



ΔΙΕΘΝΕΣ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ

Πανεπιστημιούπολη Σίνδου

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
«ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ, STEAM ΚΑΙ ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ  
ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ»**

Διπλωματική Εργασία

**Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ «Ο ΦΕΛΟΥΛΗΣ  
ΚΑΙ Ο ΣΙΔΕΡΟΥΛΗΣ ΣΤΗΝ ΠΙΣΙΝΑ» ΣΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ  
ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΙΔΕΩΝ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΓΙΑ ΤΟ  
ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΠΛΕΥΣΗΣ-ΒΥΘΙΣΗΣ**

της

ΦΑΝΗΣ ΙΩΣΗΦΙΔΟΥ  
Α.Μ. 2022032

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια  
Σοφία Πλιάσα

Υποβλήθηκε ως απαιτούμενο για την απόκτηση του μεταπτυχιακού διπλώματος  
ειδίκευσης Ρομποτική, STEAM και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση  
Θεσσαλονίκη, Φεβρουάριος 2024



Η παρούσα Διπλωματική Εργασία καλύπτεται στο σύνολό της νομικά από δημόσια άδεια πνευματικών δικαιωμάτων CreativeCommons:

Αναφορά Δημιουργού - Μη Εμπορική Χρήση - Παρόμοια Διανομή



Μπορείτε να:

- Μοιραστείτε: αντιγράψετε και αναδιανέμετε το παρόν υλικό με κάθε μέσο και τρόπο
- Προσαρμόστε: αναμείξτε, τροποποιήστε και δημιουργήστε πάνω στο παρόν υλικό

Υπό τους ακόλουθους όρους:

- Αναφορά Δημιουργού: Θα πρέπει να καταχωρίσετε αναφορά στο δημιουργό, με σύνδεσμο της άδειας, και με αναφορά αν έχουν γίνει αλλαγές. Μπορείτε να το κάνετε αυτό με οποιονδήποτε εύλογο τρόπο, αλλά όχι με τρόπο που να υπονοεί ότι ο δημιουργός αποδέχεται το έργο σας ή τη χρήση που εσείς κάνετε.
- Μη Εμπορική Χρήση: Δε μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το υλικό για εμπορικούς σκοπούς.
- Παρόμοια Διανομή: Αν αναμείξετε, τροποποιήσετε, ή δημιουργήσετε πάνω στο παρόν υλικό, πρέπει να διανείμετε τις δικές σας συνεισφορές υπό την ίδια άδεια CreativeCommonsόπως και το πρωτότυπο.

Αναλυτικές πληροφορίες νομικού κώδικα στην ηλεκτρονική διεύθυνση:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode>

## Υπεύθυνη Δήλωση

Με ατομική μου ευθύνη και γνωρίζοντας τις κυρώσεις που προβλέπονται από τον Κανονισμό Σπουδών του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Ρομποτική, STEAM και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση του Διεθνούς Πανεπιστημίου Ελλάδος, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

- Η παρούσα Διπλωματική Εργασία αποτελεί έργο αποκλειστικά δικής μου δημιουργίας, έρευνας, μελέτης και συγγραφής.
- Για τη συγγραφή της Διπλωματικής μου Εργασίας δεν χρησιμοποίησα ολόκληρο ή μέρος έργου άλλου δημιουργού ή τις ιδέες και αντιλήψεις άλλου δημιουργού χωρίς να γίνεται σαφής αναφορά στην πηγή προέλευσης(βιβλίο, άρθρο από επιστημονικό περιοδικό, ιστοσελίδα κλπ.).

Θεσσαλονίκη, 11, Φεβρουάριος, 2024

Η Δηλούσα: Φανή Ιωσηφίδου

## **Ευχαριστίες**

*Με την ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής διπλωματικής μου εργασίας, θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες σε όλους όσους συνέβαλλαν στην εκπόνησή της.*

*Καταρχάς, ευχαριστώ θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου, κύρια Πλιάσα Σοφία, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε εξ' αρχής, αναθέτοντάς μου τη συγκεκριμένη εργασία. Επιπλέον, την ευχαριστώ ιδιαίτερα για την επιστημονική της καθοδήγηση, τις υποδείξεις της, την επιμονή της, τη συμπαράστασή της και τη συνεχή της υποστήριξη από την αρχή μέχρι το τέλος.*

*Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω το διευθυντή του σχολείου στο οποίο πραγματοποιήθηκε η έρευνα, αλλά και τους/τις δασκάλους/δασκάλες των παιδιών, για την υπομονή τους και τη συμπάθεια που έδειξαν προς την προσπάθειά μου να πραγματοποιήσω την έρευνά μου.*

*Τέλος, θα ήθελα εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στην οικογένειά μου για όλη τη στήριξη, τη συμπαράσταση και την κατανόησή τους, καθ' όλη τη διάρκεια της διεξαγωγής της παρούσας έρευνας.*

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να μελετηθεί αν η χρησιμοποίηση ενός εκπαιδευτικού λογισμικού με δραματοποιημένο σενάριο, έχει θετική επίδραση στην αντιμετώπιση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών σχετικά με το φαινόμενο της πλεύσης-βύθισης. Ειδικότερα, παρουσιάζεται μια διδακτική προσέγγιση που αξιολογεί ένα διαδραστικό λογισμικό με σκοπό να διερευνήσει, αν είναι δυνατόν να διαφοροποιηθούν οι ήδη υπάρχουσες νοητικές αναπαραστάσεις των μαθητών δημοτικού για το φυσικό φαινόμενο της πλεύσης και της βύθισης, με την εφαρμογή αναπτυξιακά κατάλληλων διδακτικών εφαρμογών.

Πιο συγκεκριμένα, η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε τρεις φάσεις και το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 66 μαθητές της Α', Β' και Γ' τάξης του δημοτικού σχολείου. Στην πρώτη φάση, δόθηκε στα παιδιά ένα ερωτηματολόγιο 17 ερωτήσεων σχετικά με το φαινόμενο της πλεύσης-βύθισης. Το ερωτηματολόγιο συμπληρώθηκε από τα παιδιά χωρίς να έχουν διδαχθεί σχετικά με το φαινόμενο, ώστε να αναδειχθούν οι εναλλακτικές ιδέες τους. Στη δεύτερη φάση, πραγματοποιήθηκε η διδασκαλία του φαινομένου αξιοποιώντας το λογισμικό «Ο Φελούλης και ο Σιδερούλης στην πισίνα». Οι μαθητές, σε ομάδες των 4 ή 5 ατόμων, αλληλεπίδρασαν με το λογισμικό και πραγματοποίησαν εικονικά πειράματα. Στην τρίτη φάση, τα παιδιά συμπλήρωσαν ατομικά για δεύτερη φορά το ερωτηματολόγιο των 17 ερωτήσεων, ώστε να διαπιστωθεί αν η διδασκαλία με τη χρήση του λογισμικού βοήθησε στην αντιμετώπιση των εναλλακτικών τους ιδεών και τους οδήγησε σε βαθύτερη κατανόηση του φαινομένου.

Τα αποτελέσματα της έρευνας ήταν αρκετά ενθαρρυντικά. Τα παιδιά έδειξαν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για το μάθημα και συμμετείχαν ενεργά στην εκπαιδευτική διαδικασία. Η επίδοσή τους βελτιώθηκε αρκετά στα ερωτηματολόγια που συμπληρώθηκαν μετά την παρέμβαση. Στις περισσότερες ερωτήσεις βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις απαντήσεις των παιδιών πριν και μετά την παρέμβαση. Οι περισσότερες εναλλακτικές ιδέες αντιμετωπίστηκαν για την πλειοψηφία των μαθητών. Ωστόσο, υπήρχαν κάποιες από τις εναλλακτικές ιδέες που παρέμειναν αμετάβλητες ακόμη και μετά τη διδασκαλία, με σημαντικότερη εκείνη που αναφέρει πως το βάρος καθορίζει την πλεύση ή τη βύθιση ενός αντικειμένου.

## **ABSTRACT**

The purpose of this study was to examine if the use of an educational software with dramatized scenario has a positive effect on dealing with the students' alternative ideas about the floating-sinking phenomenon. In particular, a teaching approach that utilizes an interactive software is presented, in order to investigate if it is possible to differentiate the already existing alternative ideas of primary school students about the natural phenomenon of floating and sinking, with the application of developmentally appropriate teaching applications.

More specifically, the research was carried out in three phases and the research sample consisted of 66 students of the 1st, 2nd and 3rd grade of the primary school. In the first phase, children were given a questionnaire of 17 questions about the floating-sinking phenomenon. The questionnaire was filled by the children without having been taught about the phenomenon, in order to highlight their alternative ideas. In the second phase, the phenomenon was taught using the software "Feloulis and Sideroulis in the pool". Students in groups of 4 or 5 interacted with the software and performed virtual experiments. In the third phase, the children filled the 17-question questionnaire individually for a second time, in order to determine whether the teaching method using the software helped them to deal with their alternative ideas and led them to a deeper understanding of the phenomenon.

The results of the survey were quite encouraging. The children showed special interest in the lesson and actively participated in the educational process. Their performance improved significantly on questionnaires completed after the intervention. Statistically significant differences were found in the children's answers before and after the intervention in most of the questions. Most of the students' alternative ideas were changed for the majority of students. However, there were some alternative ideas that remained unchanged even after the teaching, the most important of which was that weight determines whether an object floats or sinks.

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<b>ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ .....</b>	<b>4</b>
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....</b>	<b>5</b>
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΣΤΑ ΑΓΓΛΙΚΑ (ABSTRACT) .....</b>	<b>6</b>
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΕΙΚΟΝΩΝ .....</b>	<b>9</b>
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....</b>	<b>13</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ .....</b>	<b>15</b>
1.1 Οι ΤΠΕ στην εκπαίδευση .....	16
1.1.1 Ορισμός και ιστορικά στοιχεία για τον ηλεκτρονικό υπολογιστή .....	16
1.1.2 Οι ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διαδικασία .....	19
1.1.3 Εκπαιδευτικά λογισμικά .....	24
1.1.4 Προσομοιώσεις .....	28
1.2 Η μάθηση στις φυσικές επιστήμες .....	30
1.2.1 Οι φυσικές επιστήμες στην προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία .....	30
1.2.2 Οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών .....	32
1.2.3 Θεωρίες μάθησης για διδασκαλία φυσικών επιστημών .....	36
1.2.4 Λογισμικά σε συνδυασμό με τις θεωρίες μάθησης .....	41
1.2.5 Ο εποικοδομισμός και η αντιμετώπιση των εναλλακτικών ιδεών μέσω της γνωστικής σύγκρουσης και της εννοιολογικής αλλαγής.....	42
1.3 Το φαινόμενο της πλεύσης-βύθισης .....	48
1.3.1 Η επιστημονική θεωρία του φαινομένου της πλεύσης-βύθισης .....	48
1.3.2 Οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών για το φαινόμενο της πλεύσης-βύθισης	51
1.4 Έρευνες για την επίδραση των ΤΠΕ στην εκπαίδευση στη διδασκαλία .....	54
1.4.1 Έρευνες σχετικά με την επίδραση των ΤΠΕ στην αντιμετώπιση των εναλλακτικών ιδεών σε διάφορα μαθήματα .....	54
1.4.2 Έρευνες σχετικά με την επίδραση των ΤΠΕ στη διδασκαλία του φαινομένου της πλεύσης-βύθισης .....	58

1.5 Επίλογος βιβλιογραφικής επισκόπησης και σκοπός της παρούσας έρευνας .....	63
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ .....</b>	<b>65</b>
2.1 Συμμετέχοντες .....	65
2.2 Περιγραφή του λογισμικού που αξιοποιήθηκε στην παρούσα εργασία .....	65
2.3 Εργαλείο συλλογής δεδομένων .....	72
2.4 Διαδικασία συλλογής δεδομένων .....	73
2.5 Τρόπος ανάλυσης δεδομένων .....	74
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>75</b>
3.1 Επίδοση των συμμετεχόντων πριν την παρέμβαση .....	75
3.2 Σύγκριση της επίδοσης των συμμετεχόντων πριν και μετά την παρέμβαση .....	84
3.3 Σύγκριση της επίδοσης των συμμετεχόντων ανάλογα με την τάξη .....	95
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΕΡΕΥΝΑΣ .....</b>	<b>99</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>104</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ .....</b>	<b>110</b>



## ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΕΙΚΟΝΩΝ

### Κατάλογος Εικόνων

#### Κεφάλαιο 2

Εικόνα 2.1: Οθόνη 1-Παρουσίαση των ηρώων .....	68
Εικόνα 2.2: Οθόνη 2-Πισίνα .....	68
Εικόνα 2.3: Οθόνη 3-Δωμάτιο Γιώργου .....	69
Εικόνα 2.4: Οθόνη 4-Ζυγαριά .....	69
Εικόνα 2.5: Οθόνη 5-Συμπέρασμα Γιώργου .....	70
Εικόνα 2.6: Οθόνη 6-Πλαστελίνη .....	70
Εικόνα 2.7: Οθόνη 7-Πλοίο .....	71
Εικόνα 2.8: Οθόνη 8-Δοχεία διαφορετικού μεγέθους .....	71
Εικόνα 2.9: Οθόνη 9-Αυγό .....	72
Εικόνα 2.10: Οθόνη 10-Ανακεφαλαίωση .....	72
Εικόνα 2.11: Παράδειγμα ερώτησης του ερωτηματολογίου .....	72

#### Κεφάλαιο 3

Εικόνα 3.1: Ερώτηση 1 του ερωτηματολογίου .....	76
Εικόνα 3.2: Ερώτηση 2 του ερωτηματολογίου .....	76
Εικόνα 3.3: Ερώτηση 3 του ερωτηματολογίου .....	77
Εικόνα 3.4: Ερώτηση 4 του ερωτηματολογίου .....	77
Εικόνα 3.5: Ερώτηση 5 του ερωτηματολογίου .....	78
Εικόνα 3.6: Ερώτηση 6 του ερωτηματολογίου .....	78
Εικόνα 3.7: Ερώτηση 7 του ερωτηματολογίου .....	78
Εικόνα 3.8: Ερώτηση 8 του ερωτηματολογίου .....	79
Εικόνα 3.9: Ερώτηση 9 του ερωτηματολογίου .....	79
Εικόνα 3.10: Ερώτηση 10 του ερωτηματολογίου .....	80
Εικόνα 3.11: Ερώτηση 11 του ερωτηματολογίου .....	80

Εικόνα 3.12: Ερώτηση 12 του ερωτηματολογίου .....	81
Εικόνα 3.13: Ερώτηση 13 του ερωτηματολογίου .....	81
Εικόνα 3.14: Ερώτηση 14 του ερωτηματολογίου .....	82
Εικόνα 3.15: Ερώτηση 15 του ερωτηματολογίου .....	82
Εικόνα 3.16: Ερώτηση 16 του ερωτηματολογίου .....	83
Εικόνα 3.17: Ερώτηση 17 του ερωτηματολογίου .....	83
Εικόνα 3.18: Αποτελέσματα τεστ πριν και μετά την παρέμβαση .....	84
Εικόνα 3.19: Αποτελέσματα τεστ για το σύνολο των ερωτήσεων .....	85
Εικόνα 3.20: Αποτελέσματα τεστ για την ερώτηση 1 .....	85
Εικόνα 3.21: Αποτελέσματα τεστ για την ερώτηση 2 .....	86
Εικόνα 3.22: Αποτελέσματα τεστ για την ερώτηση 3 .....	86
Εικόνα 3.23: Αποτελέσματα τεστ για την ερώτηση 4 .....	87
Εικόνα 3.24: Αποτελέσματα τεστ για την ερώτηση 5 .....	87
Εικόνα 3.25: Αποτελέσματα τεστ για την ερώτηση 6 .....	88
Εικόνα 3.26: Αποτελέσματα τεστ για την ερώτηση 7 .....	88
Εικόνα 3.27: Αποτελέσματα τεστ για την ερώτηση 8 .....	89
Εικόνα 3.28: Αποτελέσματα τεστ για την ερώτηση 9 .....	89
Εικόνα 3.29: Αποτελέσματα τεστ για την ερώτηση 10 .....	90
Εικόνα 3.30: Αποτελέσματα τεστ για την ερώτηση 11 .....	91
Εικόνα 3.31: Αποτελέσματα τεστ για την ερώτηση 12 .....	91
Εικόνα 3.32: Αποτελέσματα τεστ για την ερώτηση 13 .....	92
Εικόνα 3.33: Αποτελέσματα τεστ για την ερώτηση 14 .....	92
Εικόνα 3.34: Αποτελέσματα τεστ για την ερώτηση 15 .....	93
Εικόνα 3.35: Αποτελέσματα τεστ για την ερώτηση 16 .....	93
Εικόνα 3.36: Αποτελέσματα τεστ για την ερώτηση 17 .....	94
Εικόνα 3.37: Αποτελέσματα τεστ για την Α' τάξη, ανά ερώτηση .....	96
Εικόνα 3.38: Αποτελέσματα τεστ για τη Β' τάξη, ανά ερώτηση .....	96

Εικόνα 3.39: Αποτελέσματα τεστ για τη Γ' τάξη, ανά ερώτηση .....	97
Εικόνα 3.40: Αποτελέσματα τεστ για την Α' τάξη στο σύνολο των ερωτήσεων .....	97
Εικόνα 3.41: Αποτελέσματα τεστ για τη Β' τάξη στο σύνολο των ερωτήσεων .....	97
Εικόνα 3.42: Αποτελέσματα τεστ για τη Γ' τάξη στο σύνολο των ερωτήσεων .....	97

## **Ευρετήριο Σχημάτων**

### Κεφάλαιο 3

Σχήμα 3.1: Γενική επίδοση των συμμετεχόντων πριν την παρέμβαση .....	75
Σχήμα 3.2: Επίδοση των συμμετεχόντων στην ερώτηση 1 .....	76
Σχήμα 3.3: Επίδοση των συμμετεχόντων στην ερώτηση 2 .....	76
Σχήμα 3.4: Επίδοση των συμμετεχόντων στην ερώτηση 3 .....	77
Σχήμα 3.5: Επίδοση των συμμετεχόντων στην ερώτηση 4 .....	77
Σχήμα 3.6: Επίδοση των συμμετεχόντων στην ερώτηση 5 .....	78
Σχήμα 3.7: Επίδοση των συμμετεχόντων στην ερώτηση 6 .....	78
Σχήμα 3.8: Επίδοση των συμμετεχόντων στην ερώτηση 7 .....	78
Σχήμα 3.9: Επίδοση των συμμετεχόντων στην ερώτηση 8 .....	79
Σχήμα 3.10: Επίδοση των συμμετεχόντων στην ερώτηση 9 .....	79
Σχήμα 3.11: Επίδοση των συμμετεχόντων στην ερώτηση 10 .....	80
Σχήμα 3.12: Επίδοση των συμμετεχόντων στην ερώτηση 11 .....	80
Σχήμα 3.13: Επίδοση των συμμετεχόντων στην ερώτηση 12 .....	81
Σχήμα 3.14: Επίδοση των συμμετεχόντων στην ερώτηση 13 .....	81
Σχήμα 3.15: Επίδοση των συμμετεχόντων στην ερώτηση 14 .....	82
Σχήμα 3.16: Επίδοση των συμμετεχόντων στην ερώτηση 15 .....	82
Σχήμα 3.17: Επίδοση των συμμετεχόντων στην ερώτηση 16 .....	83
Σχήμα 3.18: Επίδοση των συμμετεχόντων στην ερώτηση 17 .....	83
Σχήμα 3.19: Ποσοστό επιτυχίας συνολικό πριν και μετά την παρέμβαση .....	85
Σχήμα 3.20: Ποσοστό επιτυχίας στην ερώτηση 1 πριν και μετά την παρέμβαση .....	85

Σχήμα 3.21: Ποσοστό επιτυχίας στην ερώτηση 2 πριν και μετά την παρέμβαση .....	86
Σχήμα 3.22: Ποσοστό επιτυχίας στην ερώτηση 3 πριν και μετά την παρέμβαση .....	86
Σχήμα 3.23: Ποσοστό επιτυχίας στην ερώτηση 4 πριν και μετά την παρέμβαση .....	87
Σχήμα 3.24: Ποσοστό επιτυχίας στην ερώτηση 5 πριν και μετά την παρέμβαση .....	87
Σχήμα 3.25: Ποσοστό επιτυχίας στην ερώτηση 6 πριν και μετά την παρέμβαση .....	88
Σχήμα 3.26: Ποσοστό επιτυχίας στην ερώτηση 7 πριν και μετά την παρέμβαση .....	88
Σχήμα 3.27: Ποσοστό επιτυχίας στην ερώτηση 8 πριν και μετά την παρέμβαση .....	89
Σχήμα 3.28: Ποσοστό επιτυχίας στην ερώτηση 9 πριν και μετά την παρέμβαση .....	89
Σχήμα 3.29: Ποσοστό επιτυχίας στην ερώτηση 10 πριν και μετά την παρέμβαση ...	90
Σχήμα 3.30: Ποσοστό επιτυχίας στην ερώτηση 11 πριν και μετά την παρέμβαση ...	91
Σχήμα 3.31: Ποσοστό επιτυχίας στην ερώτηση 12 πριν και μετά την παρέμβαση ...	91
Σχήμα 3.32: Ποσοστό επιτυχίας στην ερώτηση 13 πριν και μετά την παρέμβαση ...	92
Σχήμα 3.33: Ποσοστό επιτυχίας στην ερώτηση 14 πριν και μετά την παρέμβαση ...	92
Σχήμα 3.34: Ποσοστό επιτυχίας στην ερώτηση 15 πριν και μετά την παρέμβαση ...	93
Σχήμα 3.35: Ποσοστό επιτυχίας στην ερώτηση 16 πριν και μετά την παρέμβαση ...	93
Σχήμα 3.36: Ποσοστό επιτυχίας στην ερώτηση 17 πριν και μετά την παρέμβαση ...	94
Σχήμα 3.37: Ποσοστό επιτυχίας των μαθητών ανά τάξη πριν και μετά την παρέμβαση.....	95

### **Κατάλογος Πινάκων**

#### **Κεφάλαιο 3**

Πίνακας 3.1: Συνολικές απαντήσεις μαθητών ανά τάξη πριν και μετά την παρέμβαση.....	95
---	----

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ήδη από την αρχαιότητα οι δάσκαλοι χρησιμοποιούσαν διάφορα εργαλεία για να διδάξουν τους μαθητές<sup>1</sup> τους. Το σημαντικότερο εργαλείο που μπορεί να αξιοποιηθεί στην εκπαιδευτική διαδικασία είναι οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών (ΤΠΕ), με δημοφιλέστερο εργαλείο, τον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί προσπαθούν να προσελκύσουν το ενδιαφέρον των μαθητών και να διευκολύνουν την κατανόηση των μαθημάτων, αξιοποιώντας διάφορα λογισμικά, βίντεο και άλλα πολυμέσα.

Η τεχνολογία χρησιμοποιείται στην εκπαιδευτική διαδικασία εδώ και πολλές δεκαετίες. Το 1977 η Εκπαιδευτική Τεχνολογία ορίστηκε, από διεθνείς οργανισμούς ως κλάδος της Παιδαγωγικής επιστήμης, που έχει ως στόχο τη βελτίωση της μάθησης. Υπάρχουν τέσσερις άξονες αξιοποίησης των ΤΠΕ στην εκπαίδευση: α) ως γνωστικό-διερευνητικό εργαλείο, β) ως εποπτικό μέσο διδασκαλίας, γ) ως εργαλείο επικοινωνίας και αναζήτησης πληροφοριών και δ) ως μέσο για τον πληροφοριακό αλφαριθμητισμό, καθώς δίνεται έμφαση στην απόκτηση δεξιοτήτων χρήσης του υπολογιστή και την εξοικείωση με αυτόν. Ωστόσο, οι τέσσερις άξονες ενδέχεται να συνδέονται μεταξύ τους και είναι απαραίτητο να αξιοποιούνται σε όλα τα μαθήματα, οδηγώντας σε μια ολιστική εκπαίδευση των παιδιών (Μικρόπουλος & Μπέλλου, 2010).

Για τη διδασκαλία σύνθετων φαινομένων των φυσικών επιστημών, αξιοποιείται σε πολλές περιπτώσεις η τεχνολογία, καθώς σύμφωνα με έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί (Τέκος & Σολομωνίδου, 2010. Πετροπούλου, 2015. Çerpi, 2010. Μαργαρίτη & Μπράτιτσης, 2015), συμβάλλει θετικά στην αντιμετώπιση των εναλλακτικών ιδεών των παιδιών. Οι εναλλακτικές ιδέες δεν αποτελούν απλές παρανοήσεις των παιδιών, αλλά συγκεκριμένες νοητικές κατασκευές που χρησιμοποιούνται για την ερμηνεία του κόσμου (Harlen & Elstgeest, 2005). Σύμφωνα με τη θεωρία μάθησης του εποικοδομισμού η διδασκαλία βασίζεται στην αξιοποίηση των εναλλακτικών ιδεών των παιδιών, τις οποίες ο δάσκαλος προσπαθεί να ανατρέψει, οδηγώντας τα παιδιά σε γνωστική σύγκρουση. Στη συνέχεια, μέσω της

---

<sup>1</sup> Στο εξής, οι λέξεις *μαθητής* και *μαθητές* θα χρησιμοποιούνται για να δηλώσουν και τα δύο φύλα.

διδασκαλίας, οι μαθητές οδηγούνται στην επιστημονική γνώση. Η συγκεκριμένη γνωστική διαδικασία ονομάζεται εννοιολογική αλλαγή.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να μελετηθούν οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών δημοτικού και να ερευνηθεί αν η αξιοποίηση της τεχνολογίας μπορεί να συμβάλλει θετικά στην αντιμετώπιση αυτών των ιδεών.

Πρόεκυψαν τα επιμέρους ερευνητικά ερωτήματα:

1. Ποιες είναι οι σημαντικότερες εναλλακτικές ιδέες των μαθητών δημοτικού σχετικά με το φαινόμενο της πλεύσης-βύθισης;

Σκοπός του συγκεκριμένου ερευνητικού ερωτήματος είναι να εντοπιστούν οι πιο διαδεδομένες εναλλακτικές ιδέες των μαθητών σε σχέση με το φαινόμενο της πλεύσης-βύθισης. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσω της μελέτης των ερωτηματολογίων που συμπληρώθηκαν από τους μαθητές πριν την παρέμβαση και χωρίς να έχει προηγηθεί διδασκαλία για το συγκεκριμένο φαινόμενο.

2. Μπορεί η αξιοποίηση ενός λογισμικού με δραματοποιημένο σενάριο να οδηγήσει στην αντιμετώπιση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών και να τους οδηγήσει στην εννοιολογική αλλαγή;

Αξιοποιώντας τα ερωτηματολόγια που δόθηκαν πριν και μετά την παρέμβαση, θα γίνει μια προσπάθεια να διαπιστωθεί αν υπήρξε θετική επίδραση από την αξιοποίηση του λογισμικού «Ο Φελούλης και ο Σιδερούλης στην πισίνα». Ειδικότερα, μέσω της στατιστικής ανάλυσης των δεδομένων των ερωτηματολογίων, θα μπορέσει να πραγματοποιηθεί σύγκριση της επίδοσης των μαθητών πριν και μετά την παρέμβαση. Με αυτόν τον τρόπο θα φανεί αν η αξιοποίηση του λογισμικού συντέλεσε θετικά στην κατανόηση του φαινομένου και στην αντιμετώπιση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών.

### **Δομή της παρούσας εργασίας**

Η παρούσα εργασία διαρθρώνεται σε πέντε κεφάλαια ακολουθώντας την εξής δομή:

Στο πρώτο κεφάλαιο, της Βιβλιογραφικής Επισκόπησης, πραγματοποιείται σύντομη ιστορική αναδρομή σχετικά με την αξιοποίηση των ΤΠΕ στην εκπαίδευση. Στη

συνέχεια, αναφέρονται τα βασικά στοιχεία για την αξιοποίηση των ΤΠΕ στην εκπαίδευση και τα θετικά αποτελέσματα που προκύπτουν από αυτήν. Έπειτα, γίνεται αναφορά στις εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών και στις θεωρίες μάθησης που αξιοποιούνται για τον σχεδιασμό της διδασκαλίας. Επιπλέον, αναφέρονται συγκεκριμένα οι πιο συνηθισμένες εναλλακτικές ιδέες των μαθητών σχετικά με το φαινόμενο της πλεύσης-βύθισης, αλλά και η επιστημονική θεωρία για το φαινόμενο. Στο τέλος του πρώτου κεφαλαίου, παρατίθενται κάποιες έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί σχετικά με την επίδραση των ΤΠΕ στη διδασκαλία των θετικών επιστημών, αλλά και, ειδικότερα, στη διδασκαλία του φαινομένου της πλεύσης-βύθισης.

Στο δεύτερο κεφάλαιο περιγράφεται η Μεθοδολογία της παρούσας έρευνας. Συγκεκριμένα, παρατίθενται στοιχεία σχετικά με τους συμμετέχοντες της έρευνας που πραγματοποιήθηκε με παιδιά δημοτικού, παρουσιάζεται το εργαλείο συλλογής δεδομένων, το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε για τη διδασκαλία του φαινομένου και περιγράφεται η διαδικασία διεξαγωγής της έρευνας.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα Αποτελέσματα της έρευνας, τα οποία αφορούν στην επίδοση των μαθητών στα ερωτηματολόγια σχετικά με το φαινόμενο της πλεύσης-βύθισης. Τα αποτελέσματα αφορούν τόσο στην επίδοση των μαθητών πριν την παρέμβαση, καθώς με αυτόν τον τρόπο θα αναδειχθούν οι βασικές εναλλακτικές ιδέες των παιδιών, όσο και στη σύγκριση των επιδόσεων πριν και μετά την παρέμβαση, ώστε να διαπιστωθεί αν η αξιοποίηση του λογισμικού είχε θετικά αποτελέσματα στην εννοιολογική αλλαγή των μαθητών.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα βασικά συμπεράσματα που προκύπτουν από τη συγκεκριμένη μελέτη και συζητούνται με σκοπό την ανάδειξη στοιχείων που μπορούν να αξιοποιηθούν από μελλοντικές έρευνες.

Οι βιβλιογραφικές πηγές που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία παρατίθενται στο πέμπτο κεφάλαιο.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ

Στο κεφάλαιο αυτό πραγματοποιείται επισκόπηση της βιβλιογραφίας σχετικά με τις ΤΠΕ στην εκπαίδευση, τις θεωρίες μάθησης που αξιοποιούνται για τον σχεδιασμό της διδασκαλίας, τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών, για το φαινόμενο της πλεύσης-βύθισης και τις προγενέστερες έρευνες σχετικά με την επίδραση της αξιοποίησης της τεχνολογίας στην αντιμετώπιση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών. Το κεφάλαιο διαιρείται σε τρία μέρη: το πρώτο μέρος αναφέρεται στην αξιοποίηση των ΤΠΕ στην εκπαίδευση και τα πλεονεκτήματά της, το δεύτερο μέρος αναφέρεται στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στην προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία, τις βασικές θεωρίες μάθησης που αξιοποιούνται, για το φαινόμενο της πλεύσης-βύθισης και τις βασικές εναλλακτικές ιδέες των μαθητών γι' αυτό, ενώ το τελευταίο μέρος περιλαμβάνει μία ανασκόπηση προγενέστερων ερευνών που έχουν πραγματοποιηθεί σχετικά με την αξιοποίηση της τεχνολογίας για την αντιμετώπιση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών, γενικά, αλλά και, ειδικά, σχετικά με το φαινόμενο της πλεύσης-βύθισης.

### 1.1 Οι ΤΠΕ στην εκπαίδευση

#### 1.1.1 Ορισμός και ιστορικά στοιχεία για τον ηλεκτρονικό υπολογιστή

Η τεχνολογία αποτελεί χαρακτηριστικό στοιχείο για τον προσδιορισμό του επιπέδου της επιστημονικής γνώσης και ανάπτυξης ενός πολιτισμού. Τα εργαλεία και οι εφευρέσεις προκύπτουν από τις ανάγκες των ανθρώπων, καθώς αξιοποιώντας τα γίνεται πιο εύκολη και αποδοτική η εργασία τους, ενώ παράλληλα συντελούν στην πρόοδο της εκπαίδευσης με τη συνακόλουθη ανάπτυξη των γνώσεων και εξέλιξη των πολιτισμών (Μικρόπουλος & Μπέλλου, 2010). Συνήθως για την τεχνολογία που αξιοποιείται στην εκπαίδευση χρησιμοποιείται ο όρος «ΤΠΕ», δηλαδή Τεχνολογίες της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών, ο οποίος προέρχεται από μετάφραση του αντίστοιχου όρου ICT (Information and Communication Technologies). Με αυτόν τον όρο δίνεται έμφαση στην αξιοποίηση της τεχνολογίας με στόχο τη διευκόλυνση της επικοινωνίας και της μετάδοσης πληροφοριών (Παρασκευοπούλου, 2019).

Ήδη από την προϊστορία οι άνθρωποι προσπαθούσαν να δημιουργήσουν κάποιες κατασκευές, οι οποίες θα μπορούσαν να τους βοηθήσουν να κάνουν πιο εύκολα



διάφορους υπολογισμούς. Για παράδειγμα, οι άβακες και τα αριθμητήρια θεωρείται πως είχαν κατασκευαστεί πριν το 4000 π.Χ.. Αργότερα, οι αρχαίοι Έλληνες επινόησαν διάφορους μηχανισμούς, οι οποίοι τους βοηθούσαν στην επικοινωνία από απόσταση, όπως ήταν οι φρυκτωρίες και αυτοματισμούς, όπως οι πύλες ναού του Ήρωνα, οι οποίες άνοιγαν αυτόματα, μόλις άναβε η εστία του βωμού. Γύρω στο 87 π.Χ. δημιουργήθηκε ο μηχανισμός των Αντικυθήρων, μία συσκευή αστρονομικών υπολογισμών που χαρακτηρίζεται παγκόσμια ως ο «Αρχαιότερος Υπολογιστής». Επρόκειτο για έναν αυτόματο μηχανισμό (Μικρόπουλος & Μπέλλου, 2010).

Ωστόσο, οι υπολογιστικές μηχανές που είχαν δημιουργηθεί μέχρι τη δεκαετία του 1930 αποτελούνταν από μηχανικά τμήματα, ενώ από τη δεκαετία του 1940 ξεκίνησε η κατασκευή των πρώτων ηλεκτρονικών υπολογιστών. Πολύ σημαντικός σταθμός για τη δημιουργία των ηλεκτρονικών υπολογιστών ήταν η εφεύρεση των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων, τα οποία περιείχαν έναν τεράστιο αριθμό ηλεκτρονικών στοιχείων. Παράλληλα, αξιοποιήθηκαν η θεωρία της Άλγεβρας του Boole και η θεωρία του αλγόριθμου του Turing και το 1946 κατασκευάστηκε ο πρώτος επαναπρογραμματιζόμενος ηλεκτρονικός υπολογιστής, ο ENIAC, ο οποίος λειτουργούσε με ηλεκτρονικές λυχνίες κενού. Αργότερα, περίπου το 1947, δημιουργήθηκαν τα πρώτα τρανζίστορ στην Αμερική, ενώ η παραγωγή τους ξεκίνησε στις αρχές της δεκαετίας του 1950, προκαλώντας επανάσταση στον χώρο των ηλεκτρονικών υπολογιστών, ανοίγοντας τον δρόμο για τη δημιουργία μικρότερων και φθηνότερων κατασκευών, καθώς αντικατέστησαν τις λυχνίες κενού (Campbell-Kelly et al., 2023. Μικρόπουλος & Μπέλλου, 2010).

Ο διαχωρισμός των ηλεκτρονικών υπολογιστών από τις απλές αριθμομηχανές πραγματοποιήθηκε όταν δημιουργήθηκαν υπολογιστές που μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για σκοπούς πέραν της υλοποίησης αριθμητικών πράξεων. Ειδικότερα, τη δεκαετία του 1940 κατασκευάστηκαν υπολογιστές, με τους οποίους πραγματοποιούνταν διάφορες διεργασίες. Για παράδειγμα, το 1943 κάποιοι Βρετανοί επιστήμονες κατασκεύασαν τον Colossus Mark I για να μπορέσουν να αποκρυπτογραφήσουν μηνύματα των Γερμανών κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου. Ο πρώτος γενικής χρήσης ηλεκτρονικός υπολογιστής, ο ENIAC, ήταν μία υπολογιστική μηχανή που είχε σχεδιαστεί αρχικά για τη ρίψη βαλλιστικών πυραύλων. Όμως, όταν ολοκληρώθηκε το 1946, ο πόλεμος είχε

τελειώσει κι έτσι χρησιμοποιήθηκε για διαφορετικούς σκοπούς (Campbell-Kelly et al., 2023. Καλοβρέχτης κ.ά., 2020).

Όπως προαναφέρθηκε, στα εργαστήρια της Bell δημιουργήθηκε το 1947 το πρώτο τρανζίστορ, που ήταν σταθμός για τη δημιουργία των ηλεκτρονικών υπολογιστών, αυξάνοντας την ταχύτητά τους και μειώνοντας σημαντικά την κατανάλωση ρεύματος και τον όγκο τους. Το 1955 κατασκευάστηκε ο πρώτος υπολογιστής που αποτελούνταν εξ ολοκλήρου από τρανζίστορ, ο TRADIC. Το 1958 δημιουργήθηκε στα εργαστήρια της Texas Instruments το πρώτο ολοκληρωμένο κύκλωμα με αντιστάσεις, πυκνωτές και ημιαγωγούς να ενσωματώνονται σε ένα μικρό κομμάτι από πυρίτιο, δηλαδή ένα ολόκληρο σύστημα μέσα σε ένα μικροσίπ. Από εκεί και πέρα άνοιξε ο δρόμος για την κατασκευή ηλεκτρονικών υπολογιστών με περισσότερες δυνατότητες διεπαφής και πολύ μικρότερο μέγεθος. Τη δεκαετία του 1980 παρήχθησαν πιο ισχυροί μικροεπεξεργαστές, προσφέροντας περισσότερες δυνατότητες στους προσωπικούς υπολογιστές και οδηγώντας στη ραγδαία αύξηση της παρουσίας ηλεκτρονικών υπολογιστών στον εκπαιδευτικό τομέα. Όλο και περισσότερα πανεπιστήμια και εκπαιδευτικά ιδρύματα εξοπλίζονταν με προσωπικούς υπολογιστές. Τέλος, το 1990 δημιουργήθηκε η υπηρεσία του παγκόσμιου ιστού (World Wide Web) (Campbell-Kelly et al., 2023. Καλοβρέχτης κ.ά., 2020).

Αρχικά οι υπολογιστές ήταν μηχανήματα που κατασκευάστηκαν για πολεμικούς σκοπούς, κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου πολέμου. Όμως, στη συνέχεια, η χρήση τους διευρύνθηκε και απέκτησαν νέες δυνατότητες. Ήδη το 1969 έγινε η πρώτη σύνδεση τεσσάρων υπολογιστών στο Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνια των ΗΠΑ, που αποτέλεσε την πρώτη διαδικτυακή σύνδεση. Στις αρχές της δεκαετίας του 1980 εισήχθησαν στην εκπαιδευτική διαδικασία οι πρώτοι ηλεκτρονικοί υπολογιστές. Επρόκειτο για υπολογιστές με ασπρόμαυρες οθόνες, χαμηλή χωρητικότητα μνήμης, μικρές ταχύτητες και περιορισμένες δυνατότητες. Αργότερα, με την εξέλιξη της τεχνολογίας, οι υπολογιστές απέκτησαν περισσότερες δυνατότητες και μεγαλύτερη χωρητικότητα, επιτρέποντας την αποθήκευση περισσότερων ψηφιακών δεδομένων και τη δημιουργία του πρώτου εκπαιδευτικού λογισμικού. Το ψηφιακό εκπαιδευτικό λογισμικό ήταν κυρίως ηλεκτρονικά βιβλία, ηλεκτρονικές εγκυκλοπαίδειες, λογισμικά πρακτικής και εξάσκησης και εκπαιδευτικά παιχνίδια (Campbell-Kelly et al., 2023. Σολομωνίδου, 2006).

Από το 2000 και έπειτα, οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές και οι υπηρεσίες διαδικτύου θεωρούνταν απαραίτητες για την εκπαιδευτική διαδικασία. Οι παρουσιάσεις των εργασιών, η διαχείριση πληροφοριών και η διεξαγωγή ερευνών, πραγματοποιούνταν μέσω υπολογιστών. Ακόμη, οι υπολογιστές αξιοποιούνταν ως εργαλεία εκμάθησης (Καλοβρέχτης κ.ά., 2020). Άλλωστε, σύμφωνα με έναν ορισμό των Seels και Richey, εκπαιδευτική τεχνολογία είναι «η εφαρμογή τεχνολογικών διαδικασιών και εργαλείων για τη λύση προβλημάτων που αφορούν στη διδασκαλία και τη μάθηση» (Newby et al., 2009).

Σήμερα ο ηλεκτρονικός υπολογιστής ορίζεται ως «ένα σύστημα επεξεργασίας δεδομένων. Είναι μια μηχανή που δέχεται δεδομένα, τα επεξεργάζεται και ως αποτέλεσμα της επεξεργασίας, παράγει πληροφορίες.» (Μικρόπουλος & Μπέλλου, 2010).

Από τα πιο σημαντικά εκπαιδευτικά εργαλεία, τόσο για τον εκπαιδευτικό όσο και για τον μαθητή, είναι οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών (ΤΠΕ), με δημοφιλέστερο εργαλείο, τον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Με τη βοήθεια των ΤΠΕ, δίνεται η δυνατότητα διαχείρισης, επεξεργασίας και μεταφοράς δεδομένων με μεγάλη ευκολία. Παράλληλα, δίνεται η ευκαιρία της παρουσίασης πληροφοριών, αξιοποιώντας δυναμικές αλληλεπιδράσεις και πολλαπλές αναπαραστάσεις. Πέραν, όμως, της άμεσης συνεισφοράς των ΤΠΕ στην εκπαίδευση, υπάρχουν και έμμεσα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από τη χρήση τους, όπως το γεγονός ότι προσελκύουν το ενδιαφέρον των μαθητών και τους προσφέρουν κίνητρα για συμμετοχή στη μαθησιακή διαδικασία. Επομένως, παρακινούν τα παιδιά να συμμετέχουν ενεργά στο μάθημα, πραγματοποιώντας εκπαιδευτικές δραστηριότητες αλληλεπίδρασης και ανάδρασης (Μικρόπουλος & Μπέλλου, 2010. Stanisavljević-Petrović et al., 2015).

### 1.1.2 Οι ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διαδικασία

Η αξιοποίηση διαφόρων μέσων από τους ανθρώπους, με στόχο τη διδασκαλία των επόμενων γενεών γινόταν ήδη από την αρχαιότητα. Μέσα διδασκαλίας αποτελούν ο προφορικός λόγος, η ποίηση, η μουσική, η αφήγηση, η ζωγραφική, ο γραπτός λόγος, που εμφανίστηκε μεταγενέστερα τόσο χειρόγραφα όσο και έντυπα, η αξιοποίηση

οπτικοακουστικών μέσων και, τέλος, οι σύγχρονες τεχνολογίες. Όλα τα εργαλεία και τα μέσα διδασκαλίας, χρησιμοποιούνται με στόχο να διαδοθούν και να επεξεργαστούν οι πληροφορίες και οι γνώσεις, αλλά και για να αναπτυχθούν δεξιότητες (Σολομωνίδου, 2006).

Η τεχνολογία χρησιμοποιείται στην εκπαιδευτική διαδικασία εδώ και πολλές δεκαετίες. Το 1977 η Εκπαιδευτική Τεχνολογία ορίστηκε, από διεθνείς οργανισμούς (Council for Educational Technology, Association for Educational and Communications Technology) ως κλάδος της Παιδαγωγικής επιστήμης, που έχει ως στόχο τη βελτίωση της μάθησης μέσω της εφαρμογής γνώσεων, συστημάτων και τεχνικών. Ωστόσο, δεν πρόκειται απλώς για ένα εκπαιδευτικό μέσο, αλλά για μια ολοκληρωμένη και σύνθετη διαδικασία, που αξιοποιείται τόσο στην εκπαιδευτική διαδικασία όσο και στην έρευνα και την επεξεργασία των γνώσεων, αλλά και στην κατάρτιση των εκπαιδευτικών. Στόχος της εκπαιδευτικής τεχνολογίας είναι ο εντοπισμός προβλημάτων που διέπουν τη μάθηση και, στη συνέχεια, η εύρεση, εισαγωγή, αξιοποίηση και διαχείριση λύσεων γι' αυτά τα προβλήματα (Σολομωνίδου, 2006).

Σύμφωνα με το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών και το Διαθεματικό Πλαίσιο Προγράμματος Σπουδών του 2003, η αξιοποίηση των ΤΠΕ στη διδασκαλία συμβάλλει θετικά στον εκσυγχρονισμό του ελληνικού σχολείου. Ο τρόπος πρόσληψης και αποκωδικοποίησης της πραγματικότητας προσιδιάζει με τον τρόπο άντλησης της γνώσης μέσω των ΤΠΕ, καθώς πρόκειται για πολυτροπικά κείμενα που περιέχουν κείμενο, εικόνα και ήχο. (Μανώλη, 2011). Ο συνδυασμός πολλών εποπτικών μέσων ταυτόχρονα διευκολύνει την ανθρώπινη μάθηση, καθώς απευθύνονται σε διάφορες αισθήσεις των παιδιών (Σολομωνίδου, 2006) . Επιπλέον, τα παιδιά αναπτύσσουν δεξιότητες, οι οποίες διευκολύνουν την απόκτηση των γνώσεων (Μανώλη, 2011).

Υπάρχουν τέσσερις άξονες αξιοποίησης του ηλεκτρονικού υπολογιστή στην εκπαίδευση.

- Σύμφωνα με τον πρώτο άξονα, ο υπολογιστής χρησιμοποιείται ως γνωστικό-διερευνητικό εργαλείο. Ειδικότερα, οι μαθητές αξιοποιούν κάποια λογισμικά ανοιχτού τύπου, με στόχο τη διερεύνηση πραγματικών ή μη πραγματικών καταστάσεων, ώστε να οικοδομήσουν τις γνώσεις τους.

- Ο δεύτερος άξονας αναφέρεται στη χρήση του υπολογιστή ως εποπτικού μέσου διδασκαλίας, αξιοποιώντας λογισμικά γενικής χρήσης ως συμπλήρωση ή επέκταση των συμβατικών διδακτικών μέσων.
- Στον τρίτο άξονα ο υπολογιστής χρησιμοποιείται ως εργαλείο επικοινωνίας και αναζήτησης πληροφοριών.
- Στον τέταρτο άξονα, ο υπολογιστής χρησιμοποιείται ως μέσο για τον πληροφοριακό αλφαριθμητισμό, καθώς δίνεται έμφαση στην απόκτηση δεξιοτήτων χρήσης του υπολογιστή και την εξοικείωση με αυτόν.

Ωστόσο, οι τέσσερις άξονες ενδέχεται να συνδέονται μεταξύ τους και είναι απαραίτητο να αξιοποιούνται σε όλα τα μαθήματα, οδηγώντας σε μια ολιστική εκπαίδευση των παιδιών (Μικρόπουλος & Μπέλλου, 2010).

Η αξιοποίηση των ΤΠΕ στην μαθησιακή διαδικασία, συντελεί στη μετακίνηση από το παραδοσιακό προς το σύγχρονο μοντέλο διδασκαλίας, δηλαδή από την παθητική προς τη δυναμική μάθηση, καθώς παρέχονται νέα εργαλεία, μέσα και δυνατότητες στους μαθητές. Σύμφωνα με τις σύγχρονες παιδαγωγικές προσεγγίσεις, κρίνεται απαραίτητο η μάθηση να πραγματοποιείται μέσω της ενεργητικής και επικοινωνιακής συμμετοχής, αξιοποιώντας αυθεντικές δραστηριότητες, οι οποίες θα έχουν νόημα για την καθημερινότητα των μαθητών (Μανώλη, 2011. Haleem et al., 2022).

Η επίλυση προβλημάτων και οι διερευνητικές δραστηριότητες διευκολύνονται από την αξιοποίηση των ΤΠΕ και καλλιεργούν την κριτική σκέψη των μαθητών και την απόκτηση γνώσεων. Έτσι, δίνεται η ευκαιρία στους μαθητές να οργανώνουν τη διαδικασία μάθησης και να οικοδομούν τη γνώση τους, συνήθως σε συνεργασία με συμμαθητές τους, καλλιεργώντας ταυτόχρονα δεξιότητες αναστοχασμού (Μικρόπουλος & Μπέλλου, 2010. Haleem et al., 2022).

Ένα πολύ σημαντικό θετικό στοιχείο που προκύπτει από τη χρήση των ΤΠΕ στην εκπαίδευση είναι η διαδραστικότητα. Ειδικότερα, οι μαθητές συμμετέχουν πιο ενεργά στο μάθημα και παρουσιάζουν μεγαλύτερο ενδιαφέρον για την εκπαιδευτική διαδικασία, καθώς οι πληροφορίες δεν μεταδίδονται από τον εκπαιδευτικό, αλλά οι μαθητές εκτελούν διάφορες ενέργειες και οικοδομούν σταδιακά τη γνώση τους. Επομένως, το μάθημα καθίσταται πιο διασκεδαστικό, αλλά και αποτελεσματικό. Παράλληλα, εξοικονομούνται πόροι και χρόνος για κάποιες δραστηριότητες, όπως η

διεξαγωγή πειραμάτων και η αναζήτηση πληροφοριών, που θα πραγματοποιούνταν πιο δύσκολα χωρίς τη χρήση των ΤΠΕ (Καλοβρέχτης κ.ά., 2020. Laurillard, 2008).

Η αξιοποίηση των Νέων Τεχνολογιών στην εκπαίδευση οδηγεί στη ριζική αλλαγή της εκπαιδευτικής διαδικασίας, καθώς οι υπολογιστές δεν είναι απλές μηχανές. Αντιθέτως, πρόκειται για μηχανήματα που έχουν πολλές δυνατότητες, όπως η μίμηση της ανθρώπινης σκέψης, η πραγματοποίηση υπολογισμών, η αναπαράσταση της πραγματικότητας, η ανατροπή των χωροχρονικών υπολογισμών και η διευκόλυνση της επικοινωνίας και της συνεργασίας (Ράπτης & Ράπτη, 2006).

Η χρήση του υπολογιστή ως εκπαιδευτικού εργαλείου έχει πολλά πλεονεκτήματα για τη μάθηση. Οι εικόνες και οι ήχοι δημιουργούν πολυαισθητηριακά κείμενα, τα οποία, σε συνδυασμό με το κείμενο, διευκολύνουν την οικοδόμηση του προσωπικού νοήματος από τον μαθητή. Οι πολλαπλές αναπαραστάσεις μπορούν να μεταδώσουν τις πληροφορίες πιο αποτελεσματικά από τη λεκτική και αφηρημένη αναπαράσταση των παραδοσιακών εργαλείων διδασκαλίας. Παράλληλα, τα παραδοσιακά εργαλεία μάθησης ήταν στατικά, δηλαδή δεν μπορούσαν να αλλάξουν και να εξελιχθούν, κατά την αλληλεπίδραση με τον μαθητή (Laurillard, 2008).

Αντιθέτως, τα τεχνολογικά εργαλεία είναι δυναμικά και διευκολύνουν την αλληλεπίδραση με τον μαθητή, ο οποίος δέχεται πολλαπλά ερεθίσματα και άμεση ανατροφοδότηση και οδηγείται στην ανάπτυξη νοητικών διεργασιών και την οικοδόμηση της γνώσης του. Επομένως, αναπτύσσεται η ικανότητα παρατήρησης, επαγωγικής σκέψης, διατύπωσης και ελέγχου υποθέσεων, εννοιολογικών κατηγοριοποιήσεων και επίλυσης προβλημάτων (Reid-Martinez & Grooms, 2021. Ράπτης & Ράπτη, 2006).

Η δράση και ο πειραματισμός αποτελούν βασικές διαδικασίες ενός μαθήματος που έχει σχεδιαστεί σύμφωνα με τις αρχές του εποικοδομισμού. Οι προσομοιώσεις και οι μοντελοποιήσεις μέσω υπολογιστή, βοηθούν τον μαθητή να δρα, να πειραματίζεται, να αυτοελέγχεται και να αυτοδιορθώνεται. Επίσης, προσφέρουν άμεσα ερεθίσματα και οδηγούν τους μαθητές στην συνειδητοποίηση και την αναδόμηση των εναλλακτικών ιδεών τους και την οικοδόμηση των νέων γνώσεων (Reid-Martinez & Grooms, 2021. Ράπτης & Ράπτη, 2006).

Επομένως, η αξιοποίηση των ΤΠΕ έχει πολλά πλεονεκτήματα σχετικά με τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να εντοπίσουν πληθώρα πληροφοριών σχετικά με οποιοδήποτε θέμα των φυσικών επιστημών. Επιπλέον, υπάρχουν ψηφιακά εργαλεία συλλογής των δεδομένων, όπως είναι οι αισθητήρες, αλλά και οργάνωσής τους, όπως είναι τα υπολογιστικά φύλλα. Παράλληλα, με τη βοήθεια των πολυμέσων, όπως οι προσομοιώσεις, τα δεδομένα μπορούν να οπτικοποιηθούν, ώστε να γίνουν κατανοητά από τους μαθητές και να μελετηθούν σε βάθος. Παράλληλα, η ανάλυση των δεδομένων μπορεί να απλουστευθεί μέσω της αξιοποίησης διαφόρων λογισμικών και να οδηγήσει στην εξαγωγή συμπερασμάτων. Τέλος, υπάρχουν διάφορα προγράμματα τα οποία δίνουν τη δυνατότητα της παρουσίασης και της επικοινωνίας των συμπερασμάτων (Roblyer & Aaron, 2014).

Για να είναι αποτελεσματικό ένα μάθημα στο οποίο εντάσσονται ΤΠΕ, είναι απαραίτητο οι δραστηριότητες που πραγματοποιούνται να εντάσσονται σε συγκεκριμένα σενάρια διδασκαλίας, δηλαδή σε ολοκληρωμένα μαθησιακά πλαίσια που περιλαμβάνουν συγκεκριμένα βήματα με σκοπό την οικοδόμηση της γνώσης (Μικρόπουλος & Μπέλλου, 2010).

Επομένως, είναι απαραίτητες οι γνώσεις και οι δεξιότητες σχετικά με τη χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών, σε συνδυασμό με τις γνώσεις για τις θεωρίες μάθησης (Μικρόπουλος & Μπέλλου, 2010). Ειδικότερα, για να μπορέσει ένας εκπαιδευτικός να ενσωματώσει με αποτελεσματικό τρόπο τις ΤΠΕ στη διδασκαλία του, είναι απαραίτητο να έχει γνώσεις σε τρία πεδία, την παιδαγωγική, το περιεχόμενο του γνωστικού αντικείμενου και την τεχνολογία. Ως παιδαγωγική γνώση μπορεί να οριστεί η γνώση των πρακτικών και των μεθόδων διδασκαλίας, οι στόχοι και οι αξίες της διδασκαλίας και της μάθησης, σε συνδυασμό με τις παρανοήσεις των εκπαιδευτικών. Η γνώση περιεχομένου αναφέρεται στις γνώσεις του εκπαιδευτικού σχετικά με το αντικείμενο που πρόκειται να διδάξει. Τέλος, η τεχνολογική γνώση αφορά στις γνώσεις και τις δεξιότητες χειρισμού του ηλεκτρονικού υπολογιστή και άλλων εργαλείων τεχνολογίας. (Salavati, 2016. Καλοβρέχτης κ.ά., 2020).

Τα τρία πεδία γνώσεων συνδυάζονται και αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, ώστε να σχεδιάζονται αποτελεσματικές διδασκαλίες. Ο όρος που συμπεριλαμβάνει και τα τρία είδη γνώσεων είναι το TPACK (Technology Knowledge=Τεχνολογική Γνώση,

Pedagogy Knowledge=Παιδαγωγική Γνώση, Content Knowledge=Γνώση Περιεχομένου). Το TPACK θα μπορούσε να αξιοποιηθεί για το σχεδιασμό της διδασκαλίας με βάση τη θεωρία του εποικοδομισμού, καθώς χρησιμοποιεί διδακτικές τεχνικές για την εκμείωση των ιδεών των μαθητών και τη σταδιακή εννοιολογική αλλαγή, αξιοποιώντας τις ΤΠΕ (Rodríguez et al., 2019. Καλοβρέχτης κ.ά., 2020).

Τα τελευταία χρόνια, εκτός από τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές, χρησιμοποιούνται σε μεγάλο βαθμό και τα τάμπλετ στη μαθησιακή διαδικασία. Το μικρότερο μέγεθος και κόστος οδήγησε στην ολοένα και αυξανόμενη χρήση τους, τόσο στα εκπαιδευτικά ιδρύματα όσο και στα σπίτια των μαθητών (Καλοβρέχτης κ.ά., 2020).

### 1.1.3 Εκπαιδευτικά λογισμικά

Οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές αποτελούνται από δύο μέρη, το υλικό μέρος, που ονομάζεται hardware και τα προγράμματα, που είναι απαραίτητα για τη λειτουργία του και ονομάζονται λογισμικό (software). Το λογισμικό του υπολογιστή αποτελείται από το λογισμικό συστήματος και το λογισμικό εφαρμογών. Το λογισμικό συστήματος περιλαμβάνει προγράμματα διαχείρισης της μνήμης του υπολογιστή, των συσκευών που συνδέονται με αυτόν και των αρχείων του. Παράλληλα, τα προγράμματα διαχείρισης συντονίζουν τη λειτουργία των τμημάτων του υπολογιστή και καθιστούν πιο εύκολη την εκτέλεση άλλων προγραμμάτων, δημιουργώντας ένα περιβάλλον εργασίας και διευκολύνοντας την επικοινωνία του χρήστη με τον υπολογιστή (Μικρόπουλος & Μπέλλου, 2010).

Από την άλλη πλευρά, το λογισμικό εφαρμογών περιλαμβάνει προγράμματα τα οποία επιτρέπουν στον υπολογιστή να λειτουργεί με συγκεκριμένο τρόπο και να εκτελεί κάποιες συγκεκριμένες εργασίες, που προκύπτουν από τις ανάγκες και τις απαιτήσεις του χρήστη. Οι γλώσσες προγραμματισμού, τα προϊόντα λογισμικού γενικής χρήσης, όπως οι επεξεργαστές κειμένου, οι βάσεις δεδομένων, τα λογιστικά φύλλα και οι εξειδικευμένες εφαρμογές που αποτελούνται από πολυμεσικά στοιχεία, είναι παραδείγματα λογισμικών εφαρμογών. Τα περισσότερα λογισμικά εφαρμογών συνδυάζουν περισσότερα από ένα μέσα, όπως εικόνα, ήχο κείμενο και βίντεο, δηλαδή καθίστανται πολυμεσικά. Ακόμη, τα ηλεκτρονικά παιχνίδια και κάποιες εφαρμογές



που διευκολύνουν την επικοινωνία μέσω του διαδικτύου, αποτελούν λογισμικά εφαρμογών (Μικρόπουλος & Μπέλλου, 2010).

Μία κατηγορία λογισμικών εφαρμογών είναι τα εκπαιδευτικά λογισμικά, δηλαδή εκείνα που έχουν δημιουργηθεί για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Συνήθως χρησιμοποιούν πολυμέσα, δηλαδή παρουσιάζουν πληροφορίες με διάφορα οπτικοακουστικά μέσα, διευκολύνοντας τη μάθηση. Τα εκπαιδευτικά λογισμικά αποτελούνται από εφαρμογές που εξυπηρετούν εκπαιδευτικές ανάγκες και μπορεί να βρίσκονται σε ηλεκτρονικούς υπολογιστές, φορητές συσκευές ή στον παγκόσμιο ιστό. Μπορούν να αξιοποιηθούν ως εργαλεία εξάσκησης, πηγές γνώσης και πληροφοριών, διευκολύνοντας την εκπαιδευτική διαδικασία (Καλοβρέχτης κ.ά., 2020).

Πρόκειται για προγράμματα που έχουν σχεδιαστεί για τη διδασκαλία δεξιοτήτων ή πληροφοριών, επιλύοντας προβλήματα ή παρουσιάζοντας κάποια παραδείγματα ή επεξηγήσεις φαινομένων. Εκπαιδευτικά λογισμικά αποτελούν τα προγράμματα καθοδηγούμενης εκμάθησης, τα προγράμματα εξάσκησης και πρακτικής και οι προσομοιώσεις (Roblyer & Aaron, 2014).

Τα εκπαιδευτικά λογισμικά δημιουργούν ένα πλούσιο και ελκυστικό περιβάλλον, το οποίο αποτελεί πρόκληση για τον μαθητή. Ειδικότερα, ο μαθητής αποκτά γνώσεις μέσω πειραματισμού και δημιουργίας, γεγονός που δεν είναι εφικτό με την παραδοσιακή διδασκαλία. Με την αξιοποίηση των εκπαιδευτικών λογισμικών, η διδασκαλία εμπλουτίζεται και μετατρέπεται σε αλληλεπιδραστική, διαθεματική και διερευνητική (Μανώλη, 2011).

Επομένως, η εκπαιδευτική διαδικασία καθίσταται πιο ενδιαφέρουσα για τους μαθητές και η εκμάθηση διευκολύνεται. Ο ρόλος του εκπαιδευτικού μετατρέπεται σε καθοδηγητικό, καθώς οι μαθητές καλούνται να συνεργαστούν μεταξύ τους, να πραγματοποιήσουν εικονικά πειράματα και να επιλύσουν προβλήματα, αναπτύσσοντας την κριτική τους σκέψη, την παρατήρηση, τη φαντασία και την εφευρετικότητά τους. Οι μαθητές εμπλέκονται ενεργά στην επίλυση προβλημάτων, αποκτώντας το αίσθημα του ελέγχου, εντοπίζοντας και διορθώνοντας τα λάθη τους. Η αξιοποίηση των λαθών τους οδηγεί στην ανακάλυψη και απόκτηση γνώσεων, αναπτύσσοντας τη φαντασία και τη δημιουργικότητά τους (Dikke et al., 2014. Καλοβρέχτης κ.ά., 2020) .

Υπάρχουν πολλές κατηγοριοποιήσεις των εκπαιδευτικών λογισμικών. Ανάλογα με τον τρόπο που διατίθενται στο ευρύ κοινό, διακρίνονται σε «ελεύθερα», στα οποία η πρόσβαση είναι δωρεάν και «εμπορικά», στα οποία η πρόσβαση γίνεται επί πληρωμή. Παράλληλα, διακρίνονται σε «εφαρμογές διαδικτύου», όταν εκτελούνται στο διαδίκτυο και σε «πακέτα», τα οποία είναι απαραίτητο να εγκατασταθούν σε υπολογιστές ή άλλες φορητές συσκευές, ώστε να μπορούν να εκτελεστούν. Ακόμη, ανάλογα με το περιεχόμενό τους και τους εκπαιδευτικούς σκοπούς για τους οποίους χρησιμοποιούνται, χωρίζονται σε «κλειστού» και «ανοικτού» τύπου. Στα λογισμικά ανοικτού τύπου δίνονται περισσότερες ευκαιρίες αλληλεπίδρασης και πρωτοβουλιών σε σχέση με τα λογισμικά κλειστού τύπου (Καλοβρέχτης κ.ά., 2020).

Υπάρχουν κάποια λογισμικά που δίνουν τη δυνατότητα πραγματοποίησης εικονικών πειραμάτων και αναπαραστάσεων των φυσικών φαινομένων. Οι μαθητές μπορούν να αλληλεπιδράσουν με την εφαρμογή και να διερευνήσουν με ενεργητικό τρόπο διάφορα φυσικά φαινόμενα και έννοιες της φυσικής. Υπάρχουν κάποια πλεονεκτήματα που προκύπτουν από τη διεξαγωγή εικονικών πειραμάτων. Καταρχάς, δίνεται η δυνατότητα στα παιδιά να πραγματοποιήσουν πολλές φορές το ίδιο πείραμα, ώστε να καταλήξουν σε πιο ασφαλή συμπεράσματα. Παράλληλα, για την πραγματοποίηση των πειραμάτων είναι απαραίτητος μόνο ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής ή κάποια φορητή συσκευή, ενώ αλλιώς θα χρειαζόταν ειδικός εξοπλισμός, ο οποίος σε κάποιες περιπτώσεις ίσως θα ήταν ακριβός. Τέλος, με αυτόν τον τρόπο πραγματοποιούνται από τους μαθητές πειράματα, τα οποία δεν θα μπορούσαν να γίνουν σε φυσικό εργαστήριο, καθώς θα ήταν επικίνδυνα για τα παιδιά (Dikke et al., 2014. Καλοβρέχτης κ.ά., 2020).

Τα λογισμικά λειτουργούν υποστηρικτικά στη διδασκαλία, ενδυναμώνοντας τον εκπαιδευτικό, χωρίς να τον αντικαθιστούν. Ανάλογα με τα χαρακτηριστικά και τη λειτουργία του κάθε είδους λογισμικού, δίνεται η δυνατότητα να κατηγοριοποιηθούν σε πέντε κατηγορίες: α) εξάσκηση και πρακτική (drill and practice), β) καθοδηγούμενη εκμάθηση (tutorial), γ) προσομοίωση (simulation), δ) εκπαιδευτικό παιχνίδι (instructional game) και ε) επίλυση προβλημάτων (problem solving). Ωστόσο, τα όρια μεταξύ των κατηγοριών δεν είναι σαφή και υπάρχει η πιθανότητα ένα λογισμικό να εντάσσεται σε δύο ή παραπάνω κατηγορίες (Roblyer & Aaron, 2014).

Τα εκπαιδευτικά λογισμικά μπορούν να συμβάλλουν στον μετασχηματισμό των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών και να τους οδηγήσουν στην επιστημονική γνώση. Ο σχεδιασμός των λογισμικών είναι απαραίτητο να γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να εμπλέκει τους μαθητές σε δημιουργικές και παιγνιώδεις δραστηριότητες διερεύνησης και επίλυσης προβλημάτων, ώστε να καλλιεργείται η κριτική τους σκέψη και η εφευρετικότητά τους. Παράλληλα, προωθούν τη συνεργατική μάθηση, καθώς πολλές φορές απαιτούν την ομαδική εργασία. Οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να ελέγχουν τις μεταβλητές και να πειραματίζονται, αλληλεπιδρώντας με το περιβάλλον του λογισμικού. Αυτό τους βοηθάει να αντιμετωπίσουν τις εναλλακτικές τους ιδέες, οι οποίες πολλές φορές δημιουργούνται λόγω του γεγονότος ότι τα παιδιά δεν λαμβάνουν υπόψη όλα τα δεδομένα που επηρεάζουν ένα φαινόμενο, αλλά εστιάζουν μόνο σε μία μεταβλητή (Πλιάσα κ.α., 2007).

Το 1999, οι Haugland και Shade διατύπωσαν κάποια κριτήρια επιλογής των εκπαιδευτικών λογισμικών για παιδιά μικρής ηλικίας. Πρόκειται για τα εξής κριτήρια:

- **Ηλικιακά κατάλληλο λογισμικό:** Είναι απαραίτητο οι εκπαιδευτικοί να έχουν ρεαλιστικές προσδοκίες από τα παιδιά και να επιλέγουν λογισμικά τα οποία να μπορούν να χειριστούν οι μαθητές τους. Επιπλέον, τα λογισμικά καλούνται να ανταποκρίνονται στη γνωστική, συναισθηματική, σωματική και κοινωνική ανάπτυξη του παιδιού.
- **Έλεγχος από το παιδί:** Οι μαθητές είναι καλό να εμπλέκονται ενεργά στην εκπαιδευτική διαδικασία και να πλοηγούνται στο λογισμικό, λαμβάνοντας αποφάσεις και αποκτώντας γνώσεις.
- **Σαφείς οδηγίες:** Είναι πολύ σημαντικό να υπάρχουν στο λογισμικό προφορικές οδηγίες, οι οποίες θα παρουσιάζονται με απλότητα και σαφήνεια. Επιπλέον, η αξιοποίηση εικόνων και κουμπιών θεωρείται πολύ βοηθητική για τους μαθητές.
- **Επέκταση της πολυπλοκότητας:** Η διαβάθμιση δυσκολίας στις δραστηριότητες που καλούνται να πραγματοποιήσουν οι μαθητές, είναι πολύ σημαντική, ώστε να μετακινούνται σταδιακά από το ένα επίπεδο στο επόμενο, διευρύνοντας τις γνώσεις τους.
- **Ανεξαρτησία:** Είναι απαραίτητο να έχουν οι μαθητές τη δυνατότητα να χειρίζονται το λογισμικό με όσο το δυνατόν λιγότερη καθοδήγηση από τον εκπαιδευτικό, ο οποίος θα έχει έναν καθοδηγητικό και υποστηρικτικό ρόλο.

- Απουσία βίας: Το λογισμικό πρέπει να χαρακτηρίζεται από απουσία βίας, τόσο με τη μορφή βίαιων χαρακτήρων και πράξεων, όσο και με την ύπαρξη αντικειμένων βίας, όπως όπλων και βομβών. Αντιθέτως, είναι πολύ σημαντικό να προωθούνται αξίες, όπως η αλληλεγγύη, η συνεργασία, η φιλία και η επικοινωνία.
- Προσανατολισμός στη διαδικασία: Είναι απαραίτητος ο προσανατολισμός του λογισμικού στη διαδικασία και όχι στο αποτέλεσμα. Ειδικότερα, πρέπει να δημιουργούνται συνθήκες ανακάλυψης και εξερεύνησης και να δίνεται έμφαση στην αναζήτηση της γνώσης, έναντι της επιβράβευσης.
- Ύπαρξη μοντέλων από τον πραγματικό κόσμο: Η ύπαρξη ρεαλιστικών χαρακτήρων είναι πολύ σημαντική, ώστε να μπορέσει το παιδί να εξοικειωθεί με αυτούς και να δημιουργήσει συσχετίσεις με την πραγματικότητα.
- Τεχνικά χαρακτηριστικά: Τα λογισμικά που επιλέγονται για μικρά παιδιά είναι καλό να περιέχουν κινούμενες εικόνες, χρώματα, να αποθηκεύονται εύκολα και να μην «κολλάνε».
- Μετασχηματισμοί: Είναι απαραίτητο να δίνεται η δυνατότητα στα παιδιά να αλλάζουν καταστάσεις και αντικείμενα πολλές φορές, ώστε να επιλέγουν μόνα τους τη διαμόρφωση του χώρου και τη διαχείριση των δεδομένων. Επιπλέον, μπορεί να καταστήσει κατανοητές διάφορες διαδικασίες και φαινόμενα που δεν μπορούν να γίνουν αντιληπτά στην πραγματικότητα (Νικολοπούλου, 2018).

#### 1.1.4 Προσομοιώσεις

Η προσομοίωση ορίζεται ως «η διαδραστική μίμηση της δομής και της συμπεριφοράς ενός φυσικού, κοινωνικού ή φανταστικού φαινομένου, γεγονότος, αντικειμένου, διαδικασίας ή συστήματος με βάση την αφαιρετική αναπαράστασή του από ένα μοντέλο» (Φεσάκης, 2019).

Προσομοιώσεις μπορούν να υπάρξουν και χωρίς την αξιοποίηση υπολογιστή. Τέτοια παραδείγματα είναι τα παιχνίδια ρόλων, το δράμα και οι προσομοιώσεις καταστάσεων με βάση κάποιο σενάριο για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Οι προσομοιώσεις που χρησιμοποιούν υπολογιστές για να πραγματοποιηθούν, λέγονται υπολογιστικές. Οι υπολογιστικές προσομοιώσεις έχουν πολλά πλεονεκτήματα, όπως

την παρουσίαση δυναμικών, σύνθετων και πολύπλοκων συστημάτων και επικίνδυνων ή οικονομικά ασύμφορων πειραμάτων (Φεσάκης, 2019).

Οι προσομοιώσεις που χρησιμοποιούνται για εκπαιδευτικούς σκοπούς πολλές φορές εντάσσονται σε κάποιο διδακτικό σενάριο, δηλαδή «μία δομημένη περιγραφή μέσα στην οποία ο εκπαιδευτικός κατανοεί πλήρως την εφαρμογή του γνωστικού αντικείμενου –ή περισσοτέρων γνωστικών αντικείμενων στην περίπτωση εφαρμογής διαθεματικής προσέγγισης- εστιάζοντας σε συγκεκριμένους στόχους και δεξιότητες για τους μαθητές». Οι εκπαιδευτικοί αξιοποιούν τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών και δημιουργούν τα κατάλληλα διδακτικά σενάρια, λαμβάνοντας υπόψη την ηλικία των μαθητών. Σκοπός του διδακτικού σεναρίου είναι η αντιμετώπιση των εναλλακτικών ιδεών και η οικοδόμηση των γνώσεων από τους μαθητές, με τον εκπαιδευτικό να αναλαμβάνει καθοδηγητικό ρόλο στη διαδικασία (Καλοβρέχτης κ.ά., 2020).

Πολλές φορές οι προσομοιώσεις συγχέονται με τους μικρόκοσμους (microworlds), οι οποίοι όμως έχουν μία σημαντική διαφορά. Οι μικρόκοσμοι δεν είναι απαραίτητο να παρουσιάζουν ένα πραγματικό φυσικό ή κοινωνικό φαινόμενο, αλλά μπορεί να αφορούν σε ένα φανταστικό σύστημα, το οποίο δεν έχει άμεσο φυσικό ανάλογο (Φεσάκης, 2019).

Ακόμη, παρατηρείται το φαινόμενο να ταυτίζονται οι προσομοιώσεις με τα ψηφιακά παιχνίδια. Πράγματι, είναι πιθανό τα παιχνίδια να περιέχουν προσομοιώσεις, όμως δεν είναι όλες οι προσομοιώσεις παιχνίδια ούτε όλα τα παιχνίδια προσομοιώσεις. Για να θεωρηθεί κάτι ως παιχνίδι είναι απαραίτητο να έχει κάποια χαρακτηριστικά, όπως παίκτες, ψυχαγωγία, ανταγωνισμό, πρόκληση, στόχους και ένα σύστημα επιβράβευσης (Φεσάκης, 2019).

Η αξιοποίηση των προσομοιώσεων στην εκπαιδευτική διαδικασία έχει πολλά πλεονεκτήματα. Καταρχάς, η αξιοποίησή τους μπορεί να προσελκύσει το ενδιαφέρον των μαθητών. Επιπλέον, δίνεται η δυνατότητα να απλοποιούνται σύνθετες διαδικασίες οδηγώντας σε ευκολότερη μάθηση. Παράλληλα, πραγματοποιούνται με ασφάλεια επικίνδυνα πειράματα, ενώ καθίσταται εφικτή η παρουσίαση φαινομένων του μικρόκοσμου ή του μακρόκοσμου. Μπορούν να αξιοποιηθούν είτε δασκαλοκεντρικά ως προσομοιώσεις επίδειξης, είτε μαθητοκεντρικά, εμπλέκοντας τους μαθητές και αλληλεπιδρώντας μαζί τους. Οι μαθητές μπορούν να εμπλακούν

ενεργά σε καταστάσεις του φυσικού κόσμου ή σε προβλήματα, τα οποία δεν θα μπορούσαν να προσεγγίσουν με διαφορετικό τρόπο (Dikke et al., 2014. Φεσάκης, 2019). Επιπλέον, δίνουν τη δυνατότητα παρατήρησης και μελέτης της σταδιακής εξέλιξης ενός φαινομένου. Παράλληλα, καθίσταται δυνατή η μεταβολή κάποιων παραμέτρων, η εισαγωγή δεδομένων κατά τη διάρκεια της διεξαγωγής του πειράματος και η σύγκριση του ίδιου φαινομένου σε διαφορετικές καταστάσεις (Driver et al., 1998).

Τις τελευταίες δεκαετίες, η διαθεσιμότητα και η αξιοποίηση των εκπαιδευτικών προσομοιώσεων έχει αυξηθεί ραγδαία. Υπάρχει μεγάλη ποικιλία προσομοιώσεων, κάποιες από τις οποίες προσφέρονται δωρεάν ή επί πληρωμή, σε ιστοσελίδες στο διαδίκτυο ή σε λογισμικά. Οι προσομοιώσεις έχουν σχεδιαστεί για να διευκολύνουν την διδασκαλία και τη μάθηση μέσω της οπτικοποίησης και της διάδρασης με δυναμικά μοντέλα των φυσικών φαινομένων (de Jong & Van Joolingen, 1998, στο Trundle & Bell, 2010).

## **1.2 Η μάθηση στις φυσικές επιστήμες**

### 1.2.1 Οι φυσικές επιστήμες στην προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία

Η διδασκαλία των φυσικών επιστημών στην προσχολική και την πρώτη σχολική ηλικία αποτελεί την πρώτη επαφή των μαθητών με την επιστήμη. Επομένως, είναι πολύ σημαντικό να αποκτήσουν οι μαθητές επιστημονικές ιδέες, αλλά και θετική στάση απέναντι στην επιστήμη. Η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου και των κατάλληλων δραστηριοτήτων από τους εκπαιδευτικούς, μπορεί να οδηγήσει προς αυτή την κατεύθυνση. Η αξιοποίηση της φυσικής περιέργειας των μαθητών και της ενασχόλησής τους με το περιβάλλον, είναι απαραίτητη για την αποτελεσματικότερη διδασκαλία (Καλογιαννάκης, 2018). Είναι πολύ σημαντικό να διδάσκονται οι μαθητές το συγκεκριμένο μάθημα, αν και το περιεχόμενο των Φυσικών Επιστημών είναι αρκετά δύσκολο για τα παιδιά της συγκεκριμένης ηλικίας, καθώς τα φυσικά φαινόμενα είναι αρκετά σύνθετα (Πλιάσα κ.α., 2009).

Ουσιαστικά η διδασκαλία των φυσικών επιστημών συντελείται μέσω της «μετάφρασης» της επιστημονικής γλώσσα στην καθημερινή γλώσσα των μαθητών

και του σχηματισμού πρόδρομων εννοιολογικών μοντέλων των Φυσικών Επιστημών. Η επιλογή της διερευνητικής μεθόδου διδασκαλίας επιτρέπει στους μαθητές να εμπλακούν σε αυθεντικές επιστημονικές εμπειρίες και να αποκτήσουν επιστημονικές δεξιότητες, όπως η παρατήρηση, η επικοινωνία, η σύγκριση, η ταξινόμηση, η μέτρηση, η ερμηνεία και η πρόβλεψη (Καλογιαννάκης, 2018).

Για τη διδασκαλία μαθητών προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας είναι προτιμότερο να επιλέγονται ως θέματα διδασκαλίας τα φαινόμενα που είναι άμεσα παρατηρήσιμα στην καθημερινή τους ζωή, όπως το χρώμα, το φως και οι μαγνήτες. Με αυτόν τον τρόπο τα παιδιά αποκτούν κίνητρα για την εξερεύνηση του κόσμου που τα περιβάλλει (Καλογιαννάκης, 2018).

Τις τελευταίες δεκαετίες, η διδακτική των φυσικών επιστημών και η απόκτηση γνώσεων και δεξιοτήτων από τους μαθητές, αποτελεί βασικό θέμα συζήτησης των εκπαιδευτικών μεταρρυθμίσεων. Μέσω αυτών των συζητήσεων, εξήχθη το συμπέρασμα ότι οι μαθητές είναι σε θέση να διδαχθούν τις έννοιες των φυσικών επιστημών ήδη από την προσχολική και την πρώτη σχολική ηλικία, καθώς είναι πολύ σημαντικός ο επιστημονικός αλφαριθμητισμός για όλα τα παιδιά, στο πλαίσιο της εκπαίδευσης του πολίτη. Παράλληλα, σε έγγραφα διεθνών και εθνικών οργανισμών, αναφέρεται πως η διδασκαλία των φυσικών επιστημών είναι προτιμότερο να αντιμετωπίζεται ως μία διαδικασία με την οποία καλλιεργείται η λογική σκέψη των μαθητών και η κατανόηση του κόσμου, παρά ως μία διαδικασία απομνημόνευσης γεγονότων (Πλακίτση, 2008).

Στα κείμενα των εκπαιδευτικών μεταρρυθμίσεων, τονίζεται ότι η ενεργός (hands-on) συμμετοχή των παιδιών στη διαδικασία της μάθησης, τους προσφέρει μαθησιακές εμπειρίες ιδιαίτερες σημαντικές και ενδιαφέρουσες, ιδίως εκείνες της παρατήρησης και της ανάλυσης δεδομένων (Πλακίτση, 2008).

Άλλωστε, τα παιδιά ήδη από τη βρεφική ηλικία έρχονται σε επαφή με τις έννοιες των φυσικών επιστημών, καθώς παρατηρούν τον κόσμο γύρω τους και μαθαίνουν για τα σχήματα, το βάρος, τα είδη των ζώων, κλπ. Ο ρόλος των εκπαιδευτικών της προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας, είναι να οργανώσουν τη μάθηση των εννοιών σε πλαίσια. Είναι πολύ σημαντικό να εξασκούνται οι μαθητές στην επίλυση δομημένων προβλημάτων, τα οποία όμως θα σχετίζονται με τις εμπειρίες των παιδιών

από την καθημερινή τους ζωή. Η απλή ενημέρωση για τα επιτεύγματα των φυσικών επιστημών και η απομνημόνευσή τους είναι προτιμότερο να αντικατασταθεί από την πραγματική ενασχόληση με τις επιστημονικές δραστηριότητες (Πλακίτση, 2008).

### 1.2.2 Οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών

Σύμφωνα με έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί στους επιστημονικούς τομείς της γνωστικής ψυχολογίας και της διδακτικής των Φυσικών επιστημών, έχουν αναδεχθεί δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές στην κατανόηση εννοιών και φαινομένων των φυσικών επιστημών, όπως διδάσκονται στην τυπική εκπαίδευση. Οι έννοιες που διδάσκονται στο σχολείο, όπως είναι διατυπωμένες στα σχολικά εγχειρίδια, έρχονται σε αντίθεση με τον τρόπο που αντιλαμβάνονται οι μαθητές τα φυσικά φαινόμενα στην καθημερινή ζωή τους (Χαλκιά, 2006, στο Πανούτσου & Τσαλίκη, 2014).

Ήδη από το 1967 ο Burge χρησιμοποίησε τον όρο «εσφαλμένες αντιλήψεις των μαθητών» για να αναφερθεί στις εναλλακτικές ιδέες των παιδιών, ενώ η συστηματική έρευνα ξεκίνησε το 1978, οπότε συνδέθηκε η μάθηση του γνωστικού αντικείμενου με τη νοητική ανάπτυξη των παιδιών. Άλλοι όροι που έχουν χρησιμοποιηθεί για τις ιδέες των μαθητών είναι: α) οι «*πρώιμες αντιλήψεις*» (preconceptions), οι οποίες έχουν διαμορφωθεί πριν από την παρέμβαση του εκπαιδευτικού, β) οι «*εσφαλμένες αντιλήψεις*» (misconceptions), οι «*εναλλακτικές ιδέες*» (alternative ideas) και οι «*αντιλήψεις*» (conceptions), οι οποίες χρησιμοποιούνται για τις ιδέες που είναι εσφαλμένες και παραμένουν, παρά την παρέμβαση του εκπαιδευτικού, γ) ο όρος «*σχήματα*» (schema), που εισήγαγε ο Piaget και δ) ο όρος «*πλαίσιο*» (frame), που διαμορφώθηκε από τη γνωστική ψυχολογία (Κώτσης, 2006). Ακόμη, η Χαλκιά (2008) αναφέρθηκε στις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών με τους όρους «*παρανοήσεις*», «*διαισθητικές ιδέες*», «*επιστήμη των παιδιών*», «*αναπαραστάσεις*» ή «*νοητικά μοντέλα*» ( Παρασκευοπούλου, 2019). Ωστόσο, οι εναλλακτικές ιδέες δεν αποτελούν απλές παρανοήσεις, αλλά συγκεκριμένες νοητικές κατασκευές που χρησιμοποιούνται για την ερμηνεία του κόσμου. Πρόκειται για ιδέες με διαχρονική ισχύ και γενικότητα, όμως κάποιες φορές διαφοροποιούνται, ώστε να είναι επαρκείς για να μπορούν να ερμηνεύσουν τα δεδομένα και να επιλύσουν προβλήματα (Harlen & Elstgeest, 2005).



Ο άνθρωπος, μέσω της εξέλιξης, έχει εφοδιαστεί με την ικανότητα να αναπτύσσει μοντέλα για την ερμηνεία του κόσμου. Από την αρχαιότητα, οι άνθρωποι προσπαθούσαν να εξηγήσουν τα φυσικά φαινόμενα και τις αιτίες που τα προκαλούν. Με τον ίδιο τρόπο δημιουργούνται διάφορα νοητικά μοντέλα ή νοητικές κατασκευές από τα παιδιά, τα οποία προσπαθούν να ερμηνεύσουν τον κόσμο και τα φυσικά φαινόμενα, χρησιμοποιώντας τις προηγούμενες εμπειρίες τους (Allen, 2019). Αυτές οι ιδέες αναπτύσσονται μέσω των κοινωνικών αλληλεπιδράσεων και της γλώσσας. Για παράδειγμα, η φράση «Άνοιξε το φως» ή «Κλείσε το φως», μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα στην κατανόηση των μαθητών ως προς το ηλεκτρικό κύκλωμα, καθώς το αναμμένο φως αντιστοιχεί σε κλειστό κύκλωμα, ενώ το κλειστό φως σε ανοιχτό κύκλωμα (Κώτσης, 2006). Ακόμη, οι εναλλακτικές ιδέες μπορεί να προκληθούν από την κακή επικοινωνία μεταξύ δασκάλου και μαθητή κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας και από τη γλώσσα που χρησιμοποιείται στα σχολικά εγχειρίδια (Harlen & Elstgeest, 2005).

Πολύ συχνό φαινόμενο, κυρίως για τους μαθητές μικρής ηλικίας, είναι να προσπαθούν να ερμηνεύσουν τα φυσικά φαινόμενα, με βάση τη χρησιμότητα που έχουν για τον άνθρωπο, δίνοντας δηλαδή έναν ανθρωποκεντρικό χαρακτήρα. Για παράδειγμα, ερμηνεύουν την ύπαρξη του οξυγόνου με βάση τη χρησιμότητά του για την επιβίωση του ανθρώπου. Ακόμη, συνηθίζεται να δίνουν ανθρωπομορφικά χαρακτηριστικά στα φυσικά φαινόμενα, όπως για παράδειγμα η σύνδεση της βροχής με τα δάκρυα που έχουν τα σύννεφα, επειδή κλαίνει. Άλλωστε, δεν λαμβάνουν υπόψη τα μη ορατά, καθώς δεν μπορούν να αντιληφθούν ότι υπάρχουν και προσπαθούν να ερμηνεύσουν την παρουσία τους στη φύση και τις επιδράσεις τους, αξιοποιώντας τη φαντασία τους. Επιπροσθέτως, τα παιδιά δεν λαμβάνουν υπόψη όλες τις μεταβλητές που σχετίζονται με ένα φαινόμενο και εστιάζουν μόνο σε μία μεταβλητή. Παράλληλα, είναι ευκολότερο να παρατηρήσουν τα φαινόμενα που σχετίζονται με κάποιες αλλαγές, όπως την κίνηση, παρά με σταθερές καταστάσεις, όπως τη σχέση ισορροπίας-δυναμής. Τέλος, είναι πολύ δύσκολο για τα παιδιά να διαχωρίσουν κάποιες έννοιες των φυσικών επιστημών και πολλές φορές τις συγχέουν μεταξύ τους. Για παράδειγμα, υπάρχει σύγχυση σχετικά με τις έννοιες «πίεση»-«δύναμη», αλλά και για τις έννοιες «βαρύτητα»-«μάζα»-«όγκος» (Παρασκευοπούλου, 2019).

Οι μαθητές ήδη από τις πρώτες τάξεις του δημοτικού σχολείου έχουν κάποιες γνώσεις σχετικά με τον φυσικό κόσμο που τους περιβάλλει. Αυτές οι πρώιμες γνώσεις μπορούν να αποτελέσουν τη βάση για την οικοδόμηση των νέων γνώσεων. Όμως, κάποιες φορές μπορεί να δράσουν ανασταλτικά στη μάθηση, καθώς δεν συμφωνούν με τις επιστημονικές γνώσεις, με αποτέλεσμα να καθίσταται απαραίτητη η αναδιοργάνωση και η αναθεώρησή τους (Βοσνιάδου, 2006).

Επομένως, όταν οι μαθητές πηγαίνουν στο σχολείο έχουν ήδη διαμορφωμένες κάποιες αντιλήψεις για τις έννοιες των φυσικών επιστημών, χωρίς να έχουν διδαχθεί γι' αυτές. Οι συγκεκριμένες αντιλήψεις έχουν διαμορφωθεί από την καθημερινή τους εμπειρία. Όταν οι εκπαιδευτικοί διδάσκουν την επιστημονική γνώση στους μαθητές, δεν ιχνογραφείται πάνω σε άγραφο χαρτί, αλλά ενσωματώνεται στις ήδη υπάρχουσες εναλλακτικές ιδέες. Οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών πολλές φορές συνδέονται μεταξύ τους και γίνονται πιο ισχυρές, καθιστώντας την αναδόμησή τους δυσκολότερη. Δημιουργούν ένα λανθασμένο νοητικό πλέγμα, το οποίο φαίνεται πολύ λογικό στα παιδιά (Allen, 2019).

Όταν, λοιπόν, παρουσιάζεται στην τάξη μία καινούρια έννοια, ο κάθε μαθητής προσπαθεί να την κατανοήσει, συνδέοντάς την με προηγούμενες γνώσεις και νοητικές κατασκευές. Υπάρχει πιθανότητα ο κάθε μαθητής να έχει δημιουργήσει τη δική του νοητική κατασκευή για το ίδιο φυσικό φαινόμενο, καθώς τα παιδιά έχουν διαφορετικές εμπειρίες από την καθημερινότητά τους. Ωστόσο, σύμφωνα με τους μελετητές, υπάρχει ένας μικρός αριθμός αντιλήψεων οι οποίες είναι κοινές για παιδιά από όλα τα μέρη του κόσμου. Επομένως, υπάρχουν κάποιες εναλλακτικές ιδέες που αποδεικνύουν πως υπάρχει παγκοσμιότητα στην ανθρώπινη σκέψη, καθώς επαναλαμβάνονται σε δείγματα μαθητών από διάφορα μέρη του κόσμου. Αντιθέτως, υπάρχουν κάποιες ιδέες που έχουν εντοπιστεί σε συγκεκριμένους πολιτισμούς, όπως για παράδειγμα η πίστη σε δοξασίες και τη μαγεία, αποδεικνύοντας ότι ο σχηματισμός αντιλήψεων σχετίζεται με την κοινωνία και την αλληλεπίδραση των ανθρώπων μεταξύ τους (Allen, 2019).

Κάποιες αντιλήψεις των μαθητών είναι πολύ δύσκολο να αντιμετωπιστούν, καθώς έρχονται σε αντίθεση με τη διαίσθηση και την κοινή λογική. Για παράδειγμα, φαίνεται πιο λογικό στους μαθητές ότι το καλοκαίρι η Γη βρίσκεται πιο κοντά στον

Ήλιο, καθώς έχει περισσότερη ζέστη, ενώ σύμφωνα με την επιστήμη, το καλοκαίρι βρίσκεται πιο μακριά από τον ήλιο σε σχέση με τις υπόλοιπες εποχές (Allen, 2019).

Επομένως, είναι πολύ σημαντικό οι εκπαιδευτικοί να γνωρίζουν τις προϋπάρχουσες ιδέες των μαθητών τους, καθώς θα μπορούσαν να αποτελέσουν εμπόδιο στην απόκτηση των επιστημονικών γνώσεων. Είναι πιθανό ότι οι μαθητές θα προσπαθούσαν να στηρίζουν τις επιστημονικές γνώσεις που διδάσκονται στο σχολείο, πάνω στις εναλλακτικές τους αντιλήψεις. Επομένως θα στηρίζαν τις γνώσεις τους σε μία λανθασμένη βάση. Ο εντοπισμός των ιδεών των μαθητών μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους, όπως η εκμείευση, η απευθείας ερώτηση, η αξιοποίηση ζωγραφιών, η χρήση παιχνιδιών, οι χάρτες εννοιών, το παιχνίδι ρόλων, η συμπλήρωση κενών κλπ (Allen, 2019).

Το δυσκολότερο έργο που καλείται να επιτελέσει ο εκπαιδευτικός είναι η αντιμετώπιση των ιδεών των μαθητών και η αντικατάστασή τους με επιστημονικά αποδεκτές γνώσεις. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται εννοιολογική αλλαγή. Σύμφωνα με έρευνα που πραγματοποιήθηκε το 1982 στο Πανεπιστήμιο Cornell, οι μαθητές είναι σε θέση να αποδεχτούν τις επιστημονικές γνώσεις, μόνο όταν δεν ικανοποιούνται από τις εναλλακτικές ιδέες που διαθέτουν. Επομένως, όταν δεν μπορούν να επιλύσουν ένα πρόβλημα ή να ερμηνεύσουν ένα φαινόμενο με τις προϋπάρχουσες αντιλήψεις τους, θα προσπαθήσουν να βρουν κάποια νέα θεωρία που θα είναι κατανοητή, εύλογη και παραγωγική, δηλαδή θα μπορεί να δώσει τις επιθυμητές λύσεις (Allen, 2019).

Μία διδακτική τεχνική που μπορεί να αξιοποιηθεί για την αναδόμηση των εναλλακτικών ιδεών, είναι η γνωστική σύγκρουση. Για να μπορέσει να επιτευχθεί η γνωστική σύγκρουση, είναι απαραίτητο να παρουσιαστεί από τον εκπαιδευτικό μία προβληματική κατάσταση που δεν μπορεί να ερμηνευτεί με βάση τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών. Για παράδειγμα, θα μπορούσαν να παρουσιαστούν τα αποτελέσματα ενός πειράματος. Ως αποτέλεσμα, οι μαθητές θα κληθούν να αντιμετωπίσουν μία κατάσταση γνωστικής ανισορροπίας και θα αναζητήσουν νέες γνώσεις ή ιδέες για να μπορέσουν να ερμηνεύσουν τα δεδομένα. Με αυτόν τον τρόπο, οι μαθητές θα στοχαστούν σχετικά με τις εναλλακτικές τους ιδέες και θα καταλήξουν στην απόρριψη, στην τροποποίηση ή στη διατήρησή τους (Allen, 2019).

Για την αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών, είναι πολύ σημαντικό να αναθέτει ο εκπαιδευτικός στους μαθητές κάποιες δοκιμασίες στις οποίες θα κληθούν να εργαστούν ως μικροί επιστήμονες, αξιοποιώντας την παρατήρηση, τον σχεδιασμό και τη διεξαγωγή πειραμάτων. Είναι πολύ σημαντικό να δίνεται η ελευθερία στους μαθητές, τόσο στον σχεδιασμό όσο και στην εκτέλεση των πειραμάτων και τη διατύπωση προβλέψεων. Καθώς οι μαθητές ελέγχουν την ορθότητα των προβλέψεών τους, οδηγούνται είτε σε επιβεβαίωση των γνώσεων που ήδη έχουν είτε σε σύγκρουση με τις εναλλακτικές τους ιδέες. Ως αποτέλεσμα, απορρίπτουν τις πεποιθήσεις που είχαν διαμορφώσει και υιοθετούν τις επιστημονικές ιδέες για την ερμηνεία των φαινομένων. Είναι προτιμότερο οι εκπαιδευτικοί να καθοδηγούν τους μαθητές στην αναδόμηση των ιδεών τους και την οικοδόμηση των επιστημονικών τους γνώσεων, αντί να τους προσφέρουν έτοιμες γνώσεις (Allen, 2019).

Συμπερασματικά, η οικοδόμηση των γνώσεων χρειάζεται να γίνεται με βάση όσα γνωρίζουν ήδη οι μαθητές, αξιοποιώντας τις απόψεις και τις γνώσεις που έχουν διαμορφώσει, δίνοντάς τους τη δυνατότητα του αναστοχασμού και της αναθεώρησης των λαθών τους. Η χρήση των ΤΠΕ μπορεί να συντελέσει στην εννοιολογική αλλαγή (Μανώλη, 2011). Παράλληλα, η εργασία σε ομάδες θεωρείται πιο αποτελεσματική, καθώς οι μαθητές συζητούν, ανταλλάσσουν απόψεις και καταλήγουν σε συμπεράσματα συλλογικά, βοηθώντας ο ένας τον άλλον.

Ωστόσο, σύμφωνα με έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί, κάποιες φορές οι μαθητές που έχουν δομήσει επιτυχώς τις επιστημονικές ιδέες, υπάρχει πιθανότητα να επανέλθουν στις αρχικές τους αντιλήψεις. Πολλές φορές οι εναλλακτικές ιδέες μπορεί να παραμείνουν μέχρι την ενηλικίωση των μαθητών ή να συνυπάρχουν με τις επιστημονικές και να ανταγωνίζονται μεταξύ τους για την επικράτηση στη σκέψη του μαθητή. Αυτό ονομάζεται εννοιολογικός ανταγωνισμός (Allen, 2019).

### 1.2.3 Θεωρίες μάθησης για διδασκαλία φυσικών επιστημών

Μία πολύ σημαντική παράμετρος που μπορεί να οδηγήσει σε αποτελεσματικότερη διδασκαλία, είναι ο εκπαιδευτικός σχεδιασμός. Ιδιαίτερα από την εποχή που ξεκίνησε η αξιοποίηση των υπολογιστών στην εκπαίδευση, η ανάγκη για σχεδιασμό του

μαθήματος έγινε εντονότερη. Η επιλογή της διδακτικής προσέγγισης, αλλά και των κατάλληλων εργαλείων και μέσων για τη διδασκαλία, με στόχο την επίλυση των προβλημάτων μάθησης, αποτελούν βασικά στοιχεία του εκπαιδευτικού σχεδιασμού (Σολομωνίδου, 2006).

Κάποιες από τις πιο γνωστές θεωρίες μάθησης είναι οι εξής:

- Μεταβιβαστική μάθηση: Πρόκειται για μία θεωρία διδασκαλίας και μάθησης, η οποία είχε μεγάλη απήχηση στο παρελθόν, διατηρώντας κάποιους υποστηρικτές ακόμη και στη σύγχρονη εποχή. Σύμφωνα με τη συγκεκριμένη θεωρία, οι εκπαιδευτικοί μεταβιβάζουν τις γνώσεις στους μαθητές τους, χωρίς να υπάρχει καμία απολύτως αλλοίωση κατά τη μετάδοση των γνώσεων. Επομένως, θεωρούταν ότι είτε ο μαθητής θα αποκτήσει τις γνώσεις είτε όχι (Allen, 2019).

- Συμπεριφορισμός: Η μεταβιβαστική μάθηση τεκμηριώθηκε θεωρητικά από τον συμπεριφορισμό. Πρόκειται για μια θετικιστική θεωρία μάθησης, σύμφωνα με την οποία η μάθηση συνδέεται με την αναπαραγωγή επιθυμητών συμπεριφορών. Σύμφωνα με τη συγκεκριμένη θεωρία μάθησης, τα παιδιά μαθαίνουν απομνημονεύοντας μηχανικά διάφορα γεγονότα και πληροφορίες, ενώ οι εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούν ως στρατηγικές μάθησης την ενίσχυση, την ενθάρρυνση και την τιμωρία. Ο συμπεριφορισμός αξιοποιείται από πολλούς εκπαιδευτικούς ακόμη και στη σύγχρονη εποχή (Allen, 2019).

Σύμφωνα με τη θεωρία του συμπεριφορισμού, η μάθηση αποτελεί την παρατηρήσιμη αλλαγή συμπεριφοράς και επιτυγχάνεται μέσω της αντίδρασης σε κάποια ερεθίσματα που προέρχονται από το περιβάλλον, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη οι εσωτερικές γνωστικές διαδικασίες. Οι μαθητές θεωρούνται άγραφες πλάκες και οι γνώσεις εγγράφονται πάνω σε αυτές. Κύριοι υποστηρικτές της θεωρίας του συμπεριφορισμού ήταν ο Skinner, ο Thorndike, ο Watson και ο Pavlov (Πλακίτση, 2008).

Πρόκειται για την πρώτη θεωρία μάθησης που αξιοποιήθηκε για τον εκπαιδευτικό σχεδιασμό. Οι εκπαιδευτικοί δίνουν ερεθίσματα στους μαθητές και εκείνοι μηχανικά αντιδρούν σε αυτά, μαθαίνοντας, χωρίς να πραγματοποιούνται γνωστικές ή νοητικές δραστηριότητες. Επιπλέον, διάφορες αποκρίσεις, όπως για παράδειγμα το «μπράβο» και το «ναι», μπορούν να ενισχύσουν τη σύνδεση με τα ερεθίσματα και να οδηγήσουν στις επιθυμητές συμπεριφορές, κάθε φορά που εμφανίζεται το ερέθισμα. Επομένως,

δύο ακόμη σημαντικές έννοιες που σχετίζονται με τον συμπεριφορισμό, είναι η «ενίσχυση» και η «επανάληψη» (Σολομωνίδου, 2006).

Τέλος, ο κατακερματισμός της γνώσης και η μεταβίβαση των γνώσεων από τον εκπαιδευτικό στους μαθητές, αποτελούν βασικά στοιχεία της συμπεριφοριστικής διδασκαλίας. Οι ασκήσεις που καλούνται να εκτελέσουν οι μαθητές είναι συνήθως επαναληπτικές και βασίζονται σε όσα έχουν διδαχθεί, με στόχο την εμπέδωση των γνώσεων. Οι σωστές απαντήσεις των παιδιών στις ασκήσεις, ενισχύονται θετικά από τον εκπαιδευτικό ή από το αντίστοιχο υλικό με κατάλληλη ανάδραση (Σολομωνίδου, 2006).

- Εποικοδομισμός: Ήδη από τις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα ο John Dewey υποστήριξε πως οι μαθητές μπορούν να μάθουν πιο αποτελεσματικά όταν συμμετέχουν ενεργά στη διαδικασία της μάθησης και οικοδομούν τις γνώσεις τους αλληλεπιδρώντας με το περιβάλλον. Ο Σουηδός ψυχολόγος Jean Piaget θεωρείται ο «πατέρας της θεωρίας της εποικοδόμησης της γνώσης», καθώς είχε εισάγει τη θεωρία των σταδίων. Σύμφωνα με την θεωρία του Jean Piaget, υπάρχουν κάποια στάδια ανάπτυξης της ανθρώπινης αντίληψης και, για να μπορέσει κάποιο παιδί να περάσει σε επόμενο στάδιο, είναι απαραίτητο να έχει οικοδομήσει προσωπικές θεωρίες, τις οποίες έχει διαμορφώσει σε προηγούμενο στάδιο. Σύμφωνα με τον Ρώσο ψυχολόγο Lev Vygotsky, οι γνώσεις οικοδομούνται μέσω της αλληλεπίδρασης με το κοινωνικό περιβάλλον. Επομένως, σύμφωνα με τη συγκεκριμένη θεωρία, οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες, ώστε να οικοδομούν τη γνώση, μέσω της συζήτησης και επιχειρηματολογίας για τις προσωπικές τους ερμηνείες στα πειράματα που έχουν διεξαχθεί και καταλήγοντας σε ένα κοινό συμπέρασμα (Allen, 2019).

Πιο συγκεκριμένα, ένας από τους βασικούς εκπροσώπους του εποικοδομισμού, ο Piaget, εισήγαγε τη θεωρία των σταδίων, σύμφωνα με την οποία τα παιδιά περνούν από τέσσερα αναπτυξιακά στάδια, με βάση τα οποία διαμορφώνεται η σκέψη τους, καθώς ωριμάζουν βιολογικά. Το πρώτο στάδιο ονομάζεται «αισθητηριοκινητικό» και αναφέρεται στις ηλικίες από 0 έως 2 ετών. Σε αυτό το στάδιο, τα παιδιά αντιλαμβάνονται τον κόσμο που τα περιβάλλει μέσω των αισθήσεων και των κινήσεών τους, χωρίς να έχουν την ικανότητα να ξεχωρίζουν τον εαυτό τους από το περιβάλλον. Στο δεύτερο στάδιο, το οποίο ονομάζεται «στάδιο της προλογικής νόησης», τα παιδιά ηλικίας 2-7 ετών, αρχίζουν να αναπτύσσουν τις ικανότητες

αρίθμησης και λεκτικής επικοινωνίας, ενώ παράλληλα εμπλέκονται σε δραστηριότητες συμβολικές. Ωστόσο, δεν είναι σε θέση να αντιληφθούν ότι ακόμη κι αν αλλάξει το σχήμα μιας ουσίας, εκείνη παραμένει η ίδια, ενώ ταυτόχρονα παραμένουν εγωκεντρικά. Στις ηλικίες από 12-17 ετών, τα παιδιά περνούν στο στάδιο των «συγκεκριμένων λογικών ενεργειών», στο οποίο αποκτούν ικανότητες αιτιολόγησης και γενίκευσης των εμπειριών τους. Το τελευταίο στάδιο ξεκινά από την ηλικία των 12 ετών. Πρόκειται για το στάδιο των «τυπικών λογικών-αφαιρετικών ενεργειών», στο οποίο τα παιδιά έχουν την ικανότητα καταγραφής των αποτελεσμάτων αφηρημένης σκέψης, όπως να διατυπώνουν υποθέσεις, τις οποίες μπορούν να ελέγχουν, ενώ μπορούν να ομαδοποιούν πληροφορίες και να διατυπώνουν επιστημονικές αιτιολογήσεις (Καλοβρέχτης κ.ά., 2020).

Σύμφωνα με τον Piaget η γλώσσα που χρησιμοποιούν τα παιδιά υποδηλώνει το επίπεδο της σκέψης τους. Επιπλέον, η μάθηση πραγματοποιείται με τρεις διεργασίες: την «αφομοίωση», στην οποία οι νέες πληροφορίες προσαρμόζονται στις προϋπάρχουσες γνώσεις, την «συμμόρφωση», δηλαδή την προσαρμογή σε νέες εμπειρίες και την «εξισορρόπηση», κατά την οποία οι επιμέρους γνώσεις οργανώνονται σε ένα ενιαίο σύνολο, αφού πραγματοποιηθεί γνωστική σύγκρουση. Ο ρόλος του δασκάλου στην εκπαιδευτική διαδικασία είναι καθοδηγητικός (Καλοβρέχτης κ.ά., 2020).

Βασικός εκπρόσωπος του εποικοδομισμού ήταν και ο Bruner, ο οποίος εισήγαγε την ανακαλυπτική-διερευνητική μάθηση και την επίλυση προβλημάτων ως βασικές εκπαιδευτικές διαδικασίες, που σχετίζονται με το εκάστοτε πολιτισμικό περιβάλλον (Καλοβρέχτης κ.ά., 2020). Ειδικότερα, τη δεκαετία του 1960 αναπτύχθηκαν στη Δυτική Ευρώπη και τη Βόρεια Αμερική, οι ανακαλυπτικές θεωρίες μάθησης. Κύριοι υποστηρικτές της θεωρίας ήταν ο Jerome Bruner, ο Ausubel και ο Gagne. Σύμφωνα με τον Bruner η μάθηση είναι απαραίτητο να έχει νόημα για τους μαθητές, ώστε να έχουν κίνητρα και ενδιαφέρον για να συμμετέχουν στη μαθησιακή διαδικασία. Τα παιδιά οδηγούνται στη γνώση πραγματοποιώντας διερευνητικές δραστηριότητες, ώστε να κατανοήσουν τη δομή του γνωστικού αντικειμένου. Επομένως, πρόκειται για μια θεωρία μάθησης που στηρίζεται στις αρχές του επαγωγικού συλλογισμού, σύμφωνα με την οποία, μέσω των διαδικασιών διερεύνησης, οι μαθητές αναπτύσσουν

κάποιες πολύ σημαντικές δεξιότητες, όπως είναι η διαίσθηση και η αναλυτική σκέψη (Πλακίτση, 2008).

Στην ανακαλυπτική μάθηση είναι πολύ σημαντική η αλληλεπίδραση μαθητή και εκπαιδευτικού, ο οποίος προάγει την ενεργητική μάθηση, μέσω πειραματισμού και διερεύνησης. Οι μαθητές χρησιμοποιούν τις προϋπάρχουσες γνώσεις τους για να επιλύσουν διάφορα προβλήματα και οδηγούνται στην επιστημονική γνώση, αναδομώντας ή προσθέτοντας στοιχεία σε όσα ήδη γνωρίζουν. Το πολιτισμικό πλαίσιο μπορεί να επηρεάσει τον τρόπο με τον οποίο τα παιδιά αντιλαμβάνονται τον κόσμο που τα περιβάλλει (Καλοβρέχτης κ.ά., 2020).

Σύμφωνα με τον Vygotsky, η μάθηση είναι μια κοινωνική διαδικασία, καθώς βασίζεται στην αλληλεπίδραση και τη συνεργασία. Το κοινωνικό και πολιτισμικό περιβάλλον είναι πολύ σημαντικό κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσης και επηρεάζει το μαθησιακό αποτέλεσμα. Σύμφωνα με τη θεωρία του κοινωνικού εποικοδομισμού του Vygotsky, υπάρχουν κάποια εργαλεία, όπως η γλώσσα, οι εικόνες και τα σχήματα, τα οποία εντάσσονται στην κουλτούρα μας και διευκολύνουν τη σκέψη και την έκφραση. Ακόμη, ο Vygotsky εισήγαγε την έννοια της «ζώνης επικείμενης ανάπτυξης», δηλαδή την απόσταση ανάμεσα στο στάδιο στο οποίο βρίσκονται τα παιδιά και στο υψηλότερο στάδιο στο οποίο θα μπορούσαν να φτάσουν με την καθοδήγηση των εκπαιδευτικών ή των συνομηλίκων τους. Επομένως, η αλληλεπίδραση και η συνεργασία είναι πολύ σημαντική για την οικοδόμηση των γνώσεων (Καλοβρέχτης κ.ά., 2020).

Ο εποικοδομισμός συνδέεται με τη γενική μετατόπιση του κέντρου ενδιαφέροντος προς τον άνθρωπο, τις ανάγκες του και τις δυνατότητές του. Εμφανίστηκε σε μία εποχή στην οποία δέσποζε η θετικιστική θεωρία. Σύμφωνα με τον θετικισμό υπάρχει μόνο μία πραγματικότητα, που είναι αντικειμενική και υφίσταται ανεξάρτητα από τον παρατηρητή και είναι ίδια για όλους τους παρατηρητές, όμως μπορεί να μελετηθεί από διαφορετικές οπτικές γωνίες (Σολομωνίδου, 2006).

Σύμφωνα με τον Perkins, οι εποικοδομητικές καταστάσεις είναι εκείνες που απαιτούν την ενεργητική συμμετοχή των μαθητών στην εύρεση των πληροφοριών και την οικοδόμηση των γνώσεων. Οι πληροφορίες δεν δίνονται έτοιμες στους μαθητές, αλλά καλούνται να τις αναζητήσουν σε διάφορες πηγές. Επομένως, τα παιδιά εμπλέκονται



σε μαθητοκεντρικές δραστηριότητες, αλληλεπιδρώντας με μία ποικιλία τεχνολογικών μέσων και πηγών πληροφόρησης. Ο ρόλος των εκπαιδευτικών είναι να δημιουργούν δραστηριότητες, στις οποίες οι μαθητές θα προσπαθούν να λύσουν αυθεντικά προβλήματα, που συνδέονται με την καθημερινότητά τους. Επιπλέον, είναι απαραίτητο να υποστηρίζεται η συνεργασία των μαθητών μεταξύ τους, ώστε να κατανοούν πως υπάρχουν πολλές οπτικές για τη θέαση του κόσμου και διαφορετικές λύσεις για την επίλυση του ίδιου προβλήματος (Σολομωνίδου, 2006).

Επομένως, στις σύγχρονες εκπαιδευτικές θεωρίες, η μάθηση δεν προσδιορίζεται ανεξάρτητα από το πλαίσιο στο οποίο πραγματοποιείται, ως μία ιδιότητα που βρίσκεται στον νου. Πρόκειται για την «εγκαθιδρυμένη» ή «αγκυροβολημένη» προσέγγιση, σύμφωνα με την οποία η μάθηση είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την «πράξη του να μαθαίνω» και του «πώς μαθαίνεται και χρησιμοποιείται», δίνοντας έμφαση στην εμπλοκή των μαθητών στην εκπαιδευτική διαδικασία με δραστηριότητες που έχουν ενδιαφέρον γι' αυτούς (Βοσνιάδου, 2006).

#### 1.2.4 Λογισμικά σε συνδυασμό με τις θεωρίες μάθησης

Τα λογισμικά που σχετίζονται με τη θεωρία του συμπεριφορισμού, αποτελούνται κυρίως από δραστηριότητες πρακτικής και εξάσκησης (drill and practice) (Σολομωνίδου, 2006). Πρόκειται κυρίως για ερωτήσεις κλειστού τύπου, δηλαδή για ερωτήσεις που δέχονται μία σωστή απάντηση. Οι ΤΠΕ μιμούνται τον ρόλο του δασκάλου, ελέγχοντας την επίδοση των μαθητών στις διάφορες ασκήσεις. Επιπλέον, οι πληροφορίες παρουσιάζονται με διάφορα μέσα (πολυμεσικά), ενώ ταυτόχρονα παρέχουν συνεχή ανατροφοδότηση και εξάσκηση (Φεσάκης, 2019).

Από την άλλη πλευρά, σύμφωνα με τη θεωρία του εποικοδομισμού οι μαθητές καλούνται να επιλύσουν προβλήματα, ερχόμενοι σε γνωστική σύγκρουση. Όσον αφορά στις ΤΠΕ σύμφωνα με τη συγκεκριμένη θεωρία, αξιοποιούνται διερευνητικά περιβάλλοντα, στα οποία οι πληροφορίες παρουσιάζονται με πολυμέσα. Παράλληλα, δίνεται η δυνατότητα πραγματοποίησης εικονικών πειραμάτων, ενώ ο μαθητής δρα ενεργητικά και αυτόνομα (Φεσάκης, 2019).

Τα πρώτα χρόνια που εφαρμόστηκαν οι εποικοδομιστικές προσεγγίσεις στη διδασκαλία, αξιοποιήθηκε το υπάρχον τεχνολογικό υλικό, δηλαδή κυρίως λογισμικά πρακτικής και εξάσκησης, τα ηλεκτρονικά βιβλία και οι ηλεκτρονικές εγκυκλοπαίδειες. Από τη δεκαετία του 1990 και έπειτα, οι υπολογιστές απέκτησαν περισσότερες δυνατότητες και εμφανίστηκαν πιο «ισχυρά περιβάλλοντα μάθησης», καθώς υποστήριζαν την οικοδόμηση των γνώσεων από τους μαθητές. Ειδικότερα, η ψηφιοποίηση των πληροφοριών με διάφορες μορφές, όπως ήχος, μουσική και εικόνα, οδήγησε σε πιο δυναμικά περιβάλλοντα μάθησης, καθώς η πολυμεσική παρουσίαση των δεδομένων διευκολύνει την λήψη πληροφοριών από τους μαθητές. Παράλληλα, η εξέλιξη του διαδικτύου οδήγησε στη δημιουργία μίας τεράστιας βάσης δεδομένων και πληροφοριών, που παρουσιάζονται με πολυμεσικό τρόπο, ενώ διευκολύνει και την επικοινωνία των ανθρώπων (Σολομωνίδου, 2006).

Τα τεχνολογικά περιβάλλοντα μάθησης που σχετίζονται με τη θεωρία του εποικοδομισμού, δίνουν έμφαση στην προώθηση της ενεργητικής συμμετοχής των μαθητών, της αυτονομίας, της προσωπικής κατασκευής νοημάτων, της συνεργασίας και της οικοδόμησης των γνώσεων από τους ίδιους τους μαθητές. Συνήθως πρόκειται για περιβάλλοντα διερεύνησης και επίλυσης προβλημάτων (Σολομωνίδου, 2006).

#### 1.2.5 Ο εποικοδομισμός και η αντιμετώπιση των εναλλακτικών ιδεών μέσω της γνωστικής σύγκρουσης και της εννοιολογικής αλλαγής

Τον 20ο αιώνα η θεωρία του συμπεριφορισμού αντικαταστάθηκε σταδιακά από τις γνωστικές θεωρίες, οι οποίες έχουν τη βάση τους στη γνωστική ψυχολογία. Σύμφωνα με τις συγκεκριμένες θεωρίες, τα παιδιά μαθαίνουν συμμετέχοντας ενεργά και αυτόβουλα στη μαθησιακή διαδικασία, αξιοποιώντας τις ήδη υπάρχουσες γνώσεις και εμπειρίες τους. Παράλληλα, θεωρήθηκε πολύ σημαντικός ο τρόπος με τον οποίο δομείται, λειτουργεί και αντιλαμβάνεται το ανθρώπινο μυαλό, καθώς επεξεργάζεται τις νέες πληροφορίες (Καλοβρέχτης κ.ά., 2020).

Έρευνες έχουν δείξει επίσης, πως η γνωστική σύγκρουση δεν οδηγεί απαραίτητα στην εννοιολογική αλλαγή (Dekkers & Thijs, 1998. Dreyfus, Jungwirth & Eliovitch, 1990. Skoumios, 2008. Skoumios & Hatzinikita, 2005/2006. Treagust & Duit, 2009). Ο μαθητής μπορεί να αρνηθεί τα αποτελέσματα του πειράματος ή να συμβιβαστεί μόνο

με αυτά τα οποία αντιστοιχούν στις αρχικές του αντιλήψεις ή να τα αποδεχθεί στο σύνολό τους χωρίς να τα υιοθετήσει όμως τελικά (Skoumios & Hatzinikita, 2005).

Σύμφωνα με τις γνωστικές θεωρίες, η μάθηση αποτελεί αλλαγή στη γνώση του ατόμου, που πραγματοποιείται καθώς δημιουργούνται νοητικές συνάψεις, οι οποίες δεν είναι εμφανείς στη συμπεριφορά του ατόμου. Επιπλέον, οι νέες γνώσεις συσχετίζονται με τις προϋπάρχουσες και έτσι είναι πιο εύκολο να αφομοιωθούν. Από την άλλη πλευρά, η θεωρία της κοινωνικής μάθησης υποστηρίζει ότι τα παιδιά μαθαίνουν μέσω της αλληλεπίδρασης με το κοινωνικό τους περιβάλλον. Η μάθηση πραγματοποιείται μέσω διεργασιών, όπως είναι η παρατήρηση, η μίμηση και η δημιουργία μοντέλων, χωρίς απαραίτητα να παρατηρείται αλλαγή της συμπεριφοράς των παιδιών (Πλακίτση, 2008).

Στις γνωστικές θεωρίες εντάσσεται και ο εποικοδομισμός, μία παιδαγωγική θεωρία σύμφωνα με τον οποία οι μαθητές οδηγούνται στην ανακάλυψη και οικοδόμηση της γνώσης, αλληλεπιδρώντας με άλλους, σημαντικούς και μη. Αξιοποιώντας τις ικανότητες της παρατήρησης και της σύνθεσης-δόμησης της γνώσης, ο μαθητής συνθέτει τις γνώσεις του, ενώ ο εκπαιδευτικός έχει σχεδιάσει το μάθημα με τέτοιο τρόπο, ώστε να λαμβάνει υπόψη τις προϋπάρχουσες γνώσεις και αντιλήψεις των παιδιών. Η μάθηση στηρίζεται στα ενδιαφέροντα των μαθητών, οι οποίοι αλληλεπιδρώντας με τον εκπαιδευτικό και τους συμμαθητές τους, οικοδομούν τις γνώσεις τους αυτενεργώντας, βασιζόμενοι σε όσα ήδη γνωρίζουν (Καλοβρέχτης κ.ά., 2020).

Σύμφωνα με τη θεωρία του εποικοδομισμού, στο κέντρο της μάθησης τίθεται ο μαθητής, ο οποίος έχει κάποιες προϋπάρχουσες αντιλήψεις για την ερμηνεία των φυσικών φαινομένων. Ο ρόλος του δασκάλου είναι να εισάγει τον μαθητή σε συνεργατικές ερευνητικές και ανακαλυπτικές δραστηριότητες, όπου θα μπορέσει να αντικαταστήσει τις εναλλακτικές του ιδέες με την επιστημονική γνώση. Είναι απαραίτητο να βρεθεί ο μαθητής σε μία κατάσταση, όπου δεν θα μπορεί να ερμηνεύσει τα δεδομένα με βάση τις εναλλακτικές του ιδέες και θα οδηγηθεί σε μια καινούρια ιδέα, η οποία θα είναι κοντά στην επιστημονική έννοια. Η οικοδόμηση της γνώσης με βάση τη θεωρία της εποικοδόμησης, ονομάζεται εννοιολογική αλλαγή (Πλακίτση, 2008).

Παράλληλα, κάποιες μελέτες, που έχουν πραγματοποιηθεί από τη δεκαετία του 1970 και έπειτα, έχουν αναδείξει το γεγονός ότι οι προϋπάρχουσες γνώσεις και αντιλήψεις των μαθητών για τα διάφορα φαινόμενα των φυσικών επιστημών επηρεάζουν το μαθησιακό αποτέλεσμα. Οι εναλλακτικές ιδέες των παιδιών είναι απαραίτητο να ανιχνευθούν, ώστε να σχεδιαστεί η διδασκαλία με κατάλληλο τρόπο με στόχο την εννοιολογική αλλαγή (Σέρογλου, 2006).

Η έννοια της εννοιολογικής αλλαγής εμφανίστηκε ήδη από τα τέλη της δεκαετίας του 1970, οπότε αναπτύχθηκε και η έρευνα για τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών, ακολουθώντας δύο θεωρητικές κατευθύνσεις. Η πρώτη ήταν εκείνη του Ausubel (1968), ο οποίος υποστήριξε ότι ο πιο σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει τη μάθηση είναι οι ήδη υπάρχουσες γνώσεις των μαθητών. Η δεύτερη ήταν η θεωρία του Piaget για την αφομοίωση και τη συμμόρφωση. Με βάση αυτές τις θεωρίες για τις εναλλακτικές αντιλήψεις και τον τρόπο με τον οποίο αυτές καθορίζουν τη μάθηση, κατά το τέλος της δεκαετίας του 1970 και στις αρχές της δεκαετίας του 1980, σε πολλές έρευνες εμφανίστηκε η έννοια της εννοιολογικής αλλαγής. Αρχικά, η εννοιολογική αλλαγή ερμηνευόταν ως η κατανόηση του τρόπου με τον οποίο οι μαθητές αλλάζουν τις προϋπάρχουσες αντιλήψεις τους, ενώ, στη συνέχεια, συνδέθηκε με τη θεωρία του κονστρουκτιβισμού και τις έννοιες της αφομοίωσης και συμμόρφωσης (Treagust & Duit, 2008).

Η κλασική προσέγγιση για την εννοιολογική αλλαγή εισήχθη το 1982 από τους Posner, Strike, Hewson και Gertzog, οι οποίοι υποστήριζαν πως ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι να σχεδιάσει το μάθημα με τέτοιο τρόπο το οποίο ώστε να αποτελείται από ιδέες, οι οποίες δεν ταιριάζουν με τις προϋπάρχουσες ιδέες των μαθητών και να προκαλεί τη δυσαρέσκειά τους. Είναι απαραίτητο οι αντιλήψεις τους να μην μπορούν να ερμηνεύσουν τα δεδομένα, ώστε να οδηγηθούν στη διαμόρφωση ενός νέου πλαισίου, πιο κοντά στο επιστημονικό, το οποίο να μπορεί να εξηγήσει τα δεδομένα τους (Treagust & Duit, 2008). Η συγκεκριμένη διδακτική στρατηγική που χρησιμοποιείται από τους εκπαιδευτικούς με στόχο την πρόκληση της εννοιολογικής αλλαγής, λέγεται «γνωστική σύγκρουση». Πρόκειται για μια κατάσταση στην οποία οι μαθητές δεν μπορούν να ερμηνεύσουν τα πειραματικά δεδομένα και είναι πιο εύκολο να εγκαταλείψουν τις ιδέες τους και να οδηγηθούν στην επιστημονική γνώση (Χαλκιά, 2012). Για να μπορέσει να αξιοποιήσει ο εκπαιδευτικός τη στρατηγική της

γνωστικής σύγκρουσης, χρειάζεται να γνωρίζει τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών του και να τους ωθήσει να τις εξετάσουν και να ελέγξουν τη λειτουργικότητά τους, εμπλέκοντάς τους σε ένα νέο ερευνητικό περιεχόμενο (Τσιούκας, 2018).

Ωστόσο, είναι πιθανό οι προϋπάρχουσες ιδέες των μαθητών να είναι κατανοητές, εύλογες ή γόνιμες. Σε αυτή την περίπτωση δεν είναι εύκολο να προκληθεί η δυσaréσκεια των μαθητών, ώστε να οδηγηθούν στην εννοιολογική αλλαγή. Για να μπορέσουν οι μαθητές να αντικαταστήσουν τις εναλλακτικές τους ιδέες με την επιστημονική γνώση, είναι απαραίτητο να μην είναι επαρκείς για την ερμηνεία των δεδομένων. Διαφορετικά, μπορεί μεν να υιοθετήσουν την επιστημονική γνώση, όμως εκείνη να συνυπάρχει με τις εναλλακτικές τους αντιλήψεις (Treagust & Duit, 2008). Όπως επισήμανε η Χαλκιά το 2010, υπάρχουν δύο περιπτώσεις στις οποίες μπορεί να οδηγηθούν οι μαθητές: α) η «εννοιολογική σύλληψη», στην οποία παρατηρείται αφομοίωση της νέας ιδέας στην παλιά, καθώς δεν προκαλείται δυσaréσκεια στον μαθητή για την εναλλακτική του ιδέα και β) η «εννοιολογική ανταλλαγή», στην οποία ο μαθητής θεωρεί πως η νέα ιδέα έχει μεγαλύτερο κύρος από την εναλλακτική του ιδέα και την αφομοιώνει, εγκαταλείποντας την παλιά ιδέα του (Χαλκιά 2012. Αναστασιάδου, 2019).

Κάποια στιγμή οι μαθητές θα κληθούν να επιλέξουν ανάμεσα στην επιστημονική ερμηνεία των γεγονότων και στις εναλλακτικές τους ιδέες. Τότε μπορεί είτε να διατηρήσουν τις επιστημονικές θεωρίες είτε τις ιδέες τους, ανάλογα με την αξία και το κύρος που θα αποδώσουν στην καθεμία. Ακόμη, αξίζει να σημειωθεί πως μία ιδέα που έχει αντικατασταθεί, μπορεί να επανέλθει σε μεταγενέστερη περίοδο της ζωής του ατόμου (Treagust & Duit, 2008).

Πιο συγκεκριμένα, 1982 ο Posner και οι συνεργάτες του επεσήμαναν πως, για να προκληθεί ριζοσπαστική εννοιολογική αλλαγή είναι απαραίτητο:

- Να οδηγηθεί ο μαθητής σε μία κατάσταση δυσaréσκειας, στην οποία οι προϋπάρχουσες ιδέες του δεν θα τον ικανοποιούν, καθώς δεν θα μπορούν να ερμηνεύσουν τα δεδομένα και να περιγράψουν τα φαινόμενα που μελετώνται.
- Είναι απαραίτητο η νέα ιδέα να είναι κατανοητή για τον μαθητή και να μπορεί να την αξιοποιήσει για την ερμηνεία νέων και περισσότερων φυσικών φαινομένων σε σχέση με τις εναλλακτικές του ιδέες. Παράλληλα να είναι λογική και να μην εμπίπτει σε αντιφάσεις.

- Παράλληλα, είναι πολύ σημαντικό η νέα ιδέα να είναι πειστική και αληθοφανής, να βοηθά τον μαθητή να επιλύει προβλήματα, τα οποία δημιουργήθηκαν από τις ιδέες του και να έχει συνοχή με τις επιστημονικές γνώσεις που έχει ήδη μάθει.
- Τέλος, η νέα ιδέα είναι απαραίτητο να είναι γόνιμη, δηλαδή να μπορεί να ερμηνεύσει ένα εύρος φαινομένων και να επεκτείνεται η χρήση της σε περισσότερες γνωστικές δομές (Χαλκιά, 2012. Τσιούκας, 2018. Αναστασιάδου, 2019).

Σε πρόσφατες έρευνες, όπως εκείνη των Sinatra και Pintrich το 2003, δίνεται έμφαση στη σημασία της πρόθεσης του μαθητή να πραγματοποιηθεί εννοιολογική αλλαγή. Η πρόθεση του μαθητή να αλλάξει τις αντιλήψεις του τονίστηκε και σε προγενέστερες έρευνες, όπως των Bereiter και Scardamalia το 1989 και των Pintrich, Marx και Boyle το 1993. Συνεπώς, δίνεται έμφαση σε μία εσωτερική ώθηση για αλλαγή που οδηγεί τους μαθητές στην επιστημονική γνώση. Με βάση τις παραπάνω έρευνες, εννοιολογική αλλαγή θεωρείται μια κατασκευή, η οποία αντικατοπτρίζει μια εκούσια κατάσταση του μυαλού, η οποία συνδέει τα κίνητρα, τη γνώση και τη μάθηση (Duit & Treagust, 2003). Παρόμοια αποτελέσματα είχε μία έρευνα του Novak (2002), σύμφωνα με τη οποία η κατασκευή ή ανακατασκευή των νοητικών σχημάτων των μαθητών απαιτεί την ενεργή επιδίωξή τους να ενσωματώσουν τη νέα γνώση σε όσα ήδη γνωρίζουν. Όπως τονίζεται στην προαναφερθείσα έρευνα, είναι πολύ σημαντικό η διδασκαλία να έχει νόημα για τους μαθητές, ώστε να προκαλείται το ενδιαφέρον τους και να αποκτήσουν κίνητρα για τη μάθηση (Novak, 2002).

Επομένως, κατά τον σχεδιασμό μαθημάτων με βάση τις αρχές του εποικοδομισμού, είναι απαραίτητο να λαμβάνονται υπόψη κάποια μέσα και στρατηγικές που μπορούν να αξιοποιηθούν. Καταρχάς, είναι πολύ σημαντικό να εμπλέκονται οι μαθητές σε δραστηριότητες και προβλήματα που θα έχουν νόημα γι' αυτούς, ώστε να προσελκύεται το ενδιαφέρον τους, αλλά και να μπορούν να συσχετιστούν με τις εμπειρίες από την καθημερινότητά τους. Παράλληλα, ο εκπαιδευτικός πρέπει να έχει καθοδηγητικό ρόλο και να βοηθάει τους μαθητές να οικοδομούν τις γνώσεις τους, παρέχοντάς τους τις κατάλληλες πληροφορίες. Ακόμη, είναι σημαντικό να γνωρίζει τις εναλλακτικές ιδέες των παιδιών και να αξιοποιεί τα λάθη τους, οδηγώντας τους σε γνωστική σύγκρουση. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορες δραστηριότητες, όπως

η διεξαγωγή προβλημάτων, ο πειραματισμός και η διερεύνηση. Τέλος, η προώθηση της συνεργασίας οδηγεί στην εξωτερίκευση των ιδεών των παιδιών, τη συνειδητοποίησή τους και την εννοιολογική αλλαγή (Σολομωνίδου, 2006).

Κατά τον σχεδιασμό ενός μαθήματος με βάση τη θεωρία του εποικοδομισμού, ο εκπαιδευτικός καλείται να λάβει υπόψη κάποια στάδια διδασκαλίας. Το 1986 οι Driver και Oldham πρότειναν ένα μοντέλο για τη διδασκαλία με βάση τον εποικοδομισμό. Το μάθημα, σύμφωνα με το συγκεκριμένο μοντέλο αποτελείται από πέντε φάσεις:

- Τη φάση του προσανατολισμού: Στην αρχή της διδασκαλίας ο δάσκαλος είναι απαραίτητο να προσελκύσει το ενδιαφέρον, την περιέργεια και την προσοχή των μαθητών. Παράλληλα, πραγματοποιείται η εισαγωγή στο μάθημα που πρόκειται να διδαχθεί.
- Τη φάση της ανάδειξης των ιδεών: Ένα από τα σημαντικότερα σημεία του μαθήματος είναι η εκμείωση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών. Για να μπορέσει ο εκπαιδευτικός να οργανώσει το μάθημά του με τον κατάλληλο τρόπο, ώστε να οδηγήσει τα παιδιά στην εννοιολογική αλλαγή, είναι αναγκαίο να γνωρίζει τις προϋπάρχουσες αντιλήψεις των μαθητών του. Υπάρχουν πολλοί τρόποι για την ανάδειξη των ιδεών, όπως για παράδειγμα ο διάλογος, τα ερωτηματολόγια και τα υποθετικά πειράματα.
- Τη φάση της αναδόμησης των ιδεών: Στο συγκεκριμένο σημείο του μαθήματος, ο εκπαιδευτικός καλείται να οδηγήσει τους μαθητές στον έλεγχο των ιδεών τους. Με τη βοήθεια των κατάλληλων έργων, όπως για παράδειγμα με πειράματα επίδειξης, οδηγούν τα παιδιά σε δυσαρέσκεια σχετικά με τις εναλλακτικές ιδέες τους, καθώς δυσκολεύονται να τις χρησιμοποιήσουν για να εξηγήσουν τα αποτελέσματα των πειραμάτων. Επομένως, οδηγούνται στην κατάσταση που οι επιστήμονες ονομάζουν «γνωστική σύγκρουση» και στη συνέχεια στην «εννοιολογική αλλαγή», δηλαδή στην αναδόμηση των ιδεών τους και την εκμάθηση της επιστημονικής γνώσης.
- Τη φάση της εφαρμογής: Έπειτα οι μαθητές καλούνται να συσχετίσουν τη νέα τους γνώση με φαινόμενα και εμπειρίες της καθημερινής τους ζωής. Επίσης, είναι σε θέση να εφαρμόσουν τη νέα γνώση για την ερμηνεία φαινομένων και την επίλυση προβλημάτων, τα οποία δεν μπορούσαν να επιλύσουν με τις εναλλακτικές τους ιδέες.

- Τη φάση της ανασκόπησης: Τέλος, είναι πολύ σημαντικό να πραγματοποιηθεί η σύγκριση των αρχικών ιδεών των μαθητών με τις νέες τους γνώσεις, ώστε να συνειδητοποιήσουν τη γνωστική πορεία της αλλαγής και τη σπουδαιότητα όσων έμαθαν. Αυτή η ικανότητα των μαθητών να συλλογίζονται σχετικά με την πορεία της σκέψης τους, η οποία τους οδήγησε στη γνώση, ονομάζεται «μεταγνώση» (Driver et al., 1998).

Καταλήγοντας, ένα πολύ σημαντικό εργαλείο που μπορεί να αξιοποιηθεί από τους εκπαιδευτικούς είναι η τεχνολογία, η οποία μπορεί να κάνει το μάθημα πιο ενδιαφέρον για τα παιδιά και να δώσει νόημα στην εκπαιδευτική διαδικασία. Παράλληλα, οι υπολογιστές είναι πολύ χρήσιμοι για τη χαρτογράφηση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών. Για παράδειγμα, η δημιουργία εννοιολογικών χαρτών για τη διερεύνηση των ιδεών των παιδιών, μπορεί να πραγματοποιηθεί ευκολότερα στον υπολογιστή, αξιοποιώντας κάποια λογισμικά (Novak, 2002). Ακόμη, τα πειράματα και οι έρευνες μπορούν να πραγματοποιηθούν με υλικά αντικείμενα, αλλά και εικονικά στον υπολογιστή. Οι προσομοιώσεις και οι μοντελοποιήσεις είναι πολύ σημαντικά τεχνολογικά εργαλεία, καθώς καταστάσεις και φυσικά φαινόμενα μπορούν να αναπαρασταθούν στον υπολογιστή. Ιδιαίτερα σε περιπτώσεις που οι μαθητές δεν μπορούν να έχουν άμεση εμπειρία, είναι πολύ σημαντικές οι προσομοιώσεις. Για παράδειγμα, σε επικίνδυνες διαδικασίες, στη μελέτη φαινομένων που λαμβάνουν χώρα σε πολύ μικρό (μικρόκοσμος) ή σε πολύ μεγάλο επίπεδο (π.χ. μελέτη πλανητών, γαλαξιών, κλπ), για τη μελέτη έμβιων και άβιων όντων του παρελθόντος και για την πολλαπλή αναπαράσταση των φαινομένων, είναι πολύ σημαντική η αξιοποίηση των προσομοιώσεων (Σολομωνίδου, 2006).

### **1.3 Το φαινόμενο της πλεύσης-βύθισης**

#### 1.3.1 Η επιστημονική θεωρία του φαινομένου της πλεύσης-βύθισης

Όσον αφορά το φαινόμενο της πλεύσης-βύθισης έχουν διατυπωθεί τρεις διαφορετικές επιστημονικές θεωρίες: η θεωρία του Αρχιμήδη, η θεωρία του Γαλιλαίου και η θεωρία των σύγχρονων επιστημόνων. Σε καμία από τις τρεις θεωρίες δεν ερμηνεύεται το φαινόμενο με βάση την έννοια της πυκνότητας, η οποία αποτελεί τη βασική έννοια για την οργάνωση της διδασκαλίας του φαινομένου από τον Piaget (Ζουπίδης, 2012).



Ειδικότερα, σύμφωνα με την αρχή του Αρχιμήδη, η άνωση είναι η κατακόρυφη δύναμη που ασκείται σε ένα σώμα, όταν εκείνο βυθίζεται μέσα σε υγρό. Η φορά της άνωσης είναι προς τα πάνω, ενώ το μέτρο της είναι ίσο με το βάρος του υγρού που εκτοπίζει το αντικείμενο που πρόκειται να βυθιστεί. Ο φιλόσοφος επισημαίνει πως η πλεύση-βύθιση των σωμάτων επηρεάζεται από δύο αντίθετες δυνάμεις, το βάρος του προς βύθιση αντικειμένου και την άνωση. Το βάρος είναι η κατακόρυφη δύναμη που ασκείται στο σώμα, με φορά προς τα κάτω, ενώ η άνωση έχει φορά προς τα επάνω (Πλιάσα κ.α., 2009). Επομένως, στη συγκεκριμένη θεωρία δεν αξιοποιείται η έννοια του όγκου, ούτε οι αφηρημένες έννοιες της πίεσης και της πυκνότητας (Ζουπίδης, 2012).

Με βάση τη θεωρία του Αρχιμήδη, προκύπτουν τρεις περιπτώσεις από τη σχέση των δύο δυνάμεων:

- Το βάρος του αντικειμένου να είναι πιο μεγάλο από την άνωση.
- Το βάρος του αντικειμένου να είναι πιο μικρό από την άνωση.
- Το βάρος του αντικειμένου να είναι ακριβώς ίδιο με την άνωση που δέχεται, οδηγώντας το σώμα στη βύθιση, χωρίς να ακουμπά στον πάτο του δοχείου (Πλιάσα κ.α., 2009).

Στην πρώτη περίπτωση, στην οποία το βάρος του αντικειμένου είναι μεγαλύτερο από την άνωση, το αντικείμενο βυθίζεται, ενώ όταν το βάρος του είναι μικρότερο από την άνωση, τότε επιπλέει, σύμφωνα με το μοντέλο του Αρχιμήδη. Όμως, με αυτόν τον τρόπο παρουσιάζεται δυσκολία ως προς την ερμηνεία του φαινομένου, όταν ένα σώμα επιπλέει σε μία μικρή ποσότητα υγρού. Ο Αρχιμήδης ερμήνευσε τη συγκεκριμένη περίπτωση με βάση το βάρος του εκτοπιζόμενου υγρού, το οποίο θεωρούσε πως είναι ίσο με το βάρος του αντικειμένου (Ζουπίδης, 2012).

Στη συνέχεια, ο Γαλιλαίος αξιοποίησε κάποιες ακόμη φυσικές έννοιες με στόχο να ερμηνεύσει την πλεύση των αντικειμένων σε πεπερασμένα δοχεία και κατέληξε σε τέσσερις παραδοχές:

- Αρχικά, υποστήριξε πως υπάρχουν δύο διαφορετικά φαινόμενα, η πλεύση των αντικειμένων και το φαινόμενο σύμφωνα με το οποίο ένα αντικείμενο στέκεται πάνω σε ένα υγρό. Το δεύτερο φαινόμενο, σύμφωνα με τη σύγχρονη επιστημονική θεωρία είναι η «επιφανειακή τάση». Επομένως, έθεσε μία

προϋπόθεση ώστε να θεωρείται πως ένα σώμα επιπλέει: στην αρχή να είναι ολόκληρο βυθισμένο στο νερό.

- Επίσης, διαχώρισε το βάρος από το «ειδικό βάρος», το οποίο στη σύγχρονη εποχή ορίζεται από τη σχέση « $\epsilon = \text{Βάρος} / \text{Όγκος}$ ». Επομένως, κατανοούσε την ύπαρξη των δύο διαφορετικών εννοιών, χωρίς όμως να τα ορίζει με σύγχρονους όρους.
- Επιπλέον, θεωρούσε πως η ποσότητα του εκτοπιζόμενου υγρού δεν ισούται με τον όγκο του μέρους του αντικειμένου που βυθίστηκε, αλλά με το μέρος του που έφτασε χαμηλότερα από το αρχικό επίπεδο ηρεμίας της επιφάνειας του υγρού, κατά τη βύθισή του.
- Τέλος, αξιοποίησε μία πρόδρομη έννοια για την πίεση, η οποία ονομάζεται «moment». Με βάση τη συγκεκριμένη έννοια ερμήνευσε το υδροστατικό παράδοξο, με τρόπο που προσιδιάζει στη σημερινή εξήγηση του υδραυλικού πιεστηρίου, στην οποία αξιοποιείται η έννοια της πίεσης που ασκείται σε δύο επιφάνειες. Στο υδραυλικό πιεστήριο ασκούνται δύο δυνάμεις, μία μικρή και μία μεγάλη, οι οποίες οδηγούνται σε ισορροπία.

Επομένως, τόσο ο Αρχιμήδης όσο και ο Γαλιλαίος ερμήνευσαν το φαινόμενο της πλευσης-βύθισης με βάση μια κατάσταση ισορροπίας, την ισορροπία μεταξύ βαρών και την ισορροπία μεταξύ ποσοτήτων «moments», αντίστοιχα (Ζουπίδης, 2012).

Από την άλλη πλευρά, οι σύγχρονοι επιστήμονες ερμηνεύουν το φαινόμενο της πλευσης-βύθισης με βάση την έννοια της ενέργειας. Ειδικότερα, υποστηρίζουν πως η πλευση μπορεί να επιτευχθεί μέσω της ισορροπίας ανάμεσα στις σχετικές ενέργειες του αντικειμένου και του υγρού, η οποία πραγματοποιείται όταν η ενέργεια που χάνει το βυθιζόμενο αντικείμενο ισούται με την ενέργεια που κερδίζει το υγρό που ανεβαίνει προς τα πάνω. Αυτό οδηγεί στην ελάχιστη ολική ενέργεια του αντικειμένου και αν συμβεί πριν βυθιστεί ολόκληρο μέσα στο υγρό, τότε το αντικείμενο θα μπορέσει να επιπλεύσει. Με βάση το συγκεκριμένο μοντέλο μπορεί να ερμηνευθεί η σύνθετη κίνηση (π.χ. ταλάντωση) που παρατηρείται σε αντικείμενα όταν βυθίζονται ή επιπλέουν σε ένα υγρό. Επομένως, πρόκειται για ένα μοντέλο πιο ακριβές, το οποίο αξιοποιεί πιο αφηρημένες έννοιες, ανώτερα μαθηματικά και εξελιγμένα εργαλεία, ενώ έχει και ευρύτερο πεδίο εφαρμογής (Ζουπίδης, 2012).

Ωστόσο, το φαινόμενο της πλεύσης-βύθισης μπορεί να μελετηθεί και με βάση την σύγκριση της πυκνότητας του βυθιζόμενου σώματος, σε σχέση με την πυκνότητα του υγρού. Η πυκνότητα αποτελεί μία από τις θεμελιώδεις ιδιότητες της ύλης και ορίζεται ως «το πηλίκο της μάζας ανά μονάδα όγκου ( $\rho = m / V$ ).» (Πλιάσα κ.α., 2009). Η έννοια της πυκνότητας είναι αρκετά πολύπλοκη για τους μαθητές, όμως είναι αρκετά αποτελεσματική για τη διδασκαλία του φαινομένου, καθώς μπορεί να δώσει πολύ αποτελεσματικές εξηγήσεις σε διάφορες περιπτώσεις. Αξιοποιήθηκε κυρίως στην Πιαζετιανή προσέγγιση του φαινομένου, σύμφωνα με την οποία σημασία έχει η πρόβλεψη της πλεύσης ή της βύθισης. Για να επιτευχθεί η πρόβλεψη, αξιοποιείται η σύγκριση της πυκνότητας του υγρού και του αντικείμενου. Επομένως, η συγκεκριμένη προσέγγιση εστιάζει στο «ποια» αντικείμενα θα επιπλεύσουν, σε αντίθεση με την επιστημονική θεωρία που εστιάζει στο «πώς» θα επιπλεύσουν, δηλαδή στην ερμηνεία του φαινομένου. Η προσέγγιση του Piaget εφαρμόζεται κυρίως στο Γυμνάσιο, ενώ η επιστημονική προσέγγιση χρησιμοποιείται κυρίως στο Λύκειο (Ζουπίδης, 2012). Με βάση τη θεωρία της πυκνότητας, σε περίπτωση που το σώμα έχει μεγαλύτερη πυκνότητα σε από το υγρό, τότε το σώμα βυθίζεται, ενώ όταν το σώμα έχει μικρότερη πυκνότητα από εκείνη του υγρού, τότε επιπλέει με ένα μέρος του έξω από το υγρό. Τέλος, όταν το σώμα έχει πυκνότητα ίση με εκείνη του υγρού, τότε αιωρείται βυθισμένο μέσα στο υγρό (Πλιάσα κ.α., 2009).

### 1.3.2 Οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών για το φαινόμενο της πλεύσης-βύθισης

Όπως προαναφέρθηκε, οι μαθητές συγχέουν τις έννοιες των φυσικών επιστημών με εκείνες που χρησιμοποιούν στην καθημερινή τους ζωή, οδηγώντας τους στη διαμόρφωση εναλλακτικών ιδεών σε σχέση με τις έννοιες που διδάσκονται στο σχολείο (Allen, 2019).

Καταρχάς, στις πολύ μικρές ηλικίες, δηλαδή κυρίως έως έξι χρόνων, τα παιδιά αποδίδουν ανθρώπινα χαρακτηριστικά στα αντικείμενα. Επομένως, ερμηνεύουν το φαινόμενο της πλεύσης-βύθισης με βάση ανθρωπομορφικά στοιχεία. Ειδικότερα, παιδιά της συγκεκριμένης ηλικιακής ομάδας υποστηρίζουν πως κάποια αντικείμενα βυθίζονται επειδή δεν ξέρουν να κολυμπούν. Ακόμη, είναι πιθανό να αποδώσουν την πλεύση και τη βύθιση σε ηθικά αίτια, δηλαδή να υποστηρίξουν πως ένα αντικείμενο

θα επιπλεύσει ή θα βυθιστεί, καθώς αυτό είναι το σωστό ή επειδή έτσι θα έπρεπε να γίνει (Πλιάσα κ.α., 2009).

Το φαινόμενο της πλεύσης-βύθισης είναι αρκετά οικείο στους μαθητές μικρής ηλικίας, καθώς έχουν αρκετές εμπειρίες από την καθημερινή τους ζωή. Ωστόσο, τα περισσότερα παιδιά έχουν διαμορφώσει κάποιες εναλλακτικές αντιλήψεις σχετικά με το συγκεκριμένο φαινόμενο, για τις οποίες έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές έρευνες. Σε έρευνα των Ιωαννίδη και Κακανά που πραγματοποιήθηκε το 2001, οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών ταξινομήθηκαν σε πέντε νοητικά μοντέλα, τα οποία δεν έχουν λογική συνάφεια και παρουσιάζουν αντιφάσεις μεταξύ τους:

- Τα βαριά σώματα βυθίζονται, ενώ τα ελαφριά επιπλέουν.
- Τα μεγάλα σώματα επιπλέουν, ενώ τα μικρά βυθίζονται.
- Τα βαριά σώματα επιπλέουν, ενώ τα ελαφριά βυθίζονται.
- Τα σκληρά σώματα βυθίζονται, ενώ τα μαλακά επιπλέουν.
- Τα σώματα που έχουν τρύπες βυθίζονται, ενώ τα σώματα χωρίς τρύπες επιπλέουν (Καλογιαννάκης, 2018).

Ο σχηματισμός των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών σχετικά με το φαινόμενο, προκύπτει από το γεγονός ότι δεν μπορούν να αντιληφθούν την έννοια της «πυκνότητας» και, επομένως, την αναλογική σχέση της μάζας και του όγκου (Καλογιαννάκης, 2018). Παράλληλα, είναι σύνηθες για τα παιδιά μικρής ηλικίας να κάνουν αυθαίρετες ομαδοποιήσεις, όπως για παράδειγμα να θεωρούν ότι τα βαριά αντικείμενα θα βυθιστούν, ενώ τα ελαφριά θα επιπλεύσουν. Η ερμηνεία που δίνουν σε αυτή την υπόθεση είναι ότι το νερό δεν μπορεί να σηκώσει τα βαριά αντικείμενα. Ακόμη, πολλά παιδιά υποστηρίζουν ότι η πλεύση-βύθιση εξαρτάται από το υλικό από το οποίο είναι φτιαγμένα τα αντικείμενα, ανεξάρτητα από το είδος του υγρού στο οποίο τοποθετούνται (Μαργαρίτη & Μπράτισης, 2015).

Επιπλέον, υπάρχει η αντίληψη πως ένα αντικείμενο επιπλέει μόνο όταν βρίσκεται ακίνητο στην επιφάνεια του νερού, ενώ όταν βρίσκεται κάτω από την επιφάνεια του νερού, είναι βυθισμένο. Για παράδειγμα, υποστηρίζουν ότι τα υποβρύχια δεν επιπλέουν, καθώς βρίσκονται κάτω από την επιφάνεια του νερού, μολονότι πρόκειται για λανθασμένη αντίληψη, καθώς το νερό τα στηρίζει σε συγκεκριμένο σημείο (Allen, 2019).

Ακόμη, όταν τα παιδιά καλούνται να προβλέψουν αν ένα σώμα θα επιπλεύσει, χρησιμοποιούν ως κριτήριο την αίσθηση που έχουν για τη μάζα του, υποστηρίζοντας πως τα βαρύτερα αντικείμενα, βυθίζονται. Ωστόσο, δεν λαμβάνουν υπόψη την ποσότητα και τον όγκο του αντικειμένου. Επομένως, μολονότι ο χρυσός θεωρείται βαρύτερος από τα πούπουλα, ένα βαρέλι πούπουλα έχει μεγαλύτερη μάζα από ένα χρυσό δαχτυλίδι (Allen, 2019).

Μία ακόμη παρανόηση των μαθητών προκύπτει από την έννοια της πυκνότητας. Τα παιδιά θεωρούν πως ένα αντικείμενο είναι πυκνότερο από ένα άλλο όταν είναι πιο σκληρό από αυτό. Επομένως, νομίζουν πως το ξύλο είναι πυκνότερο από το νερό, καθώς είναι σκληρότερο. Αυτή η αντίληψη ενισχύεται από το γεγονός ότι κάποια ξύλινα αντικείμενα, όπως τα έπιπλα, είναι πολύ βαριά (Allen, 2019).

Για την αντιμετώπιση των παραπάνω εναλλακτικών ιδεών, ο εκπαιδευτικός θα μπορούσε να αξιοποιήσει την έννοια της πυκνότητας, η οποία συνδυάζει τον όγκο και το βάρος του αντικειμένου, καθώς αποτελεί το πηλίκο της μάζας προς τον όγκο του αντικειμένου. Επομένως, προκύπτει ο εξής ορισμός για την πλεύση: «Ένα σώμα είναι βυθισμένο στο νερό όταν είναι πυκνότερο από αυτό, ενώ επιπλέει στο νερό όταν είναι λιγότερο πυκνό από αυτό ή εξίσου πυκνό» (Allen, 2019).

Η σύγκριση της πυκνότητας ενός αντικειμένου με την πυκνότητα του νερού, είναι ένας τρόπος για να προβλεφθεί αν θα μπορούσε να επιπλεύσει. Πιο συγκεκριμένα, η πυκνότητα του νερού σε θερμοκρασία δωματίου είναι περίπου 1. Συνεπώς, ένα σώμα με πυκνότητα μικρότερη ή ίση του 1, θα επιπλεύσει, ενώ ένα σώμα με μικρότερη πυκνότητα, θα βυθιστεί. Με αυτόν τον τρόπο, μπορεί να εξηγηθεί το γεγονός ότι κάποια πολύ βαριά αντικείμενα, όπως τα πλοία, έχουν την ικανότητα να επιπλέουν στο νερό. Πρόκειται για αντικείμενα με πολύ μεγάλη μάζα, τα οποία είναι κενά στο εσωτερικό τους, αποκτώντας πολύ μεγάλο όγκο και, κατά συνέπεια, πυκνότητα μικρότερη από 1 (Allen, 2019).

Όπως προκύπτει από τα παραπάνω, η διδασκαλία του φαινομένου της πλεύσης-βύθισης παρουσιάζει αρκετές δυσκολίες, καθώς εμπλέκονται σε αυτό πολύπλοκες έννοιες, όπως η πυκνότητα και η άνωση. Η διδασκαλία του συγκεκριμένου φαινομένου μπορεί να γίνει είτε με βάση την έννοια της άνωσης είτε με βάση την έννοια της πυκνότητας. Ωστόσο, και οι δύο έννοιες είναι αρκετά δυσνόητες για τους

μαθητές (Schwichow & Zoupidis, 2023). Πρόκειται για έννοιες που δεν μπορεί ο άνθρωπος να αντιληφθεί με τις αισθήσεις του, αλλά μόνο με τη βοήθεια ανώτερων μαθηματικών, τα οποία δεν μπορεί να κατανοήσει. Επομένως, για την ερμηνεία του φαινομένου καταφεύγει σε διαισθητικού τύπου εναλλακτικές ιδέες που βασίζονται σε έννοιες, όπως το βάρος, το σχήμα και το μέγεθος, τις οποίες αντιλαμβάνονται στην καθημερινή τους εμπειρία (Ζουπίδης, 2012). Ένας τρόπος να καμφθούν οι δυσκολίες και να οδηγηθούν τα παιδιά στη γνώση είναι η διεξαγωγή πειραμάτων. Τα πειράματα μπορεί να πραγματοποιηθούν είτε με υλικά αντικείμενα είτε με ψηφιακά (Schwichow & Zoupidis, 2023).

#### **1.4 Έρευνες για την επίδραση των ΤΠΕ στην εκπαίδευση στη διδασκαλία**

##### 1.4.1 Έρευνες σχετικά με την επίδραση των ΤΠΕ στην αντιμετώπιση των εναλλακτικών ιδεών σε διάφορα μαθήματα

Οι Trey και Khan (2008) μελέτησαν την επίδραση των προσομοιώσεων και των αναλογιών στον υπολογιστή στην οικοδόμηση γνώσεων σχετικά με τα μη παρατηρήσιμα φαινόμενα των φυσικών επιστημών. Στην έρευνα συμμετείχαν 15 μαθητές χωρισμένοι σε δύο ομάδες. Στη μία ομάδα οι μαθητές αλληλεπίδρασαν με προσομοιώσεις στον υπολογιστή, ενώ στην άλλη ομάδα χρησιμοποιήθηκαν αναλογίες που βασίζονταν σε στατικές εικόνες και κείμενο. Μελετήθηκαν κάποια τεστ που δόθηκαν στους μαθητές και οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα πως υπήρξαν πιο θετικά αποτελέσματα στους μαθητές που διδάχθηκαν με βάση τις δυναμικές προσομοιώσεις στον υπολογιστή, σε σχέση με εκείνους που χρησιμοποίησαν κείμενο και στατικές εικόνες.

Παρόμοια αποτελέσματα προέκυψαν από την έρευνα του Chang και των συνεργατών του (2008), στην οποία συμμετείχαν 153 μαθητές της Β' γυμνασίου. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, υπήρξαν καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα στους μαθητές που διδάχθηκαν με βάση ένα πρόγραμμα ψηφιακών προσομοιώσεων, σε σχέση με εκείνους που διδάχθηκαν σε παραδοσιακό εργαστήριο των φυσικών επιστημών. Επιπλέον, η αξιοποίηση των προσομοιώσεων ενίσχυσε περισσότερο την ανάπτυξη των δεξιοτήτων αφηρημένου συλλογισμού στους μαθητές, χωρίς, ωστόσο,

να σημειωθεί στατιστικά σημαντική διαφορά από τη χρήση προσομοιώσεων και τη διδασκαλία σε παραδοσιακό εργαστήριο.

Ο Özmen και οι συνεργάτες του (2009) μελέτησαν τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την αξιοποίηση των ΤΠΕ στην εννοιολογική αλλαγή μαθητών Λυκείου σχετικά με το φαινόμενο των χημικών ενώσεων. Ειδικότερα, οι μαθητές χωρίστηκαν σε δύο ομάδες, την πειραματική ομάδα, στην οποία συμμετείχαν 28 μαθητές και την ομάδα ελέγχου, στην οποία συμμετείχαν 30 μαθητές. Η πειραματική ομάδα διδάχθηκε το μάθημα με βάση animations στον υπολογιστή, ενώ η ομάδα ελέγχου με παραδοσιακή διδασκαλία. Για τη συλλογή των δεδομένων αξιοποιήθηκαν ερωτηματολόγια πριν και μετά την παρέμβαση και συγκρίθηκαν τα αποτελέσματά τους. Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η επίδοση των μαθητών της πειραματικής ομάδας ήταν καλύτερη σε σχέση με εκείνη της ομάδας ελέγχου, χωρίς να υπάρχει, όμως, στατιστικά σημαντική διαφορά. Επίσης, οι μαθητές της ομάδας ελέγχου αντιμετώπισαν πιο αποτελεσματικά τις εναλλακτικές τους ιδέες και οδηγήθηκαν στην εννοιολογική αλλαγή.

Σύμφωνα με έρευνα των Trundle και Bell (2010) η αξιοποίηση των ΤΠΕ είχε θετική επίδραση στην αντιμετώπιση των εναλλακτικών ιδεών υποψηφίων εκπαιδευτικών προσχολικής ηλικίας, σχετικά με το φαινόμενο των φάσεων της Σελήνης. Ειδικότερα, στην έρευνα συμμετείχαν 101 υποψήφιοι εκπαιδευτικοί και αξιοποιήθηκε η μέθοδος της διερευνητικής μάθησης. Οι συμμετέχοντες ακολούθησαν τρεις τρόπους εκμάθησης του φαινομένου: α) η αξιοποίηση του λογισμικού «Starry Night™», β) η παρατήρηση της φύσης σε συνδυασμό με την αξιοποίηση του λογισμικού "Starry Night™» και γ) η παρατήρηση της φύσης. Αξιοποιήθηκαν κάποια τεστ με τα οποία συνέλεξαν τα δεδομένα και ακολούθησε η συγκριτική ανάλυσή τους. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως υπήρχαν στατιστικά σημαντικά καλύτερα αποτελέσματα σχετικά με την κατανόηση της διαδοχής των φάσεων της Σελήνης όταν αξιοποιήθηκε το λογισμικό, ενώ οι δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές όσον αφορά τον σχεδιασμό των φάσεων της Σελήνης και των αιτιών που τις προκαλούν. Επιπλέον, και οι τρεις τρόποι διδασκαλίας είχαν θετική επίδραση στην γνωστική σύγκρουση και την εννοιολογική αλλαγή.

Οι εναλλακτικές ιδέες μαθητών δημοτικού σχετικά με το φαινόμενο της ανάκλασης-διάχυσης, μελετήθηκαν σε έρευνα των Τέκου και Σολομωνίδου (2010). Ειδικότερα,

στην έρευνα συμμετείχαν 140 μαθητές της Ε' και Στ' δημοτικού από τρία δημοτικά σχολεία του Βόλου, εκ των οποίων οι 81 ανήκαν στην πειραματική ομάδα και οι 59 στην ομάδα ελέγχου. Στην πειραματική ομάδα οι μαθητές διδάχθηκαν με βάση προσομοιώσεις και δραστηριότητες σε υπολογιστή, ενώ στην ομάδα ελέγχου με παραδοσιακή διδασκαλία. Για τη συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε ένα ερωτηματολόγιο, το οποίο συμπληρώθηκε πριν και μετά την παρέμβαση. Βρέθηκε πως στα παιδιά της πειραματικής ομάδας υπήρχε σημαντικότερη αλλαγή στις εναλλακτικές τους ιδέες, σε σχέση με τα παιδιά της ομάδας ελέγχου.

Η Μανώλη (2011) μελέτησε την επίδραση δύο λογισμικών για τη Γεωγραφία της Στ δημοτικού στη διδασκαλία της ενότητας «Η γη ως ουράνιο σώμα». Στην έρευνα συμμετείχαν δύο ισάριθμα τμήματα της έκτης τάξης, στα οποία υπήρχε ίσος αριθμός αγοριών και κοριτσιών και τα παιδιά είχαν παρόμοιες επιδόσεις. Αρχικά εξετάστηκαν οι αρχικές αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με το γνωστικό αντικείμενο και στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε η διδακτική παρέμβαση. Στο ένα τμήμα αξιοποιήθηκε το λογισμικό «ΓΑΙΑ», ενώ στο άλλο τμήμα το λογισμικό «Γεωγραφία Π.Ι.». Οι μαθητές έδειξαν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για το μάθημα και την αλληλεπίδρασή τους με τα λογισμικά. Τα αποτελέσματα της έρευνας ήταν αρκετά θετικά, όμως επηρεάστηκαν και από τον ατομικό ρυθμό μάθησης. Παρατηρήθηκε πως τα αποτελέσματα ήταν καλύτερα με το κλειστό περιβάλλον Γεωγραφίας του Π.Ι. σε σχέση με το ανοιχτό διερευνητικό περιβάλλον «ΓΑΙΑ», γεγονός που αιτιολογεί η καθηγήτρια με βάση την ομοιότητα του κλειστού λογισμικού με την λογική της παραδοσιακής διδασκαλίας.

Την επίδραση των εικονικών πειραμάτων στη διδασκαλία της έννοιας του ηλεκτρικού κυκλώματος μελέτησε σε έρευνά του ο Κώτσης (2012). Στην έρευνα συμμετείχαν 222 μαθητές της Ε' και Στ' δημοτικού, εκ των οποίων οι 110 φοιτούσαν στην πέμπτη τάξη και οι 112 στην έκτη τάξη. Οι μαθητές της κάθε τάξης χωρίστηκαν σε δύο ισάριθμες ομάδες, μία πειραματική και μία ομάδα ελέγχου. Στην πειραματική ομάδα πραγματοποιήθηκαν πειράματα με τη βοήθεια του λογισμικού προσομοίωσης «Crocodile clips 3 elementary edition» και στην ομάδα ελέγχου πειράματα με πραγματικά αντικείμενα. Οι μαθητές κλήθηκαν να συμπληρώσουν φύλλα εργασίας και βρέθηκε πως υπήρχαν καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα για τους μαθητές της πειραματικής ομάδας μόνο στην πρώτη ερώτηση, ενώ στις υπόλοιπες είχαν παρόμοια αποτελέσματα.



Σε έρευνα της Πετροπούλου (2015) μελετήθηκε η επίδραση της αξιοποίησης των ΤΠΕ στην οικοδόμηση των γνώσεων των μαθητών σχετικά με το φαινόμενο της κίνησης των σωμάτων στον τρισδιάστατο χώρο. Ειδικότερα, αξιοποιήθηκε το προσομοιωτικό περιβάλλον του «3D Shooter», με το οποίο αλληλεπίδρασαν 14 μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης δύο σχολείων της Αττικής. Ακολουθήθηκαν δύο στάδια κατά τη διάρκεια της έρευνας. Στο πρώτο στάδιο πραγματοποιήθηκε βιωματική μάθηση σχετικά με το φαινόμενο, στο οποίο αξιοποιήθηκε το παιχνίδι με μπάλες, ενώ στο δεύτερο στάδιο αξιοποιήθηκε το λογισμικό «3D Shooter». Ειδικότερα, στο πρώτο στάδιο έγινε μια εισαγωγή στο φαινόμενο και στις μεταβλητές που εμπλέκονται σε αυτό, ενώ στο δεύτερο στάδιο δόθηκε η ευκαιρία στους μαθητές να κατανοήσουν εις βάθος το φαινόμενο, μεταβάλλοντας και ελέγχοντας τις μεταβλητές. Για τη συλλογή των δεδομένων, δόθηκαν φύλλα εργασίας στους μαθητές και στα δύο στάδια και πραγματοποιήθηκε σύγκριση των αποτελεσμάτων τους, ενώ οι ενέργειές τους καταγράφονταν μέσω webcam. Σύμφωνα με τα συμπεράσματα της έρευνας, το λογισμικό συνετέλεσε στην οικοδόμηση της γνώσης των παιδιών, ενώ παράλληλα προκλήθηκε γνωστική σύγκρουση με την οποία αντιμετωπίστηκαν οι διάφορες εναλλακτικές τους ιδέες.

Η Μεμένιου (2017) μελέτησε τη διδασκαλία του φαινομένου της μετάδοσης της θερμότητας με αγωγή, αξιοποιώντας την ψηφιακή αφήγηση και συγκεκριμένα τον μύθο του Ικάρου. Στην έρευνα συμμετείχαν 20 μαθητές της Α' τάξης ενός ιδιωτικού δημοτικού σχολείου της Αθήνας. Ειδικότερα, αξιοποιήθηκε το εποικοδομητικό μοντέλο μάθησης και η παρέμβαση διήρκεσε τρία διδακτικά δίωρα. Αρχικά, καταγράφηκαν οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών και, στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε η διδακτική παρέμβαση. Επρόκειτο για πιλοτική έρευνα, όμως τα δεδομένα που συλλέχθηκαν με ερωτηματολόγιο, παρουσιάστηκαν με γραφήματα και ποσοστά, δίνοντας τον χαρακτήρα ποσοτικής έρευνας. Σύμφωνα με τα συμπεράσματα της έρευνας, η επίδραση της ψηφιακής αφήγησης ήταν θετική, καθώς συνέβαλε στην αναδόμηση των ιδεών των μαθητών, σχετικά με τη διάδοση της θερμότητας.

Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τον Τσιούκα (2018), μελετήθηκε η συμβολή ενός εκπαιδευτικού λογισμικού για τη θερμότητα, τη θερμοκρασία και τον βρασμό, στην αντιμετώπιση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών. Στην έρευνα συμμετείχαν 12 μαθητές της Ε' δημοτικού και για τη συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε

ερωτηματολόγιο που συμπληρώθηκε πριν και μετά την παρέμβαση. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, η αξιοποίηση του λογισμικού συνέβαλε θετικά στην αναδόμηση των ιδεών και την οικοδόμηση της γνώσης.

Η συμβολή της αξιοποίησης της τεχνολογίας για την κατανόηση του φαινομένου της εναλλαγής των εποχών μελετήθηκε σε έρευνα της Αναστασιάδου (2019). Αξιοποιήθηκε ένα σύστημα μεικτής πραγματικότητας και ενσωμάτωσης μάθησης, το οποίο ονομάστηκε «Εσωγήνιου», στο οποίο οι μαθητές μπορούν να μάθουν για το φαινόμενο των εποχών ευρισκόμενοι στο εσωτερικό μιας Γης-μινιατούρας. Το δείγμα της έρευνας ήταν 23 μαθητές της ΣΤ΄ τάξης Δημοτικού από διάφορα Δημοτικά σχολεία του νομού Φλώρινας. Παρατηρήθηκαν θετικά αποτελέσματα τόσο στην οικοδόμηση των γνώσεων των μαθητών, όσο και στις στάσεις και τα συναισθήματά τους προς το μάθημα, καθώς έδειξαν ιδιαίτερο ενδιαφέρον και χαρά κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης.

Τέλος, σύμφωνα με τους Χριστοδούλου και Πνευματικό (2023) η αξιοποίηση των Ρομπότ Κοινωνικής Αρωγής στη διδασκαλία και συγκεκριμένα στον διδακτικό σχεδιασμό, είχε θετικά αποτελέσματα στη μάθηση. Στην έρευνα συμμετείχαν 104 μαθητές, οι οποίοι ανήκαν όλοι στην πειραματική ομάδα και τα δεδομένα συλλέχθηκαν με τεστ πριν και μετά την παρέμβαση. Βρέθηκε ότι οι μαθητές άλλαξαν τις αρχικές τους ιδέες τόσο στη διαδικαστική αλλά και στη δηλωτική γνώση.

#### 1.4.2 Έρευνες σχετικά με την επίδραση των ΤΠΕ στη διδασκαλία του φαινομένου της πλεύσης-βύθισης

Ήδη από το 1993 μελετήθηκε από τον Snir και τους συνεργάτες του (Snir, Smith, & Grosslight, 1993) η αξιοποίηση των προσομοιώσεων σε υπολογιστή για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών, με στόχο την πρόκληση της εννοιολογικής αλλαγής. Οι ερευνητές σχεδίασαν ένα λογισμικό προσομοίωσης, για την κατανόηση των εννοιών της μάζας και της πυκνότητας, οι οποίες χρησιμοποιούνται για την κατανόηση του φαινομένου της πλεύσης-βύθισης. Οι προσομοιώσεις, σύμφωνα με τους ερευνητές δίνουν την ευκαιρία στους μαθητές να αντιληφθούν δύσκολες έννοιες και περίπλοκα φαινόμενα.

Σύμφωνα με έρευνα της Σπύρτου και των συνεργατών της (Spyrtou et al., 2008) η αξιοποίηση της τεχνολογίας συνετέλεσε θετικά στην κατανόηση του φαινομένου της πλεύσης-βύθισης. Ειδικότερα, η συγκεκριμένη μελέτη αποτελούσε μέρος ενός project που είχε σχεδιαστεί για να προσελκύσει το ενδιαφέρον των μαθητών τόσο στην επιστήμη όσο και στα επιστημονικά επαγγέλματα. Στην έρευνα συμμετείχαν 12 μαθητές της πέμπτης δημοτικού, οι οποίοι παρακολούθησαν παρέμβαση 10 ωρών για τη μελέτη της πυκνότητας, η οποία επηρεάζει το φαινόμενο της πλεύσης-βύθισης. Στην έρευνα πραγματοποιήθηκαν και πραγματικά και εικονικά πειράματα και τα δεδομένα συλλέχθηκαν με ερωτηματολόγια πριν και μετά την παρέμβαση, με ατομικές συνεντεύξεις και καταγραφή της παρέμβασης. Η έρευνα αποτελούσε την πιλοτική φάση της μελέτης και είχε θετικά αποτελέσματα, κυρίως όσον αφορά τη γνώση και όχι τόσο ως προς τη διαδικασία.

Στην πιλοτική έρευνα για την αξιοποίηση του λογισμικού «Ο Φελούλης και ο Σιδερούλης στην πισίνα» που αφορά στο φαινόμενο της πλεύσης-βύθισης, το οποίο χρησιμοποιείται και στην παρούσα έρευνα, τα αποτελέσματα ήταν αρκετά ενθαρρυντικά (Πλιάσα κ.α., 2009). Το δείγμα της έρευνας αποτελούνταν από 12 μαθητές νηπιαγωγείου (6 αγόρια και 6 κορίτσια) ηλικίας 5,5-6 ετών, οι οποίοι είχαν γνώσεις χειρισμού ηλεκτρονικού υπολογιστή. Τα μισά παιδιά εργάστηκαν ατομικά, ενώ τα υπόλοιπα σε τρεις ομάδες των δύο ατόμων, ώστε να διαπιστωθεί αν μπορούν να δοθούν ευκαιρίες αλληλεπίδρασης. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν με ερωτηματολόγια pre-test και post-test, τα οποία περιλάμβαναν 12 όμοιες ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, οι οποίες ήταν εικονογραφημένες για να μπορούν να τα συμπληρώσουν οι μαθητές, παρά τη μικρή τους ηλικία. Η αξιοποίηση του λογισμικού βοήθησε τα παιδιά στην κατανόηση του φαινομένου και τους προκάλεσε ενδιαφέρον και θέληση για μάθηση.

Στην έρευνα του Çerpi και των συνεργατών του (2010) μελετήθηκε η επίδραση της διδασκαλίας με βάση την επικοινωνιακή προσέγγιση, στην αντιμετώπιση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών γυμνασίου και την πραγματοποίηση εννοιολογικής αλλαγής σχετικά με το φαινόμενο της πλεύσης-βύθισης. Η παρέμβαση αξιοποιούσε, παράλληλα, και την τεχνολογία (βίντεο, προσομοιώσεις, animation) για την πειραματική ομάδα, ενώ η ομάδα ελέγχου διδάχθηκε σύμφωνα με το μοντέλο που πρότεινε το Υπουργείο Παιδείας της χώρας (Τουρκία). Τα αποτελέσματα της

έρευνας, τα οποία προέκυψαν από την ανάλυση και σύγκριση των δεδομένων των ερωτηματολογίων πριν και μετά την παρέμβαση, έδειξαν πως υπήρχαν θετικότερα αποτελέσματα στα παιδιά της πειραματικής ομάδας, σε σχέση με την ομάδα ελέγχου. Πολλά από τα παιδιά της ομάδας ελέγχου διατήρησαν τις εναλλακτικές τους ιδέες ακόμη και μετά την παρέμβαση.

Η επίδραση της τεχνολογίας στη διδασκαλία του φαινομένου της πλεύσης-βύθισης μελετήθηκε και στην έρευνα της Howe και των συνεργατών της (2013). Στην έρευνα συμμετείχαν μαθητές δημοτικού ηλικίας 8-12 ετών, οι οποίοι χωρίστηκαν σε δύο ομάδες, την πειραματική, η οποία διδάχθηκε με τη χρήση λογισμικού και την ομάδα ελέγχου, στην οποία δεν αξιοποιήθηκε το λογισμικό. Το λογισμικό ζητούσε από τα παιδιά να προβλέψουν την κατεύθυνση και την ταχύτητα της πτώσης αντικειμένων και στη συνέχεια παρουσίαζε προσομοιώσεις που επιβεβαίωναν ή διέψευδαν την πρόβλεψη των παιδιών. Κάποιοι μαθητές (44) εργάστηκαν ατομικά, έχοντας καθοδήγηση από κάποιον ενήλικα, ενώ οι υπόλοιποι (48) εργάστηκαν σε ζευγάρια και οι ερευνητές παρατηρούσαν την εργασία τους. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν με ερωτηματολόγια pre-test που δόθηκαν πριν την παρέμβαση και post-test που δόθηκαν μερικές εβδομάδες μετά την παρέμβαση. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, οι μαθητές που διδάχθηκαν αξιοποιώντας το λογισμικό είχαν καλύτερες επιδόσεις στο post-test σε σχέση με τα παιδιά της ομάδας ελέγχου. Παράλληλα, πιο θετικά αποτελέσματα είχαν οι μαθητές που εργάστηκαν σε ζευγάρια, σε σχέση με εκείνους που εργάστηκαν ατομικά.

Οι Μαργαρίτη και Μπράτισης (2015) μελέτησαν τα αποτελέσματα της αξιοποίησης της ψηφιακής αφήγησης στη διδασκαλία εννοιών των φυσικών επιστημών στο νηπιαγωγείο. Χρησιμοποιήθηκε ένα διαδραστικό παραμύθι με στόχο τη διερεύνηση και την αντιμετώπιση εναλλακτικών ιδεών σχετικά με το φαινόμενο της πλεύσης-βύθισης. Ειδικότερα, αξιοποιήθηκε μία εφαρμογή στο προγραμματιστικό περιβάλλον Scratch, ώστε να μετατραπεί σε διαδραστική μορφή ένας από τους μύθους του Αισώπου. Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 22 μαθητές ενός δημόσιου νηπιαγωγείου του νομού Φλώρινας. Η έρευνα χωρίστηκε σε τρεις φάσεις: τη φάση της ανάδειξης των ιδεών, τη φάση της διδακτικής παρέμβασης και τη φάση της αξιολόγησης. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν μέσω ερωτήσεων στις οποίες κλήθηκαν να απαντήσουν τα παιδιά, με τη μορφή ατομικών συνεντεύξεων και του υλικού που

προέκυψε από τη βιντεοσκόπηση του μαθήματος. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που προέκυψαν, υπήρξε βελτίωση στις αντιλήψεις των μαθητών, οι οποίες πλησίαζαν περισσότερο στην επιστημονική γνώση.

Την ίδια χρονιά, σε έρευνα των Ozkan και Selcuk (2015) μελετήθηκε η συμβολή της τεχνολογίας στην εννοιολογική αλλαγή μαθητών δημοτικού σε σχέση με την κατανόηση της άνωσης. Στην έρευνα συμμετείχαν 40 μαθητές δημοτικού, χωρισμένοι σε δύο ισάριθμες ομάδες, την πειραματική ομάδα και την ομάδα ελέγχου. Οι μαθητές της πειραματικής ομάδας διδάχθηκαν με την αξιοποίηση της τεχνολογίας, ενώ οι μαθητές της ομάδας ελέγχου διδάχθηκαν με παραδοσιακή διδασκαλία. Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με ερωτηματολόγια pre-test και post-test, τα οποία αποτελούνταν από πέντε ερωτήσεις ανοιχτού τύπου σχετικά με την άνωση. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας οι μαθητές της πειραματικής ομάδας είχαν καλύτερες επιδόσεις στα post-test σε σχέση με τους μαθητές της ομάδας ελέγχου. Επομένως, υπήρξε θετική συμβολή της τεχνολογίας στην κατανόηση του φαινομένου από τους μαθητές.

Έρευνα για το φαινόμενο της πλεύσης-βύθισης διεξήγαγαν και η Vysotskaya με τους συνεργάτες της (2016). Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 229 μαθητές γυμνασίου, ενός σχολείου της Μόσχας, οι οποίοι χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες. Η πρώτη ομάδα (90 μαθητές) διδάχθηκε μέσω προσομοιώσεων στον υπολογιστή, η δεύτερη ομάδα (49 μαθητές) διδάχθηκε μέσω πραγματικών πειραμάτων, ενώ η τρίτη ομάδα (90 μαθητές) παρακολούθησε παραδοσιακή διδασκαλία στην τάξη, σχετικά με το συγκεκριμένο φαινόμενο. Η διδασκαλία γενικά εστίασε στην κατανόηση της έννοιας της πυκνότητας, η οποία αποτελεί βασικό παράγοντα που επηρεάζει την πλεύση ή τη βύθιση των σωμάτων. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν με ερωτηματολόγια πριν και μετά την παρέμβαση. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, οι μαθητές που διδάχθηκαν μέσω προσομοιώσεων στον υπολογιστή, παρουσίασαν μεγαλύτερη βελτίωση, ενώ όσοι διδάχθηκαν με παραδοσιακή διδασκαλία, είχαν τη μικρότερη βελτίωση. Ωστόσο, δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις τρεις ομάδες μαθητών.

Ο Ζουπίδης και οι συνεργάτες του (Zoupidis et al., 2018) μελέτησαν την αξιοποίηση προσομοιωμένων και πραγματικών πειραμάτων στην αντιμετώπιση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών και την εννοιολογική τους αλλαγή σχετικά με το

φαινόμενο της πλεύσης-βύθισης. Πραγματοποιήθηκαν δύο παρεμβάσεις, εκ των οποίων η πρώτη ήταν η πιλοτική και αναφέρεται παραπάνω (Spyrtou et al., 2008). Στην πιλοτική έρευνα συμμετείχαν 12 μαθητές της πέμπτης δημοτικού, ενώ στη δεύτερη συμμετείχαν 41 μαθητές. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν με πολλούς τρόπους, όπως ερωτηματολόγιο πριν και μετά την παρέμβαση, συνεντεύξεις και σημειώσεις των ερευνητών. Ειδικότερα, όσον αφορά τα ερωτηματολόγια, δόθηκε στους μαθητές ένα πριν την παρέμβαση, ένα μετά από μία εβδομάδα κι ένα επτά μήνες μετά. Υπήρχαν τρεις κοινές ερωτήσεις και στα τρία ερωτηματολόγια, ενώ οι υπόλοιπες δύο υπήρχαν μόνο στα ερωτηματολόγια μετά την παρέμβαση, καθώς περιείχαν κάποια δεδομένα που έπρεπε να διδαχθούν στους μαθητές, για να μπορέσουν να τα συμπληρώσουν. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πως είναι καλύτερο να συνδυάζονται τα εικονικά πειράματα με πραγματικά, καθώς με αυτόν τον τρόπο υπάρχει καλύτερη επίδραση στην εννοιολογική αλλαγή των μαθητών. Ακόμη, αξίζει να σημειωθεί πως οι γνώσεις που οικοδόμησαν οι μαθητές διατηρήθηκαν ακόμη και επτά μήνες μετά την παρέμβαση.

Μία ακόμη έρευνα για το φαινόμενο της πλεύσης-βύθισης πραγματοποιήθηκε από τη Surtiana και τους συνεργάτες της (2020). Στην έρευνα συμμετείχαν 37 μαθητές λυκείου (22 κορίτσια και 15 αγόρια). Πραγματοποιήθηκαν εργαστηριακές δραστηριότητες με χρήση της τεχνολογίας, στις οποίες οι μαθητές εργάζονταν ομαδικά. Αξιοποιήθηκαν ερωτηματολόγια πριν και μετά την παρέμβαση, των οποίων τα αποτελέσματα συγκρίθηκαν. Βρέθηκε πως η παρέμβαση επέδρασε θετικά στην κατανόηση του φαινομένου, καθώς βοήθησε τους μαθητές να αναδομήσουν τις εναλλακτικές τους ιδέες και να οδηγηθούν στην επιστημονική γνώση.

Σύμφωνα με τον Παύλου και τους συνεργάτες του (Pavlou, Papaenripidou & Zacharia 2021) τα εικονικά πειράματα είχαν καλύτερα αποτελέσματα από τα πραγματικά πειράματα, στην εννοιολογική αλλαγή των μαθητών προσχολικής ηλικίας, σε σχέση με το φαινόμενο της πλεύσης-βύθισης. Στην έρευνα συμμετείχαν 36 παιδιά προσχολικής ηλικίας, τα οποίοι χωρίστηκαν σε δύο ομάδες. Στη μία ομάδα οι μαθητές διδάχθηκαν για την πλεύση-βύθιση μέσω πειραμάτων με πραγματικά αντικείμενα, ενώ στην άλλη ομάδα με εικονικά πειράματα. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν με ατομικές συνεντεύξεις πριν την παρέμβαση, κατά τη διάρκεια και μετά το πέρας της παρέμβασης. Για τη διεξαγωγή των πειραμάτων χρησιμοποιήθηκαν κύβοι, οι οποίοι

είχαν διαφορετική μάζα ή όγκο ή/και υλικό και ένα δοχείο με νερό. Η μόνη διαφορά ήταν ότι στα εικονικά πειράματα τα αντικείμενα ήταν εικονικά. Πραγματοποιήθηκε ποιοτική ανάλυση των συνεντεύξεων, ενώ αξιοποιήθηκαν και ρούμπρικες και μη παραμετρικά τεστ. Από τη σύγκριση των αποτελεσμάτων των τεστ που συμπλήρωσαν οι μαθητές, προέκυψε ότι τα εικονικά πειράματα είχαν μεγαλύτερη επίδραση στην κατανόηση του φαινομένου και την πρόκληση εννοιολογικής αλλαγής.

Τέλος, την επίδραση της τεχνολογίας στη διδασκαλία της πλεύσης-βύθισης μελέτησαν ο Wongsuwan και οι συνεργάτες του (2021), οι οποίοι διερεύνησαν την επίδραση των διαδραστικών προσομοιώσεων σε υπολογιστή, στην κατανόηση του φαινομένου. Ειδικότερα, αξιοποιήθηκε η πλατφόρμα CoSci και αξιοποιήθηκε η διερευνητική προσέγγιση μάθησης. Συνολικά συμμετείχαν 18 μαθητές λυκείου, ενός σχολείου που συνεργαζόταν με το Πανεπιστήμιο της Ταϊλάνδης, οι οποίοι αλληλεπίδρασαν με την πλατφόρμα, ώστε να οικοδομήσουν τις γνώσεις τους σχετικά με την άνοση. Το μάθημα είχε τη δομή «πρόβλεψη-παρατήρηση-ερμηνεία», με στόχο την αναδόμηση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών, αξιοποιώντας τις διαδραστικές προσομοιώσεις της πλατφόρμας. Από τη σύγκριση των ερωτηματολογίων πριν και μετά τη διδασκαλία, προέκυψε πως το 72% των μαθητών βελτίωσαν τις επιδόσεις τους, μετά την αλληλεπίδρασή τους με τις προσομοιώσεις της πλατφόρμας.

### **1.5 Επίλογος βιβλιογραφικής επισκόπησης και σκοπός της παρούσας έρευνας**

Συνοψίζοντας, όπως προκύπτει από τη μελέτη της βιβλιογραφίας, οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών αποτελούν ένα βασικό εμπόδιο για την οικοδόμηση των γνώσεων των μαθητών. Επομένως, είναι πολύ σημαντικό οι εκπαιδευτικοί να γνωρίζουν τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών τους και να χρησιμοποιούν διάφορες διδακτικές τεχνικές με στόχο την αναδόμησή τους και την οικοδόμηση της επιστημονικής γνώσης. Ένα από τα σημαντικότερα εργαλεία που μπορεί να αξιοποιηθεί από τους εκπαιδευτικούς είναι η τεχνολογία. Έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές έρευνες, οι οποίες μελετούν την επίδραση της τεχνολογίας στην αναδόμηση των ιδεών των μαθητών, όμως είναι ένα πολύ σημαντικό θέμα, το οποίο αξίζει να ερευνηθεί περαιτέρω.

Για αυτόν τον λόγο, στην παρούσα εργασία θα πραγματοποιηθεί έρευνα με σκοπό τη μελέτη της επίδρασης ενός λογισμικού με τον τίτλο «Ο Φελούλης και ο Σιδερούλης στην πισίνα» στην αντιμετώπιση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών για το φαινόμενο της πλεύσης-βύθισης. Η μεθοδολογία της παρούσας έρευνας παρουσιάζεται στο κεφάλαιο 2, που ακολουθεί.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για τη διεξαγωγή της έρευνας. Ειδικότερα, περιγράφονται τα χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων της έρευνας, περιγράφεται το λογισμικό που αξιοποιήθηκε καθώς και το εργαλείο συλλογής δεδομένων, η διαδικασία διεξαγωγής της έρευνας και ο τρόπος ανάλυσης των δεδομένων.

### 2.1 Συμμετέχοντες

Στην έρευνα συμμετείχαν συνολικά 66 μαθητές δημοτικού, 34 μαθητές της Α' τάξης, 17 μαθητές της Β' τάξης και 15 μαθητές της Γ' τάξης. Όλοι οι συμμετέχοντες φοιτούσαν σε δημόσια δημοτικά σχολεία της ευρύτερης περιοχής της πόλης της Βέροιας. Παρουσίαζαν ποικιλία στη σχολική τους επίδοση, ενώ κάλυπταν διαφορετικά κοινωνικοοικονομικά επίπεδα. Η επιλογή τους έγινε με τη μέθοδο της τυχαίας βολικής δειγματοληψίας.

Αξίζει να σημειωθεί πως τα παιδιά δεν είχαν διδαχθεί για το φαινόμενο της πλεύσης βύθισης πριν τη διεξαγωγή της παρούσας εργασίας. Για να μπορέσει να πραγματοποιηθεί η σύγκριση των επιδόσεων πριν και μετά την παρέμβαση, στο κάθε παιδί είχε δοθεί ένας αριθμός ο οποίος σημειωνόταν στο επάνω μέρος και των δύο ερωτηματολογίων. Οι αριθμοί ήταν από το 1 έως το 66, δηλαδή όσοι ήταν και οι συμμετέχοντες της έρευνας.

### 2.2 Περιγραφή του λογισμικού που αξιοποιήθηκε στην παρούσα εργασία

Το λογισμικό που αξιοποιήθηκε στην παρούσα εργασία δημιουργήθηκε με τη χρήση του εργαλείου ανάπτυξης πολυμεσικών διαδραστικών εφαρμογών «Mediator-Matchware». Πρόκειται για ένα περιβάλλον προσομοίωσης του φαινομένου της πλεύσης-βύθισης, το οποίο ακολουθεί ένα διδακτικό σενάριο, στο οποίο οι ήρωες αλληλεπιδρούν σε οικεία περιβάλλοντα για τα παιδιά, όπως σε ένα παιδικό δωμάτιο και μία πισίνα (Πλιάσα κ.α., 2007). Το συγκεκριμένο λογισμικό κρίθηκε κατάλληλο για τη συγκεκριμένη έρευνα, καθώς έχει χρησιμοποιηθεί σε προηγούμενη

μεταπτυχιακή εργασία (Πλιάσα κ.α., 2009). Επομένως πρόκειται για ένα ερευνητικό εργαλείο το οποίο έχει αξιοποιηθεί αποτελεσματικά σε έρευνα με μαθητές νηπιαγωγείου.

Ο σχεδιασμός του λογισμικού έγινε με τέτοιο τρόπο, ώστε να εντοπίζονται οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών και σταδιακά να αναδομούνται, οδηγώντας τους στην επιστημονική γνώση. Ειδικότερα, το λογισμικό χρησιμοποιείται με στόχο την συνειδητοποίηση κάποιων βασικών αρχών της πλεύσης-βύθισης:

- ότι το υλικό από το οποίο είναι φτιαγμένο ένα σώμα οδηγεί στην πλεύση ή τη βύθισή του
- να αντιληφθούν οι μαθητές, έστω και πρόδρομα, την έννοια της πυκνότητας και τον ρόλο που διαδραματίζει στην πλεύση-βύθιση των σωμάτων
- να κατανοήσουν τα παιδιά ότι τα σώματα που επιπλέουν στο νερό έχουν μικρότερο βάρος σε σχέση με τη μάζα του ίδιου όγκου νερού, ενώ όσα βυθίζονται έχουν μεγαλύτερο βάρος
- να συνειδητοποιήσουν οι μαθητές ότι το μέγεθος του αντικειμένου δεν επηρεάζει την πλεύση ή βύθισή του
- τα παιδιά να μάθουν πως το σχήμα ενός αντικειμένου δεν επηρεάζει την πλεύση ή τη βύθισή του, εκτός κι αν έχει τη μορφή πλεούμενου, η οποία οδηγεί στην πλεύση
- να κατανοήσουν οι μαθητές πως η ποσότητα ή το βάθος του υγρού δεν καθορίζει την πλεύση ή βύθιση του αντικειμένου (Πλιάσα κ.α., 2009).

Επομένως, κρίθηκε σκόπιμη η διεξαγωγή εικονικών πειραμάτων, στα οποία θα αξιοποιούνταν οικεία υλικά, ώστε τα χαρακτηριστικά και οι ιδιότητές τους να είναι γνωστά στους μαθητές, από την εμπειρία τους κατά την επαφή τους με αυτά. Για παράδειγμα, αξιοποιήθηκαν αντικείμενα, τα οποία ήταν φτιαγμένα από υλικά όπως είναι το ξύλο, το μέταλλο και το γυαλί, και χρησιμοποιούνται καθημερινά από τους μαθητές (κουτάλι, μπουκάλι, πλαστελίνη, κ.α.). Για την προσέγκυση του ενδιαφέροντος των μαθητών και τη διευκόλυνση της κατανόησης των διαδικασιών που πραγματοποιούνται, στο λογισμικό συνδυάζονται πολυμέσα, όπως εικόνα, ήχος και κείμενο. Λόγω του ανιμισμού, ο οποίος αποτελεί βασικό χαρακτηριστικό της σκέψης των παιδιών της συγκεκριμένης ηλικίας, κάποια από τα αντικείμενα της προσομοίωσης απέκτησαν ανθρώπινα χαρακτηριστικά μορφής, λόγου και σκέψης,

προσιδιάζοντας στα κινούμενα σχέδια που έχουν συνηθίσει να παρακολουθούν τα παιδιά (Πλιάσα κ.α., 2007).

Παράλληλα, το περιβάλλον του λογισμικού και οι συνεχείς ερωτήσεις του βασικού ήρωα, ωθούν τους μαθητές να πραγματοποιούν υποθέσεις και να πειραματίζονται, οικοδομώντας σιγά σιγά τις γνώσεις τους. Επομένως, πρόκειται για ένα περιβάλλον διερευνητικής και ανακαλυπτικής μάθησης, όπου πραγματοποιούνται πειράματα σχετικά με το φαινόμενο της πλεύσης-βύθισης. Τα προσομοιωμένα πειράματα είναι ενταγμένα σε ένα δραματοποιημένο σενάριο, στο οποίο οι ήρωες αντιμετωπίζουν προβλήματα, στα οποία προσπαθούν να βρουν λύση και ζητούν βοήθεια από τα παιδιά. Τα παιδιά πειραματίζονται και έρχονται αντιμέτωπα με τις εναλλακτικές τους ιδέες, οι οποίες καταρρίπτονται από τα αποτελέσματα των πειραμάτων, οδηγώντας τους σε γνωστική σύγκρουση. Στη συνέχεια, ακολουθεί η περιγραφή της επιστημονικής εξήγησης των δεδομένων, από τον ήρωα του λογισμικού, που προσπαθεί να οδηγήσει τα παιδιά στην βαθύτερη κατανόηση των μεταβλητών που επηρεάζουν το φαινόμενο και στην εννοιολογική αλλαγή (Πλιάσα κ.α., 2007).

Ειδικότερα, όσον αφορά το λογισμικό, βασικός ήρωας και αφηγητής είναι ο Γιώργος, ένα παιδί μικρής ηλικίας. Κατά την έναρξη του λογισμικού, εμφανίζεται μία οθόνη (Εικόνα 2.1), στην οποία ο Γιώργος παρουσιάζει τον εαυτό του και τους άλλους δύο ήρωες της δραματοποιημένης προσομοίωσης, τον Φελούλη, ο οποίος είναι μία μπάλα από φελλό και τον Σιδερούλη, ο οποίος είναι μία μπάλα από σίδηρο.

Στη συνέχεια, ο Γιώργος εισάγει τα παιδιά στο αντικείμενο της έρευνας, αναφέροντάς τους ένα περιστατικό που συνέβη, όταν πήγε για κολύμπι με τους φίλους του στην πισίνα. Ειδικότερα, τους αναφέρει πως ο Φελούλης μπορούσε να κολυπήσει, επιπλέοντας στο νερό, ενώ ο Σιδερούλης βούλιαξε. Το συγκεκριμένο γεγονός αναπαρίσταται στη δεύτερη οθόνη του λογισμικού (Εικόνα 2.2). Ο Γιώργος ζητά τη βοήθεια των παιδιών για την ερμηνεία του φαινομένου, δίνοντάς τους τρεις εναλλακτικές εξηγήσεις: *Ο Σιδερούλης είναι χοντρούλης και βυθίζεται/ Ο Σιδερούλης είναι από σίδηρο και βυθίζεται/ Ο Σιδερούλης είναι γκρι και βυθίζεται*. Αξίζει να σημειωθεί πως ο Σιδερούλης έχει σχεδιαστεί εσκεμμένα μεγαλύτερος από τον Φελούλη, ώστε να έρθουν αντιμέτωπα με την εναλλακτική τους ιδέα πως τα μεγαλύτερα αντικείμενα βυθίζονται, καθώς ακόμη και όταν ο Σιδερούλης γίνεται μικρότερος, κάνοντας «γυμναστική», δεν μπορεί να επιπλεύσει. Επομένως,

οδηγούνται σε γνωστική σύγκρουση και σταδιακή αναδόμηση της εναλλακτικής τους ιδέας.



Εικόνα 2.1: Οθόνη 1-Παρουσίαση των ηρώων



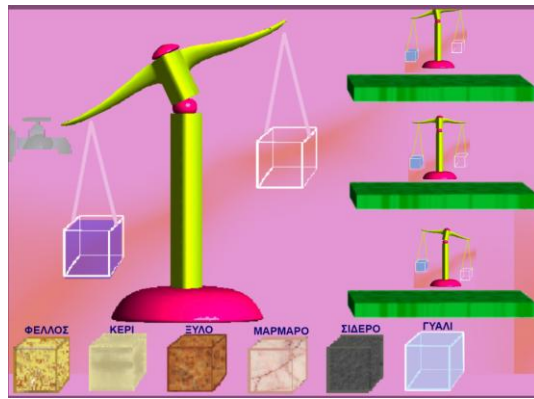
Εικόνα 2.2: Οθόνη 2-Πισίνα

Έπειτα, τα παιδιά μεταφέρονται σε μια άλλη οθόνη, στην οποία ο Γιώργος βρίσκεται μόνος του μέσα στο εικονικό περιβάλλον του δωματίου του και έχει μπροστά του μία λεκάνη με νερό και 6 κύβους ίσου μεγέθους, οι οποίοι είναι φτιαγμένοι από διαφορετικά υλικά (Εικόνα 2.3). Ο Γιώργος ζητά από τα παιδιά να τον βοηθήσουν να βρει τον λόγο για τον οποίο κάποιοι από τους κύβους βυθίζονται και κάποιοι επιπλέουν. Οι μαθητές πειραματίζονται, τοποθετώντας τους κύβους στο νερό και τους ταξινομούν σε δύο ράφια, ανάλογα με το αν επιπλέουν ή βυθίζονται, καταλήγοντας στο συμπέρασμα πως εκείνοι που βυθίζονται έχουν μεγαλύτερο βάρος από εκείνους που επιπλέουν, προτρέποντας τα παιδιά να τους ζυγίσουν.

Τότε, μεταφέρονται σε ένα νέο εικονικό περιβάλλον, στο οποίο υπάρχει μία μεγάλη ζυγαριά, στη μία πλευρά της οποίας υπάρχει ένας κύβος από νερό και στην άλλη μεριά τα παιδιά καλούνται να τοποθετήσουν τους έξι κύβους της προηγούμενης οθόνης, οι οποίοι έχουν ίσο μέγεθος με τον κύβο του νερού. Δεξιά από τη ζυγαριά υπάρχει ένα ράφι στο οποίο θα ταξινομήσουν τους κύβους, ανάλογα με το αν είναι ελαφρύτεροι ή βαρύτεροι από το νερό ή έχουν το ίδιο βάρος με αυτό (Εικόνα 2.4). Οι τρεις κύβοι είναι ελαφρύτεροι από το νερό (φελλός, κερί, ξύλο) και οι άλλοι τρεις βαρύτεροι από το νερό (μάρμαρο, σίδηρο, γυαλί). Οι ελαφρύτεροι κύβοι είναι εκείνοι που είχαν επιπλεύσει στην προηγούμενη οθόνη, ενώ οι βαρύτεροι είναι εκείνοι που είχαν βυθιστεί.



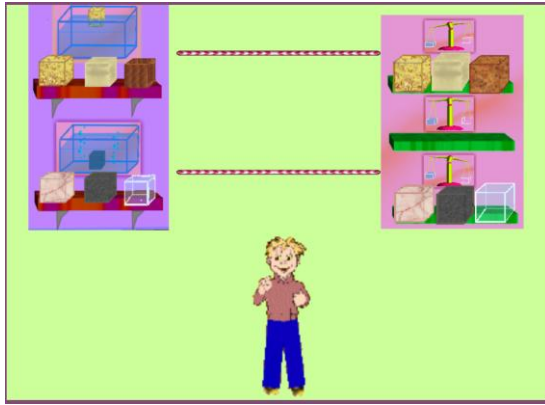
Εικόνα 2.3: Οθόνη 3-Δωμάτιο Γιώργου



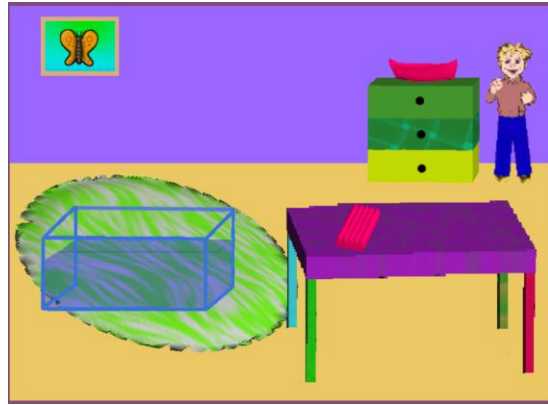
Εικόνα 2.4: Οθόνη 4-Ζυγαριά

Αυτό οδηγεί τον Γιώργο στο συμπέρασμα πως τα υλικά που επιπλέουν είναι φτιαγμένα από υλικά που ζυγίζουν λιγότερο από έναν ίδιο κύβο νερού, ενώ εκείνα που βυθίζονται είναι φτιαγμένα από υλικά που ζυγίζουν περισσότερο από έναν ίδιο κύβο νερού. Το συμπέρασμα του Γιώργου παρουσιάζεται εικονικά στην επόμενη οθόνη (Εικόνα 2.5). Με αυτόν τον τρόπο εισάγεται στα παιδιά η έννοια της πυκνότητας ως παράγοντας της πλευσης-βύθισης, με έναν τρόπο απλοποιημένο, ώστε να μπορέσουν να την κατανοήσουν παρά τη μικρή τους ηλικία.

Στη συνέχεια, τα παιδιά μεταφέρονται ξανά στο δωμάτιο, όπου βρίσκεται μία λεκάνη με νερό και μία πλαστελίνη και καλούνται να πραγματοποιήσουν ένα πείραμα, τοποθετώντας την πλαστελίνη μέσα στο νερό (Εικόνα 2.6). Η πλαστελίνη βυθίζεται και τα παιδιά αλλάζουν το σχήμα της προσπαθώντας να την κάνουν να επιπλεύσει, χωρίς να μπορούν να το καταφέρουν. Μόνο όταν δίνουν στην πλαστελίνη το σχήμα μίας βάρκας, καταφέρνουν να την κάνουν να επιπλεύσει. Στη συνέχεια τοποθετούν στο νερό μία βαρκούλα από πλαστελίνη, την οποία είχε κάνει ο Γιώργος την προηγούμενη μέρα, η οποία επιπλέει. Με αυτόν τον τρόπο οι μαθητές μπορούν να κατανοήσουν το γεγονός ότι το σχήμα από το οποίο είναι φτιαγμένο ένα αντικείμενο δεν μπορεί να επηρεάσει την πλευση ή τη βύθισή του, εκτός κι αν του δοθεί το σχήμα της βάρκας.



Εικόνα 2.5: Οθόνη 5-Συμπέρασμα Γιώργου



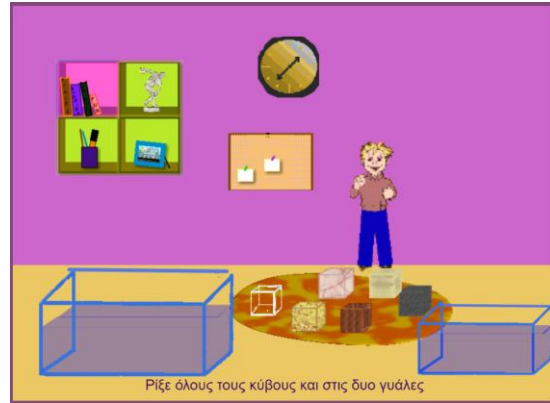
Εικόνα 2.6: Οθόνη 6-Πλαστελίνη

Για να μπορέσει να επαληθευτεί ρεαλιστικά το συμπέρασμα του πειράματος, η επόμενη οθόνη μεταφέρει τα παιδιά σε ένα εικονικό περιβάλλον, στο οποίο ο Γιώργος βρίσκεται πάνω σε ένα πλοίο και κρατάει έναν κύβο από σίδηρο (Εικόνα 2.7). Μόλις πετάξει τον κύβο στη θάλασσα, εκείνος βυθίζεται, ενώ το πλοίο που είναι πολύ μεγαλύτερο και βαρύτερο, επιπλέει. Με αυτόν τον τρόπο καταρρίπτεται η εναλλακτική ιδέα των παιδιών πως τα αντικείμενα που είναι μεγαλύτερα και βαρύτερα βυθίζονται, ενώ, ταυτόχρονα, επιβεβαιώνεται το συμπέρασμα σύμφωνα με το οποίο τα αντικείμενα που έχουν κοιλότητα όμοια με της βάρκας, επιπλέουν.

Στη συνέχεια, τα παιδιά μεταφέρονται ξανά στο εικονικό περιβάλλον του δωματίου του Γιώργου, όπου βρίσκονται δύο δοχεία με νερό, ένα μικρό κι ένα μεγάλο και οι έξι κύβοι του πρώτου πειράματος (Εικόνα 2.8). Ζητείται από τα παιδιά να τοποθετήσουν τους κύβους και στα δύο δοχεία και διαπιστώνουν πως όσα επιπλέουν στο ένα δοχείο, επιπλέουν και στο άλλο και όσα βυθίζονται στο ένα δοχείο, βυθίζονται και στο άλλο. Με αυτόν τον τρόπο γίνεται μία προσπάθεια να αντιμετωπιστεί η εναλλακτική ιδέα των μαθητών ότι η ποσότητα του υγρού επηρεάζει την πλεύση ή τη βύθιση των αντικειμένων.



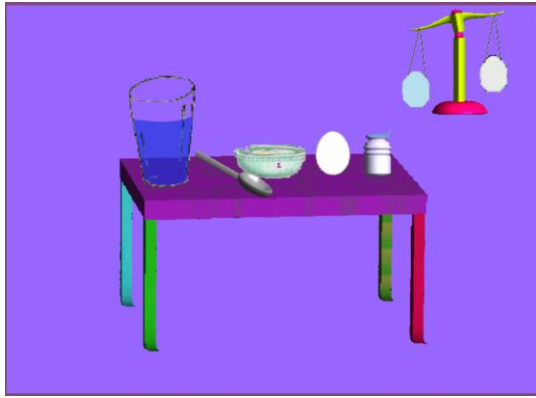
Εικόνα 2.7: Οθόνη 7-Πλοίο



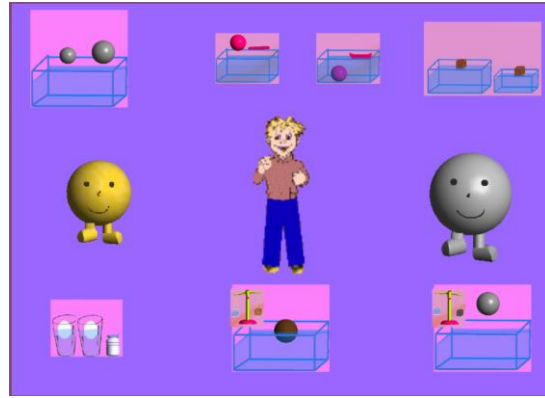
Εικόνα 2.8: Οθόνη 8-Δοχεία διαφορετικού μεγέθους

Μετά, τα παιδιά μεταφέρονται σε μία οθόνη, όπου βρίσκεται ένα τραπέζι, πάνω στο οποίο είναι τοποθετημένο ένα ποτήρι με νερό, ένα κουτάλι, ένα πιατάκι με αλάτι κι ένα αυγό (Εικόνα 2.9). Οι μαθητές καλούνται να τοποθετήσουν το αυγό μέσα στο ποτήρι, με αποτέλεσμα να βυθιστεί. Δεξιά από το τραπέζι εμφανίζεται μία ζυγαριά που δείχνει ότι το αυγό έχει μεγαλύτερο βάρος από τον ίδιο όγκο νερού. Στη συνέχεια, προσθέτουν αλάτι στο νερό και τοποθετούν ξανά το αυγό μέσα στο ποτήρι, με αποτέλεσμα να ισορροπήσει στη μέση του ποτηριού. Αυτή τη φορά στη ζυγαριά το αυγό και το νερό έχουν ίσο βάρος. Έπειτα, προσθέτουν περισσότερο αλάτι και καταφέρνουν να κάνουν το αυγό να επιπλεύσει. Στη ζυγαριά που εμφανίζεται, το αυγό έχει πλέον μικρότερο βάρος από το νερό. Με αυτόν τον τρόπο αξιοποιείται και πάλι η έννοια της πυκνότητας και του είδους του υγρού, που καθορίζουν την πλευση ή τη βύθιση των αντικειμένων.

Στην τελευταία οθόνη του λογισμικού, ο Γιώργος υπενθυμίζει στα παιδιά όσα έχουν μάθει, μέσω των εικονικών περαμάτων που πραγματοποίησαν, αξιοποιώντας κάποια animation clips (Εικόνα 2.10). Με αυτόν τον τρόπο τα παιδιά βλέπουν συγκεντρωμένες όλες τις πληροφορίες που τους προσέφερε το λογισμικό και τις εμπεδώνουν καλύτερα.



Εικόνα 2.91: Οθόνη 9-Αυγό





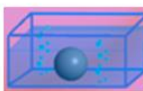
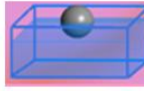

Εικόνα 2.10: Οθόνη 10-Ανακεφαλαίωση

### 2.3 Εργαλείο συλλογής δεδομένων

Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε μέσω συμπλήρωσης ερωτηματολογίων πριν και μετά την παρέμβαση, τα οποία περιλάμβαναν 17 κοινές ερωτήσεις για το φαινόμενο της πλεύσης-βύθισης. Οι ερωτήσεις ζητούσαν από τους μαθητές να πραγματοποιήσουν υποθέσεις/προβλέψεις σχετικά με την πλεύση ή τη βύθιση αντικειμένων και σχετίζονταν με τα πειράματα που πραγματοποιούνται στο λογισμικό. Μέσω των απαντήσεων στις ερωτήσεις του pre-test αναδείχθηκαν οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών σχετικά με το φαινόμενο.

Αξίζει να σημειωθεί πως οι ερωτήσεις και οι απαντήσεις περιείχαν εικόνες, ώστε να διευκολυνθεί η συμπλήρωσή τους, κυρίως από τους μαθητές της Α' τάξης, οι οποίοι δεν είχαν μάθει ακόμη να γράφουν και να διαβάζουν. Στην εικόνα 2.11 δίνεται ένα ενδεικτικό παράδειγμα των ερωτήσεων του ερωτηματολογίου, ενώ ολόκληρο το ερωτηματολόγιο υπάρχει στο παράρτημα της παρούσας εργασίας.

1. Αν αφήσουμε μία σιδερένια μπαλίτσα  μέσα σε μια γυάλα με νερό , τότε η μπαλίτσα:

α) θα βυθιστεί       β) θα επιπλεύσει       γ) θα σταθεί στη μέση της γυάλας 

Εικόνα 2.11: Παράδειγμα ερώτησης του ερωτηματολογίου



## 2.4 Διαδικασία συλλογής δεδομένων

Για να πραγματοποιηθεί η διδακτική παρέμβαση και η συλλογή των δεδομένων, τα παιδιά της κάθε τάξης χωρίστηκαν σε ομάδες των 4-5 ατόμων. Η συμπλήρωση των ερωτηματολογίων και η διδακτική παρέμβαση έγινε στην κουζίνα του ολοήμερου, καθώς ήταν μία ήσυχη αίθουσα και υπήρχαν πολύ μεγάλα θρανία. Οι μαθητές και η ερευνήτρια ήταν καθισμένοι από την ίδια πλευρά ενός μεγάλου θρανίου ώστε να μπορούν όλα τα παιδιά να βλέπουν την οθόνη του υπολογιστή. Στην κάθε ομάδα παιδιών δόθηκε το pre-test, το οποίο κλήθηκαν να συμπληρώσουν, χωρίς να έχουν διδαχθεί για το φαινόμενο της πλεύσης-βύθισης. Στα παιδιά της Α' δημοτικού που δεν γνώριζαν ανάγνωση, οι εκφωνήσεις των ερωτήσεων και των απαντήσεων διαβάζονταν από την ερευνήτρια, η οποία έδινε συνεχώς οδηγίες στους μαθητές, οι οποίοι κύκλωναν τις απαντήσεις, χωρίς να συνεργάζονται μεταξύ τους.

Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε η διδακτική παρέμβαση, μέσω της αλληλεπίδρασης με το λογισμικό «Ο Φελούλης και ο Σιδερούλης στην πισίνα». Οι μαθητές πραγματοποιούσαν υποθέσεις και προβλέψεις για τα εικονικά πειράματα που διεξάγονταν, οι οποίες είτε επιβεβαιώνονταν είτε διαψεύδονταν, οδηγώντας τους σε γνωστική σύγκρουση. Αξίζει να σημειωθεί πως ωθούνταν όλοι οι μαθητές στην έκφραση της γνώμης τους, ώστε να αναδειχθούν οι εναλλακτικές ιδέες όλων των παιδιών. Σε κάθε πείραμα διαφορετικός μαθητής χειριζόταν τον υπολογιστή, ώστε όλοι να έχουν κάνει κάτι μέχρι το τέλος της παρέμβασης. Για να ολοκληρωθούν τα πειράματα του λογισμικού χρειαζόνταν περίπου 20 λεπτά.

Μετά την παρέμβαση, δόθηκε στους μαθητές το post-test, το οποίο συμπλήρωσαν χωρίς να συνεργάζονται, ώστε να φανεί αν είχαν κατανοήσει όσα διδάχθηκαν και αν κατάφεραν να αναδομήσουν τις εναλλακτικές τους ιδέες. Για τα παιδιά της Α' τάξης πραγματοποιήθηκε και σε αυτή την περίπτωση ανάγνωση των εκφωνήσεων, ώστε να μπορέσουν να απαντήσουν στις ερωτήσεις.

Τέλος, για να ολοκληρωθεί η διαδικασία της παρέμβασης και της συμπλήρωσης των ερωτηματολογίων χρειαζόταν περίπου μία διδακτική ώρα για τους μαθητές της Β' και της Γ' τάξης και περίπου μία διδακτική ώρα και ένα τέταρτο από την επόμενη ώρα για τα παιδιά της Α' τάξης. Οι μαθητές της πρώτης δυσκολεύονταν λίγο παραπάνω στη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου, λόγω του γεγονότος ότι δεν γνώριζαν ανάγνωση και χρειαζόταν να τους διαβάζονται συνεχώς οι ερωτήσεις.

## 2.5 Τρόπος ανάλυσης δεδομένων

Οι απαντήσεις των μαθητών στα δύο ερωτηματολόγια κωδικοποιήθηκαν δίνοντάς τους τους αριθμούς 0 και 1. Ειδικότερα, οι λανθασμένες απαντήσεις είχαν τον κωδικό 0 και οι σωστές απαντήσεις τον κωδικό 1. Έπειτα, δημιουργήθηκαν δύο πίνακες, ένας για τα δεδομένα του pre-test κι ένας για τα δεδομένα του post-test. Πραγματοποιήθηκε σύγκριση των δύο πινάκων μέσω της διεξαγωγής τεστ στο λογισμικό «Jamovi» και εξήχθησαν συμπεράσματα σχετικά με την επίδραση του λογισμικού στην αντιμετώπιση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών.

Για τη σύγκριση των αποτελεσμάτων πριν και μετά την παρέμβαση, πραγματοποιήθηκε έλεγχος κανονικότητας του δείγματος και επειδή δεν την επαλήθευσε το τεστ Shapiro-Wilk, αξιοποιήθηκε το μη παραμετρικό Wilcoxon signed rank test.

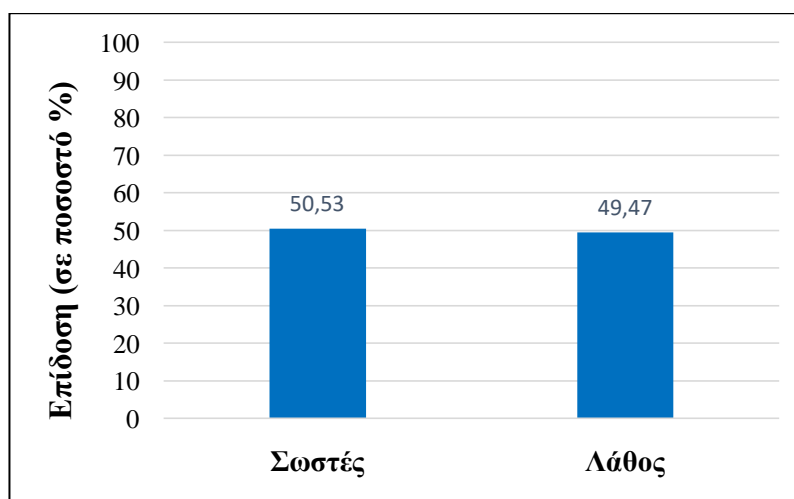
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας από τη μελέτη της επίδοσης των μαθητών της Α', Β' και Γ' δημοτικού, σε ερωτήσεις σχετικά με το φαινόμενο της πλεύσης-βύθισης. Στο πρώτο μέρος των αποτελεσμάτων παρουσιάζεται η επίδοση των μαθητών στο ερωτηματολόγιο, πριν την παρέμβαση. Στο δεύτερο μέρος παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τη στατιστική επεξεργασία και ανάλυση των δεδομένων. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζεται η σύγκριση της επίδοσης των μαθητών πριν και μετά την παρέμβαση. Στο τέλος του κεφαλαίου παρατίθεται συγκριτική ανάλυση των δεδομένων που συλλέχθηκαν ανά τάξη.

### 3.1 Επίδοση των συμμετεχόντων πριν την παρέμβαση

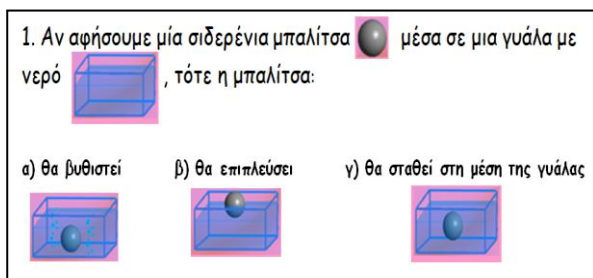
Οι απαντήσεις των μαθητών στις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου βαθμολογήθηκαν με 0 στην περίπτωση που ήταν λανθασμένες και με 1 στην περίπτωση που ήταν σωστές. Μελετώντας τις απαντήσεις των μαθητών πριν την παρέμβαση, δίνεται η ευκαιρία να διαπιστωθούν οι εναλλακτικές τους ιδέες και αν μπόρεσαν τα παιδιά να οδηγηθούν στην εννοιολογική αλλαγή μέσω της παρέμβασης.

Συνολικά οι μαθητές, πριν την παρέμβαση, απάντησαν σωστά σε 567 από τις 1122 ερωτήσεις, δηλαδή σε ποσοστό 50,53%, ενώ απάντησαν λανθασμένα σε 555 ερωτήσεις, δηλαδή σε ποσοστό 49,47%. Το Σχήμα 3.1 παρουσιάζει τα στοιχεία αυτά. Στη συνέχεια, θα παρατεθούν τα αποτελέσματα για την κάθε ερώτηση ξεχωριστά.

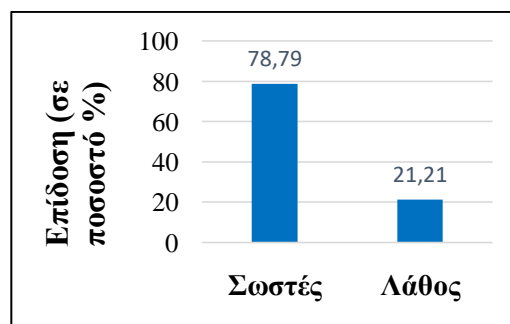


Σχήμα 3.1: Γενική επίδοση των συμμετεχόντων πριν την παρέμβαση

Στην πρώτη ερώτηση, στην οποία οι μαθητές ερωτήθηκαν αν μία σιδερένια μπάλα θα βυθιστεί, θα επιπλεύσει ή θα σταθεί στη μέση μιας γυάλας, οι περισσότεροι απάντησαν σωστά. Ειδικότερα, βρέθηκαν 52 σωστές (78,79%) απαντήσεις και 14 λανθασμένες (21,21%). Η επίδοση των συμμετεχόντων σε ποσοστά φαίνεται στο Σχήμα 3.2, ενώ η πρώτη ερώτηση του ερωτηματολογίου στην Εικόνα 3.1.

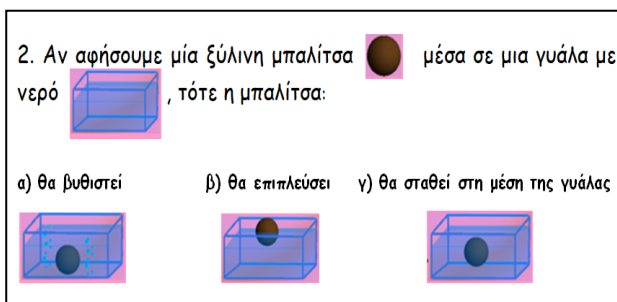


Εικόνα 3.1: Ερώτηση 1 του ερωτηματολογίου

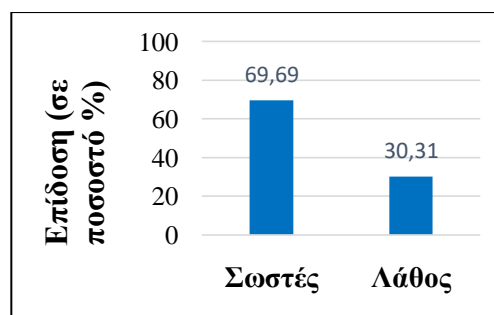


Σχήμα 3.2: Επίδοση των συμμετεχόντων στην ερώτηση 1

Στη δεύτερη ερώτηση, στην οποία οι μαθητές ερωτήθηκαν αν μία ξύλινη μπάλα θα βυθιστεί, θα επιπλεύσει ή θα σταθεί στη μέση μιας γυάλας, οι περισσότεροι απάντησαν σωστά, όμως παρατηρήθηκαν και αρκετές λανθασμένες απαντήσεις. Ειδικότερα, βρέθηκαν 46 σωστές (69,69%) απαντήσεις και 20 λανθασμένες (30,31%). Η επίδοση των συμμετεχόντων σε ποσοστά φαίνεται στο Σχήμα 3.3, ενώ η δεύτερη ερώτηση του ερωτηματολογίου στην Εικόνα 3.2.






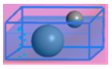
Εικόνα 3.2: Ερώτηση 2 του ερωτηματολογίου

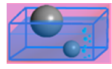


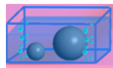
Σχήμα 3.3: Επίδοση των συμμετεχόντων στην ερώτηση 2

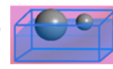
Στην τρίτη ερώτηση, στην οποία οι μαθητές ερωτήθηκαν τι θα γίνει αν αφήσουμε μία μικρή και μία μεγάλη σιδερένια μπαλίτσα μέσα σε μια γυάλα, οι περισσότεροι απάντησαν λάθος. Ειδικότερα, βρέθηκαν 19 σωστές (28,78%) απαντήσεις και 47 λανθασμένες (71,22%). Η επίδοση των συμμετεχόντων σε ποσοστά φαίνεται στο Σχήμα 3.4, ενώ η τρίτη ερώτηση του ερωτηματολογίου στην Εικόνα 3.3.

3. Αν αφήσουμε μία μικρή σιδερένια μπαλίτσα  και μια μεγάλη σιδερένια μπαλίτσα  μέσα σε μια γυάλα με νερό , τι νομίζεις πως θα συμβεί;

α) η μικρή θα επιπλεύσει και η μεγάλη θα βουλιάξει 

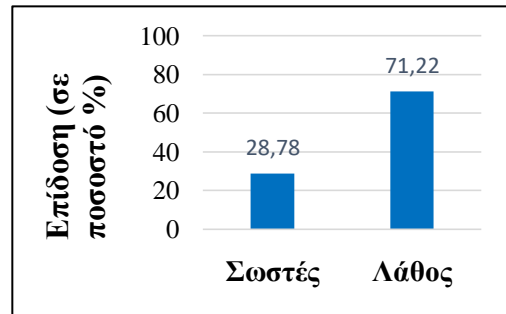
β) η μεγάλη θα επιπλεύσει και η μικρή θα βουλιάξει 

γ) θα βουλιάξουν και οι δύο 

δ) θα επιπλεύσουν και οι δύο 




68

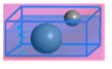
Εικόνα 3.3: Ερώτηση 3 του ερωτηματολογίου

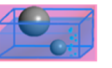


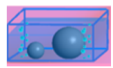
Σχήμα 3.4: Επίδοση των συμμετεχόντων στην ερώτηση 3

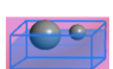
Στην τέταρτη ερώτηση, στην οποία οι μαθητές ερωτήθηκαν τι θα γίνει αν αφήσουμε μία μικρή και μία μεγάλη ξύλινη μπαλίτσα μέσα σε μια γυάλα, περίπου οι μισοί μαθητές απάντησαν σωστά και οι άλλοι μισοί απάντησαν λάθος. Ειδικότερα, βρέθηκαν 35 σωστές (53,03%) απαντήσεις και 31 λανθασμένες (46,97%). Η επίδοση των συμμετεχόντων σε ποσοστά φαίνεται στο Σχήμα 3.5, ενώ η τέταρτη ερώτηση του ερωτηματολογίου στην Εικόνα 3.4.

4. Αν αφήσουμε μία μικρή ξύλινη μπαλίτσα  και μια μεγάλη ξύλινη μπαλίτσα  μέσα σε μια γυάλα με νερό , τι νομίζεις πως θα συμβεί;

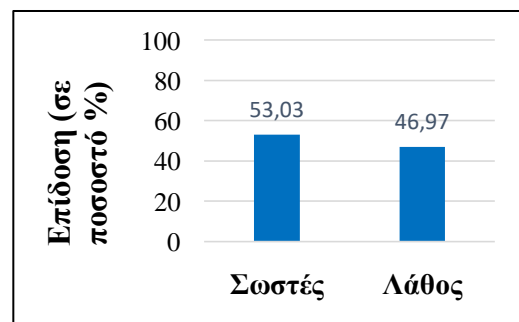
α) η μικρή θα επιπλεύσει και η μεγάλη θα βουλιάξει 

β) η μεγάλη θα επιπλεύσει και η μικρή θα βουλιάξει 

γ) θα βουλιάξουν και οι δύο 

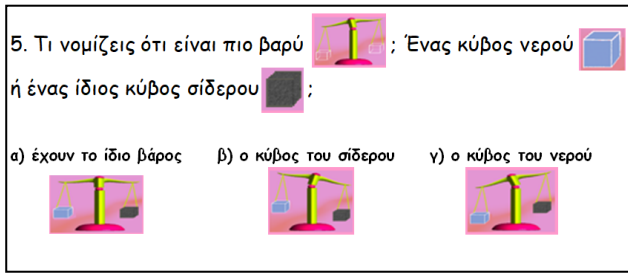
δ) θα επιπλεύσουν και οι δύο 

Εικόνα 3.4: Ερώτηση 4 του ερωτηματολογίου

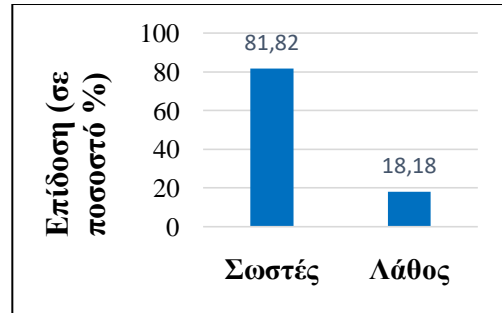


Σχήμα 3.5: Επίδοση των συμμετεχόντων στην ερώτηση 4

Στην πέμπτη ερώτηση, στην οποία οι μαθητές ερωτήθηκαν αν είναι πιο βαρύς ένας κύβος νερού, ένας κύβος σίδηρου ή ζυγίζουν το ίδιο, οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν σωστά. Ειδικότερα, βρέθηκαν 54 σωστές (81,82%) απαντήσεις και 12 λανθασμένες (18,18%). Η επίδοση των συμμετεχόντων σε ποσοστά φαίνεται στο Σχήμα 3.6, ενώ η πέμπτη ερώτηση του ερωτηματολογίου στην Εικόνα 3.5.



Εικόνα 3.5: Ερώτηση 5 του ερωτηματολογίου

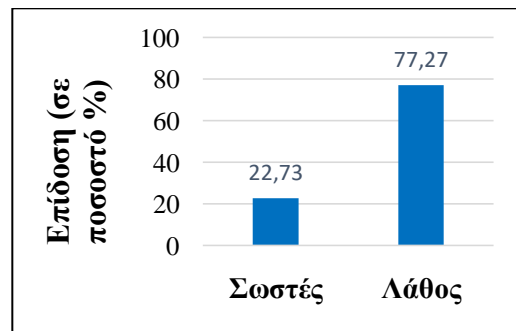


Σχήμα 3.6: Επίδοση των συμμετεχόντων στην ερώτηση 5

Στην έκτη ερώτηση, στην οποία οι μαθητές ερωτήθηκαν αν είναι πιο βαρύς ένας κύβος νερού, ένας κύβος ξύλου ή ζυγίζουν το ίδιο, οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν λανθασμένα. Ειδικότερα, βρέθηκαν 15 σωστές (22,73%) απαντήσεις και 51 λανθασμένες (77,27%). Η επίδοση των συμμετεχόντων σε ποσοστά φαίνεται στο Σχήμα 3.7, ενώ η έκτη ερώτηση του ερωτηματολογίου στην Εικόνα 3.6.

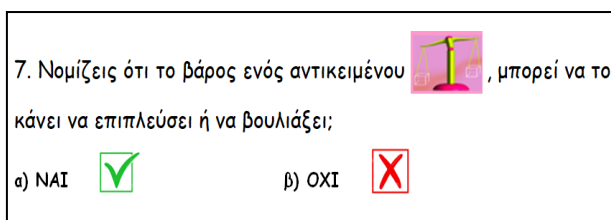


Εικόνα 3.6: Ερώτηση 6 του ερωτηματολογίου

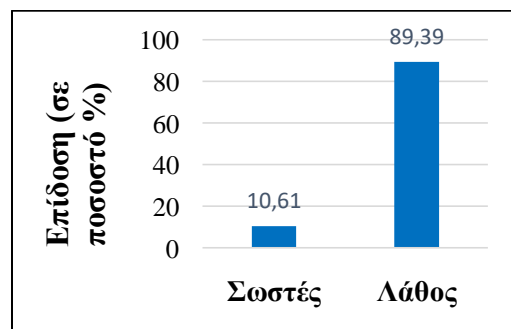


Σχήμα 3.7: Επίδοση των συμμετεχόντων στην ερώτηση 6

Στην έβδομη ερώτηση, στην οποία οι μαθητές ερωτήθηκαν αν το βάρος ενός αντικειμένου μπορεί να επηρεάσει την πλευση ή τη βύθισή του, οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν λάθος. Ειδικότερα, βρέθηκαν 7 σωστές (10,61%) απαντήσεις και 59 λανθασμένες (89,39%). Η επίδοση των συμμετεχόντων σε ποσοστά φαίνεται στο Σχήμα 3.8, ενώ η έβδομη ερώτηση του ερωτηματολογίου στην Εικόνα 3.7.

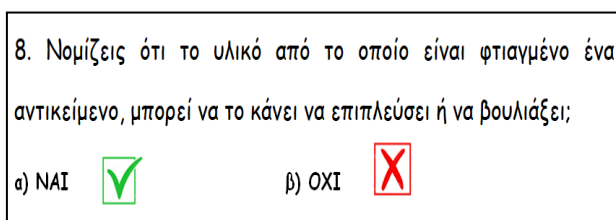


Εικόνα 3.7: Ερώτηση 7 του ερωτηματολογίου

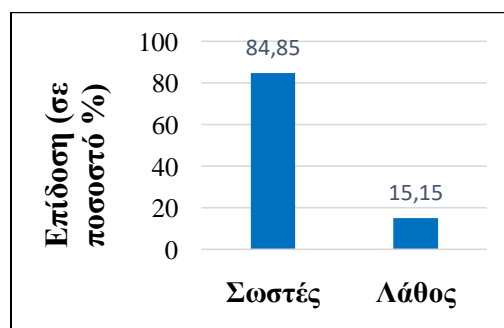


Σχήμα 3.8: Επίδοση των συμμετεχόντων στην ερώτηση 7

Στην όγδοη ερώτηση, στην οποία οι μαθητές ερωτήθηκαν αν το υλικό από το οποίο είναι φτιαγμένο ένα αντικείμενο μπορεί να επηρεάσει την πλευση ή τη βύθισή του, οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν σωστά. Ειδικότερα, βρέθηκαν 56 σωστές (84,85%) απαντήσεις και 10 λανθασμένες (15,15%). Η επίδοση των συμμετεχόντων σε ποσοστά φαίνεται στο Σχήμα 3.9, ενώ η όγδοη ερώτηση του ερωτηματολογίου στην Εικόνα 3.8.

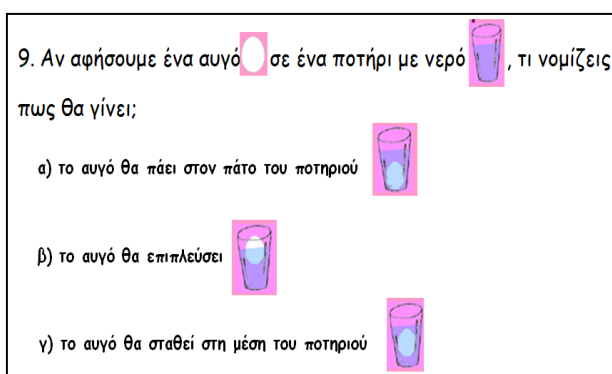


Εικόνα 3.8: Ερώτηση 8 του ερωτηματολογίου

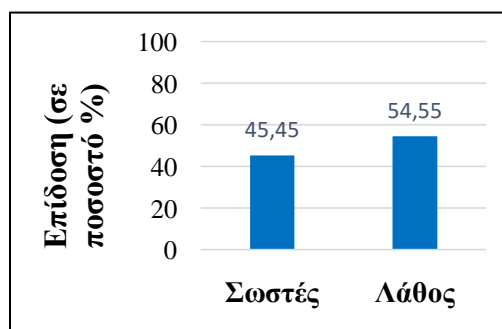


Σχήμα 3.9: Επίδοση των συμμετεχόντων στην ερώτηση 8

Στην ένατη ερώτηση, στην οποία οι μαθητές ερωτήθηκαν τι θα συμβεί αν βάλουμε ένα αυγό μέσα σε ένα ποτήρι με νερό, οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν λάθος. Ειδικότερα, βρέθηκαν 30 σωστές (45,45%) απαντήσεις και 36 λανθασμένες (54,55%). Η επίδοση των συμμετεχόντων σε ποσοστά φαίνεται στο Σχήμα 3.10, ενώ η ένατη ερώτηση του ερωτηματολογίου στην Εικόνα 3.9.



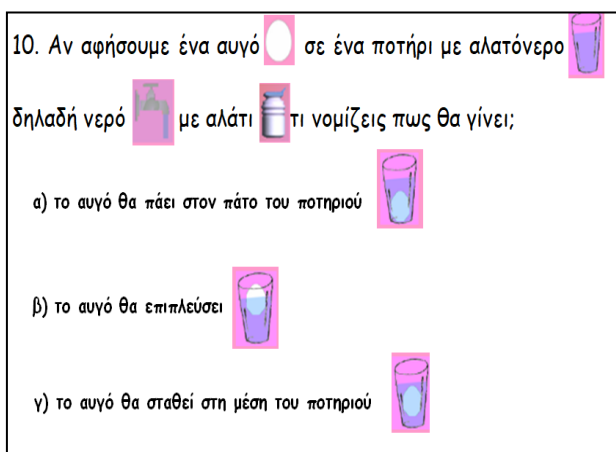
Εικόνα 3.9: Ερώτηση 9 του ερωτηματολογίου



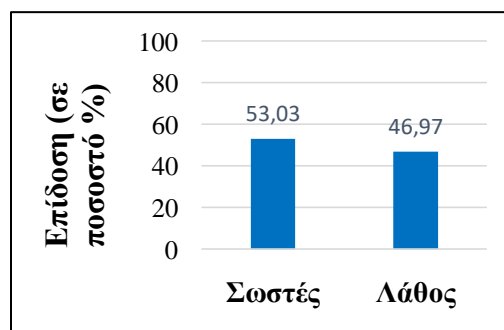
Σχήμα 3.10: Επίδοση των συμμετεχόντων στην ερώτηση 9

Στη δέκατη ερώτηση, στην οποία οι μαθητές ερωτήθηκαν τι θα συμβεί αν βάλουμε ένα αυγό μέσα σε ένα ποτήρι με αλατόνερο, οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν σωστά. Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί πως στη συγκεκριμένη ερώτηση θεωρήθηκαν σωστές δύο απαντήσεις, καθώς ανάλογα με την ποσότητα του αλατιού που θα

προσθεθεί μέσα στο νερό, το αυγό μπορεί είτε να επιπλεύσει είτε να σταθεί στη μέση του ποτηριού. Ειδικότερα, βρέθηκαν 35 σωστές (53,03%) απαντήσεις και 31 λανθασμένες (46,97%). Η επίδοση των συμμετεχόντων σε ποσοστά φαίνεται στο Σχήμα 3.11, ενώ η δέκατη ερώτηση του ερωτηματολογίου στην Εικόνα 3.10.

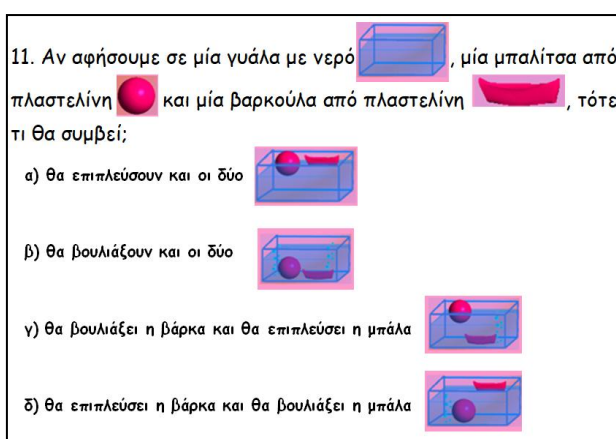


Εικόνα 3.10: Ερώτηση 10 του ερωτηματολογίου

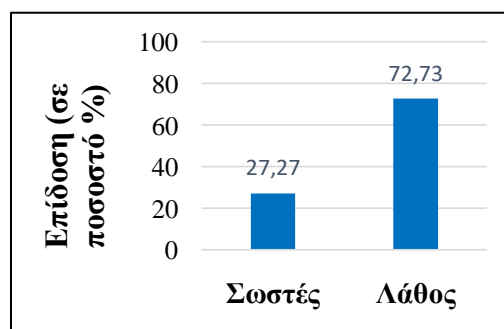


Σχήμα 3.11: Επίδοση των συμμετεχόντων στην ερώτηση 10

Στην ενδέκατη ερώτηση, στην οποία οι μαθητές ερωτήθηκαν τι θα συμβεί αν βάλουμε μια μπαλίτσα από πλαστελίνη και μια βαρκούλα από πλαστελίνη μέσα σε μια γυάλα με νερό, οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν λάθος. Ειδικότερα, βρέθηκαν 18 σωστές (27,27%) απαντήσεις και 48 λανθασμένες (72,73%). Η επίδοση των συμμετεχόντων σε ποσοστά φαίνεται στο Σχήμα 3.12, ενώ η ενδέκατη ερώτηση του ερωτηματολογίου στην Εικόνα 3.11.



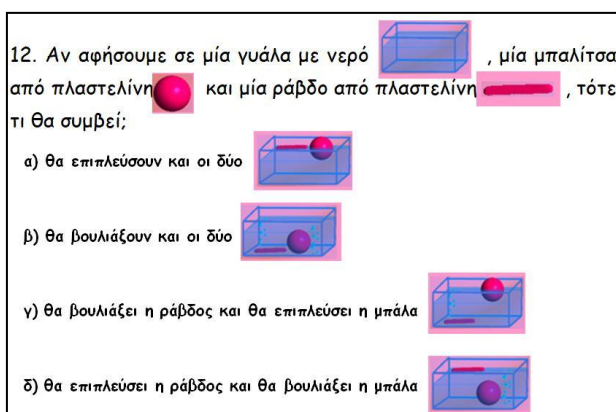
Εικόνα 3.11: Ερώτηση 11 του ερωτηματολογίου



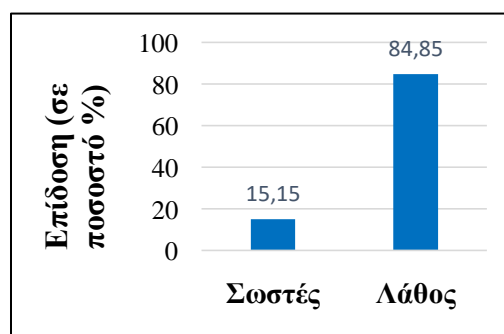
Σχήμα 3.12: Επίδοση των συμμετεχόντων στην ερώτηση 11



Στη δωδέκατη ερώτηση, στην οποία οι μαθητές ερωτήθηκαν τι θα συμβεί αν βάλουμε μια μπαλίτσα από πλαστελίνη και μια ράβδο από πλαστελίνη μέσα σε μια γυάλα με νερό, οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν λάθος. Ειδικότερα, βρέθηκαν 10 σωστές (15,15%) απαντήσεις και 56 λανθασμένες (84,85%). Η επίδοση των συμμετεχόντων σε ποσοστά φαίνεται στο Σχήμα 3.13, ενώ η δωδέκατη ερώτηση του ερωτηματολογίου στην Εικόνα 3.12.

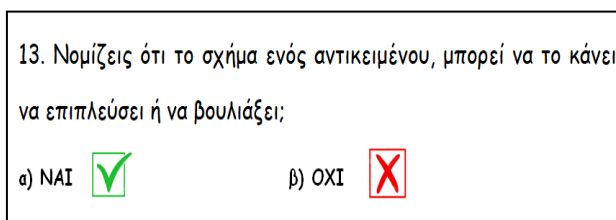


Εικόνα 3.12: Ερώτηση 12 του ερωτηματολογίου

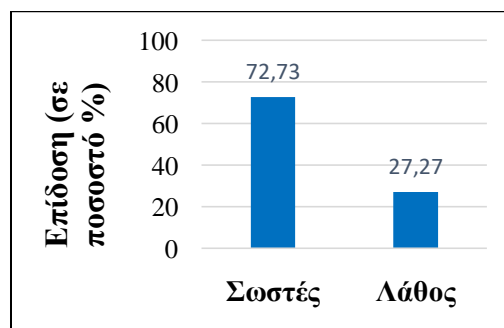


Σχήμα 3.13: Επίδοση των συμμετεχόντων στην ερώτηση 12

Στη δέκατη τρίτη ερώτηση, στην οποία οι μαθητές ερωτήθηκαν αν το σχήμα ενός αντικειμένου επηρεάζει την πλεύση ή τη βύθισή του, οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν σωστά. Ειδικότερα, βρέθηκαν 48 σωστές (72,73%) απαντήσεις και 18 λανθασμένες (27,27%). Η επίδοση των συμμετεχόντων σε ποσοστά φαίνεται στο Σχήμα 3.14, ενώ η δέκατη τρίτη ερώτηση του ερωτηματολογίου στην Εικόνα 3.13.







Εικόνα 3.13: Ερώτηση 13 του ερωτηματολογίου


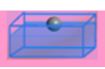




Σχήμα 3.14: Επίδοση των συμμετεχόντων στην ερώτηση 13



Στη δέκατη τέταρτη ερώτηση, στην οποία οι μαθητές ερωτήθηκαν τι θα γίνει αν βάλουμε μια σιδερένια μπαλίτσα σε μια μικρή και σε μια μεγάλη γυάλα με νερό, περίπου οι μισοί μαθητές απάντησαν σωστά. Ειδικότερα, βρέθηκαν 34 σωστές



(51,52%) απαντήσεις και 32 λανθασμένες (48,48%). Η επίδοση των συμμετεχόντων σε ποσοστά φαίνεται στο Σχήμα 3.15, ενώ η δέκατη τέταρτη ερώτηση του ερωτηματολογίου στην Εικόνα 3.14.

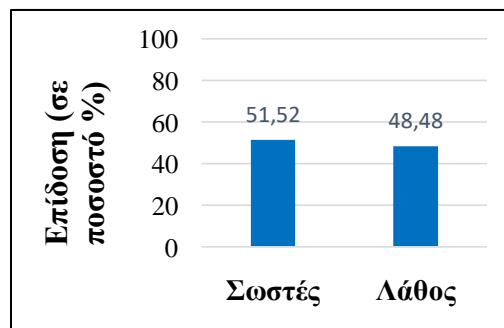
14. Αν αφήσουμε μια σιδερένια μπαλίτσα  σε μία μικρή γυάλα με νερό  και την ίδια σιδερένια μπαλίτσα  σε μια μεγάλη γυάλα με νερό , τότε:

α) Η μπαλίτσα θα επιπλεύσει και στις δύο γυάλες  

β) Η μπαλίτσα θα βυθιστεί και στις δύο γυάλες  

γ) Η μπαλίτσα θα βυθιστεί στη μεγάλη γυάλα και θα επιπλεύσει στη μικρή γυάλα  





δ) Η μπαλίτσα θα βυθιστεί στη μικρή γυάλα και θα επιπλεύσει στη μεγάλη γυάλα  







Εικόνα 3.14: Ερώτηση 14 του ερωτηματολογίου



Σχήμα 3.15: Επίδοση των συμμετεχόντων στην ερώτηση 14



Στη δέκατη πέμπτη ερώτηση, στην οποία οι μαθητές ερωτήθηκαν τι θα γίνει αν βάλουμε μια ξύλινη μπαλίτσα σε μια μικρή και σε μια μεγάλη γυάλα με νερό, οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν σωστά. Ειδικότερα, βρέθηκαν 36 σωστές (54,55%) απαντήσεις και 30 λανθασμένες (45,45%). Η επίδοση των συμμετεχόντων σε ποσοστά φαίνεται στο Σχήμα 3.16, ενώ η δέκατη πέμπτη ερώτηση του ερωτηματολογίου στην Εικόνα 3.15.

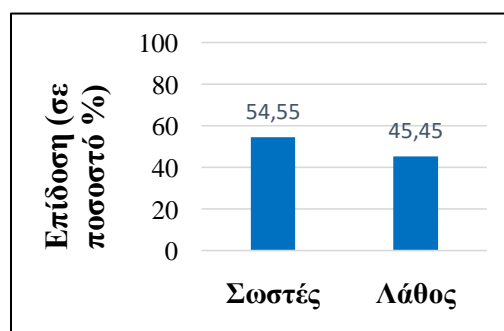
15. Αν αφήσουμε μια ξύλινη μπαλίτσα  σε μία μικρή γυάλα με νερό  και την ίδια ξύλινη μπαλίτσα  σε μια μεγάλη γυάλα με νερό , τότε:

α) Η μπαλίτσα θα επιπλεύσει και στις δύο γυάλες  

β) Η μπαλίτσα θα βυθιστεί και στις δύο γυάλες  

γ) Η μπαλίτσα θα βυθιστεί στη μεγάλη γυάλα και θα επιπλεύσει στη μικρή γυάλα  

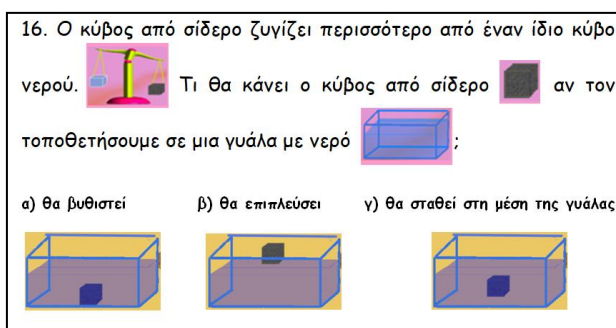
δ) Η μπαλίτσα θα βυθιστεί στη μικρή γυάλα και θα επιπλεύσει στη μεγάλη γυάλα  



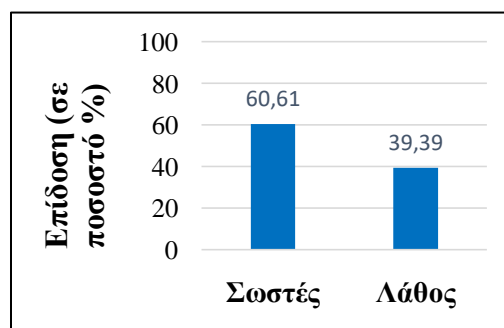
Εικόνα 3.15: Ερώτηση 15 του ερωτηματολογίου

Σχήμα 3.16: Επίδοση των συμμετεχόντων στην ερώτηση 15

Στη δέκατη έκτη ερώτηση, στην οποία οι μαθητές ερωτήθηκαν τι θα γίνει αν βάλουμε έναν σιδερένιο κύβο σε μια γυάλα με νερό έχοντας ως δεδομένο ότι ζυγίζει περισσότερο από έναν ίδιο κύβο νερού, οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν σωστά. Ειδικότερα, βρέθηκαν 40 σωστές (60,61%) απαντήσεις και 26 λανθασμένες (39,39%). Η επίδοση των συμμετεχόντων σε ποσοστά φαίνεται στο Σχήμα 3.17, ενώ η δέκατη έκτη ερώτηση του ερωτηματολογίου στην Εικόνα 3.16.

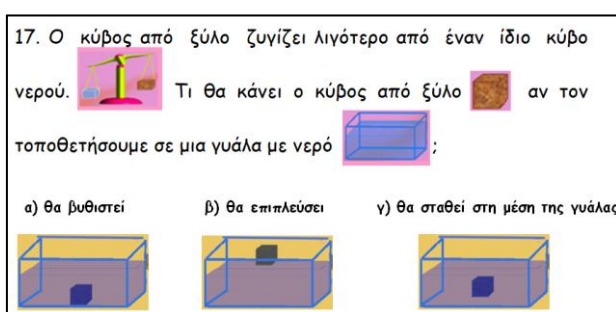


Εικόνα 3.16: Ερώτηση 16 του ερωτηματολογίου

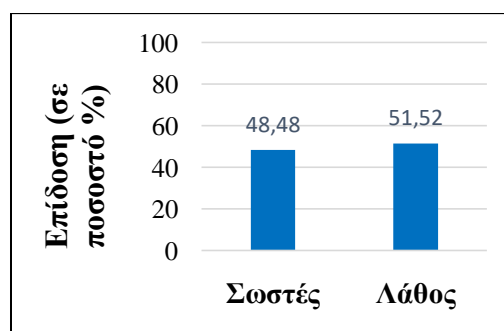


Σχήμα 3.17: Επίδοση των συμμετεχόντων στην ερώτηση 16

Στη δέκατη έβδομη ερώτηση, στην οποία οι μαθητές ερωτήθηκαν τι θα γίνει αν βάλουμε έναν ξύλινο κύβο σε μια γυάλα με νερό έχοντας ως δεδομένο ότι ζυγίζει λιγότερο από έναν ίδιο κύβο νερού, λίγοι παραπάνω από τους μισούς μαθητές απάντησαν λάθος. Ειδικότερα, βρέθηκαν 32 σωστές (48,48%) απαντήσεις και 34 λανθασμένες (51,52%). Η επίδοση των συμμετεχόντων σε ποσοστά φαίνεται στο Σχήμα 3.18, ενώ η δέκατη έβδομη ερώτηση του ερωτηματολογίου στην Εικόνα 3.17.



Εικόνα 3.17: Ερώτηση 17 του ερωτηματολογίου



Σχήμα 3.18: Επίδοση των συμμετεχόντων στην ερώτηση 17

### 3.2 Σύγκριση της επίδοσης των συμμετεχόντων πριν και μετά την παρέμβαση

Αφού μελετήθηκαν οι απαντήσεις των μαθητών πριν την παρέμβαση, στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε σύγκριση της επίδοσής τους πριν και μετά την παρέμβαση. Αξιοποιήθηκε το πρόγραμμα «Jamoni» και υλοποιήθηκαν κάποια τεστ στατιστικής. Για τη σύγκριση των αποτελεσμάτων πριν και μετά την παρέμβαση, πραγματοποιήθηκε έλεγχος κανονικότητας του δείγματος και επειδή δεν την επαλήθευσε το τεστ Shapiro-Wilk, αξιοποιήθηκε το μη παραμετρικό Wilcoxon signed rank test (Εικόνα 3.18). Στη συνέχεια, θα παρουσιαστούν αναλυτικά τα αποτελέσματα του test για όλες τις ερωτήσεις.

			<b>Statistic</b>	<b>p</b>
1 πριν	1 μετά	Wilcoxon W	13,0 <sup>a</sup>	0,024
2 πριν	2 μετά	Wilcoxon W	14,0 <sup>b</sup>	0,014
3 πριν	3 μετά	Wilcoxon W	39,0 <sup>d</sup>	<0,001
4 πριν	4 μετά	Wilcoxon W	11,0 <sup>e</sup>	<0,001
5 πριν	5 μετά	Wilcoxon W	30,0 <sup>f</sup>	0,117
6 πριν	6 μετά	Wilcoxon W	58,0 <sup>g</sup>	<0,001
7 πριν	7 μετά	Wilcoxon W	22,0 <sup>h</sup>	0,565
8 πριν	8 μετά	Wilcoxon W	20,0 <sup>i</sup>	0,790
9 πριν	9 μετά	Wilcoxon W	29,0 <sup>g</sup>	<0,001
10 πριν	10 μετά	Wilcoxon W	0,0 <sup>j</sup>	<0,001
11 πριν	11 μετά	Wilcoxon W	61,5 <sup>k</sup>	<0,001
12 πριν	12 μετά	Wilcoxon W	52,0 <sup>j</sup>	<0,001
13 πριν	13 μετά	Wilcoxon W	63,0 <sup>l</sup>	0,077
14 πριν	14 μετά	Wilcoxon W	23,0 <sup>m</sup>	<0,001
15 πριν	15 μετά	Wilcoxon W	57,5 <sup>m</sup>	0,011
16 πριν	16 μετά	Wilcoxon W	34,5 <sup>m</sup>	<0,001
17 πριν	17 μετά	Wilcoxon W	40,5 <sup>n</sup>	<0,001
Σύνολο πριν	Σύνολο μετά	Wilcoxon W	15,5	<0,001

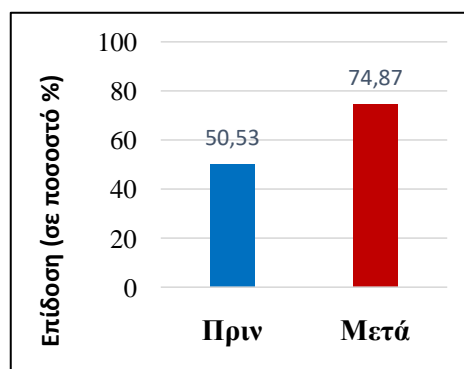
Note.  $H_a: \mu_1 \text{ Measure 1} - \text{Measure 2} \neq 0$

*Εικόνα 3.18: Αποτελέσματα τεστ πριν και μετά την παρέμβαση*

Συνολικά οι μαθητές, πριν την παρέμβαση, απάντησαν σωστά σε 567 από τις 1122 ερωτήσεις, δηλαδή σε ποσοστό 50,53%, ενώ μετά την παρέμβαση απάντησαν σωστά σε 840 ερωτήσεις, δηλαδή σε ποσοστό 74,87%. Βρέθηκε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην συνολική επίδοση πριν και μετά (statistic=15,5 και  $p<0,001$ ), όπως φαίνεται αναλυτικά και στην Εικόνα 3.19. Το Σχήμα 3.19 παρουσιάζει τις σωστές απαντήσεις των παιδιών πριν και μετά την παρέμβαση, σε ποσοστά. Επομένως, από τη στατιστική σύγκριση των αποτελεσμάτων πριν και μετά

την παρέμβαση προκύπτει ότι οι επιδόσεις βελτιώθηκαν σημαντικά, δηλαδή πιστοποιείται η σημαντική βελτίωση, επιτρέποντας τη γενίκευση των αποτελεσμάτων.

		Statistic	p
Σύνολο πριν	Σύνολο μετά	Wilcoxon W	15,5 <0,001
Note. $H_a \mu_{\text{Measure 1}} - \mu_{\text{Measure 2}} \neq 0$			

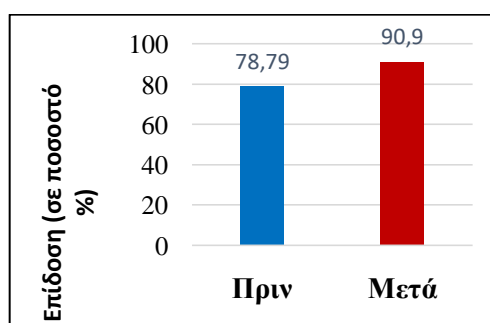


Εικόνα 3.19: Αποτελέσματα τεστ για το σύνολο των ερωτήσεων

Σχήμα 3.19: Ποσοστό επιτυχίας συνολικό πριν και μετά την παρέμβαση

Στην πρώτη ερώτηση, στην οποία οι μαθητές ερωτήθηκαν αν μία σιδερένια μπάλα θα βυθιστεί, θα επιπλεύσει ή θα σταθεί στη μέση μιας γυάλας, οι περισσότεροι απάντησαν σωστά ήδη από το pre test. Ειδικότερα, βρέθηκαν 52 σωστές (78,79%) απαντήσεις. Ωστόσο, η επίδοσή τους ήταν ακόμη καλύτερη στο post test, καθώς βρέθηκαν 60 σωστές απαντήσεις (90,90%). Επομένως, παρατηρήθηκε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην επίδοση των παιδιών στην ερώτηση 1 πριν και μετά την παρέμβαση (statistic=13,0 και p=0,024), όπως φαίνεται αναλυτικά και στην Εικόνα 3.20. Το Σχήμα 3.20 παρουσιάζει τις σωστές απαντήσεις των παιδιών σε ποσοστά πριν και μετά την παρέμβαση.

		Statistic	p
1 πριν	1 μετά	Wilcoxon W	13,0 <sup>a</sup> 0,024
Note. $H_a \mu_{\text{Measure 1}} - \mu_{\text{Measure 2}} \neq 0$			
<sup>a</sup> 54 pair(s) of values were tied			



Εικόνα 3.20: Αποτελέσματα τεστ για την ερώτηση 1

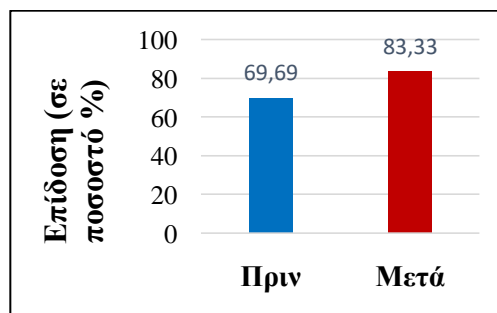
Σχήμα 3.20: Ποσοστό επιτυχίας στην ερώτηση 1 πριν και μετά την παρέμβαση

Στη δεύτερη ερώτηση, στην οποία οι μαθητές ερωτήθηκαν αν μία ξύλινη μπάλα θα βυθιστεί, θα επιπλεύσει ή θα σταθεί στη μέση μιας γυάλας, οι περισσότεροι απάντησαν σωστά ήδη από το pre test. Ειδικότερα, βρέθηκαν 46 σωστές (69,69%) απαντήσεις. Ωστόσο, η επίδοσή τους ήταν ακόμη καλύτερη στο post test, καθώς

βρέθηκαν 55 σωστές απαντήσεις (83,33%). Επομένως, παρατηρήθηκε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην επίδοση των παιδιών στην ερώτηση 2 πριν και μετά την παρέμβαση (statistic=14,0 και  $p=0,014$ ), όπως φαίνεται αναλυτικά και στην Εικόνα 3.21. Το Σχήμα 3.21 παρουσιάζει τις σωστές απαντήσεις των παιδιών σε ποσοστά πριν και μετά την παρέμβαση.

		<u>Statistic</u>		<u>p</u>
2 πριν	2 μετά	Wilcoxon W	14,0 <sup>a</sup>	0,014
Note. H <sub>a</sub> $\mu$ Measure 1 - Measure 2 $\neq$ 0				
<sup>a</sup> 53 pair(s) of values were tied				

Εικόνα 3.21: Αποτελέσματα τεστ για την ερώτηση 2

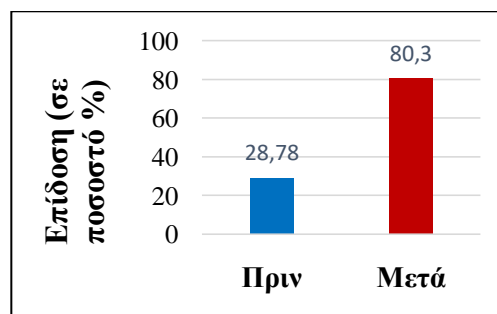


Σχήμα 3.21: Ποσοστό επιτυχίας στην ερώτηση 2 πριν και μετά την παρέμβαση

Στην τρίτη ερώτηση, στην οποία οι μαθητές ερωτήθηκαν τι θα γίνει αν αφήσουμε μία μικρή και μία μεγάλη σιδερένια μπαλίτσα μέσα σε μια γυάλα, οι περισσότεροι απάντησαν λάθος στο pre test. Ειδικότερα, βρέθηκαν μόλις 19 σωστές (28,78%) απαντήσεις. Ωστόσο, η επίδοσή τους βελτιώθηκε σημαντικά στο post test, καθώς βρέθηκαν 53 σωστές απαντήσεις (80,30%). Επομένως, παρατηρήθηκε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην επίδοση των παιδιών στην ερώτηση 3 πριν και μετά την παρέμβαση (statistic=39,0 και  $p<0,001$ ), όπως φαίνεται αναλυτικά και στην Εικόνα 3.22. Το Σχήμα 3.22 παρουσιάζει τις σωστές απαντήσεις των παιδιών σε ποσοστά πριν και μετά την παρέμβαση.

		<u>Statistic</u>		<u>p</u>
3 πριν	3 μετά	Wilcoxon W	39,0 <sup>a</sup>	< 0,001
Note. H <sub>a</sub> $\mu$ Measure 1 - Measure 2 $\neq$ 0				
<sup>a</sup> 28 pair(s) of values were tied				

Εικόνα 3.22: Αποτελέσματα τεστ για την ερώτηση 3



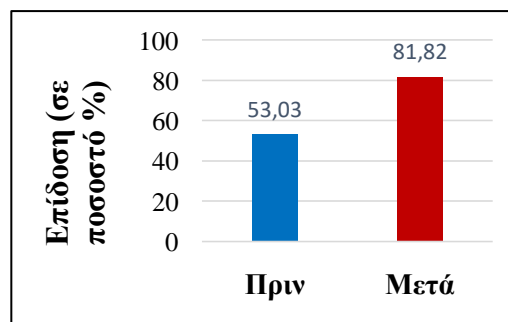
Σχήμα 3.22: Ποσοστό επιτυχίας στην ερώτηση 3 πριν και μετά την παρέμβαση

Στην τέταρτη ερώτηση, στην οποία οι μαθητές ερωτήθηκαν τι θα γίνει αν αφήσουμε μία μικρή και μία μεγάλη ξύλινη μπαλίτσα μέσα σε μια γυάλα, περίπου οι μισοί

μαθητές απάντησαν σωστά στο pre test. Ειδικότερα, βρέθηκαν 35 σωστές (53,03%) απαντήσεις. Ωστόσο, η επίδοσή τους βελτιώθηκε σημαντικά στο post test, καθώς βρέθηκαν 54 σωστές απαντήσεις (81,82%). Επομένως, παρατηρήθηκε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην επίδοση των παιδιών στην ερώτηση 4 πριν και μετά την παρέμβαση (statistic=11,0 και  $p < 0,001$ ), όπως φαίνεται αναλυτικά και στην Εικόνα 3.23. Το Σχήμα 3.23 παρουσιάζει τις σωστές απαντήσεις των παιδιών σε ποσοστά πριν και μετά την παρέμβαση.

			Statistic	p
4 πριν	4 μετά	Wilcoxon W	11,0 <sup>a</sup>	<0,001
Note. H <sub>a</sub> μ <sub>Measure 1 - Measure 2</sub> ≠ 0				
<sup>a</sup> 45 pair(s) of values were tied				

Εικόνα 3.23: Αποτελέσματα τεστ για την ερώτηση 4

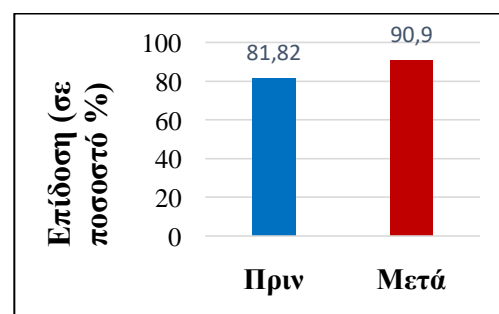


Σχήμα 3.23: Ποσοστό επιτυχίας στην ερώτηση 4 πριν και μετά την παρέμβαση

Στην πέμπτη ερώτηση, στην οποία οι μαθητές ερωτήθηκαν αν είναι πιο βαρύς ένας κύβος νερού, ένας κύβος σίδηρου ή ζυγίζουν το ίδιο, οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν σωστά στο pre test. Ειδικότερα, βρέθηκαν 54 σωστές (81,82%) απαντήσεις. Η επίδοσή τους βελτιώθηκε στο post test, καθώς βρέθηκαν 60 σωστές απαντήσεις (90,90%). Ωστόσο, δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην επίδοση των παιδιών στην ερώτηση 5 πριν και μετά την παρέμβαση (statistic=30,0 και  $p = 0,117$ ), όπως φαίνεται αναλυτικά και στην Εικόνα 3.24. Το Σχήμα 3.24 παρουσιάζει τις σωστές απαντήσεις των παιδιών σε ποσοστά πριν και μετά την παρέμβαση.

			Statistic	p
5 πριν	5 μετά	Wilcoxon W	30,0 <sup>a</sup>	0,117
Note. H <sub>a</sub> μ <sub>Measure 1 - Measure 2</sub> ≠ 0				
<sup>a</sup> 52 pair(s) of values were tied				

Εικόνα 3.24: Αποτελέσματα τεστ για την ερώτηση 5

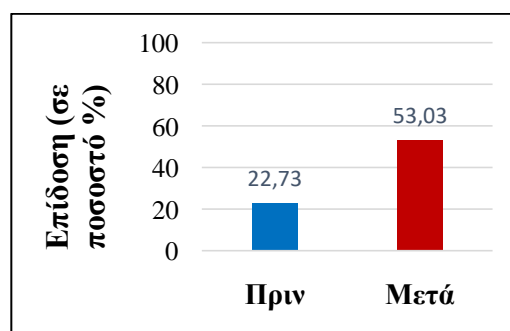


Σχήμα 3.24: Ποσοστό επιτυχίας στην ερώτηση 5 πριν και μετά την παρέμβαση

Στην έκτη ερώτηση, στην οποία οι μαθητές ερωτήθηκαν αν είναι πιο βαρύς ένας κύβος νερού, ένας κύβος ξύλου ή ζυγίζουν το ίδιο, οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν λανθασμένα στο pre test. Ειδικότερα, βρέθηκαν 15 σωστές (22,73%) απαντήσεις. Ωστόσο, η επίδοσή τους βελτιώθηκε σημαντικά στο post test, καθώς βρέθηκαν 35 σωστές απαντήσεις (53,03%). Επομένως, παρατηρήθηκε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην επίδοση των παιδιών στην ερώτηση 6 πριν και μετά την παρέμβαση (statistic=58,0 και  $p < 0,001$ ), όπως φαίνεται αναλυτικά και στην Εικόνα 3.25. Το Σχήμα 3.25 παρουσιάζει τις σωστές απαντήσεις των παιδιών σε ποσοστά πριν και μετά την παρέμβαση.

			<u>Statistic</u>	<u>p</u>
6 πριν	6 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	58,0 <sup>a</sup>	< 0,001
Note. H <sub>a</sub> μ Measure 1 - Measure 2 ≠ 0				
<sup>a</sup> 38 pair(s) of values were tied				

Εικόνα 3.25: Αποτελέσματα τεστ για την ερώτηση 6

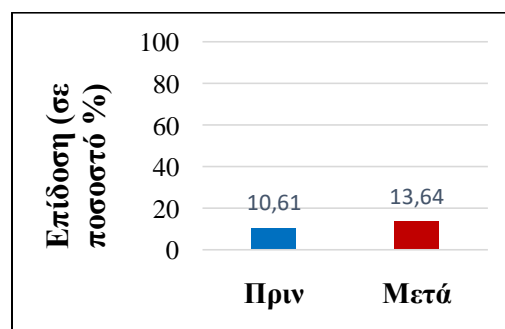


Σχήμα 3.25: Ποσοστό επιτυχίας στην ερώτηση 6 πριν και μετά την παρέμβαση

Στην έβδομη ερώτηση, στην οποία οι μαθητές ερωτήθηκαν αν το βάρος ενός αντικειμένου μπορεί να επηρεάσει την πλευση ή τη βύθισή του, οι περισσότεροι μαθητές λάθος στο pre test. Ειδικότερα, βρέθηκαν 7 σωστές (10,61%) απαντήσεις. Πρόκειται για τη μοναδική ερώτηση στην οποία η επίδοση των ήταν πολύ χαμηλή και στο post test, καθώς βρέθηκαν μόλις 9 σωστές απαντήσεις (13,64%). Παράλληλα, δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην επίδοση των παιδιών στην ερώτηση 7 πριν και μετά την παρέμβαση (statistic=22,0 και  $p = 0,565$ ), όπως φαίνεται αναλυτικά και στην Εικόνα 3.26. Το Σχήμα 3.26 παρουσιάζει τις σωστές απαντήσεις των παιδιών σε ποσοστά πριν και μετά την παρέμβαση.

			<u>Statistic</u>	<u>p</u>
7 πριν	7 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	22,0 <sup>a</sup>	0,565
Note. H <sub>a</sub> μ Measure 1 - Measure 2 ≠ 0				
<sup>a</sup> 56 pair(s) of values were tied				

Εικόνα 3.26: Αποτελέσματα τεστ για την ερώτηση 7



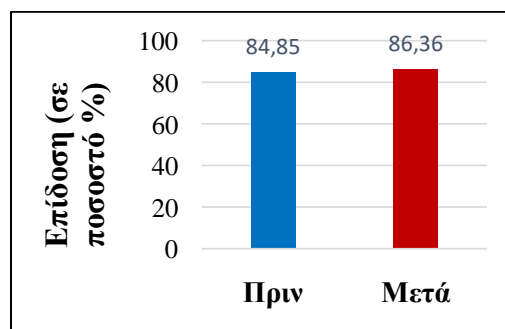
Σχήμα 3.26: Ποσοστό επιτυχίας στην ερώτηση 7 πριν και μετά την παρέμβαση



Στην όγδοη ερώτηση, στην οποία οι μαθητές ερωτήθηκαν αν το υλικό από το οποίο είναι φτιαγμένο ένα αντικείμενο μπορεί να επηρεάσει την πλευση ή τη βύθισή του, οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν σωστά στο pre test. Ειδικότερα, βρέθηκαν 56 σωστές (84,85%) απαντήσεις. Η επίδοσή τους βελτιώθηκε λίγο στο post test, καθώς βρέθηκαν 57 σωστές απαντήσεις (86,36%). Ωστόσο, δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην επίδοση των παιδιών στην ερώτηση 8 πριν και μετά την παρέμβαση (statistic=20,0 και p=0,790), όπως φαίνεται αναλυτικά και στην Εικόνα 3.27. Το Σχήμα 3.27 παρουσιάζει τις σωστές απαντήσεις των παιδιών σε ποσοστά πριν και μετά την παρέμβαση.

			Statistic	p
8 πριν	8 μετά	Wilcoxon W	20,0 <sup>a</sup>	0,790
Note. H <sub>a</sub> μ <sub>Measure 1</sub> - Measure 2 ≠ 0				
<sup>a</sup> 57 pair(s) of values were tied				

Εικόνα 3.27: Αποτελέσματα τεστ για την ερώτηση 8

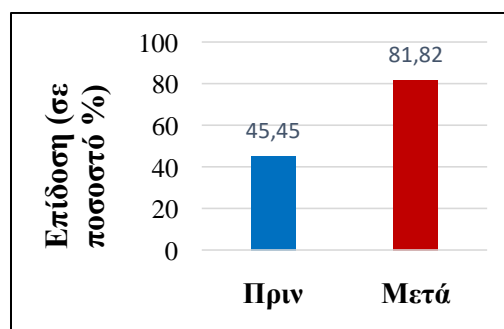


Σχήμα 3.27: Ποσοστό επιτυχίας στην ερώτηση 8 πριν και μετά την παρέμβαση

Στην ένατη ερώτηση, στην οποία οι μαθητές ερωτήθηκαν τι θα συμβεί αν βάλουμε ένα αυγό μέσα σε ένα ποτήρι με νερό, οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν λάθος στο pre test. Ειδικότερα, βρέθηκαν 30 σωστές (45,45%) απαντήσεις. Ωστόσο, η επίδοσή τους βελτιώθηκε σημαντικά στο post test, καθώς βρέθηκαν 54 σωστές απαντήσεις (81,82%). Επομένως, παρατηρήθηκε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην επίδοση των παιδιών στην ερώτηση 9 πριν και μετά την παρέμβαση (statistic=29,0, p<0,001), όπως φαίνεται αναλυτικά και στην Εικόνα 3.28. Το Σχήμα 3.28 παρουσιάζει τις σωστές απαντήσεις των παιδιών σε ποσοστά πριν και μετά την παρέμβαση.

			Statistic	p
9 πριν	9 μετά	Wilcoxon W	29,0 <sup>a</sup>	< 0,001
Note. H <sub>a</sub> μ <sub>Measure 1</sub> - Measure 2 ≠ 0				
<sup>a</sup> 38 pair(s) of values were tied				

Εικόνα 3.28: Αποτελέσματα τεστ για την ερώτηση 9

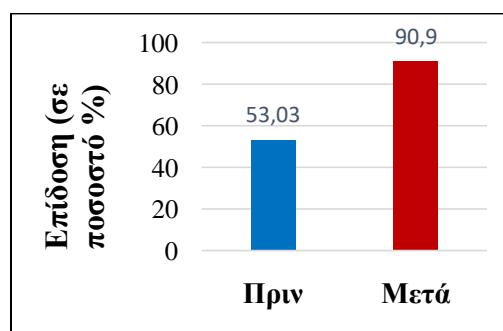


Σχήμα 3.28: Ποσοστό επιτυχίας στην ερώτηση 9 πριν και μετά την παρέμβαση

Στη δέκατη ερώτηση, στην οποία οι μαθητές ερωτήθηκαν τι θα συμβεί αν βάλουμε ένα αυγό μέσα σε ένα ποτήρι με αλατόνερο, οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν σωστά στο pre test. Ειδικότερα, βρέθηκαν 35 σωστές (53,03%) απαντήσεις. Βέβαια, αξίζει να σημειωθεί πως στη συγκεκριμένη ερώτηση θεωρήθηκαν σωστές δύο απαντήσεις, καθώς ανάλογα με την ποσότητα του αλατιού που θα προστεθεί μέσα στο νερό, το αυγό μπορεί είτε να επιπλεύσει είτε να σταθεί στη μέση του ποτηριού. Ωστόσο, η επίδοσή τους βελτιώθηκε σημαντικά στο post test, καθώς βρέθηκαν 60 σωστές απαντήσεις (90,90%). Επομένως, παρατηρήθηκε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην επίδοση των παιδιών στην ερώτηση 10 πριν και μετά την παρέμβαση (statistic=0,00 και  $p < 0,001$ ), όπως φαίνεται αναλυτικά και στην Εικόνα 3.29. Το Σχήμα 3.29 παρουσιάζει τις σωστές απαντήσεις των παιδιών σε ποσοστά πριν και μετά την παρέμβαση.

			Statistic	p
10 πριν	10 μετά	Wilcoxon W	0,00 <sup>a</sup>	<0,001
Note. Η <sub>a</sub> μ Measure 1 - Measure 2 ≠ 0				
<sup>a</sup> 41 pair(s) of values were tied				

Εικόνα 3.29: Αποτελέσματα τεστ για την ερώτηση 10

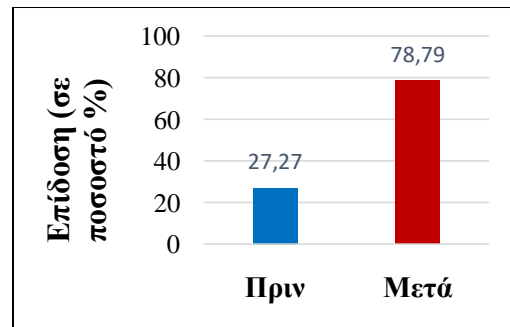


Σχήμα 3.29: Ποσοστό επιτυχίας στην ερώτηση 10 πριν και μετά την παρέμβαση

Στην ενδέκατη ερώτηση, στην οποία οι μαθητές ερωτήθηκαν τι θα συμβεί αν βάλουμε μια μπαλίτσα από πλαστελίνη και μια βαρκούλα από πλαστελίνη μέσα σε μια γυάλα με νερό, οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν λάθος στο pre test. Ειδικότερα, βρέθηκαν 18 σωστές (27,27%) απαντήσεις. Ωστόσο, η επίδοσή τους βελτιώθηκε σημαντικά στο post test, καθώς βρέθηκαν 52 σωστές απαντήσεις (78,79%). Επομένως, παρατηρήθηκε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην επίδοση των παιδιών στην ερώτηση 11 πριν και μετά την παρέμβαση (statistic=61,5 και  $p < 0,001$ ), όπως φαίνεται αναλυτικά και στην Εικόνα 3.30. Το Σχήμα 3.30 παρουσιάζει τις σωστές απαντήσεις των παιδιών σε ποσοστά πριν και μετά την παρέμβαση.

			<u>Statistic</u>	<u>p</u>
11 πριν	11 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	61,5 <sup>a</sup>	< 0,001
Note. H <sub>a</sub> μ Measure 1 - Measure 2 ≠ 0				
<sup>a</sup> 26 pair(s) of values were tied				

**Εικόνα 3.30:** Αποτελέσματα τεστ για την ερώτηση 11

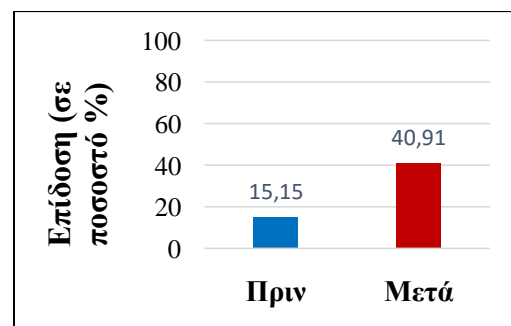


**Σχήμα 3.30:** Ποσοστό επιτυχίας στην ερώτηση 11 πριν και μετά την παρέμβαση

Στη δωδέκατη ερώτηση, στην οποία οι μαθητές ερωτήθηκαν τι θα συμβεί αν βάλουμε μια μπαλίτσα από πλαστελίνη και μια ράβδο από πλαστελίνη μέσα σε μια γυάλα με νερό, οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν λάθος στο pre test. Ειδικότερα, βρέθηκαν 10 σωστές (15,15%) απαντήσεις. Ωστόσο, η επίδοσή τους βελτιώθηκε λίγο στο post test, καθώς βρέθηκαν 27 σωστές απαντήσεις (40,91%). Παρατηρήθηκε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην επίδοση των παιδιών στην ερώτηση 12 πριν και μετά την παρέμβαση (statistic=52,0 και  $p < 0,001$ ), όπως φαίνεται αναλυτικά και στην Εικόνα 3.31. Το Σχήμα 3.31 παρουσιάζει τις σωστές απαντήσεις των παιδιών σε ποσοστά πριν και μετά την παρέμβαση.

			<u>Statistic</u>	<u>p</u>
12 πριν	12 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	52,0 <sup>a</sup>	< 0,001
Note. H <sub>a</sub> μ Measure 1 - Measure 2 ≠ 0				
<sup>a</sup> 41 pair(s) of values were tied				

**Εικόνα 3.31:** Αποτελέσματα τεστ για την ερώτηση 12



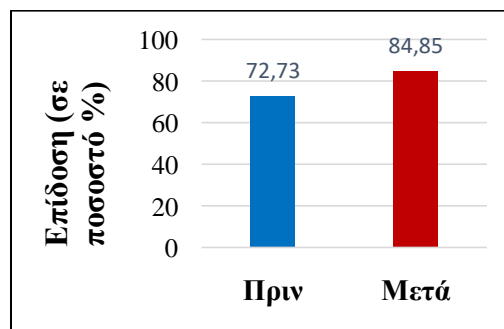
**Σχήμα 3.31:** Ποσοστό επιτυχίας στην ερώτηση 12 πριν και μετά την παρέμβαση

Στη δέκατη τρίτη ερώτηση, στην οποία οι μαθητές ερωτήθηκαν αν το σχήμα ενός αντικειμένου επηρεάζει την πλευση ή τη βύθισή του, οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν σωστά στο pre test. Ειδικότερα, βρέθηκαν 48 σωστές (72,73%) απαντήσεις. Η επίδοσή τους βελτιώθηκε στο post test, καθώς βρέθηκαν 56 σωστές απαντήσεις (84,85%). Ωστόσο, δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην επίδοση των παιδιών στην ερώτηση 13 πριν και μετά την παρέμβαση (statistic=63,0

και  $p=0,077$ ), όπως φαίνεται αναλυτικά και στην Εικόνα 3.32. Το Σχήμα 3.32 παρουσιάζει τις σωστές απαντήσεις των παιδιών σε ποσοστά πριν και μετά την παρέμβαση.

		Statistic	p
13 πριν	13 μετά	Wilcoxon W	63,0 <sup>a</sup> 0,077
Note. H <sub>a</sub> $\mu_{\text{Measure 1}} - \mu_{\text{Measure 2}} \neq 0$			
<sup>a</sup> 46 pair(s) of values were tied			

Εικόνα 3.32: Αποτελέσματα τεστ για την ερώτηση 13

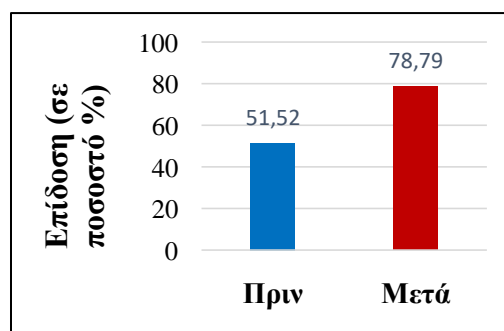


Σχήμα 3.32: Ποσοστό επιτυχίας στην ερώτηση 13 πριν και μετά την παρέμβαση

Στη δέκατη τέταρτη ερώτηση, στην οποία οι μαθητές ερωτήθηκαν τι θα γίνει αν βάλουμε μια σιδερένια μπαλίτσα σε μια μικρή και σε μια μεγάλη γυάλα με νερό, περίπου οι μισοί μαθητές απάντησαν σωστά στο pre test. Ειδικότερα, βρέθηκαν 34 σωστές (51,52%) απαντήσεις. Ωστόσο, η επίδοσή τους βελτιώθηκε αρκετά στο post test, καθώς βρέθηκαν 52 σωστές απαντήσεις (78,79%). Παρατηρήθηκε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην επίδοση των παιδιών στην ερώτηση 14 πριν και μετά την παρέμβαση (statistic=23,0 και  $p<0,001$ ), όπως φαίνεται αναλυτικά και στην Εικόνα 3.33. Το Σχήμα 3.33 παρουσιάζει τις σωστές απαντήσεις των παιδιών σε ποσοστά πριν και μετά την παρέμβαση.

		Statistic	p
14 πριν	14 μετά	Wilcoxon W	23,0 <sup>a</sup> <0,001
Note. H <sub>a</sub> $\mu_{\text{Measure 1}} - \mu_{\text{Measure 2}} \neq 0$			
<sup>a</sup> 44 pair(s) of values were tied			

Εικόνα 3.33: Αποτελέσματα τεστ για την ερώτηση 14



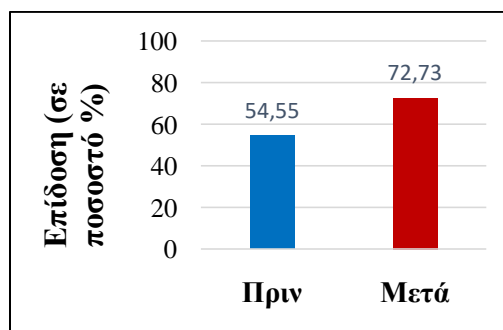
Σχήμα 3.33: Ποσοστό επιτυχίας στην ερώτηση 14 πριν και μετά την παρέμβαση

Στη δέκατη πέμπτη ερώτηση, στην οποία οι μαθητές ερωτήθηκαν τι θα γίνει αν βάλουμε μια ξύλινη μπαλίτσα σε μια μικρή και σε μια μεγάλη γυάλα με νερό, οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν σωστά στο pre test. Ειδικότερα, βρέθηκαν 36

σωστές (54,55%) απαντήσεις. Ωστόσο, η επίδοσή τους βελτιώθηκε αρκετά στο post test, καθώς βρέθηκαν 48 σωστές απαντήσεις (72,73%). Παρατηρήθηκε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην επίδοση των παιδιών στην ερώτηση 15 πριν και μετά την παρέμβαση (statistic=57,5 και p=0,011), όπως φαίνεται αναλυτικά και στην Εικόνα 3.34. Το Σχήμα 3.34 παρουσιάζει τις σωστές απαντήσεις των παιδιών σε ποσοστά πριν και μετά την παρέμβαση.

			<u>Statistic</u>	<u>p</u>
15 πριν	15 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	57,5 <sup>a</sup>	0,011
Note. H <sub>a</sub> μ <sub>Measure 1</sub> - Measure 2 ≠ 0				
<sup>a</sup> 44 pair(s) of values were tied				

Εικόνα 3.34: Αποτελέσματα τεστ για την ερώτηση 15

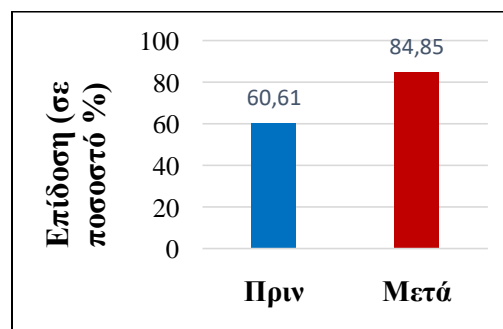


Σχήμα 3.34: Ποσοστό επιτυχίας στην ερώτηση 15 πριν και μετά την παρέμβαση

Στη δέκατη έκτη ερώτηση, στην οποία οι μαθητές ερωτήθηκαν τι θα γίνει αν βάλουμε έναν σιδερένιο κύβο σε μια γυάλα με νερό έχοντας ως δεδομένο ότι ζυγίζει περισσότερο από έναν ίδιο κύβο νερού, οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν σωστά στο pre test. Ειδικότερα, βρέθηκαν 40 σωστές (60,61%) απαντήσεις. Ωστόσο, η επίδοσή τους βελτιώθηκε αρκετά στο post test, καθώς βρέθηκαν 56 σωστές απαντήσεις (84,85%). Παρατηρήθηκε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην επίδοση των παιδιών στην ερώτηση 16 πριν και μετά την παρέμβαση (statistic=34,5 και p<0,001), όπως φαίνεται αναλυτικά και στην Εικόνα 3.35. Το Σχήμα 3.35 παρουσιάζει τις σωστές απαντήσεις των παιδιών σε ποσοστά πριν και μετά την παρέμβαση.

			<u>Statistic</u>	<u>p</u>
16 πριν	16 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	34,5 <sup>a</sup>	<0,001
Note. H <sub>a</sub> μ <sub>Measure 1</sub> - Measure 2 ≠ 0				
<sup>a</sup> 44 pair(s) of values were tied				

Εικόνα 3.35: Αποτελέσματα τεστ για την ερώτηση 16

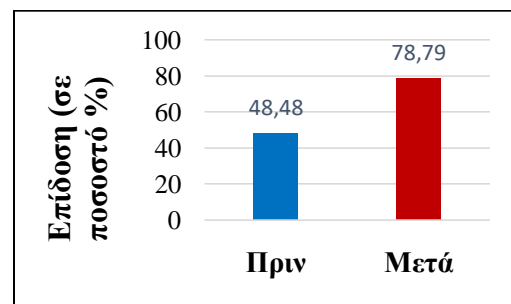


Σχήμα 3.35: Ποσοστό επιτυχίας στην ερώτηση 16 πριν και μετά την παρέμβαση

Στη δέκατη έβδομη ερώτηση, στην οποία οι μαθητές ερωτήθηκαν τι θα γίνει αν βάλουμε έναν ξύλινο κύβο σε μια γυάλα με νερό έχοντας ως δεδομένο ότι ζυγίζει λιγότερο από έναν ίδιο κύβο νερού, λίγοι παραπάνω από τους μισούς μαθητές απάντησαν λάθος στο pre test. Ειδικότερα, βρέθηκαν 32 σωστές (48,48%) απαντήσεις. Ωστόσο, η επίδοσή τους βελτιώθηκε αρκετά στο post test, καθώς βρέθηκαν 52 σωστές απαντήσεις (78,79%). Παρατηρήθηκε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην επίδοση των παιδιών στην ερώτηση 17 πριν και μετά την παρέμβαση (statistic=40,5 και  $p < 0,001$ ), όπως φαίνεται αναλυτικά και στην Εικόνα 3.36. Το Σχήμα 3.36 παρουσιάζει τις σωστές απαντήσεις των παιδιών σε ποσοστά πριν και μετά την παρέμβαση.

			<u>Statistic</u>	<u>p</u>
17 πριν	17 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	40,5 <sup>a</sup>	<0,001
Note. H <sub>a</sub> μ <sub>Measure 1</sub> - μ <sub>Measure 2</sub> ≠ 0				
<sup>a</sup> 40 pair(s) of values were tied				

*Εικόνα 3.36: Αποτελέσματα τεστ για την ερώτηση 17*



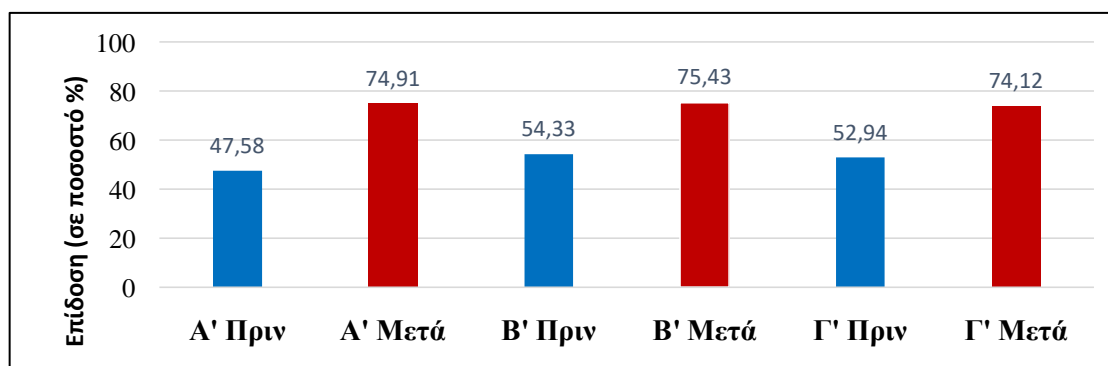
*Σχήμα 3.36: Ποσοστό επιτυχίας στην ερώτηση 17 πριν και μετά την παρέμβαση*

### 3.3 Σύγκριση της επίδοσης των συμμετεχόντων ανάλογα με την τάξη

Οι απαντήσεις των μαθητών μελετήθηκαν συγκριτικά, ανάλογα με την τάξη στην οποία φοιτούσαν. Οι επιδόσεις των παιδιών ανά τάξη φαίνονται στον Πίνακα 3.1., ενώ στο Σχήμα 3.37 φαίνονται οι επιδόσεις τους σε ποσοστά. Συνολικά οι μαθητές της Α' τάξης, απάντησαν σωστά σε 275 από τις 578 ερωτήσεις, δηλαδή σε ποσοστό 47,58%, ενώ μετά την παρέμβαση απάντησαν σωστά σε 433 ερωτήσεις, δηλαδή σε ποσοστό 74,91%. Παράλληλα, συνολικά οι μαθητές της Β' τάξης, απάντησαν σωστά σε 157 από τις 289 ερωτήσεις, δηλαδή σε ποσοστό 54,33%, ενώ μετά την παρέμβαση απάντησαν σωστά σε 218 ερωτήσεις, δηλαδή σε ποσοστό 75,43%. Τέλος, συνολικά οι μαθητές της Γ' τάξης, απάντησαν σωστά σε 135 από τις 255 ερωτήσεις, δηλαδή σε ποσοστό 52,94%, ενώ μετά την παρέμβαση απάντησαν σωστά σε 189 ερωτήσεις, δηλαδή σε ποσοστό 74,12%.

Τάξη	Πριν την παρέμβαση		Μετά την παρέμβαση	
	Σωστές	Λάθος	Σωστές	Λάθος
A'	275	303	433	145
B'	157	132	218	71
Γ'	135	120	189	66

Πίνακας 3.1: Συνολικές απαντήσεις μαθητών ανά τάξη πριν και μετά την παρέμβαση



Σχήμα 3.37: Ποσοστό επιτυχίας των μαθητών ανά τάξη πριν και μετά την παρέμβαση

Όπως προκύπτει από τα γραφήματα, οι επιδόσεις των μαθητών βελτιώθηκαν αρκετά σε κάθε τάξη. Στην Α' τάξη υπήρξε σημαντικότερη βελτίωση, καθώς υπήρξαν

περισσότερες λανθασμένες απαντήσεις στο pre test, σε σχέση με τις άλλες δύο τάξεις. Όπως φαίνεται στις Εικόνες 3.37, 3.38 και 3.39, σύμφωνα με τα στοιχεία του τεστ, στην Α' τάξη υπήρξαν περισσότερες ερωτήσεις στις οποίες βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές πριν και μετά την παρέμβαση, σε σχέση με τις άλλες δύο τάξεις.

			<u>Statistic</u>	<u>p</u>
1 πριν	1 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	10,00 <sup>a</sup>	0,110
2 πριν	2 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	8,00 <sup>b</sup>	0,299
3 πριν	3 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	0,00 <sup>d</sup>	<0,001
4 πριν	4 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	6,50 <sup>e</sup>	0,004
5 πριν	5 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	12,00 <sup>f</sup>	0,039
6 πριν	6 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	19,00 <sup>g</sup>	0,001
7 πριν	7 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	5,00 <sup>h</sup>	1,000
8 πριν	8 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	0,00 <sup>i</sup>	0,346
9 πριν	9 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	8,50 <sup>j</sup>	<0,001
10 πριν	10 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	0,00 <sup>f</sup>	0,001
11 πριν	11 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	18,00 <sup>k</sup>	0,002
12 πριν	12 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	7,00 <sup>l</sup>	0,003
13 πριν	13 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	0,00 <sup>m</sup>	0,002
14 πριν	14 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	7,50 <sup>n</sup>	0,002
15 πριν	15 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	26,00 <sup>e</sup>	0,267
16 πριν	16 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	0,00 <sup>m</sup>	0,002
17 πριν	17 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	7,00 <sup>l</sup>	0,003
Σύνολο πριν	Σύνολο μετά	<u>Wilcoxon W</u>	0,00	<0,001

Note. H<sub>a</sub> μ Measure 1 - Measure 2 ≠ 0

Εικόνα 3.37: Αποτελέσματα τεστ για την Α' τάξη, ανά ερώτηση

			<u>Statistic</u>	<u>p</u>
1 πριν	1 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	0,00 <sup>a</sup>	1,000
2 πριν	2 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	0,00 <sup>b</sup>	0,149
3 πριν	3 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	0,00 <sup>d</sup>	0,003
4 πριν	4 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	0,00 <sup>e</sup>	0,020
5 πριν	5 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	4,00 <sup>b</sup>	0,773
6 πριν	6 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	7,00 <sup>e</sup>	0,484
7 πριν	7 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	2,00 <sup>b</sup>	0,773
8 πριν	8 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	3,00 <sup>f</sup>	0,346
9 πριν	9 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	0,00 <sup>e</sup>	0,020
10 πριν	10 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	0,00 <sup>d</sup>	0,003
11 πριν	11 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	6,00 <sup>g</sup>	0,008
12 πριν	12 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	0,00 <sup>e</sup>	0,020
13 πριν	13 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	4,00 <sup>b</sup>	0,773
14 πριν	14 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	3,50 <sup>e</sup>	0,129
15 πριν	15 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	3,00 <sup>h</sup>	0,233
16 πριν	16 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	13,50 <sup>i</sup>	0,530
17 πριν	17 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	9,00 <sup>i</sup>	0,182
Σύνολο πριν	Σύνολο μετά	<u>Wilcoxon W</u>	4,50	<0,001

Note. H<sub>a</sub> μ Measure 1 - Measure 2 ≠ 0

Εικόνα 3.38: Αποτελέσματα τεστ για τη Β' τάξη, ανά ερώτηση



			<b>Statistic</b>	<b>p</b>
1 πριν	1 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	0,00 <sup>a</sup>	0,346
2 πριν	2 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	0,00 <sup>b</sup>	0,149
3 πριν	3 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	9,00 <sup>d</sup>	0,182
4 πριν	4 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	0,00 <sup>b</sup>	0,149
5 πριν	5 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	0,00 <sup>e</sup>	NaN
6 πριν	6 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	0,00 <sup>f</sup>	0,072
7 πριν	7 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	2,00 <sup>b</sup>	0,773
8 πριν	8 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	6,00 <sup>g</sup>	0,766
9 πριν	9 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	3,50 <sup>h</sup>	0,129
10 πριν	10 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	0,00 <sup>g</sup>	0,037
11 πριν	11 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	0,00 <sup>i</sup>	< 0,001
12 πριν	12 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	10,50 <sup>h</sup>	1,000
13 πριν	13 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	16,00 <sup>j</sup>	0,777
14 πριν	14 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	0,00 <sup>a</sup>	0,346
15 πριν	15 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	0,00 <sup>g</sup>	0,037
16 πριν	16 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	0,00 <sup>f</sup>	0,072
17 πριν	17 μετά	<u>Wilcoxon W</u>	0,00 <sup>g</sup>	0,037
Σύνολο πριν	Σύνολο μετά	<u>Wilcoxon W</u>	0,00	< 0,001

Note.  $H_a \mu_{\text{Measure 1}} - \mu_{\text{Measure 2}} \neq 0$

**Εικόνα 3.39:** Αποτελέσματα τεστ για τη Γ' τάξη, ανά ερώτηση

Πάντως και για τις τρεις τάξεις του δημοτικού υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά στις επιδόσεις των μαθητών πριν και μετά την παρέμβαση, όπως φαίνεται και στις Εικόνες 3.40, 3.41 και 3.42 που παρατίθενται παρακάτω. Το p και για τις τρεις τάξεις ήταν μικρότερο του 0,001, σύμφωνα με το τεστ που πραγματοποιήθηκε.

			<b>Statistic</b>	<b>p</b>
Σύνολο πριν	Σύνολο μετά	<u>Wilcoxon W</u>	0,00	< 0,001

Note.  $H_a \mu_{\text{Measure 1}} - \mu_{\text{Measure 2}} \neq 0$

**Εικόνα 3.40:** Αποτελέσματα τεστ για την Α' τάξη στο σύνολο των ερωτήσεων

			<b>Statistic</b>	<b>p</b>
Σύνολο πριν	Σύνολο μετά	<u>Wilcoxon W</u>	4,50	< 0,001

Note.  $H_a \mu_{\text{Measure 1}} - \mu_{\text{Measure 2}} \neq 0$

**Εικόνα 3.41:** Αποτελέσματα τεστ για τη Β' τάξη στο σύνολο των ερωτήσεων

			<b>Statistic</b>	<b>p</b>
Σύνολο πριν	Σύνολο μετά	<u>Wilcoxon W</u>	0,00	< 0,001

Note.  $H_a \mu_{\text{Measure 1}} - \mu_{\text{Measure 2}} \neq 0$

**Εικόνα 3.42:** Αποτελέσματα τεστ για τη Γ' τάξη στο σύνολο των ερωτήσεων

Συνοψίζοντας, αναλύοντας τα δεδομένα της έρευνας που πραγματοποιήθηκε σε μαθητές Α', Β' και Γ' δημοτικού, εμφανίστηκαν αρκετά υψηλότερα ποσοστά επιτυχίας μετά την παρέμβαση. Οι επιδόσεις των μαθητών σχετικά με το φαινόμενο της πλεύσης-βύθισης, είχαν στατιστικά σημαντική βελτίωση στις 13 από τις 17 ερωτήσεις, καθώς και στο σύνολο των ερωτήσεων. Δεν παρουσιάστηκαν μεγάλες διαφορές στις επιδόσεις των μαθητών των τριών τάξεων. Ωστόσο, στην Α' τάξη υπήρξε μεγαλύτερη διαφορά στις επιδόσεις των μαθητών πριν και μετά την παρέμβαση. Ειδικότερα, πριν την παρέμβαση οι μαθητές της Α' δημοτικού είχαν λιγότερες σωστές απαντήσεις σε σχέση με τις άλλες δύο τάξεις, ενώ μετά την παρέμβαση παρουσίασαν παρόμοιο ποσοστό σωστών απαντήσεων. Στο επόμενο κεφάλαιο θα συζητηθούν εκτενώς τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την ανάλυση των δεδομένων της έρευνας και θα παρουσιαστούν τα συμπεράσματα της έρευνας.

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ- ΣΥΖΗΤΗΣΗ- ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΕΡΕΥΝΑΣ

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να διαπιστωθεί αν η αξιοποίηση ενός λογισμικού προσομοίωσης, το οποίο εντάσσεται σε ένα δραματοποιημένο σενάριο, μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές δημοτικού να αντιμετωπίσουν τις εναλλακτικές τους ιδέες σχετικά με το φαινόμενο της πλευσης-βύθισης. Κατά τη διάρκεια της έρευνας για τη συγκεκριμένη εργασία, δόθηκε ένα ερωτηματολόγιο σε μαθητές της Α', Β' και Γ' δημοτικού, το οποίο συμπληρώθηκε πριν και μετά την παρέμβαση. Από την ανάλυση των δεδομένων των ερωτηματολογίων πριν την παρέμβαση, προέκυψαν οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών, ενώ από τη συγκριτική ανάλυση των ερωτηματολογίων, ήταν δυνατό να διαπιστωθεί αν η χρησιμοποίηση του λογισμικού βελτίωσε τις επιδόσεις των μαθητών.

Όσον αφορά τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών, μπορούν να προκύψουν από τις χαμηλές επιδόσεις τους σε συγκεκριμένες ερωτήσεις του pre test. Καταρχάς, μία πολύ συνηθισμένη εναλλακτική ιδέα των παιδιών ήταν ότι το μέγεθος του αντικειμένου επηρεάζει την πλευση ή τη βύθισή του, ανεξάρτητα από το υλικό από το οποίο έχει δημιουργηθεί. Οι περισσότεροι μαθητές θεωρούσαν πως η μικρή σιδερένια μπαλίτσα θα επιπλεύσει, ενώ η μεγάλη θα βυθιστεί. Σε μικρότερο ποσοστό το ίδιο ίσχυε και για την ξύλινη μπαλίτσα. Παράλληλα, υπήρχαν και κάποιοι μαθητές που υποστήριζαν το αντίθετο, δηλαδή ότι η μεγάλη μπαλίτσα θα επιπλεύσει και η μικρή θα βυθιστεί.

Επιπλέον, πολλοί μαθητές υποστήριζαν πως ένας κύβος από ξύλο είναι βαρύτερος από έναν ίδιο κύβο νερού, μολονότι οι περισσότεροι από αυτούς είχαν απαντήσει σωστά πως μια ξύλινη μπαλίτσα θα επέπλεε στο νερό. Επομένως, υπάρχει μια λανθασμένη αντίληψη στους μαθητές πως το νερό είναι πιο ελαφρύ από το ξύλο, η οποία προέρχεται ίσως από την καθημερινή τους εμπειρία από τα ξύλινα αντικείμενα. Την αντίληψή τους αυτή ενισχύει το γεγονός ότι το ξύλο είναι πιο σκληρό, αλλά και το διαφανές χρώμα του νερού, το οποίο τους κάνει να θεωρούν πως δεν έχει βάρος.

Παράλληλα, οι περισσότεροι μαθητές είχαν την εναλλακτική ιδέα πως το βάρος ενός αντικειμένου είναι υπεύθυνο για την πλευση ή τη βύθισή του. Πρόκειται για την πιο διαδεδομένη εναλλακτική ιδέα που παρουσιάστηκε στο δείγμα της παρούσας έρευνας, καθώς μόλις 7 παιδιά είχαν απαντήσει σωστά στη σχετική ερώτηση του pre test.

Μία ακόμη πολύ συχνή εναλλακτική ιδέα των μαθητών ήταν ότι η πλαστελίνη δεν μπορεί να επιπλεύσει στο νερό, ακόμη και όταν έχει σχήμα βάρκας. Αυτή η εναλλακτική ιδέα ίσως προέρχεται από την ενασχόληση των μαθητών με το συγκεκριμένο υλικό στην καθημερινότητά τους. Ωστόσο, κάποιοι μαθητές υποστήριξαν λανθασμένα πως μία μπαλίτσα από πλαστελίνη θα μπορούσε να επιπλεύσει, καθώς έχουν την αντίληψη πως τα αντικείμενα που έχουν το σχήμα της μπάλας μπορούν να επιπλέουν.

Τέλος, πολλοί μαθητές θεωρούσαν πως τα αντικείμενα επιπλέουν πιο εύκολα σε μεγαλύτερο δοχείο με νερό, σε σχέση με ένα μικρότερο δοχείο. Ειδικότερα, υποστήριξαν ότι μία μπαλίτσα μπορεί να επιπλεύσει σε ένα μεγάλο δοχείο, είτε είναι ξύλινη, είτε είναι σιδερένια, ενώ η ίδια μπαλίτσα δεν μπορεί να επιπλεύσει σε ένα μικρό δοχείο. Επομένως, πίστευαν πως η ποσότητα ενός υγρού μπορεί να επηρεάσει την πλεύση ή βύθιση ενός αντικειμένου.

Όσον αφορά τη βελτίωση της επίδοσης των μαθητών μετά την παρέμβαση και την αντιμετώπιση των εναλλακτικών τους ιδεών, αξιοποιήθηκε το λογισμικό Jamoní, για την πραγματοποίηση μη παραμετρικών τεστ. Από τα αποτελέσματα των τεστ, προέκυψε πως η γενική επίδοση των μαθητών βελτιώθηκε πολύ, καθώς βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μετά την παρέμβαση.

Ειδικότερα, όσον αφορά τις ερωτήσεις που σχετίζονταν με το υλικό, υπήρξε στατιστικά σημαντική βελτίωση της επίδοσης των μαθητών. Αρκετά περισσότερα παιδιά απάντησαν σωστά στο post test πως το σίδηρο βυθίζεται, ενώ το ξύλο επιπλέει, αποδεικνύοντας πως η παρέμβαση είχε θετική επίδραση στην αντιμετώπιση της συγκεκριμένης εναλλακτικής ιδέας. Ωστόσο, σε ερωτήσεις που υπήρχαν και άλλες μεταβλητές, όπως το μέγεθος του αντικειμένου, το σχήμα του αντικειμένου και η ποσότητα του υγρού, διαπιστώθηκε πως οι μαθητές δεν είχαν αντιμετωπίσει εντελώς τις εναλλακτικές τους ιδέες. Υπήρξε βελτίωση στις επιδόσεις των μαθητών, όμως αρκετοί μαθητές επέμειναν στην αρχική τους αντίληψη, χωρίς να επηρεαστούν από την παρέμβαση.

Όσον αφορά τις ερωτήσεις που σχετίζονταν με το μέγεθος του αντικειμένου, παρουσιάστηκε μεγάλη βελτίωση στην επίδοση των μαθητών. Τα περισσότερα παιδιά κατανόησαν πως το μέγεθος του αντικειμένου δεν επηρεάζει την πλεύση ή τη βύθισή

του, αλλά το υλικό από το οποίο έχει κατασκευαστεί. Επομένως, τα περισσότερα παιδιά αντιμετώπισαν τη συγκεκριμένη εναλλακτική τους ιδέα.

Μία μεταβλητή που δυσκόλεψε ιδιαίτερα τους μαθητές, ήταν το βάρος. Οι περισσότεροι μαθητές κατανοούσαν ότι το σίδηρο ζυγίζει περισσότερο από το νερό και ότι αυτό επηρεάζει τη βύθισή του. Ωστόσο, ιδιαίτερα προβλήματα παρουσιάστηκαν με το ξύλο. Οι περισσότεροι μαθητές πίστευαν πως το ξύλο ζυγίζει περισσότερο από τον ίδιο όγκο νερού, αν και μπορεί να επιπλεύσει σε αυτό. Αν και υπήρξε σημαντική βελτίωση στις απαντήσεις τους, πολλοί από τους μαθητές απάντησαν λανθασμένα και στα ερωτηματολόγια μετά την παρέμβαση. Παράλληλα, οι περισσότεροι μαθητές επέμειναν στην αρχική τους ιδέα πως το βάρος είναι υπεύθυνο για την πλεύση ή τη βύθιση των σωμάτων, καθώς μόλις 9 μαθητές απάντησαν σωστά στη συγκεκριμένη ερώτηση του post test. Επομένως, πρόκειται για μια εναλλακτική ιδέα που δεν μπόρεσε να αντιμετωπιστεί αποτελεσματικά.

Παρόμοια αποτελέσματα βρέθηκαν και όσον αφορά το σχήμα των αντικειμένων. Οι περισσότεροι μαθητές ακόμη και μετά την παρέμβαση δεν μπόρεσαν να κατανοήσουν πως το μόνο σχήμα που μπορεί να επηρεάσει την πλεύση των αντικειμένων είναι εκείνο της βάρκας. Πολλοί μαθητές επέμειναν στην αρχική τους αντίληψη ότι είναι πιο πιθανό να επιπλεύσει μία μπάλα από πλαστελίνη ή να επιπλεύσουν τόσο η μπάλα όσο και η βάρκα. Κάποιοι μαθητές υποστήριζαν τόσο πριν όσο και μετά την παρέμβαση πως θα βυθιστεί τόσο η μπάλα όσο και η βάρκα από πλαστελίνη. Λιγότεροι ήταν εκείνοι που υποστήριζαν πως θα επέπλεε η ράβδος από πλαστελίνη. Συνοψίζοντας, όσον αφορά την εναλλακτική ιδέα για το σχήμα, πολλοί μαθητές κατανόησαν πως ένα αντικείμενο σε σχήμα βάρκας μπορεί να επιπλεύσει, όμως συνέχισαν να παρουσιάζουν λανθασμένες αντιλήψεις σχετικά με τα υπόλοιπα σχήματα.

Αντιθέτως, σχετικά με την εναλλακτική ιδέα των μαθητών για την πλεύση και τη βύθιση ανάλογα με την ποσότητα του υγρού, υπήρξε σημαντική βελτίωση των επιδόσεων των μαθητών. Πολλοί μαθητές υποστήριζαν πριν την παρέμβαση πως η ποσότητα του υγρού επηρεάζει την πλεύση ή τη βύθιση των αντικειμένων, όμως βελτίωσαν σημαντικά τις απαντήσεις τους μετά την παρέμβαση. Επομένως, η συγκεκριμένη εναλλακτική ιδέα αντιμετωπίστηκε στους περισσότερους μαθητές μετά την παρέμβαση.

Η τελευταία κατηγορία ερωτήσεων αφορούσε στο είδος του υγρού στο οποίο τοποθετούμε το αντικείμενο. Οι περισσότεροι μαθητές υποστήριξαν πριν την παρέμβαση πως το αυγό θα βυθιζόταν τόσο στο νερό όσο και στο αλατόνερο. Παράλληλα, πολλοί μαθητές υποστήριξαν πως το αυγό θα στεκόταν στη μέση του ποτηριού που περιείχε νερό. Γενικά, παρατηρήθηκε παρανόηση των παιδιών στη συγκεκριμένη ερώτηση, η οποία αντιμετωπίστηκε αρκετά ικανοποιητικά μετά την παρέμβαση. Τα περισσότερα παιδιά κατανόησαν πως το είδος του υγρού επηρεάζει την πλεύση ή τη βύθιση ενός αντικειμένου.

Όσον αφορά τις διαφορές που παρουσιάστηκαν ανάλογα με την τάξη στην οποία φοιτούσαν τα παιδιά, δηλαδή σχετικά με την ηλικία τους, δεν ήταν ιδιαίτερες σημαντικές. Οι μαθητές της Α' τάξης παρουσίασαν μεγαλύτερη βελτίωση μετά την παρέμβαση, καθώς είχαν περισσότερες δυσκολίες πριν από αυτή. Παρουσίασαν περισσότερες εναλλακτικές ιδέες στο pre test, τις οποίες αντιμετώπισαν αρκετά αποτελεσματικά. Στα αποτελέσματα μετά την παρέμβαση και οι τρεις τάξεις είχαν παρόμοια ποσοστά επιτυχίας. Επίσης, και στις τρεις τάξεις παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές πριν και μετά την παρέμβαση.

Συνολικά, η αξιοποίηση του λογισμικού είχε πολύ θετικά και ενθαρρυντικά αποτελέσματα στην αντιμετώπιση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών. Οι περισσότερες εναλλακτικές ιδέες των μαθητών αντιμετωπίστηκαν σε μεγάλο βαθμό. Τα περισσότερα παιδιά έδειξαν ενδιαφέρον για το μάθημα και συμμετείχαν ενεργά σε αυτό. Επιπλέον, τα παιδιά μπορούσαν να χειριστούν με άνεση το λογισμικό και παρατήρησαν προσεκτικά τα εικονικά πειράματα και τα αποτελέσματά τους. Γι' αυτό τον λόγο, οι περισσότεροι μαθητές μπόρεσαν να αντιμετωπίσουν κάποιες από τις εναλλακτικές τους ιδέες και να οδηγηθούν πιο κοντά στην επιστημονική γνώση. Δεν αντιμετωπίστηκαν για όλα τα παιδιά το ίδιο αποτελεσματικά οι εναλλακτικές τους ιδέες, όμως σε όλα τα παιδιά παρατηρήθηκε βελτίωση της επίδοσής τους.

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας συμφωνούν με τα αποτελέσματα προγενέστερων ερευνών τόσο της ελληνικής όσο και της ξένης βιβλιογραφίας σχετικά με το θέμα της πλεύσης-βύθισης. Οι περισσότερες έρευνες που αναφέρονται αναλυτικά στη βιβλιογραφική επισκόπηση της συγκεκριμένης εργασίας, παρουσίασαν θετικά αποτελέσματα από την αξιοποίηση διαφόρων λογισμικών για τη διδασκαλία του φαινομένου της πλεύσης-βύθισης (Πλιάσα κ.α., 2009. Çepni et al.,

2010. Howe, 2013. Μαργαρίτη & Μπράτιτσης, 2015. Ozkan & Selcuk, 2015. Vysotskaya et al., 2016. Surtiana et al., 2020. Pavlou et al., 2021). Ωστόσο, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας του Ζουπίδη και των συνεργατών του (Zoupidis et al., 2018), είναι καλύτερο να συνδυάζονται τα εικονικά πειράματα με πραγματικά, καθώς με αυτόν τον τρόπο παρατηρείται καλύτερη επίδραση στην εννοιολογική αλλαγή των μαθητών. Αξίζει να σημειωθεί πως σε όλες τις έρευνες οι μαθητές παρουσίασαν ενδιαφέρον για το μάθημα και για το φυσικό φαινόμενο και βελτίωσαν σημαντικά τις επιδόσεις τους μετά την ενασχόλησή τους με τα λογισμικά.

Η παρούσα έρευνα έχει κάποιους περιορισμούς, όπως: α) το σχετικά μικρό δείγμα, β) η απουσία συνεντεύξεων με τις οποίες θα αναδεικνύονταν καλύτερα οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών και θα γινόταν αιτιολόγηση των απαντήσεών τους, δ) η απουσία πολλαπλών αλληλεπιδράσεων με το λογισμικό, οι οποίες θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε καλύτερη κατανόηση κάποιων εννοιών και στην αναδόμηση περισσότερων εναλλακτικών ιδεών και γ) η απουσία ομάδας ελέγχου.

Οι παραπάνω περιορισμοί θα μπορούσαν να εξαλειφθούν σε μεταγενέστερες έρευνες σχετικά με το φαινόμενο της πλεύσης-βύθισης. Σε παρόμοια έρευνα με την παρούσα θα μπορούσε η συλλογή των δεδομένων να πραγματοποιηθεί σε μεγαλύτερο δείγμα μαθητών, ώστε να συλλεχθούν ακόμη περισσότερα δεδομένα και να μπορέσει να γίνει μεγαλύτερη γενίκευση των αποτελεσμάτων. Ακόμη, θα μπορούσε να υλοποιηθεί ατομική συνέντευξη με τους μαθητές και να τους ζητηθεί να αιτιολογήσουν τις απαντήσεις τους, ώστε να αναδειχθούν πιο αποτελεσματικά οι εναλλακτικές τους ιδέες. Παράλληλα, με αυτό τον τρόπο θα μπορούσε να φανεί αν οι μαθητές κατανόησαν όντως τις έννοιες και αντιμετώπισαν τις εναλλακτικές τους ιδέες. Επιπλέον, αν υπήρχε η δυνατότητα να αλληλεπιδράσουν τα παιδιά παραπάνω από μία φορές με το λογισμικό, θα οδηγούσε σε βαθύτερη κατανόηση του φαινομένου. Ίσως με αυτόν τον τρόπο να αντιμετωπίζονταν και οι εναλλακτικές τους ιδέες σχετικά με το βάρος των αντικειμένων. Τέλος, θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί παρόμοια έρευνα στην οποία εκτός από την πειραματική ομάδα, η οποία θα διδασκόταν το μάθημα με τη βοήθεια του λογισμικού, θα υπήρχε και ομάδα ελέγχου στην οποία τα παιδιά θα διδάσκονταν με παραδοσιακή διδασκαλία ή με πειράματα με πραγματικά αντικείμενα, ώστε να μελετηθεί αν όντως η αξιοποίηση του λογισμικού μπορεί να επηρεάσει πιο αποτελεσματικά την αντιμετώπιση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών και να οδηγήσει στην κατανόηση του φαινομένου.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Allen M. (2019). Παρανοήσεις στις Φυσικές Επιστήμες στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Θεσσαλονίκη: Gutenberg.
- Αναστασιάδου, Ε. (2019). Εννοιολογική αλλαγή στο φαινόμενο των 4 εποχών μέσω ενσώματης αλληλεπίδρασης σε ένα περιβάλλον μεικτής πραγματικότητας.
- Βοσνιάδου Σ. (2006). Σχεδιάζοντας περιβάλλοντα μάθησης υποστηριζόμενα από τις σύγχρονες τεχνολογίες. Θεσσαλονίκη: Gutenberg.
- Campbell-Kelly, M., Aspray, W. F., Yost, J. R., Tinn, H., & Díaz, G. C. (2023). Computer: A history of the information machine. Taylor & Francis.
- Çepni, S., Şahin, Ç., & Ipek, H. (2010). Teaching floating and sinking concepts with different methods and techniques based on the 5E instructional model. In Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching (Vol. 11, No. 2, pp. 1-39). The Education University of Hong Kong, Department of Science and Environmental Studies.
- Chang, K. E., Chen, Y. L., Lin, H. Y., & Sung, Y. T. (2008). Effects of learning support in simulation-based physics learning. *Computers & Education*, 51(4), 1486-1498.
- Dikke, D., Tsourlidaki, E., Zervas, P., Cao, Y., Faltin, N., Sotiriou, S., & Sampson, D. (2014). Golabz: Towards a federation of online labs for inquiry-based science education at School.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (1998). ΟΙΚΟΔΟΜΩΝΤΑΣ ΤΙΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ. Μια Παγκόσμια Σύνοψη των Ιδεών των Μαθητών. Αθήνα: Τυπωθήτω.
- Duit, R., & Treagust, D. F. (2003). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International journal of science education*, 25(6), 671-688.
- Zoupidis, A., Spyrtou, A., Pnevmatikos, D., & Kariotoglou, P. (2018). Explicitly Linking Simulated with Real Experiments for Conceptual Understanding of Floating/Sinking Phenomena. *Themes in eLearning*, 11(1), 35-52.



- Ζουπίδης, Α. (2012). Διδασκαλία και μάθηση με τη χρήση μοντέλων φυσικών επιστημών και τεχνολογίας: εφαρμογή στα φαινόμενα της πλεύσης και της βύθισης (Doctoral dissertation, Ζουπίδης, Αναστάσιος).
- Haleem, A., Javaid, M., Qadri, M. A., & Suman, R. (2022). Understanding the role of digital technologies in education: A review. *Sustainable Operations and Computers*, 3, 275-285.
- Harlen, W., & Elstgeest, J. (2005). Unesco. Διδασκαλία και Μάθηση των Φυσικών Επιστημών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Μια συνεργατική - βιωματική προσέγγιση στην εκπαίδευση των δασκάλων. Αθήνα: Τυπωθήτω.
- Howe, C., Devine, A., & Taylor Tavares, J. (2013). Supporting conceptual change in school science: A possible role for tacit understanding. *International Journal of Science Education*, 35(5), 864-883.
- Καλοβρέχτης Κ., Ψυχάρης Σ., Κοντού Π., & Παρασκευοπούλου-Κόλλια Ε.-Α. (2020). Οι ΤΠΕ στις επιστήμες της αγωγής. Σχεδιασμός διδακτικών σεναρίων: θεωρίες μάθησης, σύγχρονες διδακτικές προσεγγίσεις, λογισμικό υλικό για ΤΠΕ. Θεσσαλονίκη: Τζιόλα.
- Καλογιαννάκης Μ. (2018). Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες στην Προσχολική Εκπαίδευση. Προκλήσεις και προοπτικές. Θεσσαλονίκη: Gutenberg.
- Καλογιαννάκης, Μ., Χαβαλέ, Μ., & Παπαδάκης, Σ. (2018). Παιδαγωγικός Ανασχεδιασμός Σχολικού χώρου. Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στην Προσχολική Εκπαίδευση στο «Εργαστήριο» των Φυσικών Επιστημών. Χώροι για το Παιδί ή Χώροι του Παιδιού;, 1, 449-464.
- Κώτσης, Κ. Θ. (2006). Η διαχρονική αναγκαιότητα επιστημονικής έρευνας των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών σε έννοιες των φυσικών επιστημών.
- Κώτσης, Κ. Θ., & Ευαγγέλου, Φ. Β. (2012). Μαθησιακά αποτελέσματα μετά από την εκτέλεση πραγματικών και εικονικών πειραμάτων Φυσικής σε μαθητές Πέμπτης και Έκτης Δημοτικού σχετικά με την έννοια του απλού ηλεκτρικού κυκλώματος. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 3(3), 141-158.



- Laurillard, D. (2008). Digital technologies and their role in achieving our ambitions for education. Institute of Education, University of London.
- Μανώλη, Β. (2011). A case study for teaching Geography at the Primary school using ICT. Διεθνές Συνέδριο για την Ανοικτή & εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση, 6 (2B).
- Μαργαρίτη, Α., & Μπράτιτσης, Θ. (2015). Ψηφιακή Αφήγηση ως μέσο διδασκαλίας Φυσικών Επιστημών στο Νηπιαγωγείο: ένα διαδραστικό παραμύθι στο Scratch. Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση, 7(3), 163-179.
- Μεμένιου, Α. Γ. (2017). Το ψηφιακό παραμύθι ως μέσο για τη διδασκαλία της θερμότητας στην Α' δημοτικού.
- Μικρόπουλος Τ., & Μπέλλου Ι. (2010). Σενάρια διδασκαλίας με υπολογιστή. Θεσσαλονίκη: Κλειδάριθμος.
- Newby, J. T., Stepich, A. D., Lehman, D. J., & Russell, D. J. (2009). Εκπαιδευτική Τεχνολογία για Διδασκαλία και Μάθηση. Θεσσαλονίκη: Επίκεντρο.
- Novak, J. D. (2002). Meaningful learning: The essential factor for conceptual change in limited or inappropriate propositional hierarchies leading to empowerment of learners. Science education, 86(4), 548-571.
- Νικολοπούλου Κ. (2018). Οι τεχνολογίες της πληροφορίας και των επικοινωνιών στην προσχολική εκπαίδευση. Ένταξη, χρήση και αξιοποίηση. Αθήνα: Πατάκης.
- Ozkan, G., & Selcuk, G. S. (2015). Effect of Technology Enhanced Conceptual Change Texts on Students' Understanding of Buoyant Force. Universal Journal of Educational Research, 3(12), 981-988.
- Özmen, H., Demircioğlu, H., & Demircioğlu, G. (2009). The effects of conceptual change texts accompanied with animations on overcoming 11th grade students' alternative conceptions of chemical bonding. Computers & Education, 52(3), 681-695.
- Pavlou, Y., Papaevripidou, M., & Zacharia, Z. (2021). How physical and virtual manipulatives affect preschoolers' conceptual understanding regarding the sinking and floating of objects?. In ICERI2021 Proceedings (pp. 9047-9051). IATED.

- Πανούτσου, Ι., & Τσαλίκη, Σ. (2014). Η Γη στο διάστημα: Ένα εκπαιδευτικό σενάριο με τη χρήση ελεύθερου και ανοιχτού κώδικα λογισμικού. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, 397-403.
- Παρασκευοπούλου, Μ. Δ. (2019). Η πυκνότητα των υλικών σε φαινόμενα Πλεύσης-Βύθισης: Καταγραφή των ιδεών μαθητών ΣΤ΄ Δημοτικού μέσω Τεχνολογιών Μάθησης (Doctoral dissertation, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης).
- Πετροπούλου, Ζ. Σ. Ε. (2015). Πρόκληση γνωστικών συγκρούσεων και δημιουργία επιστημονικών νοημάτων με την αξιοποίηση του προσομοιωτικού περιβάλλοντος του '3D Shooter'.
- Πλακίτση Κ., (2008). Διδακτική των Φυσικών Επιστημών στην προσχολική και στην πρώτη σχολική ηλικία. Σύγχρονες τάσεις και προοπτικές. Αθήνα: Πατάκης.
- Πλιάσα, Σ., Φαχαντίδης, Ν., Καριώτογλου, Π. (2007). Σχεδιασμός και χαρακτηριστικά ενός διαδραστικού πολυμεσικού λογισμικού για την προσχολική και πρωτοσχολική ηλικία: Ποια σώματα πλέουν και ποια βυθίζονται;.
- Πλιάσα, Σ., Φαχαντίδης, Ν., Καριώτογλου, Π. (2009). «Ο Φελούλης και ο Σιδερούλης στην πισίνα»: εκπαιδευτικό λογισμικό με δραματοποιημένο σενάριο, για το φαινόμενο της πλεύσης-βύθισης, κατάλληλο για την προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία.
- Reid-Martinez, K., & Grooms, L. D. (2021). Constructivism in 21st century online learning. In *Handbook of research on modern educational technologies, applications, and management* (pp. 730-743). IGI Global.
- Roblyer M.D., & Doering A. (2014). Εκπαιδευτική Τεχνολογία και διδασκαλία (Επιμ. Μαρία Μουντρίδου). Αθήνα: Ίων.
- Rodríguez Moreno, J., Agreda Montoro, M., & Ortiz Colon, A. M. (2019). Changes in teacher training within the TPACK model framework: A systematic review. *Sustainability*, 11(7), 1870.
- Ράπτης Α., & Ράπτη Α., (2006). Μάθηση και Διδασκαλία στην Εποχή της Πληροφορίας: Ολική προσέγγιση. Α' Τόμος. Αθήνα: Έκδοση Συγγραφέων.

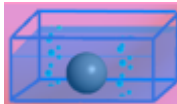
- Salavati, S. (2016). Use of digital technologies in education: The complexity of teachers' everyday practice (Doctoral dissertation, Linnaeus University Press).
- Schwichow, M., & Zoupidis, A. (2023). Teaching and learning floating and sinking: A meta-analysis. *Journal of Research in Science Teaching*.
- Snir, J., Smith, C., & Grosslight, L. (1993). Conceptually enhanced simulations: A computer tool for science teaching. *Journal of Science Education and Technology*, 2, 373-388.
- Spyrtou, A., Zoupidis, A., & Kariotoglou, P. (2008). The design and development of an ICT-enhanced Module concerning density as a property of Materials applied in floating/sinking Phenomena. *Curriculum design*.
- Stanisavljević-Petrović, Z., Stanković, Z., & Jevtić, B. (2015). Implementation of Educational Software in Classrooms—Pupils' Perspective. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 186, 549-559.
- Surtiana, Y., Suhandi, A., Samsudin, A., Siahaan, P., & Setiawan, W. (2020). The preliminary study of the application of the conceptual change laboratory (CC-Lab) for overcoming high school students misconception related to the concept of floating, drifting and sinking. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1521, No. 2, p. 022018). IOP Publishing.
- Σέρογλου Φ., (2006). Φυσικές επιστήμες για την εκπαίδευση του πολίτη. Θεσσαλονίκη: Επίκεντρο.
- Σολομωνίδου Χ. (2006). Νέες τάσεις στην εκπαιδευτική τεχνολογία. Επικοινωνιαλισμός και σύγχρονα περιβάλλοντα μάθησης. Αθήνα: Μεταίχμιο.
- Treagust, D. F., & Duit, R. (2008). Conceptual change: A discussion of theoretical, methodological and practical challenges for science education. *Cultural Studies of Science Education*, 3, 297-328.
- Trey, L., & Khan, S. (2008). How science students can learn about unobservable phenomena using computer-based analogies. *Computers & Education*, 51(2), 519-529.

- Trundle, K. C., & Bell, R. L. (2010). The use of a computer simulation to promote conceptual change: A quasi-experimental study. *Computers & Education*, 54(4), 1078-1088.
- Τέκος, Γ., & Σολομωνίδου, Χ. (2010). Ανάπτυξη Ψηφιακού και Έντυπου Εκπαιδευτικού Υλικού για την Εποικοδομητική Διδασκαλία των Έννοιών Ανάκλαση Φωτός και Όραση με Βάση τις Ιδέες των Παιδιών.
- Τσιούκας, Κ. (2018). Η συμβολή μίας διδακτικής παρέμβασης που υποστηρίζεται από εκπαιδευτικό λογισμικό για έννοιες των φυσικών επιστημών που υπεισέρχονται στη μαγειρική, στα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών.
- Φεσάκης Γ. (2018). Εισαγωγή στις εφαρμογές των ψηφιακών τεχνολογιών στην εκπαίδευση. Από τις Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) στην Ψηφιακή Ικανότητα και την Υπολογιστική Σκέψη. Θεσσαλονίκη: Gutenberg.
- Vysotskaya, E., Lobanova, A., Rekhman, I., & Yanishevskaya, M. (2016). Make it float! Teaching the concept of ratio through computer simulation. *EAPRIL* 2016, 297.
- Wongsuwan, W., Huntula, J., & Liu, C. C. (2021). The interactive computer simulation and learning activity for facilitating students' conceptual understanding on the buoyant force through the CoSci learning platform. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 2145, No. 1, p. 012075). IOP Publishing.
- Χαλκιά, Κ. (2012). Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες. Θεωρητικά ζητήματα, προβληματισμοί, προτάσεις. Αθήνα: Πατάκης.
- Χριστοδούλου, Π., & Πνευματικός, Δ. (2023). Μια διδακτική μαθησιακή ακολουθία για την προώθηση διαδικαστικής και δηλωτικής γνώσης με τη χρήση ρομπότ κοινωνικής αρωγής: Βασικές αρχές διδακτικού σχεδιασμού και η αποτελεσματικότητά τους. 13ο Πανελλήνιο Συνέδριο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση.

# Παράρτημα

1. Αν αφήσουμε μία σιδερένια μπαλίτσα  μέσα σε μια γυάλα με νερό , τότε η μπαλίτσα:

α) Θα βυθιστεί





β) Θα επιπλεύσει

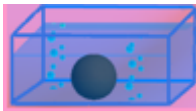


γ) Θα σταθεί στη μέση της γυάλας



2. Αν αφήσουμε μία ξύλινη μπαλίτσα  μέσα σε μια γυάλα με νερό , τότε η μπαλίτσα:

α) Θα βυθιστεί



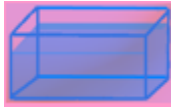


β) Θα επιπλεύσει

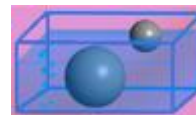


γ) Θα σταθεί στη μέση της γυάλας



3. Αν αφήσουμε μία μικρή σιδερένια μπαλίτσα  και μια μεγάλη σιδερένια μπαλίτσα  μέσα σε μια γυάλα με νερό , τι νομίζεις πως θα συμβεί;

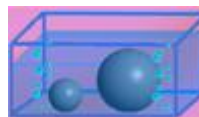
α) η μικρή θα επιπλεύσει και η μεγάλη θα βουλιάξει



β) η μεγάλη θα επιπλεύσει και η μικρή θα βουλιάξει






γ) Θα βουλιάξουν και οι δύο



δ) Θα επιπλεύσουν και οι δύο



4. Αν αφήσουμε μία μικρή ξύλινη μπαλίτσα  και μια μεγάλη ξύλινη μπαλίτσα  μέσα σε μια γυάλα με νερό  , τι νομίζεις πως θα συμβεί;

α) η μικρή θα επιπλεύσει και η μεγάλη θα βουλιάξει



β) η μεγάλη θα επιπλεύσει και η μικρή θα βουλιάξει



γ) θα βουλιάξουν και οι δύο



δ) θα επιπλεύσουν και οι δύο



5. Τι νομίζεις ότι είναι πιο βαρύ  ; Ένας κύβος νερού  ή ένας ίδιος κύβος σιδερου  ;

α) έχουν το ίδιο βάρος






β) ο κύβος του σιδερου



γ) ο κύβος του νερού



6. Τι νομίζεις ότι είναι πιο βαρύ  ; Ένας κύβος νερού  ή ένας ίδιος κύβος ξύλου  ;

α) έχουν το ίδιο βάρος




β) ο κύβος του ξύλου



γ) ο κύβος του νερού





7. Νομίζεις ότι το βάρος ενός αντικειμένου  , μπορεί να το κάνει να επιπλεύσει ή να βουλιάξει;

α) ΝΑΙ

β) ΟΧΙ



---

8. Νομίζεις ότι το υλικό από το οποίο είναι φτιαγμένο ένα αντικείμενο, μπορεί να το κάνει να επιπλεύσει ή να βουλιάξει;

α) ΝΑΙ

β) ΟΧΙ

---

9. Αν αφήσουμε ένα αυγό  σε ένα ποτήρι με νερό  , τι νομίζεις πως θα γίνει;

α) το αυγό θα πάει στον πάτο του ποτηριού




β) το αυγό θα επιπλεύσει



γ) το αυγό θα σταθεί στη μέση του ποτηριού



10. Αν αφήσουμε ένα αυγό  σε ένα ποτήρι με αλατόνερο  ,

δηλαδή νερό  με αλάτι  τι νομίζεις πως θα γίνει;

α) το αυγό θα πάει στον πάτο του ποτηριού






β) το αυγό θα επιπλεύσει



γ) το αυγό θα σταθεί στη μέση του ποτηριού

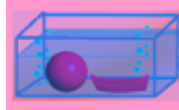


11. Αν αφήσουμε σε μία γυάλα με νερό  , μία μπαλίτσα από πλαστελίνη  και μία βαρκούλα από πλαστελίνη  , τότε τι θα συμβεί;

α) Θα επιπλεύσουν και οι δύο



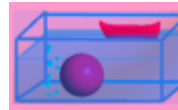
β) Θα βουλιάξουν και οι δύο






γ) Θα βουλιάξει η βάρκα και θα επιπλεύσει η μπάλα



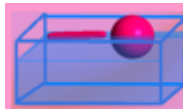
δ) Θα επιπλεύσει η βάρκα και θα βουλιάξει η μπάλα



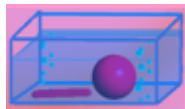
---

12. Αν αφήσουμε σε μία γυάλα με νερό  , μία μπαλίτσα από πλαστελίνη  και μία ράβδο από πλαστελίνη  , τότε τι θα συμβεί;

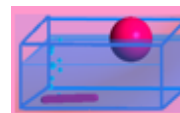
α) Θα επιπλεύσουν και οι δύο



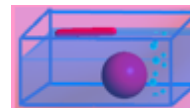
β) Θα βουλιάξουν και οι δύο



γ) Θα βουλιάξει η ράβδος και θα επιπλεύσει η μπάλα



δ) Θα επιπλεύσει η ράβδος και θα βουλιάξει η μπάλα







---

13. Νομίζεις ότι το σχήμα ενός αντικειμένου, μπορεί να το κάνει να επιπλεύσει ή να βουλιάξει;

α) ΝΑΙ

β) ΟΧΙ

14. Αν αφήσουμε μια σιδερένια μπαλίτσα  σε μία μικρή γυάλα με νερό  και την ίδια σιδερένια μπαλίτσα  σε μια μεγάλη γυάλα με νερό , τότε;

α) Η μπαλίτσα θα επιπλεύσει και στις δύο γυάλες



β) Η μπαλίτσα θα βυθιστεί και στις δύο γυάλες







γ) Η μπαλίτσα θα βυθιστεί στη μεγάλη γυάλα και θα επιπλεύσει στη μικρή γυάλα



δ) Η μπαλίτσα θα βυθιστεί στη μικρή γυάλα και θα επιπλεύσει στη μεγάλη γυάλα



---

15. Αν αφήσουμε μια ξύλινη μπαλίτσα  σε μία μικρή γυάλα με νερό  και την ίδια ξύλινη μπαλίτσα  σε μια μεγάλη γυάλα με νερό , τότε;

α) Η μπαλίτσα θα επιπλεύσει και στις δύο γυάλες



β) Η μπαλίτσα θα βυθιστεί και στις δύο γυάλες





γ) Η μπαλίτσα θα βυθιστεί στη μεγάλη γυάλα και θα επιπλεύσει στη μικρή γυάλα



δ) Η μπαλίτσα θα βυθιστεί στη μικρή γυάλα και θα επιπλεύσει στη μεγάλη γυάλα



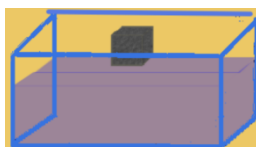
16. Ο κύβος από σίδηρο ζυγίζει περισσότερο από έναν ίδιο κύβο νερού.  Τι θα κάνει ο κύβος από σίδηρο  αν τον



τοποθετήσουμε σε μια γυάλα με νερό  ;

α) Θα βυθιστεί

β) Θα επιπλεύσει

γ) Θα σταθεί στη μέση της γυάλας



17. Ο κύβος από ξύλο ζυγίζει λιγότερο από έναν ίδιο κύβο νερού.  Τι θα κάνει ο κύβος από ξύλο  αν τον

τοποθετήσουμε σε μια γυάλα με νερό  ;

α) Θα βυθιστεί

β) Θα επιπλεύσει

γ) Θα σταθεί στη μέση της γυάλας

