



## Φυσικές Επιστήμες και Περιβάλλον: διδάσκοντας για τον άνεμο

**Μανδρίκας Α., Χαλκίδης Α., Σταύρου Δ., Σκορδούλης Κ.**

Πανεπιστήμιο Αθηνών, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Εργαστήριο Διδακτικής & Επιστημολογίας Φυσικών Επιστημών και Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας  
amandrik@otenet.gr, achalkid@primedu.uoa.gr, stadim@otenet.gr,  
kostas4skordoulis@gmail.com

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται μια διδακτική ακολουθία για τη διδασκαλία μετεωρολογικών φαινομένων και ειδικότερα της έννοιας του ανέμου με τη χρήση πειραμάτων, λογισμικού και του διαδικτύου. Στόχο της αποτελεί η κατανόηση του τρόπου δημιουργίας του ανέμου, η ανάπτυξη της δεξιότητας εντοπισμού των ανέμων στους μετεωρολογικούς χάρτες καθώς και η ανάπτυξη της ικανότητας επίλυσης προβλημάτων για θέματα που σχετίζονται με την καθημερινή ζωή μέσω αναζήτησης της κατάλληλης πληροφορίας στο διαδίκτυο. Η διδακτική αυτή ακολουθία εφαρμόστηκε σε ομάδα υποψηφίων δασκάλων-φοιτητών του ΠΤΔΕ του Πανεπιστημίου Αθηνών κατά το χειμερινό εξάμηνο του ακαδημαϊκού έτους 2008-09 με ενθαρρυντικά αποτελέσματα.

### Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια διατυπώνονται όλο και περισσότερες προτάσεις για την εισαγωγή της περιβαλλοντικής συνιστώσας στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (Meichtry et al. 2001, Littledyke 2008). Στο πλαίσιο αυτό 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 (βλ. Σκορδούλης κ.ά. 2005, Carolan 2006, Carter 2007). Σημαντικό μέρος των Περιβαλλοντικών Επιστημών αποτελεί η διαπραγμάτευση μετεωρολογικών φαινομένων καθώς σχετίζονται :

- με φαινόμενα μετατροπής της ηλιακής και της γήινης ακτινοβολίας σε άλλες μορφές ενέργειας
- με τις κλιματικές αλλαγές, που αποτελούν το σημαντικότερο περιβαλλοντικό πρόβλημα του πλανήτη στην εποχή μας
- με τις ανθρώπινες απώλειες και καταστροφές, που προκαλούνται από τα ολοένα και συχνότερα εκδηλούμενα ακραία καιρικά φαινόμενα
- με τον καιρό, που επηρεάζει με πολλούς τρόπους την καθημερινή ζωή των ανθρώπων (ναυτιλία, αεροπλοΐα, γεωργία, τουρισμός κλπ)

Διεθνώς γίνεται μια σημαντική προσπάθεια για την επιμόρφωση των εν ενεργεία και των υποψηφίων εκπαιδευτικών στις Περιβαλλοντικές Επιστήμες (Comeaux et al. 2001, Veal et al. 2002, Bell et al. 2003, Constible et al. 2007). Ειδικότερα σχετικά με τα μετεωρολογικά φαινόμενα καταγράφονται στη διεθνή βιβλιογραφία προτάσεις για μετρήσεις μετεωρολογικών παραμέτρων και αλληλοενημέρωση ομάδων μέσω διαδικτύου (Lorson 1993, Mesarch et al. 2000) καθώς και για αναζήτηση & χρήση μετεωρολογικών δεδομένων από εξειδικευμένους φορείς στο διαδίκτυο (Brey 2000, Kahl 2001, Lee et al. 2003). Αρκετές διδακτικές παρεμβάσεις βασίζονται σε ειδικό λογισμικό (Gordin et al. 1996, Mioduser et al. 1998, Whittaker et al. 2002) και λιγότερες βασίζονται σε πειράματα (Ney et al. 1996, Frazier et al. 2007). Περιορισμένες είναι οι προτάσεις για τη διδασκαλία μετεωρολογικών εννοιών που εμπλέκουν την ανάγνωση



μετεωρολογικών χαρτών (Samson et al. 2000). Τέλος, από την εξεταζόμενη βιβλιογραφία, διαπιστώθηκε απουσία ερευνών που να συσχετίζουν την επίδραση των μετεωρολογικών συνθηκών και ειδικά του ανέμου στην αύξηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης (Miller 1999).

Επιπρόσθετα, έρευνες για τις αντιλήψεις των μαθητών για τον καιρό (Stepans et al. 1985, Aron et al. 1994, Dove 1998, Spiropoulou et al. 1999, Papadimitriou et al. 2001, Henriques 2002, Polito et al. 2008) δείχνουν ότι μαθητές κάθε ηλικίας δυσκολεύονται να εξηγήσουν πώς δημιουργείται ο άνεμος και διατηρούν παρανοήσεις σχετικές με επιστημονικές έννοιες που εξηγούν τη δημιουργία του. Επίσης, διατηρούν παρανοήσεις σχετικές με τα σύμβολα ενός μετεωρολογικού χάρτη, ενώ γενικά στις εξηγήσεις τους δεν χρησιμοποιούν τη γνώση που διδάσκονται στο σχολείο, αλλά επηρεάζονται από τις αισθήσεις, τα μέσα ενημέρωσης και από ωφελμιστικές θεωρήσεις.

Με βάση τα παραπάνω ερευνητικά δεδομένα και τις προτάσεις των ερευνητών αναπτύξαμε μια διδακτική ακολουθία για την εκπαίδευση υποψηφίων δασκάλων σχετική με μετεωρολογικά φαινόμενα και ειδικότερα με την έννοια του ανέμου, λόγω του ρόλου του ως θεμελιώδους διαδικασίας στην κατανομή της ενέργειας σε όλο τον πλανήτη και ως αιτίας φυσικών καταστροφών, της δεσπόζουσας θέσης που κατέχει στην άμεση προσωπική εμπειρία κάθε ατόμου σε καθημερινή βάση (Polito et al. 2008) καθώς και της συμβολής του στη διάχυση των ατμοσφαιρικών ρύπων (Papadimitriou et al. 2001). Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται η διδακτική ακολουθία και πρώτα αποτελέσματα από την εφαρμογή της σε φοιτητές του ΠΤΔΕ Πανεπιστημίου Αθηνών.

### **Στόχοι της έρευνας**

Η διδακτική ακολουθία αναπτύχθηκε με σκοπό να αποκτήσουν φοιτητές/υποψήφιοι δάσκαλοι βασικές γνώσεις για τον τρόπο δημιουργίας του ανέμου, να αποκτήσουν δεξιότητες προσδιορισμού της διεύθυνσης και της έντασης των ανέμων σε ένα μετεωρολογικό χάρτη και να επιλύουν προβλήματα σχετικά με τον καιρό και ειδικότερα με τον άνεμο. Η έρευνα που βασίζεται στην διδακτική ακολουθία που αναπτύχθηκε διερευνά:

- ποιες γνώσεις είχαν οι υποψήφιοι δάσκαλοι πριν από τη διδακτική ακολουθία για την έννοια του ανέμου
- ποιες δυσκολίες αντιμετώπισαν κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων
- σε ποιο βαθμό συνέβαλε η συγκεκριμένη διδακτική ακολουθία στην αντιμετώπιση αυτών των δυσκολιών

### **Η διδακτική ακολουθία**

Η διδακτική ακολουθία για τη διδασκαλία του ανέμου, βασίζεται στην εκτέλεση πειραμάτων, στη χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού και στην αναζήτηση πραγματικών δεδομένων στο διαδίκτυο. Οι εκπαιδευόμενοι κατά τη διδασκαλία συμπληρώνουν κατάλληλα φύλλα εργασίας και γίνεται συζήτηση στην ολομέλεια της ομάδας. Η διδακτική ακολουθία αποτελείται από τρία μέρη:

#### **Α΄ ΜΕΡΟΣ**

Στο πρώτο μέρος τίθενται για τους υποψήφιους δασκάλους τρεις στόχοι:

I. Να εξηγούν τη δημιουργία του ανέμου με βάση τις διαφορές ατμοσφαιρικής πίεσης (βλ. ενδεικτικά Φλόκας 1992, Σαχσαμάνογλου κ. ά. 1998, Lutgens et al 2007)

Αυτό επιδιώκεται με τη χρήση:

- πειράματος επίδειξης, που γίνεται με τη βοήθεια του μοντέλου ροής ρευστών (Sargent-Welsch WL1359J-01)

- εφαρμογής λογισμικού σε μορφή flash που παρέχεται στο διαδίκτυο στη διεύθυνση [http://www.phys.ufl.edu/~matchev/MET1010/notes/ActiveFigures/A\\_54\\_files/A\\_54.swf](http://www.phys.ufl.edu/~matchev/MET1010/notes/ActiveFigures/A_54_files/A_54.swf)
- παρουσίασης σε μορφή power point με βασική πληροφορία για τη δημιουργία περιοχών με χαμηλή και υψηλή ατμοσφαιρική πίεση, για τις ισοβαρείς καμπύλες, για τα βαρομετρικά συστήματα και για το βασικό κανόνα διεύθυνσης των ανέμων επιφανείας

II. Να εξηγούν τη δημιουργία των μετώπων καιρού με όρους ροής ρευστών

Αυτό επιδιώκεται με τη χρήση:

- πειράματος επίδειξης για τη δημιουργία των μετώπων καιρού με τη βοήθεια του μοντέλου ροής ρευστών (Sargent-Welsch WL1359J-01)
- παρουσίασης σε μορφή power point με βασική πληροφορία για τις αέριες μάζες, τις μετωπικές επιφάνειες και τα είδη των μετώπων

III. Να εξηγούν τη δημιουργία της θερμοκρασιακής αναστροφής με βάση την κυκλοφορία των ρευστών

Αυτό επιδιώκεται με τη χρήση:

- πειράματος (σε δυο μέρη) με τη βοήθεια της συσκευής δημιουργίας αερίων μαζών (Sargent-Welsch, WL6837E)

## Β΄ ΜΕΡΟΣ

Στο δεύτερο μέρος τίθενται για τους υποψήφιους δασκάλους τρεις στόχοι:

I. Να αναγνωρίζουν τα σύμβολα των ανέμων

Αυτό επιδιώκεται με τη χρήση:

- των σχετικών μετεωρολογικών οργάνων (πυξίδα, ανεμοδείκτης, ανεμόμετρο)
- του συνοπτικού κύκλου και του ανεμολογίου

II. Να διακρίνουν τα στοιχεία του ανέμου πάνω σε μετεωρολογικούς χάρτες (Βλ. Winn 1991, Lowe 2004, Μελανίτης 2005, Meyer 2006, Lutgens et al 2007).

Αυτό επιδιώκεται με τη χρήση:

- παρουσίασης σε μορφή power point 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
- ειδικής εφαρμογής 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
- μετεωρολογικών χαρτών από καθημερινές εφημερίδες

III. Να αναζητούν μετεωρολογικό δελτίο και να διακρίνουν τα στοιχεία του ανέμου

Αυτό επιδιώκεται με τη χρήση:

- τριών βασικών ιστοσελίδων, της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (EMY), του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (ΕΑΑ) και του Ελληνικού Κέντρου Θαλασσίων Ερευνών (ΕΛΚΕΘΕ)

## Γ΄ ΜΕΡΟΣ

Στο τρίτο μέρος τίθενται για τους υποψήφιους δασκάλους τρεις στόχοι:

I. Να συσχετίζουν τον άνεμο με την ατμοσφαιρική ρύπανση

Αυτό επιδιώκεται με τη χρήση:

- δραστηριότητας τύπου flash, όπου προσπαθούν να κατατάξουν τις καιρικές παραμέτρους ανάλογα με τη συμβολή τους στην ατμοσφαιρική ρύπανση



- στοιχείων της ιστοσελίδας του ΥΠΕΧΩΔΕ και συγκεκριμένα των διαγραμμάτων που ονομάζονται «τριαντάφυλλα ρύπανσης»
- χάρτη της Αττικής για τη μελέτη της επίδρασης της τοπογραφίας στην ατμοσφαιρική ρύπανση
- μετεωρολογικού χάρτη από καθημερινή εφημερίδα

II. Να παίρνουν αποφάσεις με βάση τις γνώσεις και δεξιότητές τους για τον άνεμο

Αυτό επιδιώκεται με τη χρήση:

- πραγματικού προβλήματος για την πρόβλεψη της ατμοσφαιρικής ρύπανσης βασισμένου σε πραγματικά δεδομένα
- υποθετικού προβλήματος για την πραγματοποίηση ενός ταξιδιού με ιστιοφόρο βασισμένου σε πραγματικά δεδομένα
- πραγματικού προβλήματος για την εγκατάσταση μιας ανεμογεννήτριας βασισμένου στην ερμηνεία διαγραμμάτων

III. Να πληροφορούνται έγκυρα για την πρόβλεψη ακραίων καιρικών φαινομένων και για τους τρόπους προστασίας των πολιτών από αυτά

Αυτό επιδιώκεται με τη χρήση:

- της ιστοσελίδας του Πανευρωπαϊκού Συστήματος Προειδοποίησης για επικίνδυνα καιρικά φαινόμενα
- της ιστοσελίδας της Γενικής Γραμματείας Πολιτικής Προστασίας

### **Ερευνητική μεθοδολογία**

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.

Για τη συλλογή των ερευνητικών δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν: α) τα ερωτηματολόγια που συμπλήρωσαν οι φοιτητές/τριες πριν και μια εβδομάδα μετά τη διδακτική παρέμβαση β) τα φύλλα εργασίας που συμπλήρωναν οι φοιτητές/τριες κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων γ) οι συζητήσεις που γίνονταν στην ολομέλεια των ομάδων, οι οποίες μαγνητοφωνήθηκαν δ) ημιδομημένες συνεντεύξεις των φοιτητών/τριών που έγιναν μετά την ολοκλήρωση της παρέμβασης ως διευκρινιστικές των στοιχείων που καταγράφηκαν κατά την ερευνητική διαδικασία. Σε όλα τα ερευνητικά εργαλεία έγινε επεξεργασία με τη μέθοδο της ανάλυσης περιεχομένου (Δημητρόπουλος 1994, Bell 1997).

### **Αποτελέσματα – Συζήτηση**

Τη στιγμή της συγγραφής αυτής της εργασίας η επεξεργασία των ερευνητικών δεδομένων βρίσκεται σε εξέλιξη. Από την πρώτη ανάλυση των δεδομένων προκύπτει ότι οι υποψήφιοι δάσκαλοι έχουν ελάχιστες γνώσεις για τον άνεμο, τον τρόπο δημιουργίας του, τον τρόπο ονομασίας του και τον προσδιορισμό της έντασης και της διεύθυνσής του. Στη συντριπτική τους πλειοψηφία δηλώνουν ότι δεν έχουν διδαχθεί τίποτα για τον άνεμο κατά τη διάρκεια της σχολικής τους φοίτησης στην Α/θμια και Β/θμια εκπαίδευση. Οι απαντήσεις αυτές βρίσκονται σε συμφωνία με παράλληλη έρευνα που διενεργήσαμε στα εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών της Α/θμιας και Β/θμιας εκπαίδευσης, όπου διαπιστώθηκε η μικρή και αποσπασματική παρουσία μετεωρολογικών εννοιών και η έλλειψη μελέτης του ανέμου.

Σημαντική δυσκολία αντιμετώπισαν οι υποψήφιοι δάσκαλοι κατά το πρώτο μέρος της διδακτικής ακολουθίας στην εξήγηση της δημιουργίας του ανέμου, καθώς δεν διέκριναν τις οριζόντιες από τις κάθετες κινήσεις του ρευστού κατά το πρώτο πείραμα, με αποτέλεσμα να μην ταυτοποιήσουν τον άνεμο με την οριζόντια κίνηση που παρατηρούσαν. Επίσης, φαίνεται ότι εστιάζουν την προσοχή τους στις ανοδικές και καθοδικές κινήσεις των ρευστών, τις οποίες αποδίδουν σε διαφορές θερμοκρασίας, και αγνοούν τις οριζόντιες κινήσεις, που προκαλούνται από τις διαφορές ατμοσφαιρικής πίεσης. Ακόμα κι όταν πληροφορούνται για τις τελευταίες, διατηρούν μια σύγχυση μεταξύ αιτίου και αποτελέσματος. Πολλοί φοιτητές θεωρούν πως η ύπαρξη υψηλής ατμοσφαιρικής πίεσης προκαλεί την κάθοδο αερίων μαζών, ενώ στην πραγματικότητα είναι η κάθοδος αερίων μαζών που δημιουργεί την υψηλή ατμοσφαιρική πίεση. Στο δεύτερο μέρος της ακολουθίας σημαντική δυσκολία παρατηρήθηκε στην ικανότητα προσανατολισμού και στην ονοματοδοσία των ανέμων. Λίγοι φοιτητές ήξεραν ότι ο άνεμος παίρνει το όνομά του από το σημείο του ορίζοντα από το οποίο προέρχεται και ελάχιστοι μπορούσαν να προσανατολιστούν με τη χρήση της πυξίδας. Σε σχέση με τους μετεωρολογικούς χάρτες καταγράφηκαν δυο σημαντικές παρανοήσεις. Καταρχήν, οι φοιτητές θεωρούσαν ότι τα σύμβολα X και Y, που παριστάνουν βαρομετρικά συστήματα, σημαίνουν χαμηλής και υψηλής έντασης άνεμοι αντίστοιχα. Έπειτα, θεώρησαν ότι οι ισοβαρείς παριστάνουν τους ανέμους που επικρατούν σε μια περιοχή αντί να ενώνουν περιοχές με την ίδια ατμοσφαιρική πίεση.

Στο τρίτο μέρος της ακολουθίας διαπιστώθηκε μια άλλη παρανόηση στη συσχέτιση του ανέμου με τη συγκέντρωση ατμοσφαιρικών ρύπων. Κατά την ερμηνεία των διαγραμμάτων, που παρουσιάζουν τη συγκέντρωση κάποιων ατμοσφαιρικών ρύπων σε συνάρτηση με τους ανέμους που πνέουν στο λεκανοπέδιο της Αθήνας, διαπιστώθηκε ότι σημαντικός αριθμός φοιτητών θεωρούσε ότι οι άνεμοι φέρνουν τους ατμοσφαιρικούς ρύπους μέσα στο λεκανοπέδιο, ενώ παρέβλεπαν την παρουσία πληθώρας ρυπαντικών πηγών στην μεγαλούπολη της Αθήνας αλλά και την παρουσία των ορεινών όγκων γύρω από αυτήν.

Η διδακτική ακολουθία φαίνεται ότι αντιμετώπισε σε σημαντικό βαθμό τις παραπάνω δυσκολίες, όπως συνάγεται από τα πρώτα στοιχεία των τελικών ερωτηματολογίων. Οι περισσότεροι φοιτητές έχουν κατανοήσει τον τρόπο δημιουργίας του ανέμου και έχουν αποκτήσει την ικανότητα να προσδιορίζουν τη διεύθυνση και την ένταση του ανέμου με τη βοήθεια των βαρομετρικών συστημάτων που εμφανίζονται στους μετεωρολογικούς χάρτες. Επίσης, εντοπίζουν με άνεση στο διαδίκτυο εξειδικευμένη πληροφορία για τον άνεμο, προκειμένου να επιλύσουν προβλήματα που αφορούν μετακινήσεις ή την πιθανότητα επεισοδίων ρύπανσης.

### **Συμπεράσματα**

Η διδακτική ακολουθία που αναπτύχθηκε φαίνεται να συμβάλλει θετικά στη διαπραγμάτευση φαινομένων που έχουν ως επίκεντρο τον άνεμο. Ειδικότερα διαφαίνεται η συμβολή της διδακτικής ακολουθίας στην ερμηνεία της δημιουργίας του ανέμου, στην ανάγνωση μετεωρολογικών χαρτών και στη συσχέτιση του ανέμου με περιβαλλοντικά προβλήματα και κυρίως με την ατμοσφαιρική ρύπανση. Η έρευνα αυτή γενικότερα και ειδικότερα η συσχέτιση της έννοιας του ανέμου με περιβαλλοντικά ζητήματα αναδεικνύει την εξέχουσα σημασία της διαπραγμάτευσης εννοιών των Φυσικών Επιστημών στο πλαίσιο των Περιβαλλοντικών Επιστημών, η οποία με τη σειρά της συμβάλλει στην πληρέστερη κατανόηση θεμάτων που σχετίζονται με την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση.

### **Βιβλιογραφία**

Δημητρόπουλος, Ε. (1994). Εισαγωγή στη μεθοδολογία της επιστημονικής έρευνας. Έλλην, Αθήνα



- Μελανίτης, Γ. (2005). Ο καιρός και τα μυστικά του. Εστία, Αθήνα
- Σαχσαμάνογλου, Χ. & Μακρογιάννης, Τ. (1998). Γενική Μετεωρολογία. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη
- Σκορδούλης, Κ. & Σωτηράκου, Μ. (2005). Περιβάλλον: Επιστήμη και Εκπαίδευση. Leader Books, Αθήνα
- Φλόκας, Α. (1992). Μαθήματα Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη
- Aron, R.H., Francek, M.A., Nelson, B.D. & Bisart, W.J. (1994). Atmospheric Misconceptions. *Science Teacher*, 61, 1, 30-33
- Bell, J. (1997). Μεθοδολογικός σχεδιασμός παιδαγωγικής και κοινωνικής έρευνας. Gutenberg (μτφ. Α.-Β. Ρήγα), Αθήνα
- 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
- Brey, J. A. (2000). Assessing the Use of Real-Time DataStream Weather Data in an Introductory Physical Geography Course. *Journal of Geography in Higher Education*, 24, 1, 116-122
- 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
- Carolan, M.S. (2006). Scientific knowledge and environmental policy: why science needs values. *Environmental Sciences*, 3, 4, 229 – 237
- Carter, L. (2007). Sociocultural Influences on Science Education: Innovation for Contemporary Times. *Science Education*, 92, 165 – 181
- Constible, J.M., McWilliams, R.G., Soldo, E.G., Perry, B.E. & Lee, R.E. Jr. (2007). An Immersion Professional Development Program in Environmental Science for Inservice Elementary School Teachers. *Journal of Geoscience Education*, 55, 1, 72-79
- Dove, J. (1998). Alternative Conceptions about the Weather. *School Science Review*, 79, 289, 65-69
- Frazier, W. M. & Sterling, D. R. (2007). Weather Tamers, *Science Scope*, 30, 7, 26-31
- Gordin, D.R., Edelson, D.C. & Pea, R.D. (1996). Supporting Students' Science Inquiry through Scientific Visualization Activities. Presented as part of an interactive symposium entitled “Scientific Visualization Tools in Science Classrooms” at the annual meeting of the American Educational Research Association, New York, April 1996

- 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
- Lee, H.-S. & Butler, N. (2003). Making authentic science accessible to students. *International Journal of Science Education*, 25, 8, 923 — 948
- Littledyke, M. (2008). Science education for environmental awareness: approaches to integrating cognitive and affective domains. *Environmental Education Research*, 14, 1, 1–17
- Lorson, M. (1993). A Computerized Weather Station for the Apple Iie. ERIC Ed 368 563
- Lowe, R. (2004). Interrogation of a dynamic visualization during learning. *Learning and Instruction*, 14, 257–274
- Lutgens, F. K. & Tarbuck E. J. (2007). *The Atmosphere, An Introduction to Meteorology*, 10th Ed., New Jersey, Pearson Prentice Hall, USA
- Meichtry, Y., Zint, M., Carlsen, W., Hart, P., Sammel, A., Zandvliet, D. & Dillon, J. (eds) (2001). Relations between Science Education and Environmental (Science) Education - A NARST Symposium (History, Philosophy, Epistemology), March 27, 2001
- 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 at <http://unr.edu/homepage/crowther/ejse/mesarchetal.html>
- Meyer, S. (2006). A new perspective on surface weather maps. *Science Activities*, 42, 4, 3-9
- Miller, G.T. Jr (1999). Βιώνοντας στο Περιβάλλον Ι – Αρχές Περιβαλλοντικών Επιστημών. ΙΩΝ (μτφ. Μ. Ταλαντοπούλου), Αθήνα
- 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, 239-263
- Ney, C. R. & Cross, P. (1996). Connections: Weather, Systems and Resources. Unit Grade 4, Meeting the SOLS using Natural Resources. Available at [www.bev.net/education/schools/ces/connect.html](http://www.bev.net/education/schools/ces/connect.html)
- Papadimitriou, V. & Londridou, P. (2001). A Cross-Age Study of Pupils' Conceptions Concerning the Movement of Air Masses in the Troposphere. Note: In: Science and Technology Education: Preparing Future Citizens. Proceedings of the IOSTE Symposium in Southern Europe (1st, Paralimni, Cyprus, April 29-May 2, 2001)
- 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 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.

Veal, W.R., Kubasko, D.S. Jr. & Fullagar, P. (2002). Web Based Course on Earth and Environmental Science for Preservice and Inservice Teachers. *Journal of Science Teacher Education*, 13, 2, 131-146

Winn, W. (1991). Learning from Maps and Diagrams. *Educational Psychology Review*, 3, 3, 211-247

Whittaker, T.M. & Ackerman, S.A. (2002). Interactive Web-based learning with Java. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 83, 7, 970-975