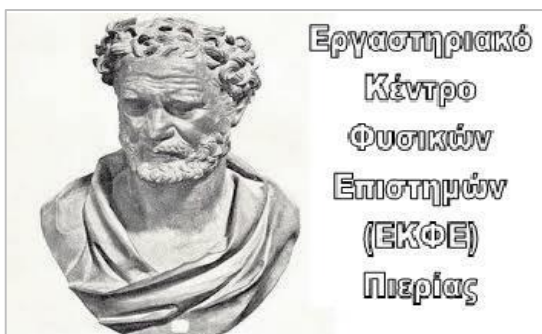


Η φωτοσύνθεση ... αλλιώς;

Νικόλαος Ιωάννου¹ - Φυσικός
Ελένη Παλούμπα² – Χημικός

¹Εργαστηριακό Κέντρο Φυσικών Επιστημών Πιερίας
²Εργαστηριακό Κέντρο Φυσικών Επιστημών Λακωνίας



Οκτώβριος 2018



1. Συνοπτική περιγραφή της ανοιχτής εκπαιδευτικής πρακτικής

Το θέμα της διδακτικής πρακτικής είναι η **φωτοσύνθεση**, ως μεταβολική διαδικασία με την οποία σχηματίζεται η τροφή των φυτών, ως βάση της διαδικασίας ροής της ενέργειας προς τους γήινους οργανισμούς, αλλά και ως φαινόμενο ιδιαίτερης διδακτικής αξίας και παιδαγωγικής ωφελιμότητας. Στοχεύοντας στην προσέλευση και προσαύξηση του ενδιαφέροντος των μαθητών, ο διδακτικός σχεδιασμός περιλαμβάνει παιχνίδι ρόλων και εργαστηριακές εφαρμογές, ενώ παράλληλα αξιοποιούνται οι δυνατότητες που παρέχει το Φωτόδεντρο και γενικότερα η χρήση των ΤΠΕ στο σύγχρονο σχολείο. Συμπεριλαμβάνονται και δοκιμάστηκαν διδακτικές προσεγγίσεις οι οποίες στόχευσαν αρχικά να εκμαιεύσουν τις προϋπάρχουσες αντιλήψεις των μαθητών και στη συνέχεια να συντελέσουν στην εποικοδομητική ανασύνθεσή τους για την παραγωγή/ανακάλυψη βασικών στοιχείων και αρχών επιστημονικής γνώσης.

Οι μαθητές/τριες, οικοδομώντας τη νέα γνώση, συμμετέχουν στη δημιουργία της «ιστοριογραμμής» με ικανό αριθμό σημαντικών σταθμών στην εξέλιξη των γνώσεων περί φωτοσύνθεσης καθώς και γραπτών κειμένων που περιγράφουν το διδακτικό αντικείμενο. Στα σημαντικά στοιχεία της πρακτικής συμπεριλαμβάνονται η αξιοποίηση των εποπτικών και εύχρηστων δυνατοτήτων που παρέχουν οι ΤΠΕ και η αδιαμφισβήτητη αξία του πειράματος στο σχολικό εργαστήριο Φυσικών Επιστημών. Ως προς την επικοινωνία μαθητών και εκπαιδευτικών, οι μαθητές/τριες φάνηκαν ιδιαίτερα δεκτικοί/ές στην υλοποίηση των βημάτων της διδακτικής προσέγγισης και, με άνεση και ενδιαφέρον, εξέθεσαν τις –συνήθως εντυπωσιακά στοχευμένες- απορίες τους στους διδάσκοντες, οποτεδήποτε χρειάστηκε. Ως αξιοσημείωτο σημείο επικοινωνίας του εκπαιδευτικού με τους/τις μαθητές/τριες μπορεί να σημειωθεί η επίκληση της αυθεντίας του διδάσκοντα όταν, κατά την επιχειρηματολογία στο παιχνίδι ρόλων, αποκαλύπτονται αδυναμίες και λάθη στις απόψεις που διατυπώνονται περί φωτοσύνθεσης. Απρόσμενο σημαντικό παραγόμενο είναι ότι υπήρξαν μαθητές που κατασκεύασαν στα σπίτια τους, με υλικά και σκεύη καθημερινής χρήσης, την πειραματική διάταξη για το πείραμα του Priestley και, με ευχάριστη αίσθηση δημιουργικότητας, την έφεραν στο σχολείο.



2. Σχεδιασμός της ανοιχτής εκπαιδευτικής πρακτικής

2.1 Στοιχεία σχεδιασμού

Από τη μελέτη των αναλυτικών προγραμμάτων και των καταγεγραμμένων απόψεων των εκπαιδευτικών προκύπτει ότι η φωτοσύνθεση θεωρείται σημαντική, βασική και ουσιώδης διδακτική ενότητα, η διδασκαλία της οποίας κρίνεται απαιτητική και σχετικά υψηλού βαθμού δυσκολίας. Οι παρανοήσεις που απαντώνται στις πεποιθήσεις των μαθητών της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, σχετίζονται με την προέλευση των θρεπτικών συστατικών των φυτών, με το είδος των ενεργειακών μεταβολών και με τις ιδιαιτερότητες της φύσης των φυτών ως οργανισμών. Η δυσκολία, προκύπτει και από την εννοιολογική ανάλυση της φωτοσύνθεσης, βάσει της οποίας συμπεραίνεται ότι αποτελεί σύνθετη διαδικασία «α. με τέσσερις πλευρές: Οικολογική, Ενεργειακή, Χημική και Φυσιολογική και β. με δύο επίπεδα: το κυτταρικό και το οργανισμικό.» Περισσότερο από άλλες ενότητες των Φυσικών Επιστημών, διδάσκοντας τη φωτοσύνθεση, «ο εκπαιδευτικός πρέπει να λαμβάνει υπό-ψη του τις νοητικές παραστάσεις των μαθητών του ώστε να μπορεί να μετασχηματίσει αντίστοιχα την επιστημονική γνώση. Η επιλογή των μεθόδων και τεχνικών διδασκαλίας θα εξαρτηθεί τόσο από την παιδαγωγική γνώση του αντικειμένου, όσο και από την προσωπική του άποψη σχετικά με τη μάθηση και τη διδασκαλία» (Ζόγκτζα, Β., 2006).

Παράλληλα, καθώς πρόκειται για φαινόμενο που μελετάται ενδεδειγμένα διαχρονικά και διεπιστημονικά, με πλούσιο βιβλιογραφικό υλικό, ο εκπαιδευτικός αναγκαστικά υποχρεώνεται να διευρύνει διαρκώς το αντίστοιχο γνωστικό και διδακτικό του πεδίο, αφού το ενδιαφέρον για τη μελέτη της φωτοσύνθεσης είναι διαρκές και ταυτιζόμενο με το ενδιαφέρον για τη ζωή και την εξέλιξή της. Στη σχολική πραγματικότητα, για τους μαθητές, έννοιες όπως «ενέργεια – χημικές α-



ντιδράσεις – ακτινοβολία – ανταλλαγή αερίων», χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν τη βιολογική υπόσταση του φαινομένου, ενώ ταυτόχρονα αναλύονται και επεξηγούνται στα παράλληλα διδασκόμενα αντικείμενα της Φυσικής και της Χημείας. Επιπλέον, όροι όπως «χλωροπλάστες – χλωροφύλλη – εφυμενίδα – μεσόφυλλο - grana» κ.ά., αποτελούν για τους μαθητές έναν λεκτικό «κώδικα», η κατανόηση και αφομοίωση του οποίου εκτός του ότι δεν είναι δεδομένη, λειτουργεί έως και αποθαρρυντικά, αφού απαιτεί προσπάθεια, βαθμού δυσκολίας κυμαινόμενου κατά περίπτωση.

Η περιγραφή του φύλλου και ο ρόλος του ως οργάνου στη φωτοσυνθετική διαδικασία, αποτελεί ένα επιπλέον «σκοτεινό» πεδίο καθώς συνδέεται με παρανοήσεις και πρόχειρες επεξηγήσεις των παιδιών. Η μελέτη των παραγόντων που επηρεάζουν τη φωτοσύνθεση και του βαθμού επίδρασής τους, αναγκαστικά οδηγούν σε περισσότερο εξειδικευμένα επιστημονικά πεδία, δημιουργώντας επιπρόσθετο βάρος στην κατανόηση του φαινομένου.

Ο καινοτομικός χαρακτήρας της διδακτικής παρέμβασης συνίσταται στο ότι επιχειρείται ο συνδυασμός βιωματικών, μαθητοκεντρικών και τεχνολογικά ενημερωμένων εκπαιδευτικών τεχνικών, με την εφαρμογή των οποίων η σχολική γνώση γίνεται περισσότερο ελκυστική, εύληπτη, ενδιαφέρουσα και αποτελεσματική, ενώ παράλληλα η αναπλαισίωσή της και σύνδεσή της με την επιστημονική γνώση διευκολύνεται. Στο πλαίσιο αυτό, ο διδακτικός σχεδιασμός περιλαμβάνει

- μελέτη δημοσιευμάτων σύγχρονων πηγών ενημέρωσης
- παιχνίδι ρόλων όπου τα παιδιά υποδύονται επιστήμονες με συνεισφορά στη μελέτη της φωτοσύνθεσης. Διαπιστώνεται ταύτιση μεταξύ προϋπαρχουσών μαθητικών ιδεών και πρώιμων θεωριών για τη φωτοσύνθεση
- εργαστηριακές εφαρμογές (μικροσκόπηση, πείραμα Priestley, μελέτη ρυθμού φωτοσύνθεσης και παραγωγής αμύλου)
- χρήση ΤΠΕ, με πλούσιο και αξιόπιστο υλικό από το Φωτόδεντρο και δραστηριότητες με κατάλληλες εφαρμογές, όπως το «Quizlet» και το «Kahoot».



2.2 Διδακτικοί στόχοι

Στόχοι σχετικοί με το γνωστικό αντικείμενο:

Με σκοπό τη γνωστική οικοδόμηση των εννοιών και του φαινομένου της φωτοσύνθεσης και τη σύνδεσή της με τη ζωή και την ιστορία της επιστήμης, πλέον των στόχων που τίθενται στο εγχειρίδιο του εκπαιδευτικού, επιδιώκεται οι μαθητές/τριες

- να διαπιστώσουν την αξία της φωτοσύνθεσης ως ενεργειακής μεταβολής, σε θέματα εξοικονόμησης ενέργειας και σύγχρονης επιστημονικής τεχνολογίας
- να επιχειρηματολογήσουν για την εξέλιξη των γνώσεων για τη φωτοσύνθεση και την αλληλένδετη αξία του πειράματος
- να γνωρίσουν βιογραφικά στοιχεία διακεκριμένων επιστημόνων και να εκτιμήσουν τη μεθοδική και κοπιώδη προσπάθεια που απαιτείται για κάθε αντίστοιχο εγχείρημα
- να παρατηρήσουν την ανταλλαγή αερίων στη διάρκεια της φωτοσύνθεσης
- να ταυτοποιούν με απλό τρόπο τα αέρια της φωτοσύνθεσης
- να διαπιστώσουν τη σχέση της φωτοσύνθεσης με την κυτταρική αναπνοή

Στόχοι σχετικοί με δεξιότητες που αφορούν στο γνωστικό αντικείμενο:

Οι μαθητές/τριες να μπορούν:

- να εντοπίζουν και να αξιολογούν κριτικά το ψηφιακό περιεχόμενο που αφορά στη φωτοσύνθεση και τις σχετικές με αυτήν έννοιες
- να μεταφορτώνουν και να επεξεργάζονται κατάλληλα, τα χρήσιμα αρχεία ήχου και εικόνας, εντάσσοντάς τα π.χ. στην παρουσίαση της εργασίας της ομάδας τους, στην ολομέλεια
- να χειρίζονται με ευχέρεια εφαρμογές και ψηφιακά εργαλεία ιστορικής και χρονικής ταξινόμησης, για την αποτύπωση της χρονικής εξέλιξης των προσπαθειών
- να εξηγούν μέσω κατάλληλων πειραμάτων τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης και των παραγόντων που την επηρεάζουν.



Στόχοι σχετικοί με τη χρήση της τεχνολογίας:

Οι μαθητές/τριες να μπορούν:

- να ταξινομούν ιστορικά γεγονότα χρησιμοποιώντας την κατάλληλη εφαρμογή
- να χειρίζονται αρχεία ήχου και εικόνας
- να χειρίζονται ιστότοπους για την αναζήτηση πληροφορίας

Στόχοι σχετικοί με τις κοινωνικές δεξιότητες (π.χ. διαπραγμάτευση, συνεργασία, διάλογος, ενσυναίσθηση, συμμετοχή σε ομάδα, ανάληψη ρόλων, κ.λπ.) :

Οι μαθητές/τριες να καλλιεργήσουν και να υιοθετήσουν:

- κριτική σκέψη
- πνεύμα συνεργασίας και κοινωνικής διαπραγμάτευσης
- διαδικασίες αναστοχασμού ατομικού και συνεργατικού
- υπευθυνότητα και συνέπεια ως προς τον ρόλο που έχουν αναλάβει
- ενσυναίσθηση, αλληλοσεβασμό και αλληλοκατανόηση



3. Πραγματοποίηση της ανοιχτής εκπαιδευτικής πρακτικής

3.1 Περιβάλλον – πλαίσιο

Οι μαθητές/τριες, οργανωμένοι/ες σε ομάδες, αναζητούν και μελετούν άρθρα ή/και αποσπάσματα δημοσιευμάτων και τα παρουσιάζουν σύντομα στην ολομέλεια. Οι «λέξεις-κλειδιά» ή τίτλοι προς αναζήτηση, τους δίνονται από τον/την εκπαιδευτικό. Ενδεικτικά:

- Καλλιερώντας υπό το φως των LED
- Ανακαλύφθηκε ζώο που φωτοσυνθέτει
- Φωτοσύνθεση και φωτο-αποσύνθεση
- Τα πρώτα βιονικά φυτά με «τούρμπο» φωτοσύνθεση
- Ρεύμα με τεχνητή φωτοσύνθεση

Προκαλείται σύντομη συζήτηση για τη φωτοσύνθεση και τίθενται στοχευμένα ερωτήματα. Η διδακτική αυτή ενέργεια λειτουργεί ως αφόρμηση, επιδιώκοντας την προσέλκυση του ενδιαφέροντος των μαθητών και, παράλληλα, συντελεί στη διαπίστωση της σχέσης της Επιστήμης και του συγκεκριμένου γνωστικού πεδίου με την καθημερινή ζωή. Στο σημείο αυτό, μπορεί να δημιουργηθεί ένας νοητικός χάρτης με τις σημαντικότερες έννοιες και φαινόμενα που συνδέονται με τη φωτοσύνθεση, ή να καταγραφούν συνοπτικά αυτά, με τη βοήθεια της εφαρμογής «radlet».

Στη συνέχεια, οι μαθητές συμμετέχουν σε ένα παιχνίδι ρόλων: Υποδύονται ρόλους είτε διακεκριμένων επιστημόνων με συνεισφορά στην επιστημονική διερεύνηση της φωτοσύνθεσης διεθνώς και διαχρονικά, είτε αντιπάλων των παραπάνω επιστημόνων. Με τους ρόλους αυτούς συμμετέχουν σε συζήτηση (debate), επιχειρηματολογώντας σχετικά με τις απόψεις τους για το θέμα της φωτοσύνθεσης, είτε υιοθετώντας τις επιστημονικές απόψεις μελετητών και πειραματιστών, είτε επιχειρώντας να τις αντικρούσουν με επιστημονικά δεδομένα της εποχής του καθενός. Ο στόχος της προσέγγισης αυτής είναι διττός: Αφ' ενός συντελεί στην αποκάλυψη της εξέλιξης των επιστημονικών ιδεών από τις πιο αδύναμες στις πλέον ισχυρές και αποδεδειγμένες. Αφ' ετέρου προβάλλει την αδυναμία των αρχικών θεωριών, οι περισσότερες από τις οποίες είναι –



αποδεδειγμένα πλέον- εν όλω ή εν μέρει καταγραμμένες στη βιβλιογραφία και ως εναλλακτικές ιδέες των μαθητών. Μέσω της γνωστικής σύγκρουσης και της απόρριψης των αστήρικτων κι ανυπόστατων απόψεων, οι μαθητές οδηγούνται να υιοθετήσουν τις απόψεις που τεκμηριώνονται άρτια και αντιστοιχούν στην επιστημονική γνώση. Μεταξύ των συνηθών εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών, οι πλέον διαδεδομένες θεωρούνται οι ακόλουθες:

-τα φυτά είναι διαφορετικοί ζωντανοί οργανισμοί από τα ζώα και οι λειτουργίες τους διαφέρουν από εκείνες των ζώων.

-οι διάφορες λειτουργίες του φυτού λαμβάνουν χώρα σε όλα τα μέρη του.

-τα φυτά απορροφούν άμεσα από το έδαφος τα θρεπτικά συστατικά που απαιτούνται για την τροφή τους.

-η τροφή των φυτών είναι το οξυγόνο και το νερό.

-τα φυτά απορροφούν διοξείδιο του άνθρακα και παράγουν οξυγόνο. Τα φυτά δεν αναπνέουν. (Αποστολάκης, Ε., Παναγοπούλου, Ε., κ.ά., 2011)

Ιδέες όπως οι παραπάνω, αποτέλεσαν για αρκετά έτη τις κρατούσες θεωρίες για το φαινόμενο της φωτοσύνθεσης. Βάσει αυτών κατασκευάζονται και οι κάρτες ρόλων που αναλαμβάνουν να υποδυθούν οι μαθητές/τριες. Οι κάρτες δημιουργούνται από τους/τις μαθητές/τριες, εάν τα χρονικά δεδομένα το επιτρέπουν, στη διάρκεια του μαθήματος. Μπορούν να δημιουργηθούν από τα παιδιά, σύμφωνα με το μοντέλο «flipped classroom» (ανεστραμμένη τάξη), πριν την υλοποίηση της διδακτικής παρέμβασης. Οι κάρτες ταξινομούνται χρονικά και προκύπτει η εξέλιξη των ιδεών για τη φωτοσύνθεση, σε μια «ιστοριογραμμή»

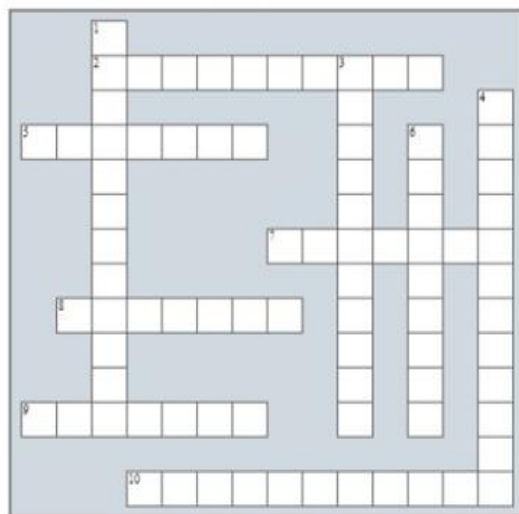
(<http://photodentro.edu.gr/v/item/ugc/8525/1054>). Στη χρονική αυτή διαδοχή των μελετητών της φωτοσύνθεσης, αποτυπώνεται μέρος της Ιστορίας της Επιστήμης και αναδεικνύεται η σημασία της, καθώς πρωταρχικός σκοπός της είναι η επεξήγηση και νοηματοδότηση του σύμπαντος κόσμου, κάτι που συμβαδίζει με τα προαιώνια ερωτηματικά της ανθρώπινης νόησης.

Στη συνέχεια, στο εργαστήριο Φυσικών Επιστημών, υλοποιούνται αντιπροσωπευτικά πειράματα σχετικά με τη φωτοσύνθεση. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στο «Πείραμα του Priestley», που παρουσιάζεται σχηματικά και με ερωτήσεις κλειστού τύπου στο «Φωτόδεντρο» (<http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/4922>). Το πείραμα υλοποιείται και στο εργαστήριο, με απλά υλικά και σκεύη καθημερινής χρήσης, όπως προτείνεται από το Ε.Κ.Φ.Ε. Πιερίας στο σχετικό video (<http://photodentro.edu.gr/ugc/r/8525/1040>). Το ψηφιακό υλικό από το φωτόδεντρο, σε συνδυασμό



με το πραγματικό –απλό, διδακτικό και εντυπωσιακό- πείραμα που υλοποιήθηκε στην τάξη, αυξάνουν σημαντικά το παιδαγωγικό όφελος, όπως διαπιστώθηκε στην αξιολόγηση που ακολούθησε, τμήμα της οποίας έχει σχεδιαστεί με ψηφιακά μέσα και εφαρμογές, όπως το ψηφιακό (με το πρόγραμμα «Eclipse crossword») σταυρόλεξο για τη φωτοσύνθεση.

(<http://photodentro.edu.gr/v/item/ugc/8525/1055>). Επειδή τα χρονικά όρια ήταν στενά, προτάθηκαν δοκιμαστικά για το σπίτι και αξιοποιήθηκαν από τα 2/3 των μαθητών/τριών της τάξης: Η εφαρμογή “Kahoot” - <http://photodentro.edu.gr/v/item/ugc/8525/1056> και η ηλεκτρονική αξιολόγηση, στη διεύθυνση <http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/1293> .



ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ

2. Οι οργανισμοί αυτοί ονομάζονται και "παραγωγοί"
5. Η εξάτμιση του νερού από τα στόματα του φύλλου.
7. Ο Priestley με το πείραμά του απέδειξε ότι τα φυτά παράγουν αυτό το αέριο.
8. Ονομάζονται έτσι τα μικρά ανοίγματα που βρίσκονται στην κάτω επιδερμίδα του φύλλου.
9. Με τον τρόπο αυτόν γίνεται η είσοδος του διοξειδίου του άνθρακα από τα στόματα προς τους μεσοκτυτάριους χώρους.
10. Στο φύλλο υπάρχουν δύο, η "πάνω" και η "κάτω" και τις παρατηρούμε σε εγκάρσια τομή του φύλλου.

ΚΑΘΕΤΑ

1. Καθένα από τα στόματα του φύλλου, περιβάλλεται από ένα ζευγάρι τέτοιων κυττάρων.
3. Σημαντική μεταβολική διαδικασία, κατά την οποία η φωτεινή ενέργεια μετατρέπεται σε χημική.
4. Πολλά οργανίδια αυτού του είδους βρίσκονται στα κύτταρα του μεσόφυλλου.
6. Βρίσκεται ανάμεσα στις δύο επιδερμίδες του φύλλου και διασχίζεται από αγγεία.

Εικόνα 1 – Το σταυρόλεξο της Φωτοσύνθεσης



3.2 Ηλικιακή ομάδα

Η εκπαιδευτική πρακτική εφαρμόστηκε σε μαθητές/τριες Β΄ Λυκείου, σε ένα σχολικό τμήμα, με 23 μαθητές/τριες. Η αναλογία μαθητών και μαθητριών ήταν περίπου 1:1 (12 κορίτσια και 11 αγόρια). Πρόκειται για παιδιά σχεδόν αποκλειστικά ελληνικής εθνικότητας, στο αστικό περιβάλλον μιας μικρής επαρχιακής πόλης (Σπάρτη).

3.3 Πρότερες γνώσεις και διάρκεια εφαρμογής

Προαπαιτούμενες γνώσεις για την υλοποίηση της εκπαιδευτικής πρακτικής, είναι οι σχετικές με τα είδη των οργανισμών (αυτότροφοι/ετερότροφοι), τη δομή και τη λειτουργία του κυττάρου. Οι γνώσεις αυτές προηγούνται στο σχολικό εγχειρίδιο, με αποτέλεσμα οι μαθητές/τριες να τις έχουν σε σημαντικό βαθμό εμπεδώσει. Ως προς την τεχνολογία, απαιτούνται γνώσεις χειρισμού ηλεκτρονικού υπολογιστή, σε επίπεδο εφαρμογών γραφείου, τις οποίες κατέχουν σε υψηλό βαθμό οι μαθητές/τριες της ηλικίας αυτής.

Ξενόγλωσσα κείμενα και εφαρμογές δεν χρησιμοποιήθηκαν, κυρίως για οικονομία χρόνου. Στην περίπτωση υλοποίησης της διδακτικής πρακτικής με τη μορφή project, θα ήταν ωφέλιμη η άντληση πληροφοριακού υλικού και από ξενόγλωσσα π.χ. αγγλική βιβλιογραφία και διαδικτυογραφία. Στην περίπτωση αυτή, ο διεπιστημονικός χαρακτήρας θα ενισχυόταν ενώ παράλληλα θα ήταν επιπλέον προαπαιτούμενη η εξοικείωση με την αντίστοιχη ξένη γλώσσα.



3.4 Αναλυτική περιγραφή της πραγματοποίησης της ανοιχτής εκπαιδευτικής πρακτικής

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1: [Αφόρμηση – Άντληση/Επισκόπηση Υλικού – Παιχνίδι Ρόλων]

Διάρκεια: 1 διδακτική ώρα

Είδος δραστηριότητας: Ομαδική εργασία, συζήτηση, παιχνίδι ρόλων, επιχειρηματολογία, αντιπαράθεση επιστημονικών επιχειρημάτων

Οργάνωση τάξης: Εργασία σε ομάδες

Ρόλος του διδάσκοντα: Ο ρόλος του διδάσκοντα είναι υποστηρικτικός, ενθαρρυντικός και συμβουλευτικός. Θέτοντας τα κατάλληλα ερωτήματα, κρατά ζωντανή και ενδιαφέρουσα την ανταλλαγή επιχειρημάτων των παιδιών και υπογραμμίζει τα σημαντικότερα σημεία. Διακριτικά καθοδηγεί, στοχεύοντας στην εξαγωγή των ορθών συμπερασμάτων και στην αποδόμηση των εσφαλμένων προϋπαρχουσών ιδεών των μαθητών.

Σύνδεση με τον διδακτικό στόχο: Οι στόχοι που υποστηρίζονται από τη δραστηριότητα αυτή είναι οι μαθητές/τριες να μπορούν:

- να διαπιστώσουν την αξία της φωτοσύνθεσης ως ενεργειακής μεταβολής, σε θέματα εξοικονόμησης ενέργειας και σύγχρονης επιστημονικής τεχνολογίας
- να επιχειρηματολογήσουν για την εξέλιξη των γνώσεων για τη φωτοσύνθεση και την αλληλένδετη αξία του πειράματος



- να γνωρίσουν βιογραφικά στοιχεία διακεκριμένων επιστημόνων και να εκτιμήσουν τη μεθοδική και κοπιώδη προσπάθεια που απαιτείται για κάθε αντίστοιχο εγχείρημα
- να εντοπίζουν και να αξιολογούν κριτικά το ψηφιακό περιεχόμενο που μπορούν να αξιοποιήσουν στο θέμα της φωτοσύνθεσης και των σχετικών εννοιών
- να μεταφορτώνουν και να επεξεργάζονται κατάλληλα, τα χρήσιμα αρχεία ήχου και εικόνας, εντάσσοντάς τα π.χ. στην παρουσίαση της εργασίας της ομάδας τους, στην ολομέλεια
- να χειρίζονται ιστότοπους για την αναζήτηση πληροφορίας
- να σκέφτονται κριτικά
- να συνεργάζονται αρμονικά και να διαπραγματεύονται κοινωνικά
- να υποστηρίζουν με υπευθυνότητα και συνέπεια ως προς τον ρόλο που έχουν αναλάβει

Ψηφιακό εκπαιδευτικό περιεχόμενο:

<http://photodentro.edu.gr/v/item/ugc/8525/1054> «Ιστοριογραμμή» της Φωτοσύνθεσης

<http://photodentro.edu.gr/v/item/ugc/8525/1046> Η Φωτοσύνθεση... αλλιώς; - Ιστορικοί σταθμοί και χρήσιμες διευθύνσεις.

<http://photodentro.edu.gr/v/item/ugc/8525/1055> Το Σταυρόλεξο της Φωτοσύνθεσης

<http://photodentro.edu.gr/ugc/r/8525/1038> Το πείραμα του Priestley – Ε.Κ.Φ.Ε. Πιερίας – 1^η εκδοχή

<http://photodentro.edu.gr/ugc/r/8525/1039> Το πείραμα του Priestley – Ε.Κ.Φ.Ε. Πιερίας – 2^η εκδοχή

<http://photodentro.edu.gr/ugc/r/8525/1040> Το πείραμα του Priestley – Ε.Κ.Φ.Ε. Πιερίας – 3^η εκδοχή

<http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/1293> Αξιολόγηση γνώσεων για τη φωτοσύνθεση

Περιγραφή: Ομαδοσυνεργατική μελέτη ψηφιακού υλικού. Παρουσίαση και συζήτηση στην ολομέλεια. Ενδεικτικά:

- Καλλιεργώντας υπό το φως των LED
- Ανακαλύφθηκε ζώο που φωτοσυνθέτει
- Φωτοσύνθεση και φωτο-αποσύνθεση
- Τα πρώτα βιονικά φυτά με «τούρμπο» φωτοσύνθεση
- Ρεύμα με τεχνητή φωτοσύνθεση



Παιχνίδι ρόλων: Υποδύονται ρόλους επιστημόνων με συνεισφορά στην επιστημονική διερεύνηση της φωτοσύνθεσης διεθνώς και διαχρονικά, των οποίων οι απόψεις επαληθεύτηκαν ή διαψεύστηκαν. Με τους ρόλους αυτούς συμμετέχουν σε συζήτηση (debate), επιχειρηματολογώντας σχετικά με τις απόψεις τους για το θέμα της φωτοσύνθεσης, είτε υιοθετώντας τις επιστημονικές απόψεις μελετητών και πειραματιστών, είτε επιχειρώντας να τις αντικρούσουν με επιστημονικά δεδομένα της εποχής του καθενός.

Διαχείριση προϋπαρχουσών ιδεών: Μέσω της γνωστικής σύγκρουσης και της απόρριψης των ανυπόστατων απόψεων, οι μαθητές οδηγούνται να υιοθετήσουν μόνο εκείνες που τεκμηριώνονται άρτια και απηχούν την επιστημονική γνώση.

Ιστοριογραμμή – Φυλλάδιο και Πίνακας: Ιστορικοί & Επιστημονικοί Σταθμοί για τη Φωτοσύνθεση <http://photodentro.edu.gr/ugc/r/8525/1046> . Στο Φυλλάδιο της Φωτοσύνθεσης με ψηφιακή ή έντυπη μορφή οι μαθητές/τριες παρατηρούν την εξέλιξη των ιδεών για τη φωτοσύνθεση. Βάσει αυτών μπορούν να κατασκευάσουν και τις κάρτες ρόλων. Η ιστοριογραμμή που δημιουργήθηκε με το υλικό του φυλλαδίου από ομάδα μαθητριών βρίσκεται στη διεύθυνση <http://photodentro.edu.gr/v/item/ugc/8525/1054> .

Αποτελέσματα της δραστηριότητας: Το ενδιαφέρον των παιδιών κινητοποιείται και αρχίζουν να ρωτούν π.χ. αν η τεχνητή φωτοσύνθεση μπορεί να καλύψει ενεργειακά ελλείμματα στη Γη ή αν θα μπορούσε να δώσει λύση σε πιθανή μετεγκατάσταση των γήινων όντων σε άλλους πλανήτες. Μεγάλος αριθμός εναλλακτικών ιδεών καταρρίπτεται. Τα παιδιά ανταλλάσσουν επιχειρήματα με εντυπωσιακά εμπλουτισμένο λεξιλόγιο και υπερασπίζονται τις «λάθος» ιδέες με –προσποιητή μεν, αξιοσημείωτη δε – έμφραση.



ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2: [Το πείραμα του Priestley]

Διάρκεια: 1 διδακτική ώρα

Είδος δραστηριότητας: Παρουσίαση του ιστορικού πειράματος του Priestley για παραγωγή οξυγόνου από τα φυτά και στην πρόσληψή του από τους ζωικούς οργανισμούς, από το Φωτόδεντρο. Υλοποίηση του πειράματος του Priestley στο σχολικό εργαστήριο Φυσικών Επιστημών ή στη σχολική τάξη. Συμπλήρωση ερωτήσεων κλειστού τύπου στο ψηφιακό περιβάλλον του Φωτόδεντρου.

Οργάνωση τάξης: Εργασία σε ομάδες για την απάντηση των ερωτήσεων. Στην ολομέλεια γίνεται εύκολα η επίδειξη, για εξοικονόμηση χρόνου. Όμως, το πείραμα μπορεί να υλοποιηθεί και μετωπικά, με τα παιδιά οργανωμένα σε ομάδες.

Ρόλος του διδάσκοντα: Ο/η εκπαιδευτικός συντονίζει τη διαδικασία, ενθαρρύνοντας τα παιδιά στις επιμέρους δραστηριότητες. Επιπλέον, ο ρόλος του είναι συμβουλευτικός, διευκολυντικός και, κατά το δυνατόν, φθίνων καθοδηγητικός.

Σύνδεση με τον διδακτικό στόχο: Επιδιώκεται οι μαθητές/τριες να μπορούν:

- να εξηγούν μέσω κατάλληλων πειραμάτων τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης και των παραγόντων που την επηρεάζουν
- να παρατηρούν της ανταλλαγής αερίων στη διάρκεια της φωτοσύνθεσης.
- να ταυτοποιούν με απλό τρόπο τα αέρια της φωτοσύνθεσης.
- να διαπιστώσουν τη σχέση της φωτοσύνθεσης με την κυτταρική αναπνοή.

Επιπλέον οι μαθητές/τριες αναμένεται να καλλιεργήσουν και να υιοθετήσουν:

- κριτική σκέψη
- πνεύμα συνεργασίας και κοινωνικής διαπραγμάτευσης



- διαδικασίες αναστοχασμού ατομικού και συνεργατικού
- ενσυναίσθηση, αλληλοσεβασμό και αλληλοκατανόηση

Ψηφιακό εκπαιδευτικό περιεχόμενο: Τα πειράματα Priestley, που αφορούν στην παραγωγή οξυγόνου από τα φυτά και στην πρόσληψή του από τους ζωικούς οργανισμούς. <http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/4922> . Η πραγματική και εύκολη υλοποίηση του πειράματος, στη διεύθυνση <http://photodentro.edu.gr/ugc/r/8525/1040> .

Υλικό αξιολόγησης: Το σταυρόλεξο της Φωτοσύνθεσης <http://photodentro.edu.gr/v/item/ugc/8525/1055>, το πείραμα του Priestley <http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/4922?locale=el> και το ψηφιακό κριτήριο αξιολόγησης <http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/1293>.

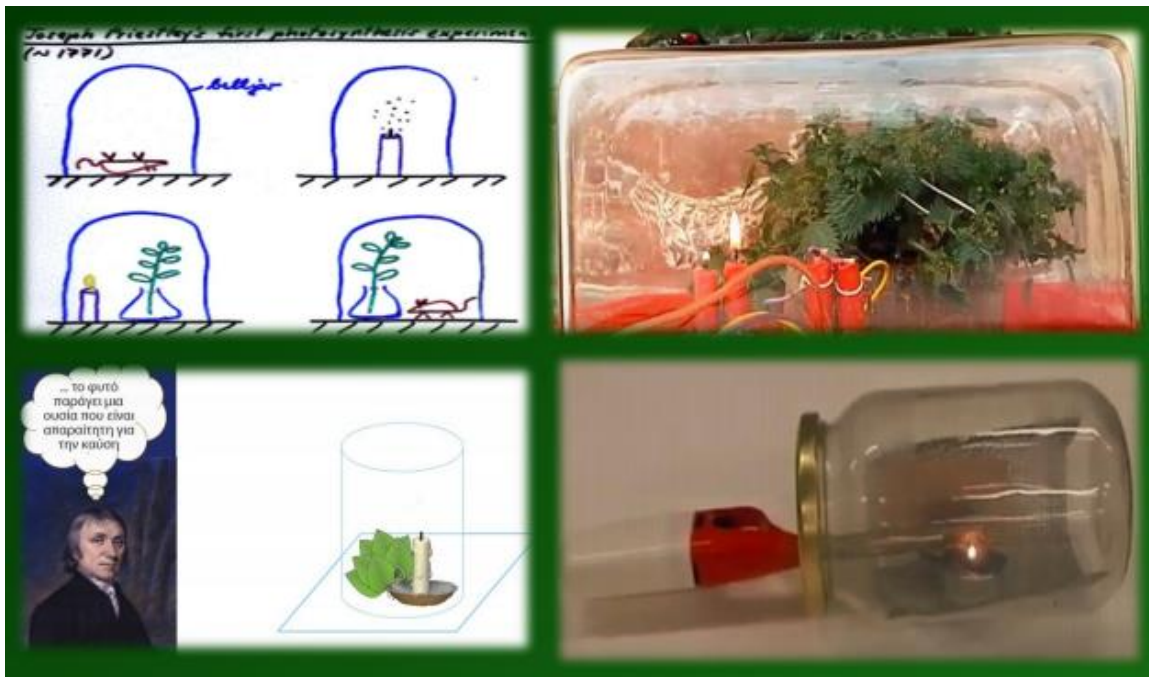
Περιγραφή: Αρχικά, “με κινούμενα γραφικά και σύντομα επεξηγηματικά κείμενα, παρουσιάζονται τα πειράματα του Άγγλου ερευνητή Joseph Priestley, που αφορούν στην παραγωγή οξυγόνου από τα φυτά και στην πρόσληψή του από τους ζωικούς οργανισμούς. Το μαθησιακό αντικείμενο περιλαμβάνει πέντε ερωτήματα πολλαπλής επιλογής σχετικά με διαφορετικά στάδια των πειραμάτων και τα συμπεράσματα που προκύπτουν κατά τη διεξαγωγή τους.” (<http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/4922>)

Για τη μετωπική υλοποίηση του πραγματικού πειράματος, απαιτούνται απλά σκεύη και υλικά καθημερινής χρήσης (Γυάλινο βάζο π.χ. από μαρμελάδα που κλείνει αεροστεγώς, Πράσινο φυτό (χρησιμοποιήσαμε τσουκνίδα), 1 κεράκι ρεσώ, αναπτήρας με μακρύ ρύγχος). Το video του πειράματος (<http://photodentro.edu.gr/ugc/r/8525/1040>), μπορεί να αξιοποιηθεί από τον εκπαιδευτικό ως εποπτικό υλικό προκειμένου οι μαθητές να κατανοήσουν μέσω του ιστορικού πειράματος την ανταλλαγή των αερίων κατά τη φωτοσύνθεση και την ταυτοποίησή τους.

Αποτελέσματα της δραστηριότητας: Οι μαθητές/τριες αντιλαμβάνονται μέσω των πειραμάτων τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης και των παραγόντων που την επηρεάζουν, με βιωματικό και



εύληπτο τρόπο. Παράλληλα, ελέγχουν τις γνώσεις τους με παιγνιώδη τρόπο, χρησιμοποιώντας το αντίστοιχο ψηφιακό εργαλείο από το Φωτόδεντρο. Η ομαδοσυνεργατική και βιωματική διδασκαλία, αφήνει τα παιδιά περισσότερο αλληλέγγυα και κριτικά, αφού καλλιεργεί τον αλληλοσεβασμό, την ενσυναίσθηση και την οικοδόμηση της γνώσης μέσω διερώτησης και ανακάλυψης.



Εικόνα 2 – Το πείραμα του Priestley, από το Φωτόδεντρο στη σχολική τάξη



4. Στοιχεία τεκμηρίωσης και επέκτασης της ανοιχτής εκπαιδευτικής πρακτικής

4.1 Αποτελέσματα – Αντίκτυπος

Οι μαθητές/τριες διατύπωσαν σε γενικές γραμμές θετικές απόψεις όπως «Το μάθημα έγινε ευχάριστο», «μας άρεσε που φιλονικούσαμε για τις απόψεις των πρώτων Βιολόγων», «το πείραμα του Priestley μας εντυπωσίασε, γενικά. Ειδικότερα, δεν περιμέναμε ότι τα φυτά τόσο γρήγορα παράγουν το οξυγόνο!», «το υλικό από το Φωτόδεντρο, με τα σκίτσα και τα κουίζ, δεν ήταν βαρετό!».

Για τους εκπαιδευτικούς διαφορετικών ειδικοτήτων (Φυσικός και Χημικός) που συνεργάστηκαν, η αναζήτηση απαντήσεων, η ανταλλαγή απόψεων και ο γόνιμος διάλογος, αποτέλεσαν μια ουσιώδη επαγγελματική εμπειρία. Η συν-εργασία των εκπαιδευτικών για τον σχεδιασμό της διδακτικής πρακτικής, με τη χρήση κυρίως της ασύγχρονης επικοινωνίας μέσω διαδικτύου, διευκόλυνε κατά πολύ το εγχείρημα και συνηγορεί στη διαπίστωση ότι είναι εύκολο και χρήσιμο να επικοινωνούμε ενδοσχολικά και «διασχολικά» με όφελος γενικότερο για τη σχολική κοινότητα. Όπως προέκυψε τόσο κατά τη φάση της διαμορφωτικής όσο και στη φάση της τελικής αξιολόγησης, τα μαθησιακά αποτελέσματα είναι πολύ κοντά στους αρχικούς στόχους.

Θα μπορούσαμε να υποστηρίξουμε ότι ο καινοτόμος χαρακτήρας της διδακτικής παρέμβασης έγκειται ακριβώς στο ότι αξιοποιώντας τις ΤΠΕ, το πολύτιμο ψηφιακό υλικό του Φωτόδεντρου και «φωτίζοντας» την αξία του πειράματος στην σχολική τάξη, άφησε στα παιδιά γνώσεις και γνωστικά ερεθίσματα, αλλά και ικανοποίηση και αυξημένο ενδιαφέρον για σχετικά θέματα με αντίστοιχες εφαρμογές. Η πλειοψηφία των μαθητών/τριών παραδέχθηκε ότι θα μπορούσε πρόθυμα να υλοποιήσει εκτεταμένη ερευνητική εργασία γύρω από τη θεματική ενότητα της φωτοσύνθεσης.



4.2 Απρόσμενα γεγονότα

Κατά τη συζήτηση των σύγχρονων δημοσιευμάτων, ακούστηκαν ερωτήσεις εντυπωσιακά στοχευμένες, πρωτότυπες στη σύλληψη και ευρείς ως προς το περιεχόμενο.

Οι μαθητές/τριες υιοθέτησαν με αυξημένη υπευθυνότητα τους ρόλους των επιστημόνων.

Η κατάρτιση των εσφαλμένων προϋπαρχουσών ιδεών, έγινε από τους ίδιους τους μαθητές, ως αποτελεσματική διδασκαλία μεταξύ ομοτίμων (peer to peer learning), μέσω του παιχνιδιού ρόλων και της επιχειρηματολογίας. Έτσι, η συμμετοχή και το ενδιαφέρον ήταν αυξημένα σε σχέση με την παραδοσιακή μέθοδο δασκαλοκεντρικής διδασκαλίας και, οι επιδόσεις υψηλές, όπως διαπιστώθηκε κατά την αξιολόγηση της διδακτικής προσέγγισης.

4.3 Εκπαιδευτική τεχνική σε σημαντικά στιγμιότυπα

Στην αρχική φάση της συζήτησης, ένας μαθητής και μια μαθήτρια διαφωνούσαν για τον χαρακτηρισμό της φωτοσύνθεσης ως φυσικού ή χημικού φαινομένου. Μαθητές/τριες της Β΄ Λυκείου, θα περιμέναμε να έχουν ήδη μάθει το σωστό. Η εκπαιδευτικός παρενέβη ρωτώντας την ολομέλεια «ποιο είναι το κριτήριο για τον χαρακτηρισμό ενός φαινομένου ως φυσικού ή ως χημικού». Οι περισσότεροι/ες μαθητές/τριες απάντησαν ορθά, αν και 2-3 υποστήριξαν ότι «ένα χημικό φαινόμενο γίνεται στο εργαστήριο» ενώ «ένα φυσικό φαινόμενο γίνεται στη φύση». Αφού διορθώθηκε και διατυπώθηκε ορθά το κριτήριο, η εκπαιδευτικός έθεσε εκ νέου το ερώτημα για τον χαρακτηρισμό της φωτοσύνθεσης, οπότε δόθηκε λύση στην αρχική διαφωνία μεταξύ των παιδιών. Τότε, από μαθήτρια ακούστηκε η άποψη ότι «δηλαδή η Φύση είναι και πολύ καλός Χημικός!».

Στην υλοποίηση του πειράματος του Priestley, οι μαθητές/τριες δεν περίμεναν ότι θα διαπιστώσουν άμεσα την παραγωγή του οξυγόνου και εντυπωσιάστηκαν από την ταχύτητα της φωτοσύνθεσης. Ως πιθανή δυσκολία θα μπορούσε να αναφερθεί ότι απαιτείται ηλιοφάνεια για τη διεξαγωγή του πειράματος αυτού.



Τα παιδιά εντυπωσιάστηκαν επίσης από την παρατήρηση των φύλλων του φυτού στο μικροσκόπιο, όπου φαίνονταν πολύ χαρακτηριστικά διάφορες δομές, όπως π.χ. τα στόματα. Η χρήση του μικροσκοπίου δεν είναι απαιτητική και η παρουσία του οργάνου αυτού γενικά, μέσα στην τάξη, είναι επωφελής και ιδιαίτερα διδακτική για τα παιδιά.

Η υλοποίηση του πειράματος του Priestley στο σχολικό εργαστήριο, ακολούθησε μια εξελικτική πορεία από την πιο περίπλοκη αρχική πειραματική διάταξη έως την απλουστευμένη, η οποία και χρησιμοποιήθηκε κατά την εφαρμογή της εκπαιδευτικής πρακτικής στη σχολική τάξη.

Η εξέλιξη αποτυπώνεται στα παρακάτω στιγμιότυπα – εικόνες.

Στο μοντάζ και την επεξεργασία των δύο πρώτων video, πολύτιμη βοήθεια προσέφερε ο Θεόδωρος Σταυρίδης, Φυσικός.



<http://photodentro.edu.gr/ugc/r/8525/1038>



<http://photodentro.edu.gr/ugc/r/8525/1039>



<http://photodentro.edu.gr/ugc/r/8525/1040>

Εικόνα 3. Στιγμιότυπα της εξέλιξης της «σχολικής εκδοχής» του πειράματος του Priestley



4.4 Σχέση με άλλες ανοιχτές εκπαιδευτικές πρακτικές

Η πρακτική αυτή επιχειρεί την έμπρακτη υιοθέτηση του μαθητοκεντρικού μοντέλου, με τον/την εκπαιδευτικό να έχει ρόλο υποστηρικτικό και, φθίνοντα καθοδηγητικό. Η ανακαλυπτική και βιωματική διαδικασία αφήνει πλουσιότερα τα παιδιά όχι μόνο σε γνώσεις αλλά και σε δεξιότητες. Καθώς το ψηφιακό υλικό που αξιοποιήθηκε βρίσκεται αναρτημένο στο Φωτόδεντρο, είναι σαφής η σχέση της παρούσας με άλλες εκπαιδευτικές πρακτικές που αφορούν όχι μόνο τη Βιολογία αλλά και την Πληροφορική, τη Χημεία, την Τεχνολογία και άλλα διδακτικά αντικείμενα.

4.5 Αξιοποίηση, γενίκευση, επεκτασιμότητα

Επιπλέον εργαστηριακές δραστηριότητες μπορούν να εμπλουτίσουν την πρακτική και να πολλαπλασιάσουν τα μαθησιακά αποτελέσματα. Ενδεικτικά αναφέρουμε:

1. Μικροσκόπηση – Παρατήρηση δομών στο φύλλο – Μετωπικό πείραμα

Σκοπός

- Η παρατήρηση και σύγκριση στομάτων στην επιδερμίδα φύλλων διαφόρων φυτών.
- Η παρατήρηση καταφρακτικών κυττάρων και των χλωροπλαστών.

Όργανα και υλικά απαραίτητα για το πείραμα

- Όργανα και υλικά μικροσκοπίας: Μικροσκόπιο και κασετίνα
- Διάφορα φρεσκοκομμένα φύλλα: γερανιού, αγγελικής, καλαμιού, μπούζι (παχύφυτο), φύλλα από διάφορα αγροστώδη που φυτρώνουν στα πεζοδρόμια, κισσός κτλ.
- Lugol.
- Τριβλία petri ή ύαλοι ωρολογίου. (Καψάλης, Α., Μπουρμπουχάκης, Ι. κ.ά., 2012)



Διαδικασία

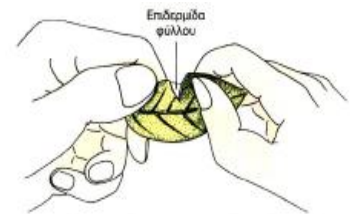
Το πείραμα εκτελείται σύμφωνα με τις οδηγίες του εργαστηριακού οδηγού της Βιολογίας Γενικής παιδείας της Β΄ Λυκείου.

Η παρατήρηση γίνεται στην επιδερμίδα διάφορων φύλλων. Προτιμώνται τα φύλλα στα οποία η επιδερμίδα ξεκολλάει, όταν τα σκίζουμε (π.χ φύλλα γερανιού ή αγγελικής κ.ά).

Σκίζουμε το φύλλο, οπότε η επιδερμίδα ξεκολλάει.

Κόβουμε ένα κομμάτι επιδερμίδας, από την επάνω επιφάνεια του φύλλου και ένα από την κάτω, και το τοποθετούμε σε αντικειμενοφόρο πλάκα.

Στάζουμε μια σταγόνα νερό στο παρασκεύασμα, καλύπτουμε με καλυπτρίδα και παρατηρούμε σε μικρή μεγέθυνση. Βάζουμε στο κέντρο του οπτικού πεδίου ένα στόμα και το παρατηρούμε. Προχωρούμε στην επόμενη μεγέθυνση (Χ40) και παρατηρούμε το στόμα με δυνατότερο φως. Μέσα στα καταφρακτικά κύπαρα διακρίνονται οι χλωροπλάστες.





2. Το πείραμα του Priestley – Πείραμα επίδειξης ή μετωπικό

Σκοπός

- Η παρατήρηση της ανταλλαγής αερίων στη διάρκεια της φωτοσύνθεσης.
- Η ταυτοποίηση των αερίων της φωτοσύνθεσης.
- Η διαπίστωση της σχέσης της φωτοσύνθεσης με την κυτταρική αναπνοή.

Όργανα και υλικά απαραίτητα για το πείραμα

- Γυάλινο βάζο π.χ. από μαρμελάδα που κλείνει αεροστεγώς
- Πράσινο φυτό (τσουκνίδα)
- 1 κεράκι ρεσώ
- Πλέγμα αμιάντου.
- Αναπτήρας με μακρύ ρύγχος

Το video του πειράματος (<http://photodentro.edu.gr/ugc/r/8525/1040>) και, με πιο σύνθετες διατάξεις (<http://photodentro.edu.gr/ugc/r/8525/1038> και <http://photodentro.edu.gr/ugc/r/8525/1039>), μπορεί να αξιοποιηθεί από τον εκπαιδευτικό ως εποπτικό υλικό, προκειμένου οι μαθητές να κατανοήσουν μέσω του ιστορικού πειράματος την ανταλλαγή των αερίων κατά τη φωτοσύνθεση και την ταυτοποίησή τους. Εναλλακτικά, με την παρακολούθηση του βιντεοσκοπημένου πειράματος, οι μαθητές π.χ. στο πλαίσιο του μαθήματος της Ερευνητικής Εργασίας ή της Τεχνολογίας μπορούν να κατασκευάσουν τη δική τους αντίστοιχη διάταξη και να πραγματοποιήσουν το πείραμα. Ανάλογα θα μπορούσε το video να αξιοποιηθεί για κατασκευή της διάταξης από τους διδάσκοντες Φυσικές Επιστήμες. Το επιπλέον εκπαιδευτικό υλικό για το πείραμα του Priestley, που αξιοποιήθηκε, βρίσκεται στο «Φωτόδεντρο» (<http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/4922?locale=el>).



3. Μελέτη της φωτοσύνθεσης - Μετωπικό πείραμα

Σκοπός

- Η παρατήρηση της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης ακόμα και σε τμήματα φύλλων.
- Η κινητική μελέτη της φωτοσύνθεσης σε σχέση με το περιβάλλον.

Όργανα και υλικά απαραίτητα για το πείραμα

- Ηλεκτρική λάμπα
- Λαβίδα και ανατομική βελόνα
- Καλαμάκι
- Ποτήρι ζέσεως των 250 mL
- Υδροβολέας με νερό
- Σύριγγα χωρίς βελόνα
- Χρωματιστές ζελατίνες
- Ορθοστάτης
- Χρονόμετρο
- Απορροφητικό χαρτί
- Σπανάκι
- Διαλύματα Σόδας Μαγειρικής (NaHCO_3), 1% w/w, 2% w/w, 4% w/w
- Απορρυπαντικό Πιάτων

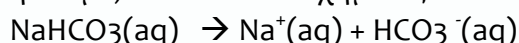
Περιγραφή

Με το πείραμα αυτό μπορεί να μελετηθεί ο ρυθμός της φωτοσύνθεσης και παράγοντες που τον επηρεάζουν. Ως προσομοίωμα του ήλιου χρησιμοποιείται ηλεκτρική λάμπα. Στον μεσοκυττάριο χώρο του μεσόφυλλου περιέχεται μεσοκυττάριο υγρό, αλλά και αέρας.



Διαδικασία

Με τη βοήθεια μιας σύριγγας, δημιουργούμε ελαττωμένη πίεση και έτσι απομακρύνουμε τον αέρα από το μεσόφυλλο, οπότε εισέρχεται εκεί διάλυμα και τότε οι δίσκοι βυθίζονται. Χρησιμοποιούμε υδατικό διάλυμα NaHCO_3 , ώστε να παραχθεί το CO_2 που χρειάζονται τα τμήματα των φύλλων του πειράματος για τη φωτοσύνθεση. Στο διάλυμα NaHCO_3 που θα χρησιμοποιήσουμε, το CO_2 που σχηματίζεται ως εξής:



Στη συνέχεια, από το HCO_3^- προκύπτει H_2CO_3 : $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$

Το H_2CO_3 διασπάται και δίνει CO_2 : $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Κατά τη διάρκεια της φωτοσύνθεσης στους δίσκους των φύλλων, το CO_2 εισέρχεται στο εσωτερικό των χλωροπλαστών και το O_2 εξέρχεται μέσω των στομάτων τους. Το CO_2 διαλύεται σχετικά εύκολα στο νερό και δεν μπορούμε να το παρατηρήσουμε στο διάλυμα. Αντίθετα, το O_2 είναι ελάχιστα διαλυτό σε υδατικό διάλυμα γι αυτό βλέπουμε φυσαλίδες κατά το σχηματισμό του. Για τον προσδιορισμό του ρυθμού της φωτοσύνθεσης, καλή ένδειξη είναι ο χρόνος που απαιτείται για να ανέβουν οι δίσκοι στην επιφάνεια του διαλύματος.

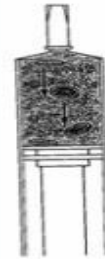
Στα διαλύματα NaHCO_3 με περιεκτικότητες 1% w/w, 2% w/w, 4% w/w και στο απιονισμένο νερό (0% w/w) προστίθενται 1-2 σταγόνες απορρυπαντικό πιάτων για περιορισμό της δημιουργίας φυσαλίδων αέρα στα φύλλα και στον κύλινδρο.

Προετοιμασία των τμημάτων των φύλλων

Χρησιμοποιώντας το καλαμάκι, κόβουμε 10 κυκλικούς δίσκους από τα φύλλα, αποφεύγοντας τα νεύρα. Βγάζουμε το έμβολο της σύριγγας και τοποθετούμε τους δίσκους σ' αυτήν. Στη συνέχεια τοποθετούμε το έμβολο στη θέση του και το ωθούμε διώχνοντας τον αέρα και προσέχοντας να μην τραυματίσουμε τους δίσκους. Μετράμε με τον ογκομετρικό κύλινδρο 100 mL διαλύματος NaHCO_3 4% w/w. Παίρνουμε με τη σύριγγα 4 mL από το διάλυμα αυτό. Παρατηρούμε αν οι δίσκοι των φύλλων επιπλέουν ή βυθίζονται στο διάλυμα. Αδειάζουμε προσεκτικά το υπόλοιπο διάλυμα στο γυάλινο ποτήρι. Κλείνουμε το ακροφύσιο της σύριγγας με το δάχτυλο και τραβάμε το έμβολο



με προσοχή για 15 – 20 s, ώστε να δημιουργηθεί ελαττωμένη πίεση. Το βήμα αυτό πρέπει να επαναληφθεί όσες φορές χρειάζεται, μέχρι να βυθίζονται όλοι οι δίσκοι.



Με το ακροφύσιο της σύριγγας ανοιχτό προς τα επάνω, τραβάμε το έμβολο ώστε να μπει αέρας σ' αυτήν. Κλείνουμε το ακροφύσιο, και το στρέφουμε προς τα κάτω, βγάζουμε το έμβολο και αδειάζουμε το διάλυμα και τους δίσκους στο ποτήρι

Βεβαιωνόμαστε πως οι δίσκοι βρίσκονται στον πυθμένα.

Μελέτη του ρυθμού Φωτοσύνθεσης – Επίδραση της συγκέντρωσης

Ανάβουμε τη λάμπα και μηδενίζουμε το χρονόμετρο. Μετράμε το χρόνο που χρειάζεται για να ανέβουν 6 δίσκοι στην επιφάνεια και τον καταγράφουμε. Επαναλαμβάνουμε τα βήματα 1 έως 10 για τα διαλύματα με περιεκτικότητες 2 % w/w και 1 % w/w και για το νερό.

Μελέτη του ρυθμού Φωτοσύνθεσης – Επίδραση του μήκους κύματος της ακτινοβολίας

Επαναλαμβάνουμε τα βήματα 1 έως 7, χρησιμοποιώντας 100 mL διαλύματος NaHCO_3 4 % w/w.

Πριν ανάψουμε τη λάμπα, καλύπτουμε με την κόκκινη ζελατίνα το ποτήρι.

Επαναλαμβάνουμε την ίδια διαδικασία (βήματα 1 έως 7), καλύπτοντας με την πράσινη ζελατίνα το ποτήρι και σημειώνουμε τη μέτρησή σας.



4 . Σχηματισμός αμύλου κατά τη φωτοσύνθεση – Πείραμα επίδειξης Σκοπός

- Η ανάδειξη του ρόλου του φωτός για τον σχηματισμό αμύλου με τη φωτοσύνθεση.
- Η ανίχνευση αμύλου σε φύλλα, ως αποτέλεσμα της επίδρασης του φωτός.

Όργανα και υλικά απαραίτητα για το πείραμα

- | | |
|-------------------|-----------------|
| -Φύλλα γερανιού, | -Οινόπνευμα, |
| -Γκαζάκι, | -Ποτήρια ζέσεως |
| -Τριβλίο Petri, | -Βάμμα ιωδίου, |
| -Διηθητικό χαρτί. | |



Σύμφωνα και με τις οδηγίες διδασκαλίας, το πείραμα αυτό μπορεί να παρουσιαστεί στην τάξη βιντεοσκοπημένο (<http://photodentro.edu.gr/lor/handle/8521/3137>), είτε αντί του πειράματος επίδειξης, είτε υποστηρικτικά, για την εκτέλεση του πειράματος από τους μαθητές.

Συγκρίνεται η παρουσία αμύλου σε φύλλο που αναπτύχθηκε στο φως και φύλλο που παρέμεινε στο σκοτάδι.

Παίρνουμε ένα φύλλο από μολόχα ή γεράνι και το βράζουμε λίγο για να διασπαστούν τα κυτταρικά τοιχώματα. Στη συνέχεια βυθίζουμε το φύλλο σε οινόπνευμα για να διαλυθεί η χλωροφύλλη του στο οινόπνευμα και το φύλλο να αποχρωματιστεί. Αφού αποχρωματιστεί, το στεγνώνουμε με χαρτί κουζίνας ή/και τοποθετώντας το π.χ. κοντά σε πηγή θερμότητας για μείωση του χρόνου αναμονής. Προσθέτοντας μερικές σταγόνες βάμματος ιωδίου παρατηρούμε εμφάνιση μπλε σκούρου χρώματος, χαρακτηριστικού της αντίδρασης αμύλου-ιωδίου. Συμπεραίνουμε ότι το φύλλο περιέχει άμυλο, που παράχθηκε στο φύλλο από τη φωτοσύνθεση. Εκτελώντας τα ίδια βήματα με ένα φύλλο που έχει παραμείνει στο σκοτάδι ή που το έχουμε καλύψει πλήρως ή μερικώς με αλουμινόχαρτο, παρατηρούμε ότι απουσιάζει το άμυλο.



5. Πρόσθετο υλικό που αξιοποιήθηκε

- Βιβλία **v**
- Σημειώσεις
- Χάρτες
- Websites **v**
- Λογισμικό **v**

Αποστολάκης, Ε., Παναγοπούλου, Ε., Σάββας, Σ., Τσαγλιώτης, Ν., Πανταζής, Γ., Σωτηρίου, Σ., Τόλιας, Β., Τσαγκογέωργα, Α., Καλκάνης, Γ. (2011). «Φυσικά» ΣΤ΄ Δημοτικού Ερευνώ και Ανακαλύπτω Αθήνα: ΙΤΥΕ – ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ

Ζόγκζα, Β. (2006). Θέματα Διδακτικής της Βιολογίας. Αθήνα: Μεταίχμιο.

Ζόγκζα, Β. (2007). Η βιολογική γνώση στην παιδική ηλικία. Αθήνα: Μεταίχμιο.

Καψάλης, Α., Μπουρμπουχάκης, Ι. Ε., Περάκη, Β. & Σαλαμαστράκης, Σ. (2012). Βιολογία Γενικής Παιδείας Β' Γενικού Λυκείου. Αθήνα: ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ.

Καψάλης, Α., Μπουρμπουχάκης, Ι. Ε., Περάκη, Β. & Σαλαμαστράκης, Σ. (2012). Εργαστηριακός Οδηγός Γενικής Παιδείας Β' Γενικού Λυκείου. Αθήνα: ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ.

Ridge, I., ελληνική απόδοση Γραμματικόπουλος, Γ., Κυπαρίσσης, Ά., Λεβίζου, Έ., Μανέτας, Γ., Πετροπούλου, Γ., Ψαράς, Γ. (2005). Φυσιολογία των φυτών. Αθήνα: Ίων.



http://ekfe.eyr.sch.gr/erg_odhgoi/erg_od_bio_b_gp_lyk.pdf Εργαστηριακός Οδηγός Βιολογίας Γενικής Παιδείας Β΄ Λυκείου.

<http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/4922?locale=el> Το πείραμα του Priestley

<http://photodentro.edu.gr/v/item/ugc/8525/1054> «Ιστοριογραμμή» της Φωτοσύνθεσης

<http://photodentro.edu.gr/v/item/ugc/8525/1046> Η Φωτοσύνθεση... αλλιώς; - Ιστορικοί σταθμοί και χρήσιμες διευθύνσεις.

<http://photodentro.edu.gr/v/item/ugc/8525/1055> Το Σταυρόλεξο της Φωτοσύνθεσης

<http://photodentro.edu.gr/ugc/r/8525/1038> Το πείραμα του Priestley – Ε.Κ.Φ.Ε. Πιερίας – 1η εκδοχή

<http://photodentro.edu.gr/ugc/r/8525/1039> Το πείραμα του Priestley – Ε.Κ.Φ.Ε. Πιερίας – 2η εκδοχή

<http://photodentro.edu.gr/ugc/r/8525/1040> Το πείραμα του Priestley – Ε.Κ.Φ.Ε. Πιερίας – 3η εκδοχή

<http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/1293> Αξιολόγηση γνώσεων για τη φωτοσύνθεση

<http://photodentro.edu.gr/v/item/ugc/8525/1056> Αξιολόγηση γνώσεων για τη φωτοσύνθεση-Kahoot