

ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΕΙΦΟΡΙΑ: ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΣΗΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ

Κυριακού Κυριάκος^{1*}, Γκιόλμας Αριστοτέλης¹, Μανδρίκας Αχιλλέας¹, Ταμπάκης Κων/νος¹, Ψωμάδης Πλούταρχος¹, Σκορδούλης Κων/νος²

¹Υποψήφιος διδάκτορας ΠΤΔΕ Αθηνών, ² Καθηγητής ΠΤΔΕ Αθηνών

Εργαστήριο Διδακτικής & Επιστημολογίας Φυσικών Επιστημών και Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Αθηνών
Ναυαρίνου 13^Α 10680 Αθήνα, τηλ. 2103688031, fax 2103688034,
e-mail: kyriakkyr@yahoo.gr

ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ: εκπαίδευση εκπαιδευτικών, φωτοσύνθεση, νέες τεχνολογίες, εργαστήριο περιβαλλοντικών επιστημών

ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ: διδακτική πρόταση - εργαστηριακές ασκήσεις

ΠΕΡΙΛΗΨΗ: Η επιστημονική γνώση θεωρείται απαραίτητη για την κατανόηση των περιβαλλοντικών προβλημάτων και κατ' επέκταση για την ανάπτυξη στάσης που να προωθεί την αειφορία. Σύμφωνα με την Έκθεση Brundtland οι δάσκαλοι, και ως εκ τούτου και η εκπαίδευση των δασκάλων, παίζουν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη της αειφόρου κοινωνίας. Η εκπαίδευση των δασκάλων αποκτά έτσι σημαντικό ρόλο για την περιβαλλοντική εκπαίδευση. Στο πλαίσιο αυτό παρουσιάζουμε μια εργαστηριακή άσκηση με τη χρήση νέων τεχνολογιών, η οποία σχεδιάστηκε για να χρησιμοποιηθεί στη διδασκαλία της φωτοσύνθεσης στους φοιτητές του Παιδαγωγικού Τμήματος του Πανεπιστημίου Αθηνών. Ειδικότερα περιγράφουμε την πειραματική διάταξη καθώς και συγκεκριμένες διαδικασίες, με τις οποίες μπορούμε να διαπιστώσουμε την παραγωγή οξυγόνου κατά τη φωτοσύνθεση των υδρόβιων φυτών, καθώς και την αναγκαιότητα του φωτός στη φωτοσύνθεση. Η άσκηση αυτή υλοποιήθηκε πιλοτικά με την τεχνική του πειράματος επίδειξης στο Εργαστήριο Περιβαλλοντικών Επιστημών του ΠΤΔΕ του Πανεπιστημίου Αθηνών, προκειμένου να εντοπιστούν και να επιλυθούν διάφορα τεχνικά προβλήματα.

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ - ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΠΡΟΤΑΣΗΣ

Σύμφωνα με την Επιτροπή για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη (WCED), οι δάσκαλοι και η εκπαίδευση των δασκάλων παίζουν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη μιας αειφόρου κοινωνίας (Ekborg 2003). Ως εκ τούτου, και με δεδομένη την πολυπλοκότητα των περιβαλλοντικών φαινομένων, η εκπαίδευση των εκπαιδευτικών οφείλει να περιλαμβάνει τις απαραίτητες επιστημονικές και τεχνολογικές γνώσεις, που να επιτρέπουν την πλήρη κατανόηση των αιτιών και των συνεπειών των περιβαλλοντικών προβλημάτων αλλά και την αξιολόγηση των προτεινόμενων λύσεων (UNESCO 1997, Σκορδούλης-Σωτηράκου 2005). Εξάλλου η επιστημονική γνώση θεωρείται απαραίτητη για τη λήψη αποφάσεων για θέματα της κοινωνίας, που σχετίζονται με τις επιστήμες. (Ekborg 2003).

Για να συμπεριφέρεται κάποιος με τρόπο που να προωθεί την αειφορία θα πρέπει να έχει γνώσεις από τρεις περιοχές: γνώσεις οικολογίας, γνώσεις για τον τρόπο δράσης και γνώσεις που σχετίζονται με την κοινωνία. (Grasel 2000). Όμως, βασικό αντικείμενο μελέτης της οικολογίας είναι το οικοσύστημα (Σκορδούλης-Σωτηράκου 2005). Απαραίτητα στοιχεία για την περιγραφή ενός οικοσυστήματος είναι η μελέτη της ενεργειακής ροής και της ανακύκλωσης της ύλης (Odum 1971). Η ροή της ηλιακής ενέργειας μέσω των βιοτικών συστατικών του γήινου οικοσυστήματος γίνεται με τις φυσικές διαδικασίες της φωτοσύνθεσης και της αναπνοής. Η φωτοσύνθεση αποτελεί το μοναδικό αξιοποιήσιμο τρόπο δέσμευσης της ηλιακής ενέργειας. Χωρίς τη φωτοσύνθεση δεν θα μπορούσε να δημιουργηθεί ούτε και να συντηρηθεί η ζωή στη γη, τουλάχιστον με τη μορφή που την ξέρουμε σήμερα. Επομένως η σημασία της φωτοσύνθεσης για την υποστήριξη των

οικοσυστημάτων και της ζωής στον πλανήτη γενικότερα. είναι τεράστια (Βλ. Barker-Carr 1989, Canal 1999, Lin-Reping 2003, Yenilmez-Tekkaya 2006 Griffard-Wandersee 2001). Όμως, στους μαθητές παρατηρούνται αρκετές παρανοήσεις για τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης (Driver-Squires-Rushworth-Wood/Robinson 1998, Κόκκοτας 2003, Ozay-Oztas 2003, Marmaroti-Galanoroulou 2006). Η πραγματοποίηση πειραμάτων για την αρτιότερη διδασκαλία του θέματος είναι δύσκολη, επειδή η διαδικασία της φωτοσύνθεσης δεν μπορεί να γίνει εύκολα αντιληπτή από τις ανθρώπινες αισθήσεις.

Η διαδικασία της φωτοσύνθεσης μπορεί να συσχετισθεί και με διάφορα περιβαλλοντικά προβλήματα. Για παράδειγμα, η παρουσία πλούσιας χλωρίδας σε μία περιοχή έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του διοξειδίου του άνθρακα εξαιτίας της απορρόφησης του από τα φυτά κατά τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης. Αυτό αποκτά ιδιαίτερη σημασία σε περιπτώσεις αποψίλωσης ή εμπρησμού περιαστικών δασών για οικοπεδοποίηση ή σε περιπτώσεις αλόγιστων εκχερσώσεων δασών για υλοτομία ή γεωργική εκμετάλλευση. Επίσης, μείωση της φωτοσύνθεσης των οργανισμών που ζουν σε υδάτινο περιβάλλον μπορεί να έχει αλυσιδωτές επιπτώσεις στις τροφικές αλυσίδες και κατά συνέπεια στην ισορροπία του οικοσυστήματος μίας λίμνης ή της θάλασσας. Αιτίες για την αναστολή της φωτοσύνθεσης μπορεί να είναι η θόλωση της επιφάνειας των υδάτων λόγω ρυπογόνων ουσιών, η δημιουργία συνθηκών ευτροφισμού λόγω απόρριψης γεωργικών ή αστικών υγρών αποβλήτων, η υπερβολική υπερϊώδης ακτινοβολία λόγω της μείωσης της πυκνότητας του στρατοσφαιρικού όζοντος και η θερμική ρύπανση (Βλ. Miller 1999).

Εξαιτίας της μεγάλης σημασίας της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης στη λειτουργία των οικοσυστημάτων κρίθηκε αναγκαία και η εργαστηριακή ενασχόληση μ' αυτήν. Απώτερος σκοπός της προτεινόμενης εργαστηριακής άσκησης είναι να αποκτήσουν οι μελλοντικοί δάσκαλοι βαθύτερες επιστημονικές γνώσεις για τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης και να συνειδητοποιήσουν τη σημασία της για τη ροή ενέργειας στα οικοσυστήματα.

Κύριοι γνωστικοί στόχοι της προτεινόμενης πειραματικής διαδικασίας είναι η διαπίστωση της παραγωγής οξυγόνου κατά τη φωτοσύνθεση και η διερεύνηση του ρόλου του φωτός. Επίσης, επιδιώκονται ψυχοκινητικοί στόχοι, όπως η εξάσκηση των εκπαιδευομένων στην ανάλυση και στη σύγκριση γραφικών παραστάσεων και η εξοικείωσή τους με όργανα σύγχρονης τεχνολογίας.

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι να δοθεί στους εκπαιδευτικούς ένα παράδειγμα πειραματικής προσέγγισης της φωτοσύνθεσης άμεσα εφαρμόσιμο στο σχολικό εργαστήριο φυσικών ή περιβαλλοντικών επιστημών και μάλιστα με τη χρήση νέων τεχνολογιών.

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Η πειραματική προσέγγιση της φωτοσύνθεσης πραγματοποιήθηκε στην πιλοτική της εφαρμογή με τη μορφή πειράματος επίδειξης λόγω υψηλού κόστους της πειραματικής διάταξης και της συνεπαγόμενης έλλειψης επαρκούς πολλαπλότητας του εξοπλισμού που θα ήταν απαραίτητος για τη διεξαγωγή του πειράματος σε ομαδοσυνεργατική μορφή. Για να μειωθεί η παθητική στάση των φοιτητών έχουν προβλεφθεί οι εξής ενέργειες (Βλ. Βλάχος 2004):

A. πριν τη διεξαγωγή του πειράματος:

- Προκαλείται το ενδιαφέρον με κατάλληλες ερωτήσεις
- Επιλέγεται κατάλληλη θέση τοποθέτησης της πειραματικής διάταξης, ώστε όλοι να μπορούν να παρατηρούν ανεμπόδιστα
- Αναγνωρίζονται μια-μια οι συσκευές και τα όργανα
- Συναρμολογείται η πειραματική διάταξη με τη βοήθεια εθελοντών φοιτητών
- Ζητείται πρόβλεψη για το τι θα συμβεί και τι θα παρατηρηθεί

B. κατά τη διεξαγωγή του πειράματος:

- Ζητείται η παρατήρηση και καταγραφή των ενδείξεων των οργάνων
- Ζητείται η κατασκευή διαγράμματος
- Ζητείται ο υπολογισμός του ρυθμού παραγωγής οξυγόνου

Γ. μετά τη διεξαγωγή του πειράματος:

- Ζητείται περιγραφή της πειραματικής διαδικασίας
- Αναζητούνται εξηγήσεις

- Ελέγχονται οι αρχικές προβλέψεις
- Γίνεται ανασκόπηση της διαδικασίας και τονίζεται η σημασία της για τους έμβιους οργανισμούς και τα οικοσυστήματα.

Η πρωτοτυπία της πρότασης είναι ότι η πειραματική διαπίστωση της φωτοσύνθεσης πραγματοποιείται με τη χρήση νέων τεχνολογιών. Αυτό προτείνεται από την πρακτική του Microcomputer Based Laboratory (MBL). Αισθητήρες και ψηφιακοί καταγραφείς έχουν τη δυνατότητα να πραγματοποιούν όχι μόνο την αυτόματη λήψη μετρήσεων φυσικών μεγεθών σε “πραγματικό χρόνο” αλλά και την παρουσίαση & επεξεργασία τους μέσω γραφικών παραστάσεων. Σύμφωνα με την πρακτική του MBL, οι διαλέξεις και το εργαστήριο θεωρούνται ενοποιημένα και η βαρύτητα δεν δίνεται στην απομνημόνευση των διαφόρων θεωριών και στην επίλυση κλασικών προβλημάτων αλλά στην ανάπτυξη διαφορετικών δεξιοτήτων, όπως είναι η παρατήρηση, η διατύπωση προβλέψεων και η ικανότητα αιτιολόγησης. Το MBL έχει χρησιμοποιηθεί και στη διδασκαλία των περιβαλλοντικών επιστημών (Browne-Laws 2003) και μάλιστα με επιτυχία. Ερευνητικά δεδομένα αποδεικνύουν τα πλεονεκτήματά του, που σχετίζονται με τη χρήση γραφικών παραστάσεων (Ainley-Nardi-Pratt 2000), γενικότερα διδακτικά οφέλη (Laws 2002) και τεχνικής φύσης πλεονεκτήματα (Browne-Laws 2003).

ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Η πιλοτική εφαρμογή του προτεινόμενου πειράματος έγινε κατά το χειμερινό εξάμηνο σπουδών του ακαδημαϊκού έτους 2006-2007 στο ΠΤΔΕ Αθηνών στα πλαίσια του Εργαστηρίου των Περιβαλλοντικών Επιστημών με σκοπό τον εντοπισμό και την επίλυση προβλημάτων κατά την εκτέλεση του πειράματος. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε δέκα φορές από πέντε διαφορετικούς εκπαιδευτές. Διατέθηκε χρόνος μιάμισης ώρας κάθε φορά και οι φοιτητές το παρακολούθησαν σε ομάδες των 10-15 ατόμων.

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΠΙΛΟΤΙΚΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Σε κάθε φοιτητή δόθηκε από ένα φύλλο εργασίας το οποίο εκτός από τις οδηγίες για την εκτέλεση του πειράματος περιελάμβανε και εννέα ερωτήσεις που αποσκοπούσαν στον έλεγχο των προϋπαρχουσών γνώσεων των φοιτητών, στη δημιουργία ενδιαφέροντος και στην καλλιέργεια ικανοτήτων ανάγνωσης και σχεδίασης γραφικών παραστάσεων.

Πραγματοποιούμε δύο πειράματα. Με το πρώτο διαπιστώνουμε την παραγωγή οξυγόνου κατά τη φωτοσύνθεση και με το δεύτερο την αναγκαιότητα της παρουσίας του φωτός προκειμένου ένα φυτό να φωτοσυνθέσει. Τα όργανα που χρησιμοποιούμε είναι: ένας αισθητήρας διαλυμένου οξυγόνου, ένα όργανο ψηφιακής καταγραφής δεδομένων, ένας μαγνητικός αναδευτήρας, ένα διαφανές δοχείο με διπλά τοιχώματα το οποίο να κλείνει καλά και στο οποίο να προσαρμόζεται ο αισθητήρας διαλυμένου οξυγόνου (δοχείο φωτοσύνθεσης) και τουλάχιστον δύο φωτιστικά σώματα.

Για την εκτέλεση του πρώτου πειράματος γεμίζουμε το εσωτερικό μέρος του δοχείου της φωτοσύνθεσης με διάλυμα του ανθρακικού νατρίου (στο εξωτερικό βάζουμε απλά νερό) και το αναδεύουμε συνεχώς. Στη συνέχεια εισάγουμε στο διάλυμα αυτό ένα υδρόβιο φυτό, το φωτίζουμε και με τη χρήση ενός αισθητήρα και του οργάνου ψηφιακής καταγραφής δεδομένων λαμβάνουμε τη γραφική παράσταση της συγκέντρωσης του διαλυμένου οξυγόνου σε συνάρτηση με το χρόνο από την οποία προκύπτει ότι παράγεται οξυγόνο.

Το δεύτερο πείραμα, είναι συνέχεια του πρώτου. Σκεπάζουμε με ένα μαύρο πανί το δοχείο της φωτοσύνθεσης και λαμβάνουμε και πάλι τη γραφική παράσταση της συγκέντρωσης του διαλυμένου οξυγόνου σε συνάρτηση με το χρόνο, από όπου προκύπτει ότι η φωτοσύνθεση έχει σταματήσει.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ

Αξιολόγηση της συγκεκριμένης εργαστηριακής άσκησης με ειδικό φύλλο αξιολόγησης δεν έγινε κατά την πιλοτική εφαρμογή εξαιτίας των διαφορετικών ερευνητικών προτεραιοτήτων του εργαστηρίου στη συγκεκριμένη φάση λειτουργίας του. Η αποτελεσματικότητα του πειράματος της φωτοσύνθεσης αξιολογήθηκε μόνο ποιοτικά από τη μελέτη των φύλλων αξιολόγησης της

γενικότερης λειτουργίας του εργαστηρίου και από τις παρατηρήσεις των εκπαιδευτών. Από τα φύλλα αξιολόγησης προέκυψε ότι το πείραμα αυτό παρουσίασε για τους φοιτητές υψηλό βαθμό ενδιαφέροντος, αν κρίνουμε από το μέσο όρο 3,9 με άριστα το 5 με τον οποίο βαθμολόγησαν το συγκεκριμένο πείραμα. Ωστόσο, οι παρατηρήσεις των εκπαιδευτών κατέγραψαν αρκετές παραμένουσες παρανοήσεις για το ρόλο, το χρόνο, τους παράγοντες, τα προϊόντα και τη σημασία της φωτοσύνθεσης. Αναμφίβολα, όμως, προκειμένου να αξιολογηθεί η συγκεκριμένη εργαστηριακή άσκηση ως προς την επίτευξη των στόχων της, θα πρέπει αρχικά να διερευνηθούν οι προϋπάρχουσες αντιλήψεις των φοιτητών και στη συνέχεια να συγκριθούν με τις απόψεις τους μετά τη διεξαγωγή του πειράματος. Πρόσθετη ερευνητική εργασία θα απαιτηθεί στην περίπτωση διεξαγωγής του πειράματος σε ομάδες εργασίας ή για τη σύγκριση των αποτελεσμάτων στην περίπτωση διεξαγωγής του με απλά μέσα.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ainley J., Nardi E., Pratt D. (2000), The construction of meanings for trend in active graphing, *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, V. 5, n. 2, pp. 85-114.
- Barker M., Carr M (1989), Teaching and learning about photosynthesis. Part 1: an assessment in terms of students' prior knowledge, *International Journal of Environmental Studies*, 11, 49 - 56.
- Browne K. P., Laws P. (2003), Exploring the greenhouse effect through physics-oriented activities, *Physics Education*, 38, 2, 115-122.
- Canal P. (1999), Photosynthesis and 'inverse respiration' in plants: an inevitable misconception?, *International Journal of Science Education*, Vol. 21, N. 4, pp. 363 – 371.
- Driver R. - Squires A. - Rushworth P. - Wood-Robinson V. (1998), *Οικοδομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών*, Τυπωθήτω, Αθήνα.
- Ekborg M. (2003), How student teachers use scientific conceptions to discuss a complex environmental issue, *Journal of Biological Education*, (2003) 37(3), 126-132.
- Grasel C. (2000) *Closing the gap. In Research on Environmental Education in Europe*, eds. Bayrhuber H and Mayer J, Empirical. Munster/New York/Munchen/Berlin: Waxmann.
- Griffard P. B., Wandersee J. H. (2001), The two-tier instrument on photosynthesis: what does it diagnose?, *International Journal of Science Education*, Vol. 23, N. 10, pp. 1059-1052.
- Laws P. (2002), Reforming science and mathematics teaching, *Change*, 34-5, 28-35.
- Lin C.-Y., Reiping H. (2003), Students' understanding of energy flow and matter cycling in the context of the food chain, photosynthesis, and respiration, *International Journal of Science Education*, Vol. 25, N. 12, pp. 1529-1544.
- Marmaroti P., Galanopoulou D. (2006), Pupils' Understanding of Photosynthesis: A questionnaire for the simultaneous assessment of all aspects, *International Journal of Science Education*, Vol. 28, N. 4, pp. 383-403.
- Miller G.T. Jr (1999), *Βιώνοντας στο Περιβάλλον I – Αρχές Περιβαλλοντικών Επιστημών*, ΙΩΝ, Αθήνα.
- Odum E. P. (1971), *Fundamentals of Ecology*, Saunders, Philadelphia, USA.
- Ozay E., Oztas H. (2003), Secondary students' interpretation of photosynthesis and plant nutrition. *Journal of Biological Education*, 37(2): 68-70.
- UNESCO (1997), *Διακήρυξη Θεσσαλονίκης, Πανεπιστήμιο Αθηνών – MIO-ECSDE*, Θεσσαλονίκη
- Yenilmez A., Tekkaya C. (2006), Enhancing Students' Understanding of Photosynthesis and Respiration in Plant Through Conceptual Change Approach, *Journal of Science Education and Technology*, Vol. 15, N. 1, pp. 81-87.
- Βλάχος Ι. (2004), *Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες – Η πρόταση της Εποικοδόμησης*, Γρηγόρης, Αθήνα.
- Κόκκοτας Π. (2003), *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, Μέρος II*, Αθήνα
- Σκορδούλης Κ., Σωτηράκου Μ. (2005), *Περιβάλλον: Επιστήμη και Εκπαίδευση*, Leader Books, Αθήνα.