



## Ένα πλήρες Διαδραστικό Περιβάλλον με Δυναμικές Προσομοιώσεις του μικροΚόσμου για την Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες

**Κωνσταντίνος Ανδρ. Μιτζήθρας, Γεωργ. Θεοφ. Καλκάνης**  
Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών Τεχνολογίας και Περιβάλλοντος,  
Παιδαγωγικό Τμήμα Δ. Ε., Πανεπιστήμιο Αθηνών, <http://micro-kosmos.uoa.gr>  
[kostasam3@hotmail.com](mailto:kostasam3@hotmail.com), [kalkanis@primedu.uoa.gr](mailto:kalkanis@primedu.uoa.gr)

### Περίληψη

Η εισαγωγή των διαδραστικών πινάκων στην εκπαίδευση γίνεται με ταχείς ρυθμούς τα τελευταία χρόνια, ακόμη και στα σχολεία της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης. Οι εκπαιδευτικοί έχοντας στα χέρια τους ένα νέο εκπαιδευτικό «εργαλείο», καλούνται να το αξιοποιήσουν με τον καλύτερο δυνατό τρόπο, ώστε αφενός να μεγιστοποιήσουν τα εκπαιδευτικά οφέλη και αφετέρου να προωθήσουν τον τεχνολογικό εγγραμματισμό στους μαθητές του Δημοτικού. Ένα πεδίο στο οποίο η χρήση του διαδραστικού πίνακα παρουσιάζει μεγάλα πλεονεκτήματα σε σχέση με άλλα εποπτικά/τεχνολογικά μέσα, είναι η διδασκαλία μέσα σε ένα διαδραστικό περιβάλλον που εμπλέκει ενεργά τους μαθητές στην εκπαιδευτική διαδικασία και προσφέρει πολλές περισσότερες ευκαιρίες προσέγγισης/εμπέδωσης/εφαρμογής/γενίκευσης της γνώσης. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζουμε μια πρόταση χρήσης του διαδραστικού πίνακα για το Δημοτικό Σχολείο, προκειμένου να διδάξουμε κεφάλαια των Φυσικών Επιστημών. Η πρόταση περιλαμβάνει ένα πλήρες δυναμικό, διαδραστικό περιβάλλον με αναφορά στις δυναμικές προσομοιώσεις του μικρόκοσμου. Παράλληλα μέσα από την πρόταση μας εξετάζουμε μια σειρά δεικτών για το αν και κατά πόσο η διδασκαλία μέσα σε ένα διαδραστικό περιβάλλον βοηθά -και κατά πόσο- στην εμπέδωση των νέων γνώσεων από τους μαθητές.

### Abstract

The introduction of interactive whiteboards in the education becomes rapidly in recent years, even to primary education. Teachers having in their hands a new educational "tool", are invited to use it with the best possible way, in order to maximize the educational benefits and promote the effective use of technology to primary school pupils. A field in which the use of interactive whiteboard presents great advantages compared with other supervisory/technological tools, is the one to teach in an interactive environment that actively involve students and also offers many more opportunities to approach /to consolidate /to implement and to extend the knowledge. In this work we present a proposal for use of the interactive whiteboard in order to teach Physics. The proposal includes a full dynamic, interactive environment with reference to dynamic simulations of the microcosmos. In parallel through the proposal we are looking at a series of indicators to whether the teaching within an interactive environment helps to consolidate the knowledge from the students and to what extent.

### Εισαγωγή

Η είσοδος των Νέων Τεχνολογιών στην εκπαίδευση έχει αλλάξει σε μεγάλο βαθμό τον τρόπο που προσεγγίζουν τόσο οι μαθητές όσο και οι εκπαιδευτικοί την όλη διαδικασία. Νέες ιδέες, καινούρια εργαλεία, διαδραστικά περιβάλλοντα πλήρως ψηφιοποιημένα, εισήρθαν δυναμικά στο χώρο της εκπαίδευσης για να δώσουν μια σειρά από επιλογές, ώστε το μάθημα στη σχολική αίθουσα να γίνει πιο ζωντανό, πιο κατανοητό, περισσότερο προσιτό στους μαθητές. Παρόλαυτα σε παγκόσμια κλίμακα έρευνα (2007) φάνηκε πως τα εργαλεία που χρησιμοποιεί περισσότερο ο δάσκαλος είναι κυρίως ο μαρκαδόρος/κιμωλία, το χαρτί και ο μαυροπίνακας (Lee and Winzenried 2009). Κάτι τέτοιο μπορεί να εξηγήσει και την επαναστατικότητα της χρήσης των διαδραστικών πινάκων, οι οποίοι αρχίζουν να χρησιμοποιούνται όλο και πιο πολύ στα σχολεία και τα τελευταία χρόνια και στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση.

Όπως κάθε τεχνολογία έτσι και οι διαδραστικοί πίνακες δεν αποτελούν τίποτα περισσότερο από ένα εργαλείο στα χέρια εκπαιδευτικών και μαθητών, η ευκολία χρήσης των οποίων (προσομοιάζοντας στον προσιτό μαυροπίνακα και την κιμωλία), ωθεί στη δημιουργία νέων εκπαιδευτικών/διδακτικών πρακτικών και προτάσεων προκειμένου να επιτευχθούν με τον καλύτερο δυνατό τρόπο οι σκοποί και οι στόχοι της εκπαίδευσης, όπως αυτοί εκφράζονται μέσα από τα Αναλυτικά Προγράμματα των επιμέρους μαθημάτων (Betcher, Lee, 2009). Το τελευταίο οφείλουμε να το τονίσουμε ιδιαίτερα καθώς, όπως και για κάθε νέο τεχνολογικό εκπαιδευτικό εργαλείο, υπάρχει μια τάση να παρουσιάζεται ως το υπέρτατο μέσο που θα λύσει μια σειρά από προβλήματα που αφορούν στην κατανόηση και αφομοίωση της γνώσης από τους μαθητές, αλλά και στην οργάνωση και παρουσίαση της από τους εκπαιδευτικούς.

Αν ανατρέξουμε στη διεθνή αλλά και στην ελληνική βιβλιογραφία θα βρούμε έρευνες που αναφέρουν ότι ο διαδραστικός πίνακας δεν μπορεί από μόνος του να βελτιώσει την εκπαιδευτική διαδικασία αν δε χρησιμοποιηθεί σωστά (Μιτζήθρας, Καλκάνης 2011). Και επιπλέον ίσως και να λειτουργήσει αρνητικά για έναν αριθμό μαθητών, καθώς ο εντυπωσιασμός που προκαλεί η αμεσότητα της χρήσης του μπορεί εύκολα να αποπροσανατολίσει τον μαθητή και να αποτελέσει στο μυαλό του ένα παιχνίδι και όχι το μέσο για να μάθει. (Wall, Higgins, Smith 2005).

Είναι λοιπόν πολύ σημαντικό η διδασκαλία μέσα από το διαδραστικό πίνακα να γίνει με τέτοιο τρόπο, ώστε οι μαθητές να ωφεληθούν στην κατανόηση και εμπέδωση της γνώσης, στην άντληση πληροφοριών, στην εξοικείωση τους με τις τεχνολογίες, στην ενεργό συμμετοχή τους στην εκπαιδευτική διαδικασία, στην χρήση των γνώσεων που απέκτησαν για να ερμηνεύσουν καταστάσεις/φαινόμενα/συνθήκες της καθημερινής ζωής (Betcher, Lee, 2009).

Αυτός που πρέπει να συνθέσει τα παραπάνω, είναι ο εκπαιδευτικός. Με άξονα τα Αναλυτικά Προγράμματα και τα σχολικά εγχειρίδια, καλείται να δημιουργήσει ψηφιακά περιβάλλοντα που θα έχουν ως βάση τον μαθητή. Ο διαδραστικός πίνακας ως τεχνολογικό εργαλείο προσφέρει πολλές δυνατότητες για τη δημιουργία ενός δυναμικού ψηφιακού περιβάλλοντος, αλλά απαιτεί γνώσεις και χρόνο. Θα πρέπει να ξεκαθαριστεί πως η απλή και μόνο προβολή ενός λογισμικού για παράδειγμα μέσα από τον διαδραστικό πίνακα, δεν μπορεί να χαρακτηριστεί από μόνη της ως ορθή χρήση του μέσου. Η σύνδεση με το σχολικό εγχειρίδιο, η χρήση κατάλληλων φύλλων εργασίας (ψηφιακών ή όχι), η προσεγμένη στοχοθεσία, αλλά και η αξιολόγηση της χρήσης του διαδραστικού πίνακα είναι απαραίτητα στοιχεία και θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη από τον εκπαιδευτικό κατά τη διαδικασία δημιουργίας ψηφιακών εκπαιδευτικών σεναρίων. Παράλληλα θα πρέπει να αξιοποιηθούν και οι δυνατότητες που προσφέρει ο διαδραστικός πίνακας. Η αμεσότητα πρόσβασης στην πληροφορία, η αλληλεπίδραση με τα ψηφιακά στοιχεία μια παρουσίασης, η ευκολία χρήσης από τους μαθητές, η δυνατότητα άμεσης παρέμβασης στα τεκταινόμενα της οθόνης, η διόρθωση σε πραγματικό χρόνο, είναι στοιχεία που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά την σύνθεση εκπαιδευτικών σεναρίων σε διαδραστικό πίνακα καθώς επίσης και μια σειρά ψυχοκινητικών δεξιοτήτων που πρέπει να αναπτύξουν οι μαθητές ενεργώντας οι ίδιοι στο περιβάλλον του πίνακα.

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζουμε ένα ολοκληρωμένο δυναμικό ψηφιακό περιβάλλον για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στο δημοτικό σχολείο το οποίο έχει δημιουργηθεί, χρησιμοποιώντας τα πλεονεκτήματα του διαδραστικού πίνακα. Στόχος μας είναι να προτείνουμε μια διαδραστική εφαρμογή η οποία θα λειτουργεί συμπληρωματικά στο σχολικό εγχειρίδιο και θα αναδεικνύει τις δυνατότητες που παρέχουν οι νέες τεχνολογίες στη διδασκαλία των ΦΕ. Παράλληλα ερευνούμε αν και κατά πόσο μια τέτοια εφαρμογή μπορεί να βελτιώσει την εκπαιδευτική διαδικασία και σε ποιους τομείς, καθώς και αν συμβάλλει στην καλύτερη κατανόηση και εμπέδωση της γνώσης από τους μαθητές.

Για την ανάπτυξη και εφαρμογή της πρότασής μας, λάβαμε υπόψη τις σύγχρονες αρχές σχεδιασμού εκπαιδευτικών εφαρμογών σε διαδραστικά περιβάλλοντα. Έτσι οι δραστηριότητες επιλέχθηκαν με τέτοιο τρόπο ώστε να ενθαρρύνεται η συνεργασία μεταξύ των μαθητών (Reed, 2001), να υποστηρίζεται επαρκώς η αλληλεπίδραση με το τεχνολογικό μέσο (Higgins, 2005), να



συμβάλλουν στην επικέντρωση της προσοχής του μαθητή (Δημητρακάκης, Σοφός, 2010, να είναι ευέλικτες και προσαρμοσμένες στις ανάγκες των μαθητών (Bell, 2002).



**Εικόνα 1:** Παρουσίαση πρόσθετου υλικού –εικόνες, βίντεο- στο στάδιο του εναύσματος

### Το πλαίσιο της έρευνας

Η πρόταση εφαρμόστηκε σε 24 μαθητές της Ε΄ τάξης και πραγματοποιήθηκε σε δημόσια Δημοτικά Σχολεία. Την ομάδα πειραματισμού (ομάδα 1) αποτέλεσαν 12 μαθητές της Ε΄ τάξης, χωρισμένοι σε 3 ομάδες των 4 ατόμων οι οποίοι συμμετείχαν σε διδασκαλία του κεφαλαίου των φυσικών καταστάσεων με τη χρήση διαδραστικού πίνακα. Την ομάδα ελέγχου (ομάδα 2) αποτέλεσαν 12 μαθητές Ε΄ τάξης, χωρισμένοι σε ισάριθμες ομάδες (3 ομάδες των 4), οι οποίοι συμμετείχαν σε διδασκαλία του ίδιου κεφαλαίου χωρίς τη χρήση διαδραστικού πίνακα, αλλά με την υποστήριξη υπολογιστή και βιντεοπροβολέα. Κάθε ομάδα μαθητών χρησιμοποίησε τα φύλλα εργασίας του σχολικού εγχειριδίου, για το ίδιο χρονικό διάστημα, ακολουθώντας τη διάρθρωση, το μοντέλο διδασκαλίας και τον αριθμό πειραμάτων που προτείνει το Αναλυτικό Πρόγραμμα για τα Φυσικά της Ε΄ Δημοτικού.

Η πρόταση εφαρμόστηκε από τους δασκάλους των τάξεων στις οποίες έγινε η έρευνα και οι οποίοι επιλέχθηκαν με κριτήριο την εμπειρία τους στη χρήση των νέων τεχνολογιών για εκπαιδευτικούς σκοπούς, καθώς και την εξοικείωσή τους με το διαδραστικό πίνακα ή τον ηλεκτρονικό υπολογιστή αντίστοιχα.

Συλλογή δεδομένων: Η συλλογή δεδομένων έγινε με κατάλληλα ερωτηματολόγια στάσεων που συμπληρώθηκαν από τους μαθητές και τους εκπαιδευτικούς μετά το τέλος της παρέμβασης. Για τον έλεγχο του γνωστικού αντικειμένου πριν την έναρξη της διδακτικής παρέμβασης δόθηκαν σε όλες τις ομάδες τα ίδια pre tests ενώ μετά από ένα περίπου μήνα μετά την παρέμβαση μοιράστηκαν επίσης κοινά post tests

### Η Πρόταση: Φάσεις και υλοποίηση

Η πρότασή μας αφορά στη χρήση του διαδραστικού πίνακα για τη διδασκαλία του κεφαλαίου των καταστάσεων της ύλης σε μαθητές Ε΄ Δημοτικού. Παρουσιάζουμε μια εφαρμογή η οποία αναπτύχθηκε με άξονα το σχολικό εγχειρίδιο με σκοπό να λειτουργήσει συμπληρωματικά σε αυτό. Τονίζουμε ότι δεν αλλάξαμε τον τρόπο και το προτεινόμενο από το Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών και το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών (ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ) μοντέλο διδασκαλίας. Για τη δημιουργία της εφαρμογής χρησιμοποιήσαμε το βιβλίο των Φυσικών Ε΄ Δημοτικού και προσθέσαμε ψηφιακό υλικό όπως εικόνες, βίντεο, δυναμικές προσομιώσεις, πειράματα, δραστηριότητες εμπέδωσης, παιχνίδια, διαθεματικές αναφορές σε άλλα κεφάλαια των Φυσικών Επιστημών ή και σε άλλα μαθήματα, προβαλλόμενα σε ένα διαδραστικό περιβάλλον. Η διάρθρωση του εκπαιδευτικού υλικού έγινε με βάση το επιστημονικό μοντέλο όπως αυτό περιγράφεται στο βιβλίο του δασκάλου για τη διδασκαλία των Φυσικών της Ε΄ Δημοτικού.

Πιο συγκεκριμένα:

Στο στάδιο του εναύσματος στο ήδη υπάρχον υλικό του βιβλίου εργασιών του μαθητή, προσθέσαμε υπερσυνδέσμους: α) σε επιπλέον εικόνες οι οποίες συνοδεύουν αυτές του εγχειριδίου, β) σε βίντεο που παρουσιάζουν φαινόμενα της καθημερινής ζωής που παραπέμπουν στις καταστάσεις της ύλης (στερεά, υγρά, αέρια), γ) σε αρχεία ήχου (π.χ. βρασμός νερού), δ) σε ιστοσελίδες με σχετικό υλικό (εικόνα 1). Θα πρέπει να αναφερθεί ότι όλο το παραπάνω υλικό δεν δόθηκε για υποχρεωτική προβολή. Σκοπός του ήταν να δώσει στον εκπαιδευτικό τη δυνατότητα να διαλέξει το κατάλληλο έναυσμα για τους μαθητές του έχοντας ένα μεγάλο εύρος επιλογών που δεν περιορίζονται μόνο σε εικόνες. Με αυτό τον τρόπο προσπαθήσαμε να εκμεταλλευτούμε τη δυνατότητα που δίνει ο διαδραστικός πίνακας να διαχειρίζεται κάποιος όλα αυτά τα αρχεία άμεσα και δίχως να φεύγει από τον πίνακα, κάτι που διευκολύνει την παρουσίαση περισσότερου υλικού σε αυτό το στάδιο. Ένα ακόμη σημείο που υπερτερεί ο διαδραστικός πίνακας σε σχέση με μια απλή προβολή από προτζέκτορα, είναι η άμεση καταγραφή των σχολίων πάνω στα ψηφιακά αρχεία ακόμη και από τους ίδιους τους μαθητές. Στο στάδιο του εναύσματος οι μαθητές ενθαρρύνθηκαν να καταγράψουν τις απόψεις τους πάνω στο περιβάλλον του διαδραστικού πίνακα.

Στο στάδιο της διατύπωσης υποθέσεων προσθέσαμε επιπλέον εικόνες και ερωτήσεις στις υπάρχουσες του βιβλίου, με στόχο να συμμετέχουν όσο το δυνατόν περισσότεροι μαθητές αλλά και να καταγραφούν οι περισσότερες από τις υποθέσεις τους σχετικά με τις καταστάσεις της ύλης. Και σε αυτό το στάδιο το επιπλέον υλικό προσφέρεται με τη λογική των εναλλακτικών επιλογών στον εκπαιδευτικό, η διαχείριση του οποίου μπορεί να γίνει άμεσα και σε ελάχιστο χρόνο, ακολουθώντας την ροή του μαθήματος, χωρίς να υπάρχουν κενά στη διδασκαλία από την αναζήτηση ψηφιακών αρχείων. Ταυτόχρονα η επιτόπου καταγραφή των υποθέσεων των μαθητών στο διαδραστικό πίνακα και μάλιστα ακριβώς κάτω ή δίπλα από τις αντίστοιχες εικόνες, διευκόλυνε τις ομάδες ώστε να έχουν άμεση εποπτεία όλων των απόψεων που εκφράστηκαν και να προχωρήσουν πιο εύκολα και γρήγορα στην ομαδοποίηση των υποθέσεων, κάτι που είναι σημαντικό σε αυτό το στάδιο. Στο τέλος υπήρχαν καταγεγραμμένες και ομαδοποιημένες όλες οι υποθέσεις των μαθητών ακόμη και ανά ομάδα. Όπου ο χώρος προβολής της διαδραστικής εφαρμογής δεν επαρκούσε, υπήρχε η δυνατότητα δημιουργίας επιπλέον σελίδας.

Στο επόμενο στάδιο του πειραματισμού, προσθέσαμε στα πειράματα του βιβλίου δυναμικές προσομοιώσεις του μικρόκοσμου για κάθε μια από τις αλλαγές στην κατάσταση της ύλης (στερεά σε υγρά και αέρια, υγρά σε στερεά, αέρια σε υγρά). Η πρότασή μας ήταν οι προσομοιώσεις αυτές να προβάλλονται στον πίνακα καθ' όλη τη διάρκεια εκτέλεσης των πειραμάτων, ώστε οι μαθητές να συνδέουν νοητικά τις παρατηρήσεις που καταγράφουν από τα πειράματα, με το πώς λειτουργεί ο μικρόκοσμος για αυτά τα φαινόμενα (εικόνα 2). Παροτρύναμε τους μαθητές να καταγράφουν στις παρατηρήσεις τους όσους συσχετισμούς έκαναν με τις προσομοιώσεις.



**Εικόνα 2:** Χρήση δυναμικής προσομοίωσης στο στάδιο του πειραματισμού

Στο στάδιο των συμπερασμάτων, προσκαλέσαμε τις ομάδες να καταγράψουν στο διαδραστικό πίνακα τις προτάσεις στις οποίες κατέληξαν εκτελώντας τα πειράματα. Κατόπιν έχοντας στον πίνακα όλες τις προτάσεις συμπερασμάτων των ομάδων, έγινε συζήτηση για το ποια από τα σχόλια ήταν πιο κοντά στο επιστημονικά σωστό μοντέλο. Για όσες προτάσεις δεν



πλησίαζαν την επιστημονική γνώση, ο εκπαιδευτικός μπορούσε γρήγορα να ανατρέξει στο διαδραστικό πίνακα, στα πειράματα και στις παρατηρήσεις που έκαναν οι μαθητές και να εξηγήσει άμεσα που υπήρχαν λάθη ή παραλήψεις ή ακόμη και να διευκρινίσει περαιτέρω, παρανοήσεις που τυχόν έγιναν. Στο τέλος με την βοήθεια του εκπαιδευτικού, καταγράφονται τα συμπεράσματα που εξάγονται από τα πειράματα και παρουσιάζονται ως η νέα γνώση από το κεφάλαιο που διδάχθηκε.

Στο τελευταίο στάδιο της εμπέδωσης/γενίκευσης στο υλικό του βιβλίου προσθέσαμε: α) εικόνες για τις οποίες ζητούσαμε τα σχόλια των μαθητών με βάση τη διδαχθείσα ενότητα, β) βίντεο από καταστάσεις και φαινόμενα της καθημερινής ζωής τα οποία ερμηνεύονται μέσω των συμπερασμάτων που εξήχθησαν παραπάνω, γ) δραστηριότητες αντιστοίχισης, σταυρολέξου, συμπλήρωσης κενών με τη βοήθεια λογισμικού ανοικτού τύπου (hot potatoes), δ) δυναμικές προσομοιώσεις του μικρόκοσμου, στις οποίες οι μαθητές παρατηρώντας τις κινήσεις των σωματιδίων μπορούσαν να μαντέψουν αν πρόκειται για στερεά, υγρά ή αέρια. Σε όλη τη διάρκεια της εμπέδωσης/γενίκευσης οι μαθητές μπορούσαν να έρθουν στον πίνακα και να ανατρέξουν σε όλο το υλικό του μαθήματος από το έναυσμα μέχρι τα συμπεράσματα για να διευκολυνθούν στις απαντήσεις.

Τα παραπάνω δόθηκαν στην ομάδα πειραματισμού για τη διδασκαλία των αντίστοιχων εννοιών σε 3 διδακτικές ώρες.

Το ίδιο ακριβώς υλικό δόθηκε και στην ομάδα ελέγχου. Το υλικό θα προβαλλόταν μέσω υπολογιστή και προβολέα στα ίδια σημεία που προτεινόταν και στο διαδραστικό πίνακα. Η διδασκαλία έγινε για τις ίδιες διδακτικές ώρες.

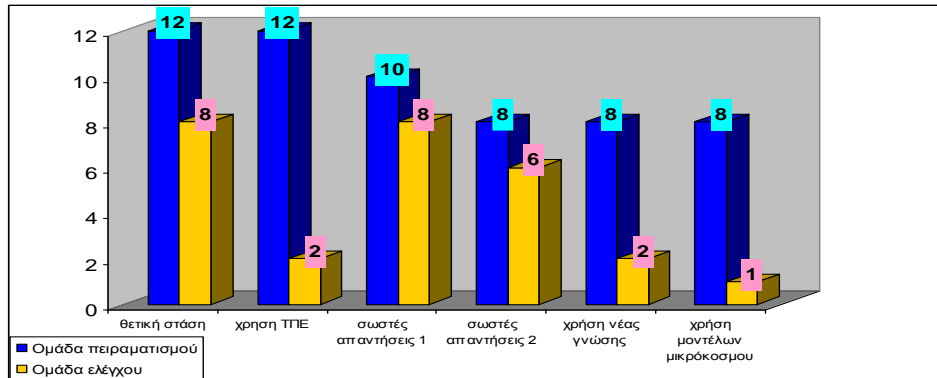
### Συμπεράσματα – Προτάσεις

Αφού ολοκληρώθηκε η διδασκαλία των εννοιών στην ομάδα πειραματισμού και στην ομάδα ελέγχου, δόθηκαν στους μαθητές ερωτηματολόγια στάσεων και ελέγχου γνώσεων, κυρίως ως προς την εμπέδωση και γενίκευση τους. Η συμπλήρωση των ερωτηματολογίων οδήγησε στα παρακάτω συμπεράσματα:

- Στάση μαθητών για τις Φυσικές Επιστήμες. Και στις δυο ομάδες οι μαθητές έδειξαν θετική στάση για τις Φυσικές Επιστήμες. Συχνότερα σημείωσαν πως το μάθημα τους φάνηκε "εντυπωσιακό" και "ενδιαφέρον". Όμως η ομάδα 1 (του διαδραστικού πίνακα) είχε μόνο θετικές απαντήσεις (12 στις 12) ενώ η ομάδα 2 (χρησιμοποίησε υπολογιστή και προβολέα) είχε 4 αρνητικές ή/και ουδέτερες απαντήσεις (εικόνα 3).

- Χρήση των νέων τεχνολογιών από τους μαθητές. Όλοι οι μαθητές της ομάδας 1 χρησιμοποίησαν τον διαδραστικό πίνακα, είτε για να καταγράψουν κάτι, είτε για να δουν μια προσομοίωση, είτε για να αποτυπώσουν τα συμπεράσματά τους. Αντίθετα στην ομάδα 2, μόλις 2 μαθητές από τους 12 χρησιμοποίησαν τον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Επίσης παρατηρήθηκε πως υπήρχαν μαθητές που ήθελαν να κάνουν χρήση του Η/Υ, αλλά τελικά αυτό δεν έγινε δυνατό, είτε γιατί δεν γνώριζαν, είτε γιατί ο χρόνος που χρειαζόνταν (π.χ. για να γράψουν συμπεράσματα) δεν μπορούσε να διατεθεί (εικόνα 3).

- Ομαδικότητα. Οι μαθητές της ομάδας 1 δούλεψαν πιο ομαδικά για να διατυπώσουν υποθέσεις, να ομαδοποιήσουν τις απόψεις τους, να καταγράψουν παρατηρήσεις, να αποδώσουν συμπεράσματα, να συμμετέχουν σε δραστηριότητες. Πιο συγκεκριμένα σε διάφορα στάδια της διδασκαλίας μαθητές από κάθε ομάδα έρχονταν στο διαδραστικό πίνακα για να αποτυπώσουν σκέψεις ή να σημειώσουν πάνω σε εικόνες και προσομοιώσεις. Αντίθετα οι μαθητές της ομάδας 2 σπάνια χρησιμοποίησαν με ομαδικό τρόπο τον υπολογιστή και όπου αυτό έγινε ήταν μόνο για την καταγραφή υποθέσεων με μαθητές που μπορούσαν να πληκτρολογούν με ευχέρεια. Στις ομάδες που δεν υπήρχε μαθητής που πληκτρολογούσε γρήγορα (2 από τις 4), την καταγραφή την έκανε ο εκπαιδευτικός για εξοικονόμηση χρόνου.



**Εικόνα 3:** Αποτελέσματα έρευνας μετά τη συμπλήρωση ερωτηματολογίων που δόθηκαν στους μαθητές.

- Χρήση επιπλέον υλικού. Στους μαθητές της ομάδας 1 προβλήθηκαν, χρησιμοποιήθηκαν, συζητήθηκαν, αναλύθηκαν περίπου τρεις φορές περισσότερες δραστηριότητες και υλικό από ότι στους μαθητές της ομάδας 2. Η χρήση όλου αυτού του υλικού μέσα από ένα διαδραστικό περιβάλλον, προσέφερε πολλαπλές εναλλακτικές επιλογές προσέγγισης των ενοτήτων από τον εκπαιδευτικό, αλλά και οι μαθητές ήταν πολύ θετικοί στην προοπτική να επιλέξουν από περισσότερο υλικό προκειμένου να εκφραστούν, να καταγράψουν και να συμπεράνουν. Η αμεσότητα της οθόνης αφής έδινε τον απαραίτητο χρόνο ώστε να διαχειριστεί η τάξη κατάλληλα και πλήρως περισσότερα αντικείμενα που σχετίζονταν με την διδαχθείσα ενότητα. Σε αυτό το περιβάλλον οι προσομοιώσεις του μικρόκοσμου έγιναν πιο προσιτές και συνδέονταν άρρηκτα με τα φαινόμενα που παρατηρούσαν οι μαθητές στα πειράματα. Στην ομάδα 2 έγινε πιο περιορισμένη προβολή επιπλέον υλικού, καθώς ήταν πιο χρονοβόρο να διαχειρίζεται ο εκπαιδευτικός πολλαπλά ψηφιακά αρχεία και παράλληλα να επιβλέπει τους μαθητές, να τους καθοδηγεί στον πειραματισμό και να τους παροτρύνει για καταγραφή παρατηρήσεων.

- Εμπέδωση της γνώσης. Οι μαθητές της ομάδας 1 απάντησαν σε ποσοστό 83% σωστά τις ερωτήσεις/δραστηριότητες εμπέδωσης, ενώ 2 από τις 4 ομάδες δεν έκαναν κανένα λάθος σε αυτές. Στην ομάδα 2 οι σωστές απαντήσεις ήταν σε ποσοστό 66% ενώ και στις 4 ομάδες υπήρχαν ατέλειες ή/και ελλείψεις στις απαντήσεις. Επιπλέον οι ομάδες που δούλεψαν με τον διαδραστικό πίνακα απάντησαν σωστά σε ποσοστό 66% σε ερωτήσεις/δραστηριότητες αυξημένης δυσκολίας που είχαν μπει ως πρόσθετο υλικό, ενώ το ποσοστό σωστών απαντήσεων των ομάδων που δούλεψαν μόνο με τον υπολογιστή ήταν 50% (εικόνα 3).

- Γενίκευση της γνώσης. Οι ομάδες του διαδραστικού πίνακα έδιναν πιο ολοκληρωμένες απαντήσεις σε ερωτήσεις/δραστηριότητες που απαιτούσαν κριτική ικανότητα καθώς και σε διαδικασίες παραγωγικής/επαγωγικής σκέψης. Είναι χαρακτηριστικό πως 8 στους 12 μαθητές (ποσοστό 66%) χρησιμοποιούσαν μοντέλα του μικρόκοσμου για να εξηγήσουν διάφορα φαινόμενα και καταστάσεις, καθώς είχαν συνδέσει τις προσομοιώσεις με τα αποτελέσματα των πειραμάτων που έκαναν στη διάρκεια του μαθήματος. Στις ομάδες που δούλεψαν με τον υπολογιστή παρατηρούνταν ελλείψεις στην εξήγηση των φαινομένων και καταστάσεων όταν αυτά δεν απαιτούσαν μόνο ανάκληση γνώσεων και μόνο. Επίσης μόλις 2 στους 12 μαθητές (ποσοστό 16%) χρησιμοποίησαν/ανέφεραν στην ερμηνεία τους μοντέλα του μικρόκοσμου. Ειδικότερα, όταν ζητήθηκε από τους μαθητές να σχεδιάσουν τα μόρια ενός στερεού, ενός υγρού και ενός αερίου σώματος, 8 στα 12 σχέδια της ομάδας 1 ήταν κοντά ή πολύ κοντά σε ένα αποδεκτό μοντέλο του μικρόκοσμου, ενώ στην ομάδα 2 μόλις 1 σχέδιο στα 12 περιέγραφε σωστά τις καταστάσεις της ύλης (εικόνα 3).

Συγκεντρωτικά, η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών με χρήση διαδραστικού πίνακα και δυναμικών προσομοιώσεων του μικρόκοσμου, αύξησε τη θετική στάση των μαθητών για τις Φυσικές Επιστήμες, είχε σαν αποτέλεσμα την ενεργό και ουσιαστική εμπλοκή των μαθητών με τις



νέες τεχνολογίες, συνέβαλλε στην ομαδικότητα κατά την διάρκεια εκτέλεσης πειραμάτων, καταγραφής παρατηρήσεων, συμπερασμάτων, εξήγησης φαινομένων, κλπ, βοήθησε τους μαθητές να εμπεδώσουν την νέα γνώση καλύτερα και σε βάθος, διευκόλυνε στην γενίκευση και εφαρμογή των νέων γνώσεων και σε άλλα φαινόμενα της καθημερινής ζωής και συνέβαλλε στην ανάπτυξη της κριτικής σκέψης.

### Βιβλιογραφία

ΔΕΠΠΣ και ΑΠΣ (2003). Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών των Φυσικών Επιστημών (για το Δημοτικό και το Γυμνάσιο) και Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών για το μάθημα «Ερευνώ το Φυσικό Κόσμο», ΦΕΚ 303B/13-03-2003 και ΦΕΚ 304B/13-03-2003

Καλκάνης Γ. Θ., (2002). Εκπαιδευτική Τεχνολογία – Εκπαιδευτικές Εφαρμογές (και) στην Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες, Αθήνα

Καλκάνης Γ. Θ., (2005). Εκπαιδευτική Φυσική, ΙΙ. τα Φαινόμενα, Αθήνα

Καλκάνης Γ. Θ. (2007α). "Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση στις-με τις ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ" (Ι. οι Θεωρίες, ΙΙ. τα Φαινόμενα), "Εκπαιδευτικό ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ Φυσικών Επιστημών, Εκπαιδευτικές ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ και οι Εφαρμογές τους" (Ι. το Εργαστήριο, ΙΙ. οι Τεχνολογίες), Αθήνα

Καλκάνης Γ. Θ. κά. (2007β). Σειρά Επεισοδίων Εκπαιδευτικής Τηλεόρασης: "με το μικρόκοσμο εξηγώ ... 1. τη Θερμότητα και τη Θερμοκρασία των Σωμάτων, 2. την Εξάτμιση, το Βρασμό και την Υγροποίηση των Σωμάτων, 3. την Τήξη και την Πήξη των Σωμάτων, 4. τις Δυνάμεις μεταξύ των Σωμάτων, 5. τις Ανανεώσιμες Αποθήκες Ενέργειας"» (βλ. <http://www.edutv.yperth.gr>), Εργαστήριο ΦΕΤΠ Πανεπιστημίου Αθηνών, Ερευνητές Α.Ε., Εκπαιδευτική Ραδιοτηλεόραση / Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων, Αθήνα

Νιάρρου, Β., Γρουσουζάκου, Ε. (2007). Ο Διαδραστικός Πίνακας στην Εκπαίδευση, πρακτικά του 4ου Συνεδρίου «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση» στη Σύρο.

Μιτζήθρας Κ., Καλκάνης Γ. Θ. (2011). Διαδραστικός Πίνακας – "Πανάκεια" ή, απλώς, "Εργαλείο"; – στην Εκπαίδευση Φοιτητών στις Φυσικές Επιστήμες, Αλεξανδρούπολη.

Αναστασιάδης Π. κά, (2011). Ο διαδραστικός πίνακας στην τάξη - εκπαιδευτικά σενάρια, Επιμόρφωση των εκπαιδευτικών για την αξιοποίηση και την εφαρμογή των ΤΠΕ στη διδακτική πράξη.

Armstrong et al. (2005). Collaborative research methodology for investigating teaching and learning: The use of interactive whiteboard technology. Educational Review. v57 i4. 457-469.

Beauchamp, G. (2004). Teacher use of the interactive whiteboard in primary schools: Towards an effective transition framework. Technology, Pedagogy and Education, 13(3): 327–348.

Betcher C., Lee M., (2009). The Interactive Whiteboard Revolution – Teaching with IWBs. Australia.

Glover, D., & Miller, D. (2001). Missioners, Tentatives and Luddites: Leadership challenges for school and classroom posed by the introduction of interactive whiteboards into schools in the United Kingdom.

Gross M. D. (2009). Visual Languages and Visual Thinking: Sketch Based Interaction and Modeling. In: Proceedings of the 6th Eurographics Symposium on Sketch-Based Interfaces and Modeling; August 1-9; New Orleans, Louisiana. p. 7-11.

Heather J. Smith, Steve Higgins, Kate Wall & Jen Miller (2005). Interactive whiteboards: boon or bandwagon? A critical review of the literature

Lee, M., & Winzenried, A. (2006), Interactive whiteboards: Achieving total teacher usage.

Lewin C., Somekh B., Steadman S., (2008). Embedding interactive whiteboards in teaching and learning: The process of change in pedagogic practice. Education and Information Technologies; 13(4):291–303.

Pastorek T. (2010). Concept of Interactive Coloring book:, <http://www.cescg.org/CESCG-2010/papers/PragueCVUT-Pastorek-Tomas.pdf>.



Sotiropoulos D., Mitzithras K., Kalkanis G (2010). Early Primary Education Students' First Engagement with Basic Physics Concepts and Phenomena through an Interactive Board and Sandbox Physics Software – Proposal and Application, 7th International Conference on Hands-On Science, Crete.

Department for Education and Skills (DfES). (2005). Harnessing technology: Transforming learning and children's services.

London ERNIST ICT school portraits. (2004). European Schoolnet.