειρικών παρατηρήσεών τους για θερμότερα καλοκαίρια.
- Η σύγκριση των συνεπειών των κλιματικών αλλαγών με αυτές του φαινομένου της αραίωσης της στοιβάδας του όζοντος -διαπίστωση και των Boyes *et al.* (1993) και Jeffries *et al.* (2001)- από σημαντικό αριθμό μαθητών του Γυμνασίου και του Δημοτικού οφείλεται στη σύγκριση των φαινομένων ρύπανσης.
- Τέλος, ελλιπής είναι η γνώση των παιδιών για τα ακραία καιρικά φαινόμενα, καθώς στη πλειοψηφία τους, ανεξαρτήτως ηλικίας, αναφέρουν δυο παραμέτρους του καιρού (τη θερμοκρασία και τις βροχοπτώσεις) στις οποίες διαπιστώνονται ακραίες τιμές σε σχέση με τις αντίστοιχες του μικροκλίματος μιας περιοχής, ενώ οι μαθητές του Δημοτικού και του Γυμνασίου δεν τις συσχετίζουν με τις αντίστοιχες παραμέτρους του μικροκλίματος. Αυτό οφείλεται στο ότι οι γνώσεις τους προέρχονται κυρίως από την εμπειρία τους και τη πληροφόρησή τους από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης και όχι από το σχολείο.

**Πίνακας 6.30:** Απαντήσεις παιδιών στις οποίες διαπιστώθηκε ελλιπής κατανόηση και λανθασμένες απόψεις σχετικά με τις κλιματικές αλλαγές

Απαντήσεις παιδιών		ΣΤ Δημ. (25παιδιά)	Γ Γυμν. (25παιδιά)	Απόφ.Λυκ (25παιδιά)	Σύνολο (75παιδιά)	
<b>Προσδιορισμός της έννοιας «κλιματικές αλλαγές»</b>	Με αναφορά σε Δυο παραμέτρους του κλίματος:	3	7	7	17	
		Μια	19	8	6	33
	Αόριστα «αλλαγή στο κλίμα»	2	-	10	12	
	Αλλαγή καιρικών φαινομένων	1	8	1	10	
	Κατάργηση / αλλαγές στις εποχές	-	2	1	3	
<b>Προσδιορισμός του αναμενόμενου ρυθμού ανόδου της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη</b>	Αύξηση με γρήγορους ρυθμούς (1 <sup>0</sup> -2 <sup>0</sup> C/10 χρόνια ή 2 <sup>0</sup> -3 <sup>0</sup> C /20 χρόνια)	2	1	5	8	
	Υπερβολικά μεγάλη αύξηση θερμοκρασίας (κατά 3 <sup>0</sup> -20 <sup>0</sup> C /10 χρόνια ή 4 <sup>0</sup> -5 <sup>0</sup> C /50 χρόνια)	5	4	4	13	
	Μικρό χρονικό διάστημα (κατά 1 <sup>0</sup> -3 <sup>0</sup> C / μήνα ή χρόνο)	8	10	5	23	
	Αόριστες απαντήσεις	7	4	4	15	
	Δεν ξέρω	3	6	4	13	
<b>Οι κλιματικές αποδίδονται:</b>	Στη «τρύπα» του όζοντος	15	17	14	46	
	Στη ρύπανση/ καταστροφή περιβάλλ.	3	6	8	17	
	Στα καυσάερια	6	8	1	15	
	Στην ατμοσφαιρική ρύπανση	2	4	4	10	
	Στα χημικά/ ραδιενεργά απόβλητα	1	6	1	8	
	Σε αιτίες για κλιματικές περιόδους	6	2	-	8	

	Δεν ξέρω		5	3	-	8
<b>Το φαινόμενο του θερμοκηπίου (Φ.Θ) συμβάλλει στις κλιματικές αλλαγές γιατί:</b>	Παγιδεύεται το σύνολο της ηλιακής ακτινοβολίας από CO <sub>2</sub> /ρυπαντές/ καυσαέρια		11	10	9	30
	Μέσα από τη «τρύπα» του O <sub>3</sub> περνά όλη η ακτινοβολία του ήλιου/ η υπεριώδης που:	Παγιδεύεται από όζον/ ρυπαντές	1	3	4	8
		Θερμαίνει άμεσα (χωρίς παγίδευση)	1	4	2	7
	Άμεση θέρμανση της ατμόσφαιρας από την παρουσία «θερμών» ρυπαντών/ αγωγή θερμότητας από το έδαφος		7	7	5	19
	Δεν ξέρω πως		2	-	5	7
<b>Δεν συμβάλλει το Φ. Θ. στις κλιματικές αλλαγές</b>			1	-	-	1
<b>Δεν ξέρω αν συμβάλλει στις κλιματικές αλλαγές</b>			2	1	-	3
<b>Το φαινόμενο της «τρύπας» του όζοντος συμβάλλει γιατί:</b>	Εισέρχεται από τη «τρύπα» του O <sub>3</sub> το σύνολο των ακτινοβολιών του ήλιου (και οι «βλαβερές») που:	Ανακλώμενες στη γη εγκλωβίζονται	1	1	1	3
		Θερμαίνουν (χωρίς εγκλωβισμό)	10	11	4	25
	Συνδυασμός με Φ.Θ		1	2	3	6
	Δεν ξέρω		3	3	2	8
<b>Δεν ξέρω αν συμβάλλει στις κλιματικές αλλαγές</b>			10	5	3	18
<b>Λανθασμένη χωροθέτηση του Φ.Θ:</b>	Εκεί όπου και το φαινόμενο της «τρύπας» του O <sub>3</sub>	Στρατόσφαιρα	1	6	6	13
		Εξώσφαιρα	3	2	1	6
	Δεν ξέρω		4	2	3	9
<b>Χωροθέτηση του φαινομένου της «τρύπας» του O<sub>3</sub></b>	Εκεί όπου συμβαίνει το Φ.Θ	Εξώσφαιρα	10	8	2	20
		Τροπόσφαιρα	5	3	5	13
		όπου είναι το όζον και το Φ.Θ	2	4	6	12
	Δεν ξέρω		4	4	3	11
<b>Λανθασμένες αναφορές των παιδιών σε συνέπειες από τις κλιματικές αλλαγές.</b>	Άνοδος θερμοκρασίας γης		9	10	13	32
	Είσοδος UV ακτινοβολιών		4	3	3	10
	Δερματ. παθήσεις- Καρκίνος		3	9	2	14
	Εξαφάνιση του ανθρώπου		5	4	3	12
	Καταστροφή του πλανήτη		3	2	-	5
	Δεν υπάρχουν επιπτώσεις		3	-	-	3
	Δεν ξέρω		2	3	1	6
<b>Ορισμός των «ακραίων καιρικών φαινομένων» με αναφορά σε παραμέτρους</b>	Και με τους με μικροκλίμα	3 παραμέτρους	-	1	2	3
		2 παραμέτρους	9	12	21	42
		1 παράμετρο	6	3	2	11
	Χωρίς συσχέτισμό	2 παραμέτρους	2	7	-	9
		1 παράμετρο	1	1	-	2
<b>Αναφορές σε πηγές άντλησης πληροφοριών για κλιματικές αλλαγές</b>	Μ.Μ.Ε (τηλεόραση)		15	20	21	56
	Σχολείο		8	11	11	30
	Οικογένεια -φίλοι		6	11	1	18
	Εξωσχ.περιοδικά/βιβλία		1	8	4	13
	Φροντιστ./ περιβαλ. ομάδες		1	3	2	6
	Δεν απαντούν		4	-	1	5

Σημ. Το σύνολο των απαντήσεων σε κάποιες περιπτώσεις υπερβαίνει τον αριθμό των παιδιών κατά ηλικία γιατί δόθηκαν περισσότερες από μια απαντήσεις από κάθε παιδί

Σύμφωνα με τα δεδομένα που προέκυψαν από τη διερεύνηση των αντιλήψεων των παιδιών για την ατμόσφαιρα, τον καιρό, το κλίμα και τις κλιματικές αλλαγές διαπιστώθηκε ότι τα παιδιά έχουν λανθασμένες απόψεις ή ελλιπή γνώση για τα παραπάνω θέματα. Λαμβάνοντας υπόψη τις απόψεις αυτές των παιδιών, όπως ήδη αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 5, διαμορφώθηκαν οι διδακτικές παρεμβάσεις για θέματα που αφορούν στην ατμόσφαιρα, στον καιρό και στο κλίμα, η αξιολόγηση των οποίων αποτελεί αντικείμενο του β σταδίου της έρευνας. Για την πραγματοποίησή τους χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικά διδακτικά εργαλεία, η επιλογή των οποίων είχε βασικό στόχο τον διδακτικό ανασχηματισμό των λανθασμένων απόψεων των παιδιών και την καλύτερη κατανόηση των θεμάτων για τα οποία διαπιστώθηκε ελλιπής γνώση από τη διερεύνηση των απόψεών τους στο α στάδιο της έρευνας. Συγκεκριμένα:

Οι δραστηριότητες της πειραματικής διαπίστωσης κάποιων συστατικών του ατμοσφαιρικού αέρα της τροπόσφαιρας και της στατιστικής επεξεργασίας δεδομένων -σχεδίαση στατιστικής πίτας- για τη σύσταση των δυο πρώτων στρωμάτων της ατμόσφαιρας που δόθηκαν ως πληροφορίες στα παιδιά, επελέγησαν έπειτα από τις διαπιστώσεις ότι τα παιδιά στη πλειοψηφία τους δυσκολεύονται αφενός να προσδιορίσουν με σαφήνεια την έννοια του ατμοσφαιρικού αέρα και αφετέρου να αναφέρουν περισσότερα από τρία συστατικά της τροπόσφαιρας και ακόμη λιγότερα για τα άλλα στρώματα της ατμόσφαιρας.

Οι δραστηριότητες σχεδιασμού γραφικών παραστάσεων της μεταβολής της θερμοκρασίας και της ατμοσφαιρικής πίεσης συναρτήσει του ύψους με δεδομένα που δόθηκαν στα παιδιά ως πληροφορίες, θεωρήθηκε ότι θα συνέβαλαν στην αναίρεση των λανθασμένων αντιλήψεων των παιδιών α) για την αύξηση της θερμοκρασίας και της ατμοσφαιρικής πίεσης όσο αυξάνει η απόσταση από την επιφάνεια της θάλασσας και β) για τη γενίκευση της σχέσης θερμοκρασίας-ύψους της τροπόσφαιρας για όλα τα άλλα στρώματα της ατμόσφαιρας. Οι ίδιες δραστηριότητες θεωρήθηκε ότι θα συνέβαλαν στην κατανόηση της διαστρωμάτωσης της ατμόσφαιρας και τη δυνατότητα ονομασίας των στρωμάτων της.

Οι πειραματικές δραστηριότητες επελέγησαν για τη διδασκαλία των θεμάτων σχετικά με τους μηχανισμούς κίνησης των αερίων στην ατμόσφαιρα και τους ανέμους. Οι διαπιστωθείσες δυσκολίες που έχουν τα παιδιά για το θέμα αυτό είναι να κατανοήσουν και να ερμηνεύσουν τη διάχυση και τους μηχανισμούς κίνησης των αερίων μαζών σε κατακόρυφο και οριζόντια διεύθυνση, καθώς και το ότι η πορεία

των αερίων μαζών μεταξύ δυο περιοχών με διαφορετική θερμοκρασία είναι κυκλική και όχι οριζόντια όπως στην πλειοψηφία τους θεωρούν.

Τέλος οι δραστηριότητες συλλογής δεδομένων για τις παραμέτρους του καιρού με δυο τρόπους, αφενός από μετρήσεις που έκαναν τα ίδια τα παιδιά και αφετέρου από πληροφορίες για αυτές από το διαδίκτυο κρίθηκαν κατάλληλες για την κατανόηση της έννοιας του καιρού, του βραχύχρονου χαρακτήρα του και των παραμέτρων του. Αυτό γιατί όπως διαπιστώθηκε στο α στάδιο της έρευνας, τα παιδιά στην πλειοψηφία τους δυσκολεύονται να προσδιορίσουν την έννοια του καιρού και να αναφέρουν περισσότερες από δυο παραμέτρους του.

Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων για τις παραμέτρους του κλίματος με τη βοήθεια των γνώσεων των παιδιών από τα μαθηματικά και παράλληλα με το στατιστικό πρόγραμμα excel του υπολογιστή, θεωρήθηκαν ως τα κατάλληλα διδακτικά εργαλεία για να ξεπεραστούν οι διαπιστωθείσες δυσκολίες της πλειοψηφίας των παιδιών να προσδιορίσουν την έννοια του κλίματος και τις παραμέτρους του, να κατανοήσουν τον στατιστικό του χαρακτήρα και να διαχωρίσουν τις έννοιες καιρός και κλίμα.

Στο κεφάλαιο 7 που ακολουθεί παρουσιάζονται οι δραστηριότητες αυτές και αξιολογούνται τα μαθησιακά τους αποτελέσματα.



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

## Β' ΜΕΡΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

### ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΑΙ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ ΓΙΑ ΘΕΜΑΤΑ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ, ΚΑΙΡΟΥ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΟΣ ΣΕ ΜΑΘΗΤΕΣ ΤΗΣ Α ΤΑΞΗΣ ΤΟΥ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

#### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης των διδακτικών παρεμβάσεων που έγιναν σε μαθητές της Α τάξης του Γυμνασίου και αποτελούν το αντικείμενο του δευτέρου σταδίου της έρευνας, παρουσιάζονται και συζητούνται στο κεφάλαιο αυτό. Τα θέματα των διδακτικών παρεμβάσεων όπως ήδη αναφέρθηκε, αφορούν:

- Στην ατμόσφαιρα (δομή και χαρακτηριστικά της)
- Στην κίνηση των αερίων μέσα σ' αυτήν και τον άνεμο
- Στον καιρό και το κλίμα.

Η παρουσίαση και η συζήτηση των αποτελεσμάτων γίνεται σε δυο ενότητες κατά θέμα.

Στη πρώτη ενότητα γίνεται η παρουσίαση των εργασιών των παιδιών της πειραματικής ομάδας για κάθε διδακτική δραστηριότητα και η συζήτηση των αποτελεσμάτων τα οποία προέκυψαν από την ανταπόκρισή τους στα φυλλάδια εργασίας κατά τη διάρκεια της πραγματοποίησης της διδακτικής παρέμβασης.

Στη δεύτερη ενότητα συζητούνται με βάση τις υποθέσεις και τους στόχους του σταδίου αυτού της έρευνας, οι απόψεις των παιδιών της πειραματικής ομάδας αλλά και αυτών της ομάδας ελέγχου που καταγράφηκαν στο αρχικό και τελικό ερωτηματολόγιο σχετικά με τα θέματα αυτά

## 7.1 ΟΙ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ- ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ ΤΩΝ ΑΠΟΨΕΩΝ ΤΩΝ ΠΑΙΔΙΩΝ ΑΠΟ ΤΑ ΦΥΛΛΑΔΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

### 7.1.1 Διδακτική παρέμβαση για την ατμόσφαιρα, τη δομή και τα χαρακτηριστικά της

Η πρώτη διδακτική ενότητα είχε ως θέμα την ατμόσφαιρα, τη δομή και τα χαρακτηριστικά της. Η διδασκαλία βασίστηκε σε τρεις συνολικά, δραστηριότητες από τις οποίες οι δυο αφορούν στη σύσταση των στρωμάτων της ατμόσφαιρας και η τρίτη στις σχέσεις θερμοκρασίας- ύψους και ατμοσφαιρικής πίεσης- ύψους, όπως αναφέρονται στο Κεφάλαιο 5 και παρουσιάζονται αναλυτικά στο Παράρτημα 2.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη διερεύνηση των εργασιών, των σχολίων που τις συνοδεύουν και των συμπερασμάτων των παιδιών στα φυλλάδια εργασίας τους, παρουσιάζονται και συζητούνται αναλυτικά ανά δραστηριότητα στη συνέχεια.

#### Σύσταση του ατμοσφαιρικού αέρα

Η πρώτη δραστηριότητα για τη σύσταση του ατμοσφαιρικού αέρα, αποσκοπούσε στη πειραματική διαπίστωση κάποιων συστατικών της τροπόσφαιρας. Από τις απαντήσεις των παιδιών στις ερωτήσεις σχετικά με το σχολιασμό των πειραμάτων και τη διατύπωση των συμπερασμάτων τους, διαπιστώνουμε ότι όλα κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ο ατμοσφαιρικός αέρας είναι μίγμα αερίων και ότι τα συστατικά του είναι:

α) οξυγόνο. Στο συμπέρασμα αυτό τα παιδιά κατέληξαν έπειτα από την παρατήρηση ότι το αναμμένο κερί σβήνει όταν τελειώσει το οξυγόνο του αέρα μέσα στο ανεστραμμένο ποτήρι που καλύπτει το κερί.

β) διοξείδιο του άνθρακα. Στο συμπέρασμα αυτό κατέληξαν συγκρίνοντας το θόλωμα του διαυγούς ασβεστόνερου στο ανοιχτό ποτήρι, μετά από μια μέρα έκθεσής του στον αέρα και αντίστοιχης παρατήρησης, όταν φυσούσαν με καλαμάκι μέσα σε διαυγές ασβεστόνερο, ενώ γνώριζαν ήδη ότι η εκπνοή συνοδεύεται από έκλυση διοξειδίου του άνθρακα.

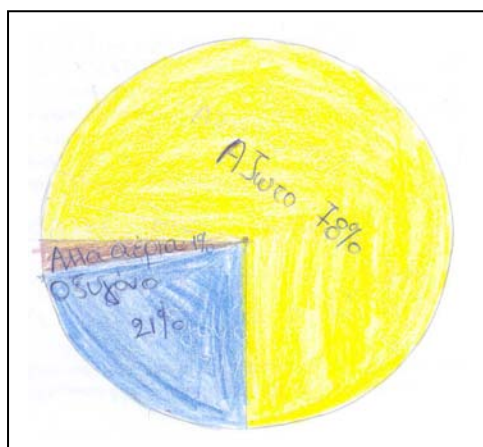


γ) υδρατμοί. Την παρουσία τους συμπεράναν τα παιδιά από την παρατήρηση ότι υγραίνεται η εξωτερική επιφάνεια του γυάλινου δοχείου όταν βγαίνει από την κατάψυξη και έρχεται σε επαφή με τον ατμοσφαιρικό αέρα.

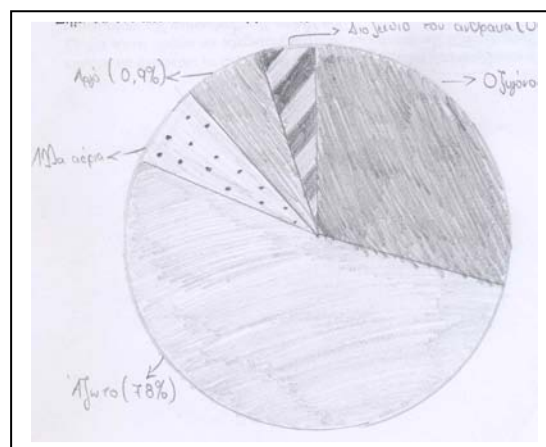
Στη δεύτερη δραστηριότητα για το ίδιο θέμα, ζητήθηκε από τα παιδιά να σχεδιάσουν στατιστικές πίτες της σύστασης των δυο πρώτων στρωμάτων της ατμόσφαιρας (τροπόσφαιρας και στρατόσφαιρας), οι οποίες έγιναν χωρίς τη χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών, κατ' εκτίμηση, με δεδομένα πληροφορίες που τους δόθηκαν γι αυτά. Από τα σχέδια των παιδιών διαπιστώνουμε ότι:

α) Τα περισσότερα (13 από τα 22 παιδιά) απεικόνισαν συνοπτικά τη σύσταση των στρωμάτων, καθώς παρουσιάζουν την περιεκτικότητα του ατμοσφαιρικού αέρα σε άζωτο και οξυγόνο ενώ το υπόλοιπο της πίτας (το 1%), χαρακτηρίζεται με την έκφραση «άλλα αέρια» (σχ.7.1 α) και τα υπόλοιπα 9 σχέδια είναι κάπως αναλυτικότερα αλλά και πάλι αναφέρονται στη γενική σύσταση του ατμοσφαιρικού αέρα (σχ.7.1 β).

β) Τα παιδιά στη πλειοψηφία τους δεν σχεδιάζουν διαφορετικές πίτες σε κάθε στρώμα. Συγκεκριμένα σε 7 φυλλάδια εργασίας απεικονίζεται η ίδια πίτα και για τα δυο στρώματα της ατμόσφαιρας και στα υπόλοιπα 15 υπάρχει μια στατιστική πίτα στον προβλεπόμενο χώρο για τη τροπόσφαιρα ή τη στρατόσφαιρα και στον άλλο χώρο υπάρχει ο σχολιασμός «η πίτα είναι ίδια με κάποια διαφορετικά αέρια στο 1%».



Σχ.7.1 α. απεικόνιση της σύστασης του ατμοσφαιρικού αέρα της τροπόσφαιρας (από μαθήτρια)



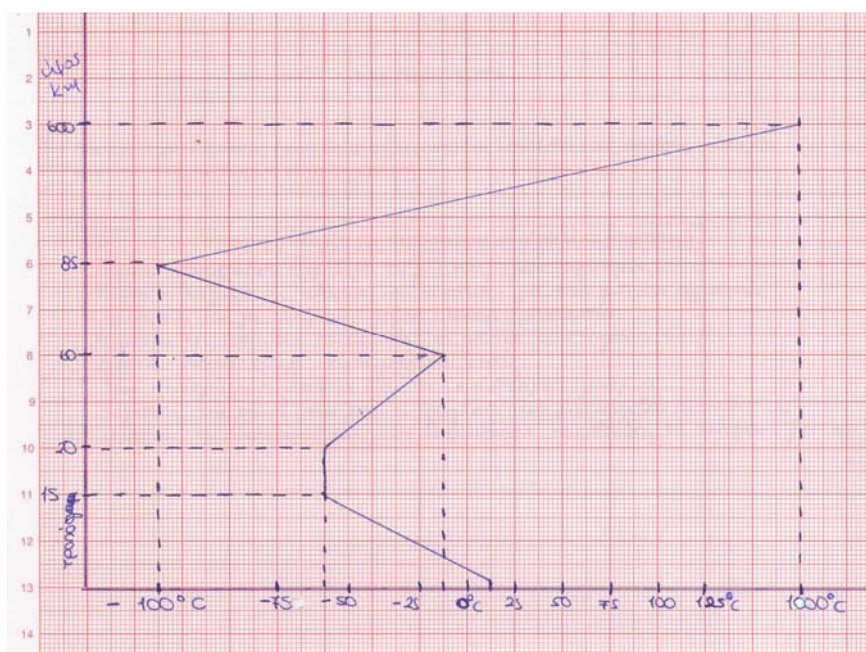
Σχ.7.1 β. απεικόνιση της σύστασης του ατμοσφαιρικού αέρα της στρατόσφαιρας (από μαθήτρια)

Από τα σχέδια των παιδιών και το σχολιασμό που τα συνόδευε φαίνεται, ότι έχουν διαμορφώσει μια γενική εικόνα ομοιόμορφης σύστασης του ατμοσφαιρικού αέρα για τα δυο πρώτα στρώματα της ατμόσφαιρας, την οποία δεν αναιρούν ακόμη και όταν τους δίνονται αναλυτικές πληροφορίες για καθένα από αυτά ή ότι δεν προτίθενται να υπεισεέλθουν σε λεπτομέρειες όταν σχεδιάζουν.

### Σχέσεις θερμοκρασίας-ύψους και ατμοσφαιρικής πίεσης- ύψους για κάθε στρώμα της ατμόσφαιρας

#### Σχέση θερμοκρασίας- ύψους

Οι γραφικές παραστάσεις που σχεδίασαν όλα τα παιδιά για τη σχέση θερμοκρασίας-ύψους σε όλα τα στρώματα της ατμόσφαιρας με δεδομένα τις πληροφορίες που τους δόθηκαν (βλ. Παράρτημα 2), είναι όπως αυτή του σχήματος 7.2 με κάποιες διαφορές στις κλίμακες που χρησιμοποίησε το κάθε παιδί.



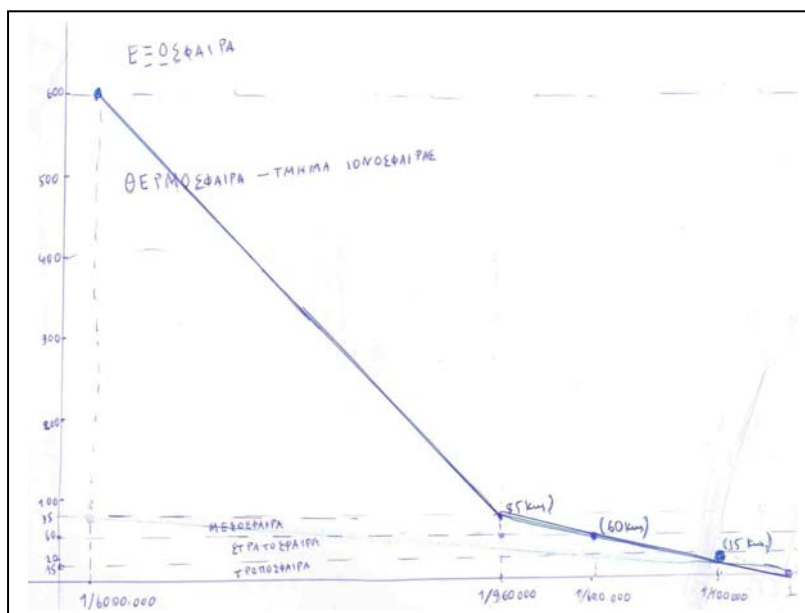
Σχ. 7.2 Γραφική παράσταση της μεταβολής της θερμοκρασίας συναρτήσει του ύψους στην ατμόσφαιρα σχεδιασμένη από μια μαθήτριά

Από τα σχόλια που συνοδεύουν τα σχέδιά τους και τα συμπεράσματα που διατυπώνουν, διαπιστώνουμε ότι και οι 22 μαθητές/ριες παρατήρησαν ότι η θερμοκρασία μεταβάλλεται με διαφορετικό τρόπο από στρώμα σε στρώμα της

ατμόσφαιρας και συμπεραίνουν ότι το γεγονός αυτό «κάνει τη μεταβολή της θερμοκρασίας να είναι ένα πολύ ιδιαίτερο χαρακτηριστικό για το κάθε στρώμα», όπως χαρακτηριστικά συμπεραίνει μια μαθήτρια.

### Σχέση ατμοσφαιρικής πίεσης-ύψους

Οι γραφικές παραστάσεις που σχεδίασαν όλα τα παιδιά για τη μεταβολή της ατμοσφαιρικής πίεσης συναρτήσει του ύψους σε όλα τα στρώματα της ατμόσφαιρας με δεδομένα τις πληροφορίες που τους δόθηκαν (βλ. Παράρτημα 2), είναι όπως αυτή του σχήματος 7.3 με διαφορές μεταξύ τους ως προς τη κλίμακα αλλά και λάθη στις κλίμακες. Παρότι τα παιδιά δεν σχεδίασαν υπερβολή – γραφική παράσταση που από επιστημονική άποψη είναι η σωστή - ωστόσο η σχέση μεταξύ των μεγεθών είναι εμφανής.



Σχ. 7.3. Γραφική παράσταση για τη μεταβολή της ατμοσφαιρικής πίεσης συναρτήσει του ύψους σε όλο το ύψος της ατμόσφαιρας σχεδιασμένη από μια μαθήτρια

Όλα τα παιδιά μετά το σχεδιασμό της γραφικής παράστασης ατμοσφαιρικής πίεσης- ύψους καταλήγουν στο συμπέρασμα η ατμοσφαιρική πίεση ελαττώνεται συνεχώς με τον ίδιο τρόπο, όσο απομακρυνόμαστε από την επιφάνεια της γης. Συγκρίνοντάς την με αυτή της μεταβολής της θερμοκρασίας συναρτήσει του ύψους συμπεραίνουν ότι «δεν αποτελεί κάποιο ιδιαίτερο χαρακτηριστικό για κάθε στρώμα όπως συμβαίνει με τη θερμοκρασία» όπως χαρακτηριστικά φαίνεται στο συμπέρασμα ενός μαθητή.

### 7.1.2 Διδακτική παρέμβαση για τη κίνηση των αερίων μέσα στην ατμόσφαιρα και τους ανέμους

Η δεύτερη θεματική ενότητα της διδακτικής παρέμβασης αφορά στη κίνηση των αερίων μέσα στην ατμόσφαιρα και στους ανέμους.

Για τη διδασκαλία των θεμάτων σχετικά με τους μηχανισμούς κίνησης των αερίων στην ατμόσφαιρα και τους ανέμους, όπως αναφέρθηκαν και στο Κεφάλαιο 5 και παρουσιάζονται αναλυτικά στο Παράρτημα 2, έγιναν τρία πειράματα. Από αυτά το ένα αφορά στη διάχυση. Τα άλλα δυο αφορούν στη διαπίστωση της κυκλικής πορείας των αερίων μεταξύ δυο περιοχών με διαφορετική θερμοκρασία καθώς και στους μηχανισμούς της κατακόρυφης κίνησης των αερίων (ανοδικά και καθοδικά ρεύματα αέρα) και της οριζόντιας (άνεμοι).

Οι εργασίες των παιδιών στις παραπάνω δραστηριότητες, τα σχόλια που τις συνοδεύουν και τα συμπεράσματα στα οποία καταλήγουν παρουσιάζονται και συζητούνται στη συνέχεια.

#### Διαπίστωση του μηχανισμού της διάχυσης

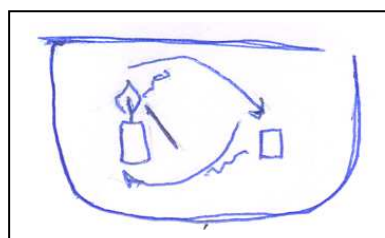
Από τη διερεύνηση των πειραματικών διαπιστώσεων που καταγράφουν τα παιδιά στα φυλλάδια εργασίας προκύπτει ότι όλοι μαθητές/ριες συμφωνούν ότι «τα αέρια απλώνονται σε όλη την αίθουσα, σκορπίζουν παντού αφού η μυρωδιά του οινόπνεύματος ή του καπνού από το σπύρτο έφτασε μέχρι την άλλη άκρη της τάξης». Από τη διερεύνηση των απαντήσεών τους στην ερώτηση σχετικά με τα συμπεράσματά τους, διαπιστώθηκε ότι και τα 22 παιδιά κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η διάχυση αποτελεί μηχανισμό κίνησης των αερίων στην ατμόσφαιρα.

#### Κυκλική πορεία αερίων μαζών μεταξύ δυο γειτονικών περιοχών που έχουν διαφορετικές θερμοκρασίες. Μηχανισμοί των φάσεων της

Όπως αναφέρθηκε, η διδασκαλία σχετικά με τη κυκλική πορεία των αερίων μεταξύ δυο περιοχών που έχουν διαφορετική θερμοκρασία και σχετικά με τους μηχανισμούς της κίνησης στην κατακόρυφο διεύθυνση (ανοδικά και καθοδικά ρεύματα αέρα) καθώς και στην οριζόντια διεύθυνση (άνεμοι), στηρίχθηκε σε δυο πειράματα. Το ένα αφορούσε στην κίνηση μιας μύτης μηχανικού μολυβιού μέσα σε

νερό που θερμαίνεται και το άλλο στη πορεία του καπνού ενός τσιγάρου μεταξύ μιας περιοχής που θερμαίνεται με κερί και κοντινής της που έχει παγάκι (Κεφάλαιο 5 και Παράρτημα 2).

Όλα τα παιδιά αποτύπωσαν τις παρατηρήσεις τους από τα δυο πειράματα για τη πορεία αφενός της μύτης του μολυβιού μέσα στο νερό και για τη πορεία του καπνού μέσα στο δοχείο με απεικονίσεις όπως αυτές στα σχήματα 7.4 α και 7.4 β



Σχ.7.4 α Απεικόνιση της κυκλικής πορείας της μύτης του μολυβιού σε σχέδιο μαθητή

Σχ.7.4 β Απεικόνιση της κυκλικής πορείας του καπνού σε σχέδιο μαθήτριας

Από τις απαντήσεις των παιδιών στην ερώτηση σχετικά με την ερμηνεία της κάθε φάσης της κυκλικής κίνησης, διαπιστώνουμε ότι εκτός από 2 μαθητές που δεν ερμήνευσαν καμιά φάση της κίνησης οι υπόλοιποι/ες απέδωσαν στους ίδιους λόγους τις αντίστοιχες κινήσεις στα δυο πειράματα. Συγκεκριμένα:

Για την κατακόρυφη πορεία (ανοδική και καθοδική) της μύτης του μολυβιού, 5 μαθητές/ριες δίνουν ερμηνείες σύμφωνα με την επιστημονικά αποδεκτή άποψη ότι δηλαδή «το νερό όταν θερμαίνεται γίνεται πιο αραιό και ανεβαίνει προς τα πάνω παρασύροντας τη μύτη του μολυβιού, ενώ η καθοδική πορεία του κρύου νερού που παρασύρει και τη μύτη του μολυβιού, γίνεται γιατί το κρύο νερό είναι πιο πυκνό», 4 αιτιολογούν ελλιπώς ότι «το νερό παρασύρει τη μύτη του μολυβιού και ανεβαίνουν προς τα πάνω γιατί το ζεστό νερό πάντα ανεβαίνει προς τα πάνω ενώ το κρύο νερό βυθίζεται και παρασύρει και τη μύτη από το μολύβι» και 11 μαθητές/ριες θεωρούν ότι όταν το νερό θερμαίνεται ελαττώνεται το βάρος του και γι αυτό ανεβαίνει προς τα πάνω, ενώ όταν ψύχεται μεγαλώνει το βάρος του και κατεβαίνει παρασύροντας στις κινήσεις αυτές και τη μύτη του μολυβιού.

Αντίστοιχες ήταν οι ερμηνείες που έδωσαν τα ίδια παιδιά για τη πορεία του καπνού στην κατακόρυφο διεύθυνση στο δεύτερο πείραμα, δηλαδή τα ίδια 5 παιδιά προσεγγίζουν την επιστημονικά αποδεκτή άποψη ερμηνεύοντας: «ο καπνός όταν

θερμαίνεται γίνεται πιο αραιός οπότε ανεβαίνει, εκεί ψύχεται γιατί απομακρύνεται από το κερί, και γίνεται πάλι πυκνός οπότε κατεβαίνει προς τα κάτω στο παγάκι». Τα ίδια 4 παιδιά που ερμηνεύουν ελλιπώς τη κατακόρυφη κίνηση στα υγρά, δίνουν ελλιπείς ερμηνείες για τη κατακόρυφο κίνηση του καπνού, καθώς αιτιολογούν: «ο ζεστός καπνός, αυτός που είναι γύρω από το κερί, ανεβαίνει και ο κρύος, εκεί που είναι το παγάκι, κατεβαίνει» και τα υπόλοιπα 11 αποδίδουν τις κατακόρυφες κινήσεις στη βαρύτητα, καθώς θεωρούν ότι «ο ζεστός αέρας είναι πιο ελαφρύς οπότε ανεβαίνει και ο κρύος πιο βαρύς και κατεβαίνει».

Για το μηχανισμό της οριζόντιας μεταφοράς της μύτης του μολυβιού και του καπνού μόνο 2 παιδιά προσεγγίζουν την επιστημονικά αποδεκτή άποψη αποδίδοντας την κίνηση στην κατεύθυνση αυτή στη διαφορά πίεσης, 9 την αποδίδουν στη διαφορά θερμοκρασίας των δυο περιοχών, απαντώντας χαρακτηριστικά:

*στον πυθμένα του δοχείου η μύτη του μολυβιού/ο καπνός πηγαίνει προς το μέρος που είναι πιο ζεστό (ερμηνεία ενός μαθητή),*

7 παιδιά θεωρούν ότι η κατεύθυνση κίνησης καθορίζεται από μια ελκτική δύναμη το νερό και η μύτη του μολυβιού μαζί του κινούνται προς το κέντρο του ποτηριού γιατί αυτό είναι το σημείο έλξης (απάντηση μιας μαθήτριας) ή ο καπνός έλκεται από τη φωτιά, δηλαδή το κερί (απάντηση ενός μαθητή)

Τέλος 4 παιδιά δεν ερμηνεύουν την οριζόντια μετακίνηση.

Το γεγονός ότι τα ίδια παιδιά δίνουν αντίστοιχες ερμηνείες στους μηχανισμούς κίνησης στα δυο πειράματα δείχνει ότι αυτά αντιστοιχίζουν τις κινήσεις των υγρών με αυτές των αερίων.

Δυσκολεύονται όμως στο σύνολό τους να ερμηνεύσουν τις φάσεις της κυκλικής πορείας που παρατηρούν σε καθένα από τα δυο αυτά πειράματα. Έπειτα όμως από τη συζήτηση των απόψεών τους αυτών για την ερμηνεία της κίνησης των ρευστών κατέληξαν τελικά στο συμπέρασμα ότι η κίνησή τους στην κατακόρυφο διεύθυνση οφείλεται στη διαφορά θερμοκρασίας και στην οριζόντια διεύθυνση στη διαφορά πίεσης. Συμπέραναν ακόμη ότι οι κατακόρυφες κινήσεις των αερίων είναι τα ανοδικά και καθοδικά ρεύματα αέρα και οι οριζόντιες κινήσεις είναι οι άνεμοι.

### 7.1.3 Διδακτική παρέμβαση για τον καιρό και το κλίμα

Όπως αναφέρεται και στο Κεφάλαιο 5 η διδασκαλία της ενότητας που αφορούσε στον καιρό και το κλίμα βασίστηκε σε δυο διαφορετικές δραστηριότητες για το κάθε θέμα. (Παράρτημα 2).

Οι εργασίες των παιδιών και τα συμπεράσματα στα οποία κατέληξαν παρουσιάζονται και συζητούνται στη συνέχεια.

#### Δραστηριότητες σχετικά με τον καιρό

Η μια από τις δυο δραστηριότητες για τον καιρό αφορούσε στη συλλογή πληροφοριών για τις παραμέτρους του, δηλαδή από μετρήσεις των μετεωρολογικών στοιχείων της θερμοκρασίας και της υγρασίας (η ατμοσφαιρική πίεση δεν μετρήθηκε ελλείπει βαρόμετρο), και από μετρήσεις/παρατηρήσεις των μετεωρολογικών φαινομένων της βροχόπτωσης (μέτρηση του ύψους βροχής), των ανέμων (εκτίμηση της διεύθυνσης και της ταχύτητάς του, ελλείπει ανεμόμετρο) και της κατάστασης του ουρανού (εκτίμηση νέφωσης).

Η άλλη αφορούσε στη συλλογή πληροφοριών από το διαδίκτυο για τις παραμέτρους του καιρού και συγκεκριμένα για τη θερμοκρασία, την υγρασία, την ατμοσφαιρική πίεση, τον άνεμο και την κατάσταση του ουρανού. Δεν υπήρχαν πληροφορίες για το ύψος βροχής.

Τα δεδομένα για τις παραμέτρους αυτές του καιρού, που συνέλεξαν οι ομάδες των παιδιών όπως αναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 5, συγκεντρώνονταν σε δυο ημερολόγια τμήμα των οποίων φαίνεται στα σχήματα 7.5 α και 7.5 β που παρατίθενται παρακάτω.

Στο τέλος της διαδικασίας τα δεδομένα που προέκυψαν από τις δυο μεθόδους συλλογής πληροφοριών δόθηκαν σε κάθε ομάδα παιδιών για στατιστική επεξεργασία προκειμένου να κατανοήσουν τη διαδικασία μελέτης του μικροκλίματος.

23/1/03	12.00	17,5°C	56%	Stratus fractus	—	—
23/1/03	12.00	21,0°C	44%	Cumulus fractus	—	2mm
24/1/03	12.00	19,6°C	55%	Stratocumulus	1 μικρός	9mm
27/1/03	12.00	11°C	39%	Stratocumulus	6 <sup>NE</sup> μικρός	307mm + 37cm
28/1/03	12.00	15°C	30%	Cirrostratus	3 <sup>NW</sup> μικρός	—
29/1/03	12.00	15°C	31%	Cirrus	2 <sup>NE</sup> μικρός	—
31/1/03	12.00	15°C	47%	Stratocumulus	1 <sup>NW</sup> μικρός	1cm + 10mm
3/2/03	12.00	10°C	41%	Stratocumulus	5 <sup>NW</sup> μικρός	8mm
4/2/03	12.00	16°C	41%	Stratocumulus	1 <sup>NW</sup> μικρός	—
5/2/03	12.00	18°C	51%	Stratocumulus	6 <sup>SE</sup> μικρός	4mm
6/2/03	12.00	18°C	36%	Stratocumulus	4 <sup>SE</sup> μικρός	—
7/2/03	12.00	10°C	31%	Stratocumulus	8 <sup>SE</sup> μικρός	—
10/2/2003	12.00	10°C	32%	Stratus	—	—
11/2/2003	12.00	5°C	45%	Stratus	—	—
12/2/2003	12.00	6°C	43%	Stratus	—	7mm
13/2/2003	12.00	7°C	41%	Stratocumulus	7 <sup>NE</sup> μικρός	3mm
14/2/2003	12.00	9°C	39%	Stratocumulus	3 <sup>N</sup> μικρός	—
17/2/2003	12.00	10°C	43%	Cirrostratus	1 <sup>N</sup> μικρός	1mm
18/2/2003	12.00	6°C	40%	Cumulonimbus	5 <sup>N</sup> μικρός	6mm
19/2/2003	12.00	7°C	40%	Cumulonimbus	6 <sup>N</sup> μικρός	0,5mm
20/2/2003	12.00	7,8°C	31%	Stratus	6 <sup>N</sup> μικρός	—
21/2/2003	12.00	10°C	34%	Cumulus fractus	6 <sup>N</sup> μικρός	—
24/2/2003	12.00	9°C	35%	Cirrostratus	2 <sup>NE</sup> μικρός	1cm
25/2/2003	12.00	10°C	33%	Cirrostratus	3 <sup>NE</sup> μικρός	1,5cm
26/2/2003	12.00	11°C	30%	Cirrostratus	2 <sup>NE</sup> μικρός	—

Σχ. 7.5 α. Ημερολόγιο καταγραφής των μετρήσεων/παρατηρήσεων των παραμέτρων του καιρού

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΩΡΑ	ΚΑΤΑΣΤ.ΟΥΡΑΝΟΥ	MINI ΘΕΡΜ.	MAX ΘΕΡΜ.	ΥΓΡΑΣΙΑ	ΜΕΣΗ ΘΕΡΜ.	ΔΥΝ.ΑΝΕΜΟΥ	ΑΤΜ.ΠΙΕΣΗ	Δ/ΣΗ ΑΝΕΜΟΥ
5/3/2003	12:49	κυρίως συννεφιά	7	13	67%	13	14kph	0	ESE
6/3/2003	12:49	μερικώς συννεφιά	3	12	66%	10	13kph	0	NNE
7/3/2003	12:49	κυρίως συννεφιά	2	10	62%	10	14kph	0	NNE
8/3/2003	12:49	μερικώς συννεφιά	2	12	58%	12	14kph	0	NNE
9/3/2003	12:49	κυρίως συννεφιά	6	13	71%	11	0	0	0
10/3/2003	12:49	μερικώς συννεφιά	3	12	66%	10	19kph	0	NNE
11/3/2003	12:49	συννεφιά	1	10	76%	7	13kph	0	N
12/3/2003	12:49	ανοιχτός	7	17	59%	14	6kph	0	S
13/3/2003	12:49	ανοιχτός	2	15	39%	16	19kph	0	NNW
14/3/2003	12:49	κυρίως συννεφιά	0	10	46%	9	14kph	30,02	N
15/3/2003	12:49	κυρίως συννεφιά	2	11	66%	8	4kph	30,21	NNE
16/3/2003	12:49	κυρίως συννεφιά	2	10	53%	8	0	30,27	0
17/3/2003	12:49	λίγη βροχή	2	10	76%	7	37kph	30,01	NNE
18/3/2003	12:49	μερικώς συννεφιά	4	12	35%	11	14kph	30,06	N
19/3/2003	12:49	μερικώς συννεφιά	2	11	41%	12	14kph	30,03	NNW
20/3/2003	12:49	μερικώς συννεφιά	5	13	38%	12	8kph	30,06	N
21/3/2003	12:49	μερικώς συννεφιά	0	13	51%	13	14kph	29,96	NW
22/3/2003	12:49	συννεφιά	0	9	87%	4	10kph	30,27	N
23/3/2003	12:49	κυρίως συννεφιά	0	8	57%	5	14kph	30,24	N
24/3/2003	12:49	κυρίως συννεφιά	2	10	39%	7	37kph	30,24	NNE
25/3/2003	12:49	ανοιχτός	5	15	54%	11	14kph	30,18	NNW
26/3/2003	12:49	ανοιχτός	6	17	72%	14	0	30,09	0
27/3/2003	12:49	ανοιχτός	6	16	55%	15	8kph	30,3	N
28/3/2003	12:49	ανοιχτός	5	17	59%	14	0	30,15	0
29/3/2003	12:49	ανοιχτός	6	17	55%	13	0	30,03	0
30/3/2003	12:49	ανοιχτός	7	18	60%	14	0	30,02	0
31/3/2003	12:49	ηλιοφάνεια	8	20	68%	16	0	30	0

Σχ. 7.5 β Ημερολόγιο σε Η/Υ δεδομένων των παραμέτρων του καιρού από το διαδίκτυο

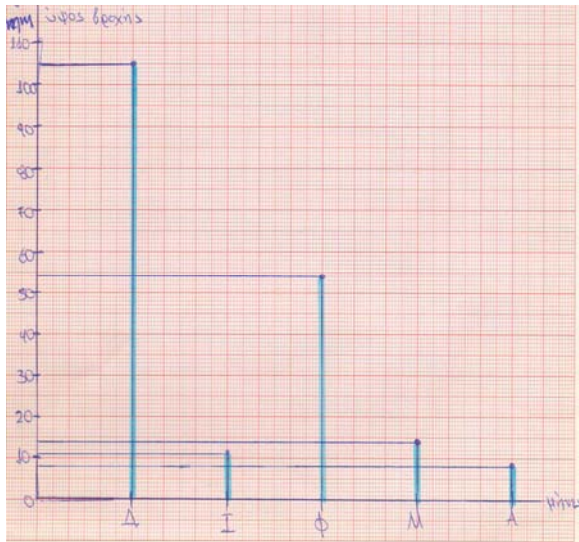


### Δραστηριότητες για το κλίμα

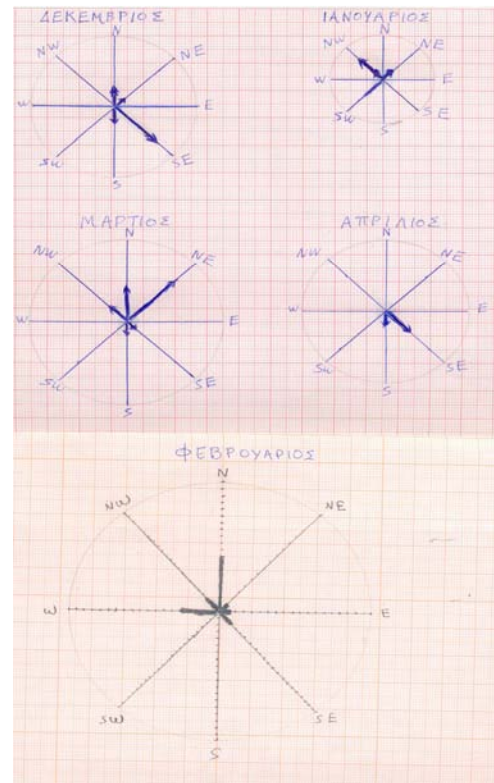
Όπως ήδη αναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 5, η στατιστική επεξεργασία των παραμέτρων του καιρού έγινε με δυο τρόπους.

Ο πρώτος αφορούσε στη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων για τις παραμέτρους του, που είχαν συλλέξει με μετρήσεις/παρατηρήσεις και είχαν καταγράψει σε ημερολόγιο. Δηλαδή τα παιδιά υπολόγισαν τις μέσες μηνιαίες τιμές της θερμοκρασίας και της υγρασίας και βρήκαν τις μέγιστες και ελάχιστες τιμές τους για κάθε μήνα. Υπολόγισαν επίσης το συνολικό ύψος βροχής για κάθε μήνα καθώς και τη συχνότητα των ανέμων κατά κατεύθυνση για κάθε μήνα. Ακόμη σχεδίασαν ραβδογράμματα για το συνολικό ύψος βροχής ανά μήνα (σχ. 7.6), ανεμολόγια (έπειτα από υπόδειξη της μεθόδου σχεδιασμού τους από την ερευνήτρια), όπου σημείωσαν την συχνότητα εμφάνισης των ανέμων προς κάθε διεύθυνση για τον κάθε μήνα των μετρήσεών τους (σχ. 7.7), σχεδίασαν γραφικές παραστάσεις με τις διακυμάνσεις της μέσης μηνιαίας τιμής της θερμοκρασίας (σχ. 7.8) και υγρασίας (σχ. 7.9), και αντίστοιχα σημείωσαν τις μέγιστες και ελάχιστες τιμές της κάθε παραμέτρου στην αντίστοιχη γραφική παράσταση για κάθε μήνα.

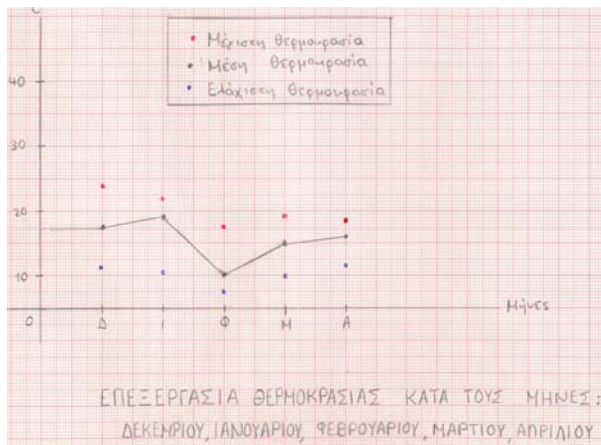
Ο δεύτερος τρόπος αφορούσε στη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων για τις παραμέτρους του καιρού από το διαδίκτυο με το πρόγραμμα excel του Η/Υ. Περιορίστηκε στην στατιστική μελέτη δυο παραμέτρων του κλίματος (τη θερμοκρασία και την υγρασία) και στο σχεδιασμό των διακυμάνσεων της μέσης θερμοκρασίας (σχ.7.10) και της μέσης υγρασίας (σχ. 7.11), για τους πέντε μήνες συλλογής πληροφοριών από το Internet. Αυτό, γιατί για τις άλλες παραμέτρους του κλίματος, για μεν τις βροχοπτώσεις τα παιδιά δεν είχαν δεδομένα από το διαδίκτυο για το ύψος βροχής, ενώ για τους ανέμους δεν ήταν δυνατόν να σχεδιαστούν τα ανεμολόγια με το πρόγραμμα excel.



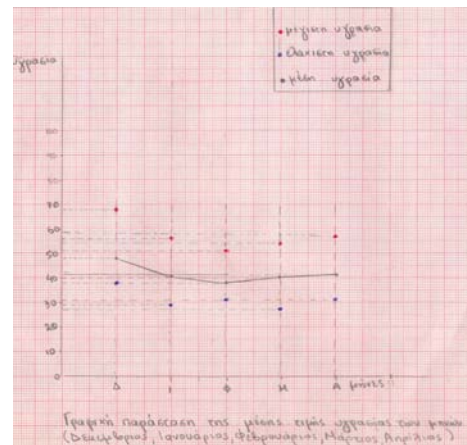
Σχ. 7.6 ραβδόγραμμα σχεδιασμένο από παιδιά μιας ομάδας που δείχνει το συνολικό ύψος βροχής ανά μήνα



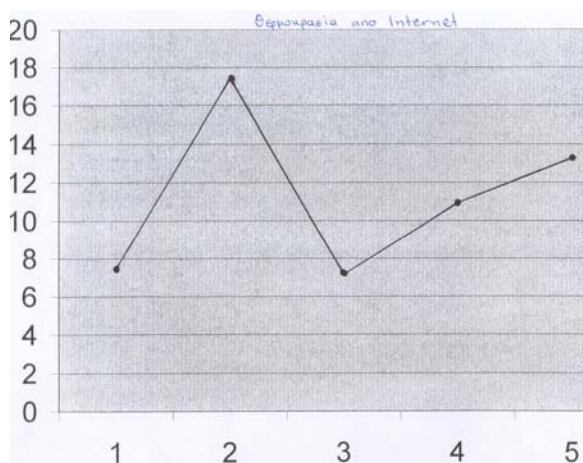
Σχ.7.7 ανεμολόγια που δείχνουν την συχνότητα της κατεύθυνσης των ανέμων ανά μήνα σχεδιασμένα από ομάδα παιδιών



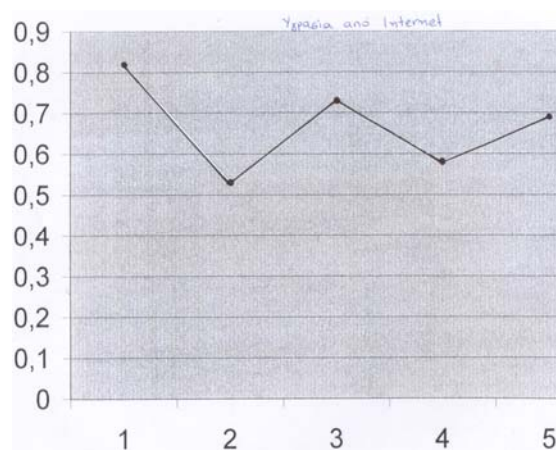
Σχ.7.8 γραφική παράσταση μεταβολής της μέσης θερμοκρασίας με μέγιστα και ελάχιστα, σχεδιασμένη από ομάδα παιδιών μετά από στατιστική επεξεργασία δεδομένων από μετρήσεις



Σχ.7.9 γραφική παράσταση μεταβολής της μέσης υγρασίας με μέγιστα και ελάχιστα, σχεδιασμένη από ομάδα παιδιών μετά από στατιστική επεξεργασία δεδομένων από μετρήσεις



Σχ.7.10 γραφική παράσταση σχεδιασμένη από μια ομάδα παιδιών του Α1 τμήματος για τη μεταβολή της μέσης θερμοκρασίας ανά μήνα με το excel και δεδομένα που συνέλεξαν από διαδίκτυο



Σχ.7.11 γραφική παράσταση σχεδιασμένη από μια ομάδα παιδιών του Α1 τμήματος για τη μεταβολή της μέσης υγρασίας ανά μήνα με το excel και δεδομένα που συνέλεξαν από διαδίκτυο

Από τις απαντήσεις των παιδιών στην ερώτηση σχετικά με το σχολιασμό των διαφορών που πιθανόν παρατηρούν από τη σύγκριση των αντίστοιχων γραφικών παραστάσεων για τη μεταβολή της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας (σχ.7.8 και 7.10) και υγρασίας (σχ.7.9 και 7.11) διαπιστώθηκε ότι τα παιδιά όλων των ομάδων κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι διαφορές που διαπιστώθηκαν στις αντίστοιχες γραφικές παραστάσεις που σχεδίασαν με τους δυο τρόπους επεξεργασίας των δεδομένων, οφείλονται, όπως χαρακτηριστικά σχολίασαν στα φυλλάδια εργασίας, στο γεγονός ότι «το σχολείο βρίσκεται κοντά στη θάλασσα οπότε δικαιολογείται οι τιμές της θερμοκρασίας και της υγρασίας που μετρούσαμε να είναι κάπως διαφορετικές από αυτές του *Internet*» ή γιατί «μπορεί να έγιναν και κάποια λάθη στις μετρήσεις μας».

Στο γεγονός ότι το σχολείο βρίσκεται κοντά στη θάλασσα και ο προσανατολισμός του είναι νοτιοανατολικός τα παιδιά απέδωσαν επίσης τη παρατήρησή τους ότι οι άνεμοι που επικρατούν έρχονται από τη θάλασσα (ανατολικοί, νοτιοανατολικοί) και τον χειμώνα (Ιανουάριο και Φεβρουάριο) από βορρά και βορειοδυτικά.

Ακόμη από τις απαντήσεις τους στην ερώτηση σχετικά με τις παραμέτρους του κλίματος διαπιστώνουμε ότι και τα 22 παιδιά αναφέρουν όλες τις παραμέτρους του.

Στην ερώτηση που υπήρχε για σχολιασμό στα φυλλάδια εργασίας των παιδιών αν οι μετρήσεις τους ήταν αρκετές για να προσδιορίσουν με ακρίβεια το μικροκλίμα της περιοχής τους τα παιδιά όλων των ομάδων απάντησαν ότι «δεν είναι αρκετές. Θα χρειαζόταν να μετρήσουμε τις παραμέτρους αυτές για πολύ μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, πάνω από 10 χρόνια», γεγονός που δείχνει ότι τα παιδιά κατανόησαν το στατιστικό χαρακτήρα του κλίματος.

Οι παρατηρήσεις των παιδιών για τη συσχέτιση των μετρήσεών τους με τη θέση του σχολείου τους δείχνει ότι διαπίστωσαν τον τοπικό χαρακτήρα του μικροκλίματος και την επίδραση της τοπογραφίας στη διαμόρφωσή του. Το γεγονός ότι όλα τα παιδιά αναφέρουν όλες τις παραμέτρους του κλίματος και προσεγγίζουν το χρονικό προσδιορισμό του δείχνει επίσης ότι κατανόησαν την έννοια και αναγνωρίζουν το στατιστικό της χαρακτήρα.

## 7.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΩΝ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ ΤΩΝ ΠΑΙΔΙΩΝ ΣΤΟ ΑΡΧΙΚΟ ΚΑΙ ΤΕΛΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται και συζητούνται κατά θέμα τα αποτελέσματα της διερεύνησης των απόψεων των παιδιών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου για θέματα σχετικά με την ατμόσφαιρα, την κίνηση των αερίων μέσα σ' αυτή, τον καιρό και το κλίμα. Η συζήτηση γίνεται με βάση τις υποθέσεις και του στόχους του σταδίου αυτού της έρευνας.

### 7.2.1 Ατμόσφαιρα (δομή και χαρακτηριστικά των στρωμάτων της)

Προκειμένου να διερευνηθούν οι απόψεις των παιδιών των δυο ομάδων, της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου, για θέματα που αφορούν στην ατμόσφαιρα (δομή και χαρακτηριστικά της) τα παιδιά ρωτήθηκαν:

- 1) Ποιά είναι τα στρώματα της ατμόσφαιρας;
- 2) Τι είναι ο ατμοσφαιρικός αέρας;
- 3) Ποιά είναι τα συστατικά του ατμοσφαιρικού αέρα των δυο πρώτων στρωμάτων της ατμόσφαιρας;
- 4) Πώς μεταβάλλονται η θερμοκρασία και η ατμοσφαιρική πίεση όσο απομακρυνόμαστε από την επιφάνεια της θάλασσας;

Τα αποτελέσματα από τη διερεύνηση των απαντήσεων των παιδιών των δυο ομάδων στο αρχικό και τελικό ερωτηματολόγιο παρουσιάζονται και συζητούνται αναλυτικά ανά ερώτηση στη συνέχεια.

1) Ποιά είναι τα στρώματα της ατμόσφαιρας;

Από τις απαντήσεις των παιδιών στην ερώτηση σχετικά με τη διαστρωμάτωση της ατμόσφαιρας, οι οποίες περιλαμβάνονται στον Πίνακα 7.1, διαπιστώνουμε ότι τα αποτελέσματα της διδακτικής παρέμβασης ήταν ιδιαίτερα ικανοποιητικά για τα παιδιά της πειραματικής ομάδας καθώς 17 από τα 22 παιδιά μετά τη διδασκαλία αναφέρονται σε τέσσερα ή και τα πέντε στρώματα της ατμόσφαιρας ενώ πριν από αυτή, οι αναφορές τους σ' αυτά περιορίζονταν σε δυο έως τρία. Δεν συμβαίνει το ίδιο και με τα παιδιά της ομάδας ελέγχου, τα οποία βελτίωσαν βέβαια λίγο τις επιδόσεις τους, αλλά εξακολουθούν και μετά τη διδασκαλία να αναφέρουν δυο ή το πολύ τρία στρώματα.

**Πίνακας 7.1:** Αναφορές των παιδιών των δυο ομάδων πριν και μετά τη διδασκαλία στα στρώματα της ατμόσφαιρας

Απαντήσεις παιδιών	Πειραματική ομάδα (22 παιδιά του Α1 τμήματος)		Ομάδα ελέγχου (23 παιδιά του Α3 τμήματος)	
	πριν	μετά	πριν	μετά
<b>Αναφορά σε ένα στρώμα</b>	5	1	3	-
<b>Αναφορά σε δυο ή τρία στρώματα</b>	13	4	17	20
<b>Αναφορά σε τέσσερα ή και τα πέντε στρώματα της ατμόσφαιρας</b>	-	17	-	-
<b>Αόριστες αναφορές (βιόσφαιρα, λιθόσφαιρα κ.α)</b>	2	-	1	1
<b>Δεν ξέρω/δεν απαντώ</b>	2	-	2	2

Οι καλύτερες επιδόσεις των παιδιών της πειραματικής ομάδας προφανώς σχετίζονται με το τρόπο διδασκαλίας, καθώς τα παιδιά της ομάδας αυτής ασχολήθηκαν επανειλημμένα με το σχεδιασμό γραφικών παραστάσεων των χαρακτηριστικών των στρωμάτων της ατμόσφαιρας.

2) Τι είναι ο ατμοσφαιρικός αέρας;

Από τις απαντήσεις των παιδιών των δυο ομάδων στην ερώτηση σχετικά με τον προσδιορισμό της έννοιας του ατμοσφαιρικού αέρα (Πίνακας 7.2), διαπιστώνουμε ότι

τα αποτελέσματα της διδακτικής παρέμβασης είναι ικανοποιητικά για τα παιδιά της πειραματικής ομάδας, όχι όμως τα αναμενόμενα. Αυτό προκύπτει από τη σύγκριση των απαντήσεών τους, τόσο με αυτές των παιδιών της ομάδας ελέγχου (7 παιδιά της πειραματικής ομάδας απαντούν σύμφωνα με την επιστημονικά αποδεκτή άποψη και μόνο 2 της ομάδας ελέγχου), όσο και με αυτές που εκφράζουν τις αρχικές τους αντιλήψεις (μόνο 3 παιδιά απαντούσαν σύμφωνα με την επιστημονικά αποδεκτή άποψη πριν από τη διδακτική παρέμβαση). Το γεγονός ότι έξι μήνες μετά τη διδασκαλία μόλις το 1/3 των παιδιών της πειραματικής ομάδας έδωσαν σωστή απάντηση, ενώ στα φυλλάδια εργασίας τους, όλα είχαν καταλήξει στο συμπέρασμα ότι ο ατμοσφαιρικός αέρας αποτελείται από πολλά αέρια, δείχνει ότι η έννοια του ατμοσφαιρικού αέρα παρέμεινε για τα περισσότερα από αυτά αφηρημένη και δυσνόητη.

Επίσης διαπιστώθηκε ότι είναι σημαντικός ο αριθμός των παιδιών και στις δυο ομάδες (9 παιδιά από κάθε ομάδα), που ακόμη και μετά τη διδακτική παρέμβαση ή τη διδασκαλία, διατήρησαν την άποψη ότι ο ατμοσφαιρικός αέρας είναι «ο αέρας που περιβάλλει τη γη/ ο αέρας που αναπνέουμε/ στρώματα από αέρα». Εξακολουθούν δηλαδή να θεωρούν ότι ο ατμοσφαιρικός αέρας αποτελείται από «αέρα», άποψη η οποία όπως αναφέρεται και στο Κεφάλαιο 3, διαπιστώθηκε και από έρευνα των Smith and Ford (1996). Επίσης κάποια παιδιά τόσο της πειραματικής ομάδας όσο και της ομάδας ελέγχου, διατήρησαν την άποψη ότι ο ατμοσφαιρικός αέρας ταυτίζεται με το οξυγόνο, ίσως γιατί το οξυγόνο είναι το πλέον γνωστό συστατικό του ατμοσφαιρικού αέρα το οποίο αναφέρεται πολλές φορές στα σχολικά εγχειρίδια όλων των βαθμίδων της εκπαίδευσης και συνδέεται με τη ζωή, την καύση κ.α.

**Πίνακας 7.2:** Απαντήσεις των μαθητών των δυο ομάδων πριν και μετά τη διδασκαλία σχετικά με τον προσδιορισμό της έννοιας «ατμοσφαιρικός αέρας»

Απαντήσεις μαθητών	Πειραματική ομάδα (22 παιδιά του Α1 τμήματος)		Ομάδα ελέγχου (23 παιδιά του Α3 τμήματος)	
	πριν	μετά	πριν	μετά
<b>Αεριώδης μάζα από οξυγόνο που προστατεύει τη γη/το οξυγόνο που υπάρχει στην ατμόσφαιρα</b>	12	5	16	9
<b>Αέρας στην ατμόσφαιρα/αέρας που αναπνέουμε/στρώματα αέρα</b>	4	9	5	9
<b>Μίγμα αερίων (O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> κ.α) που περιβάλλει τη γη, την προστατεύει και επιτρέπει τη ζωή (σωστή απάντηση)</b>	3	7	1	2
<b>Δεν ξέρω/δεν απαντώ</b>	3	1	1	3

3) Ποιά είναι τα συστατικά του ατμοσφαιρικού αέρα για τα δυο πρώτα στρώματα της ατμόσφαιρας;

Από τις απαντήσεις των παιδιών στην ερώτηση σχετικά με τη σύσταση των δυο πρώτων στρωμάτων της ατμόσφαιρας (Πίνακας 7.3), διαπιστώνουμε ότι τα περισσότερα παιδιά της πειραματικής ομάδας (14 από τα 22), βελτίωσαν τις γνώσεις τους για τα συστατικά της τροπόσφαιρας. Αναφέρουν τρία ή και περισσότερα συστατικά του στρώματος αυτού, ενώ πριν τη διδακτική παρέμβαση, μόνο 3 παιδιά είχαν τη δυνατότητα αυτή. Δεν διαπιστώθηκε ωστόσο, ανάλογη βελτίωση της δυνατότητας αναφοράς περισσότερων από δυο συστατικών της τροπόσφαιρας στις απαντήσεις των παιδιών της ομάδας ελέγχου, τα οποία μετά τη διδασκαλία στη πλειοψηφία τους δηλώνουν ότι δεν θυμούνται ή εξακολουθούν να αναφέρουν ένα έως δυο συστατικά.

Όσον αφορά όμως στα συστατικά της στρατόσφαιρας, τα μαθησιακά αποτελέσματα της διδακτικής παρέμβασης δεν είναι ικανοποιητικά. Είναι μικρή η αύξηση στις αναφορές των παιδιών στο όζον της στρατόσφαιρας (5 παιδιά αναφέρουν το όζον μετά τη διδασκαλία ενώ πριν από αυτή 1 παιδί ανέφερε το όζον), ωστόσο περισσότερες από αυτές των παιδιών της ομάδας ελέγχου μετά τη διδασκαλία (2 μόνο παιδιά της ομάδας ελέγχου αναφέρουν το όζον).

**Πίνακας 7.3:** Απαντήσεις παιδιών των δυο ομάδων πριν και μετά τη διδασκαλία για τη σύσταση των δυο πρώτων στρωμάτων της ατμόσφαιρας

Αναφορές των παιδιών στα συστατικά της τροπόσφαιρας				
Απαντήσεις παιδιών	Πειραματική ομάδα (22 παιδιά του Α1 τμήματος)		Ομάδα ελέγχου (23 παιδιά του Α3 τμήματος)	
	πριν	μετά	πριν	μετά
<b>Μόνο O<sub>2</sub></b>	9	2	4	2
<b>O<sub>2</sub> και CO<sub>2</sub></b>	7	4	9	4
<b>O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub></b>	2	9	3	2
<b>O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O και κάποια άλλα</b>	1	5	2	1
<b>Αόριστα πολλές ουσίες</b>	1	1	2	1
<b>Δεν ξέρω/δεν απαντώ</b>	2	1	3	13
Αναφορές των παιδιών στα συστατικά της στρατόσφαιρας				
Απαντήσεις παιδιών	Πειραματική ομάδα (22 παιδιά του Α1 τμήματος)		Ομάδα ελέγχου (23 παιδιά του Α3 τμήματος)	
	πριν	μετά	πριν	μετά
<b>Τα ίδια συστατικά με τη τροπόσφαιρα</b>	12	10	7	8
<b>Τα ίδια αλλά και όζον</b>	1	5	1	2
<b>Δεν ξέρω/δεν απαντώ</b>	9	7	15	13

Τα αποτελέσματα δηλαδή της διδακτικής παρέμβασης ήταν ικανοποιητικά μόνο σχετικά με τη σύσταση της τροπόσφαιρας. Δεν συνέβαλε στη κατανόηση από μέρους των παιδιών, της ιδιαιτερότητας που υπάρχει στη σύσταση της στρατόσφαιρας, ότι δηλαδή στο στρώμα αυτό της ατμόσφαιρας υπάρχει κάποιο χαρακτηριστικό συστατικό, το όζον. Αυτό ίσως είναι αποτέλεσμα του γεγονότος ότι τα παιδιά αυτής της ηλικίας, δεν έχουν ακόμη αρκετές γνώσεις από τις Φ.Ε. καθώς δεν έχουν διδαχθεί Χημεία και δυσκολεύονται να θυμούνται ουσίες.

Εντύπωση προκάλεσε το γεγονός ότι παρότι όλα τα παιδιά της πειραματικής ομάδας, διαπίστωσαν πειραματικά τη παρουσία υδρατμών στην ατμόσφαιρα, έξι μήνες μετά τη διδακτική παρέμβαση, στις αναφορές τους στα συστατικά της τροπόσφαιρας, μόνο πέντε από αυτά αναφέρθηκαν σ' αυτούς.

Οι διαπιστώσεις: α) ότι όλα τα παιδιά που αναφέρθηκαν σε συστατικά των στρωμάτων, ανέφεραν το οξυγόνο συσχετίζοντας την παρουσία του με τη ζωή, β) ότι τα περισσότερα παιδιά της πειραματικής ομάδας, ανέφεραν το άζωτο παραθέτοντας το ποσοστό συμμετοχής του στα συστατικά της ατμόσφαιρας παρότι η παρουσία του δεν διαπιστώθηκε πειραματικά και γ) ότι τα παιδιά που ανέφεραν το όζον της στρατόσφαιρας σχολίασαν την προστασία που παρέχει στους έμβιους οργανισμούς, μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ένας σημαντικός παράγοντας που θα βοηθούσε τα παιδιά της ηλικίας αυτής να «θυμούνται» τα συστατικά των στρωμάτων της ατμόσφαιρας είναι η σύνδεσή τους με χαρακτηριστικές πληροφορίες για καθένα από αυτά.

### *3) Πώς μεταβάλλονται η θερμοκρασία και πώς η ατμοσφαιρική πίεση όσο απομακρυνόμαστε από την επιφάνεια της θάλασσας;*

#### Μεταβολή της θερμοκρασίας σε συνάρτηση με το ύψος

Από τις απαντήσεις των παιδιών για τη σχέση θερμοκρασίας-ύψους στην ατμόσφαιρα (Πίνακας 7.4), διαπιστώνουμε ότι μετά τη διδακτική παρέμβαση τα παιδιά της πειραματικής ομάδας στη πλειοψηφία τους, βελτίωσαν σημαντικά τις γνώσεις τους για το θέμα αυτό. Συγκεκριμένα μετά τη διδακτική παρέμβαση όλα τα παιδιά έχουν κατανοήσει τη σχέση θερμοκρασίας-ύψους στη τροπόσφαιρα (σε σχέση με τα 16 πριν από αυτή). Επίσης περισσότερα από τα μισά παιδιά κατανοούν τη σχέση θερμοκρασίας- ύψους που ισχύει για καθένα από τα υπόλοιπα στρώματα της



ατμόσφαιρας, ενώ πριν από τη διδακτική παρέμβαση, γενίκευαν τη σχέση θερμοκρασίας-ύψους της τροπόσφαιρας για όλα τα άλλα στρώματα (γεγονός που διαπιστώθηκε και στο πρώτο μέρος της έρευνας). Δεν διαπιστώθηκε ωστόσο σημαντική διαφοροποίηση στον αριθμό των σωστών απαντήσεων των παιδιών της πειραματικής ομάδας πριν και μετά τη διδασκαλία για τη σχέση θερμοκρασίας-ύψους στη μεσόσφαιρα (μείωση της θερμοκρασίας όσο αυξάνει το ύψος). Αυτό οφείλεται προφανώς στο ότι γενικεύουν τη σχέση που ισχύει στη τροπόσφαιρα για όλα τα στρώματα της ατμόσφαιρας.

**Πίνακας 7.4:** Απαντήσεις των παιδιών των δυο ομάδων πριν και μετά τη διδασκαλία για τη μεταβολή της θερμοκρασίας στην ατμόσφαιρα

Απόψεις παιδιών για τη μεταβολή της θερμοκρασίας συναρτήσει του ύψους στη τροπόσφαιρα				
Απαντήσεις	Πειραματική ομάδα (22 παιδιά του Α1 τμήματος)		Ομάδα ελέγχου (23 παιδιά του Α3 τμήματος)	
	πριν	μετά	πριν	μετά
<b>Αύξηση</b>	3		3	1
<b>Ελάττωση</b> (σωστή απάντηση)	16	21	13	15
<b>Δεν ξέρω/δεν απαντώ</b>	3	1	7	7
Απόψεις παιδιών για τη μεταβολή της θερμοκρασίας συναρτήσει του ύψους στη στρατόσφαιρα				
Απαντήσεις	Πειραματική ομάδα (22 παιδιά του Α1 τμήματος)		Ομάδα ελέγχου (23 παιδιά του Α3 τμήματος)	
	πριν	μετά	πριν	μετά
<b>Αύξηση</b> (σωστή απάντηση)	2	16	4	4
<b>Ελάττωση</b>	15	1	11	6
<b>Δεν ξέρω/δεν απαντώ</b>	5	5	8	13
Απόψεις παιδιών για τη μεταβολή της θερμοκρασίας συναρτήσει του ύψους στη μεσόσφαιρα				
Απαντήσεις	Πειραματική ομάδα (22 παιδιά του Α1 τμήματος)		Ομάδα ελέγχου (23 παιδιά του Α3 τμήματος)	
	πριν	μετά	πριν	μετά
<b>Αύξηση</b>	3	8	4	4
<b>Ελάττωση</b> (σωστή απάντηση)	12	10	11	6
<b>Δεν ξέρω/δεν απαντώ</b>	7	4	8	13
Απόψεις παιδιών για τη μεταβολή της θερμοκρασίας συναρτήσει του ύψους στη θερμόσφαιρα				
Απαντήσεις	Πειραματική ομάδα (22 παιδιά του Α1 τμήματος)		Ομάδα ελέγχου (23 παιδιά του Α3 τμήματος)	
	πριν	μετά	πριν	μετά
<b>Αύξηση</b> (σωστή απάντηση)	3	18	4	5
<b>Ελάττωση</b>	5	1	6	6
<b>Δεν ξέρω/δεν απαντώ</b>	14	3	13	12
Απόψεις παιδιών για τη μεταβολή της θερμοκρασίας συναρτήσει του ύψους στην εξώσφαιρα				
Απαντήσεις	Πειραματική ομάδα (22 παιδιά του Α1 τμήματος)		Ομάδα ελέγχου (23 παιδιά του Α3 τμήματος)	
	πριν	μετά	πριν	μετά
<b>Αύξηση</b> (σωστή απάντηση)	10	18	4	4
<b>Ελάττωση</b>	5	1	6	6
<b>Δεν ξέρω/δεν απαντώ</b>	7	3	13	13

Τα μαθησιακά αποτελέσματα της μεθόδου διδασκαλίας που ακολουθήθηκε στη πειραματική ομάδα ήταν ιδιαίτερα ικανοποιητικά, σε αντίθεση με αυτά της παραδοσιακής μεθόδου διδασκαλίας στα παιδιά της ομάδας ελέγχου, τα οποία σε μικρό ποσοστό βελτίωσαν τις γνώσεις τους για τη σχέση στη τροπόσφαιρα, διατήρησαν όμως τις αρχικές τους απόψεις για τα υπόλοιπα στρώματα ή δήλωσαν ότι δεν θυμούνται.

### Μεταβολή της ατμοσφαιρικής πίεσης σε συνάρτηση με το ύψος

Όσον αφορά στη μεταβολή της ατμοσφαιρικής πίεσης σε συνάρτηση με το ύψος, από την αξιολόγηση των απαντήσεων των παιδιών (Πίνακας 7.5) προκύπτει ότι η διδακτική παρέμβαση συνέβαλε μόνο σε μικρή αύξηση του ποσοστού των σωστών απαντήσεων για όλα τα στρώματα της ατμόσφαιρας. Συγκεκριμένα 18 παιδιά, της πειραματικής ομάδας μετά τη διδακτική παρέμβαση (ενώ πριν από αυτή ήταν 15), απάντησαν σύμφωνα με την επιστημονικά αποδεκτή άποψη για τη τροπόσφαιρα και όλα τα παιδιά (σε σχέση με τα 18 πριν τη διδακτική παρέμβαση) για τη σχέση αυτή στα υπόλοιπα στρώματα της ατμόσφαιρας. Ανάλογα ήταν τα αποτελέσματα της διδασκαλίας στα παιδιά της ομάδας ελέγχου σχετικά με τη σχέση αυτή στα υπόλοιπα στρώματα.

**Πίνακας 7.5:** Αντιλήψεις παιδιών των δυο ομάδων πριν και μετά τη διδασκαλία για τη μεταβολή της ατμοσφαιρικής πίεσης συναρτήσει του ύψους από την επιφάνεια της θάλασσας

Απόψεις παιδιών για τη μεταβολή ατμοσφαιρικής πίεσης συναρτήσει του ύψους στη τροπόσφαιρα				
Απαντήσεις	Πειραματική ομάδα (22 παιδιά του Α1 τμήματος)		Ομάδα ελέγχου (23 παιδιά του Α3 τμήματος)	
	πριν	μετά	πριν	μετά
<b>Αύξηση</b>	3	2	2	1
<b>Ελάττωση</b> (σωστή απάντηση)	15	18	13	13
<b>Δεν ξέρω/δεν απαντώ</b>	4	2	8	9
Απόψεις παιδιών για τη μεταβολή ατμοσφαιρικής πίεσης συναρτήσει του ύψους στα υπόλοιπα στρώματα της ατμόσφαιρας				
Απαντήσεις	Πειραματική ομάδα (22 παιδιά του Α1 τμήματος)		Ομάδα ελέγχου (23 παιδιά του Α3 τμήματος)	
	πριν	μετά	πριν	μετά
<b>Ίδια με την τροπόσφαιρα</b> (σωστή απάντηση)	18	22	15	21
<b>Δεν ξέρω/δεν απαντώ</b>	4	-	8	2

Δεν διαπιστώνεται δηλαδή διαφοροποίηση στα μαθησιακά αποτελέσματα των δυο μεθόδων διδασκαλίας, αφού τα παιδιά και των δυο ομάδων, στη πλειοψηφία τους, γνώριζαν ήδη για τη σχέση ατμοσφαιρικής πίεσης- ύψους από το Δημοτικό.

### *7.2.2 Άνεμοι, κίνηση των αερίων μέσα στην ατμόσφαιρα*

Προκειμένου να διερευνηθούν τα μαθησιακά αποτελέσματα της διδακτικής παρέμβασης σχετικά με την κίνηση των αερίων μέσα στην ατμόσφαιρα και τους ανέμους, αξιολογήθηκαν οι απαντήσεις των παιδιών των δυο ομάδων στις ερωτήσεις:

- 1) Τί είναι ο άνεμος και πώς δημιουργείται;*
- 2) Πού οφείλεται η κίνηση των αερίων μέσα στην ατμόσφαιρα; Να σχεδιάσεις και να ερμηνεύσεις μια- μια όλες τις φάσεις της κίνησης των αερίων μαζών μεταξύ δυο περιοχών που έχουν διαφορετική θερμοκρασία*

Τα αποτελέσματα των απαντήσεων των παιδιών στις παραπάνω ερωτήσεις παρουσιάζονται και συζητούνται ανά ερώτηση στη συνέχεια.

- 1) Τί είναι ο άνεμος και πώς δημιουργείται;*

Από τις απαντήσεις των παιδιών στην ερώτηση σχετικά με το προσδιορισμό της έννοιας «άνεμος» (Πίνακας 7.6), διαπιστώνουμε ότι τα αποτελέσματα της διδακτικής παρέμβασης είναι ιδιαίτερα ικανοποιητικά. Τα παιδιά της πειραματικής ομάδας στη πλειοψηφία τους (17 από τα 22), απαντούν σύμφωνα με την επιστημονικά αποδεκτή άποψη, κάτι που δεν συνέβαινε πριν τη διδασκαλία. Δεν διαπιστώθηκε ανάλογη βελτίωση στη κατανόηση της έννοιας από τα παιδιά της ομάδας ελέγχου τα οποία τόσο πριν όσο και μετά τη διδασκαλία, θεωρούν ότι «*άνεμος είναι οι κατακόρυφες και πλάγιες κινήσεις των αερίων μαζών*». Συγγέουν δηλαδή τον άνεμο με τα ρεύματα αέρα (ανοδικά και καθοδικά) ή δίνουν αόριστες απαντήσεις.

**Πίνακας 7.6:** Απόψεις παιδιών των δυο ομάδων πριν και μετά τη διδασκαλία για τον προσδιορισμό της έννοιας «άνεμος»

Απαντήσεις παιδιών	Πειραματική ομάδα (22 παιδιά του Α1 τμήματος)		Ομάδα ελέγχου (23 παιδιά του Α3 τμήματος)	
	πριν	μετά	πριν	μετά
<i>Οριζόντια μετακίνηση αερίων μαζών (σωστή απάντηση)</i>	-	17	-	-
<b>Αέρας που κινείται με ταχύτητα</b>	8	1	-	-
<b>Κατακόρυφες και πλάγιες μετακινήσεις αερίων μαζών</b>	-	-	15	16
<b>Αέρας που φυσάει/ρεύματα αέρα</b>	6	2	4	2
<b>Μάζα αερίων</b>	6	-	3	2
<b>Μετεωρολογικό φαινόμενο</b>	1	1	-	1
<b>Δεν ξέρω/δεν απαντώ</b>	1	1	1	2

Όσον αφορά στην αξιολόγηση των απαντήσεων των παιδιών των δυο ομάδων στο δεύτερο σκέλος της ερώτησης (Πίνακας 7.7), δηλαδή σχετικά με τους μηχανισμούς δημιουργίας των ανέμων, προκύπτει ότι τα αποτελέσματα της διδακτικής παρέμβασης δεν ήταν τα αναμενόμενα. Αυτό γιατί παρά το γεγονός ότι στα φυλλάδια εργασίας τους η πλειοψηφία των παιδιών ερμήνευσε σωστά τη δημιουργία των ανέμων, έξι μήνες μετά τη διδακτική παρέμβαση, τα μισά παιδιά δυσκολεύονται να προσδιορίσουν τα αίτια δημιουργίας τους.

Ωστόσο τα αποτελέσματα αυτά είναι ικανοποιητικά σε σύγκριση με τις αρχικές επιδόσεις των παιδιών της ομάδας αυτής (3 μόνο παιδιά απέδιδαν αρχικά την δημιουργία των ανέμων στη διαφορά πίεσης), αλλά και σε σύγκριση με τις επιδόσεις των παιδιών της ομάδας ελέγχου, τα οποία τόσο πριν όσο και μετά τη διδασκαλία στη πλειοψηφία τους αποδίδουν τη δημιουργία των ανέμων στη διαφορά θερμοκρασίας.

**Πίνακας 7.7:** Απαντήσεις παιδιών των δυο ομάδων πριν και μετά τη διδασκαλία για τους μηχανισμούς δημιουργίας των ανέμων

Απαντήσεις παιδιών	Πειραματική ομάδα (22 παιδιά του Α1 τμήματος)		Ομάδα ελέγχου (23 παιδιά του Α3 τμήματος)	
	πριν	μετά	πριν	μετά
<i>Λόγω διαφοράς πίεσης μεταξύ δυο περιοχών (σωστή απάντηση)</i>	3	11	3	4
<b>Από διαφορά θερμοκρασίας</b>	-	4	11	10
<b>Δημιουργείται από τον αέρα που φυσάει/από τη μετακίνηση των αερίων μαζών</b>	3	4	2	3
<b>Από τη βαρύτητα</b>	-	-	2	2
<b>Αόριστες απαντήσεις (από τα σύννεφα, τις κινήσεις αντικειμένων)</b>	1	-	3	2
<b>Δεν ξέρω/δεν απαντώ</b>	15	3	2	2

- 2) Πού οφείλεται η κίνηση των αερίων μέσα στην ατμόσφαιρα; Να σχεδιάσεις και να ερμηνεύσεις μια- μια όλες τις φάσεις της κίνησης των αερίων μαζών μεταξύ δυο περιοχών που έχουν διαφορετική θερμοκρασία

Από τις απαντήσεις των παιδιών στο πρώτο σκέλος της ερώτησης, δηλαδή σχετικά με τους μηχανισμούς κίνησης των αερίων στην ατμόσφαιρα (Πίνακας 7.8), διαπιστώνουμε ότι τα αποτελέσματα της διδακτικής παρέμβασης δεν είναι τα αναμενόμενα όσον αφορά στη κατανόηση του μηχανισμού της διάχυσης. Αυτό γιατί έξι μήνες μετά τη διδακτική παρέμβαση, μόνο 4 παιδιά αναφέρονται σ' αυτή παρότι διαπιστώθηκε πειραματικά και περιλαμβάνεται στα συμπεράσματα που κατέληξαν για τους μηχανισμούς της κίνησης των αερίων, στα φυλλάδια εργασίας τους.

Το γεγονός ότι τα παιδιά, ακόμη και αυτά που διαπίστωσαν πειραματικά τη διάχυση, δυσκολεύονται να την εντάξουν μεταξύ των γενικών μηχανισμών της κίνησης των αερίων στην ατμόσφαιρα, (διαπίστωση που αφορά και τα παιδιά του δείγματος του πρώτου μέρους της έρευνας), αποδεικνύει την αναποτελεσματικότητα τόσο της παραδοσιακής μεθόδου διδασκαλίας, όσο και της πειραματικής για το θέμα αυτό. Απαιτείται λοιπόν εξεύρεση αποτελεσματικότερης μεθόδου διδασκαλίας για τη διάχυση και ως τέτοια, ίσως αποδεικνύονταν η διδασκαλία με τη βοήθεια κατάλληλα διαμορφωμένου εκπαιδευτικού λογισμικού.

**Πίνακας 7.8:** Απαντήσεις παιδιών των δυο ομάδων πριν και μετά τη διδασκαλία για τους μηχανισμούς κίνησης των αερίων στην ατμόσφαιρα

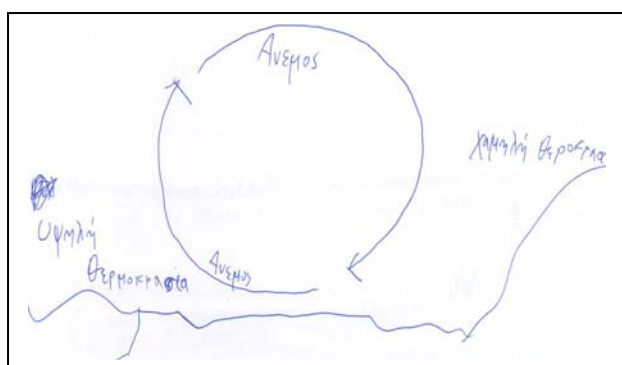
Απαντήσεις παιδιών	Πειραματική ομάδα (22 παιδιά του Α1 τμήματος)		Ομάδα ελέγχου (23 παιδιά του Α3 τμήματος)	
	πριν	μετά	πριν	μετά
<i>Η διάχυση (επειδή απλώνονται τα αέρια, σκορπίζονται) (σωστή απάντηση)</i>	-	4	-	1
<b>Η διαφορά θερμοκρασίας (χωρίς αναφορά στην κατεύθυνση κίνησης)</b>	-	-	11	12
<b>Ο άνεμος/ο αέρας που φυσάει</b>	3	8	2	5
<b>Αόριστες απαντήσεις (τα σύννεφα, τα δέντρα κλπ, προκαλούν τη κίνηση) ή για να εμπλουτισθεί με O<sub>2</sub> μια περιοχή και να φύγει το CO<sub>2</sub></b>	2	1	3	2
<i>Η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ δυο περιοχών για κατακόρυφη κίνηση αερίων μαζών (σωστή απάντηση)</i>	1	11	-	-
<b>Την κατακόρυφη κίνηση η βαρύτητα (τα ελαφριά αέρια ανεβαίνουν ψηλά και τα βαριά κατεβαίνουν κάτω)</b>	2	-	2	2
<i>Η διαφορά πίεσης μεταξύ δυο περιοχών για οριζόντια κίνηση αερίων μαζών (σωστή απάντηση)</i>	3	9	3	4
<b>Δεν ξέρω/δεν απαντώ</b>	14	2	5	9

Σημ. Ο αριθμός των απαντήσεων υπερβαίνει τον αριθμό των παιδιών καθώς δόθηκαν περισσότερες από μια απαντήσεις από κάθε παιδί

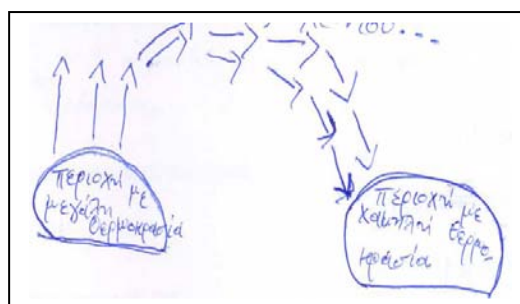
Ωστόσο σχετικά με την κατανόηση των μηχανισμών κίνησης των αερίων στις δυο κατευθύνσεις (στην οριζόντια και στην κατακόρυφο διεύθυνση), τα παιδιά της πειραματικής ομάδας βελτίωσαν σημαντικά τις επιδόσεις τους μετά τη διδακτική παρέμβαση και είχαν πολύ καλύτερες από αυτές των παιδιών της ομάδας ελέγχου (Πίνακας 7.8). Στη πλειοψηφία τους δηλαδή, διαχωρίζουν τη κίνηση των αερίων στη τροπόσφαιρα σε δυο κατευθύνσεις και τα μισά απ' αυτά, τις ερμηνεύουν σύμφωνα με την επιστημονική άποψη (11 παιδιά αποδίδουν την κατακόρυφη μετακίνηση των αερίων στη διαφορά θερμοκρασίας και 9 αποδίδουν την οριζόντια μετακίνηση στη διαφορά πίεσης). Αυτό δεν συνέβαινε πριν τη διδακτική παρέμβαση, ούτε φαίνεται να ισχύει για τα παιδιά της ομάδας ελέγχου πριν ή μετά τη διδασκαλία.

Επομένως τα μαθησιακά αποτελέσματα της διδακτικής παρέμβασης για τους μηχανισμούς κατακόρυφης και οριζόντιας μεταφοράς των αερίων στην ατμόσφαιρα, είναι αρκετά ικανοποιητικά σε σχέση με τη παραδοσιακή μέθοδο διδασκαλίας.

Από τα σχέδια εξάλλου των παιδιών, προκύπτει ότι τα παιδιά της πειραματικής ομάδας στη πλειοψηφία τους κατανόησαν ότι μεταξύ δυο γειτονικών περιοχών που έχουν διαφορετική θερμοκρασία οι αέριες μάζες κινούνται κυκλικά. Συγκεκριμένα από τα 20 παιδιά που σχεδίασαν, τα 11 απεικόνισαν την κυκλική πορεία και τα 9 άφησαν ανοικτό το κύκλο στο κάτω τμήμα του, ενώ πριν τη διδακτική παρέμβαση μόνο 5 παιδιά σχεδίασαν την κυκλική πορεία και τα υπόλοιπα αποκλειστικά οριζόντιες μετακινήσεις. Κινήσεις μόνο στην οριζόντια διεύθυνση, σχεδίασαν στη πλειοψηφία τους και οι μαθητές της ομάδας ελέγχου τόσο πριν όσο και μετά τη διδασκαλία, όπως και τα παιδιά του δείγματος στο πρώτο μέρος της έρευνας.



Σχ.7.12 απεικόνιση από μαθητή της κυκλικής πορείας αερίων μαζών μεταξύ δυο περιοχών με διαφορά θερμοκρασίας



Σχ.7.13 απεικόνιση (ελλιπής) από μαθητή της πορείας των αερίων μαζών μεταξύ δυο περιοχών με διαφορά θερμοκρασίας

Από τις ερμηνείες που συνόδευαν τα σχέδια των παιδιών διαπιστώνουμε ότι η συμβολή της διδακτικής παρέμβασης στην κατανόηση των μηχανισμών των φάσεων

της κίνησης αυτής ήταν σημαντική. Έξι μήνες μετά τη διδακτική παρέμβαση, 13 μαθητές της ομάδας αυτής (από 2 που ήταν πριν από αυτή), ερμηνεύουν όλες τις φάσεις σύμφωνα με την επιστημονικά αποδεκτή άποψη ότι δηλαδή, «*οι θερμές αέριες μάζες έχουν μικρότερη πυκνότητα και ανεβαίνουν προς τα πάνω ενώ οι ψυχρές που έχουν μικρή πυκνότητα κατεβαίνουν και όταν φτάνουν κοντά στο έδαφος κινούνται προς τα εκεί που έφυγαν οι θερμές μάζες του αέρα γιατί εκεί η πίεση είναι μικρότερη*». Τα παιδιά όμως της ομάδας ελέγχου (εκτός από 2), δεν το επιτυγχάνουν ούτε μετά τη διδασκαλία.

Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι η πειραματική μέθοδος διδασκαλίας που ακολουθήθηκε για να διαπιστωθεί η κυκλική πορεία των αερίων μαζών και να ερμηνευθούν οι μηχανισμοί των κατακόρυφων και οριζόντιων κινήσεων των αερίων μαζών αποδείχθηκε αρκετά αποτελεσματική.

### *7.2.3 Καιρός και κλίμα*

Προκειμένου να αξιολογηθεί η διδακτική παρέμβαση που αφορούσε στον καιρό και στο κλίμα, διερευνήθηκαν οι απαντήσεις των παιδιών των δυο ομάδων στις εξής ερωτήσεις:

- 1) Τι είναι «καιρός» και πώς τον προσδιορίζουμε;*
- 2) Τι είναι «κλίμα» μιας περιοχής και πώς προσδιορίζεται;*

Τα αποτελέσματα των απαντήσεών τους στις παραπάνω ερωτήσεις παρουσιάζονται και σχολιάζονται αναλυτικά ανά ερώτηση στη συνέχεια.

- 1) Τι είναι «καιρός» και πώς τον προσδιορίζουμε;*

Από τον Πίνακα 7.9, που περιλαμβάνει τις απαντήσεις των παιδιών στο πρώτο σκέλος της ερώτησης σχετικά με τον προσδιορισμό της έννοιας του καιρού, προκύπτει ότι είναι πολύ περισσότερα τα παιδιά της πειραματικής ομάδας σε σχέση με τα παιδιά της ομάδας ελέγχου που, μετά τη διδακτική παρέμβαση, κατανοούν την έννοια (17 παιδιά της πειραματικής ομάδας και 11 της ομάδας ελέγχου) και το χρονικό προσδιορισμό της. Τα 8 μάλιστα από τα 17 αυτά παιδιά, προσδιορίζουν με μεγαλύτερη σαφήνεια την έννοια αναφερόμενα και σε παραμέτρους του, κάτι που

πριν δεν ήταν εφικτό. Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι η διδακτική πορεία που ακολουθήθηκε με τα παιδιά της πειραματικής ομάδας (μετρήσεις των παραμέτρων του καιρού και συλλογή πληροφοριών γι αυτές από το διαδίκτυο), συνέβαλε αποτελεσματικά στην κατανόηση της έννοιας αυτής.

Αξίζει να σημειωθεί ότι μετά τη διδασκαλία όλα σχεδόν τα παιδιά και των δυο ομάδων στη πλειοψηφία τους προσδιόρισαν χρονικά τον καιρό ενώ πριν από αυτή δεν μπορούσαν. Λίγα μόνο παιδιά της ομάδας ελέγχου ταυτίζουν τον καιρό με το κλίμα ή με τη θερμοκρασία.

**Πίνακας 7.9:** Απαντήσεις παιδιών των δυο ομάδων πριν και μετά τη διδασκαλία για τον προσδιορισμό της έννοιας του καιρού

Απαντήσεις παιδιών	Πειραματική ομάδα (22 παιδιά του A1 τμήματος)		Ομάδα ελέγχου (23 παιδιά του A3 τμήματος)	
	πριν	μετά	πριν	μετά
<i>Κατάσταση της ατμόσφαιρας/ατμοσφαιρικές συνθήκες που υπάρχουν σε μια σε περιοχή μια δεδομένη χρονική στιγμή (σωστή απάντηση)</i>	-	9	-	11
<i>Καιρικά φαινόμενα (με αναφορά σε 3 παραμέτρους-θερμοκρασία, κατακρημνίσματα, άνεμο) που επικρατούν κάποια στιγμή σε μια περιοχή (σωστή απάντηση)</i>	-	2	1	-
<i>Καιρικά φαινόμενα (με αναφορά σε 2 παραμέτρους, θερμοκρασία - κατακρημνίσματα) που επικρατούν κάποια στιγμή σε μια περιοχή (σωστή απάντηση)</i>	-	6	-	-
<i>Τα καιρικά φαινόμενα (με αναφορά σε 1-2 παράμετρους, θερμοκρασία-κατακρημνίσματα) που επικρατούν σε μια περιοχή (χωρίς χρονικό προσδιορισμό)</i>	3	-	5	-
<i>Αόριστα τα μετεωρολογικά/καιρικά φαινόμενα μιας περιοχή (χωρίς χρονικό προσδιορισμό και προσδιορισμό παραμέτρων)</i>	15	2	9	-
<b>Το κλίμα μιας περιοχής</b>	1	-	4	3
<b>Η θερμοκρασία μιας περιοχής</b>	-	-	-	2
<b>Δεν ξέρω/δεν απαντώ</b>	3	3	4	7

Από τις απαντήσεις των παιδιών στο δεύτερο σκέλος της ερώτησης, δηλαδή σχετικά με τις παραμέτρους του καιρού που πρέπει να γνωρίζουμε για το προσδιορισμό του (Πίνακας 7.10), διαπιστώθηκε ότι τα παιδιά της πειραματικής ομάδας μετά τη διδακτική παρέμβαση μπορούν να αναφέρουν πολύ περισσότερες παραμέτρους του καιρού απ' ότι πριν από αυτή. Συγκεκριμένα με μεγαλύτερη συχνότητα αναφέρουν τη βροχή, τη θερμοκρασία, την υγρασία, την κατάσταση του ουρανού και σε πολύ μικρότερο ποσοστό τους ανέμους και την ατμοσφαιρική πίεση, ενώ πριν τη διδακτική παρέμβαση με μεγαλύτερη συχνότητα ανέφεραν τη θερμοκρασία. Οι αναφορές τους είναι επίσης πολύ περισσότερες από αυτές των



παιδιών της ομάδας ελέγχου, τα οποία με μεγαλύτερη συχνότητα αναφέρουν τη θερμοκρασία ή απαντούν ότι δεν θυμούνται.

Το γεγονός αυτό, αποδεικνύει ότι η συμμετοχή των παιδιών σε δραστηριότητες που τους μετέτρεψαν, για μικρό χρονικό διάστημα, σε ερευνητές/μελετητές της ατμόσφαιρας και η παράλληλη με τις δραστηριότητες αυτές χρήση του διαδικτύου για τη συλλογή πληροφοριών, συνέβαλαν αποτελεσματικά στην επίτευξη καλύτερων μαθησιακών αποτελεσμάτων.

**Πίνακας 7.10:** Αναφορές των παιδιών των δυο ομάδων πριν και μετά τη διδασκαλία στις παραμέτρους του καιρού

Αναφορές των παιδιών σε παραμέτρους του καιρού	Πειραματική ομάδα (22 παιδιά του Α1 τμήματος)		Ομάδα ελέγχου (23 παιδιά του Α3 τμήματος)	
	πριν	μετά	πριν	μετά
<b>Θερμοκρασία</b>	10	18	11	11
<b>Ατμοσφαιρική πίεση</b>	1	7	-	-
<b>Υγρασία</b>	-	14	-	1
<b>Κατακρημνίσματα (βροχή)</b>	2	20	2	3
<b>Άνεμοι</b>	3	7	4	3
<b>Κατάσταση ουρανού (ηλιοφάνεια, είδη νέφωσης, ομίχλη κ.α)</b>	-	12	-	1
<b>Κλίμα της περιοχής</b>	1	-	2	1
<b>Αόριστα τα μετεωρολογικά φαινόμενα</b>	-	-	2	-
<b>Δεν ξέρω/δεν απαντώ</b>	6	2	7	11

Σημ. Το πλήθος των αναφορών των παιδιών σε παραμέτρους του καιρού υπερβαίνει τον αριθμό των παιδιών καθώς το κάθε παιδί αναφέρθηκε σε περισσότερες από μια παραμέτρους

*2) Τι είναι «κλίμα» μιας περιοχής και πώς προσδιορίζεται;*

Από τις απαντήσεις των παιδιών στο πρώτο σκέλος της ερώτησης αυτής (Πίνακας 7.11), διαπιστώνουμε ότι τα 2/3 των παιδιών της πειραματικής ομάδας (και μόνο 2 της ομάδας ελέγχου), μετά τη διδασκαλία προσεγγίζουν την επιστημονικά αποδεκτή άποψη, κάτι που δεν συνέβαινε πριν από αυτή.

Προσδιορίζουν δηλαδή την έννοια του κλίματος με αναφορά στους μέσους όρους τριών ή περισσότερων παραμέτρων του και χρονικό διάστημα προσδιορισμού του, περισσότερο από 10 χρόνια, ενώ πριν τη διδακτική παρέμβαση δεν ανέφεραν τις παραμέτρους του κλίματος ή το χρονικό προσδιορισμό του ή ακόμη όταν ανέφεραν χρονικό διάστημα προσδιορισμού του αυτό ήταν πολύ σύντομο σε σχέση με το απαιτούμενο. Φαίνεται ότι βελτίωσαν σημαντικά τις γνώσεις τους για την έννοια και ότι εκλείπει η σύγχυση των εννοιών καιρός και κλίμα σε αντίθεση με τα παιδιά της

ομάδας ελέγχου που ακόμη και μετά τη διδασκαλία δεν προσδιορίζουν χρονικά το κλίμα.

**Πίνακας 7.11:** Απαντήσεις των παιδιών των δυο ομάδων πριν και μετά τη διδασκαλία για τον προσδιορισμό της έννοιας «κλίμα»

Απαντήσεις παιδιών	Πειραματική ομάδα (22 παιδιά του Α1 τμήματος)		Ομάδα ελέγχου (23 παιδιά του Α3 τμήματος)	
	πριν	μετά	πριν	μετά
<i>Ο μέσος όρος μετρήσεων 3 ή περισσότερων παραμέτρων για πάνω από 10 χρόνια (σωστή απάντηση)</i>	-	14	-	2
<b>Ο μέσος όρος των καιρικών φαινομένων για 1 χρόνο</b>	2	-	2	2
<b>Με αναφορά σε μετρήσεις 1-2 παραμέτρων για 1 χρόνο</b>	-	1	-	-
<b>Με αναφορά σε μετρήσεις 3 ή περισσότερων παραμέτρων χωρίς χρονικό προσδιορισμό</b>	-	2	-	-
<b>Με αναφορά σε μετρήσεις 1-2 παραμέτρων χωρίς χρονικό προσδιορισμό</b>	4	2	-	-
<b>Ο μέσος όρος των καιρικών φαινομένων μιας περιοχής (χωρίς χρονικό προσδιορισμό)</b>	1	2	3	11
<b>Αόριστα είναι ο καιρός/τα καιρικά φαινόμενα μιας περιοχής</b>	5	-	8	-
<b>Δεν ξέρω/δεν απαντώ</b>	10	1	10	8

Όσον αφορά στο δεύτερο σκέλος της ερώτησης δηλαδή στις αναφορές των παιδιών στις παραμέτρους του κλίματος (Πίνακας 7.12), από την αξιολόγηση των απαντήσεών τους προκύπτει ότι η διδακτική παρέμβαση συνέβαλε στην αύξηση του ποσοστού των αναφορών τους στη θερμοκρασία (16 αναφορές μετά τη διδακτική παρέμβαση ενώ πριν από αυτή ήταν 10 οι αναφορές), τις βροχοπτώσεις (15 αναφορές μετά τη διδακτική παρέμβαση ενώ πριν από αυτή ήταν 5) και των επικρατούντων ανέμων (7 αναφορές μετά τη διδακτική παρέμβαση ενώ πριν από αυτή ήταν 3). Συνέβαλε επίσης στη διαπίστωση από μέρους τους ότι η υγρασία αποτελεί παράμετρο του κλίματος (16 αναφορές), κάτι που πριν τη διδακτική παρέμβαση τα παιδιά της ομάδας αυτής δεν ανέφεραν, όπως άλλωστε και τα παιδιά της ομάδας ελέγχου και αυτά του δείγματος του πρώτου μέρους της έρευνας. Τα παιδιά ωστόσο της ομάδας ελέγχου εξακολουθούν ακόμη και μετά τη διδασκαλία να μη περιλαμβάνουν την υγρασία μεταξύ των παραμέτρων του κλίματος.

**Πίνακας 7.12:** Αναφορές παιδιών των δυο ομάδων πριν και μετά τη διδασκαλία σε παραμέτρους του κλίματος

Αναφορές παιδιών σε παραμέτρους του κλίματος	Πειραματική ομάδα (22 παιδιά του Α1 τμήματος)		Ομάδα ελέγχου (23 παιδιά του Α3 τμήματος)	
	πριν	μετά	πριν	μετά
<b>Θερμοκρασία</b> (σωστή απάντηση)	10	16	10	4
<b>Υγρασία</b> (σωστή απάντηση)	-	16	1	-
<b>Κατακρημνίσματα/βροχοπτώσει</b> (σωστή απάντηση)	5	15	1	4
<b>Επικρατούντες άνεμοι</b> (σωστή απάντηση)	3	7	-	2
<b>Κατάσταση ουρανού</b> (σωστή απάντηση)	-	7	-	-
<b>Ο καιρός που επικρατεί</b>	2	-	5	-
<b>Ατμοσφαιρική πίεση</b>	6	2	-	-
<b>Δεν ξέρω/δεν απαντώ</b>	7	2	8	18

Σημ. Ο αριθμός των αναφορών των παιδιών σε παραμέτρους είναι μεγαλύτερος από τον αριθμό των παιδιών καθώς κάθε παιδί ανέφερε περισσότερες από μια

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η μέθοδος διδασκαλίας που ακολουθήθηκε (στατιστική επεξεργασία δεδομένων με δυο τρόπους: υπολογιστικά -με τη βοήθεια των μαθηματικών -και με το πρόγραμμα excel), συνέβαλε στη κατανόηση των παραμέτρων του κλίματος αλλά και του μακρόχρονου, στατιστικού χαρακτήρα του. Δεν διαπιστώθηκε όμως ανάλογη κατανόηση των θεμάτων αυτών από τα παιδιά της ομάδας ελέγχου που διδάχθηκαν για το ίδιο θέμα με τη παραδοσιακή μέθοδο.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

### ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Όπως ήδη έχει αναφερθεί, η έρευνα που αποτελεί αντικείμενο της παρούσας διατριβής εξελίχθηκε σε δυο στάδια στενά δεμένα μεταξύ τους. Λόγω της ιδιομορφίας του καθενός από αυτά, τα γενικά συμπεράσματα που προέκυψαν παρουσιάζονται ξεχωριστά στο κεφάλαιο αυτό με βάση τις υποθέσεις και τους στόχους του κάθε μέρους της έρευνας.

Σε σχέση με το πρώτο μέρος της έρευνας, το οποίο αφορά στη διερεύνηση των απόψεων των παιδιών διαφόρων ηλικιών για θέματα σχετικά με την ατμόσφαιρα και τα χαρακτηριστικά της, την κίνηση των αερίων μέσα σ' αυτή και τους ανέμους, τον καιρό, το κλίμα και τις κλιματικές αλλαγές, παρουσιάζονται:

- Συμπεράσματα που αφορούν στις απόψεις των παιδιών του δείγματος για τα παραπάνω θέματα, με αναφορά στη διαπιστωθείσα ηλικιακή διαφοροποίηση.
- Συμπεράσματα που αφορούν στους παράγοντες που φαίνεται ότι συμβάλλουν στη διαμόρφωση των απόψεων των παιδιών για τα θέματα αυτά.

Σε σχέση με το δεύτερο μέρος της έρευνας το οποίο αφορά στη διδασκαλία σε μαθητές της Α Γυμνασίου των θεμάτων, ατμόσφαιρα, κίνηση των αερίων μέσα στην ατμόσφαιρα, καιρός και κλίμα, με αφετηρία τις αρχικές ιδέες τους γι αυτά, παρουσιάζονται συμπεράσματα που αφορούν στα μαθησιακά αποτελέσματα των διδακτικών πορειών που εφαρμόστηκαν με ταυτόχρονη αξιολόγηση των πορειών αυτών.

Τέλος συζητείται η συμβολή της παρούσας διατριβής στην έρευνα σχετικά με την κατανόηση εννοιών και φαινομένων που αφορούν στην ατμόσφαιρα, στον καιρό, στο κλίμα και στις κλιματικές αλλαγές καθώς και στη διδασκαλία και μάθηση κάποιων από τα θέματα αυτά. Επίσης διατυπώνονται προτάσεις για περαιτέρω ερευνητικό προβληματισμό.

## Α' ΜΕΡΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

### 8.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

#### 8.1.1 Ηλικιακή διαφοροποίηση και κατανόηση

Από τους Πίνακες 6.8, 6.14, 6.20 και 6.30 που συνοψίζουν τις λανθασμένες απόψεις των παιδιών ή την έλλειψη γνώσης, προκύπτει ότι τα παιδιά όλων των ηλικιών, σε μεγάλο ποσοστό δυσκολεύονται να κατανοήσουν βασικές έννοιες και να ερμηνεύσουν φαινόμενα που συνδέονται με θέματα όπως: ατμόσφαιρα και χαρακτηριστικά της, κίνηση των αερίων μέσα σ' αυτή, άνεμοι, καιρός, κλίμα και κλιματικές αλλαγές και έχουν λανθασμένες απόψεις γι αυτά. Συνεπώς επαληθεύεται η δεύτερη υπόθεση του σταδίου αυτού της έρευνας, ότι δηλαδή τα παιδιά όλων των ηλικιών δυσκολεύονται να κατανοήσουν βασικές έννοιες και να ερμηνεύσουν φαινόμενα που υπεισέρχονται στη μελέτη των παραπάνω θεμάτων και συνεπώς θα έχουν λανθασμένες απόψεις γι αυτά.

Βέβαια διαπιστώθηκε ότι ένα ποσοστό του δείγματος έδωσε απαντήσεις που συμφωνούν με τις επιστημονικά αποδεκτές απόψεις, η συχνότητα των οποίων διαφοροποιείται σε κάποιο βαθμό ηλικιακά. Η διαφοροποίηση όμως αυτή δεν είναι πάντα ανάλογη με την ηλικία τους, γεγονός που σημαίνει ότι εν μέρει μόνο επαληθεύεται η τρίτη υπόθεση αυτής της έρευνας, ότι δηλαδή οι απόψεις τους για τα θέματα αυτά θα διαφοροποιούνται ηλικιακά και αναμένεται ότι οι απόφοιτοι του Λυκείου θα έχουν καλύτερη κατανόηση γι αυτά.

#### Σωστές απαντήσεις ανάλογα με την ηλικία

Η υπόθεσή μας για καλύτερες επιδόσεις στις σωστές απαντήσεις των παιδιών όσο αυξάνει η ηλικία τους και ιδιαίτερα των απόφοιτων Λυκείου επιβεβαιώνεται μόνο στις ερωτήσεις που αφορούν:

- Στην οριοθέτηση των στρωμάτων της ατμόσφαιρας και στη διαπερατότητά τους, καθώς και στους μηχανισμούς κίνησης των αερίων στην ατμόσφαιρα μόνο όμως όσον αφορά στη διάχυση και στην κίνηση στην κατακόρυφο διεύθυνση. Αυτό

αποδίδεται στην καλύτερη κατανόηση που έχουν τα παιδιά μεγαλύτερης ηλικίας για τις ιδιότητες των αερίων.

- Στη σύσταση των στρωμάτων της ατμόσφαιρας, καθώς διαπιστώθηκε ότι η συχνότητα αναφοράς του CO<sub>2</sub> και του N<sub>2</sub> ως συστατικών της τροπόσφαιρας είναι ανάλογη με την ηλικία των ερωτηθέντων.
- Στους παράγοντες που διαμορφώνουν το κλίμα μιας περιοχής. Το πλήθος των αναφορών των παιδιών σ' αυτούς αυξάνει ανάλογα με την ηλικία τους.
- Στο στρώμα δημιουργίας του φαινομένου της αραίωσης της στοιβάδας του όζοντος καθώς η συχνότητα των απαντήσεών τους στις οποίες αναφέρεται η στρατόσφαιρα, ως το στρώμα που υπάρχει το όζον, είναι ανάλογη με την ηλικία των παιδιών.
- Στις συνέπειες των κλιματικών αλλαγών. Αυξάνει η συχνότητα των αναφορών των παιδιών σ' αυτές ανάλογα με την ηλικία τους.
- Στον προσδιορισμό των ακραίων καιρικών φαινομένων. Όσο αυξάνει η ηλικία των παιδιών αυξάνει και η συχνότητα συσχέτισης των παραμέτρων του καιρού που χαρακτηρίζονται «ακραίες» με τις αντίστοιχες του μικροκλίματος αλλά και το πλήθος των αναφερόμενων παραμέτρων (δύο έως τρεις).

#### **Λάθος απαντήσεις ή έλλειψη γνώσης ανάλογα με την ηλικία**

Δεν επιβεβαιώνεται ωστόσο η υπόθεση αυτή στις ερωτήσεις σχετικά:

- Με τη μεταβολή της θερμοκρασίας σε συνάρτηση με το ύψος στην τροπόσφαιρα. Διαπιστώθηκε ότι όσο τα παιδιά απομακρύνονται από το χρόνο διδασκαλίας δυσκολεύονται να προσδιορίσουν τη σχέση αυτή και είναι σημαντικό το ποσοστό των αποφοίτων (10 από τους 25) που υποστηρίζει την λανθασμένη άποψη ότι η θερμοκρασία αυξάνει με το ύψος.
- Με τη μεταβολή της ατμοσφαιρικής πίεσης σε σχέση με το ύψος στην ατμόσφαιρα. Το 1/3 των αποφοίτων και κάποιοι μαθητές του Γυμνασίου θεωρούν ότι η ατμοσφαιρική πίεση αυξάνει με το ύψος, κάτι που διαπιστώθηκε και από έρευνα των Aron *et al.* (1994).
- Με τον άνεμο, καθώς όσο αυξάνει η ηλικία τους τόσο αυξάνει και το ποσοστό των παιδιών που δίνουν ελλιπή ορισμό για την έννοια του ανέμου και αποδίδουν τη δημιουργία του σε μια δύναμη.
- Με τη δυνατότητα αναφοράς των παραμέτρων του καιρού, δεδομένου ότι τα παιδιά σε ποσοστό των απαντήσεών τους που είναι ανάλογο με την ηλικία τους,

δυσκολεύονται να αναφέρουν περισσότερες από δυο παραμέτρους του καιρού (διαπίστωση που συμπίπτει με αυτή από έρευνα των Spigoroulou *et al.* 1999).

- Με τη δυνατότητα προσδιορισμού των κλιματικών αλλαγών. Σε ποσοστό των απαντήσεών τους που είναι ανάλογο με την ηλικία τους, δυσκολεύονται να αναφέρουν περισσότερες από μια έως δυο παραμέτρους του κλίματος (αναφέρουν τη θερμοκρασία ή τη θερμοκρασία και τις βροχοπτώσεις), γεγονός που διαπιστώθηκε και από έρευνες άλλων ερευνητών όπως π.χ. των Kempton (1997), Pruneau *et al.* (2001), Papadimitriou (2004) κ.α
- Με τα αίτια που προκαλούν τις κλιματικές αλλαγές. Διαπιστώθηκε αύξηση στο ποσοστό των απαντήσεων των παιδιών, ανάλογη με την ηλικία τους, που αποδίδουν τις κλιματικές αλλαγές στη ρύπανση και στη καταστροφή του περιβάλλοντος.
- Με την ερμηνεία των κλιματικών αλλαγών, καθώς διαπιστώθηκε αύξηση στη συχνότητα των απαντήσεων των παιδιών ανάλογη με την ηλικία τους στις οποίες αποδίδουν την αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη σε συνδυασμό των φαινομένων του θερμοκηπίου και της «τρύπας» του όζοντος.
- Με τις συνέπειες των κλιματικών αλλαγών μεταξύ των οποίων, με αυξανόμενη συχνότητα ανάλογα με την ηλικία των παιδιών θεωρείται ότι η άνοδος της θερμοκρασίας του πλανήτη αποτελεί συνέπεια των κλιματικών αλλαγών, ενώ στην πραγματικότητα αποτελεί αιτία των κλιματικών αλλαγών.

Δεν παρατηρείται ουσιαστική ηλικιακή διαφοροποίηση όσον αφορά τις παρακάτω αναφερόμενες σωστές ή τις λανθασμένες απαντήσεις των παιδιών.

### **Σωστές απαντήσεις ανεξαρτήτως ηλικίας**

- Όλα τα παιδιά γνωρίζουν ότι η ατμόσφαιρα της γης χωρίζεται σε στρώματα.
- Μικρό ποσοστό αναφέρει, (εκτός από O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> και N<sub>2</sub>) άλλα συστατικά όπως υδρογόνο, υδρατμούς, κ.τ.λ.
- Μόνο 7 μαθητές του Γυμνασίου και 5 απόφοιτοι Λυκείου αναφέρουν το όζον στη στρατόσφαιρα.
- Σημαντικός αριθμός μαθητών του Γυμνασίου (10 από τους 25) και αποφοίτων Λυκείου (9 από τους 25), ερμηνεύουν σωστά τη κίνηση των αερίων στην



κατακόρυφη διεύθυνση στην ατμόσφαιρα αποδίδοντάς τη στη διαφορά θερμοκρασίας.

- Όλα τα παιδιά γνωρίζουν ότι η θερμοκρασία στη πόλη είναι υψηλότερη από αυτή σε γειτονική ύπαιθρο την ίδια χρονική στιγμή της μέρας και ότι αυτό οφείλεται στην πυκνή δόμηση της πόλης.
- Μικρό ποσοστό παιδιών γνωρίζει για την κυκλική πορεία των αερίων μεταξύ πόλης-υπαίθρου.
- Στη πλειοψηφία τους οι μαθητές του Γυμνασίου και οι απόφοιτοι Λυκείου δίνουν σωστή απάντηση για το χρονικό προσδιορισμό του καιρού.
- Τα περισσότερα παιδιά αποδίδουν τις κλιματικές αλλαγές στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και αιτιολογούν ότι αυτό συμβάλλει στην αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη.
- Στη πλειοψηφία τους χωροθετούν σωστά το φαινόμενο του θερμοκηπίου στη τροπόσφαιρα.

#### **Λάθος απαντήσεις ή έλλειψη γνώσης ανεξαρτήτως ηλικίας**

- Η μεγάλη πλειοψηφία των παιδιών δυσκολεύεται να προσδιορίσει την έννοια της ατμόσφαιρας και δίνει ανακριβείς απαντήσεις γι αυτή.
- Στη πλειοψηφία τους δυσκολεύονται να αναφέρουν περισσότερα από ένα ή δυο στρώματα της ατμόσφαιρας.
- Γενικεύουν λανθασμένα τη σχέση θερμοκρασίας –ύψους της τροπόσφαιρας (σωστή ή λανθασμένη), για όλα τα υπόλοιπα στρώματα της ατμόσφαιρας.
- Δυσκολεύονται να προσδιορίσουν τη σύσταση του ατμοσφαιρικού αέρα των στρωμάτων της ατμόσφαιρας, καθώς αναφέρουν μέχρι τρία συστατικά της τροπόσφαιρας και ακόμη λιγότερα για τα άλλα στρώματα (διαπίστωση και των Smith and Ford 1996, Stepans 1994 κ.α).
- Κάποια παιδιά έχουν διαμορφώσει ένα μοντέλο για την ατμόσφαιρα σύμφωνα με το οποίο αυτή αποτελείται από διάφορα στρώματα καθένα από τα οποία περιβάλλεται από μια μεμβράνη που παίζει το ρόλο διαχωριστικού και θεωρούν ότι οι ρυπαντές έχουν τη δυνατότητα να καταστρέφουν τη μεμβράνη αυτή και έτσι να τη διαπερνούν, απόψεις που δαπιστώθηκαν από έρευνες και άλλων ερευνητών όπως π.χ. από τους Χρηστίδου (1997), Francis *et al.* (1993), Rye (1998), Papadimitriou (2004) κ.α.

- Στην πλειοψηφία τους δυσκολεύονται να προσδιορίσουν την έννοια του ανέμου και δίνουν ελλιπή ορισμό ή αόριστες απαντήσεις (Piaget 1992, Dove 1998, Stepan 1994 κ.α).
- Δυσκολεύονται να προσδιορίσουν τους μηχανισμούς κίνησης των αερίων στην ατμόσφαιρα. Αγνοούν τη διάχυση και σχεδόν όλα τα παιδιά αποδίδουν την οριζόντια μετακίνηση των αερίων στον άνεμο ενώ στην πλειοψηφία τους αποδίδουν την κατακόρυφη κίνηση των αερίων στον άνεμο και στη βαρύτητα.
- Κάποια παιδιά έχουν ελλιπή γνώση για τη συμπεριφορά των αερίων και στις ερμηνείες που δίνουν σχετικά με τις κινήσεις τους στην ατμόσφαιρα συσχετίζουν ή ταυτίζουν την ατμοσφαιρική πίεση με τη βαρύτητα, με τη δύναμη ή με την πυκνότητα ή ακόμη συγχέουν τις έννοιες θερμοκρασίας και δύναμης ή θερμότητας και δύναμης (διαπιστώσεις που συμπίπτουν με αυτές από έρευνες άλλων ερευνητών όπως των Nelson *et al.* 1992, Moyle 1980, Sere 1985, Henriques 2002 κ.α.).
- Στην πλειοψηφία τους αγνοούν ότι μεταξύ πόλης –υπαίθρου, που έχουν διαφορετική θερμοκρασία, οι αέριες μάζες κινούνται κυκλικά. Απεικονίζουν αποκλειστικά οριζόντιες κινήσεις των αερίων μαζών και τις αποδίδουν, οι μεν μαθητές του Δημοτικού και του Γυμνασίου στον άνεμο, ενώ οι απόφοιτοι του Λυκείου και σημαντικό ποσοστό των μαθητών του Γυμνασίου στην αναγκαιότητα για απορρύπανση της πόλης.
- Τα περισσότερα παιδιά δυσκολεύονται να προσδιορίσουν την έννοια «καιρός» καθώς δεν αναφέρουν περισσότερες από δυο παραμέτρους του, ενώ οι περισσότεροι μαθητές του Δημοτικού δεν γνωρίζουν για το χρονικό προσδιορισμό του.
- Δυσκολεύονται να προσδιορίσουν χρονικά το κλίμα και να αναφέρουν περισσότερες από δυο παραμέτρους του (αναφέρουν κυρίως τη θερμοκρασία και τις βροχοπτώσεις). Επίσης δεν γνωρίζουν για το στατιστικό χαρακτήρα του κλίματος (διαπιστώσεις και των Cowda *et al.* 1997 και Spiropoulou *et al.* 1999).
- Σημαντικό ποσοστό παιδιών ταυτίζει τις έννοιες καιρός και κλίμα γεγονός που διαπιστώθηκε και από έρευνα των Spiropoulou *et al.* (1999).
- Κάποια παιδιά λανθασμένα αναφέρουν ως παράγοντες που διαμορφώνουν το κλίμα μιας περιοχής κάποιες παραμέτρους του, καθώς και τη βλάστηση ή τη ρύπανση.

- Δυσκολεύονται να προσδιορίσουν την έννοια «κλιματικές αλλαγές». Σημαντικό ποσοστό αποφοίτων του Λυκείου (10 από τους 25) περιορίζεται στην ετυμολογία του όρου και το 1/3 περίπου των μαθητών του Γυμνασίου θεωρεί ότι κλιματικές αλλαγές είναι οι αλλαγές του καιρού ή των εποχών.
- Η συντριπτική πλειοψηφία των παιδιών δυσκολεύεται να προσδιορίσει τον αναμενόμενο ρυθμό αύξησης της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη (Bostrom *et al.* 1994 και Cowda *et al.* 1997). Κάποια παιδιά, απόφοιτοι Λυκείου στη πλειοψηφία τους, θεωρούν ότι η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας γίνεται με πολύ γρήγορους ρυθμούς, η πλειοψηφία των μαθητών του Δημοτικού και του Γυμνασίου αναφέρουν αύξηση της μέσης θερμοκρασίας σε μικρό χρονικό διάστημα, συγχέουν δηλαδή τον καιρό με το κλίμα και κάποιοι μαθητές του Δημοτικού συγχέουν χρονικά τις κλιματικές αλλαγές με τις κλιματικές περιόδους της γης.
- Θεωρούν στη πλειοψηφία τους, ότι υπεύθυνα για τις κλιματικές αλλαγές είναι τόσο το φαινόμενο του θερμοκηπίου όσο και το φαινόμενο της «τρύπας» του όζοντος, ενώ σε μικρότερο ποσοστό των απαντήσεών τους αυτές αποδίδονται στην ατμοσφαιρική ρύπανση ή στα χημικά και ραδιενεργά απόβλητα (απόψεις που διαπιστώθηκαν από έρευνες πολλών ερευνητών όπως π.χ από τους Bostrom *et al.* (1994), Kempton (1997), Groves and Pugh (1999), Francis *et al.* (1993), Bulkeley (2000), Papadimitriou (2004) κ.α.
- Δυσκολεύονται να ερμηνεύσουν τον μηχανισμό δημιουργίας των κλιματικών αλλαγών. Συγκεκριμένα: α) σημαντικό ποσοστό των παιδιών, αποδίδει την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας στη παγίδευση του συνόλου της ηλιακής ακτινοβολίας από στρώμα που αποτελείται από διοξείδιο του άνθρακα ή ρυπαντές ή καυσαέρια, β) κάποιοι μαθητές του Γυμνασίου και απόφοιτοι του Λυκείου την αποδίδουν στην αύξηση της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας διαμέσου της «τρύπας» του όζοντος (εισέρχεται το σύνολο της ηλιακής ακτινοβολίας- και οι «βλαβερές ακτίνες») και τον εγκλωβισμό της σε ρυπαντές είτε χωρίς εγκλωβισμό (Francis *et al.* 1993, Rye *et al.* 1997, Meadows and Wiesemayer 1999, Pruneau *et al.* 2001, Kahlid 2001, Papadimitriou 2004 κ.α), γ) σημαντικός αριθμός των μαθητών του Δημοτικού και του Γυμνασίου την αποδίδει στη παρουσία «θερμών» καυσαερίων και δ) κάποιοι απόφοιτοι του Λυκείου αποδίδουν την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας στην αγωγή θερμότητας από το έδαφος.

- Κάποια παιδιά (19 συνολικά), τα περισσότερα μαθητές του Γυμνασίου (8 από τους 25) και απόφοιτοι του Λυκείου (7 από τους 25), χωροθετούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου και αυτό της «τρύπας» του όζοντος στο ίδιο στρώμα της ατμόσφαιρας είτε στη τροπόσφαιρα είτε στη στρατόσφαιρα.
- Κάποια παιδιά -με μικρή διαφοροποίηση στον αριθμό των μαθητών του Γυμνασίου (περισσότεροι)- συγχέουν τις συνέπειες των κλιματικών αλλαγών με αυτές του φαινομένου της αραίωσης της στοιβάδας του όζοντος (διαπιστώσεις και των Boyes *et al.* 1993, Jeffries *et al.* 2001 κ.α).
- Κατά τον προσδιορισμό της έννοιας «ακραία καιρικά φαινόμενα», τα παιδιά στη πλειοψηφία τους, περιορίζονται στην αναφορά μιας έως δυο παραμέτρων του καιρού (τη θερμοκρασία και τις βροχοπτώσεις).

**Θέματα για τα οποία μόνο τα παιδιά του Γυμνασίου δίνουν πιο σωστές απαντήσεις**

Καλύτερες επιδόσεις στην κατανόηση για κάποια από τα παραπάνω θέματα έχουν οι μαθητές του Γυμνασίου, γεγονός που μάλλον οφείλεται στο ότι έχουν διδαχθεί πρόσφατα για αυτά σε σχέση με το χρόνο διεξαγωγής της έρευνας. Πιο συγκεκριμένα καλύτερες επιδόσεις έχουν:

- Για την έννοια της ατμόσφαιρας, καθώς οι μισοί περίπου μαθητές του Γυμνασίου (11 από τους 25) προσδιορίζουν την έννοια ικανοποιητικά.
- Για την ονομασία των στρωμάτων της. Το ποσοστό μαθητών του Γυμνασίου που δίνουν σωστές απαντήσεις είναι μεγαλύτερο από εκείνο των αποφοίτων του Λυκείου.
- Για την κατακόρυφη κίνηση των αερίων στην ατμόσφαιρα. Περισσότεροι μαθητές του Γυμνασίου απ' ότι απόφοιτοι του Λυκείου αποδίδουν την κίνηση αυτή στη διαφορά θερμοκρασίας και αυτό οφείλεται στο ότι έχουν διδαχθεί πρόσφατα για τα αέρια.
- Για το χρονικό προσδιορισμό της έννοιας «καιρός». Περισσότεροι μαθητές του Γυμνασίου απ' ότι οι απόφοιτοι του Λυκείου γνωρίζουν για το βραχύχρονο χαρακτήρα του καιρού.
- Για το στατιστικό χαρακτήρα του κλίματος καθώς, το 1/3 των μαθητών του Γυμνασίου και 2 μόνο απόφοιτοι Λυκείου, αναφέρθηκαν στις μέσες τιμές των παραμέτρων του.

### **Θέματα για τα οποία οι απόφοιτοι Λυκείου δίνουν πιο σωστές απαντήσεις**

- Οι απόφοιτοι του Λυκείου στη πλειοψηφία τους –σε αντίθεση με τους μαθητές του Γυμνασίου και του Δημοτικού- γνωρίζουν ότι τα στρώματα της ατμόσφαιρας δεν έχουν σαφή όρια και ότι είναι διαπερατά από τα αέρια γεγονός που αναδεικνύει τη καλύτερη κατανόηση των ιδιοτήτων των αερίων.
- Σημαντικό ποσοστό αποφοίτων του Λυκείου (11 από τους 25), σε σχέση με τα παιδιά των άλλων ηλικιών, γνωρίζουν ότι η διάχυση αποτελεί μηχανισμό κίνησης των αερίων στην ατμόσφαιρα. Κάποιοι μάλιστα από αυτούς αναφέρουν και την ορολογία.
- Το 1/3 περίπου των αποφοίτων του Λυκείου γνωρίζουν ότι η ατμοσφαιρική πίεση αποτελεί παράμετρο του καιρού.
- Οι απόφοιτοι του Λυκείου αναφέρουν περισσότερες παραμέτρους του κλίματος απ' ότι τα παιδιά των άλλων ηλικιών. Τα μισά μάλιστα παιδιά αυτής της ηλικίας, συμπεριλαμβάνουν μεταξύ των παραμέτρων την υγρασία.
- Περίπου ο μισός αριθμός των αποφοίτων του Λυκείου γνωρίζει ότι το φαινόμενο της «τρύπας» του όζοντος δεν συμβάλλει στις κλιματικές αλλαγές.
- Περισσότεροι απόφοιτοι του Λυκείου απ' ότι μαθητές του Γυμνασίου προσδιορίζουν καλύτερα τα ακραία καιρικά φαινόμενα, καθώς αναφέρονται σε 2 παραμέτρους του καιρού και τις συσχετίζουν με τις αντίστοιχες του μικροκλίματος.

### **8.1.2 Παράγοντες που συμβάλλουν στη διαμόρφωση των απόψεων των παιδιών**

Στη διαμόρφωση των απόψεων των παιδιών του δείγματος φαίνεται ότι παίζουν ρόλο διάφοροι παράγοντες που έχουν να κάνουν με τη διδασκαλία στο σχολείο, με τον αφηρημένο χαρακτήρα των ίδιων των εννοιών, καθώς και με την μεταφορά απόψεων που γενικά επικρατούν για τα θέματα αυτά.

## Η επίδραση της διδασκαλίας στο σχολείο

Η διδασκαλία στο σχολείο έχει οπωσδήποτε κάποια καλά αποτελέσματα όσον αφορά στην κατανόηση κάποιων από τα θέματα για τα οποία διερευνήθηκαν οι αντιλήψεις των παιδιών. Ταυτόχρονα όμως για τις λανθασμένες απόψεις τους φαίνεται ότι ευθύνεται τόσο το περιεχόμενο των σχολικών εγχειριδίων όσο και ο τρόπος διδασκαλίας.

### Θετικά αποτελέσματα

- Οι μαθητές του Γυμνασίου έχουν καλύτερες επιδόσεις όσον αφορά στον ορισμό της έννοιας της ατμόσφαιρας και στην ονομασία των στρωμάτων της, επειδή έχουν διδαχθεί πρόσφατα (σε σχέση με το χρόνο διεξαγωγής της έρευνας) για αυτά και μάλιστα για δεύτερη φορά.
- Οι απόφοιτοι του Λυκείου δίνουν σωστές απαντήσεις όσον αφορά στην οριοθέτηση και στη διαπερατότητα των στρωμάτων της ατμόσφαιρας, κατανόηση που προϋποθέτει γνώση των ιδιοτήτων των αερίων τις οποίες έχουν διδαχθεί στα μαθήματα Φυσικής και Χημείας.
- Η συντριπτική πλειοψηφία των μαθητών του Δημοτικού και σημαντικός αριθμός μαθητών του Γυμνασίου, που βρίσκονται πιο κοντά στο χρόνο διδασκαλίας, δίνουν σωστή απάντηση για τις σχέσεις θερμοκρασίας-ύψους και ατμοσφαιρικής πίεσης-ύψους στην τροπόσφαιρα και για τη σχέση ατμοσφαιρικής πίεσης-ύψους στα άλλα στρώματα της ατμόσφαιρας.
- Μικρό ποσοστό μαθητών του Γυμνασίου και περισσότεροι απόφοιτοι Λυκείου γνωρίζουν ότι η διάχυση αποτελεί μηχανισμό κίνησης των αερίων στην ατμόσφαιρα και αυτό οφείλεται στο ότι έχουν επανειλημμένα διδαχθεί για το θέμα αυτό στο σχολείο.
- Στην πλειοψηφία τους τα παιδιά ανεξαρτήτως ηλικίας γνωρίζουν ότι το φαινόμενο του θερμοκηπίου συμβαίνει στη τροπόσφαιρα, θέμα που επίσης έχουν επανειλημμένα διδαχθεί στο σχολείο.

### Λανθασμένες απόψεις ή έλλειψη γνώσης που οφείλεται στο περιεχόμενο των σχολικών εγχειριδίων

Στο περιεχόμενο που διδάσκεται μπορεί να αποδοθεί:

- Ο ασαφής προσδιορισμός που δίνει η πλειοψηφία των παιδιών, όλων των ηλικιών, για την έννοια της «ατμόσφαιρας» καθώς ασαφή ορισμό δίνουν τα ίδια τα διδακτικά εγχειρίδια.
- Οι λανθασμένες απόψεις τους για τη σαφή οριοθέτηση των στρωμάτων της ατμόσφαιρας πιθανόν να οφείλονται στην εικονογράφηση των σχολικών εγχειριδίων.
- Η γενίκευση της σχέσης θερμοκρασίας-ύψους της τροπόσφαιρας για όλα τα υπόλοιπα στρώματα της ατμόσφαιρας, πιθανόν να οφείλεται στο ασαφές κείμενο και την ασαφή εικονογράφηση που το συνοδεύει στα σχολικά εγχειρίδια του Δημοτικού.
- Η περιορισμένη δυνατότητα των παιδιών να αναφέρουν περισσότερα από τρία έως τέσσερα συστατικά της τροπόσφαιρας και ακόμη λιγότερα συστατικά των υπόλοιπων στρωμάτων φαίνεται ότι οφείλεται στην περιορισμένη αναφορά για αυτά στα σχολικά εγχειρίδια.
- Οι δυσκολίες που έχουν οι μαθητές του Δημοτικού και του Γυμνασίου να αναφέρουν περισσότερες από δυο παραμέτρους του κλίματος οφείλονται στον ασαφή τρόπο παρουσίασής τους στα σχολικά εγχειρίδια του Δημοτικού (ιστογράμματα βροχοπτώσεων και γραφικές παραστάσεις θερμοκρασίας που αναφέρονται σε μετρήσεις ενός έτους και συνοδεύονται από ελλιπή σχόλια).
- Η σύγχυση των παραγόντων που διαμορφώνουν το κλίμα μιας περιοχής με τις παραμέτρους του, φαίνεται να οφείλεται μερικώς στο γεγονός ότι στο βιβλίο του Δημοτικού μεταξύ των παραγόντων του κλίματος αναφέρονται οι επικρατούντες άνεμοι, δηλαδή μια παράμετρος του.
- Η δυσκολία που έχουν τα παιδιά ανεξάρτητα από την ηλικία τους να προσδιορίσουν τον αναμενόμενο ρυθμό αύξησης της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη οφείλεται στην απουσία του θέματος από τη διδακτέα ύλη του σχολείου.
- Η δυσκολία των παιδιών να ερμηνεύσουν τη θέρμανση της ατμόσφαιρας λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου οφείλεται στην ασαφή και ελλιπή ερμηνεία του φαινομένου στα σχολικά εγχειρίδια του Δημοτικού σε μια προσπάθεια απλούστευσής του και στην ασαφή εικονική παρουσίασή του στα σχολικά εγχειρίδια του Δημοτικού και του Γυμνασίου.
- Η διαμόρφωση της άποψης ότι πρόκειται για μια «τρύπα» στο στρώμα του όζοντος και όχι για αραίωση της στοιβάδας του, φαίνεται να οφείλεται μεταξύ των άλλων και στο λεκτικό προσδιορισμό του φαινομένου στα σχολικά εγχειρίδια

αλλά και στην εικονική παρουσίαση του φαινομένου στο βιβλίο της Χημείας της Β Γυμνασίου.

- Η περιορισμένη δυνατότητα των μαθητών του Δημοτικού και του Γυμνασίου να προσδιορίσουν τις «βλαβερές» ακτίνες του ήλιου, όπως και οι λανθασμένες απόψεις των παιδιών όλων των ηλικιών για τη θέρμανση της ατμόσφαιρας από όλο το φάσμα της ηλιακής ακτινοβολίας ή μόνο από τις «βλαβερές» ακτίνες του ήλιου-άποψη που υποστηρίζεται από μαθητές του Δημοτικού και του Γυμνασίου-οφείλεται στο γεγονός ότι τα παιδιά δεν διδάσκονται για το φάσμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας του ήλιου παρά μόνο στη Γ τάξη του Λυκείου.
- Η δυσκολία που έχουν κάποιοι μαθητές του Δημοτικού και του Γυμνασίου να προσδιορίσουν τα ακραία καιρικά φαινόμενα οφείλεται στην απουσία του θέματος από τη διδακτέα ύλη και των δυο βαθμίδων της εκπαίδευσης.

#### Λανθασμένες απόψεις ή έλλειψη γνώσης, που οφείλονται στον τρόπο διδασκαλίας

Κάποιες από τις λανθασμένες απόψεις των παιδιών φαίνεται ότι οφείλονται και στον τρόπο διδασκαλίας ο οποίος ακολουθείται στο σχολείο όπου συνήθως δίνεται έμφαση στην αποστήθιση και γίνεται χωρίς την ουσιαστική συμμετοχή των παιδιών σε δραστηριότητες, προσέγγιση που πιθανόν θα εξασφάλιζε τη διατήρηση της γνώσης. Στο παράγοντα αυτό θα μπορούσε να αποδοθεί:

- Το γεγονός ότι οι απόφοιτοι του Λυκείου έχουν παρόμοιες επιδόσεις με τα παιδιά του Δημοτικού όσον αφορά στον ορισμό της ατμόσφαιρας και στην ονομασία των στρωμάτων της, καθώς έχουν μεν διδαχθεί γι αυτά, αλλά όχι πρόσφατα.
- Το ότι η μεγάλη πλειοψηφία των παιδιών του Δημοτικού (24 από τα 25) δίνουν τη σωστή απάντηση για τη σχέση θερμοκρασίας-ύψους στην τροπόσφαιρα ενώ αυτό συμβαίνει μόνο για τους 15 από τους 25 απόφοιτους Λυκείου, πιθανόν να οφείλεται στην απομάκρυνσή τους από το χρόνο διδασκαλίας στο σχολείο.
- Το γεγονός ότι τα παιδιά όλων των ηλικιών δυσκολεύονται να σχεδιάσουν και να ερμηνεύσουν τη κυκλική πορεία των αερίων μαζών μεταξύ πόλης –υπαίθρου που έχουν διαφορετική θερμοκρασία, πιθανόν να οφείλεται στο ότι τα παιδιά διδάσκονται για το θέμα αυτό μόνο θεωρητικά.
- Το γεγονός ότι τα παιδιά δυσκολεύονται να προσδιορίσουν την έννοια του καιρού και να αναφερθούν σε άλλες παραμέτρους του εκτός από αυτές που αναφέρονται στα δελτία καιρού της τηλεόρασης (δηλαδή τη θερμοκρασία, τις βροχοπτώσεις, τους ανέμους και την κατάσταση του ουρανού), φαίνεται να οφείλεται στο ότι τα



παιδιά διδάσκονται για αυτά μόνο θεωρητικά χωρίς να συμμετέχουν σε κατάλληλες δραστηριότητες.

- Στους ίδιους λόγους αποδίδεται το γεγονός ότι στη πλειοψηφία τους τα παιδιά ανεξαρτήτως ηλικίας δυσκολεύονται να προσδιορίσουν χρονικά τις έννοιες «κλίμα» και «κλιματικές αλλαγές», να αναφερθούν σε περισσότερες από μια έως δυο παραμέτρους του κλίματος και να προσδιορίσουν τους παράγοντες που το διαμορφώνουν.
- Το ότι στη πλειοψηφία τους αγνοούν το στατιστικό χαρακτήρα του κλίματος, συγχέουν τις έννοιες καιρός και κλίμα και προσδιορίζουν τις κλιματικές αλλαγές ως τις αλλαγές στα καιρικά φαινόμενα ή τις εποχές, οφείλεται στο ότι τα παιδιά δεν συμμετέχουν σε δραστηριότητες κατά τη διδασκαλία στο σχολείο.

### **Προβλήματα κατανόησης που οφείλονται στον αφηρημένο χαρακτήρα και τη δυσκολία των ίδιων των εννοιών ή τη πολυπλοκότητα των φαινομένων**

Σχετικά με τις λανθασμένες απόψεις τους ή την ελλιπή γνώση δεν θα πρέπει να παραβλέπεται και το γεγονός ότι πρόκειται για αφηρημένες έννοιες και πολύπλοκα φαινόμενα και ως εκ τούτου δυσνόητα κι ακόμα ότι χρησιμοποιείται ορολογία δύσκολη, ιδιαίτερα για παιδιά του Δημοτικού. Στους λόγους αυτούς φαίνεται να οφείλονται:

- Η αδυναμία ονομασίας των στρωμάτων της ατμόσφαιρας.
- Οι λανθασμένες απόψεις κάποιων παιδιών για τη μεταβολή της θερμοκρασίας και της ατμοσφαιρικής πίεσης με το ύψος τόσο στην τροπόσφαιρα, όσο και στα άλλα στρώματα της ατμόσφαιρας.
- Η αδυναμία της πλειοψηφίας των παιδιών να προσδιορίσουν την έννοια του ανέμου και να ερμηνεύσουν το μηχανισμό δημιουργίας του.
- Η αδυναμία της πλειοψηφίας των παιδιών να συμπεριλάβουν μεταξύ των μηχανισμών κίνησης των αερίων στην ατμόσφαιρα τη διάχυση.
- Η δυσκολία που έχουν τα παιδιά να ερμηνεύσουν τις φάσεις της κυκλικής πορείας των αερίων μεταξύ πόλης-υπαίθρου που έχουν διαφορετική θερμοκρασία.
- Το γεγονός ότι θεωρούν τόσο το φαινόμενο του θερμοκηπίου όσο και το φαινόμενο της «τρύπας» του όζοντος υπεύθυνα -και σε κάποιες περιπτώσεις συνυπεύθυνα - για τις κλιματικές αλλαγές.

- Η δυσκολία που έχουν να ερμηνεύσουν τους μηχανισμούς δημιουργίας των κλιματικών αλλαγών, καθώς αποδίδουν τη θέρμανση της ατμόσφαιρας σε λανθασμένους μηχανισμούς που συνδυάζουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου με αυτό της αραιώσης της στοιβάδας του όζοντος ή την αποδίδουν στην είσοδο περισσότερης ηλιακής ακτινοβολίας (με εγκλωβισμό της σε στρώμα αποτελούμενο από διοξείδιο του άνθρακα, ρυπαντές, καυσαέρια, όζον ή χωρίς εγκλωβισμό), ή ακόμη στη παρουσία «θερμών» καυσαερίων ή στην αγωγή θερμότητας από το έδαφος.
- Το γεγονός ότι κάποιοι μαθητές του Δημοτικού και του Γυμνασίου συγχέουν τις συνέπειες των κλιματικών αλλαγών με αυτές του φαινομένου της αραιώσης της στοιβάδας του όζοντος.

**Λανθασμένες απόψεις που οφείλονται στη μεταφορά απόψεων που γενικά επικρατούν για θέματα που αφορούν στην ατμόσφαιρα**

Κάποιες από τις λανθασμένες απόψεις φαίνεται ότι προέρχονται από τη μεταφορά απόψεων που έχουν για άλλα φαινόμενα. Στον παράγοντα αυτό οφείλονται:

- Η λανθασμένη άποψη που διατυπώνει το 1/3 των παιδιών του Γυμνασίου και μικρότερο ποσοστό μαθητών του Δημοτικού και αποφοίτων του Λυκείου, ότι περνούν επιλεκτικά μόνο οι ρύποι από το ένα στρώμα της ατμόσφαιρας στο άλλο. Αυτό πιθανόν πηγάζει από μεταφορά των λανθασμένων απόψεων σχετικά με την «τρύπα» του όζοντος ότι δηλαδή οι ρύποι κάνουν μια τρύπα σε κάποια μεμβράνη η οποία διαχωρίζει το ένα στρώμα από το άλλο κι έτσι περνούν.
- Οι απόψεις κάποιων παιδιών ότι η θερμοκρασία μειώνεται με το ύψος στα άλλα στρώματα της ατμόσφαιρας, αποτελεί μεταφορά αυτού που συμβαίνει στην τροπόσφαιρα.
- Οι απόψεις ότι η είσοδος της υπεριώδους ακτινοβολίας ή του συνόλου της ηλιακής ακτινοβολίας, γίνεται διαμέσου μιας «τρύπας» στο στρώμα του όζοντος, αποτελεί μεταφορά του μηχανισμού εισόδου ενός υλικού σώματος μέσα από μια τρύπα.

## **B' ΜΕΡΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ**

### **8.2 ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Από την αξιολόγηση των απαντήσεων των παιδιών που αποτέλεσαν το δείγμα του δεύτερου μέρους της έρευνας πριν τη διδακτική παρέμβαση διαπιστώθηκε ότι αυτά έχουν παρόμοιες απόψεις για τα θέματα που σχετίζονται με την ατμόσφαιρα, την κίνηση των αερίων μέσα σ' αυτή, τον καιρό και το κλίμα με αυτές των παιδιών που αποτέλεσαν το δείγμα του πρώτου μέρους της έρευνας, γεγονός που επαληθεύει τη πρώτη υπόθεση του σταδίου αυτού της έρευνας.

#### **8.2.1 Αξιολόγηση των μεθόδων διδασκαλίας με βάση τα μαθησιακά αποτελέσματά τους**

Οι διδακτικές παρεμβάσεις που ακολουθήθηκαν είχαν καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα σε σχέση με την κλασική μέθοδο διδασκαλίας. Επαληθεύεται δηλαδή η δεύτερη υπόθεση της έρευνας ότι η εφαρμογή ενός προγράμματος βασισμένου στην εποικοδομητική θεωρία για τη μάθηση, που διεξάγεται σ' ένα συνεργατικό περιβάλλον, όπου τα παιδιά εμπλέκονται σε δραστηριότητες μέσα και έξω από τη τάξη, οδηγεί σε καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα απ' ό,τι η κλασική μέθοδος διδασκαλίας που ακολουθείται στο σχολείο.

Δεν είχαν όμως όλες τα αναμενόμενα μαθησιακά αποτελέσματα για τα θέματα που αποτέλεσαν το αντικείμενο διδασκαλίας, επαληθεύοντας εν μέρει τη τρίτη υπόθεση της έρευνας ότι δηλαδή η επιλογή κατάλληλων διδακτικών εργαλείων, προσαρμοσμένων στις ιδιαιτερότητες του κάθε θέματος, που να μπορεί όμως να χρησιμοποιηθεί στις υπάρχουσες συνθήκες του σχολείου όσον αφορά το ωρολόγιο και αναλυτικό πρόγραμμα καθώς και τα διαθέσιμα μέσα, θα οδηγήσει σε καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα.

Ιδιαίτερα ικανοποιητικές ως προς τα μαθησιακά τους αποτελέσματα αποδείχθηκαν οι διδακτικές παρεμβάσεις που βασίστηκαν:

α) Στο συνδυασμό εμπλοκής των παιδιών σε δραστηριότητες συλλογής πληροφοριών από το διαδίκτυο και από μετρήσεις που έκαναν έξω από τη τάξη.

β) Στο συνδυασμό εμπλοκής των παιδιών σε δραστηριότητες στατιστικής επεξεργασίας δεδομένων με τη βοήθεια του προγράμματος excel του Η/Υ και των γνώσεών τους από τα μαθηματικά.

γ) Σε δραστηριότητες σχεδιασμού γραφικών παραστάσεων με δεδομένα πληροφορίες που δόθηκαν στα παιδιά.

δ) Στο συνδυασμό πειραματικών δραστηριοτήτων και δραστηριοτήτων στατιστικής επεξεργασίας δεδομένων, που δόθηκαν ως πληροφορίες στα παιδιά.

Κάποιες όμως διδακτικές παρεμβάσεις, που βασίστηκαν αποκλειστικά σε μια μόνο μέθοδο διδασκαλίας για κάποια θέματα όπως α) το να σχεδιάσουν στατιστικές πίτες για τη σύσταση της στρατόσφαιρας με δεδομένα πληροφορίες που τους δόθηκαν και β) οι πειραματικές δραστηριότητες για την κατανόηση των μηχανισμών κίνησης των αερίων στην ατμόσφαιρα, δεν αποδείχθηκαν κατάλληλες για τη διδασκαλία των θεμάτων αυτών, καθώς τα μαθησιακά τους αποτελέσματα δεν ήταν τα αναμενόμενα. Αναλυτικότερα:

### **Μέθοδοι διδασκαλίας με ικανοποιητικά μαθησιακά αποτελέσματα**

Τη συμβολή των μεθόδων διδασκαλίας στην κατανόηση των θεμάτων για τα οποία επελέγησαν να χρησιμοποιηθούν αποδεικνύουν τα μαθησιακά αποτελέσματα που προέκυψαν από την αξιολόγηση των απαντήσεων των παιδιών. Με βάση αυτά ικανοποιητικές κρίνονται οι παρακάτω μέθοδοι διδασκαλίας:

➤ Ο σχεδιασμός γραφικών παραστάσεων με δεδομένα πληροφορίες που δόθηκαν στα παιδιά συνέβαλε στην κατανόηση:

α) Της διαστρωμάτωσης της ατμόσφαιρας, καθώς 17 (από τα 22) παιδιά της πειραματικής ομάδας αναφέρουν περισσότερα από τέσσερα στρώματα, σε αντίθεση με αυτά της ομάδας ελέγχου που εξακολουθούν και μετά τη διδασκαλία να αναφέρουν δυο ή το πολύ τρία. Αυτό φαίνεται να οφείλεται στο γεγονός ότι τα παιδιά της πειραματικής ομάδας, επανειλημμένα σχεδίασαν γραφικές παραστάσεις των χαρακτηριστικών των στρωμάτων (σχέσεις θερμοκρασίας-ύψους και ατμοσφαιρικής πίεσης-ύψους).

β) Της σχέσης θερμοκρασίας-ύψους στην ατμόσφαιρα δεδομένου ότι όλα τα παιδιά της πειραματικής ομάδας κατανόησαν τη σχέση στη τροπόσφαιρα και περισσότερα από τα μισά και στα υπόλοιπα στρώματα. Σε αντίθεση, τα παιδιά της ομάδας ελέγχου

διατήρησαν τις αρχικές τους λανθασμένες απόψεις της γενίκευσης της σχέσης αυτής στη τροπόσφαιρα για όλα τα στρώματα.

- Ο συνδυασμός εμπλοκής των παιδιών σε πειραματικές δραστηριότητες και σε δραστηριότητες στατιστικής επεξεργασίας δεδομένων, που δόθηκαν ως πληροφορίες στα παιδιά, συνέβαλε αποτελεσματικά στη κατανόηση της σύστασης της τροπόσφαιρας, καθώς μετά τη διδακτική παρέμβαση, τα 2/3 των παιδιών αναφέρουν περισσότερα από τρία συστατικά της τροπόσφαιρας (O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, κ.α.). Ενώ η πλειοψηφία των παιδιών της ομάδας ελέγχου αναφέρει δυο και σε ελάχιστες περιπτώσεις τρία συστατικά της.
- Ο συνδυασμός εμπλοκής των παιδιών σε δραστηριότητες άντλησης πληροφοριών από το διαδίκτυο για τον καιρό και από μετρήσεις που έκαναν τα ίδια έξω από τη τάξη αποδείχθηκε ιδιαίτερα ικανοποιητική μέθοδος διδασκαλίας, καθώς τα 3/4 των μαθητών της πειραματικής ομάδας μπορούν να προσδιορίσουν πλήρως την έννοια αναφερόμενα στον χρονικό προσδιορισμό του καιρού και σε τρεις τουλάχιστον παραμέτρους του. Σε αντίθεση, τα παιδιά της ομάδας ελέγχου στη πλειοψηφία τους μετά τη διδασκαλία, δίνουν ένα γενικό προσδιορισμό της έννοιας του καιρού και αναφέρουν μια μόνο παράμετρό του.
- Ο συνδυασμός εμπλοκής των παιδιών σε δραστηριότητες στατιστικής επεξεργασίας δεδομένων που συνέλεξαν για τις παραμέτρους του καιρού τόσο από το διαδίκτυο όσο και από μετρήσεις που έκαναν τα ίδια, με το πρόγραμμα excel και τις γνώσεις τους από τα μαθηματικά είχε επίσης αξιόλογα μαθησιακά αποτελέσματα για την κατανόηση του στατιστικού χαρακτήρα του κλίματος. Τα παιδιά της πειραματικής ομάδας στη πλειοψηφία τους μετά το τέλος της διδακτικής παρέμβασης μπορούν να ορίσουν την έννοια, να αναφέρουν το χρονικό διάστημα προσδιορισμού του κλίματος και τις περισσότερες από τις παραμέτρους του. Αντίθετα η εφαρμογή της παραδοσιακής διδασκαλίας στα παιδιά της ομάδας ελέγχου, δεν είχε τα ίδια αποτελέσματα, αφού αυτά δεν μπορούσαν να προσδιορίσουν χρονικά το κλίμα αλλά και να αναφέρουν τις παραμέτρους του.
- Η εμπλοκή των παιδιών σε πειράματα συνέβαλε σημαντικά στη διαπίστωση της κυκλικής πορείας των αερίων μαζών μεταξύ δυο γειτονικών περιοχών που έχουν διαφορετικές θερμοκρασίες καθώς και στον προσδιορισμό της έννοιας του ανέμου. Όλα τα παιδιά της πειραματικής ομάδας έξι μήνες μετά τη διδακτική

παρέμβαση κατανόησαν τα θέματα αυτά σε αντίθεση με τα παιδιά της ομάδας ελέγχου που διατήρησαν τις αρχικές τους απόψεις.

### Λιγότερο αποτελεσματικές μέθοδοι διδασκαλίας

Λιγότερο αποτελεσματικές από τα μαθησιακά τους αποτελέσματα κρίνονται οι παρακάτω διδακτικές πορείες:

- Η σχεδίαση στατιστικής πίτας με δεδομένα που δόθηκαν στα παιδιά ως πληροφορίες για την κατανόηση της σύστασης της στρατόσφαιρας. Τα θέματα αυτά παραμένουν για σημαντικό ποσοστό παιδιών δυσνόητα ακόμη και μετά τη διδασκαλία τόσο για τα παιδιά της πειραματικής ομάδας όσο και για τα παιδιά της ομάδας ελέγχου. Ενώ η χρήση της ίδιας μεθόδου σε συνδυασμό με πειραματικές δραστηριότητες είχε καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα για τη σύσταση της τροπόσφαιρας. Αυτό πιθανώς να οφείλεται στο γεγονός ότι δεν έχουν επαναλαμβανόμενα ακούσματα για τον όρο «στρατόσφαιρα» και για το όζον που αποτελεί το κύριο συστατικό του στρώματος αυτού, θέματα τα οποία- όπως διαπιστώθηκε από τη διερεύνηση των σχολικών τους εγχειριδίων- τα παιδιά της ηλικίας αυτής δεν έχουν ακόμη διδαχθεί.
- Η χρήση πειραματικών δραστηριοτήτων για τη κατανόηση: α) της διάχυσης και των μηχανισμών της οριζόντιας και κατακόρυφης κίνησης των αερίων μαζών στη τροπόσφαιρα, β) των μηχανισμών δημιουργίας των φάσεων της κυκλικής πορείας αερίων μαζών μεταξύ δυο γειτονικών περιοχών που έχουν διαφορετικές θερμοκρασίες και γ) των μηχανισμών δημιουργίας των ανέμων. Όπως έχει αναφερθεί προηγουμένως τα ίδια πειράματα βοήθησαν μεν να διαπιστώσουν τη κυκλική κίνηση των ρευστών μεταξύ δυο περιοχών με διαφορετική θερμοκρασία αλλά δεν συνέβαλαν σε σημαντικό βαθμό στην κατανόηση της διάχυσης και των μηχανισμών μετακίνησης των αερίων μαζών στην ατμόσφαιρα. Αυτό πιθανώς να οφείλεται στο γεγονός ότι τα παιδιά δυσκολεύονται να συσχετίσουν την κίνηση των αερίων σε μακροσκοπικό και μικροσκοπικό επίπεδο. Απαιτείται λοιπόν εξεύρεση αποτελεσματικότερης μεθόδου διδασκαλίας για τα παραπάνω θέματα και ως τέτοια ίσως αποδεικνύονταν η διδασκαλία με τη βοήθεια κατάλληλα διαμορφωμένου εκπαιδευτικού λογισμικού που θα συνδύαζε αναπαραστάσεις της κίνησης στο μακροσκοπικό επίπεδο (προσομοίωση πειραμάτων) και στο μικροσκοπικό επίπεδο (σωματιδιακή αναπαράσταση των αερίων) καθώς,

σύμφωνα με τα αποτελέσματα έρευνας των Marinopoulos and Stavridou (2002), η χρήση των σωματιδιακών αναπαραστάσεων των αερίων απεδείχθη ιδιαίτερα αποτελεσματική μέθοδος διδασκαλίας για την κατανόηση της μεταφοράς της ρύπανσης σε μεγάλες αποστάσεις και του παγκόσμιου χαρακτήρα της.

### 8.3 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Με δεδομένο το ενδιαφέρον που τα τελευταία χρόνια αναπτύσσεται για παγκόσμια περιβαλλοντικά προβλήματα που συμβαίνουν στην ατμόσφαιρα και συνδέονται άμεσα με τα Μετεωρολογικά φαινόμενα, αποτελεί αναγκαιότητα, θέματα που αποτελούν προϋπόθεση για την κατανόησή τους όπως ατμόσφαιρα και χαρακτηριστικά της, καιρός και κλίμα, να αποτελούν μέρος της εκπαίδευσης όλων των παιδιών. Με δεδομένο ότι η έρευνα αυτή ανέδειξε ότι τα παιδιά όλων των ηλικιών και ιδιαίτερα οι απόφοιτοι του Λυκείου έχουν σοβαρά προβλήματα στην κατανόηση των θεμάτων αυτών, θεωρούμε ότι οι παρακάτω προτάσεις θα πρέπει να ληφθούν υπόψη τόσο στην οργάνωση του περιεχομένου της ύλης που διδάσκεται όσο και στις ακολουθούμενες διδακτικές παρεμβάσεις. Οι προτάσεις αυτές μπορεί να συνοψισθούν στα εξής:

- Αναμόρφωση των αναλυτικών προγραμμάτων και των δυο βαθμίδων της εκπαίδευσης καθώς κρίνεται σκόπιμο να μη σταματάει η διδασκαλία των θεμάτων αυτών στη Α Γυμνασίου, όπως συμβαίνει τώρα, αλλά να διδάσκονται και σε μεγαλύτερες τάξεις του Γυμνασίου και του Λυκείου λόγω της πολυπλοκότητάς τους και του αφηρημένου χαρακτήρα τους.
- Αναμόρφωση του περιεχομένου των σχολικών εγχειριδίων της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης ώστε να υπάρχει χρονική ακολουθία και συνοχή περιεχομένου στη διδασκαλία των θεμάτων αυτών. Δηλαδή να προηγείται η διδασκαλία της προαπαιτούμενης γνώσης από τις Φ.Ε. (Φυσική και Χημεία), πριν τα παιδιά διδαχθούν για τα θέματα σχετικά με την ατμόσφαιρα, τις κινήσεις των αερίων μέσα σ' αυτή, τον καιρό, το κλίμα και τις κλιματικές αλλαγές.
- Οι διδακτικές παρεμβάσεις που ακολουθούνται να παίρνουν υπόψη τις αρχικές ιδέες των παιδιών, να έχουν συνεργατικό χαρακτήρα και να δίνουν έμφαση στην εμπλοκή των παιδιών σε δραστηριότητες μέσα και έξω από τη τάξη. Τέτοιες δραστηριότητες μπορεί να είναι:

- α) Ο σχεδιασμός γραφικών παραστάσεων με βάση δεδομένα που θα δίνονται στα παιδιά ως πληροφορίες ή τα ίδια τα παιδιά θα συλλέγουν.
  - β) Πειραματικές δραστηριότητες.
  - γ) Η στατιστική επεξεργασία δεδομένων με βάση πληροφορίες που θα αντλούν τα παιδιά από διαδίκτυο ή θα συλλέγουν τα ίδια.
  - δ) Η χρήση προγραμμάτων του Η/Υ όπως π.χ. αυτό της στατιστικής επεξεργασίας με το πρόγραμμα excel.
  - ε) Η χρήση του διαδικτύου ως πηγή πληροφόρησης.
- Για τη κατανόηση της έννοιας του κλίματος και των κλιματικών αλλαγών προτείνεται να διευρυνθεί η έρευνα των παιδιών στο διαδίκτυο σε μεγαλύτερο βάθος χρόνου για την άντληση πληροφοριών (δηλαδή να αναζητήσουν πληροφορίες για τις παραμέτρους του κλίματος μιας περιοχής για χρονικό διάστημα τουλάχιστον 20 χρόνων), ώστε να γίνει καλύτερα κατανοητό ότι η διαμόρφωση του κλίματος είναι μακροχρόνια διαδικασία

#### Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

Οπωσδήποτε στα πλαίσια αυτής της διατριβής δεν εξαντλήθηκε η έρευνα που αφορά στην κατανόηση των παιδιών για τόσο σημαντικά και ταυτόχρονα δυσνόητα από τη φύση τους θέματα, όπως είναι η ατμόσφαιρα, τα χαρακτηριστικά της και φαινόμενα που συμβαίνουν μέσα σ' αυτήν όπως π.χ. καιρός, άνεμοι κ.λ.π. Αναμφισβήτητα είναι ανάγκη, η έρευνα αυτή για την κατανόηση των παιδιών να διευρυνθεί ιδιαίτερα για σκοπιές των θεμάτων αυτών που ελάχιστα έχουν διερευνηθεί όπως τα χαρακτηριστικά της ατμόσφαιρας, ο καιρός και το κλίμα.

Ταυτόχρονα όμως είναι ανάγκη να αναπτυχθεί και το πεδίο της έρευνας που αφορά στη διαμόρφωση και αξιολόγηση διδακτικών παρεμβάσεων με αφετηρία τις ιδέες των παιδιών για τα θέματα αυτά, με την ελπίδα ότι αυτές θα έχουν καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα απ' ότι οι παραδοσιακές μέθοδοι που ακολουθούνται στο σχολείο, όπως κατέδειξαν άλλωστε σε κάποιο βαθμό και τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας. Ο προσανατολισμός της έρευνας σ' αυτή την κατεύθυνση είναι αναγκαίος, παίρνοντας υπόψη ότι απουσιάζει σχεδόν από τη διεθνή βιβλιογραφία για τα συγκεκριμένα θέματα. Με δεδομένο ότι τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας έδειξαν ότι, αν και ακολουθήθηκαν συνεργατικού τύπου διδακτικές παρεμβάσεις με αφετηρία τις ιδέες των παιδιών, η πειραματική διδασκαλία δεν είχε τα αναμενόμενα



αποτελέσματα σε κάποιες περιπτώσεις, που σημαίνει ότι αυτά τα θέματα αυτά είναι δυσνόητα από τη φύση τους, θεωρούμε ότι η έρευνα στο πεδίο αυτό θα ήταν ενδιαφέρον να προσανατολισθεί στη διαμόρφωση και διδακτική αξιοποίηση κατάλληλου εκπαιδευτικού λογισμικού. Αυτό γιατί ο ηλεκτρονικός υπολογιστής δίνει τη δυνατότητα προσομοίωσης και μπορεί να κάνει προσιτά φαινόμενα που δεν εμπίπτουν στις αισθήσεις των παιδιών και γι αυτό είναι δύσκολο να τα κατανοήσουν. Υπέρ της πρότασης αυτής συνηγορούν και τα ικανοποιητικά μαθησιακά αποτελέσματα που είχε η χρήση του ηλεκτρονικού υπολογιστή, όπου αυτή εφαρμόστηκε στο πλαίσιο αυτής της έρευνας, όπως π.χ. στη διδασκαλία καιρού κλίματος.



# ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

## ΕΛΛΗΝΟΦΩΝΗ

- Γεωργόπουλος, Α.**, (1996). Γη ένας μικρός και εύθραυστος πλανήτης. Αθήνα: εκδ. Gutenberg
- Δημητρακοπούλου Α.**, (1999). Η εκπαιδευτική αξιοποίηση του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου: πως, πότε και γιατί; *Γλωσσικός υπολογιστής*, νο. 1, 1999, ηλεκτρονική περιοδική έκδοση Κέντρου Ελληνικής Γλώσσας (www.edu.komvos.gr)
- Ζερεφός Χ.**, (1986). Εισαγωγή στη Φυσική της Ατμόσφαιρας. Θεσσαλονίκη: εκδ. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
- Καραπιέρης, Λ. Ν.**, (1967). Περιγραφική Μετεωρολογία. Αθήνα: εκδ. Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
- Κασιμίδης Γ.**, (1994). Καιρός και θάλασσα. Εκδ. ΙΝΤΕΡΤΥΠ.
- Καυάλης Α., Χαραλάμπους Δ.** (1995). Σχολικά Εγχειρίδια. Θεσμική Εξέλιξη και Σύγχρονη Προβληματική. Εκδόσεις έκφραση. Εκπαιδευτική βιβλιοθήκη. Αθήνα 1995.
- Κόκκοτας Π.** (1998). Σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Η εποικοδομητική προσέγγιση της διδασκαλίας και της μάθησης. 2<sup>η</sup> έκδοση. Αθήνα 1998.
- Κορδάκη Μ. και Χούστης Η.**, (2001). Διερεύνηση των επιμορφωτικών αναγκών εκπαιδευτικών της Α/μιας και Β/μιας εκπαίδευσης στη χρήση των ΤΠΕ και σχεδιασμός ενός περιβάλλοντος επιμόρφωσης με τη βοήθεια του διαδικτύου. *Πρακτικά Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή με θέμα: Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση και την Εκπαίδευση από απόσταση*. Ρέθυμνο 8-10 Ιουνίου 2001, σελ. 148-158
- Κυριαζόπουλος Β. Δ.–Λιβαδάς Γ. Κ.**, (1964). Μαθήματα Γενικής Μετεωρολογίας. Θεσσαλονίκη: εκδ. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
- Μακρής Γ.**, (1991). Ο καιρός. Αθήνα: εκδ. Ακαδημία Αθηνών
- Μαρινόπουλος Δ.**, (2003). Οι ιδέες και οι αντιλήψεις των μαθητών/ριών της Ε' και Στ' τάξης του Δημοτικού σχολείου, για τη ρύπανση του αέρα και την όξινη βροχή. Σχεδιασμός, εφαρμογή και αξιολόγηση ενός καινοτομικού προγράμματος συνεργατικής μάθησης. *Διδακτορική διατριβή*. Βόλος 2003, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Σχολή Επιστημών του ανθρώπου, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης.
- Ματσαγγούρας Η.**, (1989). Στρατηγικές διδασκαλίας. Η κριτική σκέψη στη Διδακτική πράξη. Αθήνα 1998. Εκδόσεις Gutenberg.
- Παπαδημητρίου Β.** (2004). Ο Κονστρουκτιβισμός στις Φυσικές Επιστήμες και στην Περιβαλλοντική εκπαίδευση. (υπό έκδοση σε συλλογικό τόμο με τίτλο με θέμα: «Η περιβαλλοντική εκπαίδευση στον 21<sup>ο</sup> αιώνα» επιμέλεια Δ. Γεωργόπουλος. Εκδόσεις Gutenberg).
- Παπαδημητρίου Β., Σολομωνίδου Χ., Σταυρίδου Ε.**, (1992). Ένα σύγχρονο Ερευνητικό Πρόγραμμα Εκπαίδευσης των Δασκάλων στις Φυσικές Επιστήμες. *Παιδαγωγική Επιθεώρηση*, τεύχος 16.
- Παππός Α.** (1987). Μαθητοκεντρική διδασκαλία. (τρεις τόμοι). Εκδόσεις: Βιβλία για όλους. Αθήνα 1990.

- Ράπτης Α. και Ράπτη Α.**, (2004). Μάθηση και διδασκαλία στην εποχή της πληροφορίας. Ολική προσέγγιση. Τόμος Α και Β. Εκδόσεις Αριστοτέλης Ράπτης. Αθήνα 2004.
- Σολομωνίδου Χ.**, (2001). Σύγχρονη Εκπαιδευτική Τεχνολογία. Υπολογιστές και μάθηση στην Κοινωνία της Γνώσης. Εκδόσεις Κώδικας. Θεσσαλονίκη 2001.
- Σπυροπούλου Δ., Ιακωβίδης Κ. και Κωστόπουλος Δ.**, (1998). Το Σχολείο Ανοικτό στην Κοινωνία: Οι απόψεις μαθητών/ριων για τις πληροφορίες του Δελτίου Καιρού όπως παρουσιάζεται στα Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης. *Πρακτικά 1<sup>ου</sup> Πανελλήνιου συνέδριου με θέμα: Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Εφαρμογή των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση*. Θεσσαλονίκη 29-31 Μαΐου 1998, σελ. 231-237.
- Σταυρίδου Ε.**, (2000). Συνεργατική μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες. Μια εφαρμογή στο Δημοτικό σχολείο. Πανεπιστημιακές εκδόσεις Θεσσαλίας. Βόλος 2000.
- Χρηστίδου Β.**, (1997). Μελέτη των αντιλήψεων των μαθητών του Δημοτικού σχολείου για τη Μείωση του Όζοντος και το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου (Μοντέλα σκέψης, Μεταφορές και Επιστημολογικά εμπόδια). *Διδακτορική διατριβή*. Πάτρα, 1997. Πανεπιστήμιο Πατρών.
- Javeau, C.**, (2000). Η ΕΡΕΥΝΑ ΜΕ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ. Το εγχειρίδιο του καλού ερευνητή. Επιμέλεια και απόδοση στα Ελληνικά Κατερίνα Τζαννόνε-τζώρτζη. Εκδόσεις τυπωθήτω. Αθήνα 2000.

## ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

- Armstrong, J., O.**, (1995). Prior knowledge, text features, and idea maps (Technical Report No. 608) (eric Document Reproduction Service No. ED 380 787).
- Aron, R., H., Francek, M., A., Nelson, B., D. and Bisard, W., J.**, (1994). Atmospheric Misconceptions. *The Science Teacher*, vol. 61, no. 1, p. 31-33.
- Bar, V.**, (1989). Children's Views about the Water Cycle. *Science Education*, vol. 73, no. 4, p. 481-500.
- Bell, A.**, (1994). Media (mis)communication on the science of climate change. *Public Understanding of Science* 3 (1994), p. 259-275.
- Bertrand, C. and van Ypersele, J., P.**, (1999). Potential Role of Solar Variability as an Agent for Climate Change. *Climate Change*, vol. 43, p. 387-411.
- Bertrand, C., Loutre, M., F., Crucifix, M., and Berger, A.**, (2002). Climate of the Last Millennium: A Sensitivity Study. *Tellus*, vol. 54A, p. 221-224
- Bertrand, C., van Ypersele, J., P., and Berger, A.**, (1999). Volcanic and Solar Impacts on Climate Since 1700. *Clim. Dyn.*, vol. 15, p. 355-367.
- Blum, A.**, (1987). Students' Knowledge and Beliefs Concerning Environmental Issues in Four Countries. *Journal of Environmental Education*, vol. 18, no. 3, p. 7-13.
- Bord, R., J., O'Connor, R., E. and Fisher, A.**, (2000). In what sense does the public need to understand global climate change? *Public Understanding of Science* 9 (2000), p. 205-218.
- Bostrom, A., Morgan, G., M., Fischhoff, B., and Read, D.**, (1994). What do people know about global climate change? 1: mental models. *Risk Analysis*, vol.14, no. 6, p. 959-970.
- Bowman, L., A., W.**, (1984). Course in Meteorology Developed in William Parker School, Hastings. *Proceedings of the first International Conference on School*

- and Popular Meteorological Education*, Oxford, 1984. ISBN 0 948090 00 6. p.71-72.
- Boyes, E., and Stanisstreet, M.**, (1993). The greenhouse effect: Children's perceptions of causes, consequences and cures. *International Journal of Science Education*, vol. 15, no. 5, p. 531-552.
- Boyes, E., and Stanisstreet, M.**, (1998). High School Students' Perceptions of How Major Global Environmental Effects Might Cause Skin Cancer. *The Journal of Environmental Education*, vol. 29, no. 2, p. 31-36.
- Boyes, E., Chuckran, D., and Stanisstreet, M.**, (1993). How do high school students perceive global climatic change: What are its manifestations? What are its origins? What corrective action can be taken? *Journal of Science Education and Technology*, vol. 2, no. 4, p. 541-557.
- Brody, M., Chipman, E. and Scott, M.**, (1989). Student knowledge of scientific and natural resource concepts concerning acidic deposition. *International Journal of Environmental Education*, vol. 20, no. 2, p. 32-42.
- Brody, M., J.**, (1993, April). Student understanding of water and water resources: A review of the literature. *Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association*, Atlanta, GA. (ERIC Document reproduction Service No. ED 361 230).
- Bulkeley, H.**, (2000). Common knowledge? Public understanding of climate change in Newcastle, Australia. *Public Understanding of Science* 9 (2000), p. 313-333.
- Bundestag, D.**, (1991). Protecting the Earth - A status Report with Recommendations for a New Energy Policy, Third Report of the Enquire Commission of the 11<sup>th</sup> German Bundestag.
- Bybee, R., W., and Mau, T.**, (1986). Science and Technology Related Global Problems: An International Survey of Science Educators. *Journal of Research in Science Teaching*, vol.23, no.7, p.599-618.
- Campbell, N., A. and Gipps, J.** (1975). The Influence of Meteorological Conditions on Air Pollution. *The Australian Science Teachers Journal* vol. 21 (2) p. 67-73
- Crowley, T., J.**, (2000). Causes of Climate Change over the Past 1000Years. *Science*, vol. 289, p. 270-277.
- Dahlberg, S.**, (2001). Using Climate Change as a Teaching Tool. *Canadian Journal of Environmental Education*, vol. 6 p. 9-17.
- Davies, B.**, (1989). Frogs and Snails and Feminist Tales: *preschool Children and Gender*. Boston: Allyn & Bacon. In: Eder D. and Fingerson L., 2002. Interviewing Children and Adolescents.
- Dirmhirn, I.**, (1984). Experiences with a Laboratory Class of 300 Agricultural Students in Meteorology. *Proceedings of the first International Conference on School and Popular Meteorological Education*, Oxford, 1984. ISBN 0 948090 00 6. p. 93-97.
- Dove, J.**, (1996). Student Teacher Understanding of the Greenhouse Effect, Ozone Layer Depletion and Acid Rain. *Environmental Education Research*, vol. 2., no. 1, p. 89-100.
- Dove, J.**, (1998). Alternative conceptions about the weather. *School Science Review*, 79 (289) p. 65-69.
- Dreyfus, A., Jungwirth, E. and Eliovitch, R.**, (1990). Applying the 'Cognitive Conflict' strategy for conceptual change-some implications, difficulties, and problems. *Science Education*, vol. 74, no. 5, p. 555-569.

- Driscoll, M., Moallem, M., Dick, W., Kirby, E.,** (1994). How Does the Textbook Contribute to Learning in a Middle School Science Class? *Contemporary Educational Psychology* 19, p. 79-100.
- Driver, R. and Easley, J.,** (1978) pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent students. *Studies in Science Education*, 5, p. 61-84.
- Driver, R., Guesne, E., Tiberghien, A.,** (1985). Οι ιδέες των παιδιών στις Φυσικές επιστήμες. Ένωση Ελλήνων Φυσικών. Εκδόσεις Τροχαλία, Αθήνα 1993.
- Duit, R.,** (1989). Research on students' conceptions in science- perspectives from the Federal republic of Germany. In: Adey, P. et al. (Eds) *adolescent Development and School Science*. London: Falmer Press.
- Duncan, C., N.,** (1984). Providing Meteorological Data for Use on Microcomputers. *Proceedings of the first International Conference on School and Popular Meteorological Education*, Oxford, 1984. ISBN 0 948090 00 6. p. 164-169.
- Dunlap, R., E.,** (1998). Lay perceptions of global risk: public views of global warming in cross-national context. *International Sociology*, vol. 13, no. 4, p. 473-498.
- Eckert, P.,** (1989). Jocks and burnouts: *Social Categories and identity in the High School*. New York: Teachers College Press. In: Eder D. and Fingerson L., 2002. Interviewing Children and Adolescents.
- Eder, D. and Fingerson, L.,** (2002). Interviewing Children and Adolescents (chapter 9, p. 181-201, In: Handbook of Interview Research: Context and Method. Jaber F. Gubrium, James A. Holstein). Sage Publications 2002. International Educational and Professional Publisher. Thousand Oaks. London. New Delhi.
- Epstein, P., R.,** (2000). Is Global Warming Harmful to Health? *Scientific American* vol. 283, no. 2, p. 50-57.
- Fishman, B., J., and D'Amico, L., M.,** (1994). Which Way Will the Wind Blow? Networked Computer Tools for Studying the Weather. *Educational Multimedia and Hypermedia, 1994. Proceedings of ED-MEDIA 94, World Conference on Educational Multimedia and Hypermedia* (Vancouver, British Columbia, Canada, June 25-30, 1994); see IR 017 359. p. 209-216.
- Fortner, R., W., Jae-Young, Lee, Corney, J., R., Romanello, S., Bonnell, J., Luthy, B., Figuerido, C., & Ntsiko Nyathi.,** (2000). Public Understanding of Climate Change: certainty and willingness to act. *Environmental Education Research*, vol. 6, no. 2, p. 127-141.
- Francis, C., Boyes, E., Qualter, A., Stanisstreet, M.,** (1993). Ideas of Elementary Students about Reducing the 'Greenhouse Effect'. *Science Education*, vol. 77, no. 4, p. 375-392.
- Fraser, A., B.,** (2000). Bad Meteorology.  
<<http://www.emps.psu.edu/~fraser/BadMeteorology.html>>.
- Free, M., and Robock, A.,** (1999). Global Warming in the Context of the Little Ice Age. *Journal of Geophysical Research*, vol. 104, p. 19057-19070.
- Friedman, H., A.,** (1984). Meteorological Education as a window on Science and Technology: Activities of the AMS Board of School and Popular Meteorological and Oceanographic Education. *Proceedings of the first International Conference on School and Popular Meteorological Education*, Oxford, 1984. Edited by J. Walker. Published by the Royal Meteorological Society in G.B. ISBN 0 948090B 00 6.

- Gallup (a)**, poll analyses 1/23/2001, Scientists Deliver Serious Warming About Effects of Global Warming. <<http://www.fallup.com/subscription/?m=f&c-id=9894>>
- Gallup (b)**, poll analyses 2/20/2001, Despite Dire Predictions of Global Warming, American Have Other Priorities. <<http://www.fallup.com/subscription/?m=f&c-id=9859>>
- Gallup**, poll analyses 3/25/2002, Americans Sharply Divided on Seriousness of Global Warming. <<http://www.fallup.com/subscription/?m=f&c-id=11078>>
- Glantz, M., H.**, (1996). *Currents of Change: El Niño's Impact on Climate and Society*. Cambridge University Press, 194 pp.
- Glesne and Peshkin**, (1992). *Becoming Qualitative Researchers: an Introduction*. White Plains, NY: Longman.
- Gowda, R., M., V., Jeffrey, F., C., and Magelky, R., D.**, (1997). Students' Understanding of Climate Change: Insights for Scientists and Educators. *Bulletin of the American Meteorological Society*. Vol. 78, no. 10, p. 2232-2240.
- Green, J., S., A.**, (1984). One- week Course on Mathematics and Physics in the Open Air, for about 20 Students. *Proceedings of the first International Conference on School and Popular Meteorological Education*, Oxford, 1984. ISBN 0 948090 00 6. p. 148-151.
- Groves, F., H. and Pugh, A., F.**, (1996 a). College students' misconceptions of environmental issues related to global warming. *Paper presented at the Annual Meeting of the Mid-South Educational Research Association* Tuscaloosa, AL, (ERIC Document reproduction Service No. ED 404 162).
- Groves, F., H. and Pugh A., F.**, (1996 b). The Relationship of College Student Perceptions of Global Warming to Nine Demographic Variables. *Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching* (69<sup>th</sup>, St. Louis, MO, April 1, 1996. (ERIC Document reproduction Service No. ED 394 819).
- Groves, F., H. and Pugh, A., F.**, (1999). Elementary Pre-Service Teacher Perceptions of the Greenhouse Effect. *Journal of Science Education and Technology*, vol.8, no.1, p.75-80.
- Hegarty, M. and Just, M., A.**, (1989). Understanding machines from text and diagrams. In H. Mandl and J. R. Stevens (Eds.), *Knowledge Acquisition from Text and Pictures*, (pp. 171-195). North-Holland: Elsevier.
- Henriques, L.**, (2002). Children's Ideas About Weather. A Review of the Literature. *School Science and Mathematics* vol. 102, no. 5, p. 202-215.
- Houghton, J., T., Griggs, D., J., Noguera, M., van der Linden, P., J., Dai, X., Maskell, K., and Johnson, C., A.**, (2001). *Climate Change 2001: the Scientific Basis*, Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, Cambridge University Press, Cambridge, U.K., and New York, U.S.A., 881 pp.
- Howland, D. and Becker, M.**, (2002). GLOBE-The Science Behind Launching an International Environmental Education Program. *Journal of Science Education and Technology*, vol.11, no. 3, p. 199-210.
- Iding, M., K.**, (2000). Can strategies facilitate learning from illustrated science texts? *International Journal of Instructional Media*, vol. 27 no. 3, p. 289-301.
- Ingersoll, A.**, (1983). *The Atmosphere: its dynamic activity to distribute the energy of solar radiation received by the earth*. Models of this activity help to explain climates

- of the past and predict those of the future. *Scientific American*, vol. 249, no. 3, p. 162-165, 167-174
- Jeffries, H., Stanisstreet, M. and Boyes, E.,** (2001). Knowledge about the 'Greenhouse Effect': have college students improved? *Research in Science & Technological Education*, vol. 19, no. 2, p. 205-221.
- Johnson, D., W. and Johnson, R., T.,** (1975). Learning together and alone: cooperation, competition and individualization. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Jones, P., D.,** (1994). Hemispheric Surface Air Temperature Variations: A Reanalysis and an Update to 1993. *J. Climate*, vol. 7, p. 1794-1802.
- Kahlid, T.,** (2001). Pre-service Teachers' Misconceptions Regarding Three Environmental Issues. *Canadian Journal of Environmental Education*, 6, p. 102-120.
- Karl, T. and Trenberth, K.,** (1999). The Human Impact on Climate. *Scientific American* vol. 281, no. 6, p. 100-105
- Kaufman, R., K. and Stern, D., I.,** (1997). Evidence for Human Influence on Climate from Hemispheric Temperature Relations. *Nature*, vol. 388, p. 39-44.
- Kempton, W.,** (1997). How the Public Views Climate Change. *Environment*, vol. 39, p. 12-21.
- Lane, L., J., Nichols, M., H., and Osborn, H., B.,** (1994). Time Series Analysis of Global Change Data. *Environ. Pollution*, vol. 83, p. 63-88.
- Lazarovitz, R. and Hertz-Lazarovitz, R.,** (1998). Cooperative learning in the science curriculum. In Fraser B. J. and Tobin K. G., (eds.) *International Handbook of Science Education*, G.B.: Kluwer Academic Publishers, pp. 449-469.
- Levie, W., H. and Lentz, R.,** (1982). Effects of text illustrations: A review of research. *Educational Communication and Technology Journal*, 30, p 195-232.
- Limon, M.,** (2001). On the Cognitive conflict as an instructional strategy for conceptual change: a critical appraisal. *Learning and Instruction*, vol. 11, p. 357-380.
- Lord, T., R.,** (1999). A Comparison Between Traditional and Constructivist Teaching in Environmental Science. *Journal of Environmental Education*, vol. 30, no. 3, p. 22-29.
- Marinopoulos, D. and Stavridou, H.,** (2002). The influence of a collaborative learning environment on primary students' conceptions about acid rain. *Journal of Biological Education*, 37(1), 18-25.
- McBean, G., A. and Hengerveld, H., G.,** (2000). Communicating the Science of Climate Change: A Mutual Challenge for Scientists and Educators. *Canadian Journal of Environmental Education*, 5, p. 9-25.
- McCarthy, J., J., Canziani, O., F., Learty, N., A., Dokken, D., J., and White, K., S.,** (2001). Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability, International Panel on Climate Change, Geneva, Cambridge University Press, Cambridge, U.K and New York, U.S.A, 1032 pp.
- McCarty, J., P.,** (2001). Ecological Consequences of Recent Climate Change. *Conservation Biology*, vol. 15, no. 2, p. 320-331.
- Meadows, G. and Wiesenmayer, R., L.,** (1999). Identifying and Addressing Students' Alternative Conceptions of the Global Warming: The Need for Cognitive Conflict. *Journal of Science Education and Technology*, vol. 8, no. 3, p. 235-239.



- Merriam, S., B.**, (1998). *Qualitative Research and Case Study Applications in Education*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Moore, W., J. and Moore, A., E.**, (1975). Science/Society Case Study. OZONE. *The Science Teacher*, September 1975, p. 33-34.
- Morgan, M., D., and Moran, J., M.**, (1995). Understanding the Greenhouse Effect and the Ozone Shield: An Index of Scientific Literacy among University Students. *Bulletin of the American Meteorology Society*, vol. 76, no. 7, p. 1185-1190.
- Moyle, R.**, (1980). *Weather. Learning in science project (Working Paper 21)* Hamilton: University of Waikato, New Zealand.
- National Research Council**, (2001a). *Climate Change Science: An Analysis of Some Key Questions*. National Academy Press, 29 pp.
- Nelson, B., D., Aron, R., H., Francek, M., A.**, (1992). Clarification of Selected Misconceptions in Physical Geography. *Journal of Geography*, vol. 91, no. 2, p. 76-80.
- Oort, A.**, (1971). The Atmospheric Circulation the weather machine of the earth. *The Science Teacher*, December 1971, p. 12-16.
- Osborne, J.**, (1996). Beyond Constructivism. *Science Education*, vol.80, no. 1, p. 53-82.
- Osborne, R., and Freyberg, P.**, (1985). *Learning in science. The implications of children's Science*. Heinman.
- Papadimitriou, V.**, (2004). Prospective Primary Teachers' Understanding of Climate Change, Greenhouse Effect and Ozone Layer Depletion. *Journal of Science Education and Technology*. Vol. 13, no. 2, p. 299-307.
- Parker, D., E., Folland, C., K., and Jackson, M.**, (1995). Marine Surface Temperature: Observed Variations and Data Requirements. *Climate Change*, vol. 31 p. 559-600.
- Patz, J., A., McGeehin, M., A., Bernard, S., M., Ebi, K., L., Epstein, P., R., Grambsch, A., Gubler, D., J., Reiter, P., Romieu, I., Rose, J., B., Samet, J., M., and Trtanj, J.**, (2001). The Potential Health Impacts of Climate Variability and Change for the United States. *Journal of Environmental Health*, vol. 64, no. 2, p. 20-28.
- Peeck, J.**, (1989). Trends in the delayed use of information from illustrated text. In H. Mandl and J. R. Stevens (Eds.), *Knowledge Acquisition from Text and Pictures*, (pp. 263-267). North-Holland: Elsevier.
- Philips, W., C.**, (1991). Earth Science Misconceptions. *The Science Teacher*, vol. 58, no. 2, p. 21-23.
- Phillips, P. and Pickering, P.**, (1991). Ozone in the atmosphere: II The lower atmosphere. *SSR*, March 1991, 72 (260) p. 79-86.
- Piaget J.**, (1929). *The child's conceptions of the world*. London: Routledge and Kegan Paul.
- Pim, M.**, (1999). How Will Climate Change Affect Human Health? *American Scientist* vol. 87, no. 6, p. 534-541.
- Pitman, A., J.**, (2003). Review. The evolution of, and revolution in, land surface schemes designed for climate models. *International Journal of Climatology*, vol. 23, p. 479-510.
- Pruneau, D., Gravel, H., Bourque, W., and Langis, J.**, (2003). Experimentation with a Socio-constructivist Process for Climate Change Education. *Environmental Education Research*, vol. 9, no. 4, p. 429-446.

- Pruneau, D., Liboiron, L., Vrain, E., Gravel, H., Bourque, W., and Langis, J.,** (2001). Peoples' Ideas about Climate Change: A source of Inspiration for the Creation of Educational Programs. *Canadian Journal of Environmental Education*, 6, p. 121-138.
- Russell, T., Bell, D., Longden, K. and McGuigan, L.,** (1993). Rocks, soil and weather. (Primary SPACE Project Research Report.) Liverpool University Press.
- Rye, J.,** (1998) understanding the role of chlorofluorocarbons in global atmospheric change. *Journal of Geoscience Education* 46, p. 488-493
- Rye, J., and Rubba, P.,** (2000). Student Understanding of Global Warming. Implications for STS Education beyond 2000. (chapter 8). *Science, Technology and Society*. p.193-230.
- Rye, J., Rubba, R., and Wiesenmayer, R.,** (1997). An investigation of middle school students' alternative conceptions of global warming as formative evaluation of teacher-developed STS units. *International Journal of Science Education*, vol. 19, no. 5, p. 527-551.
- Schlenker, M., R. and Perry, M., C.,** (1981). Scientific Concepts Through Moving Air Masses. *The Science Teacher*, October 1981, p. 42-45.
- Sere, M., G.,** (1985). The gaseous state. In R. Driver, E. Guesne, & A. Tiberghien (Eds.), *Children's ideas in science* (pp. 105-123). London, UK: Open University Press.
- Sherwood, F., R.,** (2001). Climate Change and Its Consequences: Issues for the New U.S Administration. *Environment*, vol. 43, no. 2, p. 28-34.
- Smith, P., S. and Ford, B., A.,** (1996). Project Earth Science: Meteorology. Arlington, VA: National Science Teacher Association.
- Smith, D. and Krockover, G.,** (1998). Atmospheric Science: it's More Than Meteorology. It's also acid rain, nuclear winter, and the disappearing ozone layer. *The Science Teacher*, vol. 55, no. 1, p. 36-39
- Spellman, G., Feld, K. and Sinclair, J.,** (2003). An Investigation into UK Higher Education Students' Knowledge of Global Climatic Change. *International Research in Geographical and Environmental Education*, vol. 12, no. 1, p. 6-17
- Spiropoulou, D., Kostopoulos, D., Jacovides, C., P.,** (1999). Greek children's alternative conceptions on weather and climate. *School Science Review*, 81(294), p. 55-59.
- Stamm, K., R., Clark, F., Reynolds, E., P.,** (2000). Mass communication and public understanding of environmental problems: the case of global warming. *Public Understanding Science*, 9, p. 219-137.
- Stepans, J.,** (1994). Targeting students' science misconceptions. Riverview, FL: Idea Factory, Inc.
- Stepans, J. and Keuhn, C.,** (1985). What Research Says. Children's Conceptions of Weather. *Science and Children*, vol. 23, no. 1, p. 44-47.
- Summers, M., Kruger, C., and Childs, A.,** (2001). Understanding the science of environmental issues: development of a subject knowledge guide for primary teacher education. *International Journal of Science Education*, vol. 23, no. 1, p. 33-53.
- Thompson, O., E.,** (1984). Meteorology as a Unifying Educational Strategy for Improving Science, Mathematics and Technology Education in the Nation's Schools. *Proceedings of the first International Conference on School and*

- Popular Meteorological Education*, Oxford, 1984. ISBN 0 948090 00 6. p. 56-60.
- Thomson, D., J.**, (1995). The Seasons, Global Temperature, and Precession. *Science*, vol. 268, p. 59-68.
- Tierney, W., G. and Dilley, P.**, (2002). Interviewing in Education (chapter 22 p. 453-471, In: Handbook of Interview Research: Context and Method. Jaber F. Gubrium, James A. Holstein). Sage Publications 2002. International Educational and Professional Publisher. Thousand Oaks. London. New Delhi.
- Trenberth, K.**, (2001). Stronger evidence of human influences on climate: the 2001 IPCC assessment. *Environment*, vol. 43, no. 4, p. 8-19
- Trumbo, C., W. and Shanaham, J.**, (2000). Social research on climate change: where we have been, where we are, and where we might go. *Public Understanding of Science*, 9(2000), p. 199-204.
- Trumbo, C., W.**, (1995). Longitudinal modeling of public issues: an application of the agenda-setting process to the issue of global warming, *Journalism and Mass Communication Monographs* 152 (August 1995).
- Vekiri I.**, (2001). An investigation of the role of graphical design and student characteristics in scientific reasoning with weather maps. Thesis. University of Michigan, 2001.
- Vygotsky, S.**, (1978). Mind in Society: The development of Higher Psychological Process. (Eds) M. Cole, V., John-Steiner, S., Scribner and Souberman. (Cambridge, MA Harvart University Press)
- Warren, C., A., B.**, (2002). Qualitative interviewing (chapter 4 p. 83-101, In: Handbook of Interview Research: Context and Method. Jaber F. Gubrium, James A. Holstein). Sage Publications 2002. International Educational and Professional Publisher. Thousand Oaks. London. New Delhi.
- Watson, R., T., Noble, I., R., Bolin, B., Ravindranath, N., H., Verardo, D., J. and Dokken, D., J.**, (2000). Land Use, Land-Use Change, and Forestry, IPCC Special Report, Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, and Cambridge University Press, Cambridge, U.K. and New York, U.S.A., 375 pp.



# **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1**

## **Α' ΜΕΡΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ**

### **ΒΑΣΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΤΩΝ ΗΜΙΔΟΜΗΜΕΝΩΝ ΣΥΝΕΝΤΕΥΞΕΩΝ**

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΑΝΤΙΛΗΨΕΩΝ ΤΩΝ ΠΑΙΔΙΩΝ ΔΙΑΦΟΡΩΝ  
ΗΛΙΚΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ, ΤΗ ΚΙΝΗΣΗ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ  
ΜΕΣΑ Σ' ΑΥΤΗ, ΤΟΝ ΚΑΙΡΟ, ΤΟ ΚΛΙΜΑ ΚΑΙ ΤΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ  
ΑΛΛΑΓΕΣ**

## ΒΑΣΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΤΩΝ ΗΜΙΔΟΜΗΜΕΝΩΝ ΣΥΝΕΝΤΕΥΞΕΩΝ

### ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ

1. Τί ονομάζουμε «ατμόσφαιρα της γης»;
2. Χωρίζεται η ατμόσφαιρα της γης σε στρώματα; Αν ναι, ποιά είναι τα στρώματα της ατμόσφαιρας;
3. Θεωρείς ότι υπάρχουν σαφή όρια μεταξύ των στρωμάτων της ατμόσφαιρας;
4. Πιστεύεις ότι μπορούν τα αέρια να περάσουν από το ένα στρώμα της ατμόσφαιρας στο άλλο;
5. Πώς μεταβάλλεται η θερμοκρασία και η ατμοσφαιρική πίεση όσο απομακρυνόμαστε από την επιφάνεια της θάλασσας;
6. Ποιά είναι τα συστατικά της ατμόσφαιρας;

### ΚΙΝΗΣΗ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΑΥΤΗΣ-ΑΝΕΜΟΙ

8. Τί είναι ο άνεμος και πώς δημιουργείται;
9. Πού οφείλεται η κίνηση των αερίων μέσα στην ατμόσφαιρα; Να σχεδιάσετε και να ερμηνεύσετε την κίνηση των αερίων μαζών μεταξύ μιας πόλης και της γειτονικής υπαίθρου για την ίδια χρονική στιγμή της μέρας

### ΚΑΙΡΟΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑ

10. Τί είναι καιρός;
11. Τι είναι κλίμα μιας περιοχής;
12. Ποιοί είναι οι παράγοντες που διαμορφώνουν/επηρεάζουν το κλίμα μιας περιοχής;

### ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ

13. Τί σημαίνει κατά την άποψή σου ο όρος «κλιματικές αλλαγές»;

14. Αναμένεται μεταβολή της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη; Αν ναι, τι μεταβολή αναμένεται να γίνει στη μέση θερμοκρασία (αύξηση ή μείωση;) και ποιός είναι κατά την άποψή σου ο ρυθμός μεταβολής της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη;
15. Ποιά είναι κατά τη γνώμη σου τα αίτια των κλιματικών αλλαγών; (τι είναι αυτό που προκαλεί τις κλιματικές αλλαγές;)
16. Ποιές είναι κατά την άποψή σου οι συνέπειες των κλιματικών αλλαγών;
17. Ποιές είναι οι πηγές από τις οποίες αντλείς τις πληροφορίες σου για όλα αυτά τα θέματα που αφορούν τις κλιματικές αλλαγές;





# **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2**

## **Β' ΜΕΡΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ**

### **ΦΥΛΛΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ – ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ**

**ΤΗΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ ΓΙΑ ΘΕΜΑΤΑ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ,  
ΚΑΙΡΟΥ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΟΣ**

## 1<sup>η</sup> ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ: Μελέτη της ατμόσφαιρας. (δομή και χαρακτηριστικά της ατμόσφαιρας)

### ΣΤΟΧΟΙ:

- Κατανόηση της έννοιας «ατμοσφαιρικός αέρας»
- Κατανόηση της δομής της ατμόσφαιρας
- Κατανόηση της σύστασης του ατμοσφαιρικού αέρα όλων των στρωμάτων της ατμόσφαιρας
- Κατανόηση των χαρακτηριστικών της ατμόσφαιρας (μεταβολή της θερμοκρασίας και της ατμοσφαιρικής πίεσης με το ύψος για κάθε στρώμα της ατμόσφαιρας)
- Εξοικείωση με την διεξαγωγή πειραμάτων και καλλιέργεια ερευνητικής και κριτικής σκέψης
- Ανάπτυξη ικανοτήτων ταξινόμησης των συμπερασμάτων, σχεδιασμού διαγραμμάτων και στατιστικών πιτών
- Δημιουργία κλίματος συνεργασίας μεταξύ των μαθητών και μεταξύ δάσκαλου και μαθητών

### ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Οι μαθητές διαπιστώνουν με πειραματικές διαδικασίες την παρουσία κάποιων συστατικών του ατμοσφαιρικού αέρα της τροπόσφαιρας (οξυγόνο, υδρατμούς και διοξείδιο του άνθρακα). Με τη στατιστική επεξεργασία κάποιων πληροφοριών διαπιστώνουν τη δομή της ατμόσφαιρας και τα χαρακτηριστικά των στρωμάτων της (σύσταση, μεταβολή της θερμοκρασίας και της ατμοσφαιρική πίεσης συναρτήσει της απόστασης από την επιφάνεια της θάλασσας) και εξασκούνται στον σχεδιασμό διαγραμμάτων.

# ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

## 1<sup>η</sup> Διδακτική ενότητα

### ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

**ΟΜΑΔΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ:** ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΕΥΡΕΣΗΣ ΤΗΣ ΣΥΣΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΥ ΑΕΡΑ

#### Α ΠΕΙΡΑΜΑ

**ΥΛΙΚΑ:** Ένα κερί, αναπτήρας, ένα ποτήρι

**ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ:**

Ανάβουμε ένα κερί και πάνω του αναστρέφουμε ένα ποτήρι.

**ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ-ΔΙΑΠΙΣΤΩΣΕΙΣ:**

Τί παρατηρούμε έπειτα από λίγο χρονικό διάστημα;

.....

Μετά από συζήτηση με τα υπόλοιπα παιδιά της ομάδας σου να απαντήσεις στις ερωτήσεις:

Γιατί συνέβη αυτό;

.....

Ποιό συστατικό του ατμοσφαιρικού αέρα διαπιστώσατε με το πείραμα αυτό;

.....

#### Β ΠΕΙΡΑΜΑ

**ΥΛΙΚΑ:** Ασβεστόνερο διαυγές, καλαμάκι

**ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ**

Στο ποτήρι που περιέχει ασβεστόνερο φύσηξε με το καλαμάκι

**ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ-ΔΙΑΠΙΣΤΩΣΕΙΣ**

Τί παρατηρείς στο ασβεστόνερο που περιέχει το ποτήρι;

.....

Συζήτησε με τα άλλα παιδιά της ομάδας σου και γράψε τα συμπεράσματά σου για την αιτία που προκαλεί τη διαφορά που παρατηρείς στο ασβεστόνερο

.....  
.....

### Γ ΠΕΙΡΑΜΑ

ΥΛΙΚΑ: Ασβεστόνερο διαυγές, δυο ποτήρια, ένα κομμάτι γυαλί ή αλουμινόχαρτο  
ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Γεμίστε τα δυο ποτήρια με ασβεστόνερο. Σκεπάστε το ένα ποτήρι με γυαλί ή με αλουμινόχαρτο ώστε να εφαρμόζουν καλά στο στόμιο του ποτηριού και το άλλο ποτήρι αφήστε το ανοικτό. Ύστερα από 2-3 μέρες παρατηρήστε τα δυο ποτήρια.

### ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ-ΔΙΑΠΙΣΤΩΣΕΙΣ

Τί παρατηρείτε στο ασβεστόνερο των δυο ποτηριών;

Ποτήρι ξεσκεπάστο (με ανοικτό στόμιο).....

Ποτήρι σκεπασμένο (με κλεισμένο στόμιο).....

Συζήτησε με τα άλλα παιδιά της ομάδας σου και γράψε τα συμπεράσματά σου

α) Για την αιτία που προκαλεί τη διαφορά που παρατηρείς στο ασβεστόνερο των δυο ποτηριών

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

β) Για το συστατικό του ατμοσφαιρικού αέρα που διαπιστώθηκε με το παραπάνω πείραμα

.....

### Δ ΠΕΙΡΑΜΑ

ΥΛΙΚΑ: Ένα κλειστό μπουκάλι γεμάτο με νερό, πορτοκαλάδα ή άλλο υγρό, ψυγείο κυλικείου

### ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Ένα παιδί από κάθε ομάδα να βάλει ένα μπουκάλι με νερό στην κατάψυξη του ψυγείου του κυλικείου. Μισή ώρα αργότερα να βγάλετε το μπουκάλι με το νερό από την κατάψυξη και αμέσως να το σκουπίσετε με στεγνό πανί και να το μεταφέρετε στην ομάδα σας.

## ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ-ΔΙΑΠΙΣΤΩΣΕΙΣ

Τι παρατηρείτε στην εξωτερική επιφάνεια του μπουκαλιού μετά από λίγο;

.....

Μετά από συζήτηση με τα παιδιά της ομάδας σου να δικαιολογήσεις τις παρατηρήσεις σου για την εξωτερική επιφάνεια του μπουκαλιού.

.....

.....

## ΘΕΜΑ ΓΙΑ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Συζητήστε πρώτα στην ομάδα σας το θέμα: τι είναι ο ατμοσφαιρικός αέρας;

Γράψε το συμπέρασμα σας για την έννοια «ατμοσφαιρικός αέρας»

.....

.....

Ανακοινώστε τα συμπεράσματα της κάθε ομάδας στη τάξη.

**ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΠΙΣΤΩΣΗ ΤΗΣ ΔΟΜΗΣ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΩΝ ΣΤΡΩΜΑΤΩΝ ΤΗΣ**

Δίνεται ο παρακάτω πίνακας με κάποιες πληροφορίες για την ατμόσφαιρα.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1**

Στρώματα της ατμόσφαιρας	Ύψος (περίπου)	Θερμοκρασία	Ατμοσφαιρική πίεση	Σύσταση
τροπόσφαιρα	0-15 km	(+15)-(-60°C)	1atm- 1/100.000atm	Οξυγόνο (1%), άζωτο (78%), αργό και τα άλλα ευγενή αέρια (0.8%), διοξείδιο του άνθρακα (0.03%), υδρατμούς, οξείδια αζώτου και θείου (0.00003%), πολύ μικρές ποσότητες από όζον, μεθάνιο και άλλους υδρογονάνθρακες (της τάξης μεγέθους των $0.1 \cdot 10^{-6}$ %), σκόνη, γύρη λουλουδιών και άλλα αιωρούμενα σωματίδια
στρατόσφαιρα	15-20 km 20-60 km	-60 σταθερή (-60)-(-3)°C	1/600.000atm	Άζωτο (78%), οξυγόνο (1%), αργό, κρυπτό και τα υπόλοιπα ευγενή αέρια (0.8%), όζον (0.001%), οξείδια του αζώτου (0.00003%), και χλωροφθοράνθρακες ( $0.054 \cdot 10^{-6}$ %)
μεσόσφαιρα	60-85 km	(-3)-(-100)°C	περίπου 1/900.000atm	Άζωτο (78%), μικρές ποσότητες οξυγόνου (1%), ευγενή αέρια (0.8%), υδρογόνο (0.1%)
θερμόσφαιρα και τμήμα της η ιονόσφαιρα	85-600 km	(-100)- (+1500)°C	1/6.000.000atm	Οι μικρές ποσότητες κάποιων αερίων που υπάρχουν βρίσκονται σε μορφή ιόντων
εξώσφαιρα	Πάνω από 600 km	πάνω από 1500°C	Σχεδόν ανύπαρκτη	Ελάχιστα αέρια σε ιοντική κατάσταση

**ΖΗΤΕΙΤΑΙ:**

α) Χρησιμοποιώντας τις σχετικές πληροφορίες του Πίνακα 1 να σχεδιάσετε (κατ' εκτίμηση) στατιστικές πίτες με τα συστατικά των δυο πρώτων στρωμάτων της ατμόσφαιρας δηλαδή της τροπόσφαιρας και της στρατόσφαιρας.

β) Χρησιμοποιώντας τις πληροφορίες του Πίνακα 1 για τις αποστάσεις και τις θερμοκρασίες των (κατά προσέγγιση) ορίων του κάθε στρώματος να σχεδιάσετε ένα διάγραμμα της μεταβολής της θερμοκρασίας με την αύξηση του ύψους από την επιφάνεια της θάλασσας για όλα τα στρώματα της ατμόσφαιρας.

γ) Χρησιμοποιώντας τις πληροφορίες του Πίνακα 1 για τις αποστάσεις και τις τιμές της ατμοσφαιρικής πίεσης των (κατά προσέγγιση) ορίων του κάθε στρώματος να σχεδιάσετε ένα διάγραμμα της μεταβολής της ατμοσφαιρικής πίεσης με την αύξηση του ύψους από την επιφάνεια της θάλασσας για όλα τα στρώματα της ατμόσφαιρας.



## 2<sup>η</sup> ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ: Μελέτη των μηχανισμών κίνησης των αερίων στην ατμόσφαιρα, των μηχανισμών δημιουργίας των ανέμων και πειραματική διαπίστωση της πορείας των αερίων μαζών μεταξύ δυο περιοχών με διαφορά θερμοκρασίας

### ΣΤΟΧΟΙ:

- Κατανόηση των μηχανισμών κίνησης των αερίων στην ατμόσφαιρα.  
Αναλυτικότερα:
  - α) Κατανόηση της διάχυσης
  - β) Διαπίστωση της πορείας αερίων μαζών μεταξύ δυο περιοχών με διαφορά θερμοκρασίας
  - γ) Κατανόηση των μηχανισμών δημιουργίας κατακόρυφων κινήσεων (ανοδικών και καθοδικών ρευμάτων) σε ρευστά και ειδικότερα των αέριων μαζών
  - δ) Κατανόηση των μηχανισμών δημιουργίας των οριζόντιων κινήσεων των ρευστών και ειδικότερα των αερίων μαζών (ανέμων)

### ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Οι μαθητές/ριες διαπιστώνουν με πειραματικές διαδικασίες τη διάχυση που είναι ο βασικός μηχανισμός κίνησης των αερίων στην ατμόσφαιρα. Με δυο πειράματα τα παιδιά παρατηρούν οπτικά τις τέσσερις φάσεις της κυκλικής κίνησης των υγρών και αέριων μαζών μεταξύ δυο περιοχών που βρίσκονται σε διαφορετικές θερμοκρασίες.

Το ένα από αυτά τα πειράματα αφορά στην κυκλική πορεία μιας μικρής μύτης μολυβιού μέσα σε νερό που θερμαίνεται, οπότε τα παιδιά πρέπει να κάνουν την μεταφορική σύνδεση της κίνησης αυτής από υγρό σε αέριο προκειμένου να ερμηνεύσουν τις κατακόρυφες (ανοδικά και καθοδικά ρεύματα αέρα) και οριζόντιες κινήσεις των αερίων μαζών (ανέμους). Το άλλο πείραμα αφορά στην κυκλική κίνηση καπνού μεταξύ δυο περιοχών που βρίσκονταν σε μικρή απόσταση και διαφορετική θερμοκρασία.

## ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

### 2<sup>η</sup> Διδακτική ενότητα

#### ΚΙΝΗΣΗ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ-ΑΝΕΜΟΙ

**ΟΜΑΔΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ:** ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΔΙΑΠΙΣΤΩΣΗΣ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΙΣΜΩΝ ΚΙΝΗΣΗΣ ΤΩΝ ΡΕΥΣΤΩΝ (ΥΓΡΩΝ ΚΑΙ ΑΕΡΙΩΝ)

##### Α ΠΕΙΡΑΜΑ

**ΥΛΙΚΑ:** μπουκάλι με οινόπνευμα

**ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ:**

Ανοίγουμε το μπουκάλι με το οινόπνευμα στο κέντρο της τάξης. Τα τέσσερα παιδιά της κάθε ομάδας μοιράζονται στα τέσσερα άκρα της αίθουσας. Λίγα λεπτά αφού ανοίξει το μπουκάλι με το οινόπνευμα τους ζητείται να επιστρέψουν στα θρανία και να σημειώσουν τις παρατηρήσεις τους

**ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ-ΔΙΑΠΙΣΤΩΣΕΙΣ:**

Τί διαπιστώσατε (με τις αισθήσεις σας εκτός της όρασης) μετά το άνοιγμα του μπουκαλιού;

.....

**ΘΕΜΑ ΓΙΑ ΣΥΖΗΤΗΣΗ:**

Έπειτα από συζήτηση με τα άλλα παιδιά της ομάδας σου να γράψεις τα συμπεράσματά σου για το εξής θέμα: Πώς νομίζεις ότι μεταφέρεται η μυρωδιά του οίνοπνεύματος σε όλη την αίθουσα;

.....

.....

.....

Η κάθε ομάδα να ανακοινώσει τα συμπεράσματά της στη τάξη

##### Β ΠΕΙΡΑΜΑ

**ΥΛΙΚΑ:** Ποτήρι ζέσεως, νερό, camping gas, πλέγμα αμιάντου, αναπτήρας, μικρές και λεπτές μύτες μηχανικού μολυβιού.

### ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ:

Θερμαίνουμε μια ποσότητα νερού που μέσα της έχουμε ρίξει μικρές, λεπτές μύτες του μηχανικού μολυβιού και παρατηρούμε την πορεία τους μέσα στο νερό

### ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ-ΔΙΑΠΙΣΤΩΣΕΙΣ

Να σχεδιάσεις την πορεία κάθε μύτης του μολυβιού

Ποιές είναι οι φάσεις της κίνησης που κάνει η μύτη του μολυβιού μέσα στο νερό;

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

Γιατί κινείται έτσι; Συζήτησε με τα άλλα παιδιά της ομάδας σου και δικαιολόγησε χωριστά τη κάθε φάση της κίνησης αυτής της μύτης του μολυβιού

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

### Γ ΠΕΙΡΑΜΑ

ΥΛΙΚΑ: σπέρτα, παγάκι, παραλληλόγραμμο γυάλινο δοχείο με το καπάκι του, κερι, τσιγάρο

### ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Τοποθετούμε μέσα στο δοχείο στο ένα άκρο του το κερι αναμμένο και στο άλλο άκρο το παγάκι. Ανάβουμε το τσιγάρο και το τοποθετούμε κοντά στο αναμμένο κερι.

Μισοκλείνουμε το καπάκι και παρατηρούμε την πορεία του καπνού που παράγεται από το τσιγάρο που καίγεται.

#### ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ-ΔΙΑΠΙΣΤΩΣΕΙΣ

Να σχεδιάσεις ένα σχήμα που να δείχνει την πορεία του καπνού

Ποιές είναι οι φάσεις της κίνησης που κάνει ο καπνός μέσα στο δοχείο;

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

Γιατί κινείται έτσι; Συζήτησε με τα άλλα παιδιά της ομάδας σου και δικαιολόγησε χωριστά τη κάθε φάση της κίνησης αυτής του καπνού

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

#### ΘΕΜΑ ΓΙΑ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Συζήτησε με τα παιδιά της ομάδας σου τις απόψεις σας για τις κινήσεις που παρατηρήσατε στα δυο προηγούμενα πειράματα (μύτη του μολυβιού μέσα στο νερό και καπνός) και σημειώστε τα συμπεράσματα στα οποία καταλήξατε για τους μηχανισμούς κίνησης των αερίων μαζών (πώς δημιουργείται η κίνηση) σε κατακόρυφη και οριζόντια διεύθυνση.

Κατακόρυφη διεύθυνση:.....

.....

Οριζόντια διεύθυνση:.....

.....

.....

Η κάθε ομάδα να ανακοινώσει τα συμπεράσματά της στην τάξη

### 3<sup>η</sup> ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ: Μελέτη του καιρού. Μετρήσεις των παραμέτρων του

#### ΣΤΟΧΟΙ:

- Διαπίστωση του βραχύχρονου χαρακτήρα του καιρού
- Διαπίστωση των παραμέτρων του καιρού
- Σαφής προσδιορισμός της έννοιας «καιρός»
- Εξοικείωση των μαθητών/ριών με μετρήσεις
- Εξοικείωση των μαθητών/ριών με τη χρήση του διαδικτύου για τη συλλογή πληροφοριών

#### ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Οι μαθητές/ριες λειτουργούν ως ερευνητές μετρώντας και καταγράφοντας καθημερινά τις τιμές των παραμέτρων του καιρού αλλά και συλλέγοντας πληροφορίες για τον καιρό από το διαδίκτυο.

## ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

### 3<sup>η</sup> Διδακτική ενότητα

#### ΚΑΙΡΟΣ-ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΤΟΥ ΚΑΙΡΟΥ

##### ΟΜΑΔΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

Οι ομάδες ανά δυο (8 παιδιά κάθε φορά) αυτές που ορίζονται για τις αντίστοιχες ημερομηνίες στον πίνακα ανακοινώσεων της τάξης σας, αλλάζοντας ανά εβδομάδα θα παίρνετε καθημερινά μετρήσεις των χαρακτηριστικών του καιρού στο τρίτο διάλλειμα (στις 12. 15) και θα κρατάτε ημερολόγιο που θα το δώσετε στο τέλος της εβδομάδας στην επόμενη ομάδα που σας διαδέχεται.

Ομάδα 1: Μετρήστε καθημερινά για μια βδομάδα

- Τη θερμοκρασία και την υγρασία με το ηλεκτρονικό θερμόμετρο-υγρόμετρο
- Το ύψος βροχής με το βροχόμετρο (τα όργανα αυτά βρίσκονται στο γραφείο των καθηγητών)
- Μετρήστε κατ' εκτίμηση τη διεύθυνση και τη ταχύτητα του ανέμου: α) για μεν τη διεύθυνση του ανέμου παρατηρώντας τη διεύθυνση που κλίνει η κορυφή του ψηλού δέντρου που είναι στην αυλή του σχολείου και βρίσκοντας τον προσανατολισμό της με τη βοήθεια της πυξίδας που έχετε στη διάθεσή σας και β) για τη ταχύτητα του ανέμου από τις παρατηρήσεις σας στα δέντρα της αυλής του σχολείου ή τη σημαία του σχολείου συγκρίνοντάς τες με το πίνακα που έχετε στη διάθεσή σας και που δίνει τα αποτελέσματα των ανέμων για διάφορες τιμές της ταχύτητάς του στη στεριά.
- Εκτιμήστε επίσης τη νέφωση συγκρίνοντας τις παρατηρήσεις σας με τις εικόνες που έχετε στη διάθεσή σας και δείχνουν τα διάφορα είδη νεφώσεων.

Σημειώστε τις μετρήσεις/εκτιμήσεις σας στο ημερολόγιο που θα φτάξετε μόνοι σας σε μεγάλο χαρτόνι όμοια με το παρακάτω υπόδειγμα

Ημερομηνία	Ώρα παρατήρησης	Θερμοκρασία	Υγρασία	Κατάσταση ουρανού	Άνεμος (διεύθυνση, ταχύτητα κατ' εκτίμηση)	Ύψος βροχής σε mm

Ομάδα 2: Την ίδια ώρα με την πρώτη ομάδα (τρίτο διάλειμμα, 12.15) να πάτε στο εργαστήριο των Η/Υ και να μπειτε στο INTERNET στη διεύθυνση <http://www.yahoo.com/> info, click στο weather, click στο Mediterranean, click στο Greece, click στο Volos, click στο C?

Παίρνετε πληροφορίες από την ιστοσελίδα για: α) τη θερμοκρασία, β) την υγρασία, γ) τη βροχόπτωση, δ) τη κατάσταση του ουρανού (νέφωση), ε) την ατμοσφαιρική πίεση και στ) τη διεύθυνση και την ταχύτητα του ανέμου.

Κρατάτε ημερολόγιο στο excel με τις πληροφορίες από το διαδίκτυο.

Παραδώστε στο τέλος της εβδομάδας τα δεδομένα σας στις επόμενες ομάδες που αναγράφονται στον πίνακα ανακοινώσεων ότι σας διαδέχονται.

## 4<sup>η</sup> ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ: Μελέτη του μικροκλίματος του Βόλου.

### ΣΤΟΧΟΙ:

- Διαπίστωση του στατιστικού χαρακτήρα του κλίματος
- Διαπίστωση των παραμέτρων του κλίματος
- Διαπίστωση των παραγόντων που διαμορφώνουν το κλίμα
- Σαφής προσδιορισμός της έννοιας «κλίμα»
- Εξοικείωση των μαθητών/ριών με στατιστική επεξεργασία δεδομένων
- Εξοικείωση των μαθητών/ριών με τη χρήση του προγράμματος excel για τη στατιστική επεξεργασία δεδομένων

### ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Οι μαθητές/ριες λειτουργούν ως ερευνητές επεξεργαζόμενοι με τη βοήθεια των μαθηματικών και του Η/Υ τις μετρήσεις των παραμέτρων του καιρού προκειμένου να κατανοήσουν τον στατιστικό χαρακτήρα του κλίματος και τις παραμέτρους του.



# ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

## 4<sup>η</sup> Διδακτική ενότητα

### ΚΛΙΜΑ-ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΤΟΥ ΚΛΙΜΑΤΟΣ

#### ΟΜΑΔΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

Κάθε ομάδα από τα αντίγραφα των μετρήσεων για τις παραμέτρους του καιρού που έχετε συγκεντρώσει όλους αυτούς τους μήνες να κάνει τις εξής εργασίες:

**Α ΕΡΓΑΣΙΑ: ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ ΤΗΣ ΜΕΣΗΣ ΜΗΝΙΑΙΑΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΥΓΡΑΣΙΑΣ, ΤΩΝ ΜΗΝΙΑΙΩΝ ΜΕΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ**

#### 1<sup>ος</sup> τρόπος

Να βρείτε ανατρέχοντας στις γνώσεις σας από τα μαθηματικά:

τις μέγιστες και ελάχιστες τιμές καθώς και τις μέσες μηνιαίες τιμές της θερμοκρασίας και της υγρασίας από τις μετρήσεις που έχετε για κάθε μήνα και να συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα

Μήνας/αποτελέσματα στατιστικής επεξεργασίας	Μέγιστη θερμοκρασία	Ελάχιστη θερμοκρασία	Μέση θερμοκρασία	Μέγιστη υγρασία	Ελάχιστη υγρασία	Μέση υγρασία
Δεκέμβριος						
Ιανουάριος						
Φεβρουάριος						
Μάρτιος						
Απρίλιος						

Με τα δεδομένα αυτά που έχετε να σχεδιάσετε σε χαρτί μιλιμετρέ δυο διαγράμματα: ένα για τη διακύμανση της μέσης μηνιαίας τιμής της θερμοκρασίας και ένα δεύτερο για τη διακύμανση της μέσης μηνιαίας τιμής της υγρασίας και σημειώστε σ' αυτά τις μέγιστες μηνιαίες τιμές των αντίστοιχων μεγεθών και τις ελάχιστες. Επισυνάψτε στο φύλλο εργασίας τις γραφικές παραστάσεις που σχεδιάσατε για τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας και υγρασίας.

## 2<sup>ος</sup> τρόπος

Στο εργαστήριο των Η/Υ στους 5 υπολογιστές (έναν για κάθε ομάδα) έχουν αποθηκευθεί στη βάση δεδομένων του excel, από εσάς τους ίδιους τα δεδομένα των πληροφοριών που πήρατε από το διαδίκτυο για τις παραμέτρους του καιρού. Χρησιμοποιώντας τις γνώσεις σας για το πρόγραμμα αυτό στατιστικής επεξεργασίας να βρείτε αντίστοιχα τις μέγιστες, τις ελάχιστες και τις μέσες μηνιαίες τιμές της θερμοκρασίας και της υγρασίας και να σχεδιάσετε τη διακύμανση των μέσων μηνιαίων τιμών της θερμοκρασίας και της υγρασίας για τους πέντε μήνες των μετρήσεων. Εκτυπώστε και επισυνάψτε στο φύλλο εργασίας της ομάδας σας τις γραφικές παραστάσεις για τη διακύμανση της θερμοκρασίας και της υγρασίας.

## ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ-ΔΙΑΠΙΣΤΩΣΕΙΣ

Συγκρίνετε τα δυο διαγράμματα της διακύμανσης της μέσης θερμοκρασίας και τα δυο διαγράμματα της διακύμανσης της μέσης υγρασίας που έχετε σχεδιάσει με τις δυο μεθόδους.

Συζητείστε με τα υπόλοιπα παιδιά της ομάδας σας και σημειώστε τις παρατηρήσεις σας για τις διακυμάνσεις των δυο αυτών μεγεθών καθώς και για τις τιμές των μεγίστων και των ελαχίστων

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

Υπάρχουν διαφορές; Αν ναι που οφείλονται αυτές;

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

## Β ΕΡΓΑΣΙΑ: ΕΥΡΕΣΗ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΜΗΝΙΑΙΟΥ ΥΨΟΥΣ ΒΡΟΧΗΣ, ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ ΤΟΥ

## 1<sup>ος</sup> τρόπος

Να βρείτε το συνολικό ύψος βροχόπτωσης για κάθε μήνα και να συμπληρώσετε τον πίνακα:

Μήνας/συνολικό ύψος βροχής σε mm	Συνολικό ύψος βροχής σε mm
Δεκέμβριος	
Ιανουάριος	
Φεβρουάριος	
Μάρτιος	
Απρίλιος	

Με τα δεδομένα αυτά, ανατρέχοντας στις γνώσεις σας από τα μαθηματικά να σχεδιάσετε σε χαρτί μιλιμετρέ ραβογράμματα για το συνολικό ύψος βροχής ανά μήνα. Επισυνάψτε τα ραβογράμματα στο φύλλο εργασίας.

### ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ-ΔΙΑΠΙΣΤΩΣΕΙΣ

Τι παρατηρείτε;

.....

Συζητείστε με τα υπόλοιπα παιδιά της ομάδας σας και γράψτε τα συμπεράσματά σας για τις βροχοπτώσεις στο χρονικό διάστημα των πέντε μηνών

.....

.....

### Γ ΕΡΓΑΣΙΑ: ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΕΠΙΚΡΑΤΟΥΝΤΩΝ ΑΝΕΜΩΝ

#### 1<sup>ος</sup> τρόπος

Από τα δεδομένα που έχετε συγκεντρώσει για τη διεύθυνση και την ταχύτητα των ανέμων να βρείτε χρησιμοποιώντας τις γνώσεις σας από τα μαθηματικά, τη συχνότητα εμφάνισης κάθε κατεύθυνσης των ανέμων και τη μέση τιμή της ταχύτητάς τους για κάθε μήνα. Να συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα

Μήνας/χαρακτηριστικά ανέμων	Συχνότητα εμφανιζόμενης διεύθυνσης ανέμου και μέση ταχύτητα ανά διεύθυνση								Άπνοια
	Βόρεια (N)	Βορειοανατολική (NE)	Ανατολική (E)	Νοτιοανατολική (SE)	Νότια (S)	Νοτιοδυτική (SW)	Δυτική (W)	Βορειοδυτική (NW)	

Από τα δεδομένα που έχετε για τη συχνότητα της εμφανιζόμενης διεύθυνσης για τον κάθε μήνα να σχεδιάσετε σε χαρτί μιλιμετρέ ανεμολόγια για τον κάθε μήνα όπου σημειώνουμε με εντονότερη ή χρωματιστή γραμμή τη συχνότητα εμφάνισης ανέμων στις διάφορες κατευθύνσεις στη διάρκεια του μήνα στον οποίο αναφέρεται το ανεμολόγιο. Επισυνάψτε τα ανεμολόγια που σχεδιάσατε στο φύλλο εργασίας.

**ΣΗΜΕΙΩΣΗ:** Το ανεμολόγιο δείχνει γραφικά τη συχνότητα εμφάνισης των ανέμων σε κάθε διεύθυνση. Για να σχεδιάσουμε το ανεμολόγιο του κάθε μήνα σε χαρτί μιλιμετρέ σχεδιάζουμε κύκλο με ακτίνα της επιλογής μας π.χ 1 εκατοστό. Αυτή αντιπροσωπεύει τη συχνότητα 30 ημερών διαρκούς εμφάνισης των ανέμων σε μια διεύθυνση και ανάλογα ρυθμίζουμε την κλίμακα (όπως έχετε μάθει στα μαθηματικά). Χωρίζουμε τον κύκλο σε 8 ίσα τόξα σε καθένα από τα οποία σημειώνουμε τις διευθύνσεις του ορίζοντα (N για τον βορρά, στο πάνω μέρος του κατακόρυφου άξονα, S για το νότο, E για την ανατολή στο δεξιό άκρο του οριζόντιου άξονα, W για τη δύση, NE για την βορειοανατολική διεύθυνση, NW για τη βορειοδυτική, SE για την νοτιοανατολική και SW για τη νοτιοδυτική διεύθυνση).

#### ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ-ΔΙΑΠΙΣΤΩΣΕΙΣ

Από τα πέντε ανεμολόγια που σχεδιάσατε σε τι συμπέρασμα καταλήγετε σχετικά με τη διεύθυνση των επικρατούντων ανέμων για κάθε μήνα;

Σημειώστε τα συμπεράσματα που καταλήγετε έπειτα από τη συζήτηση με τα υπόλοιπα παιδιά της ομάδας σας

.....  
.....

ποιά είναι κατά την άποψή σας γενικά η επικρατέστερη διεύθυνση των ανέμων στο Βόλο στο χώρο των μετρήσεων σας;

.....  
.....

ποιοί παράγοντες κατά την άποψή σου συνετέλεσαν στο να επικρατεί κάποια συγκεκριμένη κατεύθυνση ανέμων; αιτιολόγησε την άποψή σου

.....  
.....

#### ΘΕΜΑ ΓΙΑ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Συζητείστε μεταξύ σας, τα παιδιά της κάθε ομάδας, τα συμπεράσματα στα οποία καταλήξατε από τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων που είχατε για τη

θερμοκρασία, την υγρασία, το ύψος βροχής και τους επικρατούντες ανέμους. Γράψτε τα συμπεράσματα της ομάδας σας/απαντήσεις σας στα εξής ερωτήματα:

Ποιοί είναι οι παράγοντες που επηρέασαν τα αποτελέσματα των μεγεθών που επεξεργαστήκατε στατιστικά;

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

Ποιοί είναι οι βασικότεροι παράμετροι του κλίματος;

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

Μπορούμε με τα όσα γνωρίζουμε για τους πέντε μήνες των μετρήσεών μας να γνωρίζουμε για το μικροκλίμα του Βόλου; (ναι ή όχι;) δικαιολογήστε την απάντησή σας

.....  
.....

Πώς ορίζεται το «κλίμα μιας περιοχής;»

.....  
.....

Η κάθε ομάδα να ανακοινώσει στην τάξη τα συμπεράσματά της σχετικά με το κλίμα, για να συζητηθούν.



# **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3**

## **Β' ΜΕΡΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ**

### **ΓΡΑΠΤΟ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΑΝΟΙΚΤΟΥ ΤΥΠΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ**

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΑΝΤΙΛΗΨΕΩΝ ΤΩΝ ΠΑΙΔΙΩΝ ΤΩΝ ΔΥΟ  
ΟΜΑΔΩΝ (ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΟΜΑΔΑ ΚΑΙ ΟΜΑΔΑ ΕΛΕΓΧΟΥ) ΓΙΑ  
ΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ, ΤΗ ΚΙΝΗΣΗ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΜΕΣΑ Σ' ΑΥΤΗ,  
ΤΟΝ ΚΑΙΡΟ ΚΑΙ ΤΟ ΚΛΙΜΑ ΠΡΙΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΤΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ  
ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ**

## **Παρατήρηση για το αρχικό και τελικό ερωτηματολόγιο του Β' μέρους της έρευνας**

Οι ερωτήσεις που τέθηκαν στα παιδιά πριν και μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις στην πειραματική ομάδα των παιδιών και στην ομάδα ελέγχου και αφορούν στη διερεύνηση των αντιλήψεών τους για τα θέματα που αποτέλεσαν το περιεχόμενο των διδακτικών αυτών παρεμβάσεων προσδιορίζονται κατά διδακτική παρέμβαση ως εξής:

Θεματικό περιεχόμενο 1<sup>ης</sup> διδακτικής παρέμβασης:

**ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ**

Ερώτηση 1 έως ερώτηση 4

Θεματικό περιεχόμενο 2<sup>ης</sup> διδακτικής παρέμβασης:

**ΚΙΝΗΣΗ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ-ΑΝΕΜΟΣ**

Ερώτηση 5 έως ερώτηση 6

Θεματικό περιεχόμενο 3<sup>ης</sup> διδακτικής παρέμβασης:

**ΚΑΙΡΟΣ**

Ερώτηση 7

Θεματικό περιεχόμενο 4<sup>ης</sup> διδακτικής παρέμβασης:

**ΚΛΙΜΑ**

Ερώτηση 8



## ΑΡΧΙΚΟ ΚΑΙ ΤΕΛΙΚΟ ΓΡΑΠΤΟ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

1) Λέμε ότι η ατμόσφαιρα της γης χωρίζεται σε στρώματα. Ποια είναι τα στρώματα της ατμόσφαιρας; Να τα αναφέρεις με τη σειρά που τα συναντάμε καθώς ανεβαίνουμε όλο και πιο ψηλά στην ατμόσφαιρα

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

2) Τί είναι κατά την άποψή σου ο ατμοσφαιρικός αέρας;

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

3) Ποιά είναι τα συστατικά του ατμοσφαιρικού αέρα των δυο πρώτων στρωμάτων (αρχίζοντας από την επιφάνεια της γης), της ατμόσφαιρας; Να συμπληρώσεις τις δυο στήλες με τις απαντήσεις σου

ΟΝΟΜΑ ΣΤΡΩΜΑΤΟΣ	ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ

4) Πώς μεταβάλλεται η θερμοκρασία και πώς η ατμοσφαιρική πίεση όσο απομακρυνόμαστε από την επιφάνεια της θάλασσας;

Να συμπληρώσεις τις τρεις στήλες με τις απαντήσεις σου

ΟΝΟΜΑ ΣΤΡΩΜΑΤΟΣ	Όσο πιο ψηλά ανεβαίνουμε η θερμοκρασία (αυξάνει ή ελαττώνεται ή μένει σταθερή)	Όσο πιο ψηλά ανεβαίνουμε η ατμοσφαιρική πίεση (αυξάνει ή ελαττώνεται ή μένει σταθερή)

5) Τί είναι ο άνεμος και πώς δημιουργείται;

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6) Πού οφείλεται η κίνηση των αερίων μέσα στην ατμόσφαιρα; Να σχεδιάσεις και να ερμηνεύσεις μια-μια όλες τις φάσεις της κίνησης των αερίων μαζών μεταξύ δυο γειτονικών περιοχών που έχουν διαφορετική θερμοκρασία.

Σχέδιο

Ερμηνεία

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

7) Τι είναι «καιρός» και πώς τον προσδιορίζουμε;

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

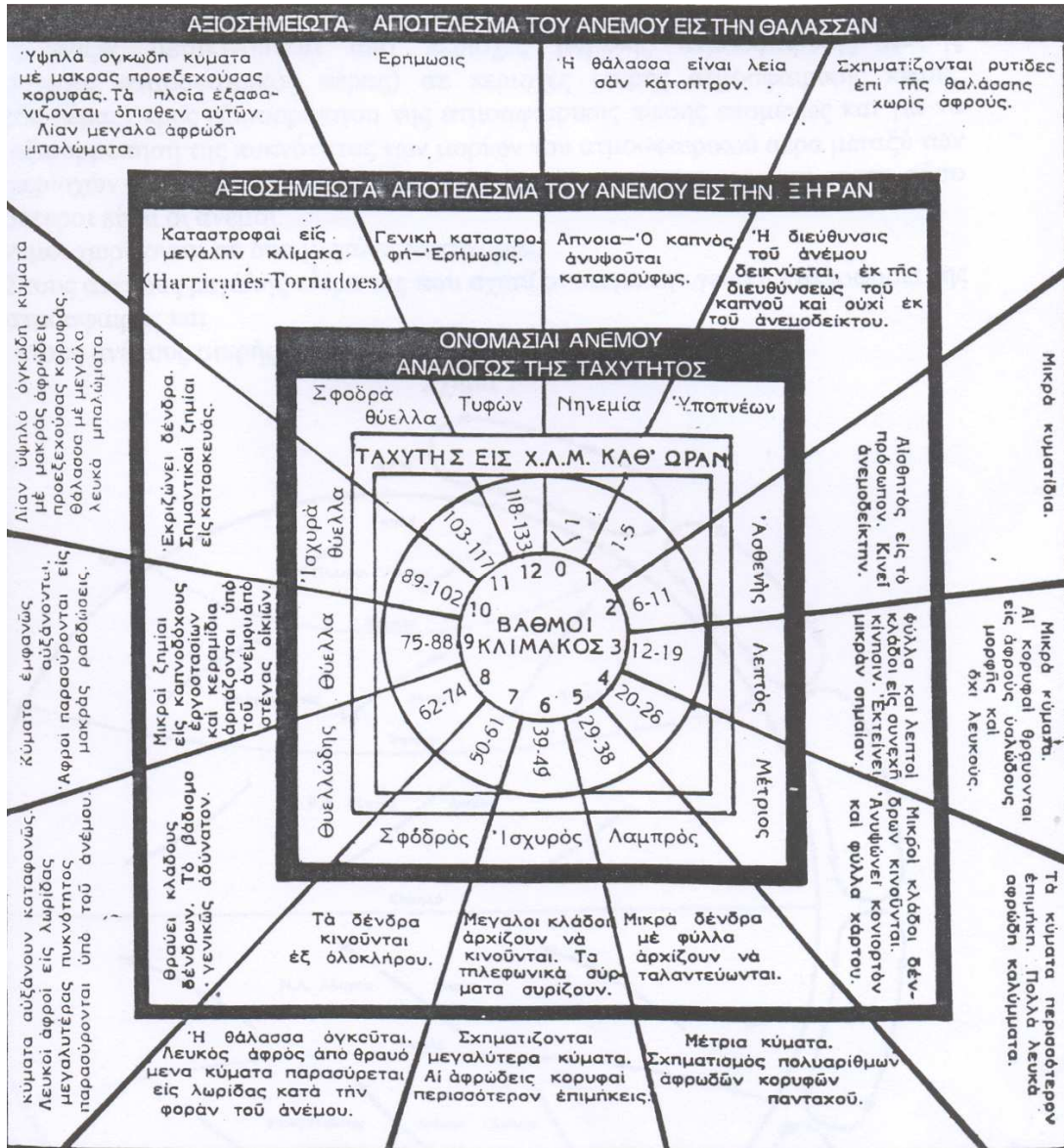
8) Τι είναι «κλίμα» μιας περιοχής και πώς το προσδιορίζουμε;

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



# **ΤΑ ΥΛΙΚΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΟΥ ΚΑΙΡΟΥ**

## ΑΝΕΜΟΜΕΤΡΙΚΗ ΚΛΙΜΑΚΑ ΜΠΩΦΟΡ (Από Μακρή, 1991)



Φωτογραφίες νεφών (Από Κασμίδη, 1994)



*Cirrus uncinus radiatus*

$C_H = 1$



*Cirrostratus fibratus*

$C_H = 8$



*Cirrocumulus*

$C_H = 9$



*Altocumulus statiformis perucidus undulatus*  $C_M = 5$



*Altostratus opacus* *ni* *Nimbostratus*.  $C_M = 2$



*Cumulus humilis* *ni* *Cumulus fractus*  $C_L = 1$





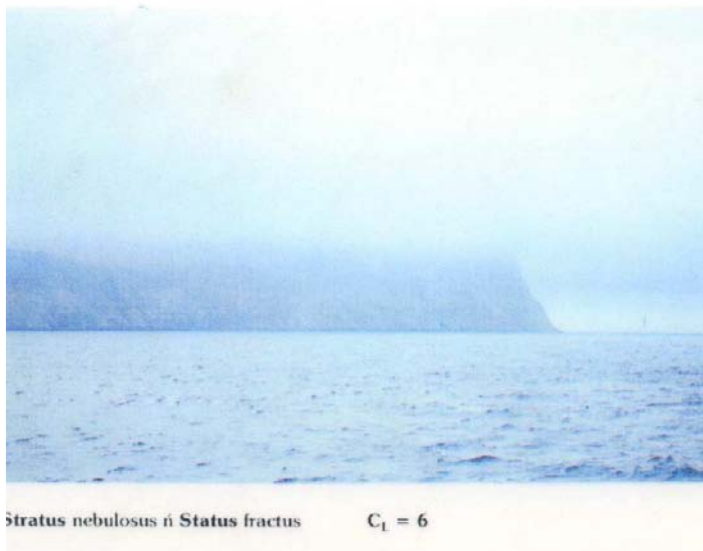
**Cumulonimbus calvus**

$C_1 = 3$



**Stratocumulus stratiformis translucidus**

$C_1 = 5$



**Stratus nebulosus** n **Stratus fractus**

$C_1 = 6$



Ηλεκτρονικό θερμόμετρο και υγρόμετρο



βροχόμετρο