

Ένα παράδειγμα συμβολής των ΤΠΕ στη διδασκαλία Περιβαλλοντικών Επιστημών: διερευνητικές δραστηριότητες για τη διδασκαλία του ανέμου

Α. Μανδρίκας¹, Α. Χαλκίδης², Α. Σαριδάκη³

¹ Δάσκαλος, Μ. Ed., Υπ. Διδάκτορας Περιβαλλοντικών Επιστημών
amandrik@otenet.gr

² Φυσικός, Εκπαιδευτικός Πληροφορικής, Δρ ΤΠΕ στην Εκπαίδευση
achalkid@primedu.uoa.gr

³ Φυσικός, Μ. Sc Ηλεκτρονικού Αυτοματισμού, Εκπαιδευτικός Πληροφορικής
saridaki@sch.gr

Πανεπιστήμιο Αθηνών, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Εργαστήριο Διδακτικής & Επιστημολογίας Φυσικών Επιστημών και Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας

Περίληψη

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται μια πρόταση για τη διδασκαλία περιβαλλοντικών επιστημών με τη χρήση πειραμάτων και ΤΠΕ σε υποψηφίους εκπαιδευτικούς. Πρόκειται για μια δομημένη συλλογή διερευνητικών δραστηριοτήτων που υποστηρίζονται από ΤΠΕ για τη διδασκαλία μετεωρολογικών φαινομένων και ειδικότερα της έννοιας του ανέμου. Παρουσιάζεται το περιεχόμενο της διδακτικής ακολουθίας καθώς και το πλαίσιο αξιοποίησης των ΤΠΕ (πολυμέσα - διαδίκτυο) σε αυτή. Τέλος, αναφέρονται τα πρώτα ενδεικτικά αποτελέσματα της εφαρμογής της διδακτικής ακολουθίας, που σχετίζονται με τη χρήση των ΤΠΕ.

Λέξεις κλειδιά: περιβαλλοντικές επιστήμες, μετεωρολογικοί χάρτες, άνεμος

1. Εισαγωγή

Οι Περιβαλλοντικές Επιστήμες αποτελώντας ένα διεπιστημονικό αντικείμενο φιλοδοξούν να ενσωματώσουν τον ορθολογισμό των Φυσικών Επιστημών με την κοινωνική ευαισθησία και το αξιακό φορτίο της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (Σκορδούλης & Σωτηράκου, 2005). Τελευταία, πέρα από τη διδασκαλία των Περιβαλλοντικών Επιστημών στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, γίνονται προτάσεις για την εισαγωγή τους στα προγράμματα σπουδών της υποχρεωτικής εκπαίδευσης σε πολλές χώρες (Edelson, 2007). Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η προσπάθεια για την επιμόρφωση υποψηφίων και εν ενεργεία εκπαιδευτικών στις Περιβαλλοντικές Επιστήμες (Comeaux & Huber, 2001; Bell et al., 2003).

Οι ΤΠΕ μπορούν χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση της διδασκαλίας περιβαλλοντικών θεμάτων διαδραματίζοντας ένα σημαντικό ρόλο στη διδακτική πρακτική των Περιβαλλοντικών Επιστημών, αφού έχει καταδειχθεί η αποτελεσματικότητα των μοντελοποιήσεων, των αναπαραστάσεων και των προσομοιώσεων στη διερεύνηση και την κατανόηση πολύπλοκων φυσικών και βιομηχανικών διεργασιών. Η εφαρμογή του κατάλληλου εκπαιδευτικού λογισμικού παρέχει στους εκπαιδευόμενους δυνατότητες αλληλεπίδρασης και άμεσης ανατροφοδότησης, εργασίας με τους δικούς τους ρυθμούς μάθησης, δοκιμαστικής παρέμβασης και πειραματισμού με το μαθησιακό υλικό, σύνδεσης με άλλα εποπτικά μέσα και με δίκτυα πληροφοριών (Ράπτης & Ράπτη, 2003). Επιπλέον, η χρήση του διαδικτύου προσφέρει τη δυνατότητα άμεσης ενημέρωσης και πληροφόρησης μέσω αναζήτησης περιβαλλοντικής πληροφορίας σε βάσεις δεδομένων, δυνατότητα που συμβάλλει ουσιαστικά στην εκπλήρωση των εκάστοτε διδακτικών στόχων (Moore & Huber, 2001).

2. Κριτήρια επιλογής θέματος

Σημαντικό μέρος των Περιβαλλοντικών Επιστημών αποτελεί η διαπραγμάτευση μετεωρολογικών φαινομένων καθώς βρίσκονται στην επικαιρότητα οι κλιματικές αλλαγές με πρώτο δείγμα εμφάνισης τα ακραία καιρικά φαινόμενα. Εξάλλου, ο καιρός επηρεάζει με πολλούς τρόπους τη ζωή των ανθρώπων, ενώ οι μετεωρολογικοί χάρτες συναντώνται στην τηλεόραση, στις εφημερίδες και στο διαδίκτυο. Επομένως, θέματα σχετικά με τον καιρό περιλαμβάνονται στον επιστημονικό εγγραμματισμό των πολιτών και ειδικά των υποψηφίων εκπαιδευτικών/φοιτητών ΠΤΔΕ. Ως αντικείμενο της διδακτικής πρότασης επιλέχθηκε η διδασκαλία του ανέμου με κριτήρια:

- το ρόλο του ανέμου ως θεμελιώδους διαδικασίας στην κατανομή της ενέργειας στον πλανήτη & ως αιτίας φυσικών καταστροφών (Φλόκας, 1992; Miller, 1999).)
- τη δεσπόζουσα θέση που κατέχει στην άμεση προσωπική εμπειρία κάθε ατόμου σε καθημερινή βάση (Polito et al., 2008)
- τη συμβολή του ανέμου στη διάχυση των ατμοσφαιρικών ρύπων (Papadimitriou & Londridou, 2001)
- τη δυσκολία προσδιορισμού της διεύθυνσης και της έντασης του ανέμου μεταξύ άλλων μετεωρολογικών εννοιών από υποψήφιους εκπαιδευτικούς/φοιτητές ΠΤΔΕ που καταγράφηκε στην πιλοτική φάση της έρευνας (Μανδρίκας κ.ά., 2008).

Επιβεβαίωση των επιλογών αποτελεί και το αυξημένο ενδιαφέρον για την εισαγωγή σχετικών θεμάτων σε προγράμματα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης στην Ελλάδα, όπως καταδεικνύεται από την παραγωγή σχετικού εκπαιδευτικού υλικού (ΚΠΕ Στυλίδας, 2005; ΚΠΕ Μακρινίτσας, 2007) και τη δημιουργία Εθνικού Θεματικού Δικτύου Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης με θέμα «Κλιματική Αλλαγή – Ακραία καιρικά φαινόμενα» (Παπαγεωργίου κ. ά., 2008)

3. Θεωρητικό υπόβαθρο

Η Μετεωρολογία εντάσσεται στις Φυσικές Επιστήμες, ωστόσο λόγω του διεπιστημονικού της χαρακτήρα το αντικείμενό της αποτελεί μέρος των Περιβαλλοντικών Επιστημών. Στη διεθνή βιβλιογραφία καταγράφονται προτάσεις για μετρήσεις μετεωρολογικών παραμέτρων και αλληλοενημέρωση ομάδων μέσω διαδικτύου (Mesarch et al., 2000) και για αναζήτηση και χρήση μετεωρολογικών δεδομένων από εξειδικευμένους φορείς στο διαδίκτυο (Kahl, 2001). Αρκετές διδακτικές παρεμβάσεις βασίζονται σε ειδικό λογισμικό (Fishman & D' Amico, 1994; Mioduser et al., 1998; Whittaker & Ackerman, 2002). Περιορισμένες είναι οι προτάσεις για τη διδασκαλία μετεωρολογικών εννοιών που εμπλέκουν την ανάγνωση μετεωρολογικών χαρτών (Samson & Songer, 2000). Τέλος, δεν εντοπίσαμε πρόταση που να συσχετίζει την επίδραση των μετεωρολογικών συνθηκών και ειδικά του ανέμου στην αύξηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, ειδικά όταν παρατηρείται θερμοκρασιακή αναστροφή και θαλάσσια & απόγεια αύρα.

Ελάχιστες είναι διεθνώς οι έρευνες για τις αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με καιρικά φαινόμενα. Σε γενικές γραμμές διαπιστώνεται ότι μαθητές τριών διαφορετικών ηλικιακών επιπέδων δυσκολεύονται να εξηγήσουν πώς δημιουργείται ο άνεμος (Stepans & Kuehn, 1985; Aron et al., 1994; Dove, 1998). Οι απόψεις που εκφράζουν επηρεάζονται από τις αισθήσεις τους, από τα μέσα ενημέρωσης και από ωφελμιστικές θεωρήσεις (Spiropoulou et al., 1999; Papadimitriou & Londridou, 2001). Επίσης έχουν καταγραφεί παρανοήσεις μαθητών και φοιτητών σχετικά με τα σύμβολα ενός μετεωρολογικού χάρτη (Henriques, 2002; Polito et al., 2008).

Λαμβάνοντας υπόψη τα πορίσματα και τις προτάσεις των ερευνητών αναπτύξαμε μια διδακτική ακολουθία για την εκπαίδευση υποψηφίων εκπαιδευτικών/φοιτητών διαφόρων εξαμήνων του ΠΤΔΕ Πανεπιστημίου Αθηνών σχετική με μετεωρολογικά φαινόμενα και ειδικότερα με την έννοια του ανέμου με τη χρήση διερευνητικών προσεγγίσεων μέσω πειραμάτων και με την υποστήριξη ΤΠΕ.

4. Η διδακτική ακολουθία: στόχοι, μεθοδολογία, περιεχόμενο

Η προτεινόμενη διδακτική ακολουθία για τη διδασκαλία του ανέμου σε υποψήφιους εκπαιδευτικούς έχει ως στόχους:

- την απόκτηση βασικών γνώσεων για τον τρόπο δημιουργίας του ανέμου
- την απόκτηση δεξιοτήτων για τον προσδιορισμό της διεύθυνσης και της έντασης των ανέμων σε ένα μετεωρολογικό χάρτη
- την απόκτηση δεξιοτήτων για την επίλυση προβλημάτων σχετικών με τον καιρό και ειδικότερα με τον άνεμο.

Η μεθοδολογία με βάση την οποία υλοποιείται η προτεινόμενη διδακτική ακολουθία είναι σε γενικές γραμμές η καθοδηγούμενη διερεύνηση (guided inquiry) (βλ. Minstrell & Van Zee, 2000). Η συστηματική παρατήρηση, η διατύπωση υποθέσεων, ο πειραματισμός, η συλλογή, οργάνωση & επεξεργασία δεδομένων, η συσχέτιση παραγόντων, η διατύπωση συμπερασμάτων αποτελούν σταθερά βήματα της διερευνητικής μεθόδου, η οποία οδηγεί στην επίλυση του προβλήματος. Το μοντέλο διερευνητικής μάθησης που ακολουθούμε είναι το Learning-for-Use, το οποίο αποτελείται από τρία βήματα: διαπίστωση ανάγκης για

νέα γνώση, οικοδόμηση νέας γνώσης, αναδιοργάνωση γνωστικών δομών και στηρίζεται στην πρόκληση ενδιαφέροντος, την άμεση εμπειρία, την επικοινωνία και την εφαρμογή (Edelson, 2001).

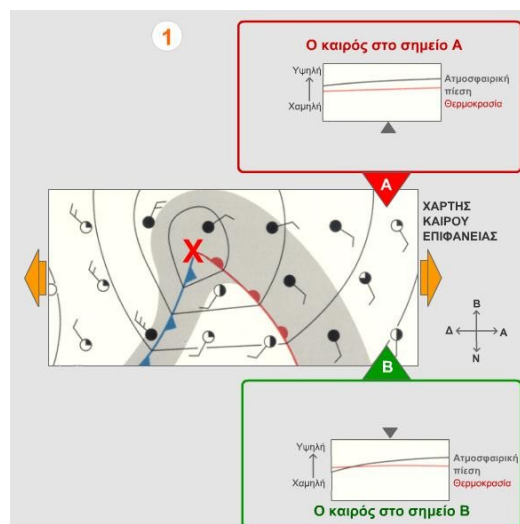
Η διδακτική ακολουθία για τη διδασκαλία του ανέμου χρησιμοποιεί ως διδακτικά μέσα την εκτέλεση πειραμάτων, τη χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού, την αναζήτηση πραγματικών δεδομένων στο διαδίκτυο, τη συμπλήρωση κατάλληλων φύλλων εργασίας και την πραγματοποίηση συζητήσεων στην ολομέλεια της ομάδας των εκπαιδευομένων. Η διδακτική ακολουθία συγκροτείται από τρία μέρη:

Στο πρώτο μέρος τίθενται για τους υποψήφιους εκπαιδευτικούς τρεις στόχοι: α) να εξηγούν τη δημιουργία του ανέμου με βάση τις διαφορές ατμοσφαιρικής πίεσης β) να εξηγούν τη δημιουργία των μετώπων καιρού γ) να εξηγούν τη δημιουργία της θερμοκρασιακής αναστροφής. Για την επίτευξη αυτών των στόχων χρησιμοποιούνται:

- πολυμεσική εφαρμογή – κορμός με βασική πληροφορία για τη δημιουργία περιοχών με χαμηλή και υψηλή ατμοσφαιρική πίεση, για τις ισοβαρείς καμπύλες και τα βαρομετρικά συστήματα
- τρεις πειραματικές δραστηριότητες με τη βοήθεια ειδικών συσκευών
- ένα ψηφιακό animation σε μορφή flash για τη δημιουργία του ανέμου (http://www.phys.ufl.edu/~matchev/MET1010/notes/ActiveFigures/A_54_files/A_54.swf)
- ένα ψηφιακό animation σε μορφή animation για τη δημιουργία του φαινομένου της θερμοκρασιακής αναστροφής (<http://www.airinfonow.com/html/activities.html>)
- μικρή αλληλεπιδραστική δραστηριότητα τύπου flash για τη μελέτη του υδρολογικού κύκλου.

Στο δεύτερο μέρος τίθενται για τους υποψήφιους εκπαιδευτικούς τρεις στόχοι: α) να αναγνωρίζουν τα σύμβολα των ανέμων β) να διακρίνουν τα στοιχεία του ανέμου πάνω σε μετεωρολογικούς χάρτες γ) να αναζητούν μετεωρολογικό δελτίο και να καταγράφουν σωστά τα στοιχεία του ανέμου σε αυτό. Για την επίτευξη αυτών των στόχων χρησιμοποιούνται:

- τα σχετικά μετεωρολογικά όργανα (πυξίδα, ανεμοδείκτης, ανεμόμετρο)
- πολυμεσική εφαρμογή – κορμός με βασική πληροφορία για τα βαρομετρικά συστήματα και τη διάταξη των ανέμων γύρω από αυτά, για τη σχέση της έντασης του ανέμου με τις ισοβαρείς καμπύλες και για την κίνηση των βαρομετρικών συστημάτων στα μεσαία γεωγραφικά πλάτη από τα δυτικά προς τα ανατολικά
- εφαρμογή τύπου flash με κινούμενους μετεωρολογικούς χάρτες για τον προσδιορισμό της έντασης και της διεύθυνσης του ανέμου σε διάφορες γεωγραφικές θέσεις σε σχέση με τα βαρομετρικά συστήματα (εικόνα 1)
- ένα ψηφιακό animation σε μορφή flash για τον εντοπισμό της φοράς των ανέμων (<http://www.usatoday.com/weather/tg/whighp/whighp.htm>)



Εικόνα 1: Η εφαρμογή κινούμενων μετεωρολογικών χαρτών

- μικρή αλληλεπιδραστική δραστηριότητα τύπου flash για τη συσχέτιση της ατμοσφαιρικής πίεσης και των ανέμων
- μετεωρολογικοί χάρτες από καθημερινές εφημερίδες

- τρεις ιστοσελίδες που παρέχουν δελτίο καιρού, της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (ΕΜΥ), του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (ΕΑΑ) και του Ελληνικού Κέντρου Θαλασσιών Ερευνών (ΕΛΚΕΘΕ).

Στο τρίτο μέρος τίθενται για τους υποψήφιους εκπαιδευτικούς τρεις στόχοι: α) να συσχετίζουν τον άνεμο με την ατμοσφαιρική ρύπανση β) να παίρνουν αποφάσεις με βάση τις γνώσεις και δεξιότητές τους για τον άνεμο γ) να πληροφορούνται έγκυρα για την πρόβλεψη ακραίων καιρικών φαινομένων και για τους τρόπους προστασίας των πολιτών από αυτά.

Για την επίτευξη αυτών των στόχων χρησιμοποιούνται:

- δραστηριότητες επίλυσης προβλημάτων με βάση πραγματικά δεδομένα
- μικρή αλληλεπιδραστική δραστηριότητα τύπου flash, για την ταξινόμηση των καιρικών παραμέτρων ανάλογα με τη συμβολή τους στην ατμοσφαιρική ρύπανση
- στοιχεία της ιστοσελίδας του ΥΠΕΧΩΔΕ και συγκεκριμένα τα διαγράμματα που ονομάζονται «τριαντάφυλλα ρύπανσης»
- χάρτης της Αττικής για τη μελέτη της επίδρασης της τοπογραφίας στην ατμοσφαιρική ρύπανση και μετεωρολογικοί χάρτες από εφημερίδες
- δυο ιστοσελίδες για επικίνδυνα καιρικά φαινόμενα (του Πανευρωπαϊκού Συστήματος Προειδοποίησης και της Γ. Γ. Πολιτικής Προστασίας).

5. Η συνεισφορά των ΤΠΕ στη διδακτική ακολουθία

Η διδακτική ακολουθία έχει τη μορφή μικρών διαδοχικών δραστηριοτήτων, τις οποίες διεκπεραιώνουν οι εκπαιδευόμενοι συμπληρώνοντας το ανάλογο φύλλο εργασίας. Αποτελεί δηλαδή μια αλληλουχία μικρο-ενοτήτων, που ακολουθούν υποχρεωτικά ή μια την άλλη και διαπραγματεύονται στοιχειώδεις διδακτικές μονάδες.

Οδηγό σε αυτή την προσεκτικά δομημένη πορεία αποτελεί πολυμεσική εφαρμογή – κορμός, προσφέροντας τα πλεονεκτήματα της οπτικοποίησης των εννοιών, της προσαρμογής στο ρυθμό μάθησης κάθε ομάδας και της ενιαίας αισθητικής και λειτουργικότητας. Η εφαρμογή αυτή δηλαδή αποτελεί το «όχημα» πάνω στο οποίο είναι «δεμένες» οι δραστηριότητες. Πρόκειται για μια βασική πολυμεσική παρουσίαση πληροφορίας με παράλληλο συντονισμό δραστηριοτήτων (με χρήση ή όχι λογισμικού) και με ποικιλία βαθμού αλληλεπίδρασης.

Για την ανάπτυξη της χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Microsoft Power Point το οποίο δεν αξιοποιήθηκε ως λογισμικό παρουσίασης αλλά ως πρόγραμμα δημιουργίας πολυμεσικής εφαρμογής. Το πρόγραμμα αυτό προκρίθηκε έναντι άλλων συγγραφικών εργαλείων, λόγω της διάδοσής του, λόγω της πρόβλεψης για τη μακροχρόνια υποστήριξή του και λόγω της δυνατότητας εύκολων επεμβάσεων στο μέλλον, χωρίς να απαιτείται η γνώση της χρήσης εξειδικευμένων εργαλείων.

Η τελική επιλογή της σειριακής πλοήγησης συνάδει με τη γενικότερη λογική της διδακτικής ακολουθίας, αποτελεί δε κατάληξη από προηγούμενες εκδοχές με ιεραρχική και δικτυωτή σχεδίαση.

Βασικό διδακτικό μέσο του δεύτερου μέρους της διδακτικής ακολουθίας αποτελεί μια εφαρμογή αναπτυγμένη με το λογισμικό Macromedia flash με κινούμενους μετεωρολογικούς χάρτες, η οποία προσομοιώνει τον τρόπο με τον οποίο κινούνται τα βαρομετρικά συστήματα. Περιέχει διαγράμματα θερμοκρασίας και ατμοσφαιρικής πίεσης και σύμβολα καιρού για τον προσδιορισμό της έντασης και της διεύθυνσης του ανέμου σε διάφορες γεωγραφικές θέσεις σε σχέση με τα βαρομετρικά συστήματα. Εκτός από τη συμπλήρωση πίνακα δεδομένων στη συγκεκριμένη δραστηριότητα, οι εκπαιδευόμενοι μπορούν να τη χρησιμοποιούν ως πρότυπο για να κάνουν διαγνώσεις ή και προγνώσεις καιρού, όταν αυτό τους ζητείται για μετεωρολογικό χάρτη από καθημερινή εφημερίδα. Η εφαρμογή αυτή σχεδιάστηκε να είναι ιδιαίτερα απλή στη χρήση, υπέστη δε σταδιακά αντίστοιχη απλοποίηση με αυτήν της εφαρμογής κορμού, και απογυμνώθηκε από όλα τα μη απαραίτητα στοιχεία, για να μειωθεί το γνωστικό φορτίο και τα περιθώρια αποπροσανατολισμού των εκπαιδευόμενων, έτσι ώστε αυτοί να εστιάζουν μόνο στα απαραίτητα χαρακτηριστικά των χαρτών.

Οι άλλες εφαρμογές τύπου flash χρησιμεύουν ως επιμέρους δραστηριότητες και έχουν τη μορφή απλών παιχνιδιών. Οι εκπαιδευόμενοι σύρουν λέξεις ή αριθμούς για να τους βάλουν στη σωστή τους θέση σε έναν πίνακα, μοντέλο ή χάρτη. Η δυνατότητα ελέγχου της απάντησης τους προσφέρει ανατροφοδότηση και τους προτρέπει να συζητήσουν και να καταλήξουν σε συμπεράσματα για τις έννοιες που μελετούν σε κάθε εφαρμογή.

Το διαδίκτυο προσφέρει μοναδικές υπηρεσίες στη συγκεκριμένη διδακτική ακολουθία, καθώς εξορισμού η Μετεωρολογία βασίζεται στη γρήγορη μετάδοση των μετρήσεων διαφόρων μετεωρολογικών παραμέτρων παγκοσμίως και στη σύνταξη τοπικών μετεωρολογικών χαρτών. Στη εφαρμογή μας το διαδίκτυο προσφέρει σε τέσσερα σημεία:

- παρέχει τις εκπαιδευτικές εφαρμογές/δραστηριότητες που χρησιμοποιούνται συνεπικουρικά στις πειραματικές προσεγγίσεις
- παρέχει επίκαιρα πραγματικά δεδομένα (π.χ. δελτίο καιρού και μετεωρολογικούς χάρτες από έγκυρους φορείς)
- διαθέτει αρχεία ιστορικών πραγματικών δεδομένων (π.χ τις ετήσιες εκθέσεις ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην Αθήνα, οι οποίες χρησιμοποιούνται για εκπαιδευτικούς σκοπούς)
- διαθέτει έγκυρες οδηγίες που συνδέονται με την καθημερινή ζωή (π.χ. οδηγίες προστασίας από ακραία καιρικά φαινόμενα από τις αρμόδιες εθνικές και διεθνείς υπηρεσίες).

Συνολικά, η χρήση του λογισμικού στην εφαρμογή μας είναι σχεδιασμένη για να υποστηρίξει τις εκπαιδευτικές δραστηριότητες, να καλύπτει μόνο εκπαιδευτικές ανάγκες που δεν καλύπτονται εύκολα με άλλο τρόπο (π.χ. αποτελεί βασική επιλογή να μην υποκατασταθούν πειράματα με αντίστοιχες προσομοιώσεις) και να αναδεικνύει νέες δυνατότητες. Το λογισμικό χρησιμοποιείται με φειδώ, δεν έχει σκοπό να εντυπωσιάσει και γενικά η χρήση του είναι μινιμαλιστική. Έχει γίνει ιδιαίτερη προσπάθεια το λογισμικό να χαρακτηρίζεται από οικονομία εκφραστικών μέσων και να είναι αισθητικά άρτιο, εύχρηστο και παιδαγωγικά λειτουργικό.

6. Ακαδημαϊκό πλαίσιο εφαρμογής - Αποτελέσματα

Η διδακτική ακολουθία εφαρμόστηκε κατά το χειμερινό εξάμηνο του ακαδημαϊκού έτους 2008-2009 στο πλαίσιο του κυμαινόμενου μαθήματος «Φυσικές Επιστήμες και Περιβάλλον – Εργαστηριακή προσέγγιση» σε εξήντα τέσσερις (64) υποψήφιους/ες δασκάλους/ες – φοιτητές/τριες του ΠΤΔΕ του Πανεπιστημίου Αθηνών, οι οποίοι είναι χωρισμένοι σε τέσσερα (4) τμήματα των δεκαέξι (16) ατόμων. Κάθε τμήμα παρακολούθησε ένα τρίωρο την εβδομάδα, για συνολικά τρεις εβδομάδες.

Από μια πρώτη ανάλυση των δεδομένων (η διαδικασία επεξεργασίας τους βρίσκεται σε εξέλιξη) προκύπτει ότι η χρήση των ΤΠΕ είχε θετική αποδοχή από τους εκπαιδευόμενους, οι οποίοι είναι γενικά εξοικειωμένοι με τη χρήση του υπολογιστή και του διαδικτύου. Ωστόσο, φαίνεται ότι δεν έχουν χρησιμοποιήσει συχνά εκπαιδευτικές εφαρμογές για την κατανόηση εννοιών και φαινομένων σε κανένα επίπεδο διδασκαλίας. Επίσης, στο διαδίκτυο δεν αναζητούν συχνά συγκεκριμένη πληροφορία ούτε ειδικά στοιχεία από βάσεις δεδομένων. Ήταν εντυπωσιακό ότι η πλειοψηφία των φοιτητών του δείγματος δεν είχε ποτέ επισκεφθεί τις συγκεκριμένες ιστοσελίδες για να διαβάσει ένα δελτίο καιρού.

Σε ό,τι αφορά τις εφαρμογές τύπου flash φαίνεται ότι δεν παρουσίασαν δυσκολίες στο χειρισμό ούτε ασάφειες στη λειτουργικότητα και ότι συνέβαλαν θετικά στην κατανόηση των μετεωρολογικών εννοιών τις οποίες αναπαριστούσαν. Ιδιαίτερη συμβολή στον προσδιορισμό της διεύθυνσης και έντασης του ανέμου είχε η εφαρμογή τύπου flash με τους κινούμενους μετεωρολογικούς χάρτες. Με τα πλεονεκτήματα της επαναληπτικότητας, του ελέγχου του ρυθμού μάθησης και της οπτικοποίησης μέσω συμβόλων η εφαρμογή καθοδήγησε τους φοιτητές στην ανάγνωση του μετεωρολογικού χάρτη. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα στη συνέχεια την επιτυχή ανάγνωση μετεωρολογικών χαρτών από τις εφημερίδες και το διαδίκτυο και ειδικά το σωστό προσδιορισμό της διεύθυνσης και της έντασης του ανέμου.

7. Επίλογος

Σύμφωνα με την πρώτη μελέτη των αποτελεσμάτων φαίνεται να επιτυγχάνονται σε ικανό βαθμό οι εκπαιδευτικοί στόχοι. Στον τρόπο δημιουργίας του ανέμου σημαντικό ρόλο παίζει η εφαρμογή λογισμικού, που επιλέχθηκε για εμπέδωση του σχετικού πειράματος. Το ίδιο ισχύει και για την εφαρμογή λογισμικού που αφορά το φαινόμενο της θερμοκρασιακής αναστροφής. Καταλυτικό ρόλο στον προσδιορισμό της έντασης και της διεύθυνσης του ανέμου είχε η εφαρμογή τύπου flash με τους κινούμενους μετεωρολογικούς χάρτες. Τέλος, η συσχέτιση του ανέμου με την ατμοσφαιρική ρύπανση, ο εντοπισμός δεδομένων για την επίλυση σχετικών προβλημάτων και η πληροφόρηση για προστασία από σχετικά επικίνδυνα φαινόμενα διευκολύνθηκε σε σημαντικό βαθμό από την αξιοποίηση του διαδικτύου.

Συμπερασματικά, η διδακτική ακολουθία που αναπτύχθηκε φαίνεται να συμβάλλει θετικά στη διαπραγμάτευση φαινομένων που έχουν ως επίκεντρο τον άνεμο και η συμβολή των ΤΠΕ σε αυτή φαίνεται αρκετά σημαντική.

Βιβλιογραφία

- Aron, R.H., Francek, M.A., Nelson, B.D. & Bisart, W.J. (1994). Atmospheric Misconceptions. *Science Teacher*, 61, 1, 30-33.
- Bell, C., Shepardson, D., Harbor, J., Klagges, H., Burgess, W., Meyer, J. & Leuenberger, T. (2003). Enhancing teachers' knowledge and use of inquiry through environmental science education. *Journal of Science Teacher Education*, 14, 1, 49-71.
- Comeaux, P. & Huber, R. (2001). Students as Scientists: Using Interactive Technologies and Collaborative Inquiry in an Environmental Science Project for Teachers and Their Students. *Journal of Science Teacher Education*, 12, 4, 235-252
- Dove, J. (1998). Alternative Conceptions about the Weather. *School Science Review*, 79 (289), 65-69.
- Edelson, D.C. (2001). Learning-for-Use: A Framework for the Design of Technology-Supported Inquiry Activities. *Journal of Research in Science Teaching*, 38, 3, 355-385.
- Edelson, D. C. (2007). Environmental Science for All? Considering Environmental Science for Inclusion in the High School Core Curriculum. *Science Educator*, 16, 1, 42-56.
- Fishman, B. & D'Amico, L. (1994). Which Way Will the Wind Blow? Networked Computer Tools for Studying the Weather. Paper presented at the *Conference on Educational Multimedia and Telecommunications*, Vancouver, B.C., pp. 209-216.
- Henriques, L. (2002). Children's Ideas about Weather: A Review of the Literature. *School Science and Mathematics*, 102, 5, 202-215.
- Kahl, J. D. W. (2001). Weather forecasting using the Internet. *The Science Teacher*, Feb 2001, 22-25.
- Mesarch, M. A., Meyer, S. J. & Gosselin, D. C.(2000). A Flexible K-12 Weather Data Collection and Education Program. *Electronic Journal of Science Education*, 5, 1, available in <http://unr.edu/homepage/crowther/ejse/mesarchetal.html>.
- Minstrell, J. & Van Zee, E. H. (eds) (2000). *Inquiring into Inquiry Learning and teaching in Science*. American Association for the Advancement of Science, Washington, DC.
- Mioduser, D., Venezky, R.L. & Gong, B. (1998). The Weather Lab: An Instruction-Based Assessment Tool Built From a Knowledge-Based System. *The Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 17, 2-3, 239-63.
- Moore, C. J. & Huber, R. A. (2001). Support for Environmental Education from the National Science Education Standards and the Internet. *The Journal of Environmental Education*, 32, 3, 21-25.
- Papadimitriou, V. & Londridou, P. (2001). A Cross-Age Study of Pupils' Conceptions Concerning the Movement of Air Masses in the Troposphere. In: *Science and Technology Education: Preparing Future Citizens. Proceedings of the IOSTE Symposium in Southern Europe* (1st, Paralimni, Cyprus, April 29-May 2).
- Polito, E., Tanner, K. D. & Monteverdi, J. P. (2008). Assessing middle school and college students' conceptions about tornadoes and other weather phenomena. Paper presented at the *24th Conference on Severe Local Storms*, Savannah, Georgia, October 26-30, available at <http://ams.confex.com/ams/pdfpapers/141857.pdf>.
- Samson, P. J. & Songer, N. B. (2000). Internet-Enabled Multimedia: An Argument for Alternatives to Browser-Based Learning Environments. Paper presented at the *Annual Meeting of the American Educational Research Association*, New Orleans, LA. April 2000.
- Spiropoulou, D., Kostopoulos, D. & Jacovides, C. P. (1999). Greek Children's Alternative Conceptions on Weather and Climate. *School Science Review*, 81 (294), 55-59.
- Stepans, J. & Kuehn, C. (1985). What research says: Children's conceptions of weather. *Science and Children*, 23, 1, 44-47.
- Whittaker, T.M. & Ackerman, S.A. (2002). Interactive Web-based learning with Java. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 83, 7, 970-975.
- ΚΠΕ Μακρινίτσας (2007). *Εισαγωγή στη Μετεωρολογία, Μια εκπαιδευτική προσέγγιση, Α. Βασικές έννοιες*. Μακρινίτσα, Επτάλοφος ABEE.
- ΚΠΕ Στυλίδας (2005). *Έχει ο καιρός γυρίσματα*. Στυλίδα.
- Μανδρίκας, Α., Χαλκίδης, Α., Σαριδάκη, Α. & Σκορδούλης, Κ. (2008). «Περιβαλλοντικές Επιστήμες: διδάσκοντας μετεωρολογικά φαινόμενα με τη χρήση μετεωρολογικών χαρτών – Μια πρόταση για την εκπαίδευση υποψηφίων εκπαιδευτικών». Εισήγηση στο *4ο Πανελλήνιο Συνέδριο της ΠΕΕΚΠΕ με θέμα «Προς την αειφόρο ανάπτυξη: Φυσικοί Πόροι, Κοινωνία, Περιβαλλοντική Εκπαίδευση»*, Ναύπλιο, 12-14/12/08.
- Miller, G.T. Jr (1999). *Βιώνοντας στο Περιβάλλον Ι – Αρχές Περιβαλλοντικών Επιστημών*. ΙΩΝ, Αθήνα.

- Παπαγεωργίου, Μ., Καραφέρη, Π. & Μανταφούνης, Α. (2008). «Κλιματική Αλλαγή – Ακραία καιρικά φαινόμενα» Εθνικό Δίκτυο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης. Εισήγηση στο 4ο Πανελλήνιο Συνέδριο της ΠΕΕΚΠΕ με θέμα «Προς την αειφόρο ανάπτυξη: Φυσικοί Πόροι, Κοινωνία, Περιβαλλοντική Εκπαίδευση», Ναύπλιο, 12-14/12/08.
- Ράπτης, Α, & Ράπτη, Α. (2003). *Μάθηση και Διδασκαλία στην Εποχή της Πληροφορίας*. Αθήνα.
- Σκορδούλης, Κ. & Σωτηράκου, Μ. (2005). *Περιβάλλον: Επιστήμη και Εκπαίδευση*. Leader Books, Αθήνα.
- Φλόκας, Α. (1992). *Μαθήματα Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας*. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.