



**Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας**

**Σχολή Επιστημών του Ανθρώπου**

**Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης**

*«Αξιοποίηση και αξιολόγηση του εκπαιδευτικού λογισμικού  
«ΦΥΣΙΚΑ Ε-ΣΤ» στη διδασκαλία του αναπνευστικού συστήματος  
για τη Στ' τάξη του Δημοτικού Σχολείου: η εξέλιξη των αντιλήψεων  
των μαθητών/-τριών σε ένα σύγχρονο μαθησιακό περιβάλλον  
κοινωνικο-εποικοδομητικού τύπου και σε ένα συμβατικό  
περιβάλλον μάθησης».*



Πτυχιακή Εργασία

**Μαρία-Ραφαέλα Τζιουβάρα**

ΑΜ: 0107086

Επιβλέποντες:

Βασιλική Πιλάτου

Χαράλαμπος Καραγιαννίδης

Βόλος, Ιούνιος 2011

## Ευχαριστίες

Ολοκληρώνοντας την πτυχιακή μου εργασία, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την καθηγήτρια του Π.Τ.Δ.Ε. του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας κα. Βασιλική Πιλάτου που ήταν η επιβλέπουσα της εργασίας για την άψογη συνεργασία, τη σημαντική καθοδήγηση και την υποστήριξη που μου παρείχε στη διάρκεια της έρευνας.

Θα ήθελα ακόμη να ευχαριστήσω τον δεύτερο επιβλέποντα της πτυχιακής μου εργασίας κ. Χαράλαμπο Καραγιαννίδη του τμήματος Ειδικής Αγωγής για την υποστήριξη και την ουσιαστική συμβολή του στην ολοκλήρωση της πτυχιακής μου εργασίας.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τη συνάδελφο και σημαντική βοηθό της έρευνας, Στυλιανή Γίδαρη για την πολύτιμη βοήθειά της στη διεξαγωγή και ολοκλήρωση της έρευνας.

Ευχαριστώ, τέλος τους εκπαιδευτικούς Βασίλειο Θεοχάρη (Διευθυντή του 6<sup>ου</sup> Δημοτικού Σχολείου Κατερίνης), Ιωάννη Δημητριάδη (δάσκαλο του 6<sup>ου</sup> Δημοτικού Σχολείου Κατερίνης), Βάγια Κοκαρίδα (δασκάλα του 6<sup>ου</sup> Δημοτικού Σχολείου Κατερίνης) και τους μαθητές των Στ'1 και Στ'2 τμημάτων του 6<sup>ου</sup> Δημοτικού Σχολείου Κατερίνης χωρίς τη συμμετοχή των οποίων δε θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί η παρούσα εργασία.

## Περίληψη

Στην εποχή μας η δυνατότητα του ηλεκτρονικού υπολογιστή για προσομοίωση πραγματικών καταστάσεων και μοντελοποίηση εναλλακτικών κόσμων, είναι ιδιαίτερα σημαντική για τη διδασκαλία εννοιών των Φυσικών Επιστημών για τις οποίες οι μαθητές/-τριες δεν μπορούν να έχουν άμεση εμπειρία. Η παρούσα εργασία αξιολογεί την αποτελεσματικότητα της χρήσης του εκπαιδευτικού λογισμικού «ΦΥΣΙΚΑ Ε-ΣΤ», του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου στη διδασκαλία του αναπνευστικού συστήματος σε μαθητές/-τριες της ΣΤ' τάξης του Δημοτικού Σχολείου. Πραγματοποιήθηκε μια πειραματική έρευνα, στην οποία συμμετείχαν δυο ομάδες, η πειραματική (20 μαθητές/-τριες) και η ομάδα ελέγχου (19 μαθητές/-τριες). Πριν από τη διεξαγωγή της διδασκαλίας, χορηγήθηκε και στις δυο ομάδες ερωτηματολόγιο με στόχο τη διερεύνηση των αρχικών αντιλήψεων των μαθητών/-τριών σχετικά με τη δομή και λειτουργία του αναπνευστικού συστήματος. Στη συνέχεια, στην Πειραματική Ομάδα και αφού λήφθηκαν υπόψη οι αρχικές ιδέες των παιδιών, πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση μέσα σε ένα τεχνολογικά εμπλουτισμένο και ομαδοσυνεργατικό περιβάλλον μάθησης με τη χρήση του λογισμικού «ΦΥΣΙΚΑ Ε-ΣΤ». Η Ομάδα Ελέγχου διδάχθηκε την ίδια ενότητα με την παραδοσιακή μέθοδο διδασκαλίας. Μετά την παρέμβαση χορηγήθηκε και στις δυο ομάδες τελικό ερωτηματολόγιο, ίδιο με το αρχικό. Τα αποτελέσματα της σύγκρισης μεταξύ του αρχικού και τελικού ερωτηματολογίου έδειξαν σημαντική υπεροχή των μαθητών/-τριών της Πειραματικής Ομάδας ως προς την εξέλιξη των αρχικών τους αντιλήψεων, έναντι των μαθητών/-τριών της Ομάδας Ελέγχου. Τα ευρήματα της έρευνας υποδεικνύουν ότι ένα μαθησιακό περιβάλλον εποικοδομητικού και συνεργατικού τύπου, το οποίο υποστηρίζεται τεχνολογικά από προσομοιώσεις φυσικών φαινομένων και οπτικές αναπαραστάσεις, θα μπορούσε να ενισχύσει τους μαθητές στην οικοδόμηση της νέας γνώσης, αντιδιαστέλλοντάς την με τις αρχικές τους εναλλακτικές ιδέες.

**Λέξεις Κλειδιά:** Εποικοδομητισμός, αναπνευστικό σύστημα, ομαδοσυνεργατικό περιβάλλον μάθησης, εξέλιξη των αντιλήψεων

## Πίνακας Περιεχομένων

<b>1.</b>	<b>Εισαγωγή</b> .....	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>Επισκόπηση της Βιβλιογραφίας</b> .....	<b>4</b>
	Ανασκόπηση των Ιδεών των Μαθητών/-τριών για το Εσωτερικό του	
	Ανθρώπινου Σώματος .....	5
	Ανασκόπηση των Ιδεών των Μαθητών/-τριών για το Αναπνευστικό	
	Σύστημα .....	7
<b>3.</b>	<b>Θεωρητικό Πλαίσιο της Διδακτικής Παρέμβασης</b> .....	<b>11</b>
	Διδακτικές Προσεγγίσεις στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών .....	11
	Κοινωνικός Εποικοδομητισμός - Ομαδοσυνεργατική Μάθηση .....	12
	Η Ομαδοσυνεργατική Μάθηση με τη Χρήση των ΤΠΕ .....	13
	Η Αξιοποίηση του Υπολογιστή από τη Γνωστική και Εποικοδομητική	
	Θεωρία .....	14
	Πλεονεκτήματα στην Κατανόηση Εννοιών και Φαινομένων των	
	Φυσικών Επιστημών με τη χρήση Ηλεκτρονικού Υπολογιστή .....	15
	Η Αξιολόγηση των Εκπαιδευτικών Λογισμικών .....	18
	Το Λογισμικό του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου «Ερευνά το φυσικό	
	κόσμο» (Φυσικά Ε' – ΣΤ' Δημοτικού) .....	19
<b>4.</b>	<b>Έρευνα</b> .....	<b>22</b>
	Υποθέσεις της Έρευνας .....	23
	Στόχοι της Έρευνας .....	23
	Μέθοδος .....	24
	Συμμετέχοντες .....	24
	Διδακτικά Υλικά και Μέσα .....	24
	Στόχοι για το Φύλλο Εργασίας .....	25
	Εργαλεία Συλλογής Δεδομένων .....	29
	Διαδικασία .....	30
	Μέθοδος Ανάλυσης, Κατηγοριοποίησης και Επεξεργασίας των	
	Ερευνητικών Δεδομένων .....	31
<b>5.</b>	<b>Αποτελέσματα</b> .....	<b>33</b>
	Αποτελέσματα από την Επεξεργασία των Απαντήσεων του Αρχικού	
	και του Τελικού Ερωτηματολογίου .....	33
	Ποιοτική ανάλυση των συμπεριφορών των μαθητών/-τριών της Π.Ο.	
	κατά τη διδασκαλία .....	61
<b>6.</b>	<b>Συζήτηση – Συμπεράσματα</b> .....	<b>65</b>
	Περιορισμοί της Έρευνας .....	76
	Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα .....	76
	<b>Βιβλιογραφία</b> .....	<b>78</b>
	Παράρτημα Α .....	81
	Αρχικό και τελικό ερωτηματολόγιο για το αναπνευστικό σύστημα .....	81
	Παράρτημα Β .....	84

Φύλλο εργασίας για το αναπνευστικό σύστημα .....	84
Παράρτημα Γ .....	92
Φύλλο παρατήρησης συμπεριφορών .....	92
Παράρτημα Δ .....	94
Εικόνα από την τελική δραστηριότητα της παρέμβασης.....	94

## 1. Εισαγωγή

Είναι ευρέως γνωστό πως τα παιδιά από τα πρώτα κιόλας χρόνια της ζωής τους προσπαθούν να κατανοήσουν τον κόσμο και τα φαινόμενα που τους περιβάλλουν, άγνωστα σε αυτά, αποδίδοντάς τους κάποιες ιδιότητες ή επιχειρώντας να δώσουν κάποιες δικές τους ερμηνείες. Για τις πρωταρχικές αυτές ερμηνείες των μαθητών/-τριών έχουν χρησιμοποιηθεί όροι όπως «εναλλακτικές ιδέες», «παρανοήσεις», «αυθόρμητες αντιλήψεις» ή «νοητικά μοντέλα» (Κόκκοτας, 2008). Οι ιδέες αυτές των μαθητών/-τριών, που ορισμένες φορές είναι τόσο καλά εδραιωμένες ώστε να είναι πολύ δύσκολο να αλλάξουν με τη διδασκαλία, είναι συχνά διαφορετικές ή και αντιφατικές με την επιστημονική εξήγηση ή σκέψη (Driver, 1993). Έρευνα σε 700 προπτυχιακούς φοιτητές που σπούδαζαν φυσιολογία σε δημόσια κολλέγια, σε κολλέγια για φιλολογικές σπουδές και σε πανεπιστήμια, κατέδειξε ακόμη και σε αυτή την ηλικία σημαντικές παρανοήσεις για τα αναπνευστικά φαινόμενα (Michael et al, 1999).

Η ανάδειξη και η εξέταση των «εναλλακτικών ιδεών» των μαθητών/-τριών, αποτελεί πολύ σημαντικό κομμάτι διερεύνησης από πλευράς του εκπαιδευτικού, καθώς αυτές επηρεάζουν την αντίληψη και την κατανόηση του επιστημονικού μοντέλου και το σύνολο της διδασκαλίας. Η αναζήτηση και η αξιοποίηση στην εκπαιδευτική διαδικασία της προϋπάρχουσας γνώσης των μαθητών/-τριών είναι ένα από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά της εποικοδομητικής προσέγγισης (Βλάχος, 2004). Κατά τη διαδικασία της εποικοδομητικής προσέγγισης της μάθησης αναδεικνύονται οι «αρχικές, εναλλακτικές αντιλήψεις» των μαθητών/-τριών, οι οποίες αξιοποιούνται στη συνέχεια κατά τη διδασκαλία για να οδηγήσουν τους μαθητές σε γνωστική σύγκρουση, αντιδιαστελλόμενες με την επιστημονική γνώση. Οι μαθητές/-τριες από αυτή τη γνωστική σύγκρουση οδηγούνται σε αναδιοργάνωση, σε τροποποίηση ή σε ολοκληρωτική οικοδόμηση εξαρχής των γνώσεων και των αντιλήψεών τους, ώστε να προσιδιάζουν περισσότερο με την επιστημονική γνώση.

Τα τελευταία χρόνια, διεξάγονται έρευνες, κυρίως στο εξωτερικό, οι οποίες αναφέρονται εν μέρει στις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/-τριών σε σχέση με την αναπνοή. Οι περισσότερες έρευνες καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι υπάρχει μια σύγχυση των μαθητών/-τριών σχετικά με το εσωτερικό του σώματός τους, τα όργανα του αναπνευστικού συστήματος, αλλά και τη διαδικασία της αναπνοής (Mintzes, 1984; Reiss & Tunnicliffe 2001, Reiss, Tunnicliffe, Anderse, et al., 2002). Λαμβάνοντας υπόψη τις παραπάνω

διαπιστώσεις αποφασίστηκε να διερευνηθεί η εξέλιξη των ιδεών των μαθητών/-τριών, από τις αρχικές-εναλλακτικές έως την υιοθέτηση του επιστημονικού μοντέλου σχετικά με τη δομή και τη λειτουργία του αναπνευστικού συστήματος με τη συμβολή των ΤΠΕ. Σχεδιάστηκε για το λόγο αυτό διδασκαλία, με χαρακτηριστικά της εποικοδομητικής προσέγγισης, μέσα σε ένα σύγχρονο και τεχνολογικά εμπλουτισμένο περιβάλλον και τη χρήση του λογισμικού «ΦΥΣΙΚΑ Ε-ΣΤ».

Η παρούσα εργασία προτείνει μια διδακτική προσέγγιση της ενότητας για το αναπνευστικό σύστημα του ανθρώπου, με την αξιοποίηση των ΤΠΕ και εμπλουτισμένη με στοιχεία της εποικοδομητικής προσέγγισης, για τη ΣΤ' τάξη του Δημοτικού Σχολείου. Συγκεκριμένα μετά από μια διερεύνηση σε πρώτο στάδιο των αρχικών ιδεών των μαθητών/-τριών σχετικά με το αναπνευστικό σύστημα και τη διαδικασία της αναπνοής, σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση σε μια Πειραματική Ομάδα (Π.Ο.), σε τεχνολογικά ενισχυμένο περιβάλλον μάθησης, με στόχο να βοηθήσει τους μαθητές/-τριες να υιοθετήσουν τις επιστημονικά αποδεκτές απόψεις σχετικά με τα θέματα αυτά. Για να διαπιστώσουμε αν υπάρχει καλύτερη κατανόηση των φαινομένων αυτών μέσα σε ένα τεχνολογικά εμπλουτισμένο περιβάλλον μάθησης με τη χρήση του συγκεκριμένου λογισμικού, διερευνήσαμε την εξέλιξη των αντιλήψεων των μαθητών/-τριών μέσα από τη σύγκριση της Πειραματικής Ομάδας (Π.Ο.) με μια Ομάδα Ελέγχου (Ο.Ε.) στην οποία έγινε η διδασκαλία της ίδιας ενότητας με την παραδοσιακή μέθοδο διδασκαλίας.

Στο πρώτο κεφάλαιο, της παρούσας εργασίας επιχειρείται μια βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνών για την ανάδειξη των αρχικών ιδεών των μαθητών/-τριών. Αρχικά, γίνεται ανασκόπηση ερευνών σχετικών με τις αρχικές ιδέες, αλλά και τις παρανοήσεις των μαθητών/-τριών για το εσωτερικό του ανθρώπινου σώματος. Στη συνέχεια γίνεται ανασκόπηση των ερευνών που σχετίζονται με το αναπνευστικό σύστημα, τη δομή, τη λειτουργία του, καθώς και σχέδια των μαθητών/-τριών γι' αυτό.

Στο δεύτερο κεφάλαιο περιγράφεται το θεωρητικό πλαίσιο με βάση το οποίο σχεδιάστηκε η διδακτική παρέμβαση. Γίνεται σύντομη αναφορά στις διάφορες θεωρίες μάθησης που επηρέασαν τις σύγχρονες αντιλήψεις για τη διδασκαλία και μάθηση των Φυσικών Επιστημών. Στη συνέχεια παραθέτονται τα χαρακτηριστικά των εποικοδομητικών περιβαλλόντων μάθησης με τη χρήση των Νέων Τεχνολογιών και παρουσιάζονται τα αποτελέσματα ερευνών-μελετών για τη χρήση του ηλεκτρονικού υπολογιστή στη μάθηση των Φυσικών Επιστημών. Τονίζεται η σημασία του κοινωνικού εποικοδομητισμού στη διδασκαλία και μάθηση των εννοιών με τη λειτουργία ενός νέου μαθησιακού περιβάλλοντος εποικοδομητικού και συνεργατικού τύπου που ενσωματώνει τις Τ.Π.Ε. στην εκπαιδευτική

διαδικασία. Στη συνέχεια, γίνεται αναφορά στις μεθόδους αξιολόγησης εκπαιδευτικού λογισμικού και στο λογισμικό «ΦΥΣΙΚΑ Ε-ΣΤ» του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η μεθοδολογία της έρευνας. Αρχικά αναφέρονται οι στόχοι της έρευνας και οι συμμετέχοντες. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στην παρέμβαση και τα εργαλεία συλλογής των δεδομένων. Ακόμη οι στόχοι που τέθηκαν για το φύλλο εργασίας, καθώς και η διαδικασία που ακολουθήθηκε στην έρευνα, με τα αρχικά ερωτηματολόγια, τη διδακτική παρέμβαση και τα τελικά ερωτηματολόγια. Τέλος, γίνεται αναφορά στη μέθοδο ανάλυσης που χρησιμοποιήθηκε για την κατηγοριοποίηση και επεξεργασία των ερευνητικών δεδομένων.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται παρουσίαση των αποτελεσμάτων της έρευνας. Αρχικά παρουσιάζονται με πίνακες και γραφήματα τα αποτελέσματα από την επεξεργασία των απαντήσεων του αρχικού και του τελικού ερωτηματολογίου των δυο ομάδων. Παρατίθεται στη συνέχεια η ποιοτική ανάλυση των συμπεριφορών των μαθητών/-τριών της Πειραματικής Ομάδας κατά τη διδακτική παρέμβαση.

Στο πέμπτο κεφάλαιο παρατίθενται τα συμπεράσματα της έρευνας και η συζήτηση. Παρουσιάζονται περιορισμοί στους οποίους υπόκειται παρούσα έρευνα και προτάσεις για μελλοντική έρευνα. Προτείνονται επίσης εκπαιδευτικές εφαρμογές.

Στη συνέχεια υπάρχει η βιβλιογραφία της εργασίας, ενώ τέλος υπάρχουν τα παραρτήματα. Στο Παράρτημα Α παρατίθενται το αρχικό και το τελικό ερωτηματολόγιο. Στο Παράρτημα Β υπάρχει το φύλλο εργασίας το οποίο χρησιμοποιήθηκε κατά τη διάρκεια της παρέμβασης, στο Παράρτημα Γ υπάρχει το φύλλο παρατήρησης για την καταγραφή της συμπεριφοράς των μαθητών της Π.Ο και τέλος στο Παράρτημα 4 υπάρχει εικόνα της τελικής δραστηριότητας της διδακτικής παρέμβασης με το χάρτινο ομοίωμα του ανθρωπίνου σώματος.



## 2. Επισκόπηση της Βιβλιογραφίας

Οι μαθητές/-τριες δεν έρχονται στις σχολικές τάξεις σαν άγραφο χαρτί, έτοιμοι να δεχθούν τη διδασκαλία με έναν παθητικό τρόπο. Αντιθέτως, όπως υποστηρίχθηκε από τους Roxwell and Dawson (1983), Wittrock (1983) και Osborne (1996) (αναφορά από Driver, 1993) οι μαθητές/-τριες προσεγγίζουν τη γνώση που τους προσφέρεται, μέσα από έννοιες και αντιλήψεις, τις οποίες έχουν σχηματίσει προηγουμένως και αγνοούν αρκετές από τις πληροφορίες ενώ επιλεκτικά συγκεντρώνονται σε άλλες, οικοδομώντας τις δικές τους ερμηνείες. Πολλά παιδιά έρχονται στις τάξεις των Φυσικών Επιστημών με ιδέες και ερμηνείες που αφορούν σε φαινόμενα τα οποία μελετούν, ακόμη και όταν δεν έχουν δεχθεί οποιαδήποτε συστηματική διδασκαλία αυτών των αντικειμένων. Τα παιδιά σχηματίζουν αυτές τις ιδέες και ερμηνείες ως αποτέλεσμα των καθημερινών εμπειριών από όλες τις πλευρές της ζωής τους: από τις πρακτικές σωματικές δραστηριότητες, από τις συζητήσεις με άλλους ανθρώπους γύρω τους και από τα μέσα ενημέρωσης (Driver et al., 1993). Μέσω των αλληλεπιδράσεων και μέσα από την κοινωνική επαφή και με τη χρήση της γλώσσας, τα παιδιά αρχίζουν να οικοδομούν ένα ευρύ φάσμα ιδεών για το πώς λειτουργεί ο κόσμος. Οι ιδέες αυτές χρησιμοποιούνται για να προβλέψουν και να ερμηνεύσουν ό,τι υποπίπτει στην αντίληψή τους. Οι ιδέες των παιδιών δεν είναι απλές παρανοήσεις που οφείλονται σε κακή πληροφόρηση, αλλά δημιουργούνται από τους μηχανισμούς, που ίσως διαθέτουν και με τους οποίους αντιλαμβάνονται ό,τι συμβαίνει γύρω τους. Ένα παιδί, ακόμη και σε πολύ μικρή ηλικία, έχει κάποιες αντιλήψεις, οι οποίες παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στη διαδικασία της μάθησης (Driver et al., 1993).

Αν η νέα γνώση δε διαφέρει ουσιαστικά από την προϋπάρχουσα των παιδιών, τότε οι πιθανότητες για παρανόηση είναι ελάχιστες και αντιμετωπίζονται εύκολα. Αν όμως διαφέρει, φυσιολογικά θα προκύψουν παρανοήσεις. Αυτό συμβαίνει διότι ο τρόπος και τα θεωρητικά μέσα, με τα οποία οι Φυσικές Επιστήμες αντιμετωπίζουν τη φύση, διαφέρουν ριζικά από τα αντίστοιχα των μαθητών (Βλάχος, 2004 )

Ένας από τους λόγους που οδηγούν τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών σε μη-επαρκή μαθησιακά αποτελέσματα- προϊόντα, είναι η αδυναμία από μέρους των εκπαιδευτικών, τόσο στην αναγνώριση, όσο και στην ενσωμάτωση των εναλλακτικών απόψεων των μαθητών στην εισαγωγή της νέας γνώσης. Οι ιδέες αυτές έχουν συμπεριληφθεί

και ενσωματωθεί σε πολλές θεωρητικές προσεγγίσεις όπως του Ausubel, του Piaget και του Wallon. Το τι είναι ικανό να μάθει ένα παιδί, εξαρτάται, ως έναν βαθμό, από «αυτό που υπάρχει μέσα στο κεφάλι του», καθώς και από το μαθησιακό περιβάλλον στο οποίο βρίσκεται (Driver, 1993).

Σε ό,τι αφορά το αναπνευστικό σύστημα, οι διαθέσιμες έρευνες καθώς και η βιβλιογραφία για τις εναλλακτικές απόψεις των μαθητών/-τριών, είναι πολύ περιορισμένες, και στην πλειονότητά τους πολύ εξειδικευμένες, κυρίως στο πλαίσιο πανεπιστημιακών ερευνών και τοποθετήσεων. Παρακάτω περιγράφονται οι βασικές αρχικές ιδέες των μαθητών/-τριών για το εσωτερικό του σώματος τους γενικά και στη συνέχεια αρχικές ιδέες των μαθητών/-τριών για το αναπνευστικό σύστημα, τα όργανα του αναπνευστικού συστήματος, αλλά και τη διαδικασία της αναπνοής, κυρίως από αποτελέσματα ξένων ερευνών.

### **Ανασκόπηση των Ιδεών των Μαθητών/-τριών για το Εσωτερικό του Ανθρώπινου Σώματος**

Αρκετοί ξένοι ερευνητές έχουν μελετήσει τις εναλλακτικές ιδέες των παιδιών για το τι υπάρχει μέσα τους (researches of what's inside yourselves). Σε έρευνα που πραγματοποίησε η Gellert (1962) σε νοσηλεύόμενα παιδιά ηλικίας από 4-16 ετών, για το τι υπάρχει στο εσωτερικό των ανθρώπων, τα νεαρότερα παιδιά (5-6 ετών) απάντησαν ότι υπάρχει φαγητό, αίμα και κόκαλα, ενώ μερικά αντιλαμβάνονταν το ανθρώπινο σώμα ως ένα δοχείο που περιέχει αίμα και φαγητό. Τα παιδιά ηλικίας 7-8 ετών ανέφεραν επιπλέον την καρδιά, ενώ παιδιά 9-10 ετών πρόσθεσαν μερικά ακόμη όργανα στη λίστα. Έπειτα από συνεντεύξεις, ζητήθηκε από τα παιδιά να ζωγραφίσουν συγκεκριμένα σημαντικά όργανα και να αναφέρουν τις λειτουργίες τους. Η έρευνα έδειξε ότι στα παιδιά ενυπάρχουν ένας αριθμός κοινών παρανοήσεων για το σώμα, όπως το ότι οι πνεύμονες είναι τοποθετημένοι στο λαιμό ή στο κεφάλι και ότι η καρδιά μας βοηθά να αναπνεύσουμε. Ανακάλυψε επίσης ότι η γνώση των παιδιών για το ανθρώπινο σώμα παρουσιάζεται να αυξάνεται απότομα γύρω στην ηλικία των 9 ετών (Mintzes, 1984).

Η Carey το 1985 ( στο Oskarsdóttir, 2006), σε ανασκόπηση ερευνών σχετικών με τις ιδέες των παιδιών για το σώμα κατέληξε στο συμπέρασμα ότι μόνο από την ηλικία των 10 και μετά τα παιδιά φαίνεται να καταλαβαίνουν ότι το σώμα περιέχει έναν αριθμό οργάνων, τα οποία λειτουργούν μαζί, για να μπορούμε να ζήσουμε. Μόνο τότε «μαθαίνουν ότι το κυκλοφορικό, το αναπνευστικό και το πεπτικό σύστημα συσχετίζονται και αρχίζουν να αντιλαμβάνονται τις σχέσεις μεταξύ του εγκεφάλου και του σώματος»

Μια ακόμη έρευνα εξέτασε τις αντιλήψεις των νέων ανθρώπων για τις δικές τους εσωτερικές δομές (του σώματος τους) σε 11 χώρες (Αυστραλία, Βραζιλία, Δανία, Γκάνα, Ισλανδία, Βόρεια Ιρλανδία, Πορτογαλία, Ρωσία, Ταιβάν, Ουγκάντα και Βενεζουέλα). Ζητήθηκε από άτομα ηλικίας 7 ετών (επειδή μόλις είχαν ξεκινήσει το σχολείο) και 15 ετών (επειδή βρίσκονταν στο τέλος της υποχρεωτικής τους φοίτησης) να ζωγραφίσουν ό,τι πίστευαν πως υπάρχει μέσα τους. Η ανάλυση έδειξε πως τα παιδιά, στην ηλικία των 7 ετών, είχαν συχνά μια ευρεία γνώση της εσωτερικής τους δομής, έχοντας παράλληλα γνώση μιας ευρείας ποικιλίας οργάνων. Παρ' όλα αυτά, είχαν πολύ μικρή αντίληψη του πώς τα όργανα αυτά υπάρχουν ως συσχετιζόμενες δομές μέσα σε οργανικά συστήματα. Αποκαρδιωτικά για τους διδάσκοντες φυσικής, ενώ τα παιδιά 15 ετών είχαν καλύτερη γνώση των εσωτερικών τους οργάνων, τα περισσότερα από αυτά, παρουσίασαν μικρή κατανόηση των οργανικών τους συστημάτων (Reiss et al., 2002).

Σε δύο ακόμη έρευνες (Reiss & Tunnicliffe 2001, στο Reiss, Tunnicliffe, Andersen & Bartoszeck et al., 2002; Prokop, 2006) χρησιμοποίησαν τα σχέδια- σκίτσα των μαθητών/-τριών για να εξετάσουν τις γνώσεις παιδιών από διαφορετικές ηλικιακές ομάδες για τα ανθρώπινα όργανα και οργανικά συστήματα. Ζητήθηκε από τους μαθητές/-τριες να ζωγραφίσουν τι πιστεύουν ότι υπάρχει μέσα στο σώμα τους, και στη συνέχεια καθένα από τα σχέδια κατηγοριοποιήθηκε ιεραρχικά ώστε να διαχωρίζεται από σχέδια-σκίτσα διαφορετικών επιπέδων. Επίσης καταγράφηκαν τα όργανα και τα οργανικά συστήματα που σχεδιάστηκαν. Ανακάλυψαν ότι οι γνώσεις των παιδιών για το ανθρώπινο σώμα, με μέτρο το επίπεδο των σχεδίων- σκίτσων, αυξάνονται με την ηλικία. Επιπλέον ανέφεραν ότι η συχνότητα ορισμένων οργάνων ή οργανικών συστημάτων που σχεδιάστηκαν, διέφερε σημαντικά. Για παράδειγμα, όργανα του κυκλοφορικού συστήματος (κυρίως η καρδιά) ήταν παρούσα στο 93 % των σχεδίων- σκίτσων, ενώ όργανα από το σκελετικό, το νευρικό, το αναπνευστικό, το πεπτικό και άλλα συστήματα ακολουθούσαν. Αντίθετα, η εμφάνιση των οργανικών συστημάτων όπως ορίστηκαν από τους Reiss & Tunnicliffe (2001) ήταν διαφορετική. Το πεπτικό, το αναπνευστικό και το ουρογεννητικό σύστημα σχεδιάστηκαν σχετικά πιο συχνά και η παρουσία κάθε οργανικού συστήματος δεν ξεπέρασε το 25 % των σχεδίων.

Οι γραπτές απαντήσεις των μαθητών/-τριών παρουσίασαν μια σημαντική αναλογία απαντήσεων «δε γνωρίζω», οι οποίες θα μπορούσαν εν μέρει να καμουφλάρουν τις σκέψεις τους για συγκεκριμένα όργανα ή συστήματα οργάνων. Παρ' όλα αυτά εντοπίστηκαν ορισμένες παρανοήσεις σχεδόν σε όλα τα συστήματα οργάνων. Παρανοήσεις για το ανθρώπινο σώμα είναι σχετικά καλά τεκμηριωμένες- καθιερωμένες τόσο στα παιδιά όσο και στους ενήλικες (Mintzes, 1984; Yip, 1998). Παραδείγματος χάρη παιδιά ηλικίας 4-6 ετών

πιστεύουν ότι το σώμα περιέχει μόνο τις τροφές που έχουμε καταναλώσει πρόσφατα (Teixeira, 2000).

Παιδιά μικρότερης ηλικίας συχνά θεωρούν ότι η καρδιά αποθηκεύει ή καθαρίζει το αίμα, μεγαλύτερα παιδιά συσχετίζουν την καρδιά με την αναπνοή (Gellert, 1962). Η καρδιά θεωρείται γενικά ως απαραίτητη για τη ζωή, αλλά χωρίς επαρκή εξήγηση του γιατί. Παρόμοια ευρήματα αναφέρθηκαν από τον Nagy (1953) στην περίπτωση του αναπνευστικού συστήματος (Prokop and Faneonievona, 2006).

### **Ανασκόπηση των Ιδεών των Μαθητών/-τριών για το Αναπνευστικό Σύστημα**

Σε παγκόσμια έρευνα που διεξήχθη για να διερευνηθούν οι παρανοήσεις των μαθητών/-τριών σχετικά με την φυσιολογία του αναπνευστικού συστήματος, στην οποία χρησιμοποιήθηκε η μελέτη περίπτωσης, συμμετείχαν 2.000 μαθητές/-τριες. Φάνηκε ότι αυτοί οι μαθητές/-τριες δεν καταλάβαιναν το μηχανισμό με τον οποίο δημιουργείται η εισπνοή, από το γεγονός πως όταν τους ζητήθηκε να εξηγήσουν τις προβλέψεις τους, σχετικά με την ποσότητα του εισπνεόμενου αέρα μετά από άσκηση, οι περισσότεροι πίστευαν ότι δεν αλλάζει είτε βρισκόμαστε σε κατάσταση ηρεμίας, είτε μετά από άσκηση. Δεν αντιλαμβάνονταν όσον αφορά τη φυσιολογία του αναπνευστικού συστήματος, ότι οι μυς που χρησιμοποιούνται για την εισπνοή είναι φτιαγμένοι έτσι, ώστε με μεγαλύτερη πίεση να επιτρέπουν μεγαλύτερη ποσότητα αέρα να εισέλθει στους πνεύμονες (Michael, 2002).

Εναλλακτικές- αρχικές ιδέες των μαθητών/-τριών που συνδέονται με τη λειτουργία του κυκλοφορικού, του αναπνευστικού, του πεπτικού, του νευρικού και του αναπαραγωγικού συστήματος, είναι καλά καθιερωμένες-«εγκατεστημένες». Πολλά παιδιά μεγαλύτερης ηλικίας συνδέουν την καρδιά με την αναπνοή, μερικές φορές εξισώνοντας τους ρυθμικούς σπασμούς της καρδιάς με την εισπνοή και την εκπνοή. Η αναπνοή τυπικά συνδέεται με την κίνηση του αέρα μέσα και έξω από το στόμα και τη μύτη. Για τα περισσότερα παιδιά, η αναπνοή είναι μια στατική λειτουργία, δηλαδή ο εισπνεόμενος αέρας δεν επιδέχεται οποιαδήποτε διεργασία μέσα στο σώμα, προτού τον εκπνεύσουμε. Ενώ τα περισσότερα παιδιά ισχυρίζονται ότι η αναπνοή είναι απαραίτητη για τη ζωή, γενικά δε μπορούν να εξηγήσουν το γιατί (Deshmukh and Deshmukh, E-Proceedings).

Σε μια ακόμη έρευνα, η οποία διερεύνησε τις εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών/-τριών σχετικά με την ανθρώπινη αναπνοή, εντοπίστηκαν οι εξής ιδέες:

- Το οξυγόνο χρησιμεύει ως πηγή ενέργειας για το σώμα.

- Το διοξείδιο του άνθρακα που αποβάλλεται, έχει περάσει από ολόκληρο το σώμα, προτού φύγει από τον οργανισμό, οπότε θα έχει ζεσταθεί.
- Ο αέρας διασπά την τροφή στους πνεύμονες για να ελευθερωθεί ενέργεια.
- Όταν εισπνέουμε, (ο αέρας) περνάει από το πεπτικό σύστημα πχ. το στομάχι.
- Ταυτίζεται η ανθρώπινη αναπνοή με την πέψη.
- Το σώμα μας χρησιμοποιεί το οξυγόνο/ τον αέρα για να οξειδώσει την τροφή κατά τη διάρκεια της πέψης.
- Το οξυγόνο βοηθά το αίμα να κυκλοφορεί στο σώμα μας, δηλαδή αν δεν υπάρχει αέρας στο εσωτερικό του σώματός μας, το αίμα θα γίνει στερεό. Το οξυγόνο χρησιμοποιείται σαν υγρή μορφή, για να υγραίνεται το αίμα. (Abimbola, 1986)

Επίσης, έρευνα που διεξήχθη σε δυο σχολεία, ένα αστικό και ένα αγροτικό, με δείγμα 110 μαθητές/-τριες Λυκείου, είχε ως σκοπό να διερευνήσει τις παρανοήσεις ανάμεσα στους μαθητές και να αναγνωρίσει τις πιθανές πηγές αυτών των παρανοήσεων. Στις ερωτήσεις «Ποια είναι η ακριβής σημασία της αναπνοής;» και «Ποια είναι η διαφορά ανάμεσα στη διαδικασία της αναπνοής και στην κυτταρική αναπνοή;» Παρατηρήθηκε ότι οι περισσότεροι από τους μαθητές/-τριες (47) δεν εντόπισαν καμία διαφορά ανάμεσα στο να αναπνέεις και στην κυτταρική αναπνοή. Ανέφεραν ότι η αναπνοή είναι το να αναπνέεις. Μερικοί μαθητές/-τριες (17) ανέφεραν πως αναπνοή είναι η διαδικασία κατά την οποία παίρνεις οξυγόνο και απελευθερώνεις διοξείδιο του άνθρακα. Μερικοί μαθητές/-τριες (16), ανέφεραν πως η αναπνοή παρατηρείται μόνο σε ανθρώπους και σε ζώα. Μια κοινή παρανόηση που εντοπίστηκε μεταξύ των μαθητών/-τριών στη Βιολογία είναι ότι η κυτταρική αναπνοή και το να αναπνέεις είναι η ίδια διαδικασία. Παρ' όλα αυτά η κυτταρική αναπνοή (respiration) αναφέρεται στον κυτταρικό μεταβολισμό, στο σύνολο των μεταβολικών αντιδράσεων και διεργασιών που λαμβάνουν χώρα στα κύτταρα των οργανισμών για την απελευθέρωση ενέργειας και για την ανάπτυξή τους, ενώ το να αναπνέεις (breathing) αναφέρεται στην εισπνοή και εκπνοή του αέρα. Οι μαθητές/-τριες πιθανότατα έχουν ακούσει πως οι πνεύμονες μας είναι μέρος του αναπνευστικού συστήματος, κάτι το οποίο μπορεί να συμβάλλει στη σύγχυση αυτών των όρων. Η ιδέα της κυτταρικής αναπνοής δύσκολα μπορεί να γίνει κατανοητή από τους μαθητές εφόσον δεν μπορούν να τη δουν να συμβαίνει. Παρ' όλα αυτά, όροι όπως «αναπνευστικό σύστημα», «αναπνευστική επιφάνεια» και «αναπνευστικό κέντρο», στους οποίους ο όρος «αναπνευστικό» αναφέρεται στην πραγματικότητα «στο να αναπνέεις», είναι ακόμη κοινώς χρησιμοποιούμενοι. Αυτή είναι μια σημαντική πηγή σύγχυσης για τους μαθητές/-τριες. Όχι μόνο οι παρανοήσεις των μαθητών/-τριών, όπως αναφέρεται από τη Driver (1993), αλλά και των δασκάλων σε ποικίλες φυσιολογικές

διαδικασίες, οφείλονται εν μέρει στην τάση ορισμένων συγγραφέων να ορίζουν αυτούς τους όρους σχεδόν αποκλειστικά για τα ζώα και ιδιαίτερα για τους ανθρώπους (Deshmukh and Deshmukh, E-Proceedings).

Η έρευνα SPACE, επιχείρησε ακόμη να συγκεντρώσει πληροφορίες σχετικά με την κατανόηση από μέρους των μαθητών/-τριών της ανταλλαγής αερίων. Προέκυψαν τρεις κατηγορίες ιδεών. Στην πρώτη κατηγορία υπήρχαν οι ιδέες καθημερινής φύσεως, όπως ότι ο αέρας που αναπνέουμε πηγαίνει στην κοιλιά μας και μας κρατά ζωντανούς και υγιείς. Στη δεύτερη κατηγορία, αποκαλύφθηκε κάποια καλύτερη γνώση του ρόλου κάθε οργάνου στην αναπνοή και υπήρχε ένα καλύτερο επίπεδο κατανόησης. Στην τελευταία κατηγορία, τοποθετήθηκαν οι ιδέες, οι οποίες ήταν πολύ σπάνιες, αλλά εμφάνιζαν γνώση της ανταλλαγής των αερίων και υπήρχε υψηλή συσχέτιση των παιδιών αυτών με εκείνα που ζωγράφιζαν τους πνεύμονες στα σκίτσα της έρευνας σχετικά με το τι υπάρχει μέσα στο σώμα μας (what is inside your body) (Osborne et al., 1992).

Επιπλέον, ως παρανοήσεις-εναλλακτικές ιδέες των μαθητών σχετικά με το αναπνευστικό σύστημα αναφέρονται και οι εξής (McDougal, 2007):

- Η τραχεία ταυτίζεται από πολλούς μαθητές με τον οισοφάγο.
- Τα πνευμόνια θεωρούνται κενά στο εσωτερικό τους, σα μπαλόνια.
- Ο αέρας σημαίνει κενό, τίποτα, ή είναι απλά μια ακόμη λέξη για το οξυγόνο.
- Το σώμα (σε αντίθεση με τα κύτταρα) χρειάζεται οξυγόνο.
- Το σώμα παράγει άνθρακα, όταν μετατρέπει το οξυγόνο σε διοξείδιο του άνθρακα.

Σύμφωνα με τον Gellert (1962) παρά το γεγονός ότι οι μαθητές γνωρίζουν ότι ο αέρας είναι απαραίτητος για τη ζωή φαίνεται ότι έχουν πολύ περιορισμένη άποψη για το τι συμβαίνει στον εισπνεόμενο αέρα αφού εισέρθει στον οργανισμό. Μεγάλο ποσοστό φαίνεται να πιστεύει ότι ο εισπνεόμενος αέρας μένει στο κεφάλι. (Κόκκοτας, 2008). Επίσης, το ένα τρίτο των μαθητών/-τριών και το ένα τέταρτο των φοιτητών/-τριών που συμμετείχαν σε μια έρευνα (Arnaudin & Mintzes, 1985) πίστευαν ότι υπάρχουν «σωλήνες αέρα» που συνδέουν τους πνεύμονες με την καρδιά.

Σε μια άλλη έρευνα (Stavy et al., 1987), στην ερώτηση «τι σημαίνει για εσένα η λέξη αναπνοή;» μαθητές/-τριες ηλικίας 13-15 ετών αναφέρουν μόνο ότι είναι ανταλλαγή αερίων (εισπνεόμενος και εκπνεόμενος αέρας). Πολλοί λίγοι είχαν σκέψεις γύρω από το οξυγόνο όπως: «το οξυγόνο αναζωογονεί τα κύτταρα», «το οξυγόνο ενεργοποιεί την καρδιά και αναγκάζει το αίμα σε ανακύκλωση» (Κόκκοτας, 2008). Ακόμη και πανεπιστημιακοί φοιτητές/-τριες σε έρευνα των Anderson and Sheldon (1990), που δεν σπούδαζαν τη

Βιολογία ως κύριο μάθημα, έχουν ιδέες παρόμοιες με των μαθητών/-τριών. Αυτοί δεν μπόρεσαν να συσχετίσουν την αναπνοή με την τροφή, το οξυγόνο, το διοξείδιο του άνθρακα και την ενέργεια (Κόκκοτας, 2008).

Ακόμη, για να μπορούν οι μαθητές να συνδέσουν τις αρνητικές συνέπειες (καρκίνος, ασθένειες στην καρδιά, θάνατος) που μπορούν οι συνθήκες της σύγχρονης πραγματικότητας, όπως η ρύπανση και το κάπνισμα, να έχουν στον οργανισμό τους, και συγκεκριμένα στο αναπνευστικό τους σύστημα, θα πρέπει να είναι σε θέση να κατανοήσουν πρώτιστα την διαδικασία της ανθρώπινης αναπνοής. Επομένως αν δεν γίνουν πρώτα κατανοητά η δομή και οι βασικές λειτουργίες του αναπνευστικού συστήματος, δεν μπορούμε να αναμένουμε από τους μαθητές/-τριες να επισημαίνουν τις αρνητικές συνέπειες της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και του καπνίσματος στο αναπνευστικό σύστημα και γενικότερα στον οργανισμό τους, καθώς και να είναι σε θέση να αναγνωρίζουν και να υιοθετούν καλές και υγιείς για τον οργανισμό τους συνήθειες.

Εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/-τριών της ΣΤ τάξης σχετικά με το αναπνευστικό σύστημα και την αναπνοή καταγράφονται ακόμη και στο σχολικό εγχειρίδιο του δασκάλου.

- Οι περισσότεροι μαθητές/-τριες γνωρίζουν ότι το οξυγόνο είναι απαραίτητο για τη ζωή. Πολλοί μαθητές/-τριες όμως αγνοούν ότι κατά την αναπνοή, παράλληλα με την πρόσληψη οξυγόνου, αποβάλλεται διοξείδιο του άνθρακα.
- Ορισμένοι μαθητές/-τριες νομίζουν ότι η κίνηση της θωρακικής κοιλότητας σχετίζεται με την κίνηση της καρδιάς, και δεν γνωρίζουν ότι, επειδή οι πνεύμονες δεν έχουν μυς, η εισπνοή και εκπνοή γίνονται χάρη στην κίνηση του θώρακα και του διαφράγματος.
- Οι συνέπειες του ενεργητικού καπνίσματος στη λειτουργία του αναπνευστικού συστήματος, είναι γνωστές στους περισσότερους μαθητές. Λιγότερο γνωστά είναι όμως τα προβλήματα που προκαλεί το παθητικό κάπνισμα, η συχνή δηλαδή παραμονή σε χώρους όπου άλλοι καπνίζουν (Αποστολάκης et al., 2007).

### 3. Θεωρητικό Πλαίσιο της Διδακτικής Παρέμβασης

#### Διδακτικές Προσεγγίσεις στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών

Η διδασκαλία και η μάθηση των Φυσικών Επιστημών επηρεάστηκε σε κάθε χρονική περίοδο από τις αντίστοιχες κυρίαρχες θεωρίες μάθησης. Έτσι, για πολλά χρόνια ήταν αποδεκτές οι απόψεις του συμπεριφορισμού με κύριους εκπροσώπους τους Pavlov, Skinner, Gagne και Thorndike, σύμφωνα με τις οποίες η μάθηση συνίσταται στην τροποποίηση της συμπεριφοράς του/της μαθητή/-τριας, το μυαλό του οποίου/ας είναι σαν άγραφο χαρτί. Η διδασκαλία θα πρέπει να περιλαμβάνει μικρά, καλοσχεδιασμένα βήματα που θα πρέπει να εκτελεί ο/η μαθητής/-τρια για να φτάσει στη γνώση. Η ύλη δομείται σε μικρές ενότητες και ο ρυθμός παρουσιάσής της συμβαδίζει με τους ρυθμούς των μαθητών/-τριών. Το διδακτικό μοντέλο είναι αυστηρά δασκαλοκεντρικό. Ο ρόλος του δασκάλου είναι καθοριστικός και περιλαμβάνει τη διατύπωση των διδακτικών στόχων προσβλέποντας στην αλλαγή της συμπεριφοράς του/της μαθητή/-τριας ενισχύοντας την επιθυμητή συμπεριφορά του/της μέσω των αμοιβών και αποσβαίνοντας την ανεπιθύμητη συμπεριφορά του/της μέσω της τιμωρίας (Κόκκοτας 2008; Κόμης, 2004; Σολομωνίδου & Κολοκοτρώνης, 2010). Η συμπεριφορική προσέγγιση μπορεί να είναι αποτελεσματική για την απόκτηση βασικών δεξιοτήτων (γραφή, ανάγνωση, αριθμητικές πράξεις, κλπ.) αλλά δεν φαίνεται να έχει ανάλογη επίδραση και αποτελεσματικότητα στην ανάπτυξη υψηλού επιπέδου νοητικών δεξιοτήτων όπως ανάπτυξη εννοιών, αφαίρεση, κατηγοριοποίηση, συσχέτιση, εξαγωγή συμπερασμάτων κλπ. (Σολομωνίδου, 2006).

Η Ανακαλυπτική μάθηση προτάθηκε ως θεωρία μάθησης από τον Αμερικανό ψυχολόγο Bruner. Βασική αρχή της είναι ότι η μάθηση διευκολύνεται μέσα από την «ανακάλυψη» των επιστημονικών αρχών και δομών ενός γνωστικού αντικειμένου, δηλαδή για να μάθει το υποκείμενο πρέπει να δράσει σε συγκεκριμένα αντικείμενα. Αποτέλεσμα αυτής της δράσης είναι η ανακάλυψη της γνώσης. Η διδακτική προσέγγιση είναι μαθητοκεντρικά προσανατολισμένη, με το δάσκαλο στο ρόλο του καθοδηγητή και του οργανωτή καταστάσεων μάθησης. Οι μαθητές/-τριες με τη βοήθεια φύλλου εργασίας παρατηρούν, κάνουν μετρήσεις, καταγράφουν και συγκρίνουν δεδομένα. Με τον τρόπο αυτό μετέχουν ενεργά στην οικοδόμηση της δικής τους γνώσης, ανακαλύπτοντας πράγματα για



τον εαυτό τους. Το γεγονός ότι εργάζονται σε ομάδες τους δίνει τη δυνατότητα της αλληλεπίδρασης μεταξύ ισότιμων, η οποία είναι αποτελεσματικότερη στη μάθηση, από την καταλυτική παρουσία ακόμα και του ικανότερου δασκάλου. Σημαντικό μειονέκτημα της θεωρίας αυτής είναι ότι δε λαμβάνει υπόψη τις αρχικές ιδέες των μαθητών (Κόκκοτας 2008; Κόμης, 2004).

Η εποικοδομητική προσέγγιση βλέπει την μάθηση ως ενεργό διαδικασία στην οποία οι μαθητές/τριες κατασκευάζουν ενεργά τη γνώση καθώς προσπαθούν να κατανοήσουν τον κόσμο που τους περιβάλλει. Οι μαθητές/τριες έχοντας ήδη τις προσωπικές τους ερμηνείες για τα φαινόμενα και για τον κόσμο, δομημένες μέσα από την καθημερινή τους ζωή, καλούνται να έρθουν αντιμέτωποι με αυτές και μέσα από την ενεργό μάθηση, τη διεξαγωγή πειραμάτων κλπ. να τις τροποποιήσουν ή να τις καταρρίψουν ώστε να είναι πιο κοντά στο επιστημονικό μοντέλο. Έτσι οι αρχικές/εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/-τριών γύρω από τα φαινόμενα και τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο και λαμβάνονται υπόψη στην εποικοδομητική προσέγγιση. Στη διαδικασία αυτή, κατά την οποία οι μαθητές/τριες είναι οι πρωταγωνιστές, αναλαμβάνουν πρωτοβουλίες και δράση και ερευνούν, ο ρόλος του δασκάλου είναι πιο αφανής. Ο δάσκαλος αναλαμβάνει το ρόλο του καθοδηγητή που θα υποστηρίζει και θα ενθαρρύνει τους μαθητές/τριες να πιστέψουν στις ικανότητές τους και θα τους παρέχει την απαραίτητη βοήθεια όταν το έχουν ανάγκη. (Κόκκοτας 2008)

### **Κοινωνικός Εποικοδομητισμός - Ομαδοσυνεργατική Μάθηση**

Ο Κοινωνικός εποικοδομητισμός με κύριο εκφραστή τον Vygotsky δίνει έμφαση στον κοινωνικό παράγοντα και τις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις στην αναδόμηση της γνώσης και τελικά την εννοιολογική αλλαγή που σχετίζεται ιδιαίτερα με την οικοδόμηση της γνώσης στις Φυσικές Επιστήμες (Σολομωνίδου & Κολοκοτρώνης, 2010). Στα εποικοδομητικά περιβάλλοντα μάθησης εμπεριέχεται υψηλός βαθμός αλληλεπίδρασης μεταξύ εκπαιδευτικού, μαθητών/-τριών και διδακτικού αντικειμένου οδηγώντας σε υψηλά μαθησιακά αποτελέσματα στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (Σολομωνίδου & Κολοκοτρώνης, 2010).

Μέσα από πολυάριθμες έρευνες έχει διαπιστωθεί η σημαντική συμβολή της εργασίας των μαθητών/-τριών σε μικρές ομάδες, ώστε κάθε παιδί να συμμετέχει ενεργά σε συλλογικές δραστηριότητες που έχουν σχεδιαστεί με ακρίβεια. Σύμφωνα με τον Ματσαγγούρα (2004), οφέλη της ομαδοσυνεργατικής μάθησης έχουν εντοπιστεί:

- Στην ακαδημαϊκή μάθηση, κυρίως στα δύσκολα και απαιτητικά μαθήματα, που εμπεριέχουν προβλήματα προς επίλυση και απαιτούν υψηλού επιπέδου σκέψη και δημιουργικότητα (Johnson and Johnson 1992,122).
- Στην κοινωνική μάθηση, εννοώντας τις αξίες, τις στάσεις και τις δεξιότητες που αποκτά το άτομο μέσα από την επικοινωνία του με άλλα πρόσωπα και προωθώντας την κοινωνικοποίηση του ατόμου.
- Στην κριτική σκέψη καθώς οι διαφορετικές απόψεις, προσεγγίσεις και στρατηγικές που εκφράζουν και χρησιμοποιούν τα μέλη της ανομοιογενούς ομάδας δημιουργούν καταστάσεις γνωστικής σύγκρουσης και παρέχουν ευκαιρίες γνωστικής ενσυναίσθησης (cognitive empathy), που στο σύνολό τους προωθούν την κριτική σκέψη και τη νοητική ανάπτυξη εν γένει (Johnson and Johnson 1992, 124).
- Στη συναισθηματική ανάπτυξη και ψυχική υγεία και την ανάπτυξη θετικής αυτοαντίληψης και αυτοεκτίμησης, κυρίως για τους/τις αδύναμους/μες μαθητές/-τριες οι οποίοι αναλαμβάνουν έναν πιο ενεργητικό ρόλο στην ομάδα.
- Στη γλωσσική ανάπτυξη με την ποιοτικά και ποσοτικά αυξημένη αλληλεπικοινωνία των μαθητών/-τριών στα πλαίσια της ομάδας, τη συχνή χρήση της γλώσσας σε αυθεντικές συνθήκες επικοινωνίας, αλλά και την προσαρμογή του περιεχομένου και της μορφής του λόγου στο επικοινωνιακό συγκείμενο του εκάστοτε θέματος με το οποίο ασχολούνται.
- Στη δημιουργικότητα με την παραγωγική σύνθεση ευρηματικών και καινοτόμων και πρωτότυπων προϊόντων.

### **Η Ομαδοσυνεργατική Μάθηση με τη Χρήση των ΤΠΕ**

Η επίδραση της συνεργατικής μάθησης στη διδασκαλία με τη βοήθεια του υπολογιστή, παρουσιάζεται να έχει πολλά πλεονεκτήματα στις κοινωνικές σχέσεις των μαθητών/-τριών, στον αυτοπροσδιορισμό τους αλλά και στις ακαδημαϊκές τους επιδόσεις. Συγκεκριμένα:

- Αναπτύσσει την αλληλεξάρτηση.
- Βοηθά τους/τις μαθητές/-τριες να αναπτύσσουν επαγγελματική συμπεριφορά.
- Βελτιώνει τον αυτοσεβασμό και την εκτίμηση του σχολείου.
- Εξασφαλίζει ψυχική υγεία.

- Βοηθά τους/τις μαθητές/-τριες να αναπτύσσουν θετικές αλληλεπιδραστικές σχέσεις.
- Αναπτύσσει κοινωνικές δεξιότητες και δεξιότητες επικοινωνίας.
- Βελτιώνει τα εσωτερικά κίνητρα των μαθητών.
- Οι ομάδες παρέχουν ένα ακαδημαϊκό και προσωπικό σύστημα υποστήριξης των μελών τους.
- Αναπτύσσονται οι αντανακλαστικές και μεταγνωστικές ικανότητες του/της μαθητή/-τριας καθώς επιδιώκει να διευκρινίσει, να εξηγήσει και να δικαιολογήσει τη στάση του σε σχέση με τους άλλους.
- Προωθεί μεγαλύτερες ικανότητες κριτικής σκέψης.
- Τα γνωστικά αποτελέσματα που προκύπτουν ενισχύουν την βραχυπρόθεσμη και την μακροπρόθεσμη μνήμη.
- Ο/η μαθητής/-τρια μαθαίνει να βλέπει ένα ζήτημα από διάφορες πλευρές.
- Βοηθά τον/την μαθητή/τρια να διαμορφώσει θετικές στάσεις απέναντι σε διάφορες θεματικές περιοχές που μελετώνται.
- Ευνοεί μεγαλύτερη επιτυχία υψηλών στόχων και μεγαλύτερη παραγωγικότητα μάθησης (Μόκιας, 2008).

Η θετική αυτή επίδραση της ομαδοσυνεργατικής μάθησης με τη χρήση των ΤΠΕ, επιβεβαιώνεται κι από άρθρα των Hooper and Hannafin (1991) και Sabin & Sabin (1994).

### **Η Αξιοποίηση του Υπολογιστή από τη Γνωστική και Εποικοδομητική Θεωρία**

Στη γνωστική θεωρία (ανακαλυπτική μάθηση) σε σχέση με την παιδαγωγική αξιοποίηση των ΤΠΕ, θεωρείται ότι οι μαθητές/-τριες ανακαλύπτουν αρχές ή αναπτύσσουν δεξιότητες μέσω αλληλεπιδραστικών υπολογιστικών περιβαλλόντων μάθησης, πειραματισμού και πρακτικής. Οι μαθητές οικοδομούν έμπρακτες, εικονικές και συμβολικές αναπαραστάσεις (πραξιακές, εικονιστικές, συμβολικές) μέσω αντίστοιχων λογισμικών για να κατανοήσουν τις πληροφορίες και να αναπτυχθούν γνωστικά. Παράλληλα, δίνεται έμφαση στο πολιτισμικό και κοινωνικό πλαίσιο που επηρεάζει κάθε γνωστική διεργασία με υπολογιστές.

Οι ερευνητές που υιοθετούν την εποικοδομητική προσέγγιση στη διδασκαλία εντάσσουν όλο και περισσότερο τον ηλεκτρονικό υπολογιστή στα βασικά διδακτικά τους

εργαλεία. Αυτό οφείλεται στην παραδοχή ότι ο ηλεκτρονικός υπολογιστής συμβάλλει στην προαγωγή της εννοιολογικής αλλαγής των μαθητών/-τριών αφού:

- Αναγκάζονται να διατυπώνουν τα ερωτήματά τους με σαφήνεια.
- Δίνει τη δυνατότητα οπτικοποίησης των συνεπειών του τρόπου σκέψης και αποτελεί δίνει ένα αντικείμενο για σκέψη και επικοινωνία με τους άλλους.
- Παρέχει εικονική αναπαράσταση και επίδειξη μοντέλων των φαινομένων που μπορεί να αποτελέσουν χρήσιμες αναλογίες.
- Παρέχει αριθμητική ή γραφική παράσταση του τρόπου που σχετίζονται οι μεταβλητές σε ένα φαινόμενο ( Κόκκοτας, 2008).

Στο πλαίσιο της κοινωνικής οικοδόμησης της γνώσης προάγεται μια περισσότερο ανοικτή διδακτική-μαθησιακή διαδικασία κατά τη χρήση και την αξιοποίηση των ΤΠΕ. Αυτό συνεπάγεται μια άλλη αντίληψη για τη διδασκαλία, που δίνει έμφαση όχι στη μετάδοση αλλά στην καθοδήγηση μιας κοινωνικά βασισμένης εξερεύνησης σε ένα πλούσιο σε νοήματα περιβάλλον. Στα πλαίσια αυτού του μοντέλου, ο υπολογιστής γίνεται εργαλείο έκφρασης και διερεύνησης στα χέρια και στον έλεγχο των μαθητών/-τριών. Είναι σημαντικό τα περιβάλλοντα κοινωνικής οικοδόμησης, που υποστηρίζονται από τον υπολογιστή, να μην περιλαμβάνουν μόνον έτοιμη γνώση αλλά μάλλον να δημιουργούν καταστάσεις και να παρέχουν εργαλεία που παρωθούν τους/τις μαθητές/-τριες να κάνουν τη μέγιστη δυνατή χρήση των δικών τους ικανοτήτων, δεξιοτήτων και μετά-δεξιοτήτων. Επομένως, αν επιδιώκεται η αποτελεσματική υποστήριξη της μάθησης με τη χρήση των Τ.Π.Ε., δεν θα πρέπει αυτές να χρησιμοποιούνται μόνο ως πηγές πληροφόρησης, αλλά μάλλον ως εργαλεία και διευκολυντές της σκέψης και της οικοδόμησης της γνώσης των μαθητών/-τριών.

### **Πλεονεκτήματα στην Κατανόηση Εννοιών και Φαινομένων των Φυσικών Επιστημών με τη χρήση Ηλεκτρονικού Υπολογιστή**

Τα πλεονεκτήματα της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών με τη χρήση Τ.Π.Ε. στην κατανόηση κυρίως φαινομένων, εννοιών και πειραμάτων έχουν διαπιστωθεί από πολλές έρευνες. Οι δυνατότητες που παρέχονται στους/στις μαθητές/-τριες από τις Νέες Τεχνολογίες είναι πολλαπλές, αξιοποιώντας ήχο, εικόνα, προσομοιώσεις και μοντελοποιήσεις φαινομένων, διεξαγωγή πειραμάτων και προσφέροντας πολλαπλούς τρόπους πρόσβασης στη γνώση (National Science Teachers Association, 1999).

Τα χαρακτηριστικά του ηλεκτρονικού υπολογιστή που τον κάνουν ένα ιδιαίτερα σημαντικό μέσο διδασκαλίας στις Φυσικές Επιστήμες είναι η δυνατότητά του να προγραμματίζεται, να αλληλεπιδρά με το/τη μαθητή/τρια και να μοντελοποιεί προβληματικές

γνωστικές περιοχές των Φυσικών Επιστημών (Ράπτης & Ράπτη, 1999). Οι δυνατότητες προσομοίωσης και δημιουργίας πολλαπλών αναπαραστάσεων φαινομένων και διαδικασιών και η δυνατότητα γνωστικής αλληλεπίδρασης των παιδιών με τον υπολογιστή κάνει εφικτή την πραγματοποίηση υποθετικών πειραμάτων που θα ήταν αδύνατο ή και επικίνδυνο να πραγματοποιηθούν σε συνθήκες σχολικής τάξης. Συγχρόνως, η δυνατότητα του ηλεκτρονικού υπολογιστή για προσομοίωση πραγματικών καταστάσεων και μοντελοποίηση εναλλακτικών κόσμων, είναι ιδιαίτερα σημαντική για τη διδασκαλία εννοιών των Φυσικών Επιστημών για τις οποίες οι μαθητές/-τριες δεν μπορούν να έχουν άμεση εμπειρία (Jonassen, 1996, στο Σολομωνίδου & Κολοκοτρώνης, 2010).

Τα θετικά μαθησιακά αποτελέσματα, τόσο σε επίπεδο συνεργασίας όσο και ενδιαφέροντος ύστερα από διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών με τη χρήση Τ.Π.Ε. επισημαίνονται και από τους Brekke, and Hogstad (2010), Richardson (1997), Siskos, Antonίου, Παραϊοαννου, Laparidis (2005), Κόλλιας και Βοσνιάδου (2002). Σε έρευνα για να διαπιστωθούν τα αποτελέσματα της διδασκαλίας με τη χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή, στην οποία συμμετείχαν 47 τριτοετείς φοιτητές/-τριες πανεπιστημίου έπειτα από σύγκριση των αρχικών και τελικών ερωτηματολογίων μιας Π.Ο. και μιας Ο.Ε. διαπιστώθηκε σαφής βελτίωση και καλύτερη κατανόηση των εννοιών της φυσικής από τα άτομα της Π.Ο., που διδάχθηκαν με τη χρήση Τ.Π.Ε., παρά των φοιτητών/-τριών της Ο.Ε. στην οποία ακολούθηθηκε παραδοσιακή- δασκαλοκεντρική διδασκαλία. Συμπεραίνουμε, λοιπόν ότι η μέθοδος διδασκαλίας με τη χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή είναι πιο επιτυχής από μια δασκαλοκεντρική μέθοδο διδασκαλίας στην αύξηση των ακαδημαϊκών επιτευγμάτων που σχετίζονται με τις Φυσικές Επιστήμες και τις τεχνολογίες. (Hançer and Tuzemen, 2008).

Το αυξανόμενο ενδιαφέρον για τη χρήση του ηλεκτρονικού υπολογιστή στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών έχει οδηγήσει στην παραγωγή μεγάλου αριθμού τίτλων Εκπαιδευτικού λογισμικού. Οι τύποι του εκπαιδευτικού λογισμικού για τις Φυσικές Επιστήμες κατηγοριοποιούνται ως εξής:

1. Εκπαιδευτικό ή μορφωτικό παράδειγμα: Σκοπός του είναι η ανάπτυξη δεξιοτήτων μέσω μιας δομημένης σειράς ερωτήσεων και ασκήσεων. Αναφέρεται και ως λογισμικό εξάσκησης και πρακτικής.
2. Το αποκαλυπτικό παράδειγμα: Σκοπός του είναι η καθοδήγηση στη μάθηση μέσω ανακάλυψης. Πρόκειται για λογισμικό προσομοιώσεων.
3. Το υποθετικό παράδειγμα: Παρέχει τη δυνατότητα κατασκευής μοντέλων από τους/τις μαθητές/-τριες και δοκιμή τους για συμβατότητα με την πραγματικότητα. Πρόκειται για λογισμικά ανοικτού ή διερευνητικού τύπου.

4. Το «χειραφετικό» παράδειγμα: Ο υπολογιστής χρησιμοποιείται σαν εργαλείο για υπολογισμούς, στατιστικές αναλύσεις, καταγραφή δεδομένων, σχεδίαση γραφημάτων (Wellington, 1994, στο Σολομωνίδου & Κολοκοτρώνης, 2010).

Ο συνδυασμός περιβαλλόντων των τριών πρώτων τύπων μπορεί να δημιουργήσει ένα λογισμικό που να περιλαμβάνει διαδικασίες γνωστικής σύγκρουσης, να στοχεύει ταυτόχρονα στη διεύρυνση των εμπειριών των μαθητών/-τριών και να είναι αποτελεσματικό για την εποικοδομητική διαδικασία μάθησης (Σολομωνίδου & Κολοκοτρώνης, 2010).

Η National Science Teachers Association (1999) δίνει τις παρακάτω κατευθυντήριες γραμμές για την αξιοποίηση του ηλεκτρονικού υπολογιστή στη διδασκαλία και την εκμάθηση των εννοιών των Φυσικών Επιστημών:

- Τα Συστήματα εκμάθησης –καθοδήγησης (tutorials) και τα λογισμικά πολυμέσων πρέπει να εμπλέκουν τους/τις μαθητές/-τριες σε αλληλεπιδραστικό διάλογο με νόημα και να αξιοποιούν δημιουργικά γραφικά, ήχο και προσομοιώσεις ώστε να προωθούν τη απόκτηση δεξιοτήτων και να προωθούν τη μάθηση μέσα σε πλαίσιο (concept learning) και να ενισχύουν την κατανόηση.
- Τα λογισμικά προσομοίωσης πρέπει να παρέχουν ευκαιρίες για την εξερεύνηση εννοιών και μοντέλων που δεν είναι εύκολα προσβάσιμα στο εργαστήριο, π.χ., εκείνων που απαιτούν:
  1. Ακριβό ή ανύπαρκτο εξοπλισμό ή υλικά.
  2. Επικίνδυνα υλικά ή διαδικασίες.
  3. Επίπεδα δεξιοτήτων δεν έχουν ακόμη επιτευχθεί από τους/τις μαθητές/μαθήτριες.
  4. Περισσότερο χρόνο από ό, τι είναι δυνατό ή σκόπιμο να διατεθεί σε πραγματικές συνθήκες στην τάξη, π.χ., προσομοιώσεις αύξησης ενός πληθυσμού.
- Τα λογισμικά Εικονικών Εργαστηρίων χρησιμοποιούνται για να επιτρέψουν στους μαθητές και στις μαθήτριες να συλλέγουν και να αναλύουν δεδομένα όπως οι επιστήμονες και να εκτελούν παρατηρήσεις για μεγάλο χρονικό διάστημα και για να διεξάγουν πειράματα που διαφορετικά θα ήταν ανέφικτα.
- Βάσεις δεδομένων και λογιστικά φύλλα πρέπει να χρησιμοποιούνται για να διευκολυνθεί η ανάλυση των δεδομένων μέσω της οργάνωσης και της οπτικής αναπαράστασής τους.
- Η δικτύωση μεταξύ των μαθητών και των εκπαιδευτικών θα πρέπει να ενθαρρύνεται ώστε να επιτρέπει στους μαθητές να μιμηθούν τον τρόπο εργασίας

των επιστημόνων και στους καθηγητές να μειώσουν την απομόνωση των εκπαιδευτικών.

- Η χρήση του διαδικτύου θα πρέπει να ενθαρρυνθεί ως μέσο δικτύωσης με επιστήμονες, καθηγητές, μαθητές και σε άλλους τομείς, ώστε να συλλέγονται πληροφορίες, δεδομένα και ευρήματα και να εφοδιάζονται οι μαθητές με τις πιο σύγχρονες πληροφορίες.

### **Η Αξιολόγηση των Εκπαιδευτικών Λογισμικών**

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται ραγδαία αύξηση των τίτλων εκπαιδευτικού λογισμικού που παράγονται διεθνώς, όπου εκπαιδευτικό λογισμικό θεωρείται «κάθε λογισμικό ή πρόγραμμα που επιτρέπει τη χρήση του Υπολογιστή στην εκπαιδευτική διαδικασία» (Σολωμονίδου, 2007, σελ. 209), η χρήση του εκπληρώνει συγκεκριμένους μαθησιακούς στόχους και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως συμπληρωματικό μέσο διδασκαλίας ή αυτοδιδασκαλίας (Παναγιωτακόπουλος, Πιερρακέας & Πιντέλας 2003). Το εκπαιδευτικό λογισμικό αποτελεί διδακτικό υλικό και μέσο της μαθησιακής και διδακτικής διαδικασίας και στόχος του είναι η υποστήριξη της διδασκαλίας και της μάθησης. Παρόλα αυτά η ποιότητα του εκπαιδευτικού λογισμικού που παράγεται διεθνώς δεν είναι πάντα η απαιτούμενη (Σολωμονίδου, 2007; Παπαδόπουλος, 2001). Δημιουργείται λοιπόν έντονος προβληματισμός ως προς την επιλογή των κατάλληλων για τη διδασκαλία εκπαιδευτικών λογισμικών. Καθίσταται έτσι αναγκαία η αξιολόγηση του εκπαιδευτικού λογισμικού η οποία αποτελεί μία σύνθετη διαδικασία. Μπορεί να γίνει σε κάθε στάδιο της κατασκευής ή της εφαρμογής του, με διάφορες μεθόδους και συνίσταται στη συστηματική συλλογή, ανάλυση και ερμηνεία πληροφοριών για οποιαδήποτε πλευρά του προϊόντος ώστε να διαπιστωθεί η αποτελεσματικότητα ή η αποδοτικότητά του ή να εκτιμηθούν οποιεσδήποτε άλλες παράμετροι σχετίζονται με την εφαρμογή του (Παναγιωτακόπουλος et al., 2003).

Σχετικά με την αξιολόγηση εκπαιδευτικού λογισμικού έχουν αναπτυχθεί τρεις κατηγορίες μεθόδων αξιολόγησης ( Σολωμονίδου, 2006; Παναγιωτακόπουλος et al., 2003; Squires & McDougall, 1994) :

- Οι πειραματικές: στις οποίες χρησιμοποιούνται ερωτηματολόγια για τη μέτρηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων μιας διδασκαλίας με τη χρήση λογισμικού. Στα ερωτηματολόγια (αρχικά και τελικά) απαντούν άτομα που συμμετέχουν σε ομάδες που εργάζονται με το λογισμικό ή με άλλες παραδοσιακές μεθόδους.
- Οι προσεγγίσεις με καταλόγους ελέγχου κριτηρίων (check-lists) όπου με κατάλληλα διαμορφωμένα κριτήρια ελέγχονται η παιδαγωγική και η τεχνική

πλευρά ενός λογισμικού. Συγκεκριμένα, ερευνάται αν και κατά πόσο υπάρχουν στο λογισμικό χαρακτηριστικά τα οποία κατατάσσονται σε 4 κατηγορίες: παιδαγωγική, αισθητική, τεχνική, αξιολόγηση.

- Ποιοτικές μέθοδοι, οι οποίες αφορούν στην αξιολόγηση του λογισμικού σε συγκεκριμένα περιβάλλοντα και καταστάσεις.

### **Το Λογισμικό του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου «Ερευνώ το φυσικό κόσμο» (Φυσικά Ε' – ΣΤ' Δημοτικού)**

Το λογισμικό «Ερευνώ το φυσικό κόσμο» (Φυσικά Ε' – ΣΤ' Δημοτικού)<sup>1</sup> του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου αποτελεί μια πολυμεσική παρουσίαση (εικόνα, κείμενο, ήχος, βίντεο, animation) με εκπαιδευτικά παιχνίδια, βιογραφίες, φύλλα εργασίας, κριτήρια αξιολόγησης, προτεινόμενα βιβλία για περαιτέρω ανάγνωση και συνδέσμους σε ενδιαφέρουσες ιστοσελίδες. Προσεγγίζει ολιστικά (δίχως εμφανή διάκριση αντικειμένων) και διεπιστημονικά, τα γνωστικά αντικείμενα: Φυσική, Χημεία, Περιβαλλοντική εκπαίδευση, Βιολογία και εμπλέκει τους μαθητές στη χρησιμοποίηση ποικίλων μορφών παρουσίασης και έκφρασης.

Το περιεχόμενο, η γλώσσα και το ύφος είναι κατάλληλα για την ηλικία και τις γνώσεις των μαθητών και σε όλο το λογισμικό χρησιμοποιούνται τα ίδια σύμβολα. Η δομή και η παρουσίαση των πληροφοριών είναι ενιαία για όλα τα τμήματα. Δεν παρατηρούνται γραμματικά ή συντακτικά λάθη και δεν διακρίνονται στο λογισμικό εθνικά, φυλετικά ή άλλα στερεότυπα.

Το λογισμικό συμβαδίζει με το υπάρχον Αναλυτικό πρόγραμμα και δίνει τη δυνατότητα να πραγματοποιηθούν πειράματα που δεν μπορούν να εκτελεστούν στην τάξη και παρέχει προσομοιώσεις διαδικασιών του ανθρώπινου οργανισμού, των οποίων οι μαθητές δεν θα μπορούσαν να έχουν άμεση εποπτεία. Στη διεξαγωγή πειραμάτων οι τιμές σε μερικές μεταβλητές είναι προκαθορισμένες, ενώ σε άλλες η μεταβολή των τιμών είναι ανοικτή, ώστε να μπορούν οι μαθητές/-τριες να τις μεταβάλλουν αλληλεπιδρώντας με το λογισμικό και να παρατηρούν τις μεταβολές στο πείραμα. Οι πίνακες και οι γραφικές παραστάσεις για την αναπαράσταση της μεταβολής των μεγεθών είναι ελάχιστοι, αλλά δεν είναι και ιδιαίτερα απαραίτητες για το συγκεκριμένο γνωστικό επίπεδο των μαθητών/-τριών, ενώ η αναπαράστασή τους είναι ικανοποιητική. Δίνεται η δυνατότητα στους/στις μαθητές/-

<sup>1</sup> Η παρουσίαση και ταυτόχρονη αξιολόγηση του λογισμικού γίνεται με βάση λίστα κριτηρίων αξιολόγησης λογισμικών και αφορά το περιεχόμενο, την παιδαγωγική και διδακτική μέθοδο, τη στήριξη της διδασκαλίας και την ύπαρξη υποστηρικτικού υλικού (Παναγιωτακόπουλος et al., 2003, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο).



τριες να κατασκευάσουν κινούμενα σχέδια, να δημιουργήσουν καταλόγους υλικών, να κατασκευάσουν απλά ηλεκτρικά κυκλώματα, να μετρήσουν τον αριθμό των συγκρούσεων των μορίων ενός αερίου με τα τοιχώματα του δοχείου σε συνάρτηση με το χρόνο κλπ.

Το λογισμικό επιτρέπει στο διδάσκοντα να επιλέξει τη σειρά διδασκαλίας και στο/στη μαθητή/-τρια να χαράξει εναλλακτικές διαδρομές καθώς δεν είναι γραμμικά σχεδιασμένο αλλά, δεν επιτρέπει στον εκπαιδευτικό να προσθέσει υλικό ή να προβεί σε προσαρμογές του υπάρχοντος.

Οι διδακτικοί στόχοι γίνονται εμφανείς σε ικανοποιητικό βαθμό μέσα από την αλληλεπίδραση με το λογισμικό και το διδακτικό υλικό είναι οργανωμένο και δομημένο σε τέσσερεις ευρείες ενότητες: Φυσική και Χημεία, το σώμα μας, οικολογία – περιβάλλον, διαθεματικά σενάρια που περιλαμβάνουν υποενότητες ή κεφάλαια. Δε δίνει όμως τη δυνατότητα στο διδάσκοντα να προσαρμόζει το περιεχόμενο του στις ανάγκες των μαθητών/-τριών. Η παρακολούθηση των δραστηριοτήτων των μαθητών/-τριών με το λογισμικό από το διδάσκοντα γίνεται μέσα από τα φύλλα δραστηριοτήτων και τα κριτήρια αξιολόγησης.

Το λογισμικό επιτρέπει την ενεργητική προσέγγιση της μάθησης, ενθαρρύνοντας την ενεργό συμμετοχή του/της μαθητή/-τριας για την επίτευξη των μαθησιακών στόχων του/της, μέσα από τα παιχνίδια, τις ερωτήσεις, τις δραστηριότητες και τα τεστ. Ενθαρρύνει επιπλέον τη μάθηση μέσω διερεύνησης και τη συνεργατική μάθηση ανάλογα βέβαια με την αξιοποίησή του από τον εκπαιδευτικό. Προτείνει, δε στους/στις μαθητές/-τριες αυθεντικές, αξιόπιστες εργασίες εμπλεκοντάς τους σε εργασίες, προβλήματα και καταστάσεις που είναι σύγχρονα και τους αφορούν (διατροφή, άσκηση, εξοικονόμηση ενέργειας, οικολογία κλπ) και χωρίς να απαιτούνται τυπικές απαντήσεις και λύσεις. Επιπλέον, λαμβάνει υπόψη τα σύγχρονα πορίσματα της διδακτικής των επιστημών αναφορικά με τις δυσκολίες μάθησης συγκεκριμένων βασικών εννοιών ανιχνεύει τις αρχικές ιδέες των μαθητών/-τριών και μέσα από συγκεκριμένες δραστηριότητες επιχειρεί την εξέλιξή τους προς τις επιστημονικά ορθές.

Οι μαθητές/-τριες μπορούν να πλοηγούνται ελεύθερα μέσα στο λογισμικό κάνοντας προσωπικές επιλογές, τα σύμβολα των εικονιδίων επιλογών είναι κατανοητά και κατάλληλα για τους/τις μαθητές/-τριες και είναι γενικά το λογισμικό είναι εύκολο ως προς το χειρισμό. Η χρήση των πολυμέσων γίνεται με ένα συμπληρωματικό και κατάλληλο τρόπο και ο συνδυασμός της χρήσης τους (κείμενο με ήχο, ήχος και εικόνα) είναι κατάλληλος και ουσιαστικός. Παρέχεται επίσης η δυνατότητα εκτύπωσης.

Όσον αφορά το συνοδευτικό εγχειρίδιο για το διδάσκοντα περιλαμβάνει σαφές εισαγωγικό κεφάλαιο με συνοπτική περιγραφή του λογισμικού ενώ οι οδηγίες εγκατάστασης και χρήσης του λογισμικού είναι επαρκείς και σαφείς. Οι διδακτικοί στόχοι παρουσιάζονται

με σαφήνεια καθώς και οι προαπαιτούμενες γνώσεις των μαθητών και η αντιστοίχιση με τις ηλικίες και τις σχολικές τάξεις. Παρουσιάζονται, επίσης αναλυτικές προτάσεις διδακτικής αξιοποίησης του λογισμικού. Τα σενάρια διδακτικής αξιοποίησης του λογισμικού που προτείνονται είναι πλούσια σε εύρος προτεινόμενων δραστηριοτήτων και στρατηγικών. Συνοδευτικό εγχειρίδιο μαθητή δεν περιλαμβάνεται.

Ωστόσο, υπάρχουν κάποια λάθη στο περιεχόμενο του λογισμικού, όπως μερικές ελλειπείς ή λάθος πληροφορίες (π.χ. στο χάρτη του ανθρωπίνου σώματος, στα όργανα του αναπνευστικού συστήματος δεν αναφέρεται το στόμα, στο παιχνίδι δεν αναφέρεται ο λάρυγγας) τα οποία θα πρέπει να εντοπίσει και να επισημάνει στους/στις μαθητές/-τριες ο διδάσκων.

Ακόμη, δεν αξιοποιείται η λάθος απάντηση του/της μαθητή/-τριας. Δεν παρουσιάζεται η σωστή απάντηση, αλλά ούτε δίνονται και υποδείξεις στο/στη μαθητή/-τρια για να κατανοήσει τι κάνει λάθος. Ο/η μαθητής/-τρια πρέπει να επαναλάβει τη δραστηριότητα πιο προσεχτικά για να βρει την σωστή απάντηση στην ερώτηση που είναι συνήθως πολλαπλών επιλογών.

## 4. Έρευνα

Η ανάπτυξη του σεναρίου στηρίχτηκε στις θεωρίες του εποικοδομητισμού (constructivism) και στις κοινωνικοπολιτισμικές θεωρήσεις του Vygotsky και των απογόνων του, όπου δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στη μαθησιακή διαδικασία, στα γνωστικά εργαλεία που τη διαμεσολαβούν (Jonassen 2000), στην αλληλεπίδραση μεταξύ των εμπλεκόμενων μερών, καθώς και στο κοινωνικοπολιτισμικό περιβάλλον που λαμβάνει χώρα (Vygotsky, 1978, στο Βλάχος, 2004).

Μαθητές, εκπαιδευτικοί, διδακτικά εργαλεία, περιβάλλον της τάξης, αντικείμενα διδασκαλίας, κλπ, αποτελούν μέρη ενός συστήματος δραστηριότητας που αλληλεπιδρούν. Η ίδια η δραστηριότητα αποτελεί το διαμεσολαβητικό εργαλείο, τη μονάδα ανάλυσης της μαθησιακής διαδικασίας. Με αυτό το σενάριο μάθησης επιδιώχθηκε να γίνει η διδασκαλία ενδιαφέρουσα με την ενεργητική συμμετοχή των μαθητών/-τριών, ώστε να ανακαλύψουν, να διερευνήσουν και να μάθουν (ανακαλυπτική μάθηση). Οι μαθητές/-τριες συνεργάστηκαν μεταξύ τους προκειμένου να εξερευνήσουν με τη βοήθεια του λογισμικού τη φυσιολογία-δομή και τις λειτουργίες του αναπνευστικού συστήματος. Κατά τη διάρκεια της ομαδοσυνεργατικής διδασκαλίας και μάθησης, τα παιδιά συζητούσαν, ανέλυαν, διατύπωναν αμφιβολίες. Χρησιμοποιήθηκαν φύλλα εργασίας τα οποία ήταν με τέτοιο τρόπο δομημένα ώστε καθιστούσαν σαφή όλα τα βήματα που έπρεπε να ακολουθήσουν οι μαθητές και οι μαθήτριες. Από εκεί και πέρα ο ρόλος του ερευνητή ήταν συμβουλευτικός και καθοδηγητικός ώστε οι μαθητές/-τριες να ξεπερνούν τις διάφορες δυσκολίες που προέκυπταν κατά την εκπαιδευτική δραστηριότητα.

Έγινε επιλογή του λογισμικού «Ερευνώ το φυσικό κόσμο» το οποίο προτείνεται από το ΥΠ.Ε.Π.Θ., σε μια προσπάθεια να ενσωματωθούν σημαντικά σημεία της εποικοδομητικής θεωρίας μάθησης και της καθοδηγούμενης ανακάλυψης, τόσο λαμβάνοντας υπόψη τις αρχικές-εναλλακτικές ιδέες των μαθητών που αναδείχθηκαν από τα αρχικά ερωτηματολόγια, όσο και στα φύλλα εργασίας, αλλά και στον τρόπο πρόσβασης στη γνώση (ομαδοσυνεργατική διδασκαλία στον H/Y).

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση έδειξε ότι στην Ελλάδα υπάρχει έλλειψη ερευνών που αφορούν την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της χρήσης εκπαιδευτικών λογισμικών στην εκπαιδευτική πράξη και ειδικότερα στην διδασκαλία του αναπνευστικού συστήματος. Η

παρούσα έρευνα έχει ως στόχο την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του συγκεκριμένου λογισμικού κατά την εφαρμογή του σε συνθήκες σχολικής τάξης για την διδασκαλία της ενότητας «Αναπνευστικό σύστημα», Φυσικά Στ΄ Δημοτικού. Το θέμα είναι απολύτως συμβατό με το ΔΕΠΠΣ και το ΑΠΣ εφόσον αποτελεί θέμα διδακτικής ενότητας του αντίστοιχου μαθήματος Φυσικά ΣΤ΄ και οι στόχοι που τίθενται άπτονται του συγκεκριμένου αναλυτικού προγράμματος (Αναπνευστικό σύστημα, Φυσικά Στ Δημοτικού, σελ.80-84 βιβλίο μαθητή, τετράδιο εργασιών σελ.105-111).

### **Υποθέσεις της Έρευνας**

1. Οι μαθητές/-τριες της ΣΤ΄ Δημοτικού που διδάσκονται την ενότητα του αναπνευστικού συστήματος με τη χρήση του λογισμικού «ΦΥΣΙΚΑ Ε-ΣΤ» του Π.Ι μέσα σε ένα εποικοδομητικό περιβάλλον μάθησης παρουσιάζουν σημαντική εξέλιξη των αρχικών-εναλλακτικών τους ιδεών σχετικά με τη δομή και λειτουργία του αναπνευστικού συστήματος, από ότι οι μαθητές/-τριες που διδάσκονται με την παραδοσιακή μέθοδο διδασκαλίας.
2. Η χρήση του εκπαιδευτικού λογισμικού ενεργοποιεί το ενδιαφέρον των μαθητών/-τριών και μεγιστοποιεί τη μεταξύ τους συνεργασία για την επίτευξη των μαθησιακών στόχων.

### **Στόχοι της Έρευνας**

Στη συγκεκριμένη έρευνα με τη χρήση του λογισμικού και με τα ειδικά σχεδιασμένα ερωτηματολόγια και φύλλα εργασίας επιδιώχθηκε:

2. Να αναδειχθούν και να καταγραφούν οι αρχικές εναλλακτικές ιδέες των παιδιών για το αναπνευστικό σύστημα, τη δομή, τη λειτουργία του, την εισπνοή και την εκπνοή. Ακόμη, οι απόψεις τους για το κάπνισμα και για τις επωφελείς ή βλαβερές συνήθειες για το αναπνευστικό σύστημα.
3. Να διερευνηθεί αν η προσδοκώμενη εννοιολογική αλλαγή και κατανόηση της λειτουργίας του αναπνευστικού συστήματος είχε ως αποτέλεσμα την υιοθέτηση του επιστημονικού μοντέλου.
4. Να διερευνηθεί η συμβολή της χρήσης των ΤΠΕ στο να δημιουργούν οι μαθητές/-τριες απόψεις επιστημονικά αποδεκτές για τις λειτουργίες της εισπνοής και της εκπνοής, επιτυγχάνοντας έτσι την εννοιολογική αλλαγή όσον αφορά τις παρανοήσεις στις αρχικές εναλλακτικές τους ιδέες, οι οποίες ανιχνεύτηκαν από αρχικό ερωτηματολόγιο που συμπλήρωσαν πριν τη διδασκαλία.

5. Να αξιολογηθεί το διαμορφούμενο μαθησιακό περιβάλλον (λογισμικό, φύλλο εργασίας, μοντέλο προσομοίωσης, ομαδοσυνεργατική διδασκαλία) ως προς το πώς διαμορφώνονται και τροποποιούνται οι αρχικές αντιλήψεις των μαθητών κατά τη διάρκεια της παρέμβασης- αλληλεπίδρασης, αναδεικνύοντας τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές στην κατανόηση επιστημονικών εννοιών.
6. Να διερευνηθεί αν η χρήση των ΤΠΕ μέσα σε ένα περιβάλλον συνεργατικής μάθησης δημιουργεί νέες στάσεις, όπως ανάπτυξη κοινωνικών δεξιοτήτων, συνεργασίας, θετικής στάσης απέναντι στη μάθηση.

## **Μέθοδος**

### **Συμμετέχοντες**

Στην έρευνα συμμετείχαν 39 μαθητές/-τριες δύο τμημάτων της ΣΤ΄ τάξης, ενός Δημοτικού Σχολείου της Κατερίνης. Συγκεκριμένα την Ομάδα Ελέγχου (Ο.Ε.) αποτέλεσαν 19 μαθητές/-τριες του πρώτου τμήματος, ενώ την Πειραματική Ομάδα (Π.Ο.), αποτέλεσαν 20 μαθητές/-τριες του δεύτερου τμήματος. Την περίοδο που πραγματοποιήθηκε η έρευνα (Μάρτιος 2011), τα δυο τμήματα δεν είχαν διδαχθεί την ενότητα για το αναπνευστικό σύστημα. Τα παιδιά στην Πειραματική Ομάδα εργάστηκαν σε ομάδες των τριών ατόμων και ο χωρισμός των ομάδων έγινε σε συνεργασία με τον υπεύθυνο εκπαιδευτικό της τάξης και με τέτοιο τρόπο, ώστε να είναι όσο το δυνατόν μικτές ως προς το φύλο, το επίπεδο επίδοσης των μαθητών/-τριών, και το ενδιαφέρον που έδειχναν για τις Φυσικές Επιστήμες. Η πλειονότητα των μαθητών/-τριών γνώριζαν να χειρίζονται καλά τον Η/Υ. Ο ρόλος του χειριστή του λογισμικού εναλλάσσονταν μεταξύ των μελών της ομάδας κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας και κάθε μαθητής/-τρια έπειτα από τη συζήτηση στην ομάδα συμπλήρωνε ατομικά το φύλλο εργασίας.

### **Διδακτικά Υλικά και Μέσα**

Τα διδακτικά υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για τη διεξαγωγή της παρέμβασης στην Π.Ο. ήταν:

1. *Οι φορητοί υπολογιστές του εργαστηρίου του σχολείου.*
2. *Το εκπαιδευτικό λογισμικό «ΦΥΣΙΚΑ Ε-ΣΤ» (ΥΠΕΠΘ) , το οποίο εγκαταστάθηκε σε όλους τους υπολογιστές. Το λογισμικό «ΦΥΣΙΚΑ Ε - ΣΤ» όπως προαναφέρθηκε αποτελεί μια πολυμεσική εφαρμογή στην οποία παρουσιάζονται, μεταξύ των άλλων, και προσομοιώσεις καταστάσεων και φαινομένων, δύσκολων να εξεταστούν και*

διερευνηθούν στη σχολική αίθουσα. Στην ενότητα που αφορά το αναπνευστικό σύστημα, υπάρχουν προσομοιώσεις της διαδικασίας της αναπνοής (εισπνοή- εκπνοή) και της ανταλλαγής αερίων στο εσωτερικό της κυψελίδας, αλλά και προσομοίωση του πώς χρησιμοποιείται το οξυγόνο στο εσωτερικό των κυττάρων για να παραχθεί ενέργεια.

### 3. Φύλλο εργασίας (Παράρτημα Β)

Για να επιτευχθούν οι στόχοι της διδασκαλίας σχεδιάστηκε φύλλο εργασίας, το οποίο συνόδευε και καθοδηγούσε την εργασία και τις δραστηριότητες, ατομικές και ομαδικές, των μαθητών-τριών στο περιβάλλον του λογισμικού. Κατά την επιλογή των δραστηριοτήτων και τη σύνταξη του φύλλου εργασίας λήφθηκαν υπόψη τόσο οι αρχικές ιδέες των μαθητών/-τριών, όπως αυτές προέκυψαν από το αρχικό ερωτηματολόγιο, όσο και σύγχρονες απόψεις για τη μάθηση που προωθούν:

- Την εμπλοκή των μαθητών-τριών σε νοηματικές διεργασίες, όπως πρόβλεψη, σύγκριση, ερμηνείες, επιχειρηματολογία, διεξαγωγή συμπερασμάτων.
- Την προώθηση της συνεργασίας και της συζήτησης.
- Τη δημιουργία πολλαπλών αναπαραστάσεων μέσα από παρατηρήσεις των προσομοιώσεων καταστάσεων της καθημερινής ζωής

Μέσα από τη δομή του φύλλου εργασίας επιχειρήθηκε, σύμφωνα με τις αρχές της εποικοδομητικής μεθόδου, να επέλθει «γνωστική σύγκρουση» μεταξύ των αρχικών ιδεών των μαθητών και των νέων δεδομένων ή του επιστημονικού μοντέλου. Οι μαθητές αρχικά να καταγράφουν τις αρχικές τους υποθέσεις και στη συνέχεια να τις επιβεβαιώνουν ή να τις καταρρίπτουν με τα νέα δεδομένα.

## Στόχοι για το Φύλλο Εργασίας

Μέσα από τις ερωτήσεις που διατυπώθηκαν στο φύλλο εργασίας για το αναπνευστικό σύστημα με τη χρήση του λογισμικού «ΦΥΣΙΚΑ Ε-ΣΤ» επιδιώχθηκαν οι εξής στόχοι:

### Γενικοί Στόχοι

- Να μελετήσουν οι μαθητές το αναπνευστικό σύστημα του ανθρώπου, να γνωρίσουν τα όργανά του και να παρατηρήσουν τη λειτουργία τους.
- Να εξετάσουν τη λειτουργία του αναπνευστικού συστήματος και σε τι μας χρησιμεύει το οξυγόνο.
- Να καλλιεργήσουν ερευνητικό και ομαδικό πνεύμα μέσα από συνεργατικές διαδικασίες και ανακαλυπτικές δραστηριότητες.

**Ειδικοί Στόχοι**

*Ως προς το γνωστικό αντικείμενο:*

- Να αντιληφθούν πειραματικά τη διαδικασία της αναπνοής και την πορεία του αέρα στο αναπνευστικό σύστημα με τη βοήθεια του μπαλονιού.
- Να γνωρίσουν τα όργανα του αναπνευστικού συστήματος, καθώς και το ρόλο του καθενός σε αυτό.
- Να εξηγήσουν την πορεία που ακολουθεί ο αέρας κατά τη διάρκεια της εισπνοής και κατά τη διάρκεια της εκπνοής.
- Να διαχωρίσουν το ρόλο των αρτηριών από των φλεβών στο αναπνευστικό σύστημα.
- Να κατανοήσουν τη διαδικασία της ανταλλαγής αερίων στο κύτταρο, αναγνωρίζοντας τα αναπαριστώμενα μέρη του κυττάρου και τα αέρια με τα οποία γίνεται η ανταλλαγή.
- Να μπορούν να απαριθμήσουν τις συνέπειες του καπνίσματος στη λειτουργία του αναπνευστικού συστήματος.
- Να είναι σε θέση να διακρίνουν αν είναι καλύτερο να αναπνέουμε από τη μύτη ή το στόμα και να μπορούν να αιτιολογήσουν την απάντησή τους.
- Να εξασκήσουν τη μνήμη και την παρατηρητικότητα τους για όσα έχουν μάθει, μέσα από τη δραστηριότητα ΣΩΣΤΟΥ/ΛΑΘΟΥΣ.
- Να είναι σε θέση να περιγράψουν τη διαδικασία της αναπνοής χρησιμοποιώντας τους κατάλληλους επιστημονικούς όρους.
- Να διαμορφώσουν στάσεις και συμπεριφορές που εξασφαλίζουν τη διατήρηση της ομαλής λειτουργίας του αναπνευστικού συστήματος, μέσα από καθημερινές συνήθειες και φαινόμενα που σχετίζονται με το αναπνευστικό σύστημα.

*Ως προς τη μαθησιακή διαδικασία (ψυχοσυναισθηματικοί – κοινωνικοί)*

- Να αναπτύξουν δεξιότητες επικοινωνίας και σεβασμού των υπόλοιπων μελών κατά τη λειτουργία σε ομάδα.
- Να συνεργαστούν μεταξύ τους για την επίτευξη κοινού στόχου, αναπτύσσοντας προσωπική και συλλογική ευθύνη ως μέλη μιας ομάδας.
- Να μπορούν να επιχειρηματολογούν και να αντικρούουν τα επιχειρήματα που προβάλλονται ώστε να καταλήξουν στις πιο ορθές απαντήσεις.

*Ως προς τη χρήση των Τ.Π.Ε.*

- Να είναι ικανοί να πλοηγηθούν στο λογισμικό και να το αξιοποιήσουν ώστε να συγκεντρώσουν όλες τις απαραίτητες για την εργασία τους πληροφορίες.

Το φύλλο εργασίας δομήθηκε σε τρία επίπεδα:

- Το πρώτο επίπεδο αφορά την ατομική εργασία. Στο επίπεδο αυτό οι μαθητές/-τριες εργάζονται ατομικά, τόσο στην εισαγωγική δραστηριότητα με τα μπαλόνια που μας επιτρέπει να καταγράψουμε τις αρχικές ιδέες των παιδιών, όσο και στη δραστηριότητα μεταγνωστικού τύπου (Σωστό/ Λάθος) στην οποία παρατηρείται αν και κατά πόσο υπάρχει εξέλιξη των αρχικών ιδεών των μαθητών.
- Το δεύτερο επίπεδο, το κυρίως επίπεδο, αφορά την εργασία σε ομάδες και καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος του φύλλου εργασίας. Το επίπεδο αυτό περιλαμβάνει την ενεργό δραστηριοποίηση των μαθητών/-τριών με το λογισμικό.
- Το τρίτο επίπεδο που περιλαμβάνει τη συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης και εντοπίζεται κυρίως στην τελική συζήτηση- ανακεφαλαίωση μέσα από την οποία γίνεται προσπάθεια να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα ή μη της διδασκαλίας.

Οι ερωτήσεις του φύλλου εργασίας, κατηγοριοποιούνται σε οκτώ ομάδες:

Στην πρώτη ομάδα ερωτήσεων (ερωτήσεις 1-5), οι μαθητές/-τριες καλούνται να κάνουν υποθέσεις ή προβλέψεις αναφορικά με την εισαγωγική δραστηριότητα με τα μπαλόνια. Επιχειρείται η ανίχνευση των ιδεών των παιδιών για να διερευνηθεί το αν και κατά πόσο αντιλαμβάνονται πώς φουσκώνει το μπαλόνι, πώς μεταφέρθηκε ο αέρας σε αυτό, αλλά και αν μπορούν να αναπαραστήσουν σχηματικά τις ιδέες τους αυτές. Επιχειρήθηκε επομένως με βιωματικό τρόπο να αντιληφθούν την πορεία του αέρα στο σώμα τους και να μπορέσουν να συσχετίσουν τη διόγκωση του μπαλονιού με τη διόγκωση των πνευμόνων.

Στη δεύτερη ομάδα ερωτήσεων (ερωτήσεις 6-12), οι μαθητές/-τριες έρχονται σε επαφή με τη δομή του αναπνευστικού συστήματος, με τα όργανα που συμμετέχουν σε αυτό, καθώς και με τις διαδικασίες της εισπνοής και της εκπνοής. Έπειτα από την προσομοίωση της εισπνοής και της εκπνοής, καλούνται να αναγνωρίσουν τα όργανα που συμμετέχουν σε αυτές, διατυπώνοντας αρχικά κάποιες προβλέψεις και στη συνέχεια επιβεβαιώνοντας ή διαψεύδοντάς τις. Ιδιαίτερη αναφορά γίνεται στην καρδιά και στο γεγονός ότι δεν αποτελεί όργανο του αναπνευστικού συστήματος, με σκοπό να εξαλειφθεί η παρανόηση αυτή των μαθητών/-τριών. Παρατηρούν ακόμη τις μεταβολές που υφίστανται τα όργανα του αναπνευστικού συστήματος κατά τη διάρκεια των δυο αυτών διαδικασιών.

Στην τρίτη ομάδα ερωτήσεων (ερωτήσεις 13-21) οι μαθητές/-τριες ασχολούνται λεπτομερέστερα με το αναπνευστικό σύστημα και συγκεκριμένα διερευνούν τη δομή των πνευμόνων, ότι δηλαδή αποτελούνται από τις κυψελίδες, μαθαίνουν για τη δομή και το ρόλο των κυψελίδων, αλλά και των αρτηριών και των φλεβών στη λειτουργία της αναπνοής. Παρακολουθώντας την προσομοίωση της ανταλλαγής των αερίων, πληροφορούνται για τη διεξαγωγή της ανταλλαγής των αερίων στο εσωτερικό της κυψελίδας και για τη



σπουδαιότητα της διαδικασίας αυτής η οποία προμηθεύει στον οργανισμό το απαραίτητο οξυγόνο.

Στην τέταρτη ομάδα ερωτήσεων (ερωτήσεις 22-24) οι μαθητές/-τριες παρατηρούν τη διαδικασία αξιοποίησης του οξυγόνου μέσα στο κύτταρο για την παραγωγή ενέργειας, αλλά και το ρόλο του οξυγόνου στην ανάπτυξη του ατόμου- οργανισμού.

Στην πέμπτη ομάδα ερωτήσεων (ερωτήσεις 25-26) οι μαθητές/-τριες καλούνται να συνδέσουν την καθημερινή ζωή με τη διδασκαλία και να προσπαθήσουν να ερμηνεύσουν τι βλέπουν στην ακτινογραφία που προσφέρεται από το λογισμικό. Επιπλέον το παιχνίδι του λογισμικού, στο οποίο τοποθετούν τα όργανα του αναπνευστικού συστήματος στη σωστή θέση μέσα στο περίγραμμα του σώματος, βοηθά τους μαθητές/-τριες να αποκτήσουν σχηματικές και νοητικές αναπαραστάσεις της φυσιολογίας του αναπνευστικού συστήματος.

Στην έκτη ομάδα ερωτήσεων (ερωτήσεις 27-28), οι μαθητές/-τριες έπειτα από τη μελέτη περίπτωσης του κυρίου Χάρη σχετικά με τις συνέπειες του καπνίσματος, συζητούν οι ίδιοι, εντοπίζουν και καταγράφουν τις συνέπειες του καπνίσματος στο αναπνευστικό σύστημα του ανθρώπου και γενικότερα στον οργανισμό του.

Στην έβδομη ομάδα ερωτήσεων (ερωτήσεις 29-30), οι μαθητές/-τριες αρχικά καλούνται, παρατηρώντας τις εικόνες, να καταλήξουν σε συμπεράσματα αναφορικά με το αν η είσοδος του αέρα κατά την αναπνοή θα πρέπει να γίνεται από το στόμα ή τη μύτη και για ποιόν λόγο. Στη συνέχεια μέσα από μια ατομική δραστηριότητα μεταγνωστικού τύπου, οι μαθητές/-τριες μετά την ενασχόληση τους με το λογισμικό, καλούνται να απαντήσουν σε ορισμένες προτάσεις, πιο σύνθετες και αυξανόμενης δυσκολίας, οι οποίες αφορούν το συνολικό περιεχόμενο της παρέμβασης, με σκοπό να διερευνηθεί αν και κατά πόσο οι αρχικές τους ιδέες για το αναπνευστικό σύστημα εξελίσσονται- βελτιώνονται.

Στην όγδοη ομάδα ερωτήσεων (ερωτήσεις 31-32) περιλαμβάνονται ερωτήσεις-δραστηριότητες που διεξάγονται στην ολομέλεια της τάξης και αποτελούν αξιολόγηση των παραπάνω. Συγκεκριμένα αξιολογείται αν έχουν σχηματιστεί ολοκληρωμένες νοητικές αναπαραστάσεις για τη δομή του αναπνευστικού συστήματος, αν οι μαθητές/-τριες αντιλαμβάνονται τα όργανα που το αποτελούν και αν έχουν κατανοήσει τη διαδικασία της αναπνοής, δηλαδή τι ακριβώς συμβαίνει κατά την εισπνοή και την εκπνοή στον ανθρώπινο οργανισμό.

#### *4. Εισαγωγική δραστηριότητα με χειραπτικό υλικό*

Στην έναρξη της διδακτικής παρέμβασης, σαν εισαγωγή στο κεφάλαιο, το φύλλο εργασίας περιελάμβανε μια δραστηριότητα που πραγματοποιήθηκε στην ολομέλεια της τάξης (Παράρτημα Β). Οι μαθητές έχοντας μπροστά τους μπαλόνια, έπρεπε να τα

φουσκώσουν και στη συνέχεια μέσα από κάποιες ερωτήσεις που θα τους καθοδηγούσαν, να αντιληφθούν τον τρόπο με τον οποίο φούσκωσε το μπαλόνι και ότι το φούσκωμα του μπαλονιού μοιάζει με το φούσκωμα των πνευμόνων όταν παίρνουμε μια ανάσα. Να αντιληφθούν επίσης, τον τρόπο με τον οποίο ο αέρας εισέρχεται και εξέρχεται από το σώμα τους καθώς φουσκώνουν το μπαλόνι, αλλά και να τον απεικονίσουν σχηματικά.

#### 5. Τελική δραστηριότητα με χειραπτικό υλικό

Η διεξαγωγή της δραστηριότητας έγινε στην ολομέλεια της τάξης. Υπήρχαν συγκεντρωμένες εικόνες από διάφορα όργανα του ανθρώπινου σώματος και από όλα τα όργανα του αναπνευστικού συστήματος. Τα παιδιά έπρεπε να επιλέξουν και να τοποθετήσουν τις εικόνες των οργάνων του αναπνευστικού συστήματος στη σωστή θέση πάνω σε χάρτινο περίγραμμα του ανθρώπινου σώματος αναφέροντας ταυτόχρονα το όνομα και τη λειτουργία τους ( Παράρτημα Δ).

### Εργαλεία Συλλογής Δεδομένων

#### 1. Αρχικό Ερωτηματολόγιο

Τα δεδομένα για τις αρχικές ιδέες και τις αντιλήψεις των μαθητών-τριών συλλέχθηκαν πριν τη διδακτική παρέμβαση, με τη χρήση ενός ερωτηματολογίου, το οποίο δομήθηκε ειδικά για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας (Παράρτημα Α) που συμπλήρωσαν ατομικά οι μαθητές/-τριες. Το αρχικό ερωτηματολόγιο περιελάμβανε έντεκα (11) ερωτήσεις που είχαν ως στόχο να διερευνήσουν τις αρχικές ιδέες και τις αντιλήψεις των μαθητών για τη δομή και τη λειτουργία του αναπνευστικού συστήματος καθώς για τις συνήθειες που ωφελούν και βλάπτουν το αναπνευστικό σύστημα. Υπήρχαν ερωτήσεις ανοικτού και κλειστού τύπου, ερωτήσεις πολλαπλών επιλογών. Ζητήθηκε επίσης από τους μαθητές να δημιουργήσουν κάποια σχέδια.

Στην πρώτη ομάδα ερωτήσεων (ερωτ.1,2,4) επιχειρήθηκε να διερευνηθούν οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/-τριών για το αναπνευστικό σύστημα, δηλαδή «Το αναπνευστικό σύστημα του οργανισμού, ποιά λειτουργία νομίζεις ότι εξυπηρετεί;» και «Τι νομίζεις ότι είναι η εισπνοή;», «Ποιες είναι οι συνέπειες του καπνίσματος στον ανθρώπινο οργανισμό».

Στη δεύτερη ομάδα ερωτήσεων (ερωτ.3,5) ζητήθηκε από τους μαθητές/-τριες να εξηγήσουν τη διαδικασία της εισπνοής και της εκπνοής, για να διερευνηθεί αν γνωρίζουν και αντιλαμβάνονται τι συμβαίνει κατά τη διαδικασία της εισπνοής και της εκπνοής.

Στην τρίτη ομάδα ερωτήσεων (ερωτ.6,7,8) διερευνάται η γνώση και η αντίληψη των μαθητών/-τριών, τόσο για την φυσιολογία του αναπνευστικού συστήματος «Κυκλώστε τα

όργανα του αναπνευστικού συστήματος», όσο και για τη δυνατότητα των μαθητών/-τριών να αναπαραστήσουν στη σωστή θέση τα όργανα του αναπνευστικού συστήματος καθώς και την πορεία που ακολουθεί ο αέρας κατά την εισπνοή και την εκπνοή. Διερευνάται λοιπόν, εκτός από την γνώση των παραπάνω και η ικανότητα των μαθητών να οπτικοποιήσουν και να αναπαραστήσουν όσα γνωρίζουν για το αναπνευστικό σύστημα.

Στην τέταρτη ομάδα ερωτήσεων (ερωτ. 9,10,11) διερευνήθηκε η γνώση και η αντίληψη των μαθητών/-τριών σχετικά με συνήθειες καλές για το αναπνευστικό σύστημα (ποδηλασία, ορειβασία, αερισμός των δωματίων, ιατρική μάσκα), αλλά και συνήθειες που προκαλούν βλάβες στον οργανισμό (κάπνισμα και συνέπειες, καθιστική ζωή κτλ).

## 2. Τελικό Ερωτηματολόγιο

Το τελικό ερωτηματολόγιο ήταν ίδιο με το αρχικό, με ελάχιστες τροποποιήσεις στη διατύπωση.

## Διαδικασία

Τα αρχικά ερωτηματολόγια δόθηκαν δυο εβδομάδες πριν από τη διδασκαλία, για να είναι δυνατή η επεξεργασία των απαντήσεων των μαθητών/-τριών και η αξιοποίησή τους στη σχεδίαση του φύλλου εργασίας. Συμπληρώθηκαν μέσα στην αίθουσα διδασκαλίας και η διάρκεια ήταν περίπου μια διδακτική ώρα.

Η παρέμβαση πραγματοποιήθηκε σε ομάδες των δύο ή τριών ατόμων. Πριν τη χρήση του λογισμικού έλαβε χώρα η εισαγωγική δραστηριότητα με το χειραπτικό υλικό (μπαλόνια) στην ολομέλεια της τάξης. Στη συνέχεια τα παιδιά εργάστηκαν σε ομάδες στον ηλεκτρονικό υπολογιστή με τη βοήθεια των φύλλων εργασίας. Με το πέρας της εργασίας στον ηλεκτρονικό υπολογιστή πραγματοποιήθηκε η τελική δραστηριότητα με χειραπτικό υλικό στην ολομέλεια της τάξης. Καθ' όλη τη διάρκεια της διδασκαλίας καταγράφονταν σε φύλλα παρατήρησης (Παράρτημα Γ) η συμπεριφορά των ομάδων με στόχο να καταγραφεί ο βαθμός συνεργασίας των μελών τους, η μεταξύ τους συζήτηση πριν την εφαρμογή κάποιας κίνησης, ο θόρυβος που έκαναν και το ενδιαφέρον που επιδείκνυαν. Το φύλλο παρατήρησης ήταν παρόμοιο με αυτό που χρησιμοποιήθηκε από τον Τέκο (2008). Η Ομάδα Ελέγχου διδάχθηκε την ενότητα του αναπνευστικού με την παραδοσιακή μέθοδο διδασκαλίας από την δασκάλα της τάξης.

Δυο εβδομάδες μετά την διδασκαλία με τη χρήση των ΤΠΕ στο πρώτο τμήμα και την παραδοσιακή διδασκαλία στο δεύτερο τμήμα, συμπληρώθηκε από τα παιδιά το ίδιο ερωτηματολόγιο με το αρχικό (με ελάχιστες τροποποιήσεις στη διατύπωση) ώστε να υπάρχει

μεγαλύτερη δυνατότητα σύγκρισης των αρχικών και των τελικών απαντήσεων των μαθητών/-τριών. Στόχος ήταν να διαπιστωθούν τα εξής :

- Αν σημειώθηκε μεταβολή στις αρχικές ιδέες των μαθητών, συγκρίνοντάς τες με εκείνες που διατυπώθηκαν στο αρχικό ερωτηματολόγιο.
- Να συγκριθούν οι απαντήσεις των μαθητών της Π.Ο. με τις απαντήσεις της Ο.Ε., για να διαπιστωθεί αν υπήρξε συμβολή των ΤΠΕ στην καλύτερη κατανόηση και εμπέδωση των εννοιών που διδάχθηκαν.

### **Μέθοδος Ανάλυσης, Κατηγοριοποίησης και Επεξεργασίας των Ερευνητικών Δεδομένων**

Η πλειοψηφία των ερωτήσεων του ερωτηματολογίου ήταν ανοικτού τύπου. Ενώ για τις ερωτήσεις κλειστού τύπου, καταμετρήθηκαν οι απαντήσεις και υπολογίστηκε η συχνότητα κάθε απάντησης, για τις ερωτήσεις ανοικτού τύπου, προηγήθηκε μια προσεκτική κατηγοριοποίηση των απαντήσεων και στη συνέχεια καταμετρήθηκαν οι απαντήσεις κάθε κατηγορίας. Κατηγοριοποίηση των απαντήσεων έγινε και στο σχεδιαστικό κομμάτι του ερωτηματολογίου.

Κατά την επεξεργασία και ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών/-τριών, λήφθηκαν υπόψη:

- Εάν εξηγούνταν ικανοποιητικά οι έννοιες και οι διαδικασίες (π.χ. εισπνοή, εκπνοή)
- Εάν υπήρχαν προβλήματα διατύπωσης των εννοιών, ή δεν ήταν εύκολη η διατύπωσή τους με επιστημονικούς όρους, αν και γινόταν κατανοητή η διαδικασία.

Κατά την επεξεργασία και ανάλυση των σχεδίων των μαθητών/-τριών, λήφθηκαν υπόψη:

- Αν είχαν συμπεριληφθεί όλα τα όργανα του αναπνευστικού συστήματος, με το όνομά τους δίπλα για να γνωρίζουμε αν έχουν αναπαραστήσει το σωστό όργανο.
- Αν τα όργανα του αναπνευστικού συστήματος είχαν αναπαρασταθεί με σχήμα που προσομοιάζει στην πραγματική τους μορφή και αν είχαν τοποθετηθεί στη σωστή θέση στο περίγραμμα του ανθρώπινου σώματος.
- Αν στο σχήμα γινόταν σύνδεση των οργάνων, δημιουργώντας ένα σύστημα, ή απλά είχαν τοποθετηθεί τα όργανα μέσα στο περίγραμμα, ξεκομμένα το ένα από το άλλο, χωρίς σύνδεση.
- Αν ήταν σχεδιασμένη η ολοκληρωμένη πορεία που ακολουθεί ο αέρας κατά την εισπνοή, συμπεριλαμβάνοντας όλα τα όργανα από τα οποία περνάει.

- Αν ήταν σχεδιασμένη η ολοκληρωμένη πορεία που ακολουθεί ο αέρας κατά την εκπνοή, συμπεριλαμβάνοντας όλα τα όργανα από τα οποία περνάει.
- Αν γινόταν αντιληπτό το πέρασμα των δυο πορειών του αέρα από τα ίδια όργανα και αν υπήρχε σύνδεση μεταξύ των δυο, ή απλά παρουσιαζόταν παράλληλα, χωρίς σύνδεση μεταξύ τους.

Η επεξεργασία των ερευνητικών δεδομένων έγινε με:

- Κατηγοριοποίηση και ποιοτική ανάλυση των απαντήσεων.
  1. Πραγματοποιήθηκε αρχικά σύγκριση των απαντήσεων της Ομάδας Ελέγχου (Ο.Ε.) με αυτών της Πειραματικής Ομάδας (Π.Ο.) στο αρχικό ερωτηματολόγιο.
  2. Πραγματοποιήθηκε σύγκριση της συχνότητας και της ομοιότητας ή της μεταβολής των απαντήσεων μεταξύ του αρχικού και του τελικού ερωτηματολογίου.
  3. Τα αποτελέσματα παρουσιάστηκαν με πίνακες και διαγράμματα στο Excel.
- Ποιοτική ανάλυση των συμπεριφορών των ομάδων των μαθητών/-τριών κατά τη διδασκαλία. Καταγράφηκαν κυρίως:
  1. Πιθανές δυσκολίες που αντιμετώπισαν μαθητές/-τριες στο χειρισμό του λογισμικού.
  2. Σχετικά με τις ομάδες, αν υπήρχαν: ενδιαφέρον, συνεργασία, θόρυβος, συζήτηση πριν από κάθε δράση.
  3. Σχόλια ή συζητήσεις μεταξύ των ομάδων (όσα ήταν δυνατόν να καταγραφούν από αυτά στο φύλλο του παρατηρητή).
  4. Παρεμβάσεις του εκπαιδευτικού στη διάρκεια ενασχόλησης των μαθητών/-τριών με το λογισμικό.
  5. Γενικότερες δυσκολίες ή προβλήματα που αντιμετώπισε ο εκπαιδευτικός κατά τη διδασκαλία.

## 5. Αποτελέσματα

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται η παρουσίαση των αποτελεσμάτων των απαντήσεων του αρχικού και του τελικού ερωτηματολογίου. Παρουσιάζονται συγκριτικά οι απαντήσεις των μαθητών/-τριών της Π.Ο. και αυτών της Ο.Ε. στο αρχικό ερωτηματολόγιο για να διαπιστωθεί αν βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο ή αν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ τους, όσον αφορά τις αρχικές ιδέες για το αναπνευστικό σύστημα, τη δομή και τη λειτουργία του, πριν από την παρέμβαση. Στους ίδιους πίνακες παρουσιάζονται επίσης και οι απαντήσεις των παιδιών και των δυο ομάδων στο τελικό ερωτηματολόγιο. Εντοπίζονται διαφορές μεταξύ Π.Ο. και Ο.Ε. και γίνεται σχολιασμός των απαντήσεων και των σχημάτων, με βάση την εννοιολογική εξέλιξη των μαθητών-τριών των δυο ομάδων.

### Αποτελέσματα από την Επεξεργασία των Απαντήσεων του Αρχικού και του Τελικού Ερωτηματολογίου

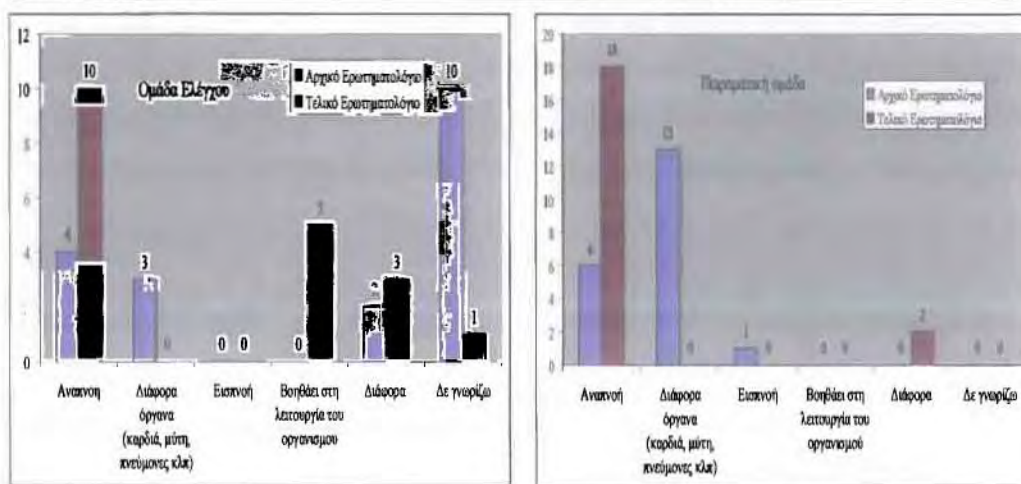
#### Αντιλήψεις των Μαθητών για το Αναπνευστικό Σύστημα του Ανθρώπου

Από τις απαντήσεις των παιδιών στην 1<sup>η</sup> ερώτηση του αρχικού ερωτηματολογίου («Το αναπνευστικό σύστημα του οργανισμού, ποιά λειτουργία νομίζεις ότι εξυπηρετεί;»), γίνεται φανερό ότι οι πιο πολλοί μαθητές/-τριες της Πειραματικής Ομάδας (Π.Ο.) και της Ομάδας Ελέγχου (Ο.Ε.) δεν αντιλαμβάνονται ή δεν κατανοούν επαρκώς το ρόλο του αναπνευστικού συστήματος στον ανθρώπινο οργανισμό. Έτσι αρκετοί από αυτούς/ές (13 παιδιά από την Π.Ο. και 3 παιδιά από την Ο.Ε.) αναφέρουν διάφορα όργανα του ανθρώπινου οργανισμού – *καρδιά (2 μαθητές/-τριες της Π.Ο. και 1 μαθητής/-τρια της Ο.Ε.), μήτη (4 μαθητές/-τριες της Π.Ο. και 1 μαθητής/-τρια της Ο.Ε.), πνεύμονες (12 μαθητές/-τριες της Π.Ο.), στόμα (1 μαθητής/-τρια της Ο.Ε.), φάρυγγας (1 μαθητής/-τρια της Π.Ο.)*. Κρίνεται σκόπιμο στο σημείο αυτό να αναφέρουμε ότι κάποιος μαθητής μπορεί να έχει αναφέρει παραπάνω από ένα όργανα. Τέλος, μερικοί υποστηρίζουν (13 παιδιά από την Ο.Ε.) ότι «δεν γνωρίζουν» το ρόλο του αναπνευστικού συστήματος στον ανθρώπινο οργανισμό.

Λίγοι/ες μαθητές/-τριες από την Π.Ο. (6) και ένα (1) μόλις παιδί από την Ο.Ε. δείχνουν να αντιλαμβάνονται πριν τη διδασκαλία τη βασική λειτουργία που εξυπηρετεί το αναπνευστικό σύστημα στον οργανισμό του ανθρώπου απαντώντας ότι «εξυπηρετεί την

αναπνοή», ενώ δύο (2) άλλα παιδιά της Ο.Ε. ελέγχου δίνουν διάφορες απαντήσεις αναφέροντας «καρδιαγγειακό σύστημα» και «αναπνευστική δίοδος» κ.ά.

Ερώτηση 1: Το αναπνευστικό σύστημα του οργανισμού, ποιά λειτουργία νομίζεις ότι εξυπηρετεί;					
α/α	Κατηγορίες απαντήσεων	Αρχικό		Τελικό	
		Π.Ο. N=20	Ο.Ε. N=19	Π.Ο. N=20	Ο.Ε. N=19
1	Αναπνοή	6	4	18	10
2	Διάφορα όργανα του ανθρώπινου σώματος (καρδιά, μίτη, πνεύμονες, στόμα, φάρυγγας)	13	3	0	0
3	Εισπνοή	1	0	0	0
4	Βοηθάει στη λειτουργία του οργανισμού /το χρειαζόμαστε	0	0	0	5
5	Διάφορα Καρδιαγγειακό σύστημα Κυκλοφορικό σύστημα Αναπνευστική δίοδος	0	2	2	3
6	Δε γνωρίζω	0	10	0	1



Σχήμα 1. Σύγκριση των απαντήσεων στην ερώτηση «Το αναπνευστικό σύστημα του οργανισμού, ποιά λειτουργία νομίζεις ότι εξυπηρετεί;» του αρχικού ερωτηματολογίου με τις απαντήσεις στο τελικό ερωτηματολόγιο της Π.Ο. (N=20) και της Ο.Ε. (N=19).

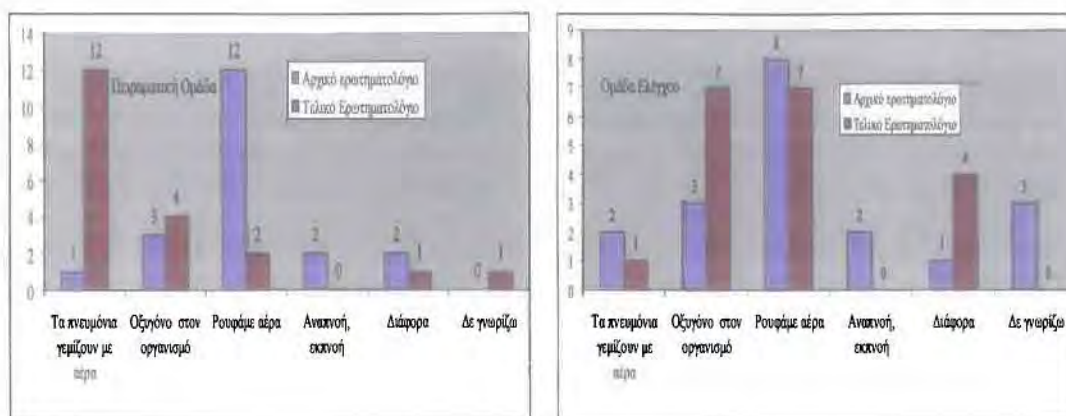
Στο τελικό ερωτηματολόγιο οι απαντήσεις των παιδιών της Π.Ο. βελτιώνονται σημαντικά. Οι πιο πολλοί/ές μαθητές/-τριες (18) αντιλαμβάνονται ότι το αναπνευστικό σύστημα σχετίζεται άμεσα με την αναπνοή του ανθρώπου «το αναπνευστικό σύστημα επιτελεί τη λειτουργία της αναπνοής», «το αναπνευστικό σύστημα βοηθά τη λειτουργία της αναπνοής» κ.ά. Μόλις δυο (2) παιδιά δίνουν διάφορες απαντήσεις και συγκεκριμένα την ίδια απάντηση «τα πνευμόνια». Όσον αφορά τους μαθητές/τριες της Ο.Ε. ένας σημαντικός αριθμός παιδιών (10) δίνει τη σωστή απάντηση στο 1<sup>ο</sup> ερώτημα αναφέροντας «την αναπνοή». Ωστόσο, κάποια

παιδιά (5) σημειώνουν λειτουργικού τύπου απαντήσεις λέγοντας ότι το αναπνευστικό σύστημα «*το χρειαζόμαστε*» ή «*βροηθάει στη λειτουργία του οργανισμού*», ενώ τρία (3) παιδιά δίνουν διάφορες απαντήσεις όπως «*τα πνευμόνια διότι έχουν μέσα αέρα*», «*τα πνευμόνια*» ή αναφέρουν όργανα του αναπνευστικού (*πνεύμονες, τραχεία, μύτη, βρόγχοι, στόμα, λάρυγγας και κάποια εκτός αυτού, θώρακας, αίμα*) και ένας/μία (1) συνεχίζει να «*μην γνωρίζει*» το ρόλο του αναπνευστικού συστήματος στον άνθρωπο.

Από τις απαντήσεις των παιδιών στη 2<sup>η</sup> ερώτηση του αρχικού ερωτηματολογίου («*Τι νομίζεις ότι είναι η εισπνοή;*») γίνεται φανερό ότι οι πιο πολλοί/ές μαθητές/-τριες της Π.Ο. και της Ο.Ε. δεν αντιλαμβάνονται ή δεν κατανοούν επαρκώς την έννοια της εισπνοής. Μόλις ένας/μία (1) μαθητής/-τρια από την Π.Ο. και δύο (2) μαθητές/-τριες από την Ο.Ε. αντιλαμβάνονται, πριν τη διδασκαλία την εισπνοή ως την «*είσοδο αέρα ή οξυγόνου στα πνευμόνια*». Τα περισσότερα παιδιά (14 από την Π.Ο. και 11 από την Ο.Ε.) περιγράφουν την εισπνοή εν μέρει σωστά λέγοντας ότι «*ρουφάμε/ παίρνουμε οξυγόνο ή αέρα*» (κατηγορίες απαντήσεων 2 και 3). Ωστόσο, υπάρχει διαχωρισμός. Ορισμένοι/ες μαθητές/-τριες (3 από την Π.Ο. και 3 από την Ο.Ε.) αντιλαμβάνονται το οξυγόνο ως βασικό συστατικό του αέρα που προσλαμβάνουμε, ενώ άλλοι/ες (12 από την Π.Ο. και 8 από τη Ο.Ε.) αναφέρουν απλά ότι «*ρουφάμε/ παίρνουμε αέρα*». Μία (1) μαθήτρια από την Π.Ο. και δύο (2) από την Ο.Ε. ταυτίζουν την εισπνοή με «*την αναπνοή*» ή «*την εκπνοή*», τρεις (2) μαθητές/-τριες της Π.Ο. και ένας (1) της Ο.Ε. δίνουν διάφορες απαντήσεις αναφέροντας «*κρατάμε την αναπνοή μας για λίγο*» και «*αναπνοή*», ενώ, τρία (3) παιδιά της Ο.Ε. απαντούν ότι «*δε γνωρίζουν*» τι είναι η εισπνοή.

Ερώτηση 2: Τι νομίζεις ότι είναι η εισπνοή;					
α/α	Κατηγορίες απαντήσεων	Αρχικό		Τελικό	
		Π.Ο. N=20	Ο.Ε. N=19	Π.Ο. N=20	Ο.Ε. N=19
1	Τα πνευμόνια γεμίζουν με αέρα Αέρας/ οξυγόνο μπαίνει στα πνευμόνια	1	2	12	1
2	Είσοδος οξυγόνου στον οργανισμό	3	3	4	7
3	Ρουφάμε/παίρνουμε αέρα	12	8	2	7
4	Αναπνοή, εκπνοή	2	2	0	0
5	Διάφορα	2	1	1	4
6	Δε γνωρίζω	0	3	1	0





Σχήμα 2. Σύγκριση των απαντήσεων στην ερώτηση «Τι νομίζεις ότι είναι η εισπνοή;» του αρχικού ερωτηματολογίου με τις απαντήσεις στο τελικό ερωτηματολόγιο της Π.Ο. (N=20) και της Ο.Ε. (N=19).

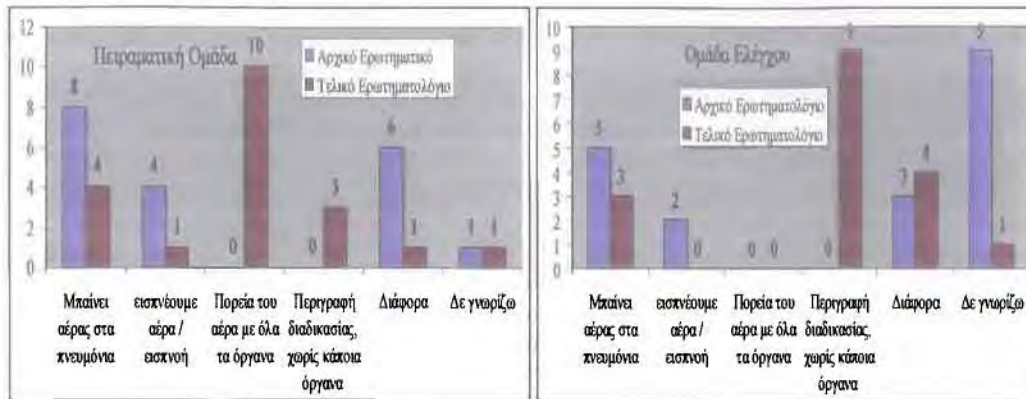
Στο τελικό ερωτηματολόγιο παρατηρείται σημαντική εξέλιξη της αντίληψης των μαθητών/-τριών της Π.Ο. όσον αφορά την έννοια της εισπνοής, καθώς δώδεκα (12) από αυτούς/ές και μόνο ένας (1) από την Ο.Ε. δίνουν ολοκληρωμένες απαντήσεις λέγοντας ότι είναι η διαδικασία κατά την οποία «το οξυγόνο ή ο αέρας πηγαίνουν στα πνευμόνια». Επιπλέον, σημαντικός αριθμός παιδιών από της Π.Ο. (4) αναφέρει το οξυγόνο ως βασικό συστατικό του αέρα που εισπνέουμε απαντώντας ότι «η εισπνοή είναι η είσοδος οξυγόνου στον οργανισμό μας». Ορισμένοι/ες μαθητές/-τριες (2) δίνουν μετά τη διδασκαλία γενικόλογες απαντήσεις υποστηρίζοντας ότι κατά την εισπνοή «ρουφάμε/ παίρνουμε αέρα», ένας/μία (1) μαθητής/-τρια δίνει διάφορες απαντήσεις, ταυτίζοντας την εισπνοή με την «αναπνοή» και ένα (1) παιδί απαντά μετά τη διδακτική παρέμβαση ότι «δεν γνωρίζει».

Όσον αφορά τους μαθητές/-τριες της Ο.Ε. μόλις ένας (1) μαθητής/-τρια μετά τη διδασκαλία δίνει ολοκληρωμένη απάντηση για την εισπνοή εξηγώντας ότι «είναι η λειτουργία του αναπνευστικού που μπαίνει οξυγόνο στα πνευμόνια», ενώ μεγάλος αριθμός των μαθητών/-τριών (7) αναφέρει ότι είναι «η είσοδος του αέρα στον οργανισμό» και ίδιος αριθμός (7) αναφέρει ότι είναι «η είσοδος του οξυγόνου στον οργανισμό», αναγνωρίζοντάς το ως βασικό συστατικό του αέρα. Επιπλέον, ενώ αρχικά ήταν μόλις ένας (1) μαθητής/-τρια, τώρα αρκετοί μαθητές/-τριες της Ο.Ε. (4) δίνουν διάφορες απαντήσεις, όπως «μαζεύουμε αέρα στο στόμα μας», «είναι το διοξείδιο του άνθρακα» και «είναι αναπνοή που μπαίνει προς τα μέσα», γεγονός που δείχνει ότι η διδασκαλία δεν τους έδωσε ξεκάθαρες απαντήσεις για την εισπνοή.

Από τις απαντήσεις που δίνουν τα παιδιά στην 3<sup>η</sup> ερώτηση του αρχικού ερωτηματολογίου («Προσπάθησε να περιγράψεις με λίγα λόγια τι νομίζεις ότι συμβαίνει

κατά τη διαδικασία της εισπνοής στον ανθρώπινο οργανισμό») γίνεται φανερό ότι αρκετοί/ές από αυτούς/ές (8 από την Π.Ο. και 5 από την Ο.Ε.) περιγράφουν με έναν πιο ολοκληρωμένο τρόπο τι ακριβώς συμβαίνει κατά τη διαδικασία της εισπνοής – σε σχέση με τις απαντήσεις τους στην ερώτηση 2 – και αναφέρουν ότι «ο αέρας από τη μύτη και το στόμα πάει στα πνευμόνια» ή ότι «αέρας μπαίνει στα πνευμόνια». Κάποια άλλα παιδιά (4 για την Π.Ο. και 2 για την Ο.Ε.) δίνουν γενικόλογες απαντήσεις αναφέροντας ότι κατά την εισπνοή «ρουφάμε ή εισπνέουμε αέρα προς τα μέσα», ενώ αρκετοί/ές μαθητές/-τριες (6 για την Π.Ο. και 3 για την Ο.Ε.) δίνουν διάφορες απαντήσεις στο συγκεκριμένο ερώτημα. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι ένα (1) παιδί από την Π.Ο. και ένα (1) από την Ο.Ε. απαντούν ότι μέσα από τη συγκεκριμένη διαδικασία της εισπνοής «υπάρχει αέρας στο σώμα», ενώ τρεις (3) μαθητές/-τριες από την Π.Ο. ένας (1) από την Ο.Ε. εξηγούν ότι η εισπνοή «βοηθάει στο να καθαρίζονται όργανα ή ο οργανισμός». Δύο (2) μαθητές/-τριες της Π.Ο. σχετίζουν τη διαδικασία της εισπνοής με την ίδια τη ζωή του ανθρώπου «η εισπνοή βοηθάει να ανασαίνουμε για να ζούμε», ενώ μεγάλος αριθμός μαθητών/-τριών της Ο.Ε. (9 παιδιά) δεν αντιλαμβάνονται τι μπορεί να συμβαίνει κατά τη διαδικασία της εισπνοής, απαντώντας «δε γνωρίζω».

Ερώτηση 3: Προσπάθησε να περιγράψεις με λίγα λόγια τι νομίζεις ότι συμβαίνει κατά τη διαδικασία της εισπνοής στον ανθρώπινο οργανισμό					
α/α	Κατηγορίες απαντήσεων	Αρχικό		Τελικό	
		Π.Ο. N=20	Ο.Ε. N=19	Π.Ο. N=20	Ο.Ε. N=19
1	Ο αέρας από τη μύτη και το στόμα πάει στα πνευμόνια/ μπαίνει αέρας στα πνευμόνια	8	5	4	3
2	Ρουφάμε /εισπνέουμε αέρα προς τα μέσα/ εισπνοή	4	2	1	0
3	Περιγράφουν την πορεία του αέρα με όλα τα όργανα (στόμα, μύτη, φάρυγγας, λάρυγγας, τραχεία, βρόγχοι, πνεύμονες)	0	0	10	0
4	Περιγράφουν τη διαδικασία, αλλά δεν αναφέρουν κάποια όργανα (π.χ. βρόγχοι, φάρυγγα, τραχεία)	0	0	3	9
5	Διάφορα	6	3	1	4
6	Δε γνωρίζω	1	9	1	1



Σχήμα 3. Σύγκριση των απαντήσεων στην ερώτηση «Προσπάθησε να περιγράψεις με λίγα λόγια τι νομίζεις ότι συμβαίνει κατά τη διαδικασία της εισπνοής στον ανθρώπινο οργανισμό» του αρχικού ερωτηματολογίου με τις απαντήσεις στο τελικό ερωτηματολόγιο της Π.Ο. (N=20) και της Ο.Ε. (N=19).

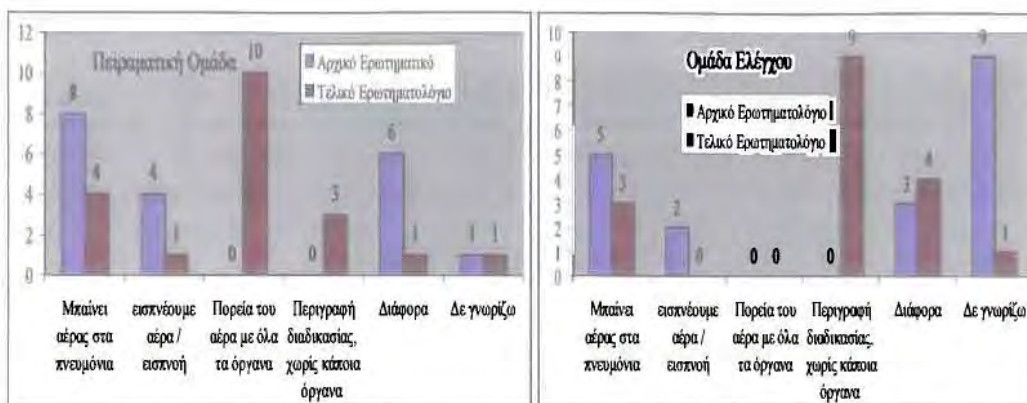
Στο τελικό ερωτηματολόγιο οι αντιλήψεις των μαθητών/-τριών της Π.Ο. έχουν βελτιωθεί σημαντικά. Πολλά παιδιά (10) περιγράφουν με ολοκληρωμένο τρόπο την πορεία του αέρα ή του οξυγόνου στον ανθρώπινο οργανισμό κάνοντας αναφορά σε όλα τα όργανα του αναπνευστικού συστήματος (στόμα, μύτη, φάρυγγα, λάρυγγα, τραχεία, βρόγχοι, πνεύμονες). Τρεις (3) μαθητές/-τριες έχουν πετύχει σε σημαντικό βαθμό το στόχο της διδασκαλίας να περιγράφουν τα όργανα του αναπνευστικού συστήματος από όπου περνά ο ατμοσφαιρικός αέρας, ωστόσο παραλείπουν συχνά την αναφορά σε κάποιο (ένα) από αυτά π.χ. βρόγχοι, φάρυγγα ή τραχεία. Τέσσερις (4) μαθητές/-τριες φαίνεται να διατηρούν μετά τη διδασκαλία τις αρχικές του αντιλήψεις «οξυγόνο που πάει από τη μύτη και το στόμα στους πνεύμονες», οι οποίες ήταν σωστές, αλλά δεν περιέγραφαν αναλυτικά τη διαδικασία της εισπνοής. Ένα (1) παιδί της Π.Ο. συνεχίζει ακόμα και μετά τη διδασκαλία να δίνει διάφορες απαντήσεις π.χ. «αέρας πηγαίνει στη μύτη όπου γίνεται ανταλλαγή αερίων» και ένα άλλος μαθητής/-τρια «δεν γνωρίζει» να περιγράψει τι ακριβώς συμβαίνει κατά τη διαδικασία της εισπνοής στον ανθρώπινο οργανισμό.

Από τις απαντήσεις των μαθητών/-τριών της Ο.Ε. στο τελικό ερωτηματολόγιο, διαπιστώνεται ότι κανένας μαθητής/-τρια δεν έχει περιγράψει ολοκληρωμένα τη διαδικασία της εισπνοής. Εννέα (9) μαθητές/-τριες της Ο.Ε. περιγράφουν την πορεία που ακολουθεί ο ατμοσφαιρικός αέρας και τα όργανα που συμμετέχουν στη διαδικασία αυτή, παραλείποντας ωστόσο μερικά από αυτά. Αξιοσημείωτο είναι ότι σχεδόν οι μισοί/ές μαθητές/-τριες της Ο.Ε. παραλείπουν την αναφορά στο φάρυγγα. Τρεις (3) μαθητές/-τριες της Ο.Ε. διατηρούν τις αρχικές τους ιδέες σχετικά με τη διαδικασία της εισπνοής ακόμη και μετά τη διδασκαλία

απαντώντας πως είναι «ο αέρας που περνάει από τη μύτη και πάει στα πνευμόνια». Υπάρχουν ακόμη μαθητές/-τριες (4 παιδιά) που δίνουν διάφορες απαντήσεις, όπως ότι «το στήθος φουσκώνει οι μύες του θώρακα διογκώνονται και μπαίνει αέρας», «εισπνέουμε από τη μύτη γιατί είναι καλύτερο», η εισπνοή «βοηθάει τον οργανισμό» ή ότι η εισπνοή «κάνει καλό γιατί χαλαρώνεις». Ενώ ένας μαθητής/-τρια ακόμη και μετά τη διδασκαλία «δε γνωρίζει» να περιγράψει τι ακριβώς συμβαίνει κατά τη διαδικασία της εισπνοής στον άνθρωπο.

Από τις απαντήσεις των παιδιών στην 4<sup>η</sup> ερώτηση του αρχικού ερωτηματολογίου («Τι νομίζεις ότι είναι η εκπνοή;») γίνεται φανερό ότι οι πιο πολλοί/ές μαθητές/-τριες της Π.Ο. και της Ο.Ε. δεν αντιλαμβάνονται ή δεν κατανοούν επαρκώς την έννοια της εκπνοής. Μόλις τρεις (3) μαθητές/-τριες της Π.Ο. και τέσσερις (4) μαθητές/-τριες της Ο.Ε. περιγράφουν σωστά την έννοια της εισπνοής απαντώντας ότι «είναι ο αέρας ή το διοξείδιο του άνθρακα που βγάζουμε από τα πνευμόνια μας». Ο ίδιος αριθμός μαθητών/-τριών (3 της Π.Ο. και 4 της Ο.Ε.) δίνουν ταυτολογικές απαντήσεις, όπως «εκπνέουμε ή είναι ο αέρας που εκπνέουμε», πιθανότατα λόγω της αδυναμίας τους να εκφράσουν την έννοια της εισπνοής. Μεγάλος αριθμός μαθητών και των δυο ομάδων (13 της Π.Ο. και 6 της Ο.Ε.) αντιλαμβάνονται την εισπνοή ως την «έξοδο του αέρα ή του διοξειδίου του άνθρακα από το στόμα ή τη μύτη», μη εντάσσοντας στην απάντησή τους και τους πνεύμονες. Ένας (1) μαθητής/-τρια της Π.Ο. και τρεις (3) της Ο.Ε. δίνουν διάφορες απαντήσεις στην προσπάθειά τους να ερμηνεύσουν την εισπνοή, μεταξύ των οποίων «βγάζουμε αέρα που έχει εγκλωβιστεί στο στόμα μας» και «να αναπνέουμε». Τέλος, δυο μαθητές της Ο.Ε. δεν δίνουν καμία απάντηση στην ερώτηση.

Ερώτηση 4: Τι νομίζεις ότι είναι η εκπνοή;					
α/α	Κατηγορίες απαντήσεων	Αρχικό Ερωτηματολόγιο		Τελικό Ερωτηματολόγιο	
		Π. Ο.	Ο. Ε.	Π.Ο.	Ο.Ε.
		N=20	N=19	N=20	N=19
1	Βγάζουμε αέρα/ διοξείδιο του άνθρακα / αέρια από τα πνευμόνια μας	3	4	12	0
2	Ταυτολογική απάντηση: εκπνέουμε/ αέρας που εκπνέουμε	3	4	0	0
3	Βγάζουμε αέρα/ διοξείδιο του άνθρακα από τη μύτη ή το στόμα	13	6	0	2
4	Αποβολή αέρα/ διοξειδίου του άνθρακα από το σώμα στο περιβάλλον	0	1	8	11
5	Ξεφυσάμε προς τα έξω/ βγάζουμε αναπνοή προς τα έξω	0	0	0	3
6	Διάφορα	1	2	0	2
7	Δε γνωρίζω	0	2	0	1



Διάγραμμα 4. Σύγκριση των απαντήσεων στην ερώτηση «Τι νομίζεις ότι είναι η εισπνοή;» του αρχικού ερωτηματολογίου με τις απαντήσεις στο τελικό ερωτηματολόγιο της Π.Ο. (N=20) και της Ο.Ε. (N=19).

Από τις απαντήσεις των μαθητών/-τριών της Π.Ο. στο τελικό ερωτηματολόγιο διαπιστώνεται σημαντική εξέλιξη των αντιλήψεων των μαθητών/-τριών όσον αφορά την κατανόηση της έννοιας της εισπνοής. Δώδεκα (12) μαθητές της Π.Ο. απαντούν ότι η εισπνοή είναι η «αποβολή διοξειδίου του άνθρακα ή αέρα από τους πνεύμονες». Οκτώ (8) μαθητές/-τριες της Π.Ο. μετά τη διδασκαλία αναφέρουν ότι πρόκειται για την «αποβολή του αέρα ή διοξειδίου του άνθρακα από το σώμα στο περιβάλλον», χωρίς όμως να αναφέρουν ότι ο αέρας φεύγει από τους πνεύμονες.

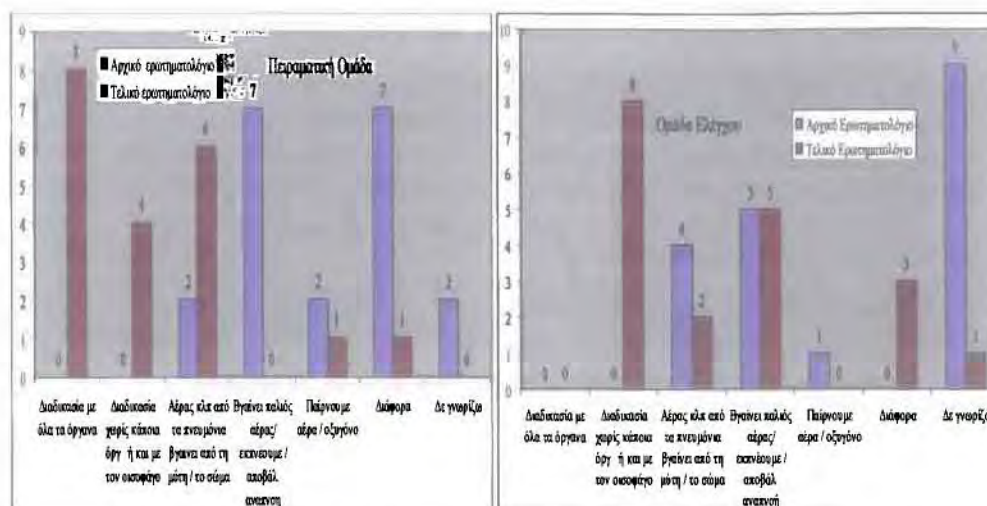
Περνώντας στην Ο.Ε. δεν εντοπίζεται κάποια εξέλιξη των μαθητών/-τριών προς την κατεύθυνση της προσδοκώμενης απάντησης ( αποβάλλουμε διοξείδιο του άνθρακα από τα πνευμόνια μας). Οι περισσότεροι μαθητές/-τριες της Ο.Ε. (11), απαντούν ότι είναι η «αποβολή αέρα ή διοξειδίου του άνθρακα από το σώμα».

Οι μαθητές και των δυο ομάδων φαίνεται να μη μπορούν να διαχωρίσουν το σώμα ως ολότητα από το αναπνευστικό σύστημα, με αποτέλεσμα να θεωρούν ότι το διοξείδιο του άνθρακα αποβάλλεται γενικά από το σώμα και όχι από το αναπνευστικό σύστημα ή συγκεκριμένα όργανά του (πνεύμονες). Επιπλέον, δυο (2) μαθητές/-τριες της Ο.Ε. απαντούν ότι είναι η «αποβολή αέρα ή διοξειδίου του άνθρακα από τη μύτη ή το στόμα», ενώ τρεις (3) μαθητές/-τριες απαντούν ότι «ξεφυσάμε προς τα έξω». Τέλος, δυο (2) μαθητές/-τριες δίνουν διάφορες απαντήσεις, όπως «είναι το διοξείδιο του άνθρακα» κ.ά.

Στο αρχικό ερωτηματολόγιο για την ερώτηση 5 («Προσπάθησε να περιγράψεις με λίγα λόγια τι νομίζεις ότι συμβαίνει κατά τη διαδικασία της εκπνοής στον ανθρώπινο οργανισμό»), δυο (2) μαθητές/-τριες της Π.Ο. και τέσσερις (4) της Ο.Ε. περιγράφουν τη διαδικασία της εκπνοής με μια αρχική και απλουστευμένη προσέγγισή της, ως την «αποβολή

του αέρα ή διοξειδίου του άνθρακα από τα πνευμόνια», χωρίς να αναφέρουν τα όργανα από τα οποία διέρχεται το διοξείδιο του άνθρακα, κάτι που μας οδηγεί περισσότερο στον ορισμό της εκπνοής. Πολλοί είναι οι μαθητές/-τριες τόσο της Π.Ο. (7), όσο και της Ο.Ε. (4) που αντιλαμβάνονται τη διαδικασία της εκπνοής περισσότερο διαισθητικά, ως τη «διαδικασία κατά την οποία αποβάλλεται αέρας ή διοξείδιο του άνθρακα από το στόμα ή τη μύτη». Δύο (2) μαθητές/-τριες της Π.Ο. και ένας/μία (1) μαθητής/-τρια της Ο.Ε. φαίνεται να συγχέουν τις έννοιες της εισπνοής και της εκπνοής, καθώς απαντούν ότι είναι να «παίρνουμε αέρα ή οξυγόνο». Μεγάλος αριθμός των μαθητών/-τριών της Π.Ο. (7) δίνουν διάφορες απαντήσεις επιχειρώντας να περιγράψουν τη διαδικασία της εκπνοής, μεταξύ των οποίων «ο εγκέφαλος δίνει εντολή σε διάφορα όργανα όπως το λάρυγγα να φουφήξουν τον αέρα», «εκπνέουμε τον αέρα που υπάρχει στα πνευμόνια και παίρνουμε καινούργιο αέρα», «ο άνθρωπος διώχνει τα μικρόβια που ρέουν μέσα του». Τέλος, υπάρχουν δυο (2) μαθητές/-τριες και εννέα (9) της Ο.Ε., οι οποίοι δεν μπορούν να δώσουν καμία απάντηση.

<b>Ερώτηση 5:</b> Προσπάθησε να περιγράψεις με λίγα λόγια τι νομίζεις ότι συμβαίνει κατά τη διαδικασία της εκπνοής στον ανθρώπινο οργανισμό					
α/α	Κατηγορίες απαντήσεων	Αρχικό Ερωτηματολόγιο		Τελικό Ερωτηματολόγιο	
		Π. Ο.	Ο. Ε.	Π.Ο.	Ο.Ε.
		N=20	N=19	N=20	N=19
1	Περιγράφουν τη διαδικασία με όλα τα όργανα	0	0	8	0
2	Περιγράφουν τη διαδικασία αλλά δεν αναφέρουν κάποια όργανα (φάρυγγας-τραχεία/ βρόγχοι) ή προσθέτουν τον οισοφάγο	0	0	4	8
3	Παλιός αέρας / διοξείδιο του άνθρακα/ οξυγόνο από τα πνευμόνια βγαίνει από τη μύτη / το σώμα	2	4	6	2
4	Βγαίνει παλιός αέρας/ αέρας/ οξυγόνο από το στόμα/μύτη / Βγάζουμε αέρα/ εκπνοή προς τα έξω, εκπνέουμε (από το στόμα ή τη μύτη) / αποβάλλουμε αναπνοή	7	5	0	5
5	Παίρνουμε αέρα / οξυγόνο	2	1	1	0
6	Διάφορα	7	0	1	3
	Δε γνωρίζω	2	9	0	1



Διάγραμμα 5. Σύγκριση των απαντήσεων στην ερώτηση «Προσπάθησε να περιγράψεις με λίγα λόγια τι νομίζεις ότι συμβαίνει κατά τη διαδικασία της εκπνοής στον ανθρώπινο οργανισμό» του αρχικού ερωτηματολογίου με τις απαντήσεις στο τελικό ερωτηματολόγιο της Π.Ο. (N=20) και της Ο.Ε. (N=19).

Από τις απαντήσεις των μαθητών/-τριών της Π.Ο. στο τελικό ερωτηματολόγιο διαπιστώνεται ικανοποιητική εξέλιξη των αντιλήψεων τους, της Π.Ο. καθώς οκτώ (8) από αυτούς/ες περιγράφουν ολοκληρωμένα τη διαδικασία της εκπνοής με όλα τα όργανα που συμμετέχουν σε αυτή (πνεύμονες, βρόγχοι, τραχεία, λάρυγγας, φάρυγγας, μύτη ή στόμα). Τέσσερις (4) μαθητές/-τριες της Π.Ο. έχουν πετύχει σε σημαντικό βαθμό το στόχο της διδασκαλίας, περιγράφοντας την πορεία που ακολουθεί ο ατμοσφαιρικός αέρας κατά την έξοδο του από το σώμα μας, ωστόσο παραλείπουν συχνά την αναφορά σε κάποιο (ένα) από αυτά ( φάρυγγας, τραχεία, βρόγχοι). Ένας ακόμη αριθμός μαθητών/-τριών της Π.Ο. (6) έχει πετύχει μερικώς το στόχο της διδασκαλίας, καθώς περιγράφει τη διαδικασία της εκπνοής με μια αρχική και απλουστευμένη προσέγγισή της, ως την αποβολή του αέρα ή διοξειδίου του άνθρακα από τα πνευμόνια και την έξοδο του από το στόμα ή τη μύτη, χωρίς να αναφέρουν τα όργανα από τα οποία διέρχεται το διοξείδιο του άνθρακα. Υπάρχει κι ένας μαθητής/-τρια που ακόμη και μετά τη διδασκαλία εξακολουθεί να συγχέει την εκπνοή με την εισπνοή, αποδεικνύοντας πόσο βαθιά ριζωμένες είναι οι αρχικές-εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών/-τριών. Τέλος, άλλος ένας/μία (1) μαθητής/τρια της Π.Ο. απαντά ότι «μετά την ανταλλαγή αερίων, το διοξείδιο του άνθρακα περνά στο αίμα, στα ερυθρά αιμοσφαίρια και αποβάλλεται από αυτό», πιθανότατα παρερμηνεύοντας την προσομοίωση του λογισμικού για την ανταλλαγή αερίων στο εσωτερικό της κυψελίδας.

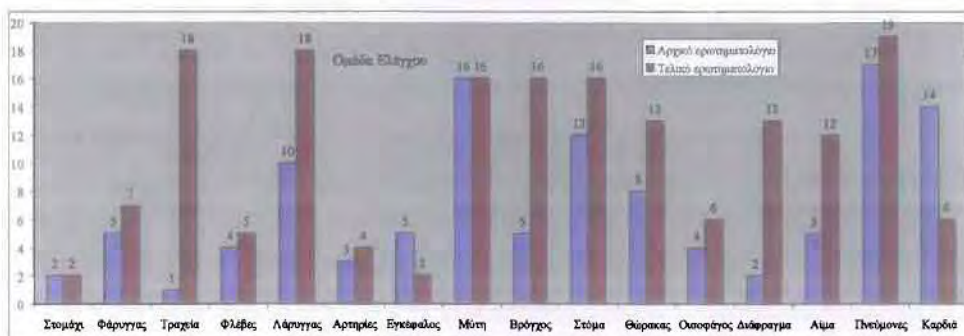
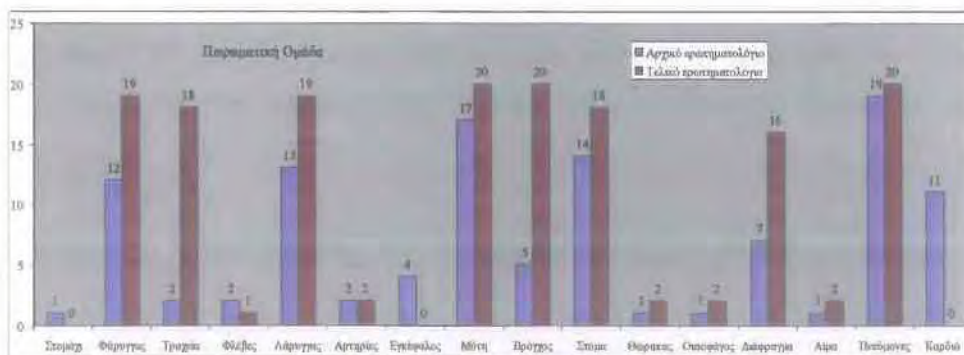
Περνώντας στην Ο.Ε. παρατηρείται πως μετά τη διδασκαλία κανέναν/καμία μαθητής/-τρια της Ο.Ε. δεν περιγράφει ολοκληρωμένα τη διαδικασία της εκπνοής με τα όργανα του αναπνευστικού συστήματος που συμμετέχουν σε αυτήν, ενώ οι περισσότεροι μαθητές/-τριες (8) περιγράφουν ολοκληρωμένα την πορεία που ακολουθεί ο ατμοσφαιρικός αέρας κατά την έξοδο του από το σώμα μας, ωστόσο παραλείπουν συχνά την αναφορά σε κάποιο όργανο του αναπνευστικού συστήματος (φάρυγγας, τραχεία, βρόγχοι) ή προσθέτουν κάποιο όργανο (οισοφάγος). Δύο (2) μαθητές/τριες περιγράφουν τη διαδικασία της εκπνοής με την απλουστευμένη μορφή της, δηλαδή ότι είναι η έξοδος του αέρα ή του διοξειδίου του άνθρακα από τους πνεύμονες, ενώ πέντε μαθητές εξακολουθούν να απαντούν ότι είναι η έξοδος του αέρα ή του διοξειδίου του άνθρακα από το στόμα ή τη μύτη. Υπάρχουν τρεις μαθητές/-τριες που δίνουν διάφορες απαντήσεις, όπως «*Με την ανταλλαγή αερίων στις κυψελίδες, το διοξείδιο του άνθρακα περνά στο βρογχικό δέντρο*», «*η εκπνοή κάνει καλό γιατί σε βοηθά να χαλαρώσεις*», ενώ τέλος ένας μαθητής/-τρια δε μπορεί να περιγράψει τη διαδικασία της εκπνοής.

#### **Ιδέες και Σχήματα των μαθητών/-τριών Σχετικά με τη Φυσιολογία και τη Δομή του Αναπνευστικού Συστήματος**

Όσον αφορά την ερώτηση 6 («Κύκλωσε όσα από τα παρακάτω νομίζεις ότι συμμετέχουν/ αποτελούν το αναπνευστικό σύστημα του ανθρώπου», παρατηρείται, από τις απαντήσεις των μαθητών/-τριών στο αρχικό ερωτηματολόγιο, ότι πολλοί από αυτούς δε γνωρίζουν όλα τα όργανα του αναπνευστικού συστήματος, με λιγότερο γνωστά την τραχεία (2 μαθητές/-τριες της Π.Ο. και 1 της Ο.Ε.), τους βρόγχους (5 μαθητές/-τριες της Π.Ο. και 5 μαθητές/-τριες της Ο.Ε.), ενώ οι περισσότεροι μαθητές/-τριες αναγνωρίζουν τους πνεύμονες ως το κυριότερο όργανο του αναπνευστικού συστήματος (19 μαθητές/-τριες της Π.Ο. και 17 της Ο.Ε.). Παρατηρείται επίσης ότι μεγάλος αριθμός μαθητών/-τριών (11 της Π.Ο. και 14 της Ο.Ε.) εντάσσει την καρδιά στα όργανα του αναπνευστικού συστήματος, μια κοινή παρανόηση πολλών μαθητών/-τριών. Με μεγάλη συχνότητα εμφανίζονται επίσης όργανα όπως ο εγκέφαλος (4 μαθητές/-τριες της Π.Ο. και 5 της Ο.Ε.) και κυρίως από μαθητές/-τριες της Ο.Ε. ο θώρακας (1 μαθητής/-τρια της Π.Ο. και 8 της Ο.Ε.), όπως και το αίμα (1 μαθητής/-τρια της Π.Ο. και 5 της Ο.Ε.).



Ερώτηση 6: Κύκλωσε όσα από τα παρακάτω νομίζεις ότι συμμετέχουν/ αποτελούν το αναπνευστικό σύστημα του ανθρώπου					
α/α	Κατηγορίες απαντήσεων	Αρχικό		Τελικό	
		Π.Ο. N=20	Ο.Ε. N=19	Π.Ο. N=20	Ο.Ε. N=19
1	Στομάχι	1	2	0	2
2	Φάρυγγας	12	5	19	7
3	Τραχεία	2	1	18	18
4	Φλέβες	2	4	1	5
5	Λάρυγγας	13	10	19	18
6	Αρτηρίες	2	3	0	4
7	Εγκέφαλος	4	5	0	2
8	Μύτη	17	16	20	16
9	Βρόγχος	5	5	20	16
10	Στόμα	14	12	18	16
11	Θώρακας	1	8	2	13
12	Οισοφάγος	1	4	2	6
13	Διάφραγμα	7	2	16	13
14	Αίμα	1	5	0	12
15	Ωμοί	0	0	0	0
16	Πνεύμονες	19	17	20	19
17	Καρδιά	11	14	0	6



Διάγραμμα 6. Σύγκριση των απαντήσεων στην ερώτηση «Κύκλωσε όσα από τα παρακάτω νομίζεις ότι συμμετέχουν/ αποτελούν το αναπνευστικό σύστημα του ανθρώπου» του αρχικού ερωτηματολογίου με τις απαντήσεις στο τελικό ερωτηματολόγιο της Π.Ο. (N=20) και της Ο.Ε. (N=19).

Περνώντας στο τελικό ερωτηματολόγιο, παρατηρείται μια σημαντική εξέλιξη των αρχικών αντιλήψεων των μαθητών/-τριών της Π.Ο., καθώς η πλειοψηφία των μαθητών/-τριών κυκλώνουν τα όργανα του αναπνευστικού συστήματος. Συγκεκριμένα, όλοι οι μαθητές/-τριες (20) κυκλώνουν τους πνεύμονες, τους βρόγχους και τη μύτη, δεκαεννέα (19) μαθητές/-τριες κυκλώνουν το φάρυγγα και το λάρυγγα, δεκαοκτώ (18) μαθητές/-τριες την τραχεία και το στόμα. Μικρότερος αριθμός μαθητών/-τριών (16) επιλέγει το διάφραγμα, πιθανότατα γιατί δεν υπάρχει άμεση σύνδεση του με τα άλλα όργανα. Κανένας/καμία μαθητή/-τρια της Π.Ο. δεν επιλέγει στο τελικό ερωτηματολόγιο την καρδιά ή τον εγκέφαλο. Όργανα εκτός του αναπνευστικού συστήματος που κυκλώνονται είναι ο θώρακας (2 μαθητές/-τριες της Π.Ο.) και ο οισοφάγος (2 μαθητές/-τριες της Π.Ο.).

Αρκετοί από τους μαθητές/-τριες της Ο.Ε. στο τελικό ερωτηματολόγιο κυκλώνουν τα όργανα του αναπνευστικού συστήματος, όπως τους πνεύμονες (19 μαθητές/-τριες), το λάρυγγα και την τραχεία (18 μαθητές/-τριες), τη μύτη, το στόμα και τους βρόγχους (16 μαθητές/-τριες). Μικρότερη συχνότητα εμφάνισης είχε το διάφραγμα (13 μαθητές/-τριες), ενώ λιγότεροι από τους μισούς μαθητές/-τριες της Ο.Ε. (7) κυκλώνουν το φάρυγγα, γεγονός που μπορεί να οφείλεται στην ελλιπή παρουσίαση του συγκεκριμένου οργάνου κατά την παραδοσιακή διδασκαλία. Παρατηρείται επιπλέον στο τελικό ερωτηματολόγιο της Ο.Ε. μεγάλη εμφάνιση οργάνων εκτός του αναπνευστικού συστήματος. Ακόμη και μετά τη διδασκαλία υπάρχουν έξι (6) μαθητές/-τριες της Ο.Ε. οι οποίοι κυκλώνουν την καρδιά και δύο (2) μαθητές/-τριες οι οποίοι κυκλώνουν τον εγκέφαλο, αποδεικνύοντας πόσο βαθιά ριζωμένες είναι οι αρχικές αντιλήψεις των μαθητών/-τριών. Εμφανίζονται κι άλλα όργανα όπως ο θώρακας (13 μαθητές/-τριες) και ο οισοφάγος (6 μαθητές/-τριες), ενώ μεγάλος αριθμός μαθητών/-τριών κυκλώνει το αίμα (12) και τις φλέβες (5), συγχέοντας κατά πάσα πιθανότητα το αναπνευστικό με το κυκλοφορικό σύστημα.



Σχήματα 1, 2, 3

Από τις απαντήσεις που δίνουν τα παιδιά στην ερώτηση 7α του αρχικού ερωτηματολογίου («Ζωγράφισε με το μολύβι σου στο περίγραμμα του σώματος τα όργανα που νομίζεις ότι ανήκουν στο αναπνευστικό σύστημα του ανθρώπου») γίνεται φανερό ότι οι μαθητές/-τριες δεν έχουν ολοκληρωμένες νοητικές αναπαραστάσεις για τη δομή και τη λειτουργία του αναπνευστικού συστήματος. Τα σχήματα που πραγματοποιούν αποκλίνουν σημαντικά από το επιστημονικό πρότυπο, ενώ στις αναπαραστάσεις τους απεικονίζουν συχνά όργανα (π.χ. καρδιά, εγκέφαλος, κ.ά.) που δεν σχετίζονται με το σύστημα του ανθρώπου που μελετούν. Συγκεκριμένα, πριν τη διδασκαλία αρκετά παιδιά από την Π.Ο. (7) και την Ο.Ε. (6) σχεδιάζουν δύο ανεξάρτητους σωλήνες – οι οποίοι ξεκινούν από το στόμα ή τη μύτη – καθένας από τους οποίους καταλήγει σε έναν πνεύμονα. Μάλιστα, αρκετές φορές ολοκληρώνουν τα σχήματά τους παρουσιάζοντας σε αυτά την ύπαρξη της καρδιάς ή/και του εγκεφάλου (βλ. σχήμα 1).

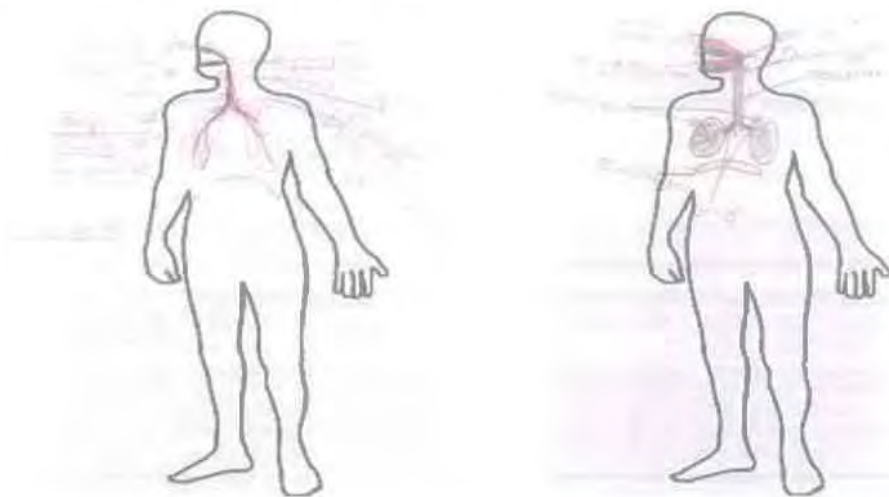


Σχήματα 4, 5

Ορισμένοι/ες μαθητές/-τριες (1 από την Π.Ο. και 1 από την Ο.Ε.) σχεδιάζουν ένα σωλήνα, ο οποίος σε κάποιο σημείο διακλαδίζεται και καταλήγει σαν δύο επιμέρους σωλήνες σε καθέναν από τους δύο πνεύμονες. Και στα σχήματα αυτά εμφανίζεται η καρδιά ή/και ο εγκέφαλος (βλ. σχήμα 2). Κάποια άλλα παιδιά (2 από την Π.Ο. και 1 από την Ο.Ε.) απεικονίζουν έναν συνεχόμενο σωλήνα, ο οποίος περιλαμβάνει και το στομάχι, ενώ και στις συγκεκριμένες αναπαραστάσεις εμφανίζεται η καρδιά ή/και οι πνεύμονες (βλ. σχήμα 3). Άλλοι/ες μαθητές/-τριες (4 από την Π.Ο. και 4 από την Ο.Ε.) δείχνουν στα σχήματά τους διάφορα όργανα, τα οποία όμως είναι ασύνδετα μεταξύ τους (βλ. σχήμα 4), ενώ ορισμένοι/ες (1 από την Π.Ο. και 2 από την Ο.Ε.) δεν δίνουν καμία απάντηση στο συγκεκριμένο ερώτημα. Κάποια άλλα παιδιά (3 από την Π.Ο. και 2 από την Ο.Ε.) φαίνεται να έχουν μια σύγχυση αναφορικά με τα όργανα από τα οποία αποτελείται το αναπνευστικό σύστημα του ανθρώπου. Έτσι, πραγματοποιούν πολύπλοκες αναπαραστάσεις όπως αυτή του σχήματος 5, οι οποίες είναι δύσκολο να κατηγοριοποιηθούν, δεδομένου ότι παρουσιάζονται όργανα από διάφορα συστήματα του ανθρώπου, που δεν σχετίζονται φυσικά με τα υπό μελέτη ζητήματα.

Στο τελικό ερωτηματολόγιο τα σχήματα των παιδιών της Π.Ο. βελτιώνονται σημαντικά. Τα παιδιά αντιλαμβάνονται τη δομή και τη λειτουργία του αναπνευστικού

συστήματος του ανθρώπου, οικοδομούν νέες νοητικές αναπαραστάσεις και σχεδιάζουν εικόνες όπως αυτές των σχημάτων 6 και 7.



Σχήματα 6, 7

Ερώτηση 7α: Ζωγράφισε με το μολύβι σου στο περίγραμμα του σώματος τα όργανα που νομίζεις ότι ανήκουν στο αναπνευστικό σύστημα του ανθρώπου					
α/α	Κατηγορίες απαντήσεων	Αρχικό		Τελικό	
		Π.Ο. N=20	Ο.Ε. N=19	Π.Ο. N=20	Ο.Ε. N=19
1	Επιστημονικό μοντέλο αναπνευστικού συστήματος (εμφανίζεται και το διάφραγμα)	0	0	17	4
2	Δύο ανεξάρτητοι/ επιμέρους σωλήνες καθένας από τους οποίους καταλήγει σε έναν πνεύμονα (εμφανίζεται η καρδιά ή/και ο εγκέφαλος)	7	6	2	3
3	Ένας σωλήνας ο οποίος διακλαδίζεται σε δύο επιμέρους που καταλήγουν στους πνεύμονες (εμφανίζεται η καρδιά ή/και ο εγκέφαλος)	1	1	0	2
4	Ένας συνεχόμενος σωλήνας που περιλαμβάνει και το στομάχι (εμφανίζεται η καρδιά ή/και οι πνεύμονες)	2	1	0	0
5	Δύο επιμέρους σωλήνες που καταλήγουν στους πνεύμονες. Αυτοί ενώνονται μεταξύ τους	0	2	0	0
6	Επιστημονικό μοντέλο αναπνευστικού συστήματος, όπου εμφανίζεται και η καρδιά	0	1	0	0
7	Δύο επιμέρους σωλήνες που ενώνονται και καταλήγουν σαν ένας στα πνευμόνια, τα οποία είναι ενωμένα	0	0	0	5
8	Ασύνδετα όργανα	4	4	0	0
9	Διάφορα (ακατηγοριοποίητα σχήματα)	3	2	1	4
10	Καμία απάντηση	1	2	0	0

Συγκεκριμένα, τα περισσότερα παιδιά της Π.Ο. (17) απεικονίζουν τη στοματική και τη ρινική κοιλότητα, σαν δύο επιμέρους διαφορετικούς σωλήνες, οι οποίοι ενώνονται

κάπου στην περιοχή του λάρυγγα για να συνεχίσουν σαν ένας ενιαίος σωλήνας που διακλαδίζεται και πάλι στην περιοχή των βρόγχων. Εκεί ο κάθε σωλήνας συνεχίζει τη διαδρομή του μέχρι να φτάσει στον πνεύμονα. Ιδιαίτερα θετικό κρίνεται επίσης το γεγονός ότι τα παιδιά της Π.Ο. σταματούν να εμφανίζουν στα σχήματά τους την καρδιά ή/και τον εγκέφαλο και παρουσιάζουν το διάφραγμα, στην κίνηση του οποίου στηρίζεται η λειτουργία της εισπνοής και της εκπνοής στον άνθρωπο.



Σχήματα 8, 9

Όσον αφορά τα παιδιά της Ο.Ε. μόλις τέσσερις (4) μαθητές/-τριες παρουσιάζουν μετά τη διδασκαλία σχήματα που προσεγγίζουν το επιστημονικό πρότυπο, όπου απουσιάζουν όργανα όπως η καρδιά ή/και ο εγκέφαλος, χωρίς όμως να γίνεται καμία αναφορά στο διάφραγμα. Αρκετά παιδιά (5) δείχνουν δύο επιμέρους/ ανεξάρτητους σωλήνες που ενώνονται σε κάποιο σημείο και καταλήγουν σαν ένας κεντρικός σωλήνας στους πνεύμονες, οι οποίοι όμως εμφανίζονται ενωμένοι (βλ. σχήμα 8). Κάποια άλλα παιδιά (4) συγχέουν τα διάφορα συστήματα του ανθρώπου και παρουσιάζουν πολύπλοκες και ακατηγοριοποίητες αναπαραστάσεις, όπως αυτή του σχήματος 9, ενώ πέντε (5) άλλοι/ες μαθητές/-τριες συνεχίζουν να υποστηρίζουν τις αρχικές τους απόψεις πραγματοποιώντας σχήματα που εντάσσονται στις κατηγορίες απαντήσεων 2 [Δύο ανεξάρτητοι/ επιμέρους σωλήνες καθένας από τους οποίους καταλήγει σε έναν πνεύμονα (εμφανίζεται η καρδιά ή/και ο εγκέφαλος)] και 3 [Ένας σωλήνας ο οποίος διακλαδίζεται σε δύο επιμέρους που καταλήγουν στους πνεύμονες (εμφανίζεται η καρδιά ή/και ο εγκέφαλος)] (3 και 2 μαθητές/-τριες αντίστοιχα).

Από τις απαντήσεις των μαθητών/-τριών στην ερώτηση 7β («Δίπλα σε κάθε όργανο που ζωγράψισες σημείωσε την ονομασία του») στο αρχικό ερωτηματολόγιο, γίνεται φανερό ότι ελάχιστοι μαθητές/-τριες γνωρίζουν όλα τα όργανα του αναπνευστικού συστήματος. Συγκεκριμένα, έξι (6) μαθητές/-τριες της Π.Ο. και τρεις (3) μαθητές/-τριες της Ο.Ε. αναφέρουν τη *μύτη*, ενώ πέντε (5) μαθητές/-τριες της Π.Ο. και τρεις (3) μαθητές/-τριες της Ο.Ε. αναφέρουν το *στόμα*, όργανα τα οποία είναι αρκετά γνωστά στους μαθητές για την αναπνοή. Όργανα λιγότερο γνωστά στους μαθητές/-τριες είναι όπως φαίνεται από τις απαντήσεις των μαθητών/-τριών ο *φάρυγγας* (2 μαθητές/-τριες της Π.Ο. και 2 μαθητές/-τριες της Ο.Ε.), ο *λάρυγγας* (4 μαθητές/-τριες της Π.Ο. και 2 μαθητές/-τριες της Ο.Ε.), η *τραχεία* (1 μαθητής/-τρια της Π.Ο.) και οι *βρόγχοι* (1 μαθητής/-τρια της Ο.Ε.). Το όργανο, το οποίο είναι το πιο γνωστό στους μαθητές/-τριες για τη συμμετοχή του στο αναπνευστικό σύστημα είναι οι *πνεύμονες* (14 μαθητές/-τριες της Π.Ο. και 8 μαθητές/-τριες της Ο.Ε.). Υπάρχει ωστόσο κάποιο όργανο το οποίο δεν αναφέρεται από κανέναν/καμία μαθητή/-τρια, ούτε της Π.Ο., ούτε της Ο.Ε. και αυτό είναι το *διάφραγμα*, τον σημαντικό ρόλο του οποίου στη διαδικασία της αναπνοής δυσκολεύονται να αναγνωρίσουν οι μαθητές/-τριες. Αρκετοί μαθητές/-τριες ακόμη συμπεριλαμβάνουν τον *εγκέφαλο* στα όργανα του αναπνευστικού συστήματος, πιθανότατα επειδή τον θεωρούν ως το κέντρο ελέγχου όλων των λειτουργιών του σώματος.

Μεγάλος αριθμός των μαθητών/-τριών και των δυο ομάδων, δέκα (10) μαθητές/-τριες της Π.Ο. και έξι (6) μαθητές/-τριες της Ο.Ε. ονοματίζουν επίσης την *καρδιά*, μια εναλλακτική αντίληψη των μαθητών/-τριών που επιβεβαιώνεται από πολλές έρευνες σχετικές με τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/-τριών για την αναπνοή. (Deshmukh and Deshmukh, E-Proceedings, Arnaudin and Mintzes, 1985, Κόκκοτας, 2008, Αποστολάκης et al., 2007).

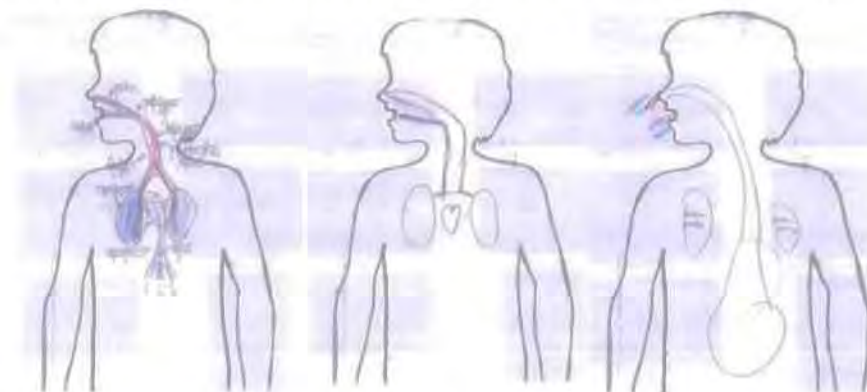
Ερώτηση 7β: Δίπλα σε κάθε όργανο που ζωγράψισες σημείωσε την ονομασία του					
α/α	Κατηγορίες απαντήσεων	Αρχικό		Τελικό	
		Π.Ο. N=20	Ο.Ε. N=19	Π.Ο. N=20	Ο.Ε. N=19
1	Μύτη	6	3	20	16
2	Στόμα	5	3	18	16
3	Φάρυγγας	2	2	20	7
4	Λάρυγγας	4	2	19	18
5	Τραχεία	1	-	19	18
6	Βρόγχοι	-	1	20	16
7	Πνεύμονες	14	8	20	19
8	Διάφραγμα	-	-	16	13
9	Αίμα	-	2	1	12
10	Αρτηρίες	-	1	-	4
11	Φωνητικές χορδές	-	1	-	-
12	Εγκέφαλος	3	2	-	2
13	Αναπνευστική διόδος	-	1	-	-
14	Καρδιά	10	6	-	6
15	Οισοφάγος	-	2	2	6
16	Στομάχι	2	-	-	2
17	Θώρακας	1	-	-	13
18	Αγκώνας	-	1	-	-
19	Φλέβες	-	1	1	5
20	Ωμοί	-	1	-	-

Περνώντας στο τελικό ερωτηματολόγιο, παρατηρείται πολύ μεγάλη εξέλιξη στις αρχικές αντιλήψεις των μαθητών/-τριών της Π.Ο.. Όλοι οι μαθητές/-τριες της Π.Ο. έχουν ονοματίσει τη μύτη, το φάρυγγα, τους βρόγχους και τους πνεύμονες. Δεκαεννέα (19) μαθητές/-τριες ονοματίζουν το λάρυγγα και την τραχεία –ενώ στο αρχικό ερωτηματολόγιο μόλις ένας/μια μαθητής/-τρια την ανέφερε-. Μικρότερη εμφάνιση παρουσιάζουν το στόμα (18 μαθητές/-τριες της Π.Ο.) και το διάφραγμα (16 μαθητές/-τριες της Π.Ο.) Αν και δεν έχουν ονοματίσει όλοι οι μαθητές/-τριες όλα τα όργανα του αναπνευστικού συστήματος, ωστόσο ελάχιστοι μαθητές/-τριες ανέφεραν όργανα εκτός αυτού. Μόλις ένας (1) μαθητής/-τρια της Π.Ο. έχει αναφέρει το αίμα, δυο (2) μαθητές/-τριες τον οισοφάγο και ένας/μια (1) μαθητής/-τρια τις φλέβες.

Όσον αφορά την Ο.Ε. όλοι οι μαθητές/-τριες (19) αναγνωρίζουν τους πνεύμονες ως βασικό όργανο του αναπνευστικού συστήματος, επιλέγοντάς το. Δεκαοκτώ μαθητές/-τριες (18) της Ο.Ε. αναφέρουν το λάρυγγα και την τραχεία, ενώ λιγότεροι μαθητές/-τριες (16) ονοματίζουν τη μύτη, το στόμα και τους βρόγχους ως όργανα του αναπνευστικού συστήματος. Ένας μικρός αριθμός μαθητών/-τριών, μόλις δεκατρείς (13) αναφέρουν το διάφραγμα ως

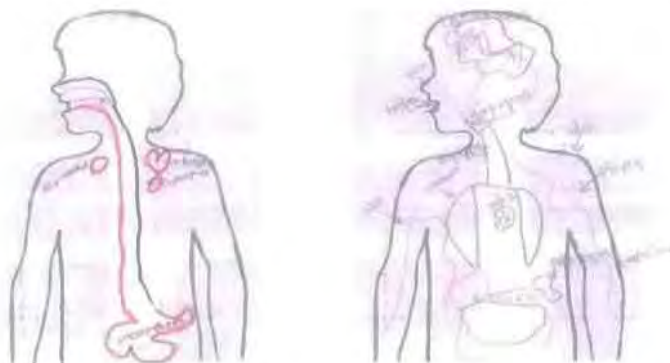
όργανο του αναπνευστικού συστήματος, ενώ ακόμη μικρότερος αριθμός (7 μαθητές/-τριες της Ο.Ε.) το *φάρυγγα*.

Από τα σχέδια που κάνουν οι μαθητές/-τριες στο αρχικό ερωτηματολόγιο αναφορικά με την 8<sup>η</sup> ερώτηση («Στο ίδιο σχήμα προσπάθησε να ζωγραφίσεις με (μπλε) χρώμα από πού περνάει ο αέρας που εισπνέουμε και με (κόκκινο) χρώμα από πού περνάει ο αέρας που εκπνέουμε») προκύπτει ότι μόλις ένας (1) μαθητής/-τρια από την Π.Ο. και δύο (2) από την Ο.Ε. απεικονίζουν μία ολοκληρωμένη πορεία της εισπνοής και της εκπνοής (*είσοδος του αέρα από το στόμα ή τη μύτη, ο οποίος συνεχίζει στο φάρυγγα, το λάρυγγα, την τραχεία, τους βρόγχους και καταλήγει στους πνεύμονες. Η αντίστροφη πορεία ακολουθείται για την εκπνοή*) [σχήμα 1], ενώ επτά (7) παιδιά από την Π.Ο. και πέντε (5) από την Ο.Ε. απεικονίζουν μία ολοκληρωμένη πορεία της εισπνοής, με την πορεία ωστόσο της εκπνοής να εμφανίζεται αποκομμένη, δηλαδή, ως πορεία παράλληλη προς αυτήν της εισπνοής, από τους πνεύμονες προς τη μύτη [σχήμα 2]. Αρκετοί μαθητές/-τριες (2 από την Π.Ο. και 6 από την Ο.Ε.) χρωματίζουν την εισπνοή και την εκπνοή από τη μύτη ή το στόμα χωρίς να υπάρχει συνέχεια της πορείας (χρωματισμένα είναι μόνο η μύτη και το στόμα ενώ δεν συνεχίζεται η πορεία προς το φάρυγγα, αλλά σταματά εκεί) [σχήμα 3] και τρία (3) άλλα παιδιά της Π.Ο. εντάσσουν και το στομάχι στην πορεία της εισπνοής-εκπνοής, απεικονίζοντας κλειστό σύστημα [σχήμα 4]. Δύο (2) μαθητές/-τριες της Ο.Ε. ζωγραφίζουν σχέδια στο σώμα, τα οποία μοιάζουν με φλέβες και αρτηρίες [σχήμα 5]. Κατά πάσα πιθανότητα οι μαθητές/-τριες αυτοί απεικονίζουν την μεταφορά του οξυγόνου σε όλο το σώμα, συγγέουν το αναπνευστικό με το κυκλοφορικό σύστημα. Τέλος, δύο (2) παιδιά της Π.Ο. και τρία (3) της Ο.Ε. δεν έχουν εικόνα για την πορεία της εισπνοής και της εκπνοής, καθώς δεν κάνουν κανένα σχέδιο.



Σχήματα 1, 2, 3





Σχήματα 4, 5

**Ερώτηση 8:** Στο ίδιο σχήμα προσπάθησε να ζωγραφίσεις με (μπλε) χρώμα από πού περνάει ο αέρας που εισπνέουμε και με (κόκκινο) χρώμα από πού περνάει ο αέρας που εκπνέουμε

α/α	Κατηγορίες απαντήσεων	Αρχικό		Τελικό	
		Π.Ο. N=20	Ο.Ε. N=19	Π.Ο. N=20	Ο.Ε. N=19
1	Ολοκληρωμένη πορεία εισπνοής-εκπνοής	1	2	17	8
2	Ολοκληρωμένη πορεία εισπνοής / εκπνοή πνεύμονες-μύτη (χωρίς σύνδεση, παράλληλη πορεία)	7	5	2	1
3	Εισπνοή και εκπνοή μύτη (χωρίς συνέχεια)	3	0	0	0
4	Εισπνοή μύτη ή στόμα/ εκπνοή στόμα ή μύτη (χωρίς συνέχεια, χωρίς σύνδεση)	2	6	0	4
5	Εισπνοή μύτη ή στόμα –στομάχι / εκπνοή στομάχι –μύτη ή στόμα	3	0	0	0
6	Εισπνοή στόμα-πνεύμονες / εκπνοή πνεύμονες -στόμα	2	0	0	1
7	Εισπνοή μύτη- πνεύμονες	0	1	0	0
8	Διάχυτα σχέδια στο σώμα, τα οποία μοιάζουν με φλέβες και αρτηρίες- σύγχυση ανάμεσα στο κυκλοφορικό και στο αναπνευστικό σύστημα	0	2	0	4
9	Κανένα σχέδιο	2	3	0	1

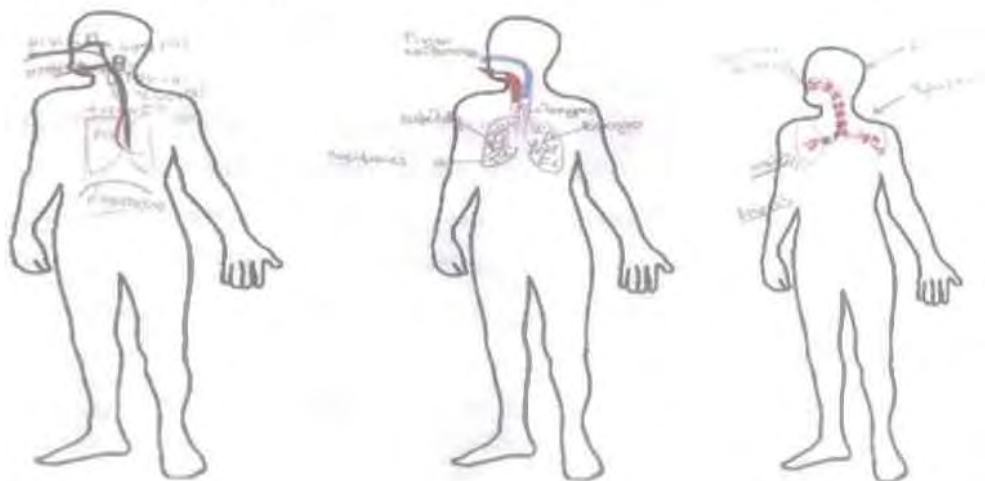
Στο τελικό ερωτηματολόγιο παρατηρείται σημαντική εξέλιξη των αρχικών αντιλήψεων των μαθητών/-τριών σχετικά με την πορεία που ακολουθεί ο αέρας κατά την εισπνοή και την εκπνοή. Στο τελικό ερωτηματολόγιο συνολικά δεκαεπτά (17) μαθητές/-τριες της Π.Ο. σχεδιάζουν μια ολοκληρωμένη πορεία της εισπνοής και της εκπνοής, την είσοδο δηλαδή του αέρα από τη μύτη ή το στόμα και τη μεταφορά του από το φάρυγγα,



Σχήμα 6

το λάρυγγα, την τραχεία και τους βρόγχους στους πνεύμονες και ακολουθώντας την αντίστροφη πορεία για την εκπνοή [Σχήμα 6].

Δύο (2) μόλις μαθητές/-τριες της Π.Ο. σχεδιάζουν ολοκληρωμένη την πορεία της εισπνοής όπως αυτή προαναφέρθηκε, απεικονίζοντας όμως την πορεία της εκπνοής από τους πνεύμονες προς τη μύτη και χωρίς να συνδέουν τις δυο πορείες μεταξύ τους, αλλά να παρουσιάζονται ως παράλληλες [Σχήμα 7]. Τέλος, ένας (1) μαθητής/-τρια της Π.Ο. εξακολουθεί μετά τη διδασκαλία να απεικονίζει τις δυο πορείες, ζωγραφίζοντας απλά το στόμα και τη μύτη, χωρίς να υπάρχει συνέχεια της πορείας προς το φάρυγγα [Σχήμα 8]. Οι δυο πορείες ξεκινούν και σταματούν στο στόμα και στη μύτη. Θα μπορούσαμε να συμπεράνουμε από τα σχέδια των μαθητών/-τριών πως οι στόχοι της διδασκαλίας επιτεύχθηκαν σε μεγάλο βαθμό.



Σχήματα 7, 8, 9

Σε ότι αφορά την Ο.Ε. δεν παρατηρείται μεγάλη εξέλιξη στις αντιλήψεις των μαθητών/-τριών. Μετά τη διδασκαλία, μόλις οκτώ (8) μαθητές/-τριες της Ο.Ε. απεικονίζουν μια ολοκληρωμένη πορεία της εισπνοής- εκπνοής, ενώ τέσσερις (4) μαθητές/-τριες ζωγραφίζουν μόνο τη μύτη ή το στόμα, χωρίς να συνεχίζουν την πορεία του αέρα προς το φάρυγγα [Σχήμα 8]. Ένας μαθητής/-τρια απεικονίζει την εισπνοή και την εκπνοή μόνο από το στόμα προς τους πνεύμονες και το αντίστροφο [Σχήμα 9]. Παρατηρείται ακόμη αύξηση, σε σχέση με το αρχικό ερωτηματολόγιο, του αριθμού των μαθητών/-τριών που ζωγραφίζουν διάχυτα σχέδια στο σώμα (4 μαθητές/-τριες της Ο.Ε.),



Σχήμα 10

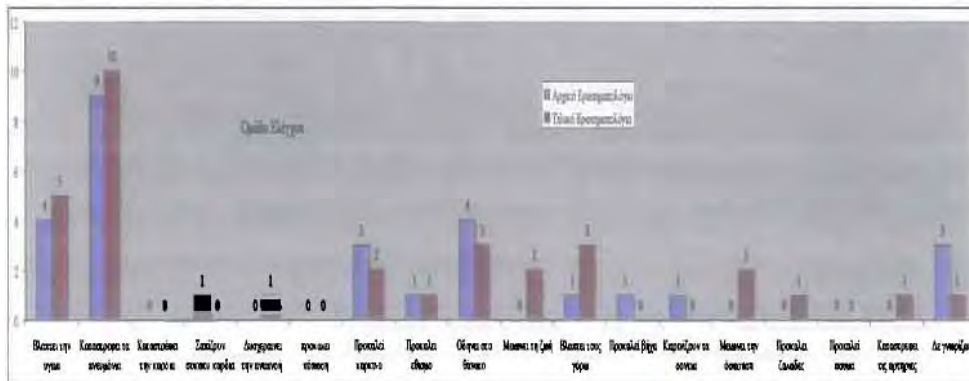
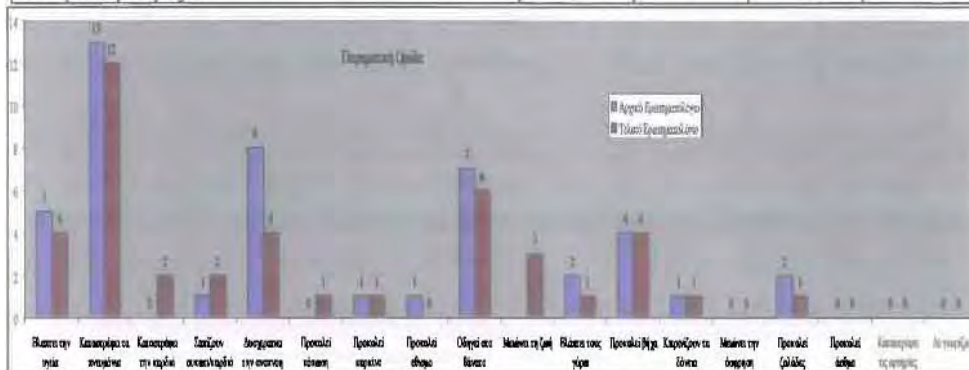
τα οποία μοιάζουν με φλέβες και αρτηρίες, πιθανότατα συγχέοντας ακόμη και μετά τη διδασκαλία το αναπνευστικό με το κυκλοφορικό σύστημα [Σχήμα 10]. Τέλος, υπάρχει ακόμη ένας (1) μαθητής/-τρια ο οποίος δε μπορεί να απεικονίσει τις δυο πορείες.

#### **Απόψεις των Μαθητών/-τριών για τον Τρόπο με τον Οποίο Επηρεάζουν το Αναπνευστικό Σύστημα του Ανθρώπου Διάφορες Καθημερινές του Συνήθειες**

Στην ερώτηση 9 («Ποιες συνέπειες νομίζεις ότι έχει το κάπνισμα στον ανθρώπινο οργανισμό;») του αρχικού ερωτηματολογίου σχετικά με τις συνέπειες του καπνίσματος, οι μαθητές/-τριες απαριθμούν πληθώρα συνεπειών που αυτό προκαλεί στον ανθρώπινο οργανισμό, δίνοντας απαντήσεις οι οποίες αντιστοιχούν σε παραπάνω από μια κατηγορίες. Οι περισσότεροι μαθητές/-τριες εντοπίζουν τις συνέπειες του καπνίσματος κυρίως στα πνευμόνια, καθώς 13 μαθητές/-τριες της Π.Ο. και 10 μαθητές/-τριες της Ο.Ε. αναφέρουν ότι «*καταστρέφονται, κιτρινίζουν ή μαυρίζουν*», ενώ ένας (1) μαθητής/-τρια της Π.Ο. αναφέρει ότι «*καταστρέφεται η καρδιά*» και άλλος ένας (1) της Π.Ο. ότι «*καταστρέφεται το συκώτι*». Αρκετοί μαθητές/-τριες (5 μαθητές/-τριες της Π.Ο. και 4 μαθητές/-τριες της Ο.Ε.) απαντούν πιο γενικά, ότι «*το κάπνισμα βλάπτει την υγεία*» και «*κάνει κακό στον οργανισμό*», ενώ επτά (7) μαθητές/-τριες της Π.Ο. και τέσσερις (4) μαθητές/-τριες της Ο.Ε. πιστεύουν ότι «*οδηγεί στο θάνατο*». Μεγάλος αριθμός των μαθητών/-τριών της Π.Ο. απαντούν αναφέροντας 'ασθένειες' οι οποίες είναι άμεσα ορατές σε εμάς, παραδείγματος χάρη, οκτώ (8) μαθητές/-τριες απαντούν ότι «*προκαλεί κόπωση*», άλλοι 4 μαθητές/-τριες της Π.Ο. και 1 της Ο.Ε. ότι «*προκαλεί βήχα*», άλλοι αναφέρουν το «*κιτρίνισμα των δοντιών*» (1 μαθητής/-τρια της Π.Ο.), το ότι «*μειώνει την όσφρηση*» (1 μαθητής/-τρια της Ο.Ε.) και ότι προκαλεί άσθμα (2 μαθητές/-τριες της Π.Ο.). Μερικοί μαθητές/-τριες αναφέρουν συνέπειες οι οποίες δεν είναι εμφανείς, για παράδειγμα ένας μαθητής/-τρια της Π.Ο. και ένας της Ο.Ε. απαντούν ότι «*προκαλεί εθισμό*». Επιπλέον, ένας (1) μαθητής/-τρια της Π.Ο. και τρεις (3) της Ο.Ε. απαντούν ότι «*προκαλεί καρκίνο*». Τέλος, δυο (2) μαθητές/-τριες της Π.Ο. και ένας (1) της Ο.Ε. εντοπίζουν τις συνέπειες του καπνίσματος όχι μόνο στους ίδιους τους καπνιστές, αλλά και στους ανθρώπους γύρω τους.

**Ερώτηση 9: Ποιες συνέπειες νομίζεις ότι έχει το κάπνισμα στον ανθρώπινο οργανισμό;**

α/α	Κατηγορίες απαντήσεων	Αρχικό		Τελικό	
		Π.Ο. N=20	Ο.Ε. N=19	Π.Ο. N=20	Ο.Ε. N=19
1	Βλάπτει την υγεία (και κάνει κακό στον άνθρωπο)	5	4	4	5
2	Καταστρέφει τα πνευμόνια (μαυρίζουν, ερεθίζονται, κιτρινίζουν)	13	9	12	10
	Καταστρέφει την καρδιά Σαπίζουν το συκώτι και η καρδιά	1	1	2	
3	Δυσχεραίνει την αναπνοή /προκαλεί κόπωση	8	0	4	1
4	Προκαλεί καρκίνο	1	3	1	2
5	Προκαλεί εθισμό	1	1	0	1
6	Οδηγεί στο θάνατο	7	4	6	3
	Μειώνει τη ζωή			3	2
7	Βλάπτει τους γύρω	2	1	1	3
8	Προκαλεί βήχα	4	1	4	0
9	Διάφορα				
	Κιτρινίζουν τα δόντια	1		1	
	Μειώνει την όσφρηση		1		2
	Προκαλεί ζαλάδες				1
10	Προκαλεί άσθμα	2		1	
	Καταστρέφει τις αρτηρίες				1
10	Δε γνωρίζω	0	3	0	1



Διάγραμμα 9. Σύγκριση των απαντήσεων στην ερώτηση «Ποιες συνέπειες νομίζεις ότι έχει το κάπνισμα στον ανθρώπινο οργανισμό;» του αρχικού ερωτηματολογίου με τις απαντήσεις στο τελικό ερωτηματολόγιο της Π.Ο. (N=20) και της Ο.Ε. (N=19).

Από τις απαντήσεις των μαθητών/-τριών στο τελικό ερωτηματολόγιο παρατηρείται πως όλοι οι μαθητές/-τριες αναφέρουν συνέπειες, οι οποίες πράγματι προκαλούνται από το κάπνισμα. Επομένως, ο απώτερος στόχος της άσκησης, να μπορούν οι μαθητές/-τριες να εντοπίζουν τις συνέπειες του καπνίσματος στον ανθρώπινο οργανισμό, επιτεύχθηκε σε ικανοποιητικό βαθμό και ίσως στο μέλλον μερικοί/ες από αυτούς να υιοθετήσουν μια αντικαπνιστική συμπεριφορά.

Μεγάλος αριθμός μαθητών/-τριών της Π.Ο. (12 μαθητές/-τριες) εντοπίζουν τις συνέπειες του καπνίσματος στους *πνεύμονες*, οι οποίοι, *«καταστρέφονται, κιτρινίζουν και μαυρίζουν»*, άλλοι δυο (2) μαθητές/-τριες της Π.Ο. απαντούν ότι *«καταστρέφεται η καρδιά»*, ενώ άλλοι δυο (2) απαντούν ότι *«καταστρέφεται το συκώτι»*. Μεγάλος είναι και πάλι ο αριθμός των μαθητών/-τριών που απαντούν γενικά για τις συνέπειες του καπνίσματος στον οργανισμό, λέγοντας ότι *«βλάπτει την υγεία»* (4 μαθητές της Π.Ο.) και άλλοι εννέα (9) μαθητές/-τριες που πιστεύουν ότι *«οδηγεί στο θάνατο»* ή ότι *«μειώνει τη διάρκεια της ζωής»*. Μειώνεται στους πέντε (5) ο αριθμός των μαθητών/-τριών που απαντούν ότι *«προκαλεί κόπωση»* ή *«δυσχεραίνει την αναπνοή»*, ενώ ο ίδιος με το αρχικό ερωτηματολόγιο αριθμός μαθητών/-τριών (4) αναφέρουν ότι *«προκαλεί βήχα»*, άλλος ένας (1) απαντά ότι *«κιτρινίζουν τα δόντια»* και άλλος ένας (1) ότι *«προκαλεί άσθμα»*. Μόλις ένας (1) μαθητής/-τρια της Π.Ο. αναφέρει ότι το κάπνισμα *«προκαλεί καρκίνο»* και άλλος ένας/μία (1) ότι *το κάπνισμα βλάπτει τα άτομα που βρίσκονται γύρω από τους καπνιστές*.

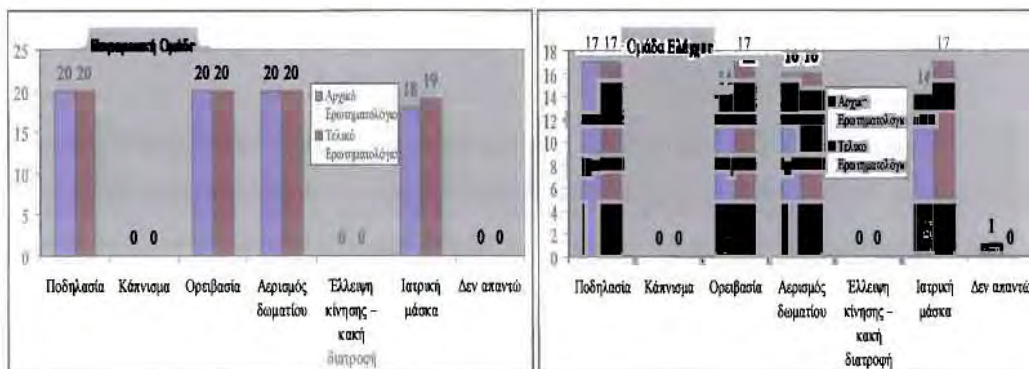
Από τις απαντήσεις των μαθητών/-τριών στην ερώτηση 10 (*«Ποιες από τις παρακάτω συνήθειες θεωρείς ότι είναι καλές για τον οργανισμό του ανθρώπου και για την καλή λειτουργία του αναπνευστικού του συστήματος;»*) Βάλε ένα κύκλο γύρω από το/α κατάλληλο/α γράμμα/τα του αρχικού ερωτηματολογίου παρατηρείται ότι μεγάλος αριθμός και από τις δυο ομάδες εντοπίζουν τις καλές συνήθειες για το αναπνευστικό μας σύστημα και τον οργανισμό από ένα σύνολο δοσμένων εικόνων που απεικονίζουν καλές και κακές συνήθειες. Όλοι οι μαθητές/-τριες της Π.Ο. επιλέγουν τις καλές συνήθειες για το αναπνευστικό σύστημα, και μόνο δυο δεν επιλέγουν την ιατρική μάσκα, καθώς πιστεύουν ότι στερεί τον οργανισμό από τον απαραίτητο αέρα- δεν επιτρέπει στον αέρα να εισέλθει.

Συγκεκριμένα, είκοσι (20) μαθητές/-τριες της Π.Ο. και δεκαεπτά (17) της Ο.Ε. επιλέγουν την *ποδηλασία*, είκοσι (20) μαθητές/-τριες της Π.Ο. και δεκατέσσερις (14) της Ο.Ε. επιλέγουν την *ορειβασία* και είκοσι (20) μαθητές της Π.Ο. και δεκαέξι (16) μαθητές της Ο.Ε. κυκλώνουν τον *αερισμό δωματίου*. Μικρότερος αριθμός μαθητών/-τριών (18 μαθητές/-τριες της Π.Ο. και 14 της Ο.Ε.) επιλέγουν την *ιατρική μάσκα*. Όπως προαναφέρθηκε, πολλοί μαθητές/-τριες πιστεύουν ότι η ιατρική μάσκα παρεμποδίζει την είσοδο του ατμοσφαιρικού

αέρα στον οργανισμό. Παρατηρείται επίσης ότι κανένας/καμία μαθητής/-τρια ούτε της Π.Ο., ούτε της Ο.Ε. δεν κυκλώνουν καμία από τις εικόνες στις οποίες απεικονίζονται το κάπνισμα και ένα παχύσαρκο παιδί που τρώει ανθυγιεινά μπροστά στην τηλεόραση.

**Ερώτηση 10:** Ποιες από τις παρακάτω συνήθειες θεωρείς ότι είναι καλές για τον οργανισμό του ανθρώπου και για την καλή λειτουργία του αναπνευστικού του συστήματος; Βάλε ένα κύκλο γύρω από το/α κατάλληλο/α γράμμα/τα

α/α	Κατηγορίες απαντήσεων	Αρχικό		Τελικό	
		Π.Ο. N=20	Ο.Ε. N=19	Π.Ο. N=20	Ο.Ε. N=19
1	Ποδηλασία	20	17	20	17
2	Κάπνισμα	0	0	0	0
3	Ορειβασία	20	14	20	17
4	Αερισμός δωματίου	20	16	20	16
5	Έλλειψη κίνησης – κακή διατροφή	0	0	0	0
6	Ιατρική μάσκα	18	14	19	17
7	Δεν απαντώ	0	1	0	0



*Διάγραμμα 10. Σύγκριση των απαντήσεων στην ερώτηση «Ποιες από τις παρακάτω συνήθειες θεωρείς ότι είναι καλές για τον οργανισμό του ανθρώπου και για την καλή λειτουργία του αναπνευστικού του συστήματος; Βάλε ένα κύκλο γύρω από το/α κατάλληλο/α γράμμα/τα» του αρχικού ερωτηματολογίου με τις απαντήσεις στο τελικό ερωτηματολόγιο της Π.Ο. (N=20) και της Ο.Ε. (N=19).*

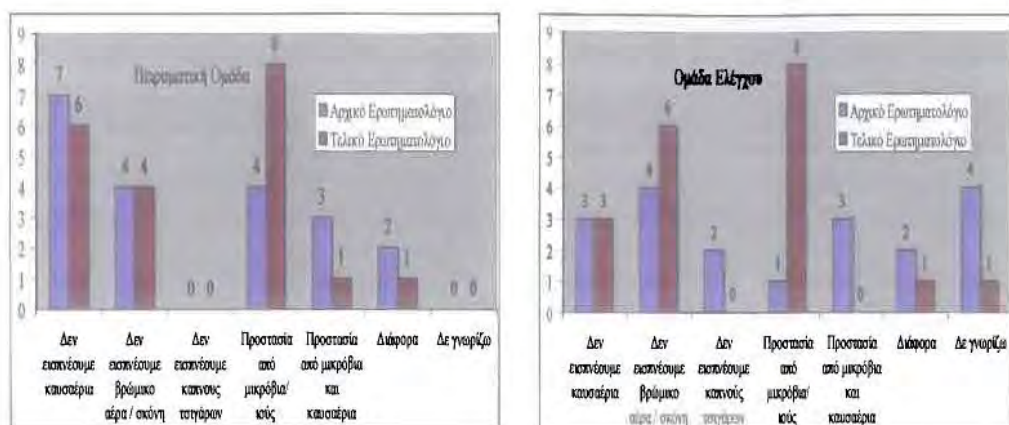
Στα τελικά ερωτηματολόγια όλοι οι μαθητές/-τριες της Π.Ο. κυκλώνουν τις καλές για το αναπνευστικό σύστημα και τον οργανισμό συνήθειες. Όλοι (20) οι μαθητές/-τριες αναγνωρίζουν την άσκηση και πιο συγκεκριμένα την ποδηλασία και την ορειβασία ως καλές συνήθειες για το αναπνευστικό σύστημα. Μια ακόμη καλή συνήθεια την οποία κυκλώνουν όλοι οι μαθητές/-τριες (20) είναι ο αερισμός των δωματίων για την ανανέωση του αέρα από τις σκόνες και τους μικροοργανισμούς. Τέλος, δεκαεννέα (19) μαθητές/-τριες θεωρούν την ιατρική μάσκα ως καλή συνήθεια για τον οργανισμό.

Περνώντας στις απαντήσεις της Ο.Ε., δεν αναγνωρίζουν όλοι οι μαθητές/-τριες τις καλές για το αναπνευστικό σύστημα συνήθειες. Μόλις δεκαεπτά μαθητές/-τριες επιλέγουν

την άσκηση, δηλαδή την ποδηλασία και την ορειβασία ως καλές συνήθειες. Δεκαέξι (16) μαθητές/-τριες επιλέγουν τον αερισμό του δωματίου. Ίσως οι λοιποί μαθητές/-τριες να μη θεωρούν ότι ο αερισμός του δωματίου σχετίζεται με τον καθαρισμό και την ανανέωση του αέρα. Τέλος, δεκαεπτά (17) από τους δεκαεννέα μαθητές/-τριες υποστηρίζουν ότι η ιατρική μάσκα αποτελεί καλή συνήθεια για τον οργανισμό μας.

Στην ερώτηση 11 («Προσπάθησε να εξηγήσεις γιατί η συνήθεια της φωτογραφίας ΣΤ βοηθά στην καλή λειτουργία του αναπνευστικού συστήματος του ανθρώπου») καλούνται να αντιληφθούν ή να υποθέσουν τους λόγους για τους οποίους η ιατρική μάσκα αποτελεί μια καλή συνήθεια για τον οργανισμό μας. Από τις απαντήσεις των μαθητών/-τριών στο αρχικό ερωτηματολόγιο, παρατηρούμε ότι δεν έχουν διαμορφώσει ξεκάθαρα κάποια άποψη για τη συμβολή της ιατρικής μάσκας στην καλή λειτουργία του αναπνευστικού μας συστήματος. Αρκετοί μαθητές/-τριες απαντούν ότι «μας προστατεύει από καυσαέρια» (7 μαθητές/-τριες της Π.Ο. και 3 της Ο.Ε.), «μας προστατεύει από βρώμικο αέρα και σκόνη» (4 μαθητές/-τριες της Π.Ο. και 4 της Ο.Ε.), ή «από τον καπνό των τσιγάρων» (2 μαθητές/-τριες της Ο.Ε.). Υπάρχει ακόμη ένας αριθμός μαθητών/-τριών, ο οποίος εντοπίζει ιατρικούς λόγους που υπαγορεύουν τη χρήση της μάσκας, όπως «προστασία από τα μικρόβια και τους ιούς». Υπάρχουν ωστόσο και ορισμένοι μαθητές/-τριες οι οποίοι απαντούν συνδυάζοντας τους δυο παραπάνω παράγοντες, την προστασία δηλαδή από τα καυσαέρια, το μολυσμένο αέρα και τα μικρόβια (3 μαθητές/-τριες της Π.Ο. και 3 της Ο.Ε.), ενώ τέλος, υπάρχουν μερικοί μαθητές/-τριες (2 μαθητές/-τριες της Π.Ο. και 2 της Ο.Ε.) οι οποίοι δίνουν διάφορες απαντήσεις από την καθημερινή τους εμπειρία και ζωή, πχ. «μας προστατεύει από το κρύο», «προστασία από τον αέρα όταν τρέχουμε με το ποδήλατο» κ.ά. Τέλος, τέσσερις (4) μαθητές/-τριες της Ο.Ε. δεν μπορούν να αναγνωρίσουν τη συμβολή της ιατρικής μάσκας.

Ερώτηση 11: Προσπάθησε να εξηγήσεις γιατί η συνήθεια της φωτογραφίας ΣΤ βοηθά στην καλή λειτουργία του αναπνευστικού συστήματος του ανθρώπου.					
α.α.	Κατηγορίες απαντήσεων	Αρχικό		Τελικό	
		Π. Ο.	Ο. Ε.	Π.Ο.	Ο.Ε.
		N=20	N=19	N=20	N=19
1.	Δεν εισπνέουμε καυσαέρια	7	3	6	3
2.	Δεν εισπνέουμε βρώμικο αέρα / σκόνη	4	4	4	6
	Δεν εισπνέουμε καπνούς τσιγάρων	0	2	0	0
3.	Προστασία από μικρόβια/ ιούς	4	1	8	8
4.	Προστασία από μικρόβια/ιοούς / αέρια/ καυσαέρια/ μολυσμένο αέρα/ καπνούς τσιγάρων	3	3	1	0
5.	Διάφορα	2	2	1	1
6.	Δε γνωρίζω	0	4	0	1



Διάγραμμα 11. Σύγκριση των απαντήσεων στην ερώτηση «Προσπάθησε να εξηγήσεις γιατί η συνήθεια της φωτογραφίας ΣΤ βοηθά στην καλή λειτουργία του αναπνευστικού συστήματος του ανθρώπου» του αρχικού ερωτηματολογίου με τις απαντήσεις στο τελικό ερωτηματολόγιο της Π.Ο. (N=20) και της Ο.Ε. (N=19).

Από τις απαντήσεις των μαθητών/-τριών της Π.Ο. στο τελικό ερωτηματολόγιο, φαίνεται ότι αυτοί κατανοούν τους βασικούς κινδύνους που απειλούν την καλή λειτουργία του αναπνευστικού συστήματος. Έτσι οι απαντήσεις τους επικεντρώνονται σε περιβαλλοντικούς παράγοντες όπως είναι τα καυσαέρια (6 μαθητές/-τριες), η ρύπανση του ατμοσφαιρικού αέρα από επικίνδυνα αέρια, αλλά και από αιωρούμενα στερεά σωματίδια -σκόνη- (3 μαθητές/-τριες). Επίσης, επικεντρώνονται στο γεγονός ότι το αναπνευστικό σύστημα είναι ευάλωτο απέναντι σε μικρόβια και ιούς (8 μαθητές/-τριες). Όπως φαίνεται κατανοούν ότι η χρήση της μάσκας αποτελεί έναν επιπλέον προστατευτικό φραγμό μεταξύ αυτών των βλαβερών παραγόντων του περιβάλλοντος και της κύριας εισόδου τους στο αναπνευστικό σύστημα, που είναι η στοματική και η ρινική κοιλότητα. Λειτουργεί δε προσθετικά στην αυτοπροστασία του ίδιου του συστήματος (τριχίδια-βλεννογόνοι). Τέλος, ένας (1) μαθητής/-τρια απαντά ότι «μας βοηθά να παίρνουμε πιο καθαρή αναπνοή».

Όσον αφορά την ομάδα ελέγχου, σημαντικός αριθμός μαθητών/-τριών εντοπίζει επίσης τη χρησιμότητα της μάσκας στην προστασία του αναπνευστικού συστήματος από βλαβερούς παράγοντες. Τρεις (3) μαθητές/-τριες αναφέρονται στα καυσαέρια, έξι (6) μαθητές/-τριες στο μολυσμένο αέρα- σκόνη και οκτώ (8) στην προστασία από μικρόβια ή ιούς, ενώ ένας μαθητής/-τρια εξακολουθεί να μην αναγνωρίζει τη χρησιμότητά της.



### Φύλλο Εργασίας

Από τις απαντήσεις του φύλλου εργασίας της Π.Ο. κρίνεται σκόπιμο να γίνει αναφορά στην ερώτηση 32, «Προσπαθήστε να περιγράψετε με λεπτομέρειες τι ακριβώς συμβαίνει κατά τη διαδικασία της αναπνοής στον άνθρωπο». Η ερώτηση αυτή συζητήθηκε στην ολομέλεια της τάξης κατά την ανακεφαλαίωση της διδασκαλίας και στη συνέχεια η συμπλήρωση των απαντήσεων στο φύλλο εργασίας έγινε ατομικά. Πρόκειται για μία συνδυαστική ερώτηση στην οποία εξεταζόταν η κατανόηση από μέρους των μαθητών/-τριών των διαδικασιών της εισπνοής και της εκπνοής, η γνώση των οργάνων και της φυσιολογίας του αναπνευστικού συστήματος καθώς και της πορείας του αέρα κατά τη διαδικασία της αναπνοής. Στο αρχικό ερωτηματολόγιο οι περισσότεροι μαθητές/-τριες έδωσαν διαισθητικού τύπου απαντήσεις όσον αφορά την περιγραφή της εισπνοής και της εκπνοής (*«αέρας μπαίνει / βγαίνει από το στόμα ή τη μύτη μας»*). Στο φύλλο εργασίας οι μαθητές/-τριες στην πλειοψηφία τους απάντησαν χωρίζοντας την αναπνοή σε δύο επιμέρους διαδικασίες αυτές της εισπνοής και της εκπνοής (*«Η αναπνοή έχει δύο μέρη την εισπνοή και την εκπνοή»*), ενώ συνέχισαν περιγράφοντας τις διαδικασίες αυτές (*«κατά τη διαδικασία της εισπνοής ο αέρας που είναι πλούσιος σε οξυγόνο περνάει από τη ρινική ή τη στοματική κοιλότητα στο φάρυγγα, το λάρυγγα, την τραχεία τους βρόγχους και από κει φτάνει στους πνεύμονες. Εκεί οι κυψελίδες κρατούν το οξυγόνο ενώ το διοξείδιο του άνθρακα ακολουθεί την ίδια πορεία αντίστροφα και αποβάλλεται από τη ρινική ή τη στοματική κοιλότητα»*). Η διαδικασία της ενασχόλησης με το λογισμικό και της διαπραγμάτευσης των συγκεκριμένων εννοιών μεταξύ των ομάδων φαίνεται πως διαμεσολάβησε στην αναμόρφωση των αρχικών ιδεών των μαθητών/-τριών και στην υιοθέτηση απόψεων σύμφωνων με το επιστημονικά αποδεκτό μοντέλο. Ειδικότερα η συγκεκριμένη ερώτηση βοήθησε τους μαθητές/-τριες να αντιληφθούν ότι η εισπνοή και η εκπνοή αποτελούν μέρη της λειτουργίας της αναπνοής και να δίνουν πιο ολοκληρωμένες απαντήσεις σχετικά με την περιγραφή τους κάτι που αποτυπώθηκε στις απαντήσεις του τελικού ερωτηματολογίου (*«Κατά τη διαδικασία της εισπνοής αέρας εισέρχεται από τη ρινική ή τη στοματική κοιλότητα, περνάει από το φάρυγγα, το λάρυγγα την τραχεία και τους βρόγχους και καταλήγει στους πνεύμονες όπου οι κυψελίδες κρατούν το οξυγόνο»*, *«Αφού οι κυψελίδες κρατήσουν το οξυγόνο, το διοξείδιο του άνθρακα που μένει ακολουθεί την αντίστροφη πορεία από τους πνεύμονες στους βρόγχους, την τραχεία, το λάρυγγα και τον φάρυγγα και βγαίνει από τη στοματική ή τη ρινική κοιλότητα»*).

Ακόμη, ενώ στο αρχικό ερωτηματολόγιο οι περισσότεροι μαθητές/-τριες απεικόνιζαν δύο διαφορετικούς σωλήνες για την πορεία της εισπνοής και της εκπνοής, φαίνεται πως μέσα από την πλοήγηση στο λογισμικό με τη βοήθεια του φύλλου εργασίας κατανόησαν την

κοινή πορεία του αέρα κατά την εισπνοή και την εκπνοή και το ότι ο αέρας περνάει από τα ίδια όργανα. Η σημαντική αυτή εξέλιξη έγινε φανερή από τα σχέδια των μαθητών/-τριών στο τελικό ερωτηματολόγιο όπου τα περισσότερα απεικόνιζαν το αναπνευστικό σύστημα σύμφωνα με το επιστημονικό μοντέλο με κοινή και όχι παράλληλη πορεία των διαδικασιών της εισπνοής και της εκπνοής.

### **Ποιοτική ανάλυση των συμπεριφορών των μαθητών/-τριών της Π.Ο. κατά τη διδασκαλία**

Κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας βοηθός της έρευνας, παρατηρούσε και κατέγραφε σε φύλλο παρατήρησης (βλ. Παράρτημα Δ) τις συμπεριφορές των μελών της κάθε ομάδας, μιας και δεν έγινε επιτρεπτό να βιντεοσκοπηθεί η παρέμβαση, με κύριους άξονες:

1. τη συνεργασία μεταξύ των μελών της ομάδας
2. τον θόρυβο που γινόταν κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων
3. τη συζήτηση που διεξαγόταν μεταξύ των μελών της ομάδας πριν από κάθε δράση
4. το ενδιαφέρον των μαθητών/-τριών, τόσο για το φύλλο εργασίας, όσο και για το λογισμικό.

Έγινε ακόμη μια προσπάθεια να καταγραφούν όσο το δυνατόν περισσότερα σχόλια ή αποσπάσματα συζητήσεων από κάθε ομάδα κατά τη διάρκεια της παρέμβασης.

Μετά τη συλλογή και επεξεργασία των παρατηρήσεων, προέκυψαν τα εξής συμπεράσματα για καθεμία από τις 8 ομάδες:

**Ομάδα Α\*** (3 μαθητές): Η συνεργασία μεταξύ των μελών της ομάδας ήταν ικανοποιητική και γενικά συζητούσαν μεταξύ τους πριν προχωρήσουν σε επόμενη δράση. Παρ' όλα αυτά η ομάδα προκαλούσε αρκετό θόρυβο, διότι οι δυο μαθητές έδειχναν μέτριο ενδιαφέρον για το μάθημα, ήταν πολύ ανήσυχοι και χρειαζόταν διαρκώς παρατηρήσεις για να ησυχάσουν και να συγκεντρωθούν στην εργασία τους. Αντίθετα, ο τρίτος μαθητής εργαζόταν πολύ συγκεντρωμένα, δείχνοντας ενδιαφέρον και παρακινώντας και τους άλλους να ασχοληθούν. Δεν διάβαζαν προσεκτικά τις οδηγίες με αποτέλεσμα να ζητούν οδηγίες για κάτι που αναφερόταν ήδη από την εκφώνηση της δραστηριότητας.

**Σχόλια-συζητήσεις:** Οι δυο μαθητές δεν ήταν συγκεντρωμένοι ώστε να μπορέσουν να ασχοληθούν με το λογισμικό και να δώσουν τις σωστές απαντήσεις. Επειδή δυσκολευόταν να βρουν τις απαντήσεις, προσπαθούσαν είτε να τις υποκλέψουν από την διπλανή ομάδα, είτε να μην ακούσει η άλλη ομάδα τι συζητούσαν μεταξύ τους και τι απαντήσεις έδιναν. Στο παιχνίδι, στο οποίο έπρεπε να τοποθετήσουν στη σωστή θέση τα όργανα του αναπνευστικού συστήματος και να τα αντιστοιχήσουν με τη σωστή ονομασία, δεν επιχειρούσαν να

σκεφθούν προτού δράσουν, αλλά με τη μέθοδο της δοκιμής και της πλάνης έβρισκαν τη σωστή απάντηση. Δυσκολεύτηκαν ιδιαίτερα στην ανταλλαγή αερίων. Δυσκολεύοταν να κατανοήσουν ότι λέγοντας αέριο, αναζητούμε κάποιο συστατικό του αέρα, π.χ. οξυγόνο, αλλά νόμιζαν ότι αναζητούμε τη διαδικασία της αναπνοής.

Στη δραστηριότητα που έπρεπε να καταγράψουν πόσες φορές ανασαίνουμε το λεπτό, χρονομέτρησαν με το ρολόι τους. «Έβαλε 92 φορές και χάσαμε. -92 είναι οι σφυγμοί! Ξαναμετρήστε.» Ξαναμετρούν και βρίσκουν 28. Αποφασίζουν να επιλέξουν 13 φορές.

**Ομάδα Β' (1 μαθητής-1 μαθήτρια):** Σε γενικές γραμμές η συνεργασία ήταν καλή, αν και δεν συζητούσαν σε μεγάλο βαθμό και σε κάθε βήμα. Και οι δυο μαθητές έδειχναν ενδιαφέρον για το μάθημα και δεν έκαναν θόρυβο ώστε να ενοχλούν τους υπόλοιπους. Εργαζόταν καλά και συγκεντρωμένα.

Σχόλια-συζητήσεις: « - τι ρόλο παίζουν οι αρτηρίες; -πηγαίνουν στις φλέβες -όχι στις φλέβες, σε όλο το σώμα και μεταφέρουν οξυγόνο».

**Ομάδα Γ' (1 μαθητής-2 μαθήτριες):** Τα μέλη της ομάδας είχαν αρκετά καλή συνεργασία, συζητούσαν αρκετά πριν από κάθε δράση και προέβαλλαν αντεπιχειρήματα. Δεν έκαναν πολύ θόρυβο, και έδειχναν μεγάλο ενδιαφέρον για το μάθημα.

Σχόλια-συζητήσεις: Για να βρουν πόσες φορές αναπνέουμε το λεπτό, προσπαθούν να υπολογίσουν και να αποκλείσουν τις επιλογές που τους δίνονται. Καταλήγουν ότι 3 φορές είναι λίγες, 92 φορές τους φαίνονται πολλές, οπότε προβληματίζονται ανάμεσα σε 13 και 36, επιλέγουν 13 και ενθουσιάζονται που απάντησαν σωστά.

**ΟΜΑΔΑ Δ' (3 μαθήτριες):** Στην ομάδα αυτή υπήρχε πρόβλημα συνεργασίας με μια μαθήτρια. Απομονώθηκε από τις άλλες δυο μαθήτριες και δεν λαμβάνονταν υπόψη η δική της γνώμη στη συζήτηση. Δεν έκαναν θόρυβο και έδειχναν μεγάλο ενδιαφέρον για το μάθημα. Συζήτηση υπήρχε πριν από κάθε δράση, αλλά κυρίως μεταξύ των δυο μαθητριών.

Σχόλια-συζητήσεις: Στο παιχνίδι με τα όργανα του ανθρώπινου σώματος, δυσκολεύονται να καταλάβουν ότι βλέπουν το ανθρώπινο σώμα σε οθόνη, επομένως ο δεξής και ο αριστερός πνεύμονας πρέπει να τοποθετηθούν στο σχήμα αντίθετα απ' ότι τους βλέπουν. Τελικά η μια μαθήτρια γυρίζει το σώμα της ανάποδα, κοιτώντας προς τις άλλες μαθήτριες, και μόνο έτσι καταλαβαίνουν πώς πρέπει να τοποθετηθούν οι πνεύμονες.

**ΟΜΑΔΑ Ε΄** (3 μαθήτριες): Οι μαθήτριες συνεργάστηκαν πάρα πολύ καλά, κάνοντας ελάχιστο θόρυβο. Συζητούσαν πολύ πριν δώσουν απαντήσεις και προχωρήσουν στην επόμενη δραστηριότητα. Περίμεναν μέχρι να τελειώσουν και να έχουν απαντήσει όλες για να προχωρήσουν. Έδειξαν πολύ ενδιαφέρον για το μάθημα.

Σχόλια-συζητήσεις: «- Έτοιμες για να κάνουμε κλικ στην κουκουβάγια; -Προχωράμε παρακάτω;» Σε επαλήθευση των απαντήσεων για τα όργανα του αναπνευστικού συστήματος «-Σας το έλεγα ότι ήταν κι αυτό το όργανο. Άλλη φορά να το σκεφτόμαστε περισσότερο πριν να απαντήσουμε.»

**ΟΜΑΔΑ ΣΤ΄** (3 μαθήτριες): Η ομάδα αυτή είχε άψογη συνεργασία. Οι μαθήτριες έκαναν πολύ λίγο θόρυβο και έδειχναν πάρα πολύ ενδιαφέρον για το μάθημα. Περίμεναν να τελειώσουν όλες για να συνεχίσουν με το φύλλο εργασίας. Διάβαζαν πολύ προσεκτικά τις οδηγίες και δεν ζητούσαν διευκρινήσεις. Συζητούσαν πάρα πολύ, όχι μόνο πριν από κάθε κίνηση, για το πώς θα προχωρήσουν, αλλά και για το πώς θα διαμορφώσουν και θα δομήσουν σωστά τις απαντήσεις πριν τις γράψουν, κάτι που τους στερούσε χρόνο και προχωρούσαν με αργό ρυθμό.

Σχόλια-συζητήσεις: Στην περιγραφή της διαδικασίας της εκπνοής «- Ανεβαίνει ο αέρας, -όχι δεν ανεβαίνει ο αέρας, ανεβαίνει το διάφραγμα και σπρώχνει τον αέρα. – Ωραία, να το γράψουμε απλά, να μη το κάνουμε περίπλοκο.»

«-ο αέρας βγαίνει με δύναμη από τα πνευμόνια και μετά από το στόμα, - όχι βγαίνει με δύναμη, ρέει, - όχι ρέει, το ρέει είναι για τη θερμότητα»

**ΟΜΑΔΑ Ζ΄** (2 μαθητές): Η ομάδα αυτή συζητούσε πάρα πολύ, προέβαλλε επιχειρήματα και η συζήτηση ήταν εποικοδομητική. Εργάστηκαν μεθοδικά και αξιοποίησαν καλά το χρόνο τους με αποτέλεσμα να τελειώσουν πιο γρήγορα από όλες τις ομάδες. Έκαναν λίγο θόρυβο, και συζητούσαν αρκετά πριν από κάθε ενέργεια. Έδειξαν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για το μάθημα και ακόμη και όταν τελείωσαν με το φύλλο εργασίας συνέχισαν να πλοηγούνται στο λογισμικό, στο κομμάτι του αναπνευστικού συστήματος.

Σχόλια-συζητήσεις: «-Τελειώσαμε πιο γρήγορα από όλους και μαζέψαμε και τους περισσότερους πόντους!!» (κίνητρο και η επιβράβευση με πόντους από το λογισμικό).

**ΟΜΑΔΑ Η΄** (3 μαθητές): Η συνεργασία των μελών της ομάδας ήταν καλή κι έκαναν λίγο θόρυβο. Συζητούσαν σε μέτριο βαθμό πριν προχωρήσουν σε επόμενο βήμα, ενώ δεν διάβαζαν καλά τις εκφωνήσεις με αποτέλεσμα να ζητάνε αρκετές φορές βοήθεια ή

επεξηγήσεις. Αφού τους ζητήθηκε να διαβάζουν καλύτερα τις οδηγίες, προχωρούσαν πιο αυτόνομα. Το ενδιαφέρον τους για το μάθημα ήταν μέτριο.

Σχόλια-συζητήσεις: Στο παιχνίδι με τα όργανα του αναπνευστικού συστήματος, δεν σκέφτονταν πώς θα καταλήξουν στη σωστή απάντηση, αλλά χρησιμοποιούσαν τη μέθοδο της δοκιμής και πλάνης για να απαντήσουν. Για τη δραστηριότητα ΣΩΣΤΟ/ΛΑΘΟΣ, δεν θυμούνταν λόγω απροσεξίας τι έπρεπε να απαντήσουν και επέστρεφαν πίσω στο λογισμικό για να «κλέψουν» τις απαντήσεις.

### Γενικές Παρατηρήσεις

Η ανάλυση των συμπεριφορών των μαθητών/-τριών της Π.Ο. κατά τη διδασκαλία γενικά επιβεβαιώνει την υπόθεση της έρευνάς μας ότι η χρήση του εκπαιδευτικού λογισμικού ενεργοποιεί το ενδιαφέρον των μαθητών/-τριών και μεγιστοποιεί τη μεταξύ τους συνεργασία για την επίτευξη των μαθησιακών στόχων. Ειδικότερα:

1. Σε γενικές γραμμές η συνεργασία μεταξύ των ομάδων στην Π.Ο. ήταν ικανοποιητική, λαμβάνοντας υπόψη ότι ο συνδυασμός αυτός των ομάδων έγινε για πρώτη φορά. Μόνο στην ομάδα Δ' υπήρξε πρόβλημα συνεργασίας με τη μια μαθήτρια, το οποίο δεν λύθηκε ολοκληρωτικά μέχρι το τέλος της παρέμβασης, αλλά μετριάστηκε σε κάποιον βαθμό μετά από παρεμβάσεις και παρατηρήσεις του εκπαιδευτικού.
2. Κατά τη διάρκεια της παρέμβασης υπήρχε θόρυβος, αλλά στον επιθυμητό βαθμό που απαιτούσε η συνεργασία και η ανταλλαγή απόψεων της κάθε ομάδας.
3. Σε όλες τις ομάδες η συμμετοχή των μαθητών/-τριών στην όλη διαδικασία χαρακτηριζόταν από ιδιαίτερο ενδιαφέρον μπροστά σε αυτή τη διαφορετική μορφή μαθήματος, το οποίο υπήρχε μέχρι το τέλος της παρέμβασης κι έτσι δεν παρατηρήθηκαν εκνευρισμοί ή δυσανασχετήσεις απέναντι στην διαδικασία αυτή, αντιθέτως οι μαθητές/-τριες δέχθηκαν χωρίς ενστάσεις να παραμείνουν μέσα στο διάλειμμα για να συνεχίσουν την εργασία τους.
4. Ακόμη και μετά την ολοκλήρωση της διδασκαλίας τα παιδιά ήθελαν να συνεχίσουν την ενασχόληση με το λογισμικό και ρωτούσαν αν είναι δυνατόν να ξανακάνουν το μάθημα της Φυσικής με τον ίδιο τρόπο.

## 6. Συζήτηση – Συμπεράσματα

Η βασική υπόθεση της έρευνας μας ήταν ότι οι μαθητές Οι μαθητές/-τριες της ΣΤ' Δημοτικού που διδάσκονται την ενότητα του αναπνευστικού συστήματος με τη χρήση του λογισμικού «ΦΥΣΙΚΑ Ε-ΣΤ» του Π.Ι. μέσα σε ένα εποικοδομητικό περιβάλλον μάθησης παρουσιάζουν σημαντική εξέλιξη των αρχικών-εναλλακτικών τους ιδεών σχετικά με τη δομή και λειτουργία του αναπνευστικού συστήματος, από ότι οι μαθητές/-τριες που διδάσκονται με την παραδοσιακή μέθοδο διδασκαλίας. Τα αποτελέσματα της έρευνας μας υποστηρίζουν γενικά τις υποθέσεις μας.

Στο αρχικό ερωτηματολόγιο της έρευνας διερευνήθηκαν οι αρχικές ιδέες των μαθητών/-τριών για τη δομή και τη λειτουργία του αναπνευστικού συστήματος.

Αναφορικά με την πρώτη ομάδα ερωτήσεων (ερωτ.1,2,4) αυτές είχαν στόχο να διερευνήσουν τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/-τριών για το αναπνευστικό σύστημα, δηλαδή «Το αναπνευστικό σύστημα του οργανισμού, ποιά λειτουργία νομίζεις ότι εξυπηρετεί;» και «Τι νομίζεις ότι είναι η εισπνοή;», «Τι νομίζεις ότι είναι η εκπνοή;». Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων του αρχικού ερωτηματολογίου διαπιστώθηκε μια παρανόηση της ερώτησης σχετικά με τη λειτουργία του αναπνευστικού συστήματος, καθώς και μια δυσκολία των μαθητών/-τριών στη διατύπωση και στην έκφραση των διαδικασιών της εισπνοής και της εκπνοής. Όσον αφορά τη λειτουργία του αναπνευστικού συστήματος, ελάχιστοι ήταν οι μαθητές/-τριες, οι οποίοι έδωσαν αρχικά την απάντηση «αναπνοή». Η πλειοψηφία των μαθητών/-τριών φαινόταν να αντιλαμβάνεται την εισπνοή ως τη διαδικασία κατά την οποία ρουφάμε αέρα, ενώ την εκπνοή ως τη διαδικασία κατά την οποία βγάζουμε αέρα από το στόμα. Τα ευρήματα αυτά συνάδουν και με τα ευρήματα των Deshmukh and Deshmukh (E-Proceedings) όπου για τα περισσότερα παιδιά η αναπνοή τυπικά συνδέεται με την κίνηση του αέρα μέσα και έξω από το στόμα και τη μύτη και είναι μια στατική λειτουργία, δηλαδή ο εισπνεόμενος αέρας δεν επιδέχεται οποιαδήποτε διεργασία μέσα στο σώμα, προτού τον εκπνεύσουμε.

Στη δεύτερη ομάδα ερωτήσεων (ερωτ.3,5) ζητήθηκε από τους μαθητές/-τριες να εξηγήσουν τη διαδικασία της εισπνοής και της εκπνοής, για να διερευνηθεί αν γνωρίζουν και αντιλαμβάνονται οι μαθητές/-τριες τι συμβαίνει κατά τη διαδικασία της εισπνοής και της εκπνοής. Σύμφωνα με τις απαντήσεις του αρχικού ερωτηματολογίου, διαπιστώθηκε ότι οι

μαθητές/-τριες είτε δε γνωρίζουν, είτε δεν είναι σε θέση να περιγράψουν τις διαδικασίες αυτές. Πολλοί μαθητές/-τριες επιχειρούν να περιγράψουν τις διαδικασίες αυτές χρησιμοποιώντας τα νοητικά μοντέλα και τις ερμηνείες, τις οποίες οι ίδιοι έχουν διαμορφώσει για την εισπνοή (πχ για την εισπνοή: *ρουφάμε αέρα, καθαρίζονται τα όργανα, μας βοηθά να ανασάνουμε κ.ά.*) και για την εκπνοή (πχ. *Ξεφυσάμε, βγάζουμε αέρα από το στόμα ή τη μύτη, διώχνουμε τα μικρόβια που ρέουν μέσα μας κ.ά.*). Ελάχιστος είναι ο αριθμός των μαθητών/τριών που περιγράφουν τη διαδικασία της εισπνοής και της εκπνοής ως μια διαδικασία κατά την οποία αέρας/ οξυγόνο μπαίνει από το στόμα ή τη μύτη στον οργανισμό μας και πάει στα πνευμόνια και το αντίστροφο. Στο σημείο αυτό μπορούμε να επισημάνουμε τη χρήση της λέξης αέρας από τους μαθητές/-τριες, αντί για τη λέξη οξυγόνο, γιατί όπως αναφέρεται από τον McDougal (2007) μια παρανόηση των μαθητών/-τριών σχετίζεται με τον αέρα, ο οποίος σημαίνει κενό, τίποτα, ή είναι απλά μια ακόμη λέξη για το οξυγόνο. Παρανοήσεις και δυσκολίες στην έκφραση σύνθετων εννοιών της Βιολογίας (πχ. Κυτταρική αναπνοή) εντοπίζονται όχι μόνο σε μαθητές/-τριες, αλλά και σε εκπαιδευτικούς και ενισχύονται από τα σχολικά εγχειρίδια και τα πρακτικά εγχειρίδια (Yip, 1998).

Στην τρίτη ομάδα ερωτήσεων (ερωτ.6,7,8) διερευνάται η γνώση και η αντίληψη των μαθητών/-τριών, τόσο για την φυσιολογία του αναπνευστικού συστήματος «*Κυκλώστε τα όργανα του αναπνευστικού συστήματος*», όσο και για τη δυνατότητα των μαθητών/-τριών να αναπαραστήσουν στη σωστή θέση και με την ονομασία τους τα όργανα του αναπνευστικού συστήματος καθώς και την πορεία που ακολουθεί ο αέρας κατά την εισπνοή και την εκπνοή. Διερευνάται λοιπόν, εκτός από την γνώση των παραπάνω και η ικανότητα των μαθητών/-τριών να οπτικοποιήσουν και να αναπαραστήσουν όσα γνωρίζουν για το αναπνευστικό σύστημα.

Από τις αρχικές απαντήσεις των μαθητών/-τριών στην ερώτηση για τα όργανα του αναπνευστικού, διαπιστώνεται ότι ελάχιστοι ήταν οι μαθητές/-τριες που μπορούν να αναγνωρίσουν όλα τα όργανα του αναπνευστικού συστήματος, με μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης αυτή των πνευμόνων, του λάρυγγα και της μύτης και του στόματος. Στο σημείο αυτό κρίνεται σκόπιμο να αναφερθεί μια κοινή παρανόηση των περισσότερων παιδιών, όπως αποδεικνύεται και από άλλες έρευνες (Gellert, 1962; Prokop and Fanēoniēnā, 2006) σχετικά με το ρόλο της καρδιάς στο αναπνευστικό σύστημα. Οι μαθητές/-τριες πιστεύουν ότι η σύσπαση της καρδιάς είναι αυτή που επιτρέπει στον αέρα να εισέρχεται στο σώμα μας και ουσιαστικά να μας βοηθά να εισπνέουμε και να εκπνέουμε και πολλοί μαθητές και των δυο ομάδων την κυκλώνουν στα όργανα του αναπνευστικού συστήματος.

Επιπλέον, αρκετοί μαθητές/-τριες αναφέρουν και τον εγκέφαλο στα όργανα του αναπνευστικού συστήματος, ίσως επειδή σαν κέντρο ελέγχου των λειτουργιών του σώματος μας, πιστεύουν ότι παίζει κάποιο ρόλο και στη διαδικασία της αναπνοής.

Όσον αφορά τα σχήματα των μαθητών/τριών (ερώτηση 7α), παρατηρήθηκε ότι οι μαθητές/-τριες στο αρχικό ερωτηματολόγιο δεν έχουν ολοκληρωμένες νοητικές αναπαραστάσεις σχετικά με το αναπνευστικό σύστημα. Υπάρχουν διάφορες αναπαραστάσεις του αναπνευστικού συστήματος, οι οποίες παρουσιάζουν με διαφορετική από την κανονική τους μορφή τα όργανα του ή την καρδιά πχ. οι πνεύμονες εμφανίζονται ενωμένοι, η καρδιά αναπαρίσταται με τη μορφή που την έχουμε συνηθίσει στην καθημερινή μας ζωή, με το σχήμα του “Αγ. Βαλεντίνου” (Carey 1985 αναφορά από Oskarsdóttir, 2006) ), ή συχνά απουσιάζουν οι μεταξύ τους συνδέσεις. Επιπλέον, αρκετά όργανα είναι τοποθετημένα σε λάθος θέσεις στο εσωτερικό του σώματος πχ. οι πνεύμονες τοποθετούνται στο πάνω μέρος του σώματος, κοντά στο λαιμό, κάτι που αποτελεί κοινή παρανόηση των μαθητών/-τριών όπως αποδεικνύονται και από τα ευρήματα της έρευνας του Mintzes (1984). Υπάρχουν σχέδια μαθητών επίσης που απεικονίζουν την μεταφορά του εισπνεόμενου από τη μύτη και το στόμα αέρα στο στομάχι, αναπαριστώντας ένα κλειστό σύστημα. Η παρανόηση αυτή επιβεβαιώνεται και από έρευνα του Abimbola (1986), σύμφωνα με την οποία η ανθρώπινη αναπνοή ταυτίζεται με την πέψη και ο αέρας που εισπνέουμε περνάει από το πεπτικό σύστημα (στομάχι). Μεταξύ των αναπαραστάσεων αυτών, η πορεία της εισπνοής και της εκπνοής απεικονίζονται με δυο ξεχωριστούς σωλήνες, σε πολλά σχήματα εμφανίζονται η καρδιά και ο εγκέφαλος, το στομάχι ή άλλα όργανα τα οποία δε σχετίζονται με το ζητούμενο της ερώτησης, ενώ στις περισσότερες περιπτώσεις δεν υπάρχει σύνδεση μεταξύ των οργάνων, αλλά αυτά εμφανίζονται αυτόνομα τοποθετημένα στο εσωτερικό του σώματος. Οι παρανοήσεις αυτές είναι συνηθισμένες στα παιδιά όπως δείχνουν προγενέστερες έρευνες (Abimbola, 1986; Osborne et al., 1992; Reiss & Tunnicliffe 2001, Reiss, Tunnicliffe, Andersen & Bartoszeck et al., 2002).

Στην ερώτηση 7β, σχετικά με την ονομασία των οργάνων του αναπνευστικού συστήματος, αρχικά λίγοι είναι οι μαθητές/-τριες που μπορούν να ονομάσουν τα σχήματα των οργάνων τα οποία αναπαριστούν –στην πλειοψηφία τους οι μαθητές/-τριες ονοματίζουν την καρδιά και τους πνεύμονες-.

Στην ερώτηση 8 στην οποία ζητείται από τους μαθητές/-τριες να απεικονίσουν την πορεία που ακολουθεί ο αέρας κατά την εισπνοή και κατά την εκπνοή, παρατηρείται ότι μόλις ένας μαθητής/τρια της Π.Ο. και δυο της Ο.Ε. μπόρεσαν αρχικά να απεικονίσουν μια ολοκληρωμένη πορεία της εισπνοής και της εκπνοής. Σε πολλές περιπτώσεις, τα σχέδια των



μαθητών/-τριών συνάδουν με τις απαντήσεις τους στις ερωτήσεις 3 και 5. Στις περισσότερες περιπτώσεις τα συστήματα τα οποία απεικονίζονται είναι ανοικτά συστήματα και μόνο σε λίγες περιπτώσεις παρουσιάζεται σύνδεση μεταξύ των οργάνων. Τα ευρήματα μας είναι παρόμοια με αυτά παλιότερων ερευνών (Reiss et al., 2002) που έδειξαν ότι τα παιδιά αν και είχαν γνώση ευρείας ποικιλίας οργάνων του σώματός τους είχαν πολύ μικρή αντίληψη για το πώς τα όργανα αυτά υπάρχουν ως συσχετιζόμενες δομές μέσα σε οργανικά συστήματα. Πολλοί μαθητές/-τριες απεικονίζουν μια ολοκληρωμένη πορεία της εισπνοής, αλλά η πορεία της εκπνοής παρουσιάζεται από τους πνεύμονες προς τη μύτη, χωρίς οι δυο πορείες να ενώνονται σε κάποιο σημείο. Υπάρχουν ακόμη μαθητές/-τριες οι οποίοι απεικονίζουν την εισπνοή και την εκπνοή από το στόμα ή τη μύτη προς τους πνεύμονες και το αντίστροφο, ενώ άλλοι που δεν απεικονίζουν πορεία του αέρα προς το εσωτερικό του σώματος και απλά ζωγραφίζουν τη μύτη ή το στόμα.

Στην τέταρτη ομάδα ερωτήσεων (ερωτ. 9,10,11) διερευνήθηκε η γνώση και η αντίληψη των μαθητών/-τριών σχετικά με συνήθειες καλές για το αναπνευστικό σύστημα (ποδηλασία, ορειβασία, αερισμός των δωματίων, ιατρική μάσκα), αλλά και συνήθειες που προκαλούν βλάβες στον οργανισμό (κάπνισμα και συνέπειες, καθιστική ζωή κτλ). Η συγκεκριμένη ομάδα ερωτήσεων θα μπορούσε να βοηθήσει τους μαθητές/-τριες να γνωρίσουν τις συνέπειες του καπνίσματος στον ανθρώπινο οργανισμό και ίσως να αποκτήσουν μια αντικαπνιστική συνείδηση, καθώς και να γνωρίσουν καλές για το αναπνευστικό τους σύστημα συνήθειες, τις οποίες μπορούν να υιοθετήσουν στην καθημερινή τους ζωή. Όσον αφορά τις συνέπειες του καπνίσματος στον ανθρώπινο οργανισμό υπήρχε μεγάλη ποικιλία απαντήσεων στο αρχικό ερωτηματολόγιο με μεγαλύτερη συχνότητα, τις βλάβες που προκαλούνται στους πνεύμονες, τις γενικότερες συνέπειες στον οργανισμό μας (βλάπτει τον οργανισμό, οδηγεί στο θάνατο κ.ά.), αλλά και συνέπειες οι οποίες γίνονται άμεσα αντιληπτές, όπως η κόπωση ή η δυσχέρεια της αναπνοής. Στην ερώτηση 10, οι μαθητές/-τριες καλούνται να επιλέξουν από δοσμένες εικόνες οι οποίες απεικονίζουν καλές και κακές συνήθειες για τον οργανισμό και το αναπνευστικό μας σύστημα, εκείνες που είναι καλές για εμάς. Τέλος, στην ερώτηση 11, στην οποία οι μαθητές/-τριες επιδίωξη ήταν να διερευνηθούν το αν οι μαθητές/-τριες αναγνωρίζουν την ιατρική μάσκα ως αντικείμενο, αν αντιλαμβάνονται ότι αποτελεί καλή συνήθεια και αν θα επέλεγαν να την χρησιμοποιήσουν. Επιδιώχθηκε ακόμη να μπορέσουν οι μαθητές/-τριες να παρομοιάσουν τη μάσκα και τη χρήση της με τη μύτη και τα τριχίδια της (τα τριχίδια της μύτης, όπως και η υφή της μάσκας φιλτράρουν τον αέρα από αιωρούμενους μικροοργανισμούς, σκόνες καθώς και ρύπους). Οι απαντήσεις των μαθητών/-τριών ήδη από τα αρχικά ερωτηματολόγια εστιάζουν τόσο σε

περιβαλλοντικούς παράγοντες (ρύποι, καυσαέρια, μολυσμένος αέρας, σκόνη) όσο και σε παράγοντες του περιβάλλοντος χώρου (καπνοί τσιγάρων), (προστασία από ιούς και μικρόβια), ενώ υπάρχουν και ορισμένοι/ες μαθητές/-τριες που απαντούν συνδυάζοντας τους παράγοντες αυτούς (προστασία από καυσαέρια, βρώμικο αέρα και από μικρόβια). Υπάρχουν και μερικοί που δίνουν τις δικές τους ευφάνταστες απαντήσεις, όπως *«μας προστατεύει από το κρύο», «προστατεύει από τον κρύο αέρα όταν κάνω βόλτα με το ποδήλατο».*

Πολλοί μαθητές/-τριες απαντούν ότι η ιατρική μάσκα βοηθά στην προστασία από μικρόβια επηρεασμένοι από τις πρόσφατες επιδημίες γρίπης και τις οδηγίες που δίνονταν στα σχολεία, αλλά και τις εικόνες που προβάλλονταν στην τηλεόραση, όπου πολλοί άνθρωποι, κυρίως στην Κίνα, φορούσαν μάσκες.

Αφού λήφθηκαν υπόψη οι αρχικές ιδέες των μαθητών/ -τριών για το αναπνευστικό σύστημα, όπως αυτές ανιχνεύθηκαν με το αρχικό ερωτηματολόγιο, οργανώθηκε το φύλλο εργασίας και με βάση αυτό πλοηγήθηκαν οι μαθητές/-τριες στο λογισμικό με στόχο την εξέλιξη των αντιλήψεών τους προς το επιστημονικό μοντέλο. Η ενασχόληση με το λογισμικό φαίνεται πως έπαιξε διαμεσολαβητικό ρόλο σε αυτή την εξελικτική πορεία. Το φύλλο εργασίας διευκόλυνε την αλληλεπίδραση με το λογισμικό και την αλληλεπίδραση μεταξύ των μελών των ομάδων και μέσα από τη συζήτηση, την επιχειρηματολογία, την ακρόαση διαφορετικών απόψεων οι μαθητές/-τριες αντιλήφθηκαν τις παρανοήσεις τους και μετακινήθηκαν προς την υιοθέτηση επιστημονικά αποδεκτών αντιλήψεων. Αυτό γίνεται εμφανές ιδιαίτερα μέσα από το παράδειγμα της 32<sup>ης</sup> ερώτησης *«Προσπαθήστε να περιγράψετε με λεπτομέρειες τι ακριβώς συμβαίνει κατά τη διαδικασία της αναπνοής στον άνθρωπο».* Στο αρχικό ερωτηματολόγιο οι περισσότεροι μαθητές/-τριες έδωσαν απαντήσεις που συνάδουν με την καθημερινή τους εμπειρία όσον αφορά την περιγραφή της εισπνοής και της εκπνοής (*«αέρας μπαίνει / βγαίνει από το στόμα ή τη μύτη μας»*). Το φύλλο εργασίας βοήθησε τους μαθητές/-τριες να εστιάσουν στις διαδικασίες της εισπνοής και της εκπνοής όπως παρουσιάζονταν στην προσομοίωση του λογισμικού και προώθησε την αλληλεπίδραση και τον εποικοδομητικό διάλογο μεταξύ τους, οδηγώντας σε εννοιολογική αλλαγή και στην υιοθέτηση του επιστημονικού μοντέλου. Η εξέλιξη αυτή των αρχικών ιδεών των μαθητών/-τριών φάνηκε στις απαντήσεις του τελικού ερωτηματολογίου, οι οποίες ήταν πιο ολοκληρωμένες (*«Κατά τη διαδικασία της εισπνοής αέρας εισέρχεται από τη ρινική ή τη στοματική κοιλότητα, περνάει από το φάρυγγα, το λάρυγγα την τραχεία και τους βρόγχους και καταλήγει στους πνεύμονες όπου οι κυψελίδες κρατούν το οξυγόνο», «Αφού οι κυψελίδες κρατήσουν το οξυγόνο, το διοξείδιο του άνθρακα που μένει ακολουθεί την αντίστροφη πορεία*

από τους πνεύμονες στους βρόγχους, την τραχεία, το λάρυγγα και τον φάρυγγα και βγαίνει από τη στοματική ή τη ρινική κοιλότητα»).

Η σημαντική αυτή εξέλιξη εμφανίζεται και στα σχέδια των μαθητών/-τριών καθώς στο τελικό ερωτηματολόγιο οι περισσότεροι μαθητές/-τριες της Π.Ο. απεικονίζουν το αναπνευστικό σύστημα με κοινή και όχι παράλληλη πορεία των διαδικασιών της εισπνοής και της εκπνοής.

Μετά τις διδασκαλίες, ιδιαίτερα στην Π.Ο. διαπιστώθηκε ότι αρκετά παιδιά (18 μαθητές/-τριες της Π.Ο.) αναδόμησαν τις απόψεις τους για το αναπνευστικό σύστημα, ιδιαίτερα όσον αφορά την αποσαφήνιση της έννοιας της εισπνοής και της εκπνοής, αναφέροντας και στις δυο και τη συμμετοχή των πνευμόνων και επιβεβαιώνοντας την πρώτη ερευνητική μας υπόθεση. Παρ' όλα αυτά παρατηρούμε ότι ακόμη και μετά τις διδασκαλίες ένα μεγάλο μέρος των μαθητών/-τριών της Ο.Ε. εξακολουθούν να μιλούν για τις διαδικασίες της εισπνοής και της εκπνοής δίνοντας λειτουργικού τύπου απαντήσεις και εστιάζοντας περισσότερο στη σημασία της αναπνοής για εμάς και το σώμα μας, χωρίς να αναφέρουν και τα πνευμόνια, γεγονός που επιβεβαιώνει πόσο βαθιά ριζωμένες είναι μερικές από τις αρχικές εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/-τριών.

Στην κατανόηση των εννοιών της εισπνοής και της εκπνοής από τους μαθητές/-τριες της Π.Ο. σημαντικό ρόλο έπαιξε η προσομοίωση της διαδικασίας της αναπνοής, η οποία παρουσίαζε τις μεταβολές που συμβαίνουν κατά τη διαδικασία της εισπνοής και της εκπνοής στα όργανα του αναπνευστικού συστήματος (το διάφραγμα κατεβαίνει προς τα κάτω, οι πνεύμονες διογκώνονται), καθώς και η δομή και οι δραστηριότητες του φύλλου εργασίας. Η πολυμεσική παρουσίαση της διαδικασίας της αναπνοής, συγκρινόμενη με την παρουσίαση της με τον παραδοσιακό τρόπο που προτείνεται από το σχολικό εγχειρίδιο, φάνηκε να έχει πολύ καλύτερα αποτελέσματα στην κατανόηση των εννοιών αυτών δημιουργώντας μάλλον πιο σαφείς αναπαραστάσεις της.



Στις απαντήσεις του τελικού ερωτηματολογίου, που αφορούν τις διαδικασίες της εισπνοής και της εκπνοής παρατηρούμε ότι μεγάλος είναι ο αριθμός των μαθητών/τριών, οι

οποίοι έχουν μεταβάλλει τις αρχικές τους ιδέες και περιγράφουν τη διαδικασία της εισπνοής και της εκπνοής, αναφέροντας και τα όργανα από τα οποία περνάει το εισπνεόμενο οξυγόνο/εκπνεόμενο διοξείδιο του άνθρακα. Παρατηρήθηκε ότι σημαντικό ποσοστό μεταβολής των αρχικών αντιλήψεων υπήρχε στην Π.Ο. καθώς δέκα (10) μαθητές/-τριες περιέγραφαν ολοκληρωμένη τη διαδικασία της εισπνοής με όλα τα όργανα του αναπνευστικού συστήματος που συμμετέχουν σε αυτήν (μύτη ή στόμα, φάρυγγας, λάρυγγας, τραχεία, βρόγχοι, πνεύμονες), ενώ άλλοι τρεις (3) παρέλειπαν στην αναφορά τους ένα όργανο από τα παραπάνω.

Μερική εξέλιξη υπήρχε και στους μαθητές/-τριες της Ο.Ε., περισσότεροι από τους οποίους εντάσσονταν στη δεύτερη κατηγορία, περιέγραφαν τη διαδικασία χωρίς να αναφέρουν κάποιο όργανο, καταδεικνύοντας ότι οι διαδικασίες αυτές γίνονται κατανοητές και με την παραδοσιακή μέθοδο διδασκαλίας, όμως το τεχνολογικά εμπλουτισμένο περιβάλλον προσέφερε μια καλύτερη οπτικοποίηση των διαδικασιών και καλύτερη ως εκ τούτου συγκράτηση των πληροφοριών στη μνήμη των μαθητών/-τριών. Τα αποτελέσματα αυτά επιβεβαιώνουν την πρώτη υπόθεση της έρευνάς μας για τα πλεονεκτήματα της χρήσης του λογισμικού έναντι της παραδοσιακής διδασκαλίας στην αναδόμηση των αρχικών αντιλήψεων των μαθητών.

Κανένας ωστόσο από τους μαθητές/-τριες και των δυο ομάδων δεν ανέφερε το σημαντικό ρόλο του διαφράγματος στη διαδικασία της αναπνοής, μια παρανόηση που κατά πάσα πιθανότητα σχετίζεται με τη θέση του διαφράγματος, η οποία είναι πιο απομακρυσμένη και δε συνδέεται με τα υπόλοιπα όργανα του αναπνευστικού συστήματος. Το γεγονός ότι ο εισπνεόμενος αέρας δεν εισέρχεται στο διάφραγμα όπως στα υπόλοιπα όργανα του αναπνευστικού συστήματος, μπορεί να ενίσχυσε την παρανόηση αυτή. Ούτε οι μαθητές/-τριες της Π.Ο δεν αναφέρουν το διάφραγμα κατά την περιγραφή των διαδικασιών της εισπνοής και της εκπνοής, αν και οι περισσότεροι από αυτούς/-ές το κυκλώνουν στα όργανα του αναπνευστικού συστήματος στην ερώτηση 6 και το απεικονίζουν στα σχήματά τους στην ερώτηση 7. Θα μπορούσαμε επομένως να συμπεράνουμε ότι οι μαθητές/-τριες περιγράφοντας τις διαδικασίες της εισπνοής και της εκπνοής, περιγράφουν ουσιαστικά την πορεία του αέρα μέσα στο αναπνευστικό σύστημα, παραλείποντας για το λόγο αυτό το διάφραγμα.

Παρατηρείται ακόμη σημαντική εξέλιξη των αρχικών ιδεών των μαθητών/-τριών στο τελικό ερωτηματολόγιο σχετικά με τα όργανα του αναπνευστικού συστήματος. Σχεδόν όλοι οι μαθητές/-τριες της Π.Ο. επιλέγουν πλέον όργανα του αναπνευστικού συστήματος, ενώ κανένας δεν επιλέγει την καρδιά. Πιθανόν, το παιχνίδι του λογισμικού με την τοποθέτηση

των οργάνων του αναπνευστικού στη σωστή τους θέση να βοηθήσει τους μαθητές/-τριες της Π.Ο. Στους μαθητές της Ο.Ε., εκτός από έναν σχετικά μικρό αριθμό μαθητών/-τριών που αναφέρουν τα όργανα του αναπνευστικού συστήματος, αναφέρονται και πληθώρα οργάνων εκτός αυτού, μεταξύ των οποίων ο οισοφάγος, οι φλέβες και το αίμα. Ο McDougal (2007) σε βιβλίο του, στο οποίο αναφέρει εναλλακτικές ιδέες των μαθητών σχετικά με το αναπνευστικό σύστημα, υποστηρίζει ότι πολλοί μαθητές/-τριες ταυτίζουν μάλλον την τραχεία με τον οισοφάγο. Τέλος, έξι (6) μαθητές/-τριες της Ο.Ε. ακόμη και μετά τη διδασκαλία εξακολουθούν να εντάσσουν την καρδιά στα όργανα του αναπνευστικού συστήματος, αποδεικνύοντας πόσο βαθιά ριζωμένες είναι στους μαθητές/-τριες οι αρχικές τους αντιλήψεις και τη δυσκολία ή αδυναμία μεταβολής τους χωρίς τη χρήση του κατάλληλου περιβάλλοντος μάθησης.

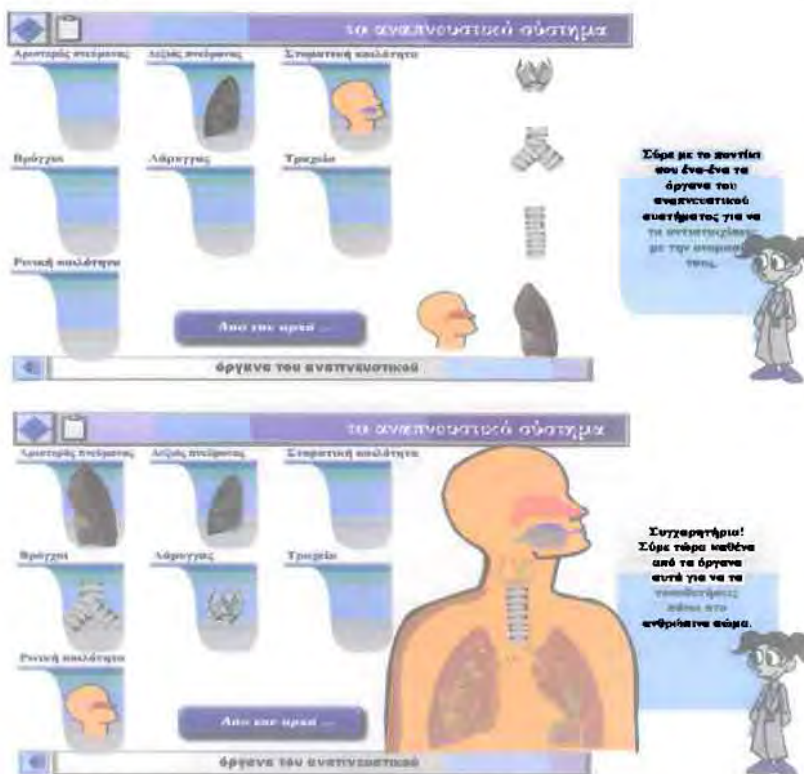
Επίσης, στο τελικό ερωτηματολόγιο, τα σχήματα των μαθητών/-τριών έχουν εξελιχθεί και προσομοιάζουν περισσότερο με το επιστημονικό μοντέλο. Τα σχέδια του μεγαλύτερου αριθμού των μαθητών/-τριών της Π.Ο.(17) αγγίζουν το επιστημονικό μοντέλο αναπαράστασης του αναπνευστικού συστήματος. Όχι μόνο γίνεται αναπαράσταση όλων των οργάνων του αναπνευστικού συστήματος, αλλά και αναπαράστασή τους σε κλειστό σύστημα και τα σχήματα των οργάνων ομοιάζουν με την πραγματική μορφή τους. Επιβεβαιώνεται έτσι η πρώτη ερευνητική μας υπόθεση καθώς φαίνεται πως στη μεταβολή της οπτικής αναπαράστασης του αναπνευστικού συστήματος, ουσιώδης ήταν ο ρόλος των προσομοιώσεων του λογισμικού που απεικόνιζαν τα όργανα του αναπνευστικού συστήματος στη σωστή θέση, με τη σωστή μορφή και με τη σωστή σύνδεση. Όπως αναφέρει και ο Μιχαηλίδης (2007), η παραστατικότητα των προσομοιώσεων βοηθά τους εκπαιδευόμενους να συγκρατούν καλύτερα τις πληροφορίες. Στη σωστή τοποθέτηση των οργάνων στο σώμα συνέβαλλε και το παιχνίδι του λογισμικού.

Στους μαθητές/-τριες της Ο.Ε. μόλις ένας μικρός αριθμός (4) κάνει μια ολοκληρωμένη αναπαράσταση του αναπνευστικού συστήματος. Υπάρχουν, ωστόσο και κάποιοι μαθητές/-τριες, κυρίως της Ο.Ε. οι οποίοι αναπαριστούν δύο ανεξάρτητους σωλήνες καθένας από τους οποίους καταλήγει σε έναν πνεύμονα ενώ εμφανίζεται και η καρδιά ή /και ο εγκέφαλος. Ακόμη, μερικοί μαθητές/-τριες της Ο.Ε. οι οποίοι αναπαριστούν δυο ενωμένους σωλήνες που καταλήγουν στα πνευμόνια σαν ένας, αλλά τα πνευμόνια είναι ενωμένα μεταξύ τους.

Σχετικά με την ονομασία των οργάνων του αναπνευστικού συστήματος στο τελικό ερωτηματολόγιο παρατηρείται ανάλογη εξέλιξη με αυτή της ερώτησης 7α. Όλοι οι μαθητές/-τριες της Π.Ο. ονοματίζουν τα σχήματα τα οποία έχουν αναπαραστήσει, με μικρότερη

συχρότητα εμφάνισης το διάφραγμα. Στους μαθητές/-τριες της Ο.Ε. δεν παρουσιάζεται σημαντική εξέλιξη όσο στους μαθητές της Π.Ο. καθώς μικρότερος αριθμός δίνει ονομασία στα όργανα του αναπνευστικού, ενώ πολλοί μαθητές/-τριες ονοματίζουν όργανα εκτός αυτού, με κυριότερα την καρδιά, τον οισοφάγο, τον θώρακα και τις φλέβες.

Στη σωστή ονομασία των οργάνων του αναπνευστικού συστήματος από τους μαθητές/-τριες της Π.Ο., συνέβαλλε το παιχνίδι του λογισμικού στο οποίο οι μαθητές/-τριες έπρεπε να τοποθετήσουν κάθε όργανο πάνω στη σωστή ονομασία, αλλά και ένα παιχνίδι στην ολομέλεια της τάξης στο τέλος της παρέμβασης, στο οποίο οι μαθητές/-τριες επέλεγαν από διάφορα όργανα του ανθρώπινου σώματος, ένα όργανο του αναπνευστικού συστήματος, το οποίο έπρεπε να τοποθετήσουν στη σωστή θέση και να αναφέρουν την ονομασία του και όσα έμαθαν γι' αυτό.



Στο τελικό ερωτηματολόγιο, ο στόχος της διδασκαλίας που ήταν να απεικονίσουν οι μαθητές/-τριες την πορεία που ακολουθεί ο αέρας κατά την εισπνοή και κατά την εκπνοή επιτεύχθηκε σε πολύ μεγάλο βαθμό, καθώς δεκαεπτά μαθητές/-τριες της Π.Ο. απεικονίζουν πλέον μια ολοκληρωμένη πορεία της εισπνοής και της εκπνοής, είσοδο δηλαδή του αέρα από το στόμα ή τη μύτη, πέρασμα από το φάρυγγα, το λάρυγγα, την τραχεία, τους βρόγχους και κατάληξη στους πνεύμονες και την αντίστροφη πορεία για την εκπνοή.

Από την άλλη μόλις οκτώ (8) μαθητές/-τριες της Ο.Ε. επιτυγχάνουν την ολοκληρωμένη απεικόνιση των δυο πορειών. Υπάρχουν ακόμη και μετά τη διδασκαλία μαθητές/-τριες οι οποίοι/ες διατηρούν τις αρχικές απόψεις τους απεικονίζοντας τις πορείες απλά ζωγραφίζοντας τη μύτη ή το στόμα, χωρίς να συνεχίζουν την πορεία προς το εσωτερικό/εξωτερικό του σώματος (4 μαθητές/-τριες της Ο.Ε.) και άλλοι οι οποίοι εξακολουθούν να συγχέουν το κυκλοφορικό με το αναπνευστικό σύστημα, απεικονίζοντας διάφορα σχέδια στο σώμα, τα οποία μοιάζουν με φλέβες και αρτηρίες.

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα της ερώτησης 7 και 8 με τις ερωτήσεις 2 και 4, παρατηρείται μια δυσκολία των μαθητών/-τριών στην έκφραση με λόγια των εννοιών της εισπνοής και της εκπνοής, ενώ συγκριτικά μεγαλύτερη ευκολία στην αναπαράστασή τους με σχήματα. Το γεγονός αυτό ίσως να οφείλεται και στην ορολογία που χρησιμοποιείται από τους συγγραφείς των εγχειριδίων, πολλές φορές καθιστώντας εξαιρετικά δύσκολο για τους μαθητές/-τριες, ακόμα και για τους δασκάλους, να την χρησιμοποιήσουν. Δυσκολίες στην κατανόηση και στη διάκριση των εννοιών σχετικών με το αναπνευστικό σύστημα, όπως «breathing» και «respiration», όχι μόνο των μαθητών/-τριών, όπως αναφέρεται από τη Driver (1987), αλλά και των δασκάλων, οφείλονται εν μέρει στην τάση ορισμένων συγγραφέων να ορίζουν τους όρους σχεδόν αποκλειστικά για τα ζώα, ιδιαίτερα για τους ανθρώπους (Deshmukh and Deshmukh, E-Proceedings ).

Από τις απαντήσεις των μαθητών/-τριών σχετικά με το κάπνισμα φαίνεται ότι όλοι είναι ενήμεροι σχετικά με τις καταστροφικές συνέπειες του καπνίσματος στον οργανισμό μας. Οι περισσότεροι από αυτούς εντοπίζουν τις συνέπειες του καπνίσματος στους πνεύμονες, μερικοί στην καρδιά, ενώ άλλοι δίνουν πιο αόριστες απαντήσεις, ότι βλάπτει την υγεία και οδηγεί στο θάνατο κ.ά. Μικρός είναι ο αριθμός των μαθητών/-τριών που εντοπίζει τις συνέπειες του παθητικού καπνίσματος, καθώς όπως επισημαίνεται και από το σχολικό εγχειρίδιο, οι συνέπειες του ενεργητικού καπνίσματος στη λειτουργία του αναπνευστικού συστήματος είναι γνωστές στους περισσότερους μαθητές/-τριες. Λιγότερο γνωστά είναι όμως τα προβλήματα που προκαλεί το παθητικό κάπνισμα, η συχνή δηλαδή παραμονή σε χώρους όπου οι άλλοι καπνίζουν (Αποστολάκης et al., 2007).



Όσον αφορά τη γνώση και την αντίληψη των μαθητών/-τριών σχετικά με συνήθειες καλές για το αναπνευστικό σύστημα (ποδηλασία, ορειβασία, αερισμός των δωματίων, ιατρική μάσκα), αλλά και συνήθειες που προκαλούν βλάβες στον οργανισμό (κάπνισμα και συνέπειες, καθιστική ζωή κτλ). καθιστική ζωή κτλ) ήδη από το αρχικό ερωτηματολόγιο οι μαθητές/-τριες της Π.Ο. και με μια μικρότερη απόκλιση οι μαθητές/-τριες της Ο.Ε. αναγνωρίζουν τις καλές συνήθειες, επιλέγοντάς τες, επομένως στα τελικά ερωτηματολόγια δεν υπάρχει μεγάλη διαφοροποίηση στις απαντήσεις των μαθητών/-τριών.

Όλοι οι μαθητές/-τριες της Π.Ο. και ένας μικρότερος αριθμός της Ο.Ε. επιλέγουν τις καλές συνήθειες. Η επιλογή των σωστών εικόνων ήδη από το αρχικό ερωτηματολόγιο δε δημιουργεί απορίες, καθώς οι μαθητές/-τριες ήδη από την καθημερινή τους ζωή ενημερώνονται σχετικά με τις καλές και κακές συνήθειες, είτε από προγράμματα που προβάλλονται στην τηλεόραση, είτε από τις νουθεσίες και συμβουλές των γονέων ή των εκπαιδευτικών, είτε ακόμη από άλλες πηγές.

Τέλος, στο αν αναγνωρίζουν την ιατρική μάσκα ως αντικείμενο, αν αντιλαμβάνονται ότι αποτελεί καλή συνήθεια και αν θα επέλεγαν να την χρησιμοποιήσουν οι απαντήσεις των μαθητών ήδη από τα αρχικά ερωτηματολόγια, όπως προαναφέρθηκε εστιάζουν τόσο σε περιβαλλοντικούς παράγοντες όσο και σε παράγοντες του περιβάλλοντος χώρου ενώ υπάρχουν και ορισμένοι/ες μαθητές/-τριες που απαντούν συνδυάζοντας τους παράγοντες αυτούς και μερικοί που δίνουν τις δικές τους ευφάνταστες απαντήσεις. Στο τελικό ερωτηματολόγιο οι απαντήσεις των μαθητών/-τριών εξακολουθούν να εντάσσονται στις προαναφερθείσες κατηγορίες, ενώ εκλείπουν οι ευφάνταστες απαντήσεις του αρχικού ερωτηματολογίου. Πολλοί μαθητές/-τριες απαντούν ότι η ιατρική μάσκα βοηθά στην προστασία από μικρόβια επηρεασμένοι μάλλον από τις πρόσφατες επιδημίες γρίπης και τις οδηγίες που δίνονταν στα σχολεία, αλλά και τις εικόνες που προβάλλονταν στην τηλεόραση, όπου πολλοί άνθρωποι, κυρίως στην Κίνα, φορούσαν μάσκες.

Όπως προκύπτει λοιπόν από τα ευρήματα της παρούσας έρευνας υπάρχει μία σημαντική εξέλιξη των αντιλήψεων και των ιδεών των μαθητών/-τριών της Π.Ο. σε αντίθεση



με αυτούς της Ο. Ε. Το γεγονός αυτό μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι το προτεινόμενο από το ΥΠΕΠΘ λογισμικό «ΦΥΣΙΚΑ Ε-ΣΤ», με τον κατάλληλο εκπαιδευτικό σχεδιασμό και λαμβάνοντας υπόψη τις διδακτικές αρχές της εποικοδομητικής θεωρίας, μπορεί να συμβάλλει στην εξέλιξη των αντιλήψεων των μαθητών/-τριών και στην υιοθέτηση από τους περισσότερους από αυτούς του επιστημονικού μοντέλου της δομής και λειτουργίας του αναπνευστικού συστήματος.

### Περιορισμοί της Έρευνας

Ωστόσο, πρέπει να επισημάνουμε ότι τα συμπεράσματα στα οποία κατέληξε η έρευνα υπόκεινται σε ορισμένους περιορισμούς. Παράγοντες όπως οι εμπειρίες σχετικά με το αναπνευστικό σύστημα που μπορεί να είχαν τα παιδιά στο σπίτι τους μπορεί να επηρέασαν τα αποτελέσματα. Έτσι, οι δυο ομάδες δε φαίνεται να ξεκινούν από την ίδια αφετηρία, όπως αυτό γίνεται φανερό από τα αρχικά ερωτηματολόγια. Ωστόσο υπάρχουν μαθητές/-τριες στην Ο.Ε., οι οποίοι λόγω του οικογενειακού τους περιβάλλοντος (ιατροί γονείς) δίνουν ήδη από τα αρχικά ερωτηματολόγια εξαιρετικά λεπτομερείς και ολοκληρωμένες απαντήσεις, πχ. Για τη διαδικασία της εισπνοής *«Παίρνουμε αέρα από τη μύτη και το στόμα και μέσω σωλήνων γεμίζουμε αέρα τις κυψελίδες στους πνεύμονες»* ή για τη διαδικασία της εκπνοής *«Από τις κυψελίδες όταν το αίμα έχει πάρει το οξυγόνο, φεύγει το διοξείδιο του άνθρακα, το οποίο βγαίνει από το στόμα ή τη μύτη»*. Ακόμη, οι διαφορές στην προσωπικότητα και το διδακτικό στυλ μεταξύ των δασκάλων των τμημάτων μπορεί να επηρέασαν τα αποτελέσματα. Επιπλέον, το μικρό αριθμητικό δείγμα δεν μας παρέχει τη δυνατότητα για γενίκευση των συμπερασμάτων μας. Αφιερώθηκε δε περιορισμένος χρόνος (2 διδακτικές ώρες) για τη διδασκαλία του αναπνευστικού συστήματος. Ίσως περισσότερος χρόνος και εμπλουτισμός και με υλικό από το διαδίκτυο μπορεί να μεγιστοποιήσει τα αποτελέσματα της διδασκαλίας προς όφελος της κατανόησης των μαθητών.

### Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα

Από τον σχεδιασμό της παρούσας έρευνας αναδύονται ερωτήματα που θέτουν τις κατευθύνσεις για μελλοντική έρευνα. Θα πρέπει να διενεργηθούν περισσότερες ανάλογες έρευνες σε μεγαλύτερο αριθμό μαθητών και με διάφορες εκδοχές των φύλλων εργασίας καθώς και των αρχικών και τελικών δοκιμασιών ώστε να βρεθεί η φόρμα διδασκαλίας που θα οδηγήσει σε πιο ολοκληρωμένες και αποτελεσματικές παρεμβάσεις με τη χρήση Τ.Π.Ε.

Θα ήταν ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα η σύγκριση της Π.Ο. της έρευνας αυτής με μια Π.Ο., η οποία θα χρησιμοποιούσε εργαστηριακό υλικό που θα προσομοίωνε το επιστημονικό μοντέλο του αναπνευστικού συστήματος, για να διερευνηθεί η συμβολή τόσο του ενός περιβάλλοντος (τεχνολογικά εμπλουτισμένου), όσο και του άλλου περιβάλλοντος (εργαστηριακό) στην καλύτερη κατανόηση του αναπνευστικού συστήματος.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την έρευνα για την αξιολόγηση της διδακτικής παρέμβασης με τη χρήση των Τ.Π.Ε., προτείνονται κάποιες αλλαγές στη διδασκαλία, οι οποίες θα επέφεραν καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα και κατανόηση των εννοιών των Φυσικών Επιστημών. Συγκεκριμένα προτείνεται αλλαγή της δομής του μαθήματος και της σχολικής τάξης, καθώς ενδείκνυται ειδικά για τις Φ.Ε. η χρήση των Τ.Π.Ε.. Οι Τ.Π.Ε. μπορούν να συμβάλλουν στην οπτικοποίηση και καλύτερη κατανόηση πλήθους καταστάσεων και φαινομένων που δύσκολα μπορούν να γίνουν κατανοητά στην παραδοσιακή σχολική αίθουσα. Επιπλέον τα αποτελέσματα της ομαδοσυνεργατικής μάθησης είναι αξιοσημείωτα, τόσο στο μαθησιακό επίπεδο, όσο και στο κοινωνικό επίπεδο, και στη λειτουργία της τάξης. Επιτακτική είναι η ανάγκη της μεταβολής της διδασκαλίας από δασκαλοκεντρική σε μαθητοκεντρική με αξιοποίηση της εποικοδομητικής θεωρίας μάθησης. Ο μαθητής/-τρια θα πρέπει να είναι στο επίκεντρο της διδακτικής πράξης. Ο νέος ρόλος του δασκάλου θα πρέπει να είναι αυτός του διευκολυντή της γνώσης και του συνοδοιπόρου του μαθητή/-τριας στην πορεία του για να ανακαλύψει και να οικοδομήσει μόνος του τη γνώση του, λαμβάνοντας υπόψη τις αρχικές ιδέες του και βοηθώντας τον να τις καταρρίψει ή να τις αναδομήσει. Ένα μαθησιακό περιβάλλον εποικοδομητικού και συνεργατικού τύπου, το οποίο υποστηρίζεται τεχνολογικά από προσομοιώσεις φυσικών φαινομένων και οπτικές αναπαραστάσεις, θα μπορούσε να ενισχύσει τους μαθητές στο να οικοδομήσουν τη νέα γνώση, συγκρίνοντας και αντιδιαστέλλοντάς την με τις αρχικές τους εναλλακτικές ιδέες. Οπωσδήποτε χρειάζεται περισσότερη έρευνα και αξιολόγηση των εκπαιδευτικών λογισμικών που κυκλοφορούν και χρησιμοποιούνται από τους εκπαιδευτικούς σε συνθήκες σχολικής τάξης ώστε να αξιολογείται με έγκυρο τρόπο η αποτελεσματικότητά τους κι η επίτευξη των αναμενόμενων στόχων.

### Βιβλιογραφία

- Abimbola, O. (1986). The alternative conceptions of human respiration held by selected form four students. *Journal of Curriculum and Instruction*, 1 (1), 48-68.
- Αποστολάκης, Ε. Γ. , Παναγοπούλου Ε. , Σάββας, Σ. , Τσαγλιώτης Ν. , Πανταζής, Γ. , Σωτηρίου, Σ. , Τόλιας, Β. , Τσαγκογέωργα Α. , Καλκάνης, Γ. Θ. (2007) «ΦΥΣΙΚΑ» ΣΤ Δημοτικού, ερευνώ και ανακαλύπτω, βιβλίο δασκάλου. Αθήνα: Οργανισμός Εκδόσεων Διδακτικών Βιβλίων.
- Arnaudín, M.W., Mintzes, J.J. (1985). Students' alternative conceptions of the human circulatory system: A cross age study. *Science Education*, 69, 721-733.
- Βλάχος, Ι. Α. (2004). *Εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες. Η πρόταση της εποικοδόμηση*. Αθήνα: Εκδόσεις Γρηγόρη.
- Brekke, M. and Hogstad, P. H. (2010). New teaching methods - Using computer technology in physics, mathematics and computer science. *International Journal of Digital Society (IJDS)*, 1(1), 33-42.
- Gellert, E. (1962). Children's conceptions of the content and functions of the human body. *Genetic Psychology Monographs*, 65, 293-405.
- Deshmukh , N. D. and Deshmukh, V. M. (E-Proceedings). *A study of students' misconceptions in biology at secondary school level*. Ανασύρθηκε στις 22-3-2011 από την ιστοσελίδα: <http://www.hbcse.tifr.res.in/episteme/episteme-2/e-proceedings/deshmukh>
- Driver, R. , Guesne E. , Tiberghien A. (1993). *Οι ιδέες των παιδιών στις φυσικές επιστήμες*. Αθήνα: Τροχαλία.
- Hançer, A. H. and Tuzemen A. T. (2008) A Research on the Effects of Computer Assisted Science Teaching. *World Applied Sciences Journal*, 4 (2), 199-205.
- Hooper, S., & Hannafin, M. J. (1991). The effects of group composition on achievement, interaction, and learning efficiency during computer-based cooperative instruction. *Educational Technology Research & Development*, 39(3), 27-40.
- Κόκκοτας, Π. Β. (2008). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, Σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών*. Αθήνα: Εκδόσεις Γρηγόρη.
- Κόλλιας, Β. και Βοσνιάδου Σ. (2002). Οι εκπαιδευτικοί στόχοι της Κοινωνίας της Πληροφορίας στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών: Επιτυχίες και εμπόδια μιας πειραματικής παρέμβασης. Στο Κυνηγός Χ. και Δημαράκη Ε. (επιμέλεια), *Νοητικά εργαλεία και πληροφοριακά μέσα* (σελ.255-283). Αθήνα: Εκδόσεις Καστανιώτη
- Κόμης, Β.Ι. (2004). *Εισαγωγή στις εκπαιδευτικές εφαρμογές των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών*. Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.

- Ματσαγγούρας, Η. (2004). *Ομαδοσυνεργατική διδασκαλία και μάθηση*. Αθήνα: Εκδόσεις Γρηγόρη.
- McDougal Littell Science © 2007/Modules (human biology) ανασύρθηκε στις 12-2-2011 από τη διεύθυνση:  
[http://www.mcdougallittell.com/store/ProductCatalogController;isessionid=LOKb2LTroOgv6zTSKvF5p2lgLdVOxhzX5TB4SZH3vJ9dHgwTHOvL!1867803257?cmd=ProductDetail&recordReference=204990&nextPage=McDougal%2FProduct.isp&division=M01&frontOrBack=F&sortEntriesBv=SEO\\_NAME&sortProductsBv=SEO\\_TITLE&hierarchvID=1007100000064377](http://www.mcdougallittell.com/store/ProductCatalogController;isessionid=LOKb2LTroOgv6zTSKvF5p2lgLdVOxhzX5TB4SZH3vJ9dHgwTHOvL!1867803257?cmd=ProductDetail&recordReference=204990&nextPage=McDougal%2FProduct.isp&division=M01&frontOrBack=F&sortEntriesBv=SEO_NAME&sortProductsBv=SEO_TITLE&hierarchvID=1007100000064377)
- Michael, J. (2002). Misconceptions- what students think they know. *Advances in Physiology Education*, 26, 5-6.
- Michael, J. A., Richardson, D., Rovick, A., Modell, H., Bruce, D., Horwitz, B., ... Williams, S. (1999). Undergraduate students' misconceptions about respiratory physiology. *Advances in Physiology Education*, 22, 127-135
- Mintzes, J. J. (1984). Naive Theories in Biology: Children's Concepts of the Human Body. *School Science and Mathematics*, 84 (7), 548-555.
- Μιχαηλίδης, Π. Γ. (2007). *Νέες Τεχνολογίες και Διδακτική των Φυσικών Επιστημών*. 5ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση», Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
- Μόκκας, Γ. (2008). *Επίδραση της συνεργατικής μάθησης στη διδασκαλία με την βοήθεια του υπολογιστή, Θετικές πτυχές της συνεργατικής μάθησης*. Ανασύρθηκε στις 28/3/11 από τη διεύθυνση:  
<http://imokias.webnode.com/%CF%83%CF%85%CE%BD%CE%B5%CF%81%CE%B3%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE%20%CE%BC%CE%AC%CE%B8%CE%B7%CF%83%CE%B7/>.
- National Science Teachers Association (1999). *The Use of Computers in Science Education*. Ανασύρθηκε στις 12-5-2011 από τη διεύθυνση:  
<http://www.nsta.org/about/positions/computers.aspx>
- Osborne, J. , Wadswofwh, P. and Black, P. (1992). *Processes of life, Primary SPACE research reports*. Liverpool: Liverpool University Press.
- Oskarsdóttir, G. (2006). *The development of children's ideas about the body: How these ideas change in a teaching environment*. PhD Dissertation, Faculty of Social Sciences, University of Iceland, Reykjavík.
- Παναγιωτακόπουλος, Χ., Πιερρακέας, Χ., Πιντέλας, Π., (2003). *Το εκπαιδευτικό λογισμικό και η αξιολόγησή του*. Αθήνα: Μεταίχμιο.
- Παπαδόπουλος, Γ., (2001), *Έλεγχος ποιότητας Εκπαιδευτικού Λογισμικού –Ο σχεδιασμός και το έργο του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου*, 1ο Συνέδριο Σύρου- Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση.

- Prokop, P. and Faneonievova J. (2006). Students' ideas about the human body: Do they really draw what they know? *Journal of Baltic Science Education*, 2 (10), 86-95.
- Ράπτης, Α. & Ράπτη, Α. (1999). Πληροφορική και Εκπαίδευση. Συνολική προσέγγιση. Τόμος Α'. Αθήνα: Έκδοση συγγραφέων.
- Reiss, M. J., Tunnicliffe, D. S., Andersen, A. M., Bartoszeck, A., Carvalho, G. S.; Chen, S.Y., .... Van Rooy, W. (2002). An International Study of Young Peoples' Drawings of What Is Inside Themselves. *Journal of Biological Education*, 36, 58-64.
- Richardson, D. (1997). Student perceptions and learning outcomes of computer-assisted versus traditional instruction in physiology. *Advances in Physiology Education*, 273, 55-58.
- Σολομωνίδου, Χ. και Κολοκοτρώνης, Δ. (2010). *Ο Υπολογιστής στη Διδακταλία και Μάθηση των Φυσικών Επιστημών*. Αθήνα: Γκιούρδας Εκδοτική.
- Σολομωνίδου, Χ. (2007). *Σύγχρονη εκπαιδευτική Τεχνολογία. Υπολογιστές και μάθηση στην Κοινωνία της Γνώσης*. Θεσσαλονίκη: Κώδικας.
- Σολομωνίδου, Χ. (2006). *Νέες τάσεις στην εκπαιδευτική τεχνολογία, Επικοινωνιατισμός και σύγχρονα περιβάλλοντα μάθησης*. Αθήνα: Μεταίχμιο.
- Sabin, R. E., & Sabin, E. P. (1994). Collaborative learning in an introductory computer science course. *SIGCSE Bulletin*, 26 (1), 304-308.
- Siskos, A., Antoniou, P., Papaioannou, A., Laparidis, K. (2005). Effects of multimedia computer-assisted instruction (MCAI) on academic achievement in physical education of Greek primary students. *Interactive Educational Multimedia*, 10, 61-77.
- Songer, C. J. and Mintzes, J. J. (1994). Understanding cellular respiration: An analysis of conceptual change in college biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(6), 621-637.
- Squires, D. and McDougall, A. (1994). *Choosing and using educational software: A teachers' guide*. London: Falmer Press (ανασύρθηκε στις 14/01/11 από τη διεύθυνση: <http://www.amazon.co.uk/dp/0750703067?tag=getcited-21&camp=526&creative=3910&linkCode=stl&creativeASIN=0750703067&adid=17OFS2RCKC58T04KHPB&> ).
- Teixeira, F. (2000). What Happens to the Food We Eat? Children's Conceptions of the Structure and Function of the Digestive System. *International Journal of Science Education*, 22 (5), 507.
- Τέκος, Γ. (2008). Διδακταλία και μάθηση του φαινομένου « Ανάκλαση – διάχυση του φωτός» με ανάπτυξη κατάλληλου λογισμικού και έρευνα στις ιδέες των παιδιών. Διπλωματική εργασία. Βόλος: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Yip, D.Y. (1998). Identification of misconceptions in novice biology teachers and remedial strategies for improving biology learning. *INT. J. Sci. EDUC.*, 20 (4), 461-477

**Παράρτημα Α****Αρχικό και τελικό ερωτηματολόγιο για το αναπνευστικό σύστημα****ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΓΙΑ ΤΟ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟ ΣΩΜΑ – ΣΤ' ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ**

Όνομα: \_\_\_\_\_ Επώνυμο: \_\_\_\_\_

Σχολείο: \_\_\_\_\_ Τμήμα: \_\_\_\_\_ Ημερομηνία: \_\_\_\_\_

**ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ**

1. Το αναπνευστικό σύστημα του οργανισμού, ποιά λειτουργία νομίζεις ότι επιτελεί;

---



---

2. Τι νομίζεις ότι είναι η εισπνοή;

---



---

3. Προσπάθησε να περιγράψεις με λίγα λόγια τι νομίζεις ότι συμβαίνει κατά τη διαδικασία της εισπνοής στον ανθρώπινο οργανισμό.

---



---

4. Τι νομίζεις ότι είναι η εκπνοή;

---



---

5. Προσπάθησε να περιγράψεις με λίγα λόγια τι νομίζεις ότι συμβαίνει κατά τη διαδικασία της εκπνοής στον ανθρώπινο οργανισμό.

---



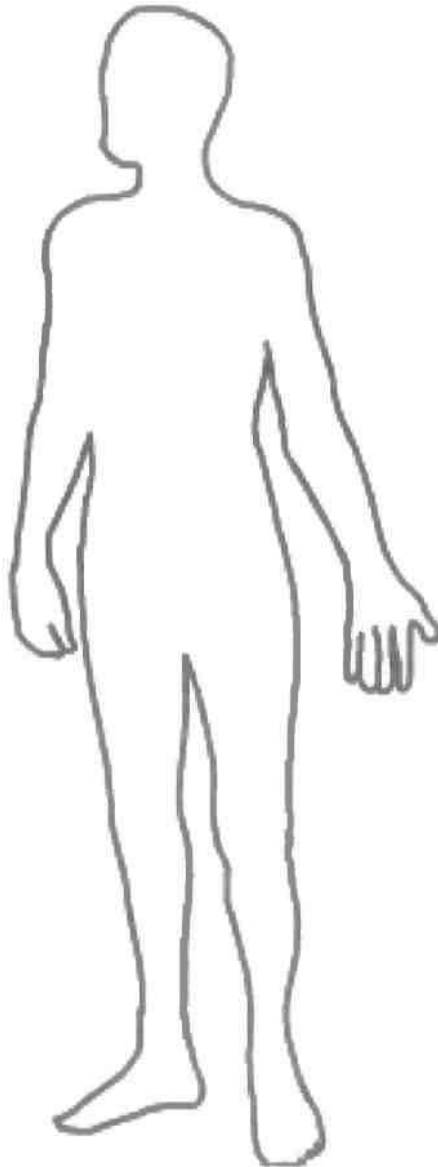
---

6. Κύκλωσε όσα από τα παρακάτω νομίζεις ότι συμμετέχουν (ή αποτελούν;) στο αναπνευστικό σύστημα του ανθρώπου:

στομάχι	φάρυγγας	βρόγχος	οισοφάγος	ώμοι
πνεύμονες	αρτηρίες	στόμα	διάφραγμα	λάρυγγας
τραχεία	εγκέφαλος	θώρακας	αίμα	καρδιά
φλέβες	μύτη			

7. Ζωγράφισε με το μολύβι σου στο περίγραμμα του σώματος τα όργανα που νομίζεις ότι ανήκουν στο αναπνευστικό σύστημα του ανθρώπου και συμπλήρωσε δίπλα το όνομά τους.

**ΠΕΡΙΓΡΑΜΜΑ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ**



8. Στο ίδιο σχήμα προσπάθησε να ζωγραφίσεις με (μπλε) χρώμα από πού περνάει ο αέρας που εισπνέουμε και (με κόκκινο χρώμα) από πού περνάει ο αέρας που εκπνέουμε;

9. Ποιες συνέπειες νομίζεις ότι έχει το κάπνισμα στον ανθρώπινο οργανισμό;

---



---



---

10. Ποιες από τις παρακάτω συνήθειες θεωρείς ότι είναι καλές για τον οργανισμό του ανθρώπου και για την καλή λειτουργία του αναπνευστικού του συστήματος; Βάλε ένα κύκλο γύρω από το/α κατάλληλο/α γράμμα/τα.



**Β**



**Α**



**Γ**



**Δ**



**Ε**



**ΣΤ**

11. Προσπάθησε να εξηγήσεις γιατί η συνήθεια της φωτογραφίας **ΣΤ** βοηθά στην καλή λειτουργία του αναπνευστικού συστήματος του ανθρώπου.

---



---



---



## Παράρτημα Β

### Φύλλο εργασίας για το αναπνευστικό σύστημα

#### ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

(Διάρκεια 2 διδακτικές ώρες)

Όνοματεπώνυμο 1: \_\_\_\_\_

Όνοματεπώνυμο 2: \_\_\_\_\_

Όνοματεπώνυμο 3: \_\_\_\_\_

Τμήμα: \_\_\_\_\_ Ημερομηνία: \_\_\_\_\_

#### ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ 1

1. Έχεις μπροστά σου ένα μπαλόνι. Πάρτο και φούσκωσε το!
2. Πώς νομίζεις ότι φούσκωσε το μπαλόνι;



3. Τι έκανες εσύ για να φουσκώσει το μπαλόνι;

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. Εξήγησε αναλυτικά πώς νομίζεις ότι μεταφέρθηκε αέρας στο εσωτερικό του μπαλονιού, ώστε αυτό να φουσκώσει.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5. Κάνε ένα σχήμα για να δείξεις πώς μεταφέρθηκε αέρας από το σώμα σου στο μπαλόνι, ώστε αυτό να φουσκώσει.

#### ΣΧΗΜΑ

**ΟΜΑΔΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1**

Στην οθόνη του υπολογιστή είναι ανοιχτό το λογισμικό για το αναπνευστικό σύστημα. Πιέστε πάνω στο πλαίσιο «η διαδικασία της αναπνοής» και παρακολουθήστε τι συμβαίνει κατά τη διαδικασία της **εισπνοής** και της **εκπνοής**.

6. Μπορείτε να αναγνωρίσετε τα όργανα που συμμετέχουν στη διαδικασία της αναπνοής; Συζητήστε με την ομάδα σας και καταγράψτε τα.

---




---



---



7. Κάντε κλικ πάνω στην κουκουβάγια,  η οποία θα σας δώσει πληροφορίες για τα όργανα που συμμετέχουν στη διαδικασία της αναπνοής. Είναι τα ίδια όργανα με αυτά που εντοπίσατε και εσείς στην ομάδα σας;      Ναι       Όχι
8. Ποιο ή ποια όργανα δεν σκεφτήκατε να σημειώσετε;

---



---

Στο κάτω μέρος της οθόνης, στο δεξί κομμάτι της μπάρας, δίπλα στον αριθμό  10 υπάρχει ακόμη ένα τετραγωνάκι. Επιλέξτε το και αφού συζητήσετε με την ομάδα σας σχετικά με το όργανο που **δε** συμμετέχει στην αναπνοή, στη συνέχεια απαντήστε στην ερώτηση.

9. Καταγράψτε                    εδώ                    την                    αρχική                    σας                    απάντηση:

---

(Θα έχετε απαντήσει σωστά όταν εμφανιστεί η καμηλοπάρδαλη)



(κυκλώστε αυτό που θεωρείτε σωστό)

**ΠΡΟΣΟΧΗ!**

Η ΚΑΡΔΙΑ ΕΙΝΑΙ/ ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ ΕΝΑ ΟΡΓΑΝΟ  
ΠΟΥ ΑΝΗΚΕΙ ΣΤΟ  
ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ  
ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ

10. Έχοντας παρατηρήσει τη διαδικασία της αναπνοής, συζητήστε με την ομάδα σας και συμπληρώστε τι πιστεύετε ότι συμβαίνει:  
α. κατά τη διαδικασία της **εισπνοής**

---



---



---

## β. κατά τη διαδικασία της εκπνοής

---




---



---

11. Παρατηρήστε τη διαδικασία της αναπνοής, έτσι όπως αυτή εξελίσσεται στο λογισμικό, και έπειτα συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα

	διάφραγμα	θώρακας	πνεύμονες
εισπνοή	κατεβαίνει		
εκπνοή			

12. Σκεφτείτε στην ομάδα σας και προσπαθήστε να δώσετε μια εξήγηση σχετικά με το γιατί ο αέρας που μπαίνει στον οργανισμό μας, έχει διαφορετικό χρώμα από τον αέρα που βγαίνει από αυτόν.

---



---

**ΟΜΑΔΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2**

Στο πάνω δεξί μέρος της οθόνης σας επιλέξτε το πλαίσιο **πνεύμονες** και παρατηρήστε το εσωτερικό των πνευμόνων.

Στο κάτω μέρος της οθόνης, στο δεξί κομμάτι της μπάρας, δίπλα στον αριθμό **10** υπάρχει ακόμη ένα τετραγωνάκι. Επιλέξτε το τετραγωνάκι και αφού συζητήσετε με την ομάδα σας, απαντήστε στην ερώτηση «από τι αποτελούνται οι πνεύμονες».

13. Καταγράψτε εδώ την αρχική σας απάντηση:

(Θα έχετε απαντήσει σωστά όταν εμφανιστεί η καμηλοπάρδαλη)



Επιστρέφοντας και πάλι στο πάνω δεξί μέρος της οθόνης σας επιλέξτε το πλαίσιο **κυψελίδα** και παρατηρήστε το εσωτερικό της κυψελίδας.

14. Γιατί νομίζετε ότι οι αρτηρίες έχουν κόκκινο χρώμα;

---



---

15. Γιατί νομίζετε ότι οι φλέβες έχουν μπλε χρώμα;

---



---

15. Ποιος είναι ο ρόλος της καθεμίας στο αναπνευστικό σύστημα;

Αρτηρία:

Φλέβα:

---



---



ΚΑΘΕ ΚΥΨΕΛΙΔΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΕΤΑΙ ΑΠΟ  
ΕΝΑ ΔΙΧΤΥ ΑΙΜΟΦΟΡΩΝ ΑΓΓΕΙΩΝ

Επιλέξτε το πλαίσιο **Ανταλλαγή αερίων** και παρακολουθήστε πώς γίνεται η ανταλλαγή των αερίων στο εσωτερικό της κυψελίδας.

16. Ποιο αέριο περνάει από το **αίμα** στην **κυψελίδα**;


17. Ζωγράφισε αυτό το αέριο στο χώρο που ακολουθεί και γράψε δίπλα στο σχήμα το όνομά του.

Σχήμα/ αναπαράσταση αερίου	Όνομα αερίου

18. Ποιο αέριο περνάει από την **κυψελίδα** στο **αίμα**;

19. Ζωγράφισε αυτό το αέριο στο χώρο που ακολουθεί και γράψε δίπλα στο σχήμα το όνομά του.

Σχήμα/ αναπαράσταση αερίου	Όνομα αερίου

Κάντε κλικ πάνω στην κουκουβάγια,  η οποία θα σας δώσει πληροφορίες σχετικά με τα αέρια που συμμετέχουν στην ανταλλαγή ανάμεσα στο αίμα και την κυψελίδα.

Στο κάτω μέρος της οθόνης, στο δεξί κομμάτι της μπάρας, δίπλα στον αριθμό **10** υπάρχει ακόμη ένα τετραγωνάκι. Επιλέξτε το και αφού συζητήσετε με την ομάδα σας, απαντήστε στην ερώτηση σχετικά με το τι μεταφέρουν τα ερυθρά αιμοσφαίρια.

20. Καταγράψτε εδώ την αρχική σας απάντηση:

(Θα έχετε απαντήσει σωστά όταν εμφανιστεί η καμηλοπάρδαλη)



**ΟΜΑΔΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 3**

Επιλέγοντας το τετραγωνάκι στο κάτω αριστερό μέρος της οθόνης, επιστρέψετε στο κεντρικό μενού του αναπνευστικού συστήματος. Επιλέξτε τη μπάρα **Ο ρόλος του οξυγόνου**

- Παρατηρήστε τη διαδρομή των τροφών μέχρι να φτάσουν στα κύτταρα του οργανισμού μας.
- Παρατηρήστε τη διαδρομή του οξυγόνου μέχρι να φτάσει στα κύτταρα του οργανισμού μας.

21. Συμπληρώστε τη διαδρομή:

οξυγόνο → \_\_\_\_\_ → \_\_\_\_\_ →  
κύτταρο

Στο πάνω δεξί μέρος της οθόνης σας επιλέξτε το πλαίσιο **Μέσα στο κύτταρο** και παρατηρήστε τι συμβαίνει μέσα στο κύτταρο. Αφού συζητήσετε με την ομάδα σας, απαντήστε στις παρακάτω ερωτήσεις.

22. Για ποιά λόγο χρησιμοποιείται το οξυγόνο μέσα στο κύτταρο;

---



---

23. Τι συμβαίνει στο διοξείδιο του άνθρακα που προκύπτει;

---



---

**ΟΜΑΔΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 4**

Επιλέξτε το εικονίδιο (μπλε βέλος) κάτω αριστερά και στη συνέχεια τη ροζ μπίλια δίπλα από το «σχετικά κεφάλαια προς διερεύνηση».

Από εκεί επιλέξτε το πλαίσιο **Χάρτης του ανθρώπινου σώματος** και από τα πλαίσια στο δεξί μέρος της οθόνης, επιλέξτε εκείνο που γράφει αναπνευστικό σύστημα. Διαβάστε με τους συμμαθητές και τις συμμαθήτριές σας στην ομάδα σύντομες πληροφορίες για το αναπνευστικό σύστημα του ανθρώπου.

Στη συνέχεια, προσπαθήστε να απαντήσετε στην ερώτηση που τίθεται κάτω δεξιά στην οθόνη.

24. Κατηγορώτε εδώ την αρχική σας απάντηση:

(Θαίχεται απαντήσει σωστά όταν εμφανιστεί η καμηλοπάρδαλη)



**ΣΧΟΛΙΑ- ΑΠΟΣΠΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΣΥΖΗΤΗΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ**


**ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ**

<b>ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ</b>	<b>ΠΟΛΥ</b>	<b>ΑΡΚΕΤΑ</b>	<b>ΛΙΓΟ</b>	<b>ΚΑΘΟΛΟΥ</b>
1. Παρέμβαινε στις δραστηριότητες των παιδιών, δίνοντας συνεχείς οδηγίες				
2. Έδωσε λίγες οδηγίες στην αρχή και δεν παρέμβαινε πολύ στην εργασία των παιδιών				

**ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ – ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ**


---



---



---



---



---

## Παράρτημα Δ

### Εικόνα από την τελική δραστηριότητα της παρέμβασης

