

Τι συμβαίνει με το Όζον; Σχεδιασμός, ανάπτυξη και διαμορφωτική αξιολόγηση διδασκτικής παρέμβασης για τους υποψηφίους δασκάλους

Πλούταρχος Ψωμιάδης¹, Ανθimos Χαλκίδης², Άννα Σαριδάκη³,
Κωνσταντίνος Σκορδούλης⁴

1. Υπ. Διδάκτορας Περιβαλλοντικών Επιστημών, Φυσικός
plpsom@primedu.uoa.gr

2. Δρ ΤΠΕ στην Εκπαίδευση, Αποσπασμένος εκπ/κός στο ΠΤΔΕ, Παν. Αθηνών

3. Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

4. Καθηγητής, ΠΤΔΕ, Παν. Αθηνών

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

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται ο σχεδιασμός, η υλοποίηση καθώς και τα αποτελέσματα της διαμορφωτικής αξιολόγησης, εκπαιδευτικής εφαρμογής με θέμα την μείωση της στιβάδας του όζοντος. Πρόκειται για μια πολυμεσική εφαρμογή η οποία είναι δομημένη σε περιβάλλον Power Point ενώ ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στη μελέτη χρωματικών χαρτών συνολικού και τροποσφαιρικού όζοντος οι οποίοι φαίνεται ότι βοηθούν τους φοιτητές να κατανοήσουν καλύτερα πτυχές του φαινομένου όπως είναι η τοπικότητα, η εποχικότητα και το μέγεθος της τρύπας του όζοντος στην Ανταρκτική.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Όζον, χρωματικοί χάρτες

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο 21^{ος} αιώνας χαρακτηρίζεται ως ο αιώνας των περιβαλλοντικών προβλημάτων. Είναι κοινώς αποδεκτό ότι κεντρικό ρόλο για την επίλυση των προβλημάτων αυτών θα πρέπει να διαδραματίσει η εκπαίδευση. Σύμφωνα με το άρθρο 36.3 της Ημερήσιας Διάταξης 21 (UNCEP 1992): «Η Εκπαίδευση είναι ιδιαίτερα σημαντική για την προώθηση της αιφόρου ανάπτυξης και για τη βελτίωση της δυνατότητας των ανθρώπων να αντιμετωπίζουν τα ζητήματα περιβάλλοντος και ανάπτυξης». Επιπλέον σε μια προσπάθεια να αναδείξει την αναγκαιότητα αυτή, το περιβαλλοντικό πρόγραμμα του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών έχει χαρακτηρίσει τη δεκαετία 2005-2014 ως τη δεκαετία της εκπαίδευσης για την αιφόρο ανάπτυξη.

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη, οι δάσκαλοι και κατά συνέπεια η εκπαίδευση των δασκάλων διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη της αιφόρου κοινωνίας (WCED 1987). Θεωρούμε ότι η εκπαίδευση των δασκάλων, οφείλει να περιλαμβάνει τις απαραίτητες επιστημονικές και τεχνολογικές γνώσεις, που θα οδηγήσουν στην πλήρη κατανόηση των αιτιών, των συνεπειών και των προτεινόμενων λύσεων για τα προβλήματα του περιβάλλοντος.

Η μείωση της στιβάδας του όζοντος παρότι δεν είναι πλέον το πιο δημοφιλές περιβαλλοντικό πρόβλημα εξακολουθεί να αποτελεί σημαντική απειλή για τον πλανήτη μας. Σύμφωνα με την έκθεση του 2006 του περιβαλλοντικού προγράμματος των Ηνωμένων Εθνών (UNEP 2006), παρόλο που οι συγκεντρώσεις των ουσιών που

προκαλούν τη καταστροφή της στιβάδας του όζοντος συνεχώς μειώνονται, κάθε άνοιξη στους πόλους, και ιδιαίτερα στην Ανταρκτική δημιουργούνται τεράστιες «τρύπες». Τα τελευταία χρόνια μάλιστα η «τρύπα» του όζοντος στην Ανταρκτική έχει φτάσει σε μέγεθος τα 25 εκατομμύρια τετραγωνικά χιλιόμετρα, περιοχή που ισοδυναμεί περίπου με δυο φορές το μέγεθος της Ανταρκτικής ηπείρου (Scientific Assessment 2002). Επιπλέον, σύμφωνα πάντα με την ίδια έκθεση, το μέλλον του ατμοσφαιρικού όζοντος παραμένει ακόμη αβέβαιο, ενώ παράλληλα νέα δεδομένα δείχνουν ότι υπάρχει μια ιδιαίτερα πολύπλοκη αλληλεπίδραση μεταξύ του φαινομένου της μείωσης της στιβάδας του όζοντος και του φαινομένου του θερμοκηπίου. Τέλος ιδιαίτερα σημαντικό πρόβλημα αποτελούν για τα μεγάλα αστικά κέντρα της χώρας, και ιδιαίτερα για την Αθήνα, οι μεγάλες συγκεντρώσεις τροποσφαιρικού όζοντος, ενός από τους πιο τοξικούς δευτερογενείς ρύπους.

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ

Το μάθημα της Περιβαλλοντικής Επιστήμης διδάσκεται στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση διεθνώς ήδη από τα τέλη της δεκαετίας του '70, γεγονός που έχει τις ρίζες του στην όξυνση των περιβαλλοντικών προβλημάτων. Την τελευταία δεκαετία μάλιστα τα πανεπιστημιακά τμήματα τα οποία προσφέρουν πτυχία σχετικά με την Περιβαλλοντική Επιστήμη γνωρίζουν ιδιαίτερη άνθηση διεθνώς. Εδώ και μια πενταετία όμως παρατηρείται μια έντονη προσπάθεια διεθνώς, το μάθημα της περιβαλλοντικής επιστήμης να συμπεριληφθεί ως αυτόνομο σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης και ειδικότερα στη δευτεροβάθμια και για το λόγο αυτό τα διάφορα ερευνητικά κέντρα έχουν αναπτύξει μια σειρά από διαφορετικές προσεγγίσεις (Australian Curriculum Council 2008, Charles et al 2006, Edelson 2007, Lawrence Hall of Science 2005). Επιπλέον η προσπάθεια αυτή αφορά και τους υποψήφιους εκπαιδευτικούς τόσο της δευτεροβάθμιας (Bell et al 2003) όσο και της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (Brown 2000).

Σύμφωνα με τον Edelson (2007), η ένταξη του μαθήματος των περιβαλλοντικών επιστημών στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση προσφέρει μια σειρά από πλεονεκτήματα καθώς:

- είναι σημαντικό μάθημα τόσο για τους μαθητές όσο και για την κοινωνία.
- δίνει στους μαθητές τη δυνατότητα να αποκτήσουν μια πιο σφαιρική εικόνα της σύγχρονης επιστήμης καθώς έχει δυο βασικά χαρακτηριστικά: είναι διεπιστημονικό και παρουσιάζει την εικόνα μιας επιστήμης η οποία έχει να αντιμετωπίσει ακόμη προβλήματα προς επίλυση.
- παρέχει στους μαθητές τη δυνατότητα να μάθουν πώς εφαρμόζεται η επιστήμη μέσα από πραγματικά προβλήματα.
- προσφέρει ένα πολύ καλό πλαίσιο για τη διδασκαλία τόσο του περιεχομένου της επιστήμης όσο και των πρακτικών της.

Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ

Στη χώρα μας η περιβαλλοντική επιστήμη δεν αποτελεί ξεχωριστό αντικείμενο, αλλά τόσο στην πρωτοβάθμια όσο και στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, τα διάφορα περιβαλλοντικά προβλήματα εντάσσονται κυρίως στην ύλη των μαθημάτων των φυσικών επιστημών. Πιο συγκεκριμένα στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση τα περιβαλλοντικά θέματα μελετώνται στο μάθημα της Μελέτης Περιβάλλοντος (Α΄-Δ΄ τάξη) και σε ορισμένες περιπτώσεις εντάσσονται στα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών και της Γεωγραφίας (Ε΄- ΣΤ΄ τάξη). Στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση ενσωματώνονται κυρίως στο περιεχόμενο των μαθημάτων των Φυσικών Επιστημών

(Χημεία, Βιολογία, Γεωγραφία και παραδόξως καθόλου στη Φυσική), ενώ για τα σχετικά μαθήματα επιλογής που υπάρχουν στο Λύκειο (Αρχές Περιβαλλοντικών Επιστημών στο Ενιαίο Λύκειο και Διαχείριση Φυσικών Πόρων στην Τεχνολογική Εκπαίδευση) η μέχρι τώρα εμπειρία δείχνει ότι επιλέγονται από μια μικρή μερίδα μαθητών και για το λόγο αυτό θεωρούνται υποβαθμισμένα.

Επιπλέον, προηγούμενη έρευνα που πραγματοποιήσαμε και η οποία αφορούσε στον τρόπο με τον οποίο το φαινόμενο της μείωσης της στιβάδας του όζοντος παρουσιάζεται στα εγχειρίδια φυσικών επιστημών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (Psomiadis et al 2007) ανέδειξε το γεγονός ότι τουλάχιστον στη περίπτωση του συγκεκριμένου φαινομένου ο τρόπος με τον οποίο αυτό εντάσσεται στα σχολικά εγχειρίδια είναι προβληματικός. Ενδεικτικό είναι το γεγονός ότι κανένα από τα εγχειρίδια δεν εμπλέκει τους μαθητές σε οποιοδήποτε είδους δραστηριότητα, πρόκειται συνεπώς για μια απλή παράθεση πληροφοριών.

Η αποσπασματική αυτή προσέγγιση των παγκόσμιων περιβαλλοντικών προβλημάτων φαίνεται ότι είναι αναποτελεσματική. Σύμφωνα με την Βασιλική Παπαδημητρίου (2004), οι υποψήφιοι δάσκαλοι μπαίνουν στο πανεπιστήμιο με σοβαρές παρανοήσεις όσον αφορά τα διάφορα περιβαλλοντικά προβλήματα. Πιο συγκεκριμένα όσον αφορά στο φαινόμενο της μείωσης της στιβάδας του όζοντος μόνο το 3,48% των υποψηφίων δασκάλων φαίνεται ότι έχει κατανοήσει με ποιο τρόπο συμβαίνει η μείωση της στιβάδας, ενώ μόνο το 9,46% αναφέρει τους χλωροφθοράνθρακες (CFCs) ως ουσίες υπεύθυνες για την καταστροφή της.

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ

Παιδαγωγικοί στόχοι της διδακτικής παρέμβασης

Η διδακτική παρέμβαση εφαρμόστηκε και αξιολογήθηκε κατά την εργαστηριακή άσκηση των φοιτητών του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης (Π.Τ.Δ.Ε.), στα πλαίσια του μαθήματος «Περιβαλλοντικές Επιστήμες και Περιβάλλον, Εργαστηριακή Προσέγγιση».

Η προτεινόμενη διδακτική παρέμβαση για το όζον έχει ως στόχο οι υποψήφιοι εκπαιδευτικοί:

- να αποκτήσουν τις βασικές επιστημονικές γνώσεις γύρω από το φαινόμενο
- να αποκτήσουν δεξιότητες ανάγνωσης και ερμηνείας δεδομένων όπως αυτά παρουσιάζονται από τους επιστήμονες (διαγράμματα, πίνακες, χρωματικοί χάρτες συνολικού όζοντος)

Διδακτική προσέγγιση

Ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα τα οποία έχει να αντιμετωπίσει η εκπαίδευση των περιβαλλοντικών επιστημών είναι το γεγονός ότι τα περιβαλλοντικά φαινόμενα χαρακτηρίζονται στο σύνολο τους από μεγάλη πολυπλοκότητα (Flogaitis 1993, p. 175, Gigliotti 1990, p. 9-13, UNESCO 1980, p. 23). Για το λόγο αυτό, αν ως στόχο έχουμε την κατανόηση των διάφορων περιβαλλοντικών προβλημάτων θα πρέπει να καλλιεργήσουμε την ικανότητα των μαθητών στη δόμηση σύνθετων αιτιακών σχέσεων. Επιπλέον, η πολυπλοκότητα και η συνθετότητα αυτή των περιβαλλοντικών φαινομένων επιβάλλει την απόκτηση γνώσεων από διαφορετικούς κλάδους της επιστήμης (UNESCO 1977-προτάσεις 12 και 13, UNESCO 1987- πρόταση 70).

Η ανάπτυξη αποτελεσματικών παιδαγωγικών στρατηγικών αλλά και ο σχεδιασμός προσομοιώσεων με τη χρήση τεχνολογιών πληροφόρησης και επικοινωνίας (Τ.Π.Ε.)

κρίνεται θεμελιώδης για τη διδασκαλία πολύπλοκων επιστημονικών εννοιών. Ο Jonassen (2000), υποστηρίζει ότι η διαλογική φύση της τεχνολογίας και η ισχύς της επεξεργασίας των πληροφοριών που παρέχεται από τους υπολογιστές, τους καθιστά γνωστικά εργαλεία που αναπτύσσουν την κριτική σκέψη των μαθητών. Για το λόγο αυτό η διδακτική παρέμβαση που παρουσιάζεται βασίζεται σε μια πολυμεσική εφαρμογή στην οποία έχουμε συμπεριλάβει εικόνα, κείμενο, κόμικ, διάφορες γραφικές αναπαραστάσεις καθώς και διαδραστικές οπτικοποιήσεις.

Σε έκθεση της Ευρωπαϊκής Ένωσης με τίτλο “Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe” (European Commission 2007) προτείνεται μια μεταστροφή στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών προς την κατεύθυνση της διερευνητικής μάθησης. Σύμφωνα πάντα με την ίδια έκθεση, οι μέθοδοι διδασκαλίας που βασίζονται στη διερευνητική μάθηση έχουν ήδη αποδείξει την αποτελεσματικότητά τους, αυξάνοντας παράλληλα το ενδιαφέρον των μαθητών για την επιστήμη αλλά και την προθυμία των δασκάλων να διδάξουν τα αντίστοιχα μαθήματα. Η διερευνητική μάθηση έχει επίσης υιοθετηθεί και από μια σειρά ερευνητές οι οποίοι ασχολούνται με τη διδασκαλία της περιβαλλοντικής επιστήμης (Bell 2003, Edelson 2007). Σε συμφωνία με τα προηγούμενα, η διδακτική παρέμβαση ακολουθεί σε γενικές γραμμές τα μεθοδολογικά βήματα της διερευνητικής μάθησης.

Ένας από τους βασικούς στόχους της διερευνητικής μάθησης είναι η συλλογή και επεξεργασία δεδομένων προκειμένου οι εκπαιδευόμενοι να καταλήξουν σε επιστημονικά τεκμηριωμένα συμπεράσματα. Για το λόγο αυτό περιλάβαμε στη συγκεκριμένη εφαρμογή μια πλούσια συλλογή επιστημονικών δεδομένων και ιδιαίτερα χαρτών συνολικού όζοντος. Οι χάρτες όζοντος, ανεξάρτητα με ποιο τρόπο εμπλέκονται στην εκπαιδευτική διαδικασία, περιέχονται σχεδόν σε όλα τα εγχειρίδια στα οποία γίνεται αναφορά στην τρύπα του όζοντος. Πιο συγκεκριμένα, χάρτες όζοντος καθώς και άλλες σύνθετες γραφικές αναπαραστάσεις συναντάμε στα εγχειρίδια φυσικών επιστημών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (π.χ. Βιολογία Γ' τάξης Ενιαίου Λυκείου, Διαχείριση Φυσικών Πόρων Β' τάξης Ενιαίου Λυκείου, Χημεία Β' τάξης Γυμνασίου, Περιβαλλοντική Χημεία Β' τάξης Γ.Ε.Ε κ.α.), στο εγχειρίδιο με βάση το οποίο εκπαιδεύονται στις περιβαλλοντικές επιστήμες οι φοιτητές του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης (Σκορδούλης κ.ά. 2005) καθώς και σε διάφορα εκλαϊκευμένα κείμενα τα οποία παράγουν γνωστοί διεθνείς οργανισμοί (Scientific Assessment 2006). Παρότι όμως οι χρωματικοί χάρτες όζοντος αποτελούν κοινό τόπο στη διδασκαλία του φαινομένου της μείωσης της στιβάδας του όζοντος, καμία προσπάθεια δεν έχει γίνει για την ουσιαστική διδακτική τους αξιοποίηση. Συνήθως στα διάφορα εγχειρίδια οι χάρτες αποτελούν απλά μέρος της εικονογράφησης τους και δεν εμπλέκουν τους μαθητές σε καμία δραστηριότητα σχετικά με αυτούς. Επιπλέον καμία έρευνα δεν υπάρχει στη διεθνή βιβλιογραφία σχετικά με το κατά πόσο μπορούν οι μαθητές να διαβάσουν τους χάρτες αυτούς.

Τέλος, η μείωση της συγκέντρωσης του στρατοσφαιρικού όζοντος έχει αναγνωριστεί εδώ και είκοσι χρόνια, από την υπογραφή του πρωτοκόλλου του Μόντρεαλ και έπειτα, ως φαινόμενο το οποίο έχει τις ρίζες του σε ανθρωπογενείς αιτίες και επομένως ενδείκνυται ως φαινόμενο για την ανάδειξη της αλληλεπίδρασης κοινωνίας-περιβάλλοντος. Επιπλέον, η αύξηση της υπερϊώδους ακτινοβολίας η οποία οφείλεται στη μείωση της στιβάδας του όζοντος ενδιαφέρει άμεσα τη χώρα μας, η οποία εμφανίζει μεγάλη ηλιοφάνεια. Για το λόγο αυτό στο συγκεκριμένο εκπαιδευτικό λογισμικό προσπαθήσαμε να συνδέσουμε το συγκεκριμένο

περιβαλλοντικό πρόβλημα με το κοινωνικό και τεχνολογικό περιβάλλον των φοιτητών σε συμφωνία με τη φιλοσοφία του STSE (Science-Technology-Society-Environment). Σε ένα πρόγραμμα STSE η διδασκαλία στοχεύει να βοηθήσει τους μαθητές να κατανοήσουν τα περιβαλλοντικά προβλήματα διαμορφώνοντας όρους κατανόησης των κοινωνικών, τεχνολογικών και φυσικών περιβαλλόντων τους (Σκορδούλης κ.ά. 2005).

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ

Η διδακτική παρέμβαση είχε διάρκεια έξι ωρών συνολικά (δυο τρίωρα εργαστήρια) και βασίζεται σε μια πολυμεσική εφαρμογή δομημένη σε περιβάλλον Power Point, το οποίο χρησιμοποιήθηκε ως εργαλείο για την δημιουργία υπερμεσικών εφαρμογών και όχι ως εργαλείο κατασκευής παρουσιάσεων. Οι φοιτητές με τη βοήθεια ενός φύλλου οδηγιών περιηγούνται στην εφαρμογή και εμπλέκονται σε μια σειρά από δραστηριότητες, συμπληρώνοντας παράλληλα το φύλλο μετρήσεων. Παρακάτω παρουσιάζεται αναλυτικά η δομή των δυο εργαστηρίων:

Εργαστήριο 1^ο

Στο πρώτο εργαστήριο ο βασικός στόχος ήταν οι φοιτητές μέσα από μια σειρά δραστηριοτήτων να αποκτήσουν τις βασικές επιστημονικές γνώσεις γύρω από το φαινόμενο. Προκειμένου να διεγείρουμε το ενδιαφέρον των φοιτητών, αλλά και να συνδέσουμε το φαινόμενο με τις καθημερινές τους εμπειρίες, η εφαρμογή ξεκινά με την παρουσίαση μιας σειράς αποκομμάτων εφημερίδων, τα οποία αναφέρονται στη μείωση της στιβάδας του όζοντος ή στην «τρύπα» του όζοντος.

Πέρα από την εισαγωγή, η εφαρμογή είναι δομημένη γύρω από τις εξής θεματικές ενότητες:

- Εισαγωγικές πληροφορίες (δομή του μορίου του όζοντος, ιστορικά στοιχεία, μονάδες μέτρησης της συγκέντρωσης του όζοντος).
- Το όζον στην ατμόσφαιρα (δομή της ατμόσφαιρας, συγκέντρωση όζοντος συναρτήσει του υψομέτρου, διαχωρισμός τροποσφαιρικού-στρατοσφαιρικού όζοντος).
- Ο ρόλος του τροποσφαιρικού όζοντος (ιδιαίτερη μνεία δίνεται στο γεγονός ότι το τροποσφαιρικό όζον αποτελεί ιδιαίτερα επικίνδυνο δευτερογενή ρύπο, αναφορά στις αιτίες που οδηγούν σε αυξημένη συγκέντρωση του τροποσφαιρικού όζοντος)
- Ο ρόλος του στρατοσφαιρικού όζοντος (το φάσμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, ειδική αναφορά στους τύπους A,B,C της υπεριώδους ακτινοβολίας, απορρόφηση ακτινοβολίας από το όζον σε σχέση με το μήκος κύματος, το πάχος της στιβάδας και την ώρα της ημέρας).
- Η μείωση της στιβάδας του όζοντος (ο κύκλος της χημικής αντίδρασης του ClO με το όζον)
- Η δημιουργία της τρύπας του όζοντος (συνθήκες για τη δημιουργία τρύπας του όζοντος, μελέτη της τρύπας στην Ανταρκτική αλλά και της μείωσης σε Αρκτική και Βόρειο Ημισφαίριο μέσω διαγραμμμάτων)
- Συνέπειες του φαινομένου και μέτρα προστασίας (συνέπειες για την ανθρώπινη υγεία αλλά και το περιβάλλον, πηγές χλωροφθορανθράκων, ατομικά μέτρα προστασίας και διεθνείς συνθήκες, οι φοιτητές ως καταναλωτές).

Μέσα στις παραπάνω ενότητες περιλαμβάνονται πέντε διαδραστικές οπτικοποιήσεις. Για τη δημιουργία των οπτικοποιήσεων αυτών χρησιμοποιήθηκε το

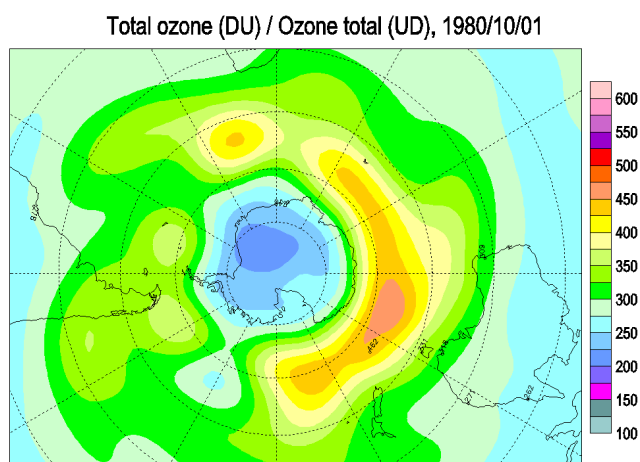
πρόγραμμα Macromedia Flash. Ο βασικός λόγος για την επιλογή αυτή είναι η δυνατότητα δημιουργίας διαδραστικών οπτικοποιήσεων με μικρό μέγεθος.

Οι πέντε αυτές οπτικοποιήσεις είναι οι εξής:

- Μετεωρολογικό μπαλόνι: οι φοιτητές παρατηρούν πώς η συγκέντρωση του όζοντος μεταβάλλεται με το ύψος καθώς το μετεωρολογικό μπαλόνι ανεβαίνει
- Ο ρόλος της στιβάδας του όζοντος 1: οι φοιτητές διαπιστώνουν ποια μήκη κύματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας απορροφά η στιβάδα του όζοντος
- Ο ρόλος της στιβάδας του όζοντος 2: οι φοιτητές διαπιστώνουν πώς μεταβάλλεται η απορρόφηση της υπεριώδους ακτινοβολίας με την ώρα της ημέρας
- Καταστροφή στρατοσφαιρικού όζοντος: οι φοιτητές παρατηρούν τον κύκλο καταστροφής του όζοντος από το CIO
- Η τρύπα του όζοντος στην Ανταρκτική: οι φοιτητές διαπιστώνουν μέσω της συγκριτικής μελέτης διαγραμμάτων πώς η αυξημένη συγκέντρωση CIO στην Ανταρκτική σχετίζεται με τη δημιουργία της τρύπας του όζοντος

Εργαστήριο 2^ο

Στο δεύτερο εργαστήριο οι φοιτητές μελετούν πραγματικά επιστημονικά δεδομένα, τα οποία παρουσιάζονται κυρίως υπό τη μορφή χρωματικών χαρτών συνολικού όζοντος. Οι χρωματικοί χάρτες συνολικού όζοντος παρουσιάζουν μέσω μιας χρωματικής κλίμακας τη συγκέντρωση του συνολικού όζοντος πάνω από κάθε περιοχή (εικόνα 1). Για το λόγο αυτό η εφαρμογή ξεκινά με ένα εισαγωγικό μέρος στο οποίο παρουσιάζονται οι χάρτες, προκειμένου οι φοιτητές να αποκτήσουν τις απαραίτητες δεξιότητες για την ανάγνωσή τους.



Εικόνα 1. Χρωματικός χάρτης συνολικού όζοντος για το Νότιο Ημισφαίριο

Πέρα από το εισαγωγικό κομμάτι η εφαρμογή περιέχει τις παρακάτω ενότητες:

1. Η τρύπα του όζοντος στην Ανταρκτική

Μελέτη χαρτών συνολικού όζοντος προκειμένου οι φοιτητές:

- να διαπιστώσουν την εποχικότητα του φαινομένου
- να διαπιστώσουν ότι πριν τη δεκαετία του 1980 η τρύπα του όζοντος στην Ανταρκτική δεν υπήρχε
- να ανακαλύψουν από ποια χρονολογία και μετά η τρύπα του όζοντος στην Ανταρκτική αρχίζει να αποκτά σταθερά μεγάλες διαστάσεις

- να κάνουν προβλέψεις σχετικά με το μέγεθος της τρύπας τα επόμενα χρόνια, μετρώντας το μέγεθος της τρύπας την τελευταία δεκαετία

2. Η μείωση της στιβάδας του όζοντος στην Αρκτική

Μελέτη χαρτών συνολικού όζοντος προκειμένου οι φοιτητές να διαπιστώσουν:

- την εποχικότητα του φαινομένου
- τις μεταβολές στη μείωση του συνολικού όζοντος κατά την τελευταία δεκαετία

3. Η μείωση της στιβάδας στο Βόρειο Ημισφαίριο

Οι φοιτητές μελετούν μια σειρά από χάρτες συνολικού όζοντος προκειμένου να εντοπίσουν αν εμφανίζονται μικρές τρύπες στη στιβάδα του όζοντος στο Βόρειο Ημισφαίριο στο οποίο άλλωστε ανήκει και η χώρα μας.

4. Υπεριώδης Ακτινοβολία

Οι φοιτητές μελετούν ημερήσια και μηνιαία διαγράμματα της υπεριώδους ακτινοβολίας και συνδέονται στο διαδύκτιο προκειμένου μέσω χρωματικών χαρτών πρόβλεψης να εκτιμήσουν την επικινδυνότητα της υπεριώδους ακτινοβολίας για τις επόμενες ημέρες.

5. Τροποσφαιρικό όζον

Οι φοιτητές μελετούν χάρτες συγκέντρωσης τροποσφαιρικού όζοντος προκειμένου να διαπιστώσουν κατά τη διάρκεια ποιων μηνών η συγκέντρωση του τροποσφαιρικού όζοντος είναι αυξημένη στη χώρα μας.

ΔΙΑΜΟΡΦΩΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Το μάθημα των «Περιβαλλοντικών Επιστημών» στο Π.Τ.Δ.Ε. Αθηνών

Το μάθημα «Περιβαλλοντικές Επιστήμες» καθιερώθηκε ως υποχρεωτικό στο Π.Τ.Δ.Ε το 2003, ενώ από το 2005 το μάθημα περιλαμβάνει και εργαστηριακή άσκηση, η οποία λαμβάνει χώρα στο εργαστήριο «Διδακτικής και Επιστημολογίας Φυσικών Επιστημών και Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας» (ASEL). Από το 2007 και μετά το μάθημα μετονομάστηκε σε «Φυσικές Επιστήμες και Περιβάλλον – Εργαστηριακή προσέγγιση» και όπως δηλώνει και ο τίτλος του βασίζεται περισσότερο στην εργαστηριακή άσκηση και πολύ λιγότερο στις θεωρητικές διαλέξεις. Η εκπαιδευτική εφαρμογή που παρουσιάζεται στη συγκεκριμένη εργασία εφαρμόστηκε πιλοτικά στο πλαίσιο του συγκεκριμένου μαθήματος κατά το χειμερινό εξάμηνο του 2007 και το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 41 φοιτητές του Π.Τ.Δ.Ε. Καθώς η εφαρμογή που περιλαμβάνεται στο πρώτο εργαστήριο είχε αξιολογηθεί κατά το ακαδημαϊκό έτος 2006-2007 με αρκετά ενθαρρυντικά αποτελέσματα (Psomiadis et al 2007), η συγκεκριμένη αξιολόγηση είχε σαν κύριο στόχο να εξετάσει τι επίδραση έχει στη διδασκαλία του συγκεκριμένου φαινομένου η μελέτη των χρωματικών χαρτών συνολικού όζοντος.

Μέσα συλλογής δεδομένων

Οι γνώσεις των υποψηφίων δασκάλων αξιολογήθηκαν με τη βοήθεια τριών ερωτηματολογίων. Το πρώτο δόθηκε μετά το πρώτο εργαστήριο και σαν στόχο είχε να διερευνήσει αν οι φοιτητές είχαν κατανοήσει τις βασικές επιστημονικές έννοιες γύρω από το φαινόμενο. Το δεύτερο δόθηκε πριν τη διδασκαλία με τους χάρτες και σαν στόχο είχε να ανιχνεύσει το κατά πόσο οι φοιτητές μπορούν να διαβάσουν τις πληροφορίες που αυτοί περιλαμβάνουν. Τέλος, το τρίτο ερωτηματολόγιο δόθηκε μια εβδομάδα μετά τη διδασκαλία με τους χάρτες και σαν στόχο είχε να εξετάσει κατά πρώτο, αν οι φοιτητές απέκτησαν τις απαραίτητες δεξιότητες για την ανάγνωση των χαρτών και κατά δεύτερο κατά πόσο η μελέτη των χαρτών οδηγεί σε καλύτερα γνωστικά αποτελέσματα.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Παρακάτω παρουσιάζονται τα πιο σημαντικά ευρήματα από τη διαμορφωτική αξιολόγηση ύστερα από την ανάλυση των τριών ερωτηματολογίων.

Ερωτηματολόγιο 1

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από το ερωτηματολόγιο 1 είναι ιδιαίτερα ενθαρρυντικά καθώς :

1. Όσον αφορά το ρόλο της στιβάδας του όζοντος το 85,4% του δείγματος απαντά σωστά ότι το στρατοσφαιρικό όζον απορροφά κυρίως τις ακτίνες UVB.
2. Για το σχηματισμό της τρύπας του όζοντος το 87,8% απαντά ότι δημιουργείται μόνο στους πόλους.
3. Όσον αφορά τον κύκλο καταστροφής του στρατοσφαιρικού όζοντος από το ClO, το 73,2% δίνει μια επιστημονικά αποδεκτή απάντηση. Εντυπωσιακό μάλιστα είναι το γεγονός ότι από τις σωστές απαντήσεις το 90% περιλαμβάνει τις αντίστοιχες χημικές αντιδράσεις.

Τέλος, σημαντικό πρόβλημα υπάρχει όσον αφορά το διαχωρισμό τροποσφαιρικού και στρατοσφαιρικού όζοντος, καθώς σε ερώτηση για τις πιθανές επιπτώσεις που μπορεί να έχει στην ανθρώπινη υγεία η αυξημένη συγκέντρωση τροποσφαιρικού όζοντος, το 58,5% περιλαμβάνει τον καρκίνο του δέρματος.

Ερωτηματολόγια 2 και 3

Γεωγραφικά στοιχεία

Πρώτα από όλα εξετάσαμε αν οι φοιτητές είναι σε θέση να αναγνωρίσουν τις γεωγραφικές περιοχές που απεικονίζει ο κάθε χάρτης συνολικού όζοντος. Πιο συγκεκριμένα στο ερωτηματολόγιο 2 στους φοιτητές δόθηκαν δυο χάρτες συνολικού όζοντος ένας για το Νότιο και ένας για το Βόρειο Ημισφαίριο, όπου τους ζητήθηκε να αναφέρουν τις περιοχές που απεικονίζονται. Τα αποτελέσματα ήταν ιδιαίτερω εντυπωσιακά καθώς οι σωστές απαντήσεις σε καμία περίπτωση δεν έπεσαν κάτω από το 78%. Στο ερωτηματολόγιο 3 οι γεωγραφικές γνώσεις ανιχνεύθηκαν μέσα από πιο έμμεσες ερωτήσεις και οι απαντήσεις που δόθηκαν ήταν σωστές σχεδόν στο σύνολο τους.

Χρωματική κλίμακα

Σε ερώτηση για το τι πιστεύουν ότι απεικονίζουν οι περιοχές με το ίδιο χρώμα, οι φοιτητές σε ποσοστό 80,5% απάντησαν σωστά, ότι πρόκειται για περιοχές με την ίδια συγκέντρωση όζοντος στο ερωτηματολόγιο 2, ενώ μετά την εφαρμογή το ποσοστό αυξήθηκε στο 90,2% στο ερωτηματολόγιο 3 (πίνακας 1).

Στους φοιτητές ζητήθηκε να βρουν την τιμή του συνολικού όζοντος που αντιστοιχεί σε ένα από τα χρώματα τις κλίμακας (το κάθε χρώμα αντιστοιχεί σε ένα εύρος τιμών και όχι σε ακριβή τιμή). Από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι οι φοιτητές αντιμετώπισαν πολύ σοβαρά προβλήματα στην ανάγνωση της χρωματικής κλίμακας καθώς στο ερωτηματολόγιο 2 μόνο το 9,7% έδωσε απόλυτα σωστή απάντηση. Η μεγάλη πλειοψηφία των φοιτητών έδωσε για απάντηση είτε μια από τις δυο ακραίες τιμές (53,7%), είτε μια ενδιάμεση τιμή (29,3%). Μετά την εφαρμογή η βελτίωση ήταν εντυπωσιακή καθώς 65,8% έδωσε απόλυτα σωστή απάντηση στο ερωτηματολόγιο 3 (πίνακας 1).

Πίνακας 1. Ποσοστά σωστών απαντήσεων για τις ερωτήσεις 2.α και 2.β

| | Ερώτηση 2α | Ερώτηση 2β |
|------------------|------------|------------|
| Ερωτηματολόγιο 2 | 80,5% | 9,7% |
| Ερωτηματολόγιο 3 | 90,2% | 65,8% |

Η τρύπα του όζοντος στην Ανταρκτική

Μετά τη μελέτη των χαρτών συνολικού όζοντος οι φοιτητές φαίνεται ότι είναι σε θέση να εκτιμήσουν καλύτερα τις διαστάσεις της τρύπας του όζοντος στην Ανταρκτική, καθώς σε ερώτηση πολλαπλής επιλογής μόνο το 9,7% απαντά σωστά στο ερωτηματολόγιο 2, ότι δηλαδή η τρύπα του όζοντος καταλαμβάνει έκταση περίπου διπλάσια της Ευρώπης,, ενώ στο ερωτηματολόγιο 3 το ποσοστό αυξάνεται εντυπωσιακά στο 90,2% (πίνακας 2).

Σημαντική βελτίωση υπήρξε επίσης ως προς την κατανόηση της εποχικότητας της δημιουργίας της τρύπας του όζοντος. Πιο συγκεκριμένα, στο ερωτηματολόγιο 2 μόνο το 50,1% φαίνεται να έχει κατανοήσει ότι η τρύπα του όζοντος στην Ανταρκτική δημιουργείται κάθε άνοιξη για το Νότιο Ημισφαίριο (τέλη Σεπτεμβρίου για το Βόρειο Ημισφαίριο), ενώ στο ερωτηματολόγιο 3 το ποσοστό αυξάνεται στο 87,8% (πίνακας 2).

Πίνακας 2. Ποσοστά σωστών απαντήσεων για τις ερωτήσεις 3.α και 3.β

| | Ερώτηση 3α | Ερώτηση 3β |
|------------------|------------|------------|
| Ερωτηματολόγιο 2 | 9,7% | 50,1% |
| Ερωτηματολόγιο 3 | 90,2% | 87,8% |

Τροποσφαιρικό όζον

Στο ερωτηματολόγιο 2 σε ερώτηση κατά τη διάρκεια ποιων μηνών το τροποσφαιρικό όζον έχει αυξημένη συγκέντρωση στη χώρα μας, μόνο το 46,3% απαντά κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Μετά την εφαρμογή και τη μελέτη των χαρτών συγκέντρωσης του τροποσφαιρικού όζοντος το ποσοστό αυτό αυξάνεται στο 87,8% στο ερωτηματολόγιο 3.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στη συγκεκριμένη εργασία παρουσιάστηκε ο σχεδιασμός, η εφαρμογή και η διαμορφωτική αξιολόγηση διδακτικής παρέμβασης με θέμα το όζον. Ο κύριος στόχος της αξιολόγησης ήταν να διαπιστώσουμε κατά πόσο η μελέτη χαρτών συνολικού όζοντος βοηθά στην καλύτερη διδακτική προσέγγιση του φαινομένου. Από τα αποτελέσματα της διαμορφωτικής αξιολόγησης προκύπτει ότι οι φοιτητές του Π.Τ.Δ.Ε. πριν τη διδασκαλία αντιμετώπιζαν σοβαρά προβλήματα όσον αφορά στην ανάγνωση της χρωματικής κλίμακας των χαρτών. Μετά το πέρας της διδασκαλίας οι φοιτητές ανέπτυξαν τις απαραίτητες δεξιότητες για την ανάγνωση των χρωματικών χαρτών συνολικού όζοντος και σε αρκετές περιπτώσεις το γεγονός αυτό οδήγησε σε ιδιαίτερα θετικά αποτελέσματα όσον αφορά τους γνωστικούς στόχους. Πιο συγκεκριμένα οι φοιτητές μέσα από τη μελέτη των χρωματικών χαρτών αναγνωρίζουν ότι το φαινόμενο της τρύπας του όζοντος είναι τοπικό και εποχιακό και αντιλαμβάνονται καλύτερα το μέγεθος της τρύπας. Επίσης μέσα από τη μελέτη χαρτών τροποσφαιρικού όζοντος οι φοιτητές αναγνωρίζουν ποιους μήνες οι συγκεντρώσεις τροποσφαιρικού όζοντος είναι αυξημένες στη χώρα μας.

Ωστόσο, παρατηρήθηκαν και κάποιες δυσκολίες ιδιαίτερα όσον αφορά το διαχωρισμό τροποσφαιρικού και στρατοσφαιρικού όζοντος. Για το λόγο αυτό στόχος μας είναι η συγκεκριμένη διδακτική παρέμβαση να εμπλουτιστεί και με άλλες δραστηριότητες όπως είναι η μέτρηση του τροποσφαιρικού όζοντος με τη βοήθεια ψηφιακού οργάνου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Australian Curriculum Council (2008), Earth and Environmental Science
- Bell C., Sheparardson 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 Teachers Education*, 14, 1, 49-71
- Brown F. (2000). The Effect of an Inquiry-Oriented Environmental Science Course on Preservice Elementary Teachers' Attitudes about Science, *Journal of Elementary Science Education*, 12, 2, 1-6
- Charles W. (2006). Environmental Literacy Blueprint, Michigan state University
- 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
- European Commission, community research, (2007). Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe.
- Flogaitis E. (1993). *Environmental Education*. Athens, Hellenic University Publications.
- Gigliotti L.M. (1990). Environmental Education: what went wrong? What can be done? *Journal of Environmental Education*, 22, 1, 9- 12.
- Jonassen D.H. (2000). *Computers as mindtools for schools. Engaging critical thinking* 2nd ed., Merrill/Prentice Hall, NJ/OH, first ed. (1996) as "Computer in the classroom: Mindtools for critical thinking"
- Lawrence Hall of Science (2005), Global Systems Science, A New World View, University of California, Berkeley
- Papadimitriou V. (2004). Prospective Primary Teachers' Understanding of Climate Change, Greenhouse Effect, and Ozone Layer Depletion, *Journal of Science Education and Technology*, 13, 2, 299-307
- Psomiadis P., Chalkidis A., Saridaki A., Tampakis C. & Skordoulis C. (2007). Educational Software on the Ozone Layer Depletion, proceedings of the Iraklion conference on Computer Based Learning in Science (CBLIS)
- Psomiadis P., Mandrikas A., Tampakis C., Tsilidis M., Chalkidis A., Chalkia K. & Skordoulis C. (2007). Ozone layer depletion in Greek secondary education science textbooks. Proceedings of the Hammamet conference on Critical Analysis of School Science Textbook, International Organization for Science and Technology Education (IOSTE)
- Scientific Assessment (2002). Twenty Questions and Answers About the Ozone Layer, World Meteorological Organization, Global Ozone Research and Monitoring Project - Report No. 47.
- Scientific Assessment (2006). Twenty Questions and Answers About the Ozone Layer, World Meteorological Organization, Global Ozone Research and Monitoring Project – 2006 update.
- UNCED (1992). Agenda 21, Chapter 36.

- UNEP (2006). *Environmental Effects of Ozone Depletion and its Interactions with Climate Change: 2006 Assessment*, Nairobi, Kenya.
- UNESCO (1977). *Intergovernmental Conference on Environmental Education, Final Report*, Tbilisi, USSR.
- UNESCO (1980). *Environmental Education in the Light of the Tbilisi Conference* France, United Nations.
- WCED (World Commission on Environment and Development) (1987). *Our Common Future*, Oxford University Press, Oxford.
- Σκορδούλης Κ. & Σωτηράκου Μ. (2005). *Περιβάλλον: Επιστήμη & Εκπαίδευση*, Leader Books, Αθήνα.