

Συγκριτική μελέτη των αντιλήψεων 4ετών φοιτητών του Π.Τ.Δ.Ε. και μαθητών Ε΄ και ΣΤ΄ Τάξης του Δημοτικού σχετικά με την έννοια της Άνωσης στα υγρά

Γ. Καρανίκας

αποσπασμένος καθηγητής Φυσικής στο Π.Τ.Δ.Ε. Αθηνών

Π. Κόκκοτας

Αναπληρωτής καθηγητής Π.Τ.Δ.Ε.

Π. Καριώτογλου

Λέκτορας Π.Τ.Δ.Ε. Θεσσαλονίκης

1. Εισαγωγή

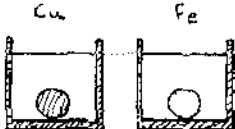
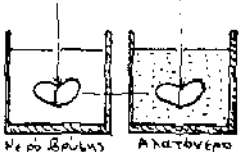
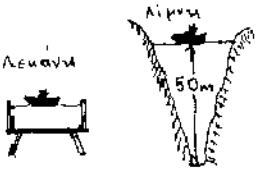
Τα τελευταία είκοσι χρόνια, μεγάλο μέρος της βιβλιογραφίας που αφορά τη διδακτική των Φυσικών Επιστημών αφιερώθηκε στην καταγραφή και ταξινόμηση των αντιλήψεων των μαθητών για τις φυσικές έννοιες και τα φαινόμενα. Έχουν μάλιστα κυκλοφορήσει και ογκώδεις κατάλογοι, όπου περιλαμβάνονται οι αξιολογότερες από αυτές (Pfund και Duit, 1994). Ιδιαίτερο ενδιαφέρον επιδεικνύεται και από έλληνες ερευνητές, όπως αποδεικνύεται από το μεγάλο αριθμό ανακοινώσεων που γίνονται στα κοινά συνέδρια των Ενώσεων Ελλήνων και Κυπρίων Φυσικών (βλέπετε τα δημοσιευμένα πρακτικά), (Κόκκοτας 1991, κλπ) και από ανακοινώσεις σε ελληνικά και ξενόγλωσσα περιοδικά από έλληνες ερευνητές (Ραβάνης 1988, Kariotoglou και Psillos 1993, κλπ).

Την τελευταία δεκαετία άρχισαν να εμφανίζονται και μελέτες διδακτικής αξιοποίησης των εναλλακτικών ιδεών (Κουμαράς 1989, Kariotoglou et al 1993, κλπ), εφόσον έχει γίνει αποδεκτό ότι ο ρόλος τους στη διδακτική

πράξη είναι σημαντικός. Οι αντιλήψεις αυτές, αν και είναι ατομικές, είναι εύκολο να ομαδοποιηθούν σε ολιγάριθμες ομάδες εφόσον έχει αποδειχτεί ότι συγκροτούν εννοιολογικά πλαίσια (conceptual frameworks) ή διανοητικά μοντέλα (mental models), ανάλογα με τη μεθοδολογική θεώρηση του ερευνητή. Αυτές οι ιδέες έχουν διαχρονική ισχύ, αν και ορισμένες απ' αυτές διαωροποιούνται με την ανάπτυξη του μαθητή ή την επίδραση της διδασκαλίας. Συγκροτούν δε μια αυτοσυνεπή, ως ένα βαθμό, γνωστική δομή με περιορισμένη ισχύ (Ψύλλος κ.ά., 1993 σ. 35). Στα πλαίσια αυτά επιχειρήσαμε να καταγράψουμε, να ταξινομήσουμε και επιπλέον να συγκρίνουμε τις αντιλήψεις μαθητών της Ε' και ΣΤ' Τάξεων του Δημοτικού Σχολείου και 4ετών φοιτητών Π.Τ.Δ.Ε. (Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης) σχετικά με την έννοια της άνωσης στα υγρά. Στόχοι μας ήταν, αφενός να δείξουμε την ύπαρξη κοινών κατηγοριών εναλλακτικών αντιλήψεων, παρόλη τη διαφορά ηλικίας και εκπαίδευσης των δύο πληθυσμών, αφετέρου να συγκρίνουμε τα ποσοστά των απόψεων των δύο πληθυσμών που πλησιάζουν προς τα επιστημονικά μοντέλα. Η απόσταση των δύο ποσοστών θα αποτελέσει ένα μέτρο της αποτελεσματικότητας της παρεχόμενης εκπαίδευσης σ' όλο τον κύκλο των σπουδών για έναν μέλλοντα δάσκαλο του Δημοτικού σχολείου.

Η έρευνα αυτή είναι μια εμπειρική προσπάθεια ανίχνευσης και σύγκρισης των ιδεών των σπουδαστών, που έχει ποιοτικό περισσότερο χαρακτήρα, παρόλα τα ποσοστά που προσφέρει. Αποτελεί μέρος ευρύτερης προσπάθειας που άρχισε το 1991 στο Π.Τ.Δ.Ε. του Πανεπιστημίου της Αθήνας και συνεχίζεται και σήμερα και η οποία στοχεύει στην ανάδειξη, καταγραφή, κωδικοποίηση και σύγκριση των αντιλήψεων των μαθητών του Δημοτικού και των φοιτητών του Π.Τ.Δ.Ε. πάνω στις βασικές έννοιες της Φυσικής (Δύναμη, Ενέργεια, Θερμότητα κλπ). Τα συμπεράσματα θα χρησιμοποιηθούν ως βάση για πρόταση αναμόρφωσης των αναλυτικών προγραμμάτων και των διδακτικών μεθόδων που ακολουθούμε στη διδασκαλία των Φυσικών επιστημών, στο Π.Τ.Δ.Ε. του Πανεπιστημίου της Αθήνας. Θεωρούμε ότι οι ιδέες που κατέχουν οι φοιτητές για κάποια έννοια παίζει μεγάλο ρόλο στο μαθησιακό αποτέλεσμα της διδασκαλίας τους, όταν κληθούν αργότερα να διδάξουν. Ήδη κι άλλοι ερευνητές καταγράφουν και συγκρίνουν τις ιδέες μαθητών και φοιτητών σε άλλες περιοχές των Φυσικών (Σέρογλου και Κουμαράς, 1993).

2. Το Ερωτηματολόγιο και το δείγμα

	ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ
	ΕΡΩΤ. 1η: Τι αισθάνεστε στο χέρι σας όταν προσπαθείτε να βυθίσετε το ποτήρι στο νερό; Πώς το εξηγείτε;
	ΕΡΩΤ. 2η: Παίρνουμε ένα κομμάτι πλαστελίνη. Στην πρώτη περίπτωση το πλάθουμε σε μπάλα και το βυθίζουμε στο νερό, ενώ στη δεύτερη περίπτωση το μετασχηματίζουμε σε "λουκάνικο" και το βυθίζουμε στο ίδιο δοχείο, στο ίδιο βάθος. Η μπάλα δέχεται μεγαλύτερη I., μικρότερη II., ή ίση I. άνωση με το "λουκάνικο"; Δικαιολογήστε την απάντησή σας.
	ΕΡΩΤ. 3η: Σε δύο όμοια δοχεία με νερό βυθίζουμε δυο σφαίρες του ίδιου όγκου αλλά διαφορετικού υλικού. Η μία, η χάλκινη, είναι βαρύτερη από την άλλη τη σιδερένια. Η άνωση που δέχεται η χάλκινη είναι μεγαλύτερη I., μικρότερη II., ή ίση I., με αυτή που δέχεται η σφαίρα; Δικαιολογήστε την απάντησή σας.
	ΕΡΩΤ. 4η: Σε δυο όμοιες λεκάνες που περιέχουν η μια νερό βρύσης και η άλλη θαλασσινό νερό βυθίζουμε διαδοχικά την ίδια πέτρα. Η άνωση που δέχεται η σφαίρα από το νερό της βρύσης είναι μεγαλύτερη I., μικρότερη II., ή ίση I., με αυτή που δέχεται από το νερό της θάλασσας; Δικαιολογήστε την απάντησή σας.
	ΕΡΩΤ. 5η: Αν η λεκάνη έχει νερό της λίμνης, η άνωση που δέχεται το καραβάκι από το νερό της λίμνης είναι μεγαλύτερη I., μικρότερη II., ή ίση I., με αυτή που δέχεται από το νερό της μπανιέρας; Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

Η καταγραφή των αντιλήψεων των μαθητών του Δημοτικού έγινε με γραπτό ερωτηματολόγιο που περιλάμβανε πέντε ερωτήματα. Το πρώτο ερώτημα ήταν ανοιχτό και ζητούσε από τους μαθητές να περιγράψουν αυτό που αισθάνθηκαν όταν προσπάθησαν να βυθίσουν ένα ποτήρι (ανοιχτό μέρος προς τα πάνω). Με τα υπόλοιπα ερωτήματα επιδιώχθηκε η ανίχνευση των απόψεων των μαθητών και φοιτητών σχετικά με τους παράγοντες που επηρεάζουν ή μη την άνωση που υφίσταται ένα σώμα που επιπλέει ή βυθίζεται σε υγρό. Συγκεκριμένα, με το δεύτερο ερώτημα επιδιώχθηκε η ανίχνευση των αντιλήψεων των ερωτώμενων σχετικά με την επίδραση του σχήματος του σώματος στην άνωση που υφίσταται αυτό, όταν βυθίζεται σε υγρό. Έμμεσα έγινε δυνατή και η συλλογή στοιχείων για την κατοχή της έννοιας της διατήρησης του όγκου ενός εύπλαστου σώματος (πλαστελίνη) κατά την αλλαγή του σχήματός του. Με το τρίτο ερώτημα διερευνήθηκαν οι απόψεις σχετικά με την επίδραση της φύσης του υλικού του βυθιζόμενου σώματος στην άνωση που δέχεται όταν βυθίζεται σε κάποιο υγρό, με το τέταρτο η επίδραση της φύσης του υγρού στην άνωση που δέχεται κάποιο σώμα που βυθίζεται σ' αυτό, ενώ με το πέμπτο διερευνήθηκε η κατανόηση των συνθηκών πλεύσης των σωμάτων και έμμεσα η επίδραση της ποσότητας του υγρού στην άνωση που υφίσταται ένα σώμα που βυθίζεται ή επιπλέει σε κάποιο υγρό.

Όπως φαίνεται από το ερωτηματολόγιο, στο κάθε ένα από αυτά τα ερωτήματα προσφέρθηκε η δυνατότητα επιλογής της απάντησης μεταξύ τριών προτάσεων (ουσιαστικά υπήρχε και η τέταρτη επιλογή της μη απάντησης) και ζητήθηκε η αιτιολόγησή της. Οι ερωτήσεις κατά συνέπεια ήταν κλειστές ως προς τη δυνατότητα των απαντήσεων και ανοιχτές ως προς την αιτιολόγηση της επιλογής (Καριώτογλου, 1991).

Το ερωτηματολόγιο¹, πριν τη διακίνησή του, τέθηκε υπόψη των δασκάλων που δίδαξαν το μάθημα στα σχολεία στα οποία διενεργήσαμε την έρευνα. Μας διαβεβαίωσαν ότι οι ερωτήσεις αντιστοιχούσαν στο περιεχόμενο και το επίπεδο δυσκολίας της διδασκαλίας τους και εξέφρασαν τη βεβαιότητα ότι θα μπορούσαν να απαντηθούν ικανοποιητικά από την πλειοψηφία των μαθητών. Δόθηκε ερωτηματολόγιο-πilotος στο 4ο Δημοτικό σχολείο της Καισαριανής, για τον έλεγχο της σαφήνειας των ερωτημάτων. Εφόσον οι απαιτούμενες αλλαγές ήσαν επουσίωδες, τα αποτελέσματά του ενσωματώθηκαν στα άλλα, οπότε το τελικό δείγμα μαθητών ανήλθε στα 230 άτομα.

1 Ευχαριστούμε τις φοιτήτριες του Π.Τ.Δ.Ε. Νατάσα Παπαχρήστου και Σταυρούλα Μανασού, για τη βοήθειά τους, τόσο στη σύνταξη και διακίνηση των ερωτηματολογίων, όσο και στα πρώτα στάδια της ταξινόμησης των αντιλήψεων των μαθητών του Δημοτικού.

Πριν τη συμπλήρωση των ερωτηματολογίων, οι μαθητές εκτέλεσαν ο καθένας μόνος του το πρώτο πείραμα, ώστε να έχουν βιωματική εμπειρία του ζητούμενου, ενώ τους έγινε πειραματική επίδειξη των ερωτημάτων 2,3 και 4 από τις φοιτήτριες που διακίνησαν το ερωτηματολόγιο, ώστε να αποκλειστεί η περίπτωση λανθασμένων επιλογών λόγω παρανοήσεων.

Ελαφρώς τροποποιημένα στη διατύπωση, χωρίς όμως αλλαγές στο περιεχόμενο των ερωτημάτων, ήταν τα ερωτηματολόγια στα οποία απάντησαν οι 4ετείς φοιτητές του Π.Τ.Δ.Ε. Πανεπιστημίου Αθηνών.

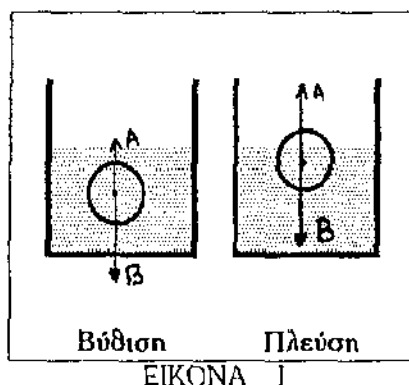
Η διερεύνηση των αντιλήψεων των μαθητών έγινε στην περιοχή της πρωτεύουσας. Επιλέχθηκαν, από τις αστικές περιοχές το 104ο Δημοτικό Αθηνών (N=74, Αμπελόκηποι), από τις εργατικές περιοχές το 11ο Περιστερίου (N=63) και το 4ο Καισαριανής (N=30) και τέλος η Σχολή "Μωραΐτη" (N=63), στην οποία φοιτούν μαθητές κατά τεκμήριο υψηλότερης κοινωνικοοικονομικής προέλευσης. Στο δείγμα μας υπήρξε μια ελαφρά υπεροχή του ποσοστού των κοριτσιών, έναντι του ποσοστού των αγοριών (52%-48%). Το δείγμα προήλθε από 10 συνολικά τμήματα, οπότε ο παράγοντας της ιδιαιτερότητας του δασκάλου αμβλύνθηκε. Τα παιδιά είχαν ενημερωθεί για τους σκοπούς της έρευνας και συμμετείχαν οικειοθελώς (υπήρξαν και άτομα που δεν έλαβαν μέρος).

Παράλληλα διερευνήθηκαν οι απόψεις 115 φοιτητών/τριών του Ζ' εξαμήνου του Ακαδημαϊκού έτους 1991-92, του Π.Τ.Δ.Ε. Αθηνών. Το ποσοστό των φοιτητριών (72%) είναι συντριπτικά μεγαλύτερο αυτού των φοιτητών (28%). Θεωρήσαμε σκόπιμο όμως να μην είναι ισόρροπο το δείγμα, εφόσον αυτή είναι η αναλογία μεταξύ φοιτητών και φοιτητριών στα Παιδαγωγικά τμήματα, με μικρές αυξομειώσεις κατά εξάμηνο.

Οι μαθητές της Ε' Τάξης είχαν διδαχθεί τη μηχανική των ρευστών ένα ως δύο μήνες πριν τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου, ενώ οι μαθητές της ΣΤ' πριν ένα χρόνο. Οι μαθητές της σχολής "Μωραΐτη" διδάχτηκαν την ενότητα της μηχανικής των ρευστών στις αρχές της ΣΤ' Τάξης, αντί για το τέλος της Ε', γι' αυτό δεν υπάρχουν αναφορές σε αποτελέσματα της Ε' Τάξης αυτού του σχολείου. Η σύγκριση των απόψεων των μαθητών των δύο τάξεων θα μας δώσει στοιχεία για τη διάρκεια της γνώσης που αποκτήθηκε στο σχολείο.

Οι φοιτητές είχαν διδαχθεί τη μηχανική των ρευστών στο προηγούμενο έτος, στα πλαίσια του μαθήματος Φυσική Ι. Όλοι τους είχαν ασκηθεί πειραματικά στα εργαστήρια Φυσικής σε θέματα μηχανικής των ρευστών, λίγες ημέρες πριν τη συμπλήρωση των ερωτηματολογίων.

3. Η επιστημονική άποψη



Πριν προχωρήσουμε στην παράθεση και στο σχολιασμό των ευρημάτων, θεωρούμε σκόπιμο να δώσουμε το επιστημονικό μοντέλο της άνωσης και, με τη βοήθειά του, τις ορθές απαντήσεις στο κάθε ερώτημα.

Σε κάθε σώμα που βυθίζεται σε κάποιο υγρό ασκείται εκ μέρους του υγρού μια δύναμη προς τα πάνω, ακριβώς αντίθετα προς τη διεύθυνση της βαρύτητας. Η δύναμη αυτή ονομάζεται δύναμη άνωσης, είναι συνέπεια της πίεσης που αυξάνεται με το βάθος και ισούται με το βάρος του υγρού που εκτοπίζεται (Hewitt 1992). Υπολογίζεται δε η άνωση από τον τύπο $A = \epsilon V = dgV$, όπου ϵ, d είναι το ειδικό βάρος και η πυκνότητα αντίστοιχα του υγρού, g η επιτάχυνση της βαρύτητας και V ο όγκος του εκτοπιζόμενου υγρού, εφόσον το γινόμενο $\epsilon V = B$ ισούται με το βάρος του εκτοπιζόμενου υγρού. Για τα σώματα που είναι βυθισμένα ολόκληρα στο νερό, ο όγκος τους ισούται με τον όγκο του εκτοπισμένου υγρού. Για τα σώματα που επιπλέουν (ακίνητα), η άνωση είναι ίση με το βάρος τους (συνθήκη πλεύσης $A_{\text{νωση}} = B_{\text{σώματος}} = B_{\text{εκτοπ. υγρού}}$).

Με βάση λοιπόν τα παραπάνω η άνωση που δέχεται και στις δύο περιπτώσεις η πλαστελίνη (2ο ερώτημα) και οι σφαίρες (3ο ερώτημα) είναι ίδια, εφόσον είναι ίδιοι οι όγκοι και κατά συνέπεια και ο όγκος του εκτοπισμένου νερού. Η άνωση στο θαλασσινό νερό (4ο ερώτημα) είναι μεγαλύτερη, λόγω της μεγαλύτερης πυκνότητάς του σε σχέση με την πυκνότητα του νερού της βρύσης. Στο 5ο ερώτημα η άνωση είναι ίδια, εφόσον και τις δύο φορές είναι αριθμητικά ίση με το βάρος του καραβιού (συνθήκη πλεύσης).

4. Τα αποτελέσματα

Θα παρουσιάσουμε τα αποτελέσματα της έρευνας κατά ερώτημα, με τη μορφή πίνακα επιλογών και αιτιολογήσεων, τόσο για τους μαθητές, όσο και για τους φοιτητές. Για κάθε ερώτημα θα συγκρίνουμε τα αποτελέσματα μαθητών και φοιτητών, θα τα σχολιάσουμε και θα παραθέτουμε χαρακτηριστικά παραδείγματα απαντήσεων.

4.1 1ο Ερώτημα

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ στο 1ο Ερώτημα	N=115 % Φ	N=230 % Μ
Αισθάνθηκα....		
Δύναμη-Ανώση	49	26
Αντίσταση	17	17
Ώθηση, Τράβηγμα, Σπρώξιμο	5	10
Πίεση (κάτι να με πιέζει)	28	34
Ασαφείς-Ασχετες	1	7
Χωρίς απάντηση	-	7

ΠΙΝΑΚΑΣ Ια. Κατηγορίες απαντήσεων στο 1ο Ερώτημα

Από τον ΠΙΝΑΚΑ Ια παρατηρούμε ότι οι τρεις πρώτες κατηγορίες απαντήσεων είναι ή μπορούν να θεωρηθούν ότι βρίσκονται κοντά στην επιστημονική άποψη. Γράφουν πχ ότι "αισθάνομαι μια άνωση" ή "αισθάνομαι μια ώθηση (ένα σπρώξιμο) προς τα πάνω", "αισθάνομαι την αντίσταση του νερού στο χέρι μου" κλπ. Εντούτοις το 30% περίπου των φοιτητών και μαθητών δίνουν απαντήσεις όπως: "αισθάνομαι μια πίεση" ή "κάτι να με πιέζει", γεγονός που πιθανόν δείχνει ότι συγχέουν τις έννοιες Πιεστική Δύναμη και πίεση (Kariotoglou και Psillos, 1993).

Αρκετοί μαθητές ονομάζουν "βάρος" αυτό που αισθάνονται. Γράφουν

π.χ. [(M "Αισιάνθηκα μια βαρύτητα")², (M "Ένωσα ένα βάρος") κλπ.], εκφράσεις που δε χρησιμοποιούνται από τους φοιτητές. Ένα ποσοστό 5% για τους φοιτητές και 10% για τους μαθητές χρησιμοποιούν αδιακρίτως τις έννοιες *δύναμη* και *ώθηση*, με την καθημερινή τους σημασία κι όχι με τη σημασία που τους αποδίδουμε στη Φυσική. Αυτό είναι δικαιολογημένο για τους μαθητές, εφόσον η ώθηση δε διδάσκεται ως ιδιαίτερο φυσικό μέγεθος.

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι το 15% των μαθητών έδωσε ασαφείς, άσχετες απαντήσεις ή απέφυγε να απαντήσει, παρόλο που είχε βιωματική εμπειρία. Αυτό πιθανόν να οφείλεται σε δυσκολίες έκφρασης και διατύπωσης των αισθημάτων τους.

	N=115% Φ	N=230 % M
ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΕΙΣ		
Λόγω της Άνωσης	66	32
Λόγω της δύναμης που ασκείται στο ποτήρι	10	1
Είναι η αντίδραση (αντίσταση) του νερού	13	5
Οφείλεται στην πίεση του νερού	4	6
Οφείλεται στον αέρα μέσα στο ποτήρι	-	5
Το ποτήρι είναι ελαφρύτερο	-	12
Ασαφείς-Άσχετες	1	8
Χωρίς αιτιολόγηση	6	22

ΠΙΝΑΚΑΣ Ιβ. Κατηγορίες αιτιολογήσεων στο 1ο ερώτημα.

Από τον ΠΙΝΑΚΑ Ιβ παρατηρούμε ότι, ενώ οι φοιτητές στη μέγιστη πλειοψηφία τους αιτιολογούν το σχετικό φαινόμενο με τρόπο αποδεκτό, π.χ. "*Λόγω της άνωσης*" ή "*είναι η αντίδραση του νερού*", μόνο το ένα τρίτο

2 Σημείωση: Με το σύμβολο M δηλώνεται ότι η απάντηση δόθηκε από μαθητή, ενώ το Φ ότι η απάντηση δόθηκε από φοιτητή. Ο αριθμός μπροστά από τα γράμματα δηλώνει από πόσα άτομα δόθηκε παρόμοια απάντηση.

των μαθητών το αιτιολογεί με αποδεκτό τρόπο, γεγονός που πιθανόν να δικαιολογείται από τη διαφορά ηλικίας και φοίτησης των δύο πληθυσμών του δείγματος. Ποσοστό 5% των μαθητών αποδίδει το βίωμά του στον αέρα που υπάρχει στο ποτήρι. Γράφουν πχ: "...επειδή υπάρχει αέρας το νερό συμπιέζεται..." ή χρησιμοποιούν έκφραση από τον καθημερινό λόγο: "το ποτήρι είναι πιο ελαφρύ από το νερό". Πιθανόν να χρησιμοποιούν για την αιτιολόγηση βιώματα από τη χρήση φουσκωτών αντικειμένων στη θάλασσα.

4.2 2ο Ερώτημα

Η ΑΝΩΣΗ είναι	N=115 % Φ	N=230 % Μ	ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ
ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗ στη Σφαίρα στο Λουκάνικο	17 27 13 - 4 25 2 -	22 35 13 5 14 13 10 2	Διότι: Είναι διαφορετικός ο Όγκος τους Έχουν διαφορετικό Βάρος-Μάζα Έχουν διαφορετικό Σχήμα Έχουν διαφορετική Επιφάνεια Ασασφείς-Χωρίς Αιτιολόγηση Κενά
ΙΔΙΑ και στα Δύο	56 23 16 8 10	43 4 27 2 10	Διότι: Έχουν ίδιο Όγκο Έχουν το ίδιο: Βάρος-Μάζα- Υλικό Ελλιπής Αιτιολόγηση Λανθασμένη-Χωρίς Αιτιολόγηση

ΠΙΝΑΚΑΣ II. Επιλογές-Αιτιολογήσεις στο 2ο Ερώτημα

Οι ορθές επιλογές (σφαίρα και λουκάνικο θα δεχθούν ίδια άνωση) στο 1ο ερώτημα ανέρχονται στο 56% για τους φοιτητές, ενώ για τους μαθητές στο 43%. Εν τούτοις, μόνο το 23% των φοιτητών και το 4% των μαθητών δίνει ταυτόχρονα και ορθή αιτιολόγηση στην επιλογή του, αναγνωρίζοντας αφενός ότι και στις δύο περιπτώσεις η πλαστελίνη έχει τον ίδιο ό-

γχο, κι ότι ο όγκος του βυθισμένου είναι ο παράγοντας που θα έπρεπε να εξεταστεί. Οι περισσότεροι αιτιολογούν την επιλογή τους γράφοντας ότι η πλαστελίνη έχει το ίδιο βάρος και στις δύο περιπτώσεις, που είναι μεν ορθό για τη συγκεκριμένη περίπτωση, αλλά που δε μπορεί να γενικευθεί (πχ δυο κούφια σφαίρες μπορεί να έχουν ίδιο βάρος, αλλά έχουν διαφορετικό όγκο, οπότε και δέχονται διαφορετική άνωση όταν βυθιστούν σε κάποιο υγρό).

Ποσοστό 10% και για τις δύο ομάδες δίνουν τελείως λανθασμένες αιτιολογήσεις όπως [2Φ-4Μ "Ιδια άνωση. Ο όγκος δεν παίζει ρόλο στην άνωση αλλά το βάρος"], [2Φ-5Μ "Δέχονται την ίδια άνωση γιατί και τα δυο κομμάτια πλαστελίνης επιπλέουν στο ίδιο ύψος (ίδιο σημείο, στη μέση, στην ίδια ευθεία)"], [Φ-2Μ "Η άνωση είναι ίδια γιατί το νερό είναι ίδιο"] ή αποφεύγουν να αιτιολογήσουν.

Υπήρξαν και απαντήσεις ελλιπείς όπως [5Φ-2Μ "Ιση, γιατί η άνωση δεν εξαρτάται από το σχήμα"], όπου ορθά αναγνωρίζεται το σχήμα ως ο παράγοντας που αλλάζει και που δεν επηρεάζει στη συγκεκριμένη περίπτωση την άνωση, δεν μνημονεύονται όμως οι παράγοντες που την καθορίζουν και που παραμένουν ίδιοι.

Το 44% των φοιτητών και το 57% των μαθητών εκτίμησαν ότι η άνωση θα είναι διαφορετική στα δύο σώματα. Χονδρικά, το ποσοστό αυτών που θεωρούν την άνωση στο "λουκάνικο" μεγαλύτερη είναι κατά 50% μεγαλύτερο του ποσοστού αυτών που θεωρούν μεγαλύτερη την άνωση στη σφαίρα (27% με 17% για τους φοιτητές, 35% με 22% για τους μαθητές). Περίπου το 30% φοιτητών και μαθητών θεωρούν το σχήμα και κυρίως την επιφάνεια του σώματος ως παράγοντα που καθορίζει την άνωση [(Μ "Η πιο μεγάλη επιφάνεια σπρώχνεται προς τα πάνω πιο πολύ"), (Μ "Το μακρουλό που έχει μεγαλύτερη επιφάνεια έχει άνωση"), (Φ "Δίνοντας κατάλληλο (αεροδυναμικό) σχήμα μικραίνει η άνωση") κλπ].

Το πλέον ενδιαφέρον, κατά τη γνώμη μας, εύρημα σ' αυτή την ερώτηση είναι ότι το 13% των φοιτητών (21-23 ετών) φαίνεται πως δεν έχει οικοδομήσει την έννοια της διατήρησης του όγκου, εφόσον δέχονται ότι το "λουκάνικο" έχει μεγαλύτερο όγκο από τη σφαίρα. [(Φ "Έχουν την ίδια άνωση διαφορετικό όγκο αλλά είναι το ίδιο") ή (3Φ-4Μ "Διότι έχουν την ίδια μάζα αλλά δεν έχουν τον ίδιο όγκο"), (Φ "Διότι ο όγκος του λουκάνικου είναι μεγαλύτερος") κλπ]. Πιθανόν το ποσοστό να ήταν μεγαλύτερο, αν διερευνούσαμε την κατάκτηση της διατήρησης της έννοιας του όγκου με άμεσο τρόπο κι όχι έμμεσα, όπως γίνεται τώρα.

Μια πιθανή εξήγηση που θα μπορούσε να δοθεί στο είδος των απαντήσεων που πήραμε στο 3ο ερώτημα είναι ότι οι σπουδαστές δεν διακρί-

νουν την έννοια του όγκου από άλλες παρεμφερείς, όπως το σχήμα, το βάρος, τη μάζα ή την επιφάνεια του στερεού. Αυτό θα μπορούσε να αποτελέσει το αντικείμενο μελλοντικής έρευνας. Μια άλλη εξήγηση θα μπορούσε να ήταν η εξής: αγνοώντας οι σπουδαστές τελείως τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η άνωση, επέλεξαν τον παράγοντα που έβλεπαν να αλλάζει στις δύο φάσεις των ερωτημάτων για να αιτιολογήσουν την επιλογή τους, όπως πχ [Φ "Το λουκάνικο δέχεται μεγαλύτερη πίεση γιατί η βάση του είναι μεγαλύτερη"].

4.3 3ο Ερώτημα

Η ΑΝΩΣΗ στη Χάλκινη είναι	N=115 % Φ	N=230 % Μ	ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ
ΙΣΗ με αυτή στη Σιδερένια	36 23 10 3 -	22 9 5 7 1	Διότι είναι: Ίδιος ο Όγκος των σφαιρών Ανεπαρκής αιτιολόγηση Λανθασμένη αιτιολόγηση Χωρίς αιτιολόγηση
ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗ ΜΙΚΡΟΤΕΡΗ από την άνωση στη Σιδερένια σφαίρα	25 39 41 10 7 6	33 45 58 4 10 6	Διότι έχουν (είναι): Διαφορετικό Βάρος/Μάζα Διαφορ. Υλικό -Διαφ. Πυκνότητα Αντιφατικές, Άσχετες Χωρίς αιτιολόγηση-Κενά

ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙΙ. Επιλογές-Αιτιολογήσεις στο 3ο Ερώτημα

Όπως φαίνεται στον ΠΙΝΑΚΑ ΙΙΙ, ορθή επιλογή (Η άνωση που δέχεται η χάλκινη είναι ίση με την άνωση που δέχεται η σιδερένια) έκαναν μόνο το 36% των φοιτητών και το 22% των μαθητών. Από αυτούς όμως, μόνο το 23% των φοιτητών και το 9% των μαθητών αναγνωρίζουν τον όγκο του βυθισμένου σώματος (και κατ'επέκταση τον όγκο του εκτοπισθέντος νερού) ως παράγοντα που παραμένει σταθερός στις δύο περιπτώσεις, δίνοντας απαντήσεις όπως: [Φ-Μ "Η άνωση και στα δύο θα είναι ίδια εφόσον

έχουν τον ίδιο όγκο"]. Οι υπόλοιποι δίνουν ανεπαρκείς αιτιολογήσεις [(Φ-Μ "Διότι δεν εξαρτάται από το βάρος του σώματος που βυθίζεται") ή (Φ-Μ "Διότι οι σφαίρες είναι ίδιες")], ταυτολογούν (Φ-Μ "Θα δεχτούν την ίδια άνωση"), δίνουν λανθασμένες αιτιολογήσεις [(Μ "Ιδια διότι έχουν πέσει και τα δύο κάτω") ή (Μ "Γιατί το νερό δεν εξασκεί δύναμη γι' αυτό έχουν πάει στον πάτο") ή (3Μ "Γιατί και οι δύο μπάλες είναι στο ίδιο βάθος, το νερό είναι στο ίδιο ύψος και το δοχείο είναι το ίδιο")].

Λανθασμένη επιλογή (η άνωση είναι μεγαλύτερη-μικρότερη στη χάλκινη απ' ό,τι στη σιδερένια) κάνει το 64% των φοιτητών και το 78% των μαθητών. Ως κριτήριο για το μέγεθος της άνωσης λαμβάνουν κυρίως το βάρος ή τη μάζα των βυθισμένων σωμάτων (41% των φοιτητών και το 58% των μαθητών), κι όχι το βάρος του εκτοπισθέντος υγρού. [Μ "Διότι η μεταλλική σφαίρα είναι πιο βαριά"].

Το 39% των φοιτητών και το 45% των μαθητών επιλέγουν για τη χάλκινη σφαίρα τη μικρότερη άνωση και χρησιμοποιούν ως κριτήριο το βάρος/μάζα των σφαιρών [Φ "Διότι δεν εξαρτάται από το υλικό αλλά από τη μάζα του σώματος"]. Από συζητήσεις που είχαμε με τους φοιτητές, όταν μας ζητήθηκε να τους δώσουμε την ορθή επιλογή και αιτιολόγηση για κάθε ερώτημα φάνηκε ότι οδηγήθηκαν στην επιλογή τους αυτή διότι [Φ "Είναι πιο δύσκολο το ανέβασμα της πιο βαριάς σφαίρας"]. Αν αυτές οι απόψεις συνδυαστούν με τις αιτιολογήσεις αρκετών μαθητών και μερικών φοιτητών όπου γράφουν ότι [(Μ "Όσο πιο ελαφρύ είναι ένα σώμα τόσο περισσότερη άνωση δέχεται"), (Μ "Δεν είναι ίδια (η άνωση), γιατί η χάλκινη δε θα ξανα-νέβει γιατί είναι πιο βαριά"), ή (Φ-Μ "Η ελαφριά ανεβαίνει ευκολότερα (μεγαλύτερη άνωση)")] οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι για τους σπουδαστές (κυρίως για τους μαθητές) ΑΝΩΣΗ σημαίνει ΑΝΕΒΑΣΜΑ. Άνωση δηλαδή έχουμε όταν υπάρχει δυνατότητα ανόδου του σώματος στην επιφάνεια!

Αξιοσημείωτο και το 10% των φοιτητών που χρησιμοποιούν ως κριτήριο την πυκνότητα του βυθισμένου σώματος κι όχι του υγρού [Φ "Έχουν διαφορετική πυκνότητα οι σφαίρες"].

4.4 4η Ερώτηση

Βλέπουμε στον ΠΙΝΑΚΑ IV ότι το ποσοστό των φοιτητών και μαθητών που έκαναν ορθή επιλογή (Η άνωση στο θαλασσινό νερό είναι μεγαλύτερη από την άνωση στο νερό της βρύσης) είναι μεγαλύτερο από το 75% (3 στους 4 ερωτηθέντες) και για τις δύο ομάδες [4Φ-Μ "Εξαρτάται από το ειδικό βάρος του υγρού (φύση του υγρού)"] ή [3Φ "Το θαλασσινό νερό προ-

καλεί μεγαλύτερη άνωση (λόγω των συστατικών του)"].

Η ΑΝΩΣΗ είναι	N=115 % Φ	N=230 % Μ	ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ
ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗ στο Νερό της Βρύσης	8 4 4	12 12 -	Άσχετη-χωρίς αιτιολόγηση Αντίστροφη αιτιολόγηση
ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗ στο Θαλασσινό Νερό	78 39 25 4 10	74 20 33 13 8	Ορθή αιτιολόγηση Ελλιπής αιτιολόγηση Λανθασμένη αιτιολόγηση Χωρίς αιτιολόγηση
ΙΣΗ και στα Δύο	10	3	Άσχετες-χωρίς αιτιολόγηση
Άσχετα-Κενά	4	11	

ΠΙΝΑΚΑΣ IV. Επιλογές-Αιτιολογήσεις στο 4ο Ερώτημα

Αναμέναμε επίσης πολλές απαντήσεις της μορφής (Φ "Εμπειρικά ξέρω ότι η θάλασσα έχει μεγαλύτερη άνωση"), θεωρώντας ότι σχεδόν όλοι γνωρίζουν ότι το κολύμπι σε ποτάμι ή σε λίμνη είναι επικίνδυνο, επειδή το "γλυκό" νερό δε "σηκώνει τόσο καλά", όσο το θαλασσινό [Φ-4Μ "Στο θαλασσινό νερό η πέτρα βυθίζεται πιο αργά"), (Μ "Το θαλασσινό την ανεβάζει ενώ της βρύσης την κατεβάζει"). Εντούτοις υπήρξαν 32 φοιτητές που απάντησαν με διάφορες αιτιολογίες ότι η άνωση είναι μεγαλύτερη στο νερό της βρύσης (Φ "Το νερό της βρύσης έχει μεγαλύτερη πυκνότητα"), ότι είναι ίσες και στις δύο περιπτώσεις (3Φ-Μ "Η σύσταση του νερού δεν παίζει ρόλο στην άνωση"), ή δεν έκαναν επιλογή. Όσον αφορά το ποσοστό των ορθών αιτιολογήσεων ανέρχεται, για μεν τους φοιτητές στο 40%, ενώ για τους μαθητές στο 20%.

Μερικοί μαθητές κυρίως απέδωσαν την αυξημένη άνωση που ασκεί το θαλασσινό νερό σε κάποια ιδιαίτερη ιδιότητα του αλατιού, γράφοντας ότι: "Το αλάτι τραβάει προς τα πάνω κάθε σώμα. Θα είναι μεγαλύτερη η

άνωση", "Γιατί το αλάτι σηκώνει τα σώματα ψηλά"(2), "Η πέτρα δέχεται μεγαλύτερη άνωση στο θαλασσινό νερό γιατί απορροφά αλάτι και έτσι η πέτρα κασιιάζει"!, ενώ αρκετοί έγραψαν αόριστα ότι [3Φ-9Μ "Το θαλασσινό είναι πιο βαρύ από το νερό της βρύσης"]. Υπήρξαν όμως και μαθητές με διαφορετική άποψη, όπως "...ενώ στο θαλασσινό νερό δεν υπάρχει καμιά άνωση λόγω του ότι υπάρχει το αλάτι" ή "Λιγότερη γιατί το αλάτι το βαρύνει και δεν μπορεί να σηκωθεί" κλπ.

Οι περισσότεροι από αυτούς που θεωρούν ότι η άνωση είναι η ίδια και στις δύο περιπτώσεις (10% των φοιτητών και το 3% των μαθητών) δίνουν ασαφείς ή άσχετες αιτιολογήσεις γράφοντας ότι [5Φ-4Μ "Και οι δυο έχουν το ίδιο νερό. Ας είναι το ένα θαλασσινό και το άλλο της βρύσης"], [Φ "Δεν εξαρτάται από το υγρό"] ή (Μ "Το ίδιο γιατί και τα δύο είναι μέσα στο νερό"), (Μ "Δέχονται την ίδια άνωση γιατί βρίσκονται στην ίδια γραμμή"), [Φ "Ίση γιατί έχουμε πέτρα ίσου βάρους και επιφανείας"] κλπ.

4.5 5ο Ερώτημα

Η ΑΝΩΣΗ είναι	N=115 % Φ	N=230 % Μ	ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ
ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗ στη Λίμνη	29 16 3 10	64 34 14 16	Διότι Είναι μεγαλύτερο το βάθος της λίμνης Είναι μεγαλύτερος ο όγκος του νερού Άσχετες-Χωρίς αιτιολόγηση
ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗ στη Λεκάνη	10 3 5 3	10 2 3 4	Διότι Είναι μικρότερος ο όγκος του νερού Είναι μικρότερο το βάθος του νερού Ασαφείς-χωρίς αιτιολόγηση

ΙΣΗ και στα Δύο	59	15	Διότι Η άνωση είναι ανεξάρτητη του βά- θους Είναι ίδια υγρά-έχουν ίδια πυκνό- τητα Άνωση, ανεξάρτητη του όγκου των υγρών Ελλιπής αιτιολόγηση Λανθασμένη αιτιολόγηση Χωρίς αιτιολόγηση
	20	4	
	13	7	
	4	-	
	3	-	
	4	2	
	14	2	
Άσχετες-Άσαφείς Κενά	-	4	
	2	7	

ΠΙΝΑΚΑΣ V. Επιλογές-Αιτιολογήσεις στο 5ο Ερώτημα

Η ερώτηση θεωρείται δύσκολη για τους μαθητές, οπότε τα αποτελέσμα-
τα πρέπει να θεωρηθούν μάλλον φυσιολογικά (ορθή επιλογή έκανε το 15%
των μαθητών, ενώ ορθή επιλογή και αιτιολόγηση το 10% των μαθητών).
Παραθέτουμε μερικές απαντήσεις για να διαμορφώσουμε κάποια γνώμη
σχετικά με τον τρόπο που αιτιολογούν οι μαθητές.

"Μπορεί να είναι διαφορετική άνωση γιατί η λίμνη είναι πιο μεγάλη από
την μπανιέρα". "Η μπανιέρα έχει πιο μεγάλο βάθος από τη λεκάνη και απέ-
χει πιο πολύ.". "Στη λίμνη γιατί υπάρχουν ρεύματα που σηκώνουν τα σώμα-
τα"(2). "Στη λίμνη γιατί έχει περισσότερο κύμα ενώ στην μπανιέρα είναι
ήσυχο το νερό". "Διαφορετική. Γιατί το νερό της λίμνης έχει πυκνότερη μά-
ζα γιατί περιέχει μέσα και πέτρες". "Είναι ίση γιατί το καράβι επιπλέει και
σκίζει τα νερά".

Για τους φοιτητές, παρόλο που το ποσοστό των ορθών επιλογών ανέρ-
χεται στο 60%, μόνο το 35% αιτιολογεί μη λανθασμένα την επιλογή του. Οι
απαντήσεις θα μπορούσαν να θεωρηθούν στη μεγάλη τους πλειοψηφία
ελλιπείς, εφόσον μας λένε από τι δεν εξαρτάται η άνωση (η άνωση είναι
ανεξάρτητη του βάθους, είναι ανεξάρτητη του όγκου των υγρών) κι όχι
από τι εξαρτάται. Πχ [Φ "Γιατί η άνωση δεν εξαρτάται από τον όγκο του
υγρού" ή (Φ "Η άνωση δεν εξαρτάται από το μέρος που είναι βυθισμένο το
καραβάκι)].

Αυτοί που θεωρούν την άνωση μεγαλύτερη στη λίμνη το αποδίδουν κυ-

ρίως στο μεγαλύτερο βάθος της [(Φ "Η άνωση εξαρτάται από την απόσταση από τον πυθμένα"), (Φ "Στη λίμνη έχουμε άνωση που "ισούνται" με 30 μέτρα") ή στη μεγαλύτερη ποσότητα νερού σε σχέση με αυτό της λεκάνης [Φ "Ο όγκος της λίμνης είναι τεράστιος"]].

Εκείνοι που θεωρούν ότι η άνωση στη λεκάνη είναι μεγαλύτερη, δίνουν άσχετες απαντήσεις.

5. Συμπεράσματα-συζήτηση

Συνοψίζοντας τ' αποτελέσματα και υπερβαίνοντας το συγκεκριμένο περιεχόμενο κάθε έργου μπορούμε να κάνουμε ορισμένες γενικές διαπιστώσεις σχετικά με την επίδοση φοιτητών και μαθητών, το είδος των αιτιολογήσεων και τον τρόπο διατύπωσης των απόψεών τους. Η επίδοση λοιπόν των φοιτητών είναι καλύτερη από αυτή των μαθητών αλλά μη ικανοποιητική, αν αναλογισθεί κανείς ότι πρόκειται για τους μελλοντικούς δασκάλους, για ανθρώπους που έχουν διδαχθεί στο Δημοτικό, στο Γυμνάσιο και στο Πανεπιστήμιο το ίδιο γνωστικό αντικείμενο.

Η προσέγγιση που κάνουν μαθητές και φοιτητές στα προβλήματα είναι φαινομενολογική κι όχι εννοιολογική. Γίνεται δηλαδή με τη βοήθεια εμπειριών ή χαρακτηριστικών τα οποία αντιλαμβάνονται με τις αισθήσεις. Η αιτιολόγηση των επιλογών τους δε στηρίζεται στη γνώση που τους προσφέρθηκε με τη διδασκαλία, αλλά σε δικά τους νοητικά σχήματα που έχουν διαισθητικό ή εμπειρικό χαρακτήρα. Τα σχήματα αυτά είναι πιθανό να διαμορφώθηκαν από την επίδραση του περιβάλλοντος. Υπήρχαν στο μυαλό τους πριν λάβουν τη νέα γνώση από το σχολείο, εξακολουθούν δε να υπάρχουν και μετά τη διδασκαλία και φαίνεται να δυσχεραίνουν την αφομοίωση της επιστημονικής γνώσης (Gilbert et al., 1982).

Όλα αυτά διαπιστώνονται και από μια απλή ανάγνωση του ΠΙΝΑΚΑ VI, όπου φαίνεται ότι ορθά αιτιολογείται κατά μέσον όρο το 50% περίπου των ορθών επιλογών για τους φοιτητές και το 30% για τους μαθητές. Οι υπόλοιπες αιτιολογήσεις βασίζονται σε μη επιστημονικά στοιχεία, στα οποία θα πρέπει να προστεθούν και οι απαντήσεις στις λανθασμένες επιλογές.

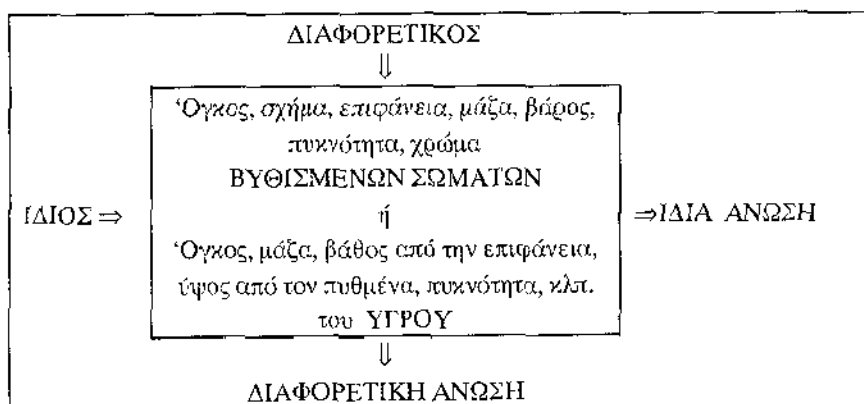
Ερ.	Ορθές	% Φοιτητές	% Μαθητές
2η	επιλογές	56	43
	αιτιολογ	23	24
3η	επιλογές	36	21
	αιτιολογ	23	7
4η	επιλογές	78	74
	αιτιολογ	39	20
5η	επιλογές	59	15
	αιτιολογ	33	11

ΠΙΝΑΚΑΣ VI. Ποσοστά ορθών επιλογών-ορθών απαντήσεων για κάθε ερώτημα

Παραθέτουμε μερικές χαρακτηριστικές περιπτώσεις χρήσης εμπειρικών στοιχείων στις αιτιολογήσεις τους: (Μ-Φ "Οφείλεται στον αέρα που έχει μέσα το ποτήρι"). (Μ "Η άνωση στο λουκάνικο είναι μεγαλύτερη. Αυτό συμβαίνει και στη θάλασσα όταν κάνουμε ανάσκελο, ενώ όταν μαζευόμαστε πάμε κάτω"). (Φ "Εμπειρικά γνωρίζω ότι η άνωση στη θάλασσα είναι μεγαλύτερη").

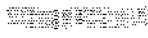
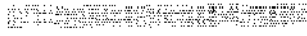
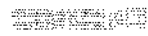
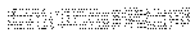
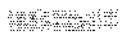
Η πλειοψηφία των μαθητών και μεγάλο ποσοστό φοιτητών, αγνοούν τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η άνωση (από το ειδικό βάρος ή την πυκνότητα του υγρού και τον όγκο του εκτοπιζομένου υγρού). Τη θέλουν να εξαρτάται από το βάρος, το σχήμα, την επιφάνεια του βυθισμένου σώματος, ή από τον συνολικό όγκο του υγρού μέσα στο οποίο βυθίζεται, από τη θέση του σώματος σε σχέση με την επιφάνεια ή τον πυθμένα του δοχείου. Μερικοί μαθητές θεωρούν ότι τα κύματα και τα θαλάσσια ρεύματα είναι παράγοντες που επηρεάζουν την άνωση, ενώ κάποιος τη θέλει να εξαρτάται κι από το χρώμα του βυθισμένου σώματος. Μικρή μερίδα μαθητών και φοιτητών θέλει την άνωση να εξαρτάται αποκλειστικά από τα χαρακτηριστικά του βυθισμένου σώματος (σχήμα, χρώμα, ειδικό βάρος, βάρος, μάζα) και όχι από το υγρό. Άλλη όμως ομάδα θέλει να εξαρτάται μόνο από το υγρό κι όχι από το σώμα.

Τα συμπεράσματα που παρατέθηκαν προηγούμενως μπορούμε να τα δώσουμε με τρόπο σχηματικό με τη βοήθεια του ΠΙΝΑΚΑ VII.



ΠΙΝΑΚΑΣ VII. Σχηματική παράσταση του τρόπου αιτιολόγησης

Η μεγάλη αύξηση των ασαφών/λανθασμένων απαντήσεων που δίνουν οι μαθητές της ΣΤ' σε σχέση με τους μαθητές της Ε', όπως φαίνεται στον ΠΙΝΑΚΑ VIII, πιστοποιεί την έλλειψη διάρκειας της ληφθείσας στο σχολείο γνώσης. Οι μαθητές επιστρέφουν σε σχήματα μη επιστημονικά και δε χρησιμοποιούν τη γνώση που έλαβαν στο σχολείο.

Ασαφείς και Λανθασμένες Απαντήσεις στην 1η Ερώτηση	
11ο ΠΕΡΙΣΤΕΡΙΟΥ	Ε' 37%  ΣΤ' 68% 
104ο ΑΘΗΝΩΝ	Ε' 22%  ΣΤ' 33% 
ΣΧΟΛΗ ΜΩΡΑΪΤΗ	ΣΤ' 17% 

ΠΙΝΑΚΑΣ VIII. Ποσοστά ασαφών και λανθασμένων απαντήσεων στο 1ο Ερώτημα

Ο ίδιος πίνακας παρέχει ένδειξη για συσχέτιση των ποσοστών των ασαφών και λανθασμένων απαντήσεων με την κοινωνική προέλευση των μαθητών. Αυτό θα μπορούσε να αποτελέσει αντιζέιμενο μελλοντικής έρευνας.

Διαπιστώθηκε τέλος δυσχέρεια στη διατύπωση των απόψεων των μαθη-

τών, ιδίως αυτών των εργατικών περιοχών. 15 μαθητές δεν απάντησαν στο 1ο ερώτημα "Τι αισθανθήκατε...", ενώ είχαν την βιωματική εμπειρία, εφόσον εκτέλεσαν το πείραμα μόνοι τους. Πιστεύουμε πως πολλές ασαφείς απαντήσεις οφείλονται σε γλωσσικά προβλήματα. Πολλοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι θα πρέπει να αποφεύγονται τα γραπτά ερωτηματολόγια ακόμα και για μαθητές γυμνασίου και να χρησιμοποιούνται "συνεντεύξεις σε βάθος" (Βάμβουκας, 1988). Αν τώρα δεχθούμε ότι η συνέντευξη σε βάθος θα μας έδινε πιθανόν θετικότερα αποτελέσματα για τους μαθητές, τότε το μικρό σχετικά χάσμα στην επίδοση μεταξύ φοιτητών και μαθητών μικραίνει ακόμα περισσότερο.

Τα ευρήματα αυτής της έρευνας, σε συμφωνία με αυτά της διεθνούς βιβλιογραφίας (Bidulf et al., 1984), επιβεβαιώνουν την αναποτελεσματικότητα των διδακτικών μεθόδων που χρησιμοποιούνται σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης (Σαρδελής, 1981). Είναι λοιπόν αναγκαία η υιοθέτηση καινούργιων μεθόδων διδασκαλίας, πιο ενεργητικών, που θα λαβαίνουν υπόψη τους τα προϋπάρχοντα νοητικά σχήματα των διδασκόμενων (εποικοδομητική ή κονστρουκτιβιστική προσέγγιση στη μάθηση), εγκαταλείποντας τις "παραδοσιακές", μεταδοτικές προσεγγίσεις (Driver και Oldham 1986, Wheatley 1991, Καρανίκας κ.ά. 1993, κλπ.). Για τους λόγους που αναφέραμε στο εργαστήριο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών του Π.Τ.Δ.Ε. οι φοιτητές διδάσκονται το θεωρητικό πλαίσιο της εποικοδομητικής προσέγγισης στη διδασκαλία και στη μάθηση, και την εφαρμόζουν πρακτικά στο κεφάλαιο της θερμοότητας και της μηχανικής των ρευστών. Χρησιμοποιείται δε η γνωστική σύγκρουση ως μέσο για την ώθηση των διδασκόμενων σε αλλαγή των εννοιολογικών τους σχημάτων (Villani 1992). Η αποτελεσματικότητα βεβαίως της μεθόδου δεν έχει κριθεί ακόμη, έχει τύχει όμως καλής αποδοχής από την πλειοψηφία των ασκηθέντων φοιτητών.

Τελειώνοντας, προτείνουμε να αποτελέσουν τα Φυσικά εξεταζόμενο μάθημα στις εισαγωγικές εξετάσεις των Παιδαγωγικών τμημάτων. Από προσωπικές εμπειρίες γνωρίζουμε ότι οι μαθητές στο Λύκειο, ιδιαίτερα στις δύο τελευταίες τάξεις, αδιαφορούν τελείως για τα μαθήματα στα οποία δεν πρόκειται να εξεταστούν στις πανελλαδικές εξετάσεις. Η καθιέρωση των Φυσικών ως εξεταζόμενο μάθημα για τους υποψήφιους των Παιδαγωγικών Τμημάτων Δημοτικής Εκπαίδευσης πιστεύουμε πως θα διατηρούσε το ενδιαφέρον των μαθητών που θα επιθυμούσαν να φοιτήσουν σ' αυτά τα τμήματα αμείωτο μέχρι τέλους, οπότε και μια ανάλογη έρευνα θα είχε σαφώς θετικότερα αποτελέσματα. Αν μάλιστα συνοδευτεί με την αλλαγή του περιεχομένου σπουδών, την επιμήκυνση του χρόνου δι-

δασκαλίας και τη βελτίωση της πρακτικής εξάσκησης στα μαθήματα Φυσικής και Διδακτικής των Φυσικών των Παιδαγωγικών τμημάτων, τότε είναι πιθανό να οδηγήσουν τους μελλοντικούς δασκάλους σε θετικότερη στάση προς τη Φυσική, σε πιο επιστημονική προσέγγιση του περιεχομένου και κατά συνέπεια σε πιο αποτελεσματική διδασκαλία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Βαμβούκας Μ. (1988) *Εισαγωγή στην ψυχοπαιδαγωγική έρευνα και μεθοδολογία*. Αθήνα, Εκδόσεις Γρηγόρη.
- Bidulph, F., Osborne, R. (1984) *Pupils' Ideas about Floating and Sinking*. Research in Science Education V 14, σ. 114-124
- Driver R, Oldham V. (1986) *A Constructivist Approach to Curriculum Development in Science*. Studies in Science Education 13, σ. 105-122
- Gilbert J., Osborn R., Fensham P. (1982) *Children's science and its consequences for teaching*. Science Education V66, N4, σ. 623-633
- Hewitt P. (1992) *Οι έννοιες της Φυσικής. Τόμος Ι Μηχανική, Θερμότητα, Ήχος*. Πανεπιστήμιο. Εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο 1992
- Καρανίκας Ι., Βλάχος Ι., Κόκκοτας Π. (1993) *Εποικοδομητική προσέγγιση στη διδασκαλία των Φυσικών και Μαθηματικών στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση*. Εργασία που παρουσιάστηκε στο 10ο Συνέδριο της ΕΜΕ (Ένωσης Μαθηματικών Ελλάδας) στην Καλαμάτα, 17-19 του Δεκεμβρίου 1993.
- Καριώτογλου Π. (1991) *Προβλήματα Διδασκαλίας και Μάθησης της Μηχανικής των Ρευστών στο Γυμνάσιο*. Αδημοσίευτη Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Φυσικής ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη.
- Kariotoglou, P. and Psillos, D., (1993) *Pupils' Pressure Models and their implications for Instruction*. Journal of Research in Science and Technical Education, VII, N1, σ. 95-108
- Κόκκοτας Π. (1991) *Οι προϋπάρχουσες ιδέες των παιδιών στη Φυσική και η σημασία τους στη διδασκαλία του μαθήματος. Οι αντιλήψεις των 4ετών φοιτητών του Π.Τ.Δ.Ε. του Πανεπιστημίου Αθηνών για την έννοια της Δύναμης*. Δ' Κοινό Συνέδριο ΕΕΦ-ΕΚΦ, Λαμία 21-22 Δεκ 1991.
- Κουμάρας Π. (1989) *Μελέτη της εποικοδομητικής προσέγγισης στην πειραματική διδασκαλία του ηλεκτρισμού*. Αδημοσίευτη Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Φυσικής ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη
- Pfundt, H., Duit, R. (1994) *Bibliography: Students' alternative frameworks and science education*. 4th edition. Kiel, Germany: Institute for Science Education at the university of Kiel.
- Ραβάνης Κ. (1988) *Μεταβολές καταστάσεων και θερμική ισορροπία: προβλήματα κατανόησης και γνωστικά εμπόδια παιδιών 11-12 ετών*. Σύγχρονη Εκπαίδευση, τ39, Μαρ-Απρ 1988.
- Σαρδέλης Δ. (1981) *Ενεργητική Εκμάθηση της Φυσικής: Απολογισμός μιας εμπειρίας*.

Σύγχ. Εκπαίδ. 3, Απρ-Ιούν 81, Αθήνα.

Σερρόγλου Φ., Κουμαράς Π. (1993) *Μια σύγκριση μεταξύ των ιδεών φοιτητών και μαθητών στην περιοχή του ηλεκτρισμού*. Πρόστερ που παρουσιάστηκε στο κοινό συνέδριο ΕΕΦ και ΕΚΦ στην Κομοτηνή. Μάρτις 93.

Ψύλλας Δ., Κουμαράς Π., Καριώτογλου Π. (1993) *Εποικοδόμηση της γνώσης στην τάξη με συνέρευνα δασκάλου και μαθητή*. Σύγχρονη Εκπαίδευση, τ20 (70), σελ 34-42.

Villani A. (1992) *Conceptual Change in Science and Science Education*. Science Education 76(2).

Wheatley G. (1991) *Constructivist Perspectives on Science and Mathematics Learning*. Science Education 75 (1).

ABSTRACT

Our research aimed to compare the ideas of Primary School children aged 10-12 y. to those of 4th year students of School of Primary Education of Athens University about the buoyancy in liquids. For the elicitation and recording of these ideas a written questionnaire was used, a few months after the topic was taught to them. The findings indicated that the majority of pupils and a great number of students ignore the factors that affect the buoyancy. They claim that buoyancy depends on the shape, the weight, the surface, etc., of the dipped body, or on the total volume of the liquid where the body is submerged. It was ascertained that the taught subject had a short term effect in their way of thinking. There were also indications that support the correlation between the low achievement and the social environment of the pupils.

These findings, in accordance with those in other topic areas, call for revaluation of teaching approaches in teaching in science.

Διεύθυνση για αλληλογραφία:

Π. Κόκκοτας

Π.Τ.Δ.Ε. Πανεπιστημίου Αθηνών

Σόλωνος 104

106 80 Αθήνα