

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2008)

6ο Συνέδριο ΕΤΠΕ «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»



Τα Έργα Στάθμης Υγρού (ΕΣΥ) και η Ψηφιακή τους Αξιοποίηση

Νίκος Βαλανίδης, Γιώργος Πολυζώης, Χαρούλα Αγγελή, Μαρία Νικολάου

Βιβλιογραφική αναφορά:

Βαλανίδης Ν., Πολυζώης Γ., Αγγελή Χ., & Νικολάου Μ. (2026). Τα Έργα Στάθμης Υγρού (ΕΣΥ) και η Ψηφιακή τους Αξιοποίηση . *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, 1, 272–279. ανακτήθηκε από <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/9570>

Τα Έργα Στάθμης Υγρού (ΕΣΥ) και η Ψηφιακή τους Αξιοποίηση

Νίκος Βαλανίδης¹, Γιώργος Πολυζώης²
Χαρούλα Αγγελή¹, Μαρία Νικολάου¹

¹Πανεπιστήμιο Κύπρου, ²Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
nichri@ucy.ac.cy

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αναπαράσταση της οριζοντιότητας της ελεύθερης επιφάνειας του νερού (ή καλύτερα των υγρών) και η κοινή αίσθηση των ανθρώπων για την κλίση της αποτελούν ένα από τα φυσικά φαινόμενα που μελετήθηκαν εκτεταμένα στη βιβλιογραφία της διαισθητικής φυσικής. Πολλοί ερευνητές ανέδειξαν και μελέτησαν διαφορετικές μεταβλητές και εξέτασαν την επίδρασή τους στις επιδόσεις παιδιών και ενηλίκων στα Έργα Στάθμης Υγρού (ΕΣΥ). Εκτός από την εκτέλεση του ίδιου του πειράματος, για την οριζοντιότητα της στάθμης του υγρού σε διάφορες κλίσεις, χρησιμοποιήθηκαν και διάφορες συσκευές προκειμένου να διευκολύνουν την κατανόηση στα ΕΣΥ. Για τη συστηματικότερη μελέτη των μεταβλητών που σχετίζονται με τις επιδόσεις στα ΕΣΥ (οριζοντιότητα της ελεύθερης επιφάνειας των υγρών) κατασκευάστηκαν δύο προσομοιώσεις των ΕΣΥ στον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη των προσομοιώσεων αυτών αξιοποίησε τα αποτελέσματα πολλών προηγούμενων ερευνών, ενώ ήδη βρίσκονται υπό εξέλιξη νέες ερευνητικές προσπάθειες για συστηματικότερη μελέτη των γνωστικών εμποδίων και των απαιτήσεων που σχετίζονται με τα ΕΣΥ. Η προσπάθεια αυτή φιλοδοξεί να αναδείξει το σημαντικότατο ρόλο της διδασκαλία της Επιστήμης στην προσχολική ηλικία και τον καταλυτικό ρόλο της για την πολύπλευρη ανάπτυξη του ατόμου. Αποσκοπεί επίσης να υποδείξει καινοτομικές διδακτικές προσεγγίσεις και να αποτελέσει τον πυρήνα ανανεωμένων προσπαθειών για αξιοποίηση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών στην Προσχολική Εκπαίδευση.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Έργο Στάθμης Υγρού, Διαισθητική φυσική, Χωρική αντιληπτική ικανότητα, Προσομοιώσεις, Προσχολική εκπαίδευση

Εισαγωγή

Με βάση τη θεωρία του Piaget (Piaget & Inhelder, 1956) τα μικρότερα σε ηλικία παιδιά δεν έχουν αναπτύξει ένα σύστημα ενοποιημένων οριζόντιων και κατακόρυφων συντεταγμένων με τις οποίες να παρατηρούν και να αναπαριστούν φαινόμενα ή πτυχές φαινομένων του φυσικού κόσμου (DeLisi κ. ά., 1995). Η γνωστική αυτή «*υστέρηση*» έχει ως αποτέλεσμα την αδυναμία των παιδιών να προβλέπουν το αμετάβλητο της οριζοντιότητας της ελεύθερης επιφάνειας (της στάθμης) υγρών σε δοχεία με διαφορετικές κλίσεις (προσανατολισμούς). Με βάση αυτήν την προοπτική, το Έργο Στάθμης του Νερού/Υγρού (ΕΣΥ), το γνωστό Water-Level Task, σχεδιάστηκε ως εργαλείο για την αξιολό-

γηση της κατανόησης πτυχών του Ευκλείδειου χώρου και ειδικότερα της οριζοντιότητας της στάθμης ακίνητου υγρού¹.

Ειδικότερα, η θεωρία του Piaget υποστηρίζει ότι τα παιδιά, κατά το στάδιο των συγκεκριμένων λειτουργιών (πέραν των 9 χρόνων), αρχίζουν να συνειδητοποιούν ότι η θέση ενός αντικειμένου στο χώρο μπορεί να καθοριστεί με σταθερές ορθογώνιες συντεταγμένες. Με την ανάπτυξη της ικανότητας αυτής, και ανάλογα και με την ανάπτυξη της παρατηρητικής τους ικανότητας, τα παιδιά είναι πλέον σε θέση να διαπιστώνουν ότι η ελεύθερη επιφάνεια του νερού παραμένει σταθερά οριζόντια, ανεξάρτητα από την κλίση ή τον προσανατολισμό του δοχείου που το περιέχει. Τα παιδιά που βρίσκονται στο προ-λειτουργικό στάδιο δεν μπορούν επίσης να διαχωρίζουν την κίνηση του υγρού από την κίνηση του δοχείου και τη σχετική ανεξαρτησία τους, με αποτέλεσμα η ελεύθερη επιφάνεια του νερού να σχεδιάζεται ως παράλληλη με τον πυθμένα του δοχείου και κάθετα με τα τοιχώματα του δοχείου και όταν ακόμα το δοχείο έχει κλίση ως προς το οριζόντιο επίπεδο (Golbeck, 1998) ή και όταν τα παιδιά εκτελούν προηγουμένως συστηματικές παρατηρήσεις με κεκλιμένα δοχεία που περιέχουν νερό (Delisi, Delisi, & Mower-Popiel, 1995). Σταδιακά, τα παιδιά αρχίζουν να αντιλαμβάνονται την ανεξάρτητη κίνηση του υγρού και η ελεύθερη επιφάνειά του παίρνει διαγώνια θέση ως προς τα τοιχώματα του δοχείου, χωρίς όμως να διατηρεί την οριζοντιότητά της.

Η γνώση της αρχής του αμετάβλητου της οριζοντιότητας της στάθμης των υγρών (Vasta κ. ά., 1994) απέκτησε ιδιαίτερη σημασία, αφού η άγνοια της συγκεκριμένης αρχής αποτελεί ένα προφανές **μαθησιακό έλλειμμα**, το οποίο θα μπορούσε να έχει ως αποτέλεσμα την αποτυχία στα ΕΣΥ, παρόλο που η σαφής γνώση αυτής της αρχής δεν είναι ούτε απαραίτητη, ούτε ικανή συνθήκη για ακριβή εκτέλεση στα ΕΣΥ (McAfee & Proffitt, 1991).

Μια άλλη χαρακτηριστική μεταβλητή που σχετίζεται με την επιτυχία στα ΕΣΥ αποτελεί και η ικανότητα χωρικής αντίληψης (Linn & Peterson, 1985). Ο ακριβής σχεδιασμός με την ικανότητα του υποκειμένου να τοποθετεί τον οριζόντιο άξονα σε αποσπασματικές ενδείξεις, όπως αυτές που παρουσιάζονται από την κλίση ή το σχήμα του δοχείου (Vasta, Belongia, & Ribble, 1993), είναι απαραίτητες προϋποθέσεις για ακριβή εκτέλεση στο έργο.

Μια άλλη μεταβλητή που σχετίζεται με τις επιδόσεις των μαθητών σε ΕΣΥ αφορά την εξάρτηση από το πεδίο (ικανότητα για εξάρτηση από το πεδίο ή όχι- field dependent/independent). Στη συγκεκριμένη περίπτωση, η εξάρτηση από το πεδίο εκφράζει τη μικρότερη ή μεγαλύτερη τάση των ατόμων να επικεντρώνονται στην κλίση του υγρού σε σχέση με το δοχείο που το περιέχει και να αποφεύγουν, σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό, να εξετάζουν την κλίση του υγρού σε σχέση με το ευρύτερο εξωτερικό περιβάλλον ή το οριζόντιο επίπεδο. Όπως υποστήριξαν οι McAfee και Proffitt (1991), τα χαρακτηριστικά των παι-

1. Η επιμονή στη χρήση αποκλειστικά του νερού υποδηλώνει φυσικά, με έμμεσο τρόπο, ότι η γνώση για την οριζοντιότητα της στάθμης του ακίνητου νερού μπορεί εύκολα να επεκταθεί ως καθολικός τρόπος συμπεριφοράς των υγρών.

τήσεων του προβλήματος ευνοούν μια *αντιληπτική προκατάληψη* στην οποία η κλίση του υγρού τείνει να είναι προς την πλευρά της κλίσης του δοχείου. Επομένως, τα άτομα που αναπαριστούν το πρόβλημα σε σχέση με το περιβάλλον απαντούν ορθά, ενώ τα άτομα που αναπαριστούν το πρόβλημα σε σχέση με το δοχείο απαντούν λανθασμένα

σύμφωνα με τους Vasta κ. ά. (1994), η κατανόηση της οριζοντιότητας της στάθμης του νερού σχετίζεται ακόμα και με τη νοερή κίνηση. Για παράδειγμα, άτομα που υποστήριξαν ότι, στην προσπάθειά τους να σχεδιάσουν την ελεύθερη επιφάνειά του σε ΕΣΥ, συνυπολόγισαν τη νοερή κίνηση του υγρού, είχαν χαμηλότερες επιδόσεις από άτομα που θεώρησαν το νερό ακίνητο, ενώ οι γυναίκες που ανέφεραν τη νοερή κίνηση ήταν περισσότερες από τους άντρες (Robert & Morin, 1993).

Η νοερή περιστροφή προϋποθέτει ότι τα άτομα χρησιμοποιούν μια δυναμική στρατηγική και αποφεύγουν την αποκλειστικά στατική προσέγγισή του. Στη δυναμική στρατηγική, τα άτομα αναπαριστούν το δοχείο στην αρχική του θέση και στη συνέχεια το περιστρέφουν νοητικά στη θέση που τους υποδεικνύεται από τα ΕΣΥ. Υπάρχουν μάλιστα ερευνητικά δεδομένα από ενήλικες που δείχνουν θετική συσχέτιση του χρόνου που απαιτείται για μια απάντηση σε ΕΣΥ με το μέγεθος της γωνίας νοερής περιστροφής του ερεθίσματος και, σε πολλές περιπτώσεις, αρνητική συσχέτιση με την ορθότητα των απαντήσεων (Cooper & Shepard, 1984. Finke, 1989).

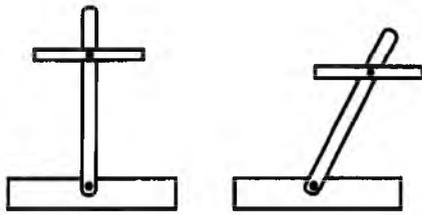
Με τις συστηματικές ερευνητικές προσπάθειες για κατανόηση των γνωστικών απαιτήσεων των ΕΣΥ, εντοπίστηκαν σταδιακά και στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επιδόσεων αγοριών και κοριτσιών (Liben, 1991), με προφανή υπεροχή των αγοριών στα έργα οριζοντιότητας, όπως προκύπτει από πολλές έρευνες (DeLisi, Parameswaran, & McGillicuddy – De Lisi, 1989. Kalickman, 1988. McAfee & Proffitt, 1991). Οι διαφορές όμως αυτές αποτελούν σημείο έντονης διαφωνίας, αφού η αιτία των διαφορών αποδίδεται σε βιολογικές διαφορές μεταξύ αγοριών και κοριτσιών (Parameswaran, 1995), ή σε άλλες σε ψυχοκοινωνικές εξηγήσεις, οι οποίες δίνουν έμφαση σε πρώιμες κοινωνικές επιδράσεις. (Liben, 1991. Signorella, Jamison, & Drupa, 1989). Για παράδειγμα, η έρευνα των Vasta κ. ά. (1994) έδειξε ότι η αυτοπεποίθηση των υποκειμένων έχει θετική συσχέτιση με την ακρίβεια στις απαντήσεις και ότι τα αγόρια έχουν συνήθως μεγαλύτερη αυτοπεποίθηση από τα κορίτσια.

Αντικείμενο διερεύνησης απετέλεσε και το σχήμα του δοχείου, αλλά και η παροχή εξηγήσεων ή η διδασκαλία της οριζοντιότητας της στάθμης των υγρών ή και άλλων ιδιοτήτων των υγρών (π.χ., η μεταβολή του σχήματός των υγρών ανάλογα με το σχήμα του δοχείου στο οποίο περιέχονται) πριν τη χορήγηση των ΕΣΥ. Οι έρευνες αυτές έδειξαν ότι όταν η κλίση του δοχείου είναι αντιληπτή, τότε το σχήμα του δοχείου έχει μικρή ή καμιά επίδραση στην εκτέλεση του ΕΣΥ, ενώ σε άλλες περιπτώσεις η χρήση σφαιρικών δοχείων βελτίωσε τις επιδόσεις των υποκειμένων (Randall, 1980).

Από τις έρευνες δεν προέκυψαν επίσης καταληκτικά συμπεράσματα για την επίδραση της διδασκαλίας της έννοιας της οριζοντιότητας της ελεύθερης

επιφάνειας των υγρών. Σύμφωνα με το Li (2000), ακόμα και η επεξήγηση ή/και η επίδειξη της οριζοντιότητας του υγρού δεν ήταν αποτελεσματικές προσεγγίσεις για τη βελτίωση της εκτέλεσης των ΕΣΥ από παιδιά 5-7 χρονών (Smedslund, 1963).

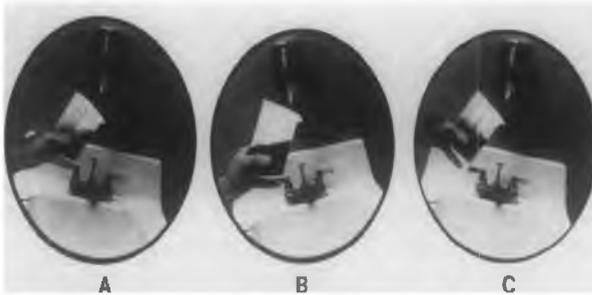
Αναπαραστάσεις των ΕΣΥ σε Διάφορες Έρευνες



Εκτός από την εκτέλεση του ίδιου του πειράματος, για την οριζοντιότητα της στάθμης του υγρού σε διάφορες κλίσεις, χρησιμοποιήθηκαν και διάφορες συσκευές προκειμένου να διευκολύνουν την κατανόηση των ΕΣΥ σε δοχεία με διαφορετικά σχήματα και σε ποικίλους προσανατολισμούς. Για παράδειγμα, οι Mc Cuillindy-DeLisi, DeLisi, και Youniss (1977) χρησιμοποίησαν δύο

ράβδους σε σχήμα σταυρού, από τις οποίες η κατακόρυφη μετακινούνταν και σχημάτιζε διάφορες γωνίες κλίσης με το οριζόντιο επίπεδο, ενώ η οριζόντια, η οποία ήταν στερεωμένη στο κέντρο μάζας της, παρέμενε σταθερά οριζόντια. Η αναλογία αυτή δεν μπορεί όμως εύκολα να αντιστοιχηθεί με τα ΕΣΥ, ενώ απαιτείται και διερεύνηση των τριβών που εμφανίζονται μεταξύ των δύο ράβδων, ώστε να εξασφαλίζεται ότι η οριζόντια ράβδος θα παραμένει συνεχώς σε ισορροπία στην οριζόντια θέση.

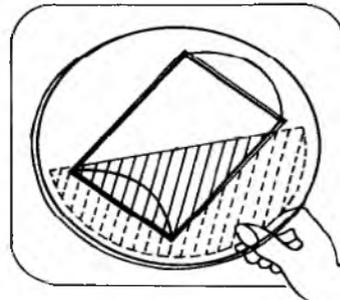
Άλλοι ερευνητές (Mcafee & Proffitt, 1991) κατέφυγαν σε φωτογραφίες του



ίδιου του πειράματος. Στις φωτογραφίες απεικονιζόταν ένα δοχείο με έγχρωμο υγρό σε διαφανές δοχείο, του οποίου η κλίση έπρεπε να συγκρίνεται με την αντίστοιχη κλίση ενός υποβάθρου που η κλίση του μεταβαλλόταν κατά βούληση. Με τη διάταξη αυτή μπορούσε εύκολα να

κατανοηθεί ότι η ελεύθερη επιφάνεια του υγρού παρέμενε συνεχώς οριζόντια και ανεξάρτητα από την κλίση του υποβάθρου

Οι ίδιοι ερευνητές (Mcafee & Proffitt, 1991) χρησιμοποίησαν επίσης συσκευές, των οποίων ο μηχανισμός - σε γενικές γραμμές - αποτελείται από ένα ημικυκλικό χαρτόνι, το οποίο μπορεί να περιστρέφεται (όπως το καντράν ενός τηλεφώνου) μπροστά από ένα δοχείο με μεταβαλλόμενη κλίση. Το ημικυκλικό



χαρτόνι δίνει τη δυνατότητα στο υποκείμενο να επιλέγει τη γραμμή της στάθμης του υγρού, που θεωρεί ως σωστή, όταν μεταβάλλεται κατά βούληση η κλίση ενός άδειου δοχείου, ενώ στη συνέχεια μπορεί να ελέγχει πειραματικά την επιλογή του.

Ψηφιακή Αναπαράσταση των ΕΣΥ

Για τη ψηφιακή αναπαράσταση των ΕΣΥ, κατασκευάστηκαν δύο προσομοιώσεις του πειράματος στον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Κοινό σημείο και των δύο προσομοιώσεων είναι η ύπαρξη δύο δοχείων, του αρχικού ή δοχείου αναφοράς) και του δοχείου δοκιμής. Το αρχικό δοχείο μπορεί να γεμίζει με νερό σε δύο διαφορετικές στάθμες (μέχρι το μισό δοχείο και μέχρι τα 2/3), ενώ μπορεί να δέχεται και πόμα. Το δοχείο δοκιμής βρίσκεται στην αριστερή πλευρά της προσομοίωσης και μπορεί να τοποθετείται σε 6 διαφορετικές κλίσεις ή προσανατολισμούς, όπως ακριβώς φαίνεται κάτω από το δοχείο δοκιμής. Η επιλογή της κλίσης (προσανατολισμού) του δοχείου δοκιμής στις πέντε από αυτές τις θέσεις επιτυγχάνεται με τη μετακίνηση μικρού κύκλου που υποδεικνύει την κλίση του δοχείου, ανάλογα με τη θέση του κύκλου. (Στο σχήμα ο κύκλος υποδεικνύει την κατακόρυφη θέση του δοχείου δοκιμής), ενώ η έκτη θέση (αναποδογυρισμένο δοχείο) υποδεικνύεται με το αναποδογυρισμένο βέλος που εμφανίζεται στην κάτω αριστερή γωνία της προσομοίωσης. Στην ψηφιακή αυτή αναπαράσταση των ΕΣΥ, το δοχείο δοκιμής εμφανίζεται με πόμα ή όχι ανάλογα με την τοποθέτηση ή όχι πόματος στο αρχικό δοχείο.



Για το δοχείο δοκιμής, προσφέρονται δύο διαφορετικές δυνατότητες. Στην πρώτη προσομοίωση, τα άτομα (χρήστες) μπορούν να υποδεικνύουν μόνο τη στάθμη του υγρού, με μια «ελαστική γραμμή» που μπορεί να μετακινείται, να μεγαλώνει και να προσανατολίζεται σε διάφορες θέσεις, ανάλογα με τη θέση των δύο άκρων της που μπορούν να μετακινούνται. Στη δεύτερη προσομοίωση, τα άτομα (χρήστες) μπορούν να σχεδιάζουν-ζωγραφίζουν το υγρό, όπως ακριβώς θα κατανέμεται στο δοχείο δοκιμής. Με τις διαδικασίες αυτές μπορεί να διερευνηθεί κατά πόσο ένα υποκείμενο (π.χ., μαθητής) αναγνωρίζει ότι τα υγρά δεν έχουν σταθερό σχήμα και ότι σε κάθε περίπτωση η ελεύθερη επιφάνεια ενός υγρού είναι οριζόντια. Είναι ακόμα δυνατό να διερευνηθεί έμμεσα και η ικανότητα του ατόμου για διατήρηση του όγκου του υγρού παρά τους διάφορους μετασχηματισμούς του σχήματός του, αφού μπορεί να συγκριθεί οπτικά ο όγκος του δοχείου που καταλαμβάνεται από το υγρό στα δύο δοχεία, το αρχικό και το δοχείο δοκιμής.

Και στις δύο προσομοιώσεις, μετά την επιλογή της θέσης του δοχείου δοκι-

μής και της απάντησης του ατόμου (χρήστη), δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη, με το πάτημα ενός κουμπιού, να συγκρίνει τη δική του απάντηση με την ορθή απάντηση που εμφανίζεται στην οθόνη του λογισμικού, με τρόπο που να δείχνει ακόμα και την εκροή υγρού από το δοχείο, στις περιπτώσεις που το δοχείο δεν είναι πωματισμένο.

Τα σχόλια που ακολουθούν, είναι σχετικά με το πώς ενσωματώθηκαν στις δύο προσομοιώσεις τα συμπεράσματα των ερευνών που αναφέρθηκαν στην επισκόπηση της βιβλιογραφίας:

(α) **Γνώση της φυσικής αρχής.** Και οι δύο προσομοιώσεις παρέχουν τη δυνατότητα να καταλήξει ένα άτομο (χρήστης) ρητά στη φυσική αρχή της οριζοντιότητας της ελεύθερης επιφάνειας ενός ακίνητου υγρού. Το αποτέλεσμα αυτό δε γίνεται μόνο με την απλή αξιοποίηση της μεθόδου “δοκιμή και πλάνη,” αλλά και με την αξιοποίηση άλλων λεπτομερειών, μερικές από τις οποίες συνοψίζονται στη συνέχεια:

- i. Η μη εμφάνιση της σωστής απάντησης, αλλά μόνον η αξιολόγηση της επιλογής των υποκειμένων.
- ii. Το πλήθος των θέσεων που μπορεί να πάρει η «ελαστική στάθμη», όπου η οριζόντια θέση δεν είναι εκ των προτέρων εμφανής.
- iii. Η ποσότητα του υγρού που ζωγραφίζει στη δεύτερη προσομοίωση το υποκειμένο.
- iv. Η αξιολόγηση των τρόπων με τους οποίους τα υποκειμένα διατυπώνουν τη φυσική αρχή.
- v. Η αξιοποίηση δύο επιπλέον έργων στάθμης υγρού, πέρα από τα παραδοσιακά της βιβλιογραφίας, αυτού της μεγάλης ποσότητας του υγρού, όπου με την κλίση του δοχείου ένα μέρος του θα χυθεί, και αυτού της χρήσης του πώματος στο δοχείο του πειράματος.

(β) **Χωρική αντιληπτική ικανότητα.** Στις προσομοιώσεις, εκτός από την οριοθέτηση της στάθμης του υγρού στις διάφορες κλίσεις, μπορεί να ζητηθεί και ο σχεδιασμός ολόκληρης της ποσότητας του υγρού. Η απαίτηση του σχεδιασμού όλης της ποσότητας του υγρού στο δοχείο δοκιμής συνδέεται άμεσα με τη χωρική αντιληπτική ικανότητα των υποκειμένων, αλλά και με την ικανότητά τους για διατήρηση του όγκου του υγρού.

(γ) **Εξάγτηση από το πεδίο.** Η εμφάνιση του οριζόντιου δαπέδου στήριξης των δοχείων και οι κατακόρυφοι τοίχοι κατέχουν μεγάλο μέρος της εικόνας της προσομοίωσης, με αποτέλεσμα να είναι εμφανής ο ευκλείδειος προσδιορισμός του χώρου που υποδεικνύεται εύκολα ως σύστημα τριών ορθογωνίων αξόνων (δάπεδο και κατακόρυφος τοίχος).

(δ) **Διδασκαλία και επίδειξη ή εξάσκηση στα ΕΣΥ.** Οι προσομοιώσεις δεν έχουν σχεδιαστεί με σκοπό τη διδασκαλία² για την οριζοντιότητα της στάθμης ακίνητων υγρών, αλλά αποβλέπουν στην (αυτό)-εξάσκηση στα ΕΣΥ. Διάφοροι ερευνητές υποστηρίζουν ότι τα παιδιά, καθώς απαντούν σε παρόμοια έργα,

2. Εξάλλου υπάρχουν ερευνητικές αποκλίσεις που επικεντρώνονται είτε στη διδασκαλία της φυσικής αρχής, είτε στη διδασκαλία σχετικά με το ευκλείδειο σύστημα αναφοράς.

εξοικειώνονται με το αντικείμενο και απαντούν πιο εύκολα και πιο σωστά, ενώ η εξάσκηση οδηγεί σε βελτίωση στις επόμενες προσπάθειες τόσο στα αγόρια, όσο και στα κορίτσια (Baenninger & Newcombe, 1989). (ε) **Σχήμα των δοχείων.** Οι προσομοιώσεις, τουλάχιστον σε αυτή τη φάση της έρευνας, δεν έχουν τη δυνατότητα για αλλαγή του σχήματος του δοχείου³. Όμως, δίνεται η δυνατότητα στους ερευνητές και τους χρήστες των προσομοιώσεων (π.χ., εκπαιδευτικών, μαθητών, γονέων κ.ά) για επιλογή διαφορετικών κλίσεων δεξιόστροφων και αριστερόστροφων, όπως και για τις θέσεις 90 και 180 μοιρών, αντίστοιχα.

(στ) **Νοερή κίνηση του υγρού στο δοχείο.** Οι προσομοιώσεις δεν παρουσιάζουν, ούτε απαιτούν το σχεδιασμό της νοερής κίνησης του υγρού κατά την περιστροφή του δοχείου. Δεν μπορεί επομένως να εκτιμηθεί εκ των προτέρων αν οι απαντήσεις των υποκεμένων θα περιέχουν ή όχι στοιχεία της νοερής κίνησης του υγρού κατά την περιστροφή του δοχείου. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον αναμένεται να έχει η εμφάνιση της μεταβλητής αυτής στην προσομοίωση που απαιτεί να ζωγραφιστεί το υγρό στο δοχείο δοκιμής ή ακόμα και σε συνεντεύξεις κλινικού τύπου με άτομα διαφορετικών ηλικιών (παιδιά ή εκπαιδευτικοί), όπου μπορούν να διερευνηθούν ανάλογα ερωτήματα.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Η ψηφιακή αναπαράσταση των ΕΣΥ αποτελεί μέρος των δραστηριοτήτων του ερευνητικού προγράμματος «Ο ψηφιακός κόσμος της προσχολικής ηλικίας: Διασυννοριακές αλληλεπιδράσεις εκπαιδευτικών και νηπίων στην Ελλάδα και την Κύπρο.» που εντάσσεται στο Π.Κ.Π. INTERREG III, Ελλάδα-Κύπρος. Η προσπάθεια σχεδιασμού και ανάπτυξης ψηφιακού υλικού για τις Φυσικές Επιστήμες στο Νηπιαγωγείο υλοποιείται από ερευνητική ομάδα στο Τμήμα Επιστημών της Αγωγής του Πανεπιστημίου Κύπρου. Ερευνητικές ομάδες για σχεδιασμό και ανάπτυξη ανάλογου ψηφιακού υλικού στη Γλώσσα και τα Μαθηματικά δημιουργήθηκαν στα Τμήματα Νηπιαγωγών των Πανεπιστημίων της Κρήτης και της Ρόδου, αντίστοιχα. Η επιτυχία αυτής της προσπάθειας θα κριθεί μετά την ολοκλήρωση και τη δημοσιοποίηση του ψηφιακού υλικού που παράγεται και κατάλληλων προδιαγραφών για την αξιοποίησή του για διαθεματικές διδακτικές προσεγγίσεις στην Προσχολική εκπαίδευση, αφού η διαθεματικότητα αποτελεί βασική επιδίωξη του συγκεκριμένου προγράμματος. Το πρόγραμμα επιδιώκει επίσης την ενεργό εμπλοκή των νηπιαγωγών της Κύπρου και της Ελλάδας σε δραστηριότητες για αξιοποίηση του ψηφιακού υλικού που παράγεται, ενώ άρχισε και συνεχίζεται και στα τρία Πανεπιστήμια ανάλογη επιμόρφωση ομάδων νηπιαγωγών.

3. Το σχήμα του δοχείου των προσομοιώσεων, προκρίθηκε να μην είναι το αφηρημένο ορθογώνιο, ούτε το σφαιρικό. Για τα δοχεία σφαιρικού σχήματος, η βιβλιογραφία αναφέρει, χωρίς αυτή η αναφορά να είναι πλήρως αποδεκτή από όλες τις έρευνες, ότι τα ΕΣΥ με τέτοια δοχεία, παρουσιάζουν μια σχετικά μεγαλύτερη ευκολία. Η σκέψη που τελικά υλοποιήθηκε, αφορούσε ένα δοχείο της καθημερινής εμπειρίας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Baenninger, M., & Newcombe, N. (1989). The role of experience in spatial test performance: A meta-analysis. *Sex Roles, 20*, 327-344.
- Cooper, L. A., & Shepard, R. N. (1984). Turning something over in the mind. *Scientific American, 251*, 106-114.
- DeLisi, R., Parameswarean, G., & McGuillicuddy_DeLisi, A. (1989). Age and sex differences in representation of horizontality among children in India. *Perceptual Motor Skills, 68*, 739-746.
- Finke, R. A. (1989). *Principles of mental imagery*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Jamison, W., & Signorella, M. L. (1980). Sex-typing and spatial ability: The association between masculinity and success on Piaget's water-level task. *Sex Roles, 6*(3), 345-353.
- Talisman, S. C. (1988). Individual differences in water-level performance: A component skills analysis. *Developmental Review, 8*, 273-295.
- Li, Ch., (2000). Instruction Effect and Developmental Levels: A Study on Water-Level Task with Chinese Children Ages 9-17. *Contemporary Educational Psychology, 25*, 488-498.
- Liben, L. S. (1991). The Piagetian water-level task: Looking beneath the surface. In R. Vasta (Ed.). *Annals of child development*. London: Jessica Kingsly Publishers.
- Linn, M. C., & Peterson, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child Development, 56*, 1479-1498.
- McAfee, E., & Proffitt, D. (1991). Understanding the Surface Orientation of Liquids. *Cognitive Psychology, 23*, 483-514.
- Mc Cuillindy-DeLisi, A. V., De Lisi, R., & Youniss, J. (1977). 1977). Representation of the horizontal coordinate with and without liquid. *Merrill-Palmer Quarterly, 24*(3), 199-208.
- Parameswaran, G. (1995). Gender difference in horizontality performance before and after training. *The Journal of Genetic Psychology, 156*, 105-113.
- Piaget, H., & Inhelder, B. (1956). *The child's conception of space*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Randall, T. M. (1980). Training the horizontality concept in a group of nontransitional children. *The Journal of Genetic Psychology, 136*, 213-220.
- Robert, M., & Morin, P. (1993). Gender differences in horizontality and verticality representation in relation to initial position of the stimuli. *Canadian Journal of Experimental Psychology, 47*, 507-522.
- Signorella, M., Jamison, W., & Drupa, M. H. (1989). Predicting spatial performance from gender stereotyping in activity and self-concept. *Developmental Psychology, 25*(1), 89-95.
- Smedslund, J. (1963). The effect of observation on children's representation of the spatial orientation of a water surface. *Journal of Genetic Psychology, 102*, 195-201.
- Vasta, R., Belongia, Chr., & Ribble, Ch. (1994). Investigating the Orientation Effect on the Water-Level Task: Who? When? and Why?. *Developmental Psychology, 30*(6), 893-904.