

ΙΔΕΕΣ ΦΟΙΤΗΤΩΝ /ΥΠΟΨΗΦΙΩΝ ΔΑΣΚΑΛΩΝ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΥΚΛΟ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗ ΦΥΣΗ

Μαρία Ρέλλου¹, Νίκος Λαμπρινός²

¹Δασκάλα, M.ed., Υποψήφια Διδάκτορας ΠΤΔΕ, ΑΠΘ, pinakas01@gmail.com

²Αναπληρωτής Καθηγητής ΠΤΔΕ, ΑΠΘ, Παιδαγωγική Σχολή, Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη 54124, labrinos@eled.auth.gr

Περίληψη

Η παρούσα εργασία παρουσιάζει τα αποτελέσματα έρευνας σχετικά με τον κύκλο του νερού στη φύση. Η έρευνα έγινε σε φοιτητές /υποψηφίους δασκάλους του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης ΑΠΘ. Η έρευνα καταγράφει τις αντιλήψεις των φοιτητών για την έννοια του συστήματος, την έννοια του επιστημονικού μοντέλου, τον κύκλο του νερού ως σύστημα και τα διαγράμματα του κύκλου του νερού. Τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν ότι οι αντιλήψεις των φοιτητών για τις έννοιες σύστημα και επιστημονικό μοντέλο απέχουν αρκετά από αυτές των επιστημόνων. Αντιλαμβάνονται τον κύκλο του νερού ως σύστημα αλλά δεν μπορούν να εντάξουν όλες τις γνώσεις που ήδη κατέχουν για τον κύκλο του νερού σε ένα ενιαίο πλαίσιο και να αναδείξουν τις σχέσεις αλληλεξάρτησης που υπάρχουν μέσα στο σύστημα.

Abstract

A basic task of education is to prepare students to succeed in the future. This includes a reaction in complex situations which need systemic thinking skills to solve (Arndt, 2006) and to think in terms of systems and subsystems (Richmond, 1993).

Mayer (1995) suggests that this goal can be achieved through the approach of Earth systems which recognizes the world as a system composed of 4 core modules: the geosphere, hydrosphere, atmosphere and biosphere.

The National Research Council (1996) in U.S. recognizes systems as an important and unique concept that provide students the big picture of scientific concepts that can be used as a context for learning scientific concepts and principles.

Based on this theoretical framework in this paper we present the results of a survey conducted in 20 students of the Department of Primary Education in Aristotle University of Thessaloniki, regarding their perceptions of the water cycle as a system.

The main research question was what student teachers know about the water cycle.

The key question is broken down into sub-questions as follows:

How students perceive the meaning of the system?

How students perceive the water cycle?

Do they recognize the water cycle as a system?

Do they recognize that a typical diagram of the water cycle is a model?

For the needs of the investigation a questionnaire was used. It was designed to obtain an overview of the knowledge and perceptions of students about the concept of the system, the concept of scientific model and the hydrological cycle.

Then, in order to study in depth their perceptions, such as those originally expressed in the questionnaire, a semi-structured interview was conducted for each of the students. It was given to students with a formal conceptual model of the water cycle in graph form and were asked to recognize through this model, the data, procedures and main system / cyclic processes that represent.

The analysis of questionnaires and interviews leads to the following conclusions:

Students understand the concept of a system giving several examples of systems without being able to give a clear definition regarding the basic features.

Recognize that the water cycle is a system but can not justify why. Their responses are more intuitive.

They can not give a consistent definition of what is scientific model.

They find that a representation of the water cycle is a model but can not justify their response.

Recognize various processes and elements of the water cycle, but not in a coherent framework.

Recognize the sun as the root cause of the cycle.

They have difficulty to understand the main loop of the system.

Diagrams often interpreted literally and are not perceived as representations that focus on reality.

They do not recognize humans as part of the cycle, but only as a consumer of water.

They have difficulties in explaining the underground processes.

Λέξης κλειδιά: κύκλος νερού, ιδέες/αντιλήψεις φοιτητών, σύστημα, επιστημονικό μοντέλο, μοντέλα του κύκλου του νερού.

Key words: water cycle, students conceptions, system, science models, water cycle models

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο πλανήτης γη αποτελείται από σύνθετα και αλληλεπιδραστικά συστήματα που βρίσκονται σε ισορροπία. Είναι σημαντικό οι μαθητές να αναπτύξουν μια εκτίμηση για το πώς δουλεύουν αυτά τα συστήματα και να καταστούν ενήμεροι για τις συνέπειες της ανθρώπινης δραστηριότητας. Ο κύκλος του νερού είναι ένα από αυτά τα συστήματα. (New Zealand Council for Education Research 2007; Ben-Zvi Assaraf & Orion 2005a; Benchmarks for Science Literacy 2000).

Τα συστήματα αναγνωρίζονται ως μια σημαντική και ενιαία έννοια στην επιστήμη, ως βασικό στοιχείο επιστημονικού εγγραμματισμού (Benchmarks for Science Literacy 2000) που παρέχει στους μαθητές την μεγάλη εικόνα των επιστημονικών εννοιών και που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένα πλαίσιο για την εκμάθηση επιστημονικών εννοιών και αρχών (National Research Council, 1996).

Σύμφωνα με το ισχύον Πρόγραμμα Σπουδών (ΦΕΚ, 2003) που εφαρμόζεται στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση ο κύκλος του νερού στη φύση διδάσκεται στο μάθημα της μελέτης του περιβάλλοντος της Β΄ Δημοτικού ενώ οι έννοιες σύστημα, αλληλεξάρτηση, μεταβολή αναγνωρίζονται ως κορυφαίες διαθεματικές έννοιες που πρέπει να διδαχθούν.

Ένα σύστημα μπορεί να οριστεί ως μια ομάδα στοιχείων που λειτουργούν μαζί σαν μια ενιαία λειτουργική μονάδα (Ossimitz, 2000).

Από τη βιβλιογραφία προκύπτει ότι οι μαθητές όλων των ηλικιών έχουν περιορισμένες και ασύνδετες γνώσεις σχετικά με τον κύκλο του νερού που σχετίζονται με:

1) τη μεταβολή του νερού. Οι μαθητές έχουν παρανοήσεις που αφορούν τις φυσικές και χημικές διαδικασίες του κύκλου του νερού όπως η εξάτμιση, η υγροποίηση, η διάλυση, οι οποίες είναι σημαντικές για την κατανόηση της μεταφοράς της ύλης μέσα στον κύκλο του νερού (Bar, 1989; Russell & Watt, 1990; Bar & Travis, 1991; Fetherstonhaugh, Bezzi, 1992; Brody, 1993; Bar, Galili, 1994; Jonson, 1998a,b; Henriques, 2002; Ben-zvi-Assaraf, Orion, 2001 και 2005; New Zealand Council for Education Research 2007; Λαμπρινός, Ρέλλου, 2011).

2) Τα υπόγεια νερά, τα οποία περιγράφουν ως ακίνητα (Fetherstonhaugh, Bezzi, 1992), ως υπόγειες λίμνες (Agelidou et al, 2001) και δεν τα θεωρούν ως συστατικό στοιχείο του κύκλου του νερού παρά του ότι είναι εξοικειωμένοι με τη σχετική ορολογία (Ben-zvi-Assaraf, Orion, 2005).

3) Τα σύννεφα και τα κατακρημνίσματα. Οι αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με τα σύννεφα και τα κατακρημνίσματα ακολουθούν διάφορα εξελικτικά στάδια και βελτιώνονται μέσω της παρεχόμενης εκπαίδευσης (Piaget, 1951; Kates, Katz, 1997; Henriques, 2002)

4) Τις λεκάνες απορροής. Οι μαθητές φαίνεται να μην κατανοούν την έννοια των λεκανών απορροής. (Shepardson, et al, 2005; Patterson, Harbor, 2005; Shepardson, et al, 2009)

5) Τα ποτάμια. Η πιο κοινή αντίληψη που έχουν οι μαθητές για τα ποτάμια είναι «ένα ποτάμι που κυλάει από το βουνό προς τη θάλασσα και η βροχή εφοδιάζει με νερό τα ποτάμια και τις λιμνούλες» (Dove et al, 1999).

6) Την κατανόηση της κυκλικής φύσης του νερού. Οι μαθητές δυσκολεύονται να ορίσουν μια κυκλική διαδικασία και να δώσουν ένα παράδειγμα που να αντικατοπτρίζει τον ορισμό. Δεν

αναγνωρίζουν ότι σε μια κυκλική διαδικασία το σύνολο της ύλης διατηρείται (Ben-zvi-Assaraf, Orion, 2001 και 2005)

7) Τα μοντέλα του κύκλου του νερού. Οι μαθητές συχνά έχουν δυσκολίες στο να εξηγήσουν τη σχέση μεταξύ ενός μοντέλου και των στοιχείων του κύκλου του νερού. (New Zealand Council for Education Research 2007)

8) Τα περιβαλλοντικά θέματα που σχετίζονται με τον κύκλο του νερού (Brody, 1993). Οι μαθητές δυσκολεύονται να συσχετίσουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις π.χ. των χώρων υγειονομικής ταφής σκουπιδιών και των βιομηχανικών περιοχών στην ποιότητα των υπόγειων νερών μέσα στα πλαίσια των σχέσεων της υδρόσφαιρας με τα άλλα συστατικά στοιχεία των γήινων συστημάτων (Ben-zvi-Assaraf, Orion, 2005)

Από την έρευνα του Cardak (2009) προκύπτει ότι φοιτητές του τμήματος φυσικών επιστημών θεωρούν ότι ο κύκλος του νερού είναι μόνο η εξάτμιση του νερού από το έδαφος στην ατμόσφαιρα και η επιστροφή του από την ατμόσφαιρα στο έδαφος μέσω της συμπύκνωσης.

Οι περισσότερες έρευνες συγκλίνουν στο ότι οι μαθητές έχουν μια ατελή αντίληψη για τον κύκλο του νερού και δεν μπορούν να αντιληφθούν τις σχέσεις μεταξύ των γήινων σφαιρών (ατμόσφαιρα, βιόσφαιρα, γεώσφαιρα) (Λαμπρινός, Ρέλλου, 2011).

ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Βασικά ερωτήματα της έρευνας ήταν το τι γνωρίζουν οι φοιτητές/υποψήφιοι δάσκαλοι για τον κύκλο του νερού και τι πληροφορίες αντλούν από ένα τυπικό διάγραμμα του κύκλου του νερού το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διδασκαλία του κύκλου του νερού στη φύση.

Το βασικό ερώτημα αναλύεται σε επιμέρους υποερωτήματα ως εξής:

Πώς αντιλαμβάνονται οι δάσκαλοι την έννοια του συστήματος;

Πώς αντιλαμβάνονται οι δάσκαλοι τον κύκλο του νερού;

Αναγνωρίζουν τον κύκλο του νερού ως σύστημα;

Αναγνωρίζουν ότι ένα τυπικό διάγραμμα του κύκλου του νερού είναι ένα μοντέλο;

Ισχύει ότι ένα σύστημα μπορεί να αποτελεί μοντέλο (και το αντίστροφο);

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 20 φοιτητές του Εξαμήνου του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του ΑΠΘ. Οι φοιτητές συμμετείχαν οικειοθελώς αφού πρώτα τους γνωστοποιήθηκε ο σκοπός, οι στόχοι και η μεθοδολογία της έρευνας

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Για τις ανάγκες της έρευνας δόθηκε αρχικά ένα ερωτηματολόγιο με στόχο να αποκτηθεί μια γενική εικόνα για τη γνώση και τις αντιλήψεις των φοιτητών σχετικά με την έννοια του συστήματος, την έννοια του επιστημονικού μοντέλου και τον υδρολογικό κύκλο.

Στη συνέχεια και με στόχο να μελετηθούν σε βάθος οι αντιλήψεις τους, έτσι όπως αρχικά αυτές εκφράστηκαν στο ερωτηματολόγιο, ακολούθησαν ατομικές ημιδομημένες συνεντεύξεις. Συγκεκριμένα δόθηκε στους φοιτητές ένα τυπικό εννοιολογικό μοντέλο του κύκλου του νερού (http://5nriptrip.blogspot.gr/2012/10/blog-post_18.html) με μορφή διαγράμματος (εικ. 1) και τους ζητήθηκε να αναγνωρίσουν μέσα από αυτό το μοντέλο τα στοιχεία και τις διαδικασίες καθώς και τους κύριους βρόγχους/κυκλικές διαδικασίες του συστήματος που τα αναπαριστούν.

Η καινοτομία της έρευνας έγκειται στο γεγονός ότι μελετά το πώς αντιλαμβάνονται οι φοιτητές/υποψήφιοι δάσκαλοι Α/θμιας Εκπαίδευσης τον κύκλο του νερού ως σύστημα αλλά και το πώς ερμηνεύουν ένα τυπικό διάγραμμα που αναπαριστά το μοντέλο του κύκλου του νερού και το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη διδασκαλία του κύκλου του νερού στη φύση.



Εικ.1 Ο κύκλος του νερού στη φύση με μορφή μοντέλου-διαγράμματος

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Αντιλήψεις των φοιτητών για την έννοια του συστήματος. Ο κύκλος του νερού ως σύστημα

Σύμφωνα με τους (Ben-ZviAssaraf, Orion 2005) πέντε είναι τα βασικά χαρακτηριστικά που απαρτίζουν την έννοια σύστημα :

- Ένα σύστημα είναι μια οντότητα που διατηρεί την ύπαρξη και τη λειτουργία του ως όλου μέσω της αλληλεπίδρασης των τμημάτων του,
- αυτή η ομάδα των αλληλεπιδρώντων και αλληλοσυνδεόμενων ή αλληλεξαρτώμενων τμημάτων σχηματίζουν ένα σύνθετο και ενιαίο όλο που έχει ένα συγκεκριμένο σκοπό και για να λειτουργήσει επιτυχώς το σύστημα πρέπει όλα τα στοιχεία του να είναι παρόντα,
- το σύστημα προσπαθεί να διατηρήσει την σταθερότητά του μέσω της ανάδρασης,
- οι αλληλεξαρτήσεις μεταξύ των μεταβλητών συνδέονται με ένα αλληλεπιδραστικό βρόγχο αιτίας αποτελέσματος και συνεπώς η κατάσταση μιας ή περισσότερων μεταβλητών επηρεάζει την κατάσταση των άλλων μεταβλητών,
- οι ιδιότητες που αποδίδονται στο σύστημα ως όλο δεν είναι αυτές των ατομικών στοιχείων που συστήνουν το σύστημα.

Με στόχο να εκμαιεύσουμε το πώς αντιλαμβάνονται οι φοιτητές την έννοια του συστήματος τους ζητήσαμε αρχικά να μας απαντήσουν γραπτώς στο ερώτημα «Τι σκέφτεσαι όταν ακούς τη λέξη σύστημα; Ποια είδη συστημάτων σου έρχονται στο μυαλό;». Στη συνέχεια και κατά τη διάρκεια της συνέντευξης τους ζητήθηκε να απαντήσουν αν θεωρούν ότι ο κύκλος του νερού είναι ένα σύστημα και να αιτιολογήσουν την απάντησή τους.

Δύο φοιτητές δεν απάντησαν στο ερωτηματολόγιο και ο ένας από αυτούς δεν μπόρεσε να απαντήσει στην ερώτηση που του τέθηκε στην συνέντευξη για το αν ο κύκλος του νερού είναι ένα σύστημα. Ο φοιτητής που δεν μπόρεσε να απαντήσει στο ερωτηματολόγιο απάντησε στην συνέντευξη ότι ο κύκλος του νερού είναι ένα σύστημα.

Με βάση τον ορισμό (Ben-ZviAssaraf, Orion 2005) ταξινομήσαμε τις αντιλήψεις των φοιτητών σε τέσσερα επίπεδα. Το πρώτο επίπεδο περιλαμβάνει απαντήσεις που θεωρούμε ότι απέχουν αρκετά από το επιστημονικό πρότυπο και το επίπεδο τέσσερα συμπεριλαμβάνει απαντήσεις που βρίσκονται πιο κοντά στο επιστημονικό πρότυπο (πίνακας 1).

Πίνακας1 Ταξινόμηση των αντιλήψεων για το σύστημα

Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	
Επίπεδο 1	Θεωρούν ότι το σύστημα είναι ένα σύνολο στοιχείων που αλληλεπιδρούν, κάτι καθολικό που επαναλαμβάνεται, ένας τρόπος οργάνωσης.
Επίπεδο 2	Θεωρούν ότι το σύστημα είναι ένα σύνολο στοιχείων που αλληλεπιδρούν για ένα κοινό σκοπό
Επίπεδο 3	Θεωρούν ότι το σύστημα είναι ένα σύνολο στοιχείων που αλληλεπιδρούν το κάθε ένα από αυτά επιτελεί μια συγκεκριμένη λειτουργία για ένα κοινό σκοπό
Επίπεδο 4	Θεωρούν ότι το σύστημα είναι ένα σύνολο στοιχείων που αλληλεπιδρούν, το κάθε ένα από αυτά επιτελεί μια συγκεκριμένη λειτουργία που δεν ταυτίζεται με τη λειτουργία του συστήματος ως όλου για την επίτευξη ενός σκοπού

Επίπεδο 1

Στο επίπεδο 1 ταξινομήθηκαν απαντήσεις που αντιλαμβάνονται το σύστημα ως ένα σύνολο στοιχείων που αλληλεπιδρούν, ως κάτι καθολικό που επαναλαμβάνεται, και ως ένα τρόπο οργάνωσης. Στο επίπεδο αυτό ταξινομήθηκαν 10 από τις 19 απαντήσεις που λάβαμε.

Οι φοιτητές του επιπέδου 1 όταν ερωτήθηκαν στην συνέντευξη αν πιστεύουν ότι ο κύκλος του νερού είναι ένα σύστημα θεώρησαν ότι ο κύκλος του νερού είναι ένα σύστημα γιατί αποτελείται από συγκεκριμένα στοιχεία έχει μια συγκεκριμένη οργάνωση και επαναλαμβάνεται. Τα αποσπάσματα που σταχυολογούνται αναφέρονται στην απάντηση που έδωσε ο ίδιος φοιτητής τόσο στο ερωτηματολόγιο όσο και στη συνέντευξη.

α) 4 από τους 20 φοιτητές της έρευνάς μας αντιλαμβάνονται την έννοια του συστήματος ως ένα σύνολο στοιχείων και αναγνωρίζουν ότι ο κύκλος του νερού είναι ένα σύστημα.

«το σύστημα έχει κάποια μέλη που το θέτουν σε εφαρμογή»

«κύκλος του νερού είναι σύστημα γιατί δείχνει ένα τρόπο λειτουργίας αποτελείται από συγκεκριμένα μέρη»

«Το σύστημα είναι ένα σύνολο στοιχείων τα οποία μπορεί να είναι λέξεις, οδηγίες, κανόνες»

«ο κύκλος του νερού είναι σύστημα γιατί είναι ένα σύνολο στοιχείων τα οποία με κάποιο τρόπο μπαίνουν σε μια σειρά, μια ροή»

β) 3 φοιτητές θεωρούν ότι σύστημα είναι κάτι που επαναλαμβάνεται και για το λόγο αυτό χαρακτηρίζουν τον κύκλο του νερού ως σύστημα γιατί είναι κάτι που θα γίνεται πάντα.

«Το σύστημα έχει συγκεκριμένη μορφή, κανόνες δηλώνει ένα τρόπο οργάνωσης είναι κάτι που επαναλαμβάνεται»

«κύκλος του νερού είναι ένα σύστημα γιατί έχει μια συγκεκριμένη μορφή που πάντα επαναλαμβάνεται, πάντα αυτό θα γίνεται όταν βάζω το νερό στην κατσαρόλα και ανάψω φωτιά πάντα θα βράζει»

«Σύστημα είναι κάτι καθολικό κάτι που ισχύει»

«ο κύκλος είναι σύστημα γιατί είναι κάτι που ισχύει που λειτουργεί»

γ) 3 φοιτητές αντιλαμβάνονται το σύστημα ως ένα τρόπο οργάνωσης και θεωρούν ότι ο κύκλος του νερού είναι ένα σύστημα γιατί ακολουθεί μια συγκεκριμένη πορεία.

«το σύστημα είναι η ροή δεδομένων θεωρών, ο κύκλος είναι σύστημα»

«Ο κύκλος του νερού είναι ένα σύστημα γιατί έχει μια πορεία συγκεκριμένη»

«το σύστημα έχει δικές του λειτουργίες και τρόπο οργάνωσης»

«ο κύκλος είναι σύστημα γιατί έχει ένα ρυθμό κυλάει από κάποιες διαδικασίες και αλλάζει μορφές, το ένα εξαρτάται από το άλλο αν το νερό δεν εξατμιστεί δεν θα υγροποιηθεί μετά».

Επίπεδο 2

Στο επίπεδο 2 ταξινομήθηκαν απαντήσεις που θεωρούν ότι το σύστημα είναι ένα σύνολο στοιχείων που αλληλεπιδρούν για ένα κοινό σκοπό. Στο επίπεδο αυτό ταξινομήθηκαν 4 απαντήσεις. Οι φοιτητές του επιπέδου 2 αντιλαμβάνονται τον κύκλο του νερού σαν ένα

σύστημα στο οποίο τα στοιχεία που το συναπαρτίζουν αλληλεπιδρούν μεταξύ τους για ένα κοινό σκοπό που είναι η μεταφορά του νερού μεταξύ των γήινων σφαιρών.

«σύστημα είναι ένα σύνολο αντικειμένων ή κανόνων που συνδέονται και συνεργάζονται όλα μαζί για να επιτελούν κάποια λειτουργία»

«ο κύκλος είναι σύστημα γιατί τα σύννεφα, η θάλασσα λειτουργούν όλα μαζί σε συνδυασμό για να γίνει ο κύκλος».

«Το σύστημα είναι ένα σύνολο αντικειμένων, κανόνων ή εμβίων όντων που συνυπάρχουν ή και αλληλεπιδρούν για κάποιο σκοπό, βρίσκονται σε συνεχή αλληλεπίδραση και αλληλεξάρτηση προκειμένου να επιτευχθεί κάποιος σκοπός η εύρυθμη λειτουργία του οργανισμού»

«ο κύκλος είναι σύστημα γιατί είναι μια διαδικασία στην οποία υπάρχουν διακριτά μέλη τα οποία συνεργάζονται με ένα σκοπό κοινό».

Επίπεδο 3

Στο επίπεδο 3 ταξινομήθηκαν απαντήσεις που θεωρούν ότι το σύστημα είναι ένα σύνολο στοιχείων που αλληλεπιδρούν και το κάθε ένα από αυτά επιτελεί μια συγκεκριμένη λειτουργία για ένα κοινό σκοπό. Στο επίπεδο αυτό ταξινομήθηκαν 4 απαντήσεις. Οι φοιτητές του επιπέδου 3 αντιλαμβάνονται τον κύκλο του νερού σαν σύστημα στο οποίο τα στοιχεία που το συναπαρτίζουν αλληλεπιδρούν μεταξύ τους για ένα κοινό σκοπό και το κάθε ένα από αυτά επιτελεί μια συγκεκριμένη λειτουργία που είναι σημαντική για την εύρυθμη λειτουργία του συστήματος (π.χ. αν δεν γίνει η εξάτμιση δεν θα μπορεί να λειτουργήσει ο κύκλος).

«Το σύστημα είναι ένα σύνολο οργανισμών ή πραγμάτων τα οποία δρουν με ένα συγκεκριμένο τρόπο το καθένα για να επιτευχθεί ένας στόχος όταν λειτουργούν σωστά τα κομμάτια λειτουργεί σωστά και το σύστημα»

«Ο κύκλος είναι σύστημα γιατί το σύστημα έχει επιμέρους τμήματα εξαρτήματα οργανισμούς και επειδή και ο κύκλος χρειάζεται και τα σύννεφα για να βρέξει και τη θάλασσα και το ποτάμι και το έδαφος για να απορροφηθεί το νερό όταν αυτά τα κομμάτια λειτουργούν σωστά, λειτουργεί σωστά και το σύστημα»

«Το σύστημα είναι ένα σύνολο κανόνων αλληλένδετων σχέσεων όπου το κάθε μέλος έχει να επιτελέσει κάποιο συγκεκριμένο έργο.. αν κάποιο μέλος δεν λειτουργεί σωστά τότε αποδιοργανώνεται και σταματά η συνολική δραστηριότητα».

«Ο κύκλος είναι σύστημα γιατί έχει κανόνες αρχές αν κάτι στον κύκλο δεν μπορέσει να κάνει τη δουλειά του θα σταματήσει η κυκλική κίνηση. Αν κάτι πάθει ο ήλιος δεν θα γίνει η ανακύκλωση του νερού».

Επίπεδο 4

Στο επίπεδο 4 ταξινομήθηκαν απαντήσεις που θεωρούν ότι το σύστημα είναι ένα σύνολο στοιχείων που αλληλεπιδρούν και το κάθε ένα από αυτά επιτελεί μια συγκεκριμένη λειτουργία που δεν ταυτίζεται με τη λειτουργία του συστήματος ως όλου για την επίτευξη ενός σκοπού. Η απάντηση μιας φοιτήτριας ταξινομήθηκε σε αυτή την κατηγορία. Ταξινομήσαμε αυτή την απάντησή της σε αυτή την κατηγορία και όχι στην προηγούμενη γιατί θεωρούμε ότι στην απάντησή της διαφαίνεται ότι κάθε ένα από τα στοιχεία που συναπαρτίζουν το σύστημα λειτουργεί αυτόνομα και η λειτουργία του συστήματος είναι το αποτέλεσμα της συνεργασίας όλων των στοιχείων που το συναπαρτίζουν.

Παρ' όλο που η φοιτήτρια δείχνει να έχει μια αρκετά καλή αντίληψη για το σύστημα δεν μπόρεσε να απαντήσει με βεβαιότητα στο ερώτημα αν ο κύκλος είναι σύστημα. Η ερευνήτρια επέμενε στη συνέντευξη να διευκρινίσει περισσότερο την απάντησή της. Αναγνώρισε την ύπαρξη στοιχείων μέσα στον κύκλο του νερού και ότι πρόκειται για μια κυκλική διαδικασία αλλά δεν θεώρησε ότι το κάθε στοιχείο μέσα στον κύκλο επιτελεί μια ξεχωριστή και αυτόνομη λειτουργία που συμβάλει στην λειτουργία του κύκλου του νερού ως όλου.

«σύστημα είναι ένα σύνολο οργάνων και λειτουργιών που εξυπηρετεί ένα κοινό σκοπό καθένα εργάζεται με το δικό του τρόπο ώστε σε συνεργασία με άλλα όργανα να εξυπηρετήσουν ένα κοινό σκοπό».

«Ο κύκλος δεν είμαι σίγουρη ότι είναι ο κύκλος σύστημα. Στον κύκλο και ο ήλιος και το νερό βοηθούν να κάνει το νερό τον κύκλο του»

Αντιλήψεις των φοιτητών για την έννοια του επιστημονικού μοντέλου

Μοντέλα

Επιστημονικό μοντέλο ορίζεται ως η αναπαράσταση μιας ιδέας, μιας διαδικασίας, ενός αντικειμένου ή γεγονότος, ενός φαινομένου ή ενός συστήματος (Gilbert, & Boulter, 1998, Gilbert et. al 2000, Πετρίδου 2008) τα οποία χρησιμοποιούνται ως ερευνητικά εργαλεία για την εξήγηση ή πρόβλεψη φαινομένων (Πετρίδου 2008).

Για να απαντήσουμε στο αρχικό ερώτημα της έρευνάς μας για το αν ένα διάγραμμα του κύκλου του νερού είναι ένα μοντέλο θεωρήσαμε σκόπιμο αρχικά να διερευνήσουμε τις αντιλήψεις των φοιτητών σχετικά με την έννοια του επιστημονικού μοντέλου. Ζητήσαμε από τους φοιτητές να απαντήσουν γραπτώς στο ερώτημα «Τι είναι επιστημονικό μοντέλο; Τι σκέφτεσαι όταν ακούς αυτή τη λέξη;»

Βασιζόμενοι στις εργασίες των Gilbert & Boulter, (1998), Gilbert et. al, (2000), Πετρίδου (2008) για την έννοια / φύση του επιστημονικού μοντέλου κατατάξαμε τις απαντήσεις των φοιτητών σε τρία επίπεδα (πίνακας 2)

Πίνακας 2. Αντιλήψεις για τα μοντέλα

ΦΥΣΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ	
Επίπεδο 1	Θεωρούν το μοντέλο ως επιστημονική μεθοδολογία, και ως πρότυπο διαδικασίας
Επίπεδο 2	Θεωρούν το μοντέλο ως αναπαράσταση φαινομένων, εννοιών ή επιστημονικών δεδομένων
Επίπεδο 3	Θεωρούν το μοντέλο ως αναπαράσταση ιδεών, θεωριών και συστημάτων

Στο επίπεδο 1 κατατάσσονται οι αντιλήψεις των φοιτητών που αποκλίνουν περισσότερο από το επιστημονικό και στο επίπεδο τρία αυτές που συγκλίνουν περισσότερο με το επιστημονικό.

Επίπεδο 1

Στο επίπεδο 1 κατατάσσονται οι απαντήσεις 7 φοιτητών που αντιλαμβάνονται το μοντέλο ως επιστημονική μεθοδολογία, και ως πρότυπο διαδικασίας. Οι απαντήσεις που σταχυολογούνται αναφέρονται στον ίδιο φοιτητή.

Στην ερώτηση που τέθηκε στην συνέντευξη για το αν θα χαρακτήριζαν ως μοντέλο ένα διάγραμμα του κύκλου του νερού οι φοιτητές του επιπέδου 1 θεωρούν ότι ένα διάγραμμα του κύκλου του νερού είναι ένα μοντέλο γιατί αναπαριστά μια κατάσταση, ένα τρόπο λειτουργίας που χρησιμοποιείται από τον εκπαιδευτικό ως εργαλείο στη διδασκαλία του.

Μία μόνο φοιτήτρια δεν χαρακτήρισε το διάγραμμα του κύκλου του νερού ως μοντέλο γιατί «Το μοντέλο είναι ιδανικό το έχουμε ως πρότυπο. Πρέπει να συμπεριλαμβάνει τα πάντα. Συνήθως τα βιβλία έχουν θάλασσα, σύννεφα,.. το συγκεκριμένο που μου δείχνεται δεν έχει πόλη...»

A) Το μοντέλο ως επιστημονική μεθοδολογία

«το μοντέλο είναι μέθοδος που ακολουθείται σε ένα πείραμα, μια έρευνα»

«Το διάγραμμα είναι μοντέλο που απεικονίζει και περιγράφει τις κινήσεις και την πορεία που ακολουθεί το νερό»

«είναι η μέθοδος που ακολουθούν οι επιστήμονες για να ερευνήσουν κάτι»

«Το διάγραμμα είναι μοντέλο είναι ένας τρόπος με το οποίο μπορείς να κάνεις γνωστό ένα φαινόμενο»

B) Το μοντέλο ως πρότυπο διαδικασίας

«Είναι ένα πρότυπο που ακολουθούν οι επιστήμονες για τη διεξαγωγή επιστημονικών ερευνών για να φτάσουν σε συμπεράσματα, παρεμφερές με το σύστημα, μπορεί να είναι κάποια θεωρία»

«Το διάγραμμα είναι μοντέλο γιατί είναι πρότυπο το χρησιμοποιεί ο εκπαιδευτικός για να δείξει τον κύκλο να τον εξηγήσει στα παιδιά»

«Είναι ένα πρότυπο όπου πάνω σε αυτό βασίζονται διάφορες θεωρίες και ιδέες».

«Το διάγραμμα είναι μοντέλο γιατί δείχνει μια διαδικασία το πως λειτουργεί ο κύκλος»

Επίπεδο 2

Στο επίπεδο 2 κατατάσσονται οι απαντήσεις των 9 φοιτητών που αντιλαμβάνονται το μοντέλο ως αναπαράσταση φαινομένων, εννοιών ή επιστημονικών δεδομένων. Οι φοιτητές του επιπέδου 2 θεωρούν ότι ένα διάγραμμα του κύκλου του νερού είναι ένα μοντέλο γιατί αναπαριστά μια διαδικασία, ένα τρόπο λειτουργίας, ένα σύστημα.

«Το μοντέλο είναι αναπαράσταση μιας έννοιας»

«Το διάγραμμα είναι μοντέλο γιατί περιγράφει το γεγονός το συμβάν είναι συγκεκριμένη αναπαράσταση που έχει σύμβολα γραφικά»

«Το μοντέλο είναι αναπαράσταση ενός φυσικού φαινομένου»

«Το διάγραμμα είναι μοντέλο γιατί είναι μια αναπαράσταση από μια διαδικασία που συμβαίνει. Μας περιγράφει πως ακριβώς γίνεται ο κύκλος»

«Τα μοντέλα είναι σχέδια που κατασκευάζουν οι επιστήμονες για να αναπαραστήσουν επιστημονικά δεδομένα»

«Το διάγραμμα είναι μοντέλο γιατί απεικονίζει μια συγκεκριμένη πορεία είναι μια μικρογραφία πραγματικού γεγονότος που συμβαίνει στη φύση».

Επίπεδο 3

Στο επίπεδο 3 κατατάσσονται οι απαντήσεις 4 φοιτητών που θεωρούν το μοντέλο ως αναπαράσταση ιδεών, θεωριών και συστημάτων.

Οι φοιτητές του επιπέδου 3 θεωρούν ότι ένα διάγραμμα του κύκλου του νερού είναι ένα σύστημα γιατί απεικονίζει ένα τρόπο λειτουργίας, αναπαριστά μια θεωρία, απεικονίζει ένα σύστημα.

«Είναι σύνολο ιδεών θεωριών ένας ειδικός τρόπος σκέψης»

«Το διάγραμμα είναι γιατί μας δείχνει τον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί ο κύκλος».

«εικονική τρισδιάστατη ή μη αποτύπωση ενός συστήματος»

«Το διάγραμμα είναι μοντέλο γιατί είναι μια εικονική απεικόνιση του συστήματος».

Αντιλήψεις των φοιτητών για τον κύκλο του νερού στη φύση

Προκειμένου να εκμαιεύσουμε το τι γνωρίζουν οι φοιτητές για τον κύκλο του νερού στη φύση τους ζητήσαμε αρχικά να απαντήσουν γραπτώς στην ερώτηση «Τι σου έρχεται στο μυαλό όταν ακούς τη φράση ο κύκλος του νερού στη φύση;».

Από τις απαντήσεις τους προκύπτει ότι:

11 από τους 20 φοιτητές περιγράφουν στις απαντήσεις τους την κλασική διαδρομή που ακολουθεί το νερό όπως αυτή περιγράφεται στα διαγράμματα του κύκλου του νερού των σχολικών εγχειριδίων. Το νερό εξατμίζεται από τη θάλασσα και μέσω κατακρημνισμάτων πέφτει στο έδαφος.

10 από τους 20 φοιτητές δηλώνουν ξεκάθαρα ότι αναφέρονται στα διαγράμματα των σχολικών εγχειριδίων. Χαρακτηριστική είναι η απάντηση «η εικόνα των σχολικών βιβλίων ήλιος θάλασσα, σύννεφα, βροχή, χιόνι, λίμνες ποτάμια, βουνά,.. σημαντικό ρόλο παίζουν τα βέλη εξάτμιση του νερού από θάλασσες και λίμνες, η μετατροπή του σε σύννεφα και πάλι η μετατροπή του σε νερό το οποίο επιστρέφει στη γη» 2 μόνο φοιτητές αναφέρθηκαν στα υπόγεια νερά και συμπεριέλαβαν στην απάντησή τους και διαφορετικές διαδρομές που ακολουθεί το νερό «οι εικόνες που έχουν ζωγραφισμένα στα βιβλία, ο ήλιος ζεσταίνει θάλασσα, ποτάμια, λίμνες, το νερό εξατμίζεται γίνεται υδρατμός και σύννεφα, πέφτει σε βροχή, χιόνι ξαναμαζεύεται στη θάλασσα κ.λ.π. ή ποτίζει το έδαφος και τα φυτά από όπου οδηγείται ξανά υπόγεια στις θάλασσες».

Τέσσερις φοιτητές αναφέρονται μόνο στα συστατικά στοιχεία και τις διαδικασίες του κύκλου χωρίς να τα συνδέουν μεταξύ τους.

Τρεις ταυτίζουν τον κύκλο με την αλλαγή της φυσικής κατάστασης του νερού (υγρή, αέρια, στερεά) και δύο αναφέρονται στη σημασία του νερού για την ύπαρξη της ζωής.

Κατά τη διάρκεια της συνέντευξης τους ζητήθηκε να αναγνωρίσουν τα συστατικά στοιχεία (πίνακας 3) και τις διαδικασίες (πίνακας 4) του κύκλου του νερού που απεικονίζονται στο διάγραμμα που τους δόθηκε.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3. Στοιχεία του συστήματος που αναγνώρισαν οι φοιτητές με βάση το διάγραμμα του κύκλου του νερού.	
Συστατικά στοιχεία που υπάρχουν στο διάγραμμα	Πλήθος φοιτητών που τα αναγνώρισαν
ΗΛΙΟΣ	18
ΥΔΡΑΤΜΟΙ	11
ΣΥΝΝΕΦΑ	17
ΒΡΟΧΗ	15
ΧΙΟΝΙ	11
ΕΔΑΦΟΣ	8
ΠΑΓΟΣ	2
ΠΟΤΑΜΙΑ	11
ΛΙΜΝΕΣ	6
ΥΓΡΑΣΙΑ ΕΔΑΦΟΥΣ	6
ΥΠΟΓΕΙΟ ΝΕΡΟ	4
ΘΑΛΑΣΣΑ	18
ΦΥΤΑ	10

ΠΙΝΑΚΑΣ 4. Διαδικασίες του συστήματος που αναγνώρισαν οι φοιτητές με βάση το διάγραμμα του κύκλου του νερού	
Διαδικασίες που υπάρχουν στο διάγραμμα	Πλήθος φοιτητών που τις αναγνώρισαν
ΕΞΑΤΜΙΣΗ	18
ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗ	9
ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΣΥΝΝΕΦΩΝ	1
ΚΑΤΑΚΡΗΜΝΙΣΗ	7
ΛΙΩΣΙΜΟ ΠΑΓΩΝ	3
ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΡΟΗ	2
ΡΟΗ ΝΕΡΟΥ ΣΤΑ ΠΟΤΑΜΙΑ ΚΑΙ ΤΙΣ ΛΙΜΝΕΣ	3
ΡΕΥΜΑ ΝΕΡΟΥ ΣΤΑ ΠΟΤΑΜΙΑ	1
ΑΠΟΡΡΟΗ ΠΟΤΑΜΩΝ ΣΤΗ ΘΑΛΑΣΣΑ	1
ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟ ΤΟ ΕΔΑΦΟΣ	5
ΥΠΟΓΕΙΑ ΡΟΗ	2
ΔΙΑΠΝΟΗ	7

Από την ανάλυση των συνεντεύξεων προκύπτει ότι οι φοιτητές δεν γνώριζαν την ύπαρξη των υπόγειων νερών, τι είναι και πώς γίνεται η διαδικασία της διαπνοής, την υγρασία του εδάφους και πώς όλα αυτά συνδέονται με τον κύκλο του νερού.

Όταν τους δόθηκε το διάγραμμα είπαν χαρακτηριστικά: ‘δεν ξέρω κάτι για τα υπόγεια νερά και ούτε φυσικά, ότι σχετίζονται με τον κύκλο του νερού. Το βλέπω για πρώτη φορά στο διάγραμμα’. Η : ‘ε...η διαπνοή των φυτών...και ο κύκλος του νερού...νόμιζα ότι η διαπνοή των φυτών είναι ανεξάρτητη από τον κύκλο του νερού. Αλλά αφού το δείχνει στο διάγραμμα...’.

Μετά από τη μελέτη του διαγράμματος και την καθοδήγηση της ερευνήτριας οι περισσότεροι φοιτητές είπαν πώς το νερό της βροχής :

-θα καταλήξει στη θάλασσα κυρίως μέσω των ποταμών

- απλά απορροφάται από το έδαφος
 - απορροφάται από το έδαφος και καταλήγει στη θάλασσα
 - με κάποιον τρόπο που δεν ξέρουν
 - μέσω υπόγειων ρευμάτων-υπόγειας ροής
- απορροφάται από τις ρίζες των φυτών και των δέντρων
- απορροφάται από τις ρίζες των φυτών και των δέντρων και επιστρέφει στην επιφάνεια του εδάφους μέσω της διαπνοής (χωρίς όμως να είναι βέβαιοι γι αυτό).
- Όταν τους ζητήθηκε να περιγράψουν τα υπόγεια νερά, «Τα περιέγραψαν σε μικρά ποταμάκια ρυάκια, σαν σωλήνες που περνούν κάτω από το έδαφος, ως υπόγεια ρεύματα, ως διακλαδώσεις ή ως υπόγειες λίμνες». Τρεις φοιτητές ανέφεραν ότι τα υπόγεια νερά επανέρχονται στην επιφάνεια του εδάφους (μέσω γεωτρήσεων) ή μέσα από φυσικές πηγές, χωρίς όμως να μπορούν να το συνδέσουν με τον κύκλο του νερού.
- Ακόμη από τη συνέντευξη προκύπτει ότι οι φοιτητές θεωρούν ότι ο άνθρωπος δεν αποτελεί μέρος του κύκλου του νερού καταναλώνει το νερό μπορεί να επέμβει στην ποιότητα του νερού μέσω της μόλυνσης που προκαλεί στο περιβάλλον ή μέσω της παρέμβασής του στη φύση με την κατασκευή φραγμάτων. Μία μόνο φοιτήτρια αναγνώρισε ότι ο άνθρωπος αποτελεί μέρος του κύκλου του νερού «τα φυτά και όλοι οι ζωντανοί οργανισμοί είναι στοιχεία μέσα από τα οποία μπορεί να περάσει το νερό. Πίνει αποβάλλει. Δημιουργείται κύκλος μικρότερος».

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι οι φοιτητές του δείγματός μας έχουν μια περιορισμένη αντίληψη για την έννοια του συστήματος και του επιστημονικού μοντέλου.

Από τη βιβλιογραφία προκύπτει ότι οι μαθητές έχουν την τάση να αντιλαμβάνονται το σύστημα ως ασύνδετα κομμάτια πληροφοριών (Kali, Orion and Eylon, 2003; Ben-Zvi Assaraf and Orion, 2005) και ότι δυσκολεύονται να κατανοήσουν τα σύνθετα συστήματα γιατί συντίθενται από πολλά αλληλοσυνδεόμενα επίπεδα που αλληλεπιδρούν με δυναμικούς τρόπους (Hmelo-Silver et al., 2007). Από την έρευνα του Booth (2000) προκύπτει ότι οι φοιτητές κατανοούν ελλιπώς βασικές έννοιες των δυναμικών συστημάτων.

Οι εκπαιδευτικοί δεν είναι γνώστες των μοντέλων και των διαδικασιών μοντελοποίησης και δεν μπορούν να εφαρμόσουν διδασκαλίες βασισμένες στα μοντέλα μέσα στην τάξη (Πετρίδου 2008).

Αναγνωρίζουν ότι ο κύκλος του νερού είναι ένα σύστημα προσπαθώντας να το εντάξουν στον ορισμό που έδωσαν για τα συστήματα. από την ανάλυση όμως των ερωτηματολογίων και των συνεντεύξεων προκύπτει ότι ενώ αναγνωρίζουν ποικίλες διαδικασίες και στοιχεία του κύκλου του νερού δεν τα τοποθετούν σε ένα συνεκτικό πλαίσιο. Έχουν δυσκολία στο να αντιληφθούν τις κυκλικές διαδικασίες που συμβαίνουν μέσα στον κύκλο του νερού. Υπεραπλοποιούν τον κύκλο του νερού από τα σύννεφα στη θάλασσα (Ben-zvi-Assarf, Orion, 2005; Cardak, 2009).

Έχουν παρανοήσεις που αφορούν τα υπόγεια νερά (Fetherstonhaugh, Bezzi, 1992; Agelidou et al, 2001) και τη συνεισφορά των ανθρώπων στον κύκλο του νερού (Ben-zvi-Assaraf, Orion, 2005).

Η έρευνα ανέδειξε την σημασία των οπτικών αναπαραστάσεων στη διδασκαλία του κύκλου του νερού αλλά ταυτόχρονα και τα προβλήματα που αυτά μπορούν να δημιουργήσουν. Στα σχολικά βιβλία τα διαγράμματα που απεικονίζουν τον κύκλο του νερού φαίνεται να μη λαμβάνουν υπόψη τις αντιλήψεις των μαθητών, απεικονίζουν τον κύκλο με ορεινές περιοχές, ακτές και ωκεανούς ενώ πολλές φορές περιλαμβάνουν διαφορετικά ή επιπρόσθετα στοιχεία από αυτό που λέν τα συνοδευτικά κείμενα που μπορούν να οδηγήσουν σε παρανοήσεις (Shepardson, et al, 2009; Stillings, 2012). Η έλλειψη πολλαπλών διαγραμμάτων που να αναπαριστούν το ίδιο φαινόμενο αλλά και να αναδεικνύουν διαφορετικές πτυχές του οδηγεί στην παραγωγή στερεότυπων αντιλήψεων και στη συγκρότηση ελλιπών νοητικών μοντέλων.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ανάλυση των ερωτηματολογίων και των συνεντεύξεων οδηγεί στα παρακάτω συμπεράσματα που συγκλίνουν και συμπληρώνουν αυτά της διεθνούς βιβλιογραφίας:

Δεν μπορούν να δώσουν ένα συνεπή ορισμό για το τι είναι επιστημονικό μοντέλο.

Τα διαγράμματα συχνά ερμηνεύονται κατά γράμμα. Δεν γίνονται αντιληπτά ως αναπαραστάσεις που εστιάζουν σ' ένα μικρό κομμάτι της πραγματικότητας.

Αναγνωρίζουν ποικίλες διαδικασίες και στοιχεία του κύκλου του νερού αλλά δεν τα τοποθετούν σε ένα συνεκτικό πλαίσιο.

Δεν αναγνωρίζουν τον άνθρωπο ως μέρος του κύκλου αλλά μόνο ως καταναλωτή του νερού που υπάρχει στη φύση.

Έχουν δυσκολίες στο να εξηγήσουν τις υπόγειες διαδικασίες.

Τα νέα στοιχεία που προκύπτουν από αυτή την έρευνα είναι:

Οι φοιτητές αντιλαμβάνονται την έννοια του συστήματος χωρίς να είναι σε θέση να δώσουν ένα σαφή ορισμό και να αναφερθούν στα βασικά χαρακτηριστικά τους.

Αναγνωρίζουν ότι ο κύκλος του νερού είναι ένα σύστημα αλλά δεν μπορούν να αιτιολογήσουν επαρκώς το γιατί. Οι απαντήσεις τους είναι περισσότερο διαισθητικές.

Θεωρούν ότι μια αναπαράσταση του κύκλου του νερού είναι ένα μοντέλο αλλά οι γνώσεις τους για τα μοντέλα δεν επαρκούν για να αιτιολογήσουν με πληρότητα την απάντησή τους.

Έχουν δυσκολία στο να αντιληφθούν τις κυκλικές διαδικασίες του υδρολογικού συστήματος που υπάρχουν στο διάγραμμα.

Το τυπικό διάγραμμα του κύκλου του νερού που δόθηκε στους φοιτητές δεν τους βοήθησε αρκετά ώστε να οργανώσουν τις γνώσεις που ήδη κατείχαν για τον κύκλο του νερού σε ένα ενιαίο πλαίσιο και δεν τους βοήθησε στο να αντιληφθούν τις αλληλεπιδραστικές σχέσεις που αναπτύσσονται μέσα στο σύστημα.

Αναγνωρίζουν την ηλιοφάνεια ως τη γενεσιουργό αιτία του κύκλου. Αυτό το στοιχείο της έρευνάς μας έρχεται σε αντίθεση με τα αποτελέσματα έρευνας που έγινε σε φοιτητές και οι οποίοι δεν λαμβάνουν υπόψη τον ήλιο ως την αιτία που καθοδηγεί τον υδρολογικό κύκλο (Cardak, 2009).

Με δεδομένο ότι οι μαθητές ζουν σε ένα κόσμο που κυβερνιέται από σύνθετα συστήματα τα οποία είναι δυναμικά, αυτοοργανωμένα και συνεχώς μεταβαλλόμενα (Jacobson & Wilensky, 2006; Lesh, 2006) τα προγράμματα σπουδών θα πρέπει να δώσουν έμφαση στην μελέτη των συστημάτων και στην ανάπτυξη δεξιοτήτων συστημικής σκέψης, ώστε οι μαθητές να μπορούν να ενσωματώνουν τις γνώσεις που αποκτούν σ' ένα ενιαίο πλαίσιο και να κατανοούν σύνθετα φαινόμενα.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Agelidou, E., Balafoutas, G., Gialamas, V. (2001). Interpreting how third grade junior high school students represent water, *International Journal of Education and Information*, v.20, p 19-36

Bar, V. (1989). Children's views about the water cycle, *Science Education*, v.73, p.481-500

Bar, V., Galili, L. (1994). Stages of children's views about evaporation, *International Journal of Science Education*, v.16, p. 157-174

Bar, V., Travis, A.S. (1991). Children's views concerning phase changes, *Journal of Research in Science Teaching*, v. 28, p 363-382

Benchmarks for Science Literacy (2000). In <http://www.project2061.org/publications/bsl/online/bolintro.htm>

Ben-zvi-Assaraf, O., Orion, N. (2005). A Study of Junior High Students' Perceptions of the Water Cycle, *Journal of Geoscience Education*, v.53, n.4, p.366-373

Ben-zvi-Assaraf, O., Orion, N. (2001). Studying the Water Cycle in an Environmental Context: The "Blue Planet" Program. In Valanides, N.(ed) (2001) *Proceedings of the 1st IOSTE Symposium in Southern Europe - Science and Technology Education: Preparing Future Citizens*. Nicosia, Cyprus (April 29-May 2), Imprida Ltd, v 1, p.385-389

Booth Sweeny, L. (2000). Bathtub dynamics: Initial results of a systems thinking inventory. website: <http://web.mit.edu/jsterman/www/bathtub.pdf>.

- Brody, M. (1993). Student Understanding of water and water Resources: A Review of the Literature, paper presented at the annual Meeting of The American Educational Research Association, Atlanta, Eric, ED 361 230
- Cardak, O., (2009). Science students' Misconceptions off the Water Cycle According to their Drawings, *Journal of Applied Sciences*, 9 (5),p. 865-873
- Dove, J. E., Euerett, L.A.,Preece, P. F. W. (1999). Exploring a hydrological concept through children's drawing. *International Journal of Science Education*, v.21, p. 485-497
- Fetherstonhaugh, A., Bezzi, A.(1992). Public knowledge and private understanding: Do they match?, An example with the water cycle, Paper presented at the 29th International Geological Congress, Kyoto, Japan
- Hmelo-Silver, C.E., Marathe, S., & Liu, L. (2007). Fish swim, rocks sit, and lungs breathe: Expert–novice understanding of complex systems. *The journal of The Learning Science*, 16, 307–331.
- Henriques, L., (2002). Children's Ideas About Weather: A Review of the Literature. *School Science and Mathematics*, v 102(5), pp202-215.
- Jacobson, M.J., & Wilensky, U. (2006). Complex systems in education: Scientific and educational importance and implications for the learning sciences. *The Journal of the Learning Sciences*, 15(1),11–34.
- Jonson, P. (1998a). Children's understanding of changes of state involving the gas state. Part 1:Boiling water and the particle theory, *International Journal of Science Education*, v. 20, n5, p.567-583
- Jonson, P. (1998b). Children's understanding of changes of state involving the gas state. Part 2: Evaporation and condensation below boiling point, *International Journal of Science Education*, v. 20, n6,p.695-709
- Kali, Y., Orion, N., Elyon, B., (2003). The effect of knowledge integration activities on students' perception of the earth's crust as a cyclic system, *Journal of Research in Science Teaching*, v.40, p. 545-565
- Kates, R. W., Katz, C. (1997). The hydrological cycle and the wisdom of the child. *The Geographical Review*, 67 (1), pp 51-62
- Lesh, R. (2006). Modeling students modeling abilities: The teaching and learning of complex systems in education. *The Journal of the Learning Sciences*, 15, 45–52.
- National Research Council. (1996). National science education standards. Washington, DC.: National Academy Press
- New Zealand Council for Educational Research (2007). In: http://arb.nzcer.org.nz/supportmaterials/science/water_cycle_research.php
- Osborne, R.J., & Cosgrove, M.M. (1983). Children's conceptions of the changes of state of water. *Journal of Research in Science Teaching*, 20,pp 825-838.
- Ossimitz, G., (2000). Teaching system dynamics and systems thinking in Austria and Germany. *Proceedings of the 18th International Conference of the System Dynamics Society*, Bergen, Norway.
- Patterson, L.A. and Harbor, J.M. (2005). Using assessment to evaluate and improve inquiry-based geoenvironmental science activities: case study of a middle school watershed E. coli investigation, *Journal of Geoscience Education*, v.53, n.2, p. 204-214
- Piaget, J. (1951). *The child's conception of the world*. Savage, MA: Littlefield Adams Quality Paperbacks
- Russell, T. & Watt, D. (1990). *Evaporation and Condensation* (Primary Space Project Research Report). Liverpool University Press.
- Shepardson, D. P., Harbor, J., Wee, B. (2005). Water Towers, Pump Houses, and Mountain Streams: Students' Ideas about Watersheds, *Journal of Geoscience Education*, v. 53, n. 4, p. 381-386
- Shepardson, D., Wee, B., Priddy, M., Schellenberger, L., Harbor, J. (2009). Water Transformation and Storage in the Mountains and at the Coast: Midwest students' disconnected conceptions of the hydrologic cycle, *International Journal of Science Education*, Vol. 31, No. 11, pp. 1447–1471

Stillings, N., (2012). Complex Systems in the geosciences learning, in: Kastens, K.A. and Manduca, C.A., (eds), *Earth and Mind II: A synthesis of Research on thinking and Learning in the Geoscience*. Geological Society of America, Special Paper 486

Taiwo, A. A., Ray, H., Motswiri, M. J., & Masene, R. (1999). Perceptions of the water cycle among primary school children in Botswana. *International Journal of Science Education*, 21(4),413–429.

Διάγραμμα του κύκλου του νερού, διαθέσιμο στο: http://5niptrip.blogspot.gr/2012/10/blog-post_18.html, ημερομηνία πρόσβασης 29/7/2014

Λαμπρινός Ν., Ρέλλου Μ. (2011). Η εξάτμιση και υγροποίηση ως φαινόμενα του κύκλου του νερού στη φύση. Πρακτικά 7^{ου} Πανελλήνιου Συνεδρίου της ΚοΔιΦΕΕΤ, με θέμα «Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση», σελ. 958-966, 15-18 Απριλίου 2010, Αλεξανδρούπολη.

Πετρίδου, Ε., (2008). Ανάπτυξη, εφαρμογή και διερεύνηση προσομοιωμένων μοντέλων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, ανέκδοτη διδακτορική διατριβή, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης ΑΠΘ

ΦΕΚ 304, τ. Β, 13-3-2003. *Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών (Δ.Ε.Π.Π.Σ.) και Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών (Α.Π.Σ.) Δημοτικού – Γυμνασίου*, Εθνικό Τυπογραφείο