

Στη στήλη “Μέσα στην τάξη” παρουσιάζονται ιδέες, πρακτικές και σχέδια μαθήματος που έχουν εφαρμοστεί στην τάξη και προτείνουν μια πρωτότυπη, διαφορετική, καινοτόμα διδακτική προσέγγιση που προκαλεί το ενδιαφέρον στα παιδιά.

Ένα διερευνητικό μοντέλο για τη μελέτη της ώσμωσης και της διάχυσης ουσιών δια μέσου βιολογικών μεμβρανών

Γαρυφαλλιά Δομουχτσίδου

Στην εργασία προτείνεται ένα απλό διερευνητικό μοντέλο για τη μελέτη της ώσμωσης και διάχυσης ουσιών δια μέσου βιολογικών μεμβρανών, καθώς και του μεγέθους των κυττάρων, αντικείμενα που διδάσκονται στη Βιολογία της Β' Λυκείου (Καψάλης κ.ά., 2014). Χρησιμοποιούνται ωμά ωάρια πουλερικών (αβγά κότας και ορτυκιών) από τα οποία έχει προηγουμένως αφαιρεθεί το κέλυφος. Επίσης, γίνεται μια πρώτη προσπάθεια να αποτιμηθούν τα αποτελέσματα της διδασκαλίας με τη συμπλήρωση ενός φύλλου εργασίας (είναι διαθέσιμο ως υποστηρικτικό υλικό στο δικτυακό τόπο του περιοδικού) στο οποίο ζητείται ο σχεδιασμός ενός αντίστοιχου πειράματος από τους μαθητές.

Εισαγωγή

Η διδακτική αναποτελεσματικότητα της παραδοσιακής διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών, η οποία έχει καταγραφεί σε πλήθος διεθνών ερευνών, φαίνεται ότι μπορεί να αντιστραφεί, μέχρι ενός σημείου, υιοθετώντας τη στρατηγική της διερευνητικής διδασκαλίας και μάθησης. Η διερευνητική διδασκαλία μπορεί να παρέχει ένα ευέλικτο πλαίσιο για συζήτηση και ανατροφοδότηση μέσα στο οποίο οι εκπαιδευόμενοι μπορούν να αναπτύξουν, μεταξύ άλλων, δεξιότητες και ικανότητες αλλά και τις αντιλήψεις τους για τη φύση της επιστήμης (Ryder et al., 1999).

Πλεονεκτήματα της συγκεκριμένης διδακτικής προσέγγισης έχουν καταγραφεί πριν μερικές δεκαετίες (Anderson et al., 1983; Shymansky et al., 1990). Ενδεικτικά, έχει διαπιστωθεί: καλύτερη επίδοση των μαθητών στη γραφική αναπαράσταση και την ικανότητα ερμηνείας των δεδομένων (Mattheis & Nakayama, 1988), βελτίωση του επιστημονικού γραμματισμού και της κατανόησης επιστημονικών διαδικασιών (Lindberg, 1990), διεύρυνση του επιστημονικού λεξιλογίου και κατανόηση εννοιών (Lloyd & Contreras, 1985, 1987), ανάπτυξη κριτικής σκέψης (Narode et al., 1987), θετική στάση απέναντι στην επιστήμη (Rakow, 1986), υψηλότερη απόδοση σε δοκιμασίες (Glasson,

1989) και δόμηση της λογικής-μαθηματικής σκέψης (Staver, 1986). Βέβαια, τα αποτελέσματα των μελετών διαφοροποιούνται ανάλογα με τη χώρα, το σκοπό της έρευνας, την ερευνητική μεθοδολογία.

Στην ελληνική πραγματικότητα, όπου η έννοια της διερευνητικής διδασκαλίας και μάθησης προστέθηκε πρόσφατα στο λεξιλόγιο των εκπαιδευτικών (Κουμαράς, 2015), στην περίπτωση που ο αντίκτυπος αφορά στη ανάπτυξη της κριτικής σκέψης των μαθητών ο Τσεχερίδης (2015) προτείνει ένα μοντέλο και αιτιολογεί γιατί «..η ανάπτυξη της κριτικής σκέψης των μαθητών ... είναι δυνατό να επιτευχθεί μέσα από δραστηριότητες διερευνητικού χαρακτήρα»

Προσπάθειες ώστε νέες μέθοδοι διδασκαλίας να ενσωματωθούν στην ελληνική σχολική καθημερινότητα, γίνονται τα τελευταία χρόνια μέσω των προγραμμάτων επιμόρφωσης εκπαιδευτικών (Τ.Π.Ε. Β' επίπεδο, Μείζον Πρόγραμμα Επιμόρφωσης Εκπαιδευτικών) αλλά και μέσα από μεμονωμένες δράσεις των σχολικών συμβούλων, των κατά τόπους Ε.Κ.Φ.Ε., επιμορφώσεων στο πλαίσιο Ευρωπαϊκών Προγραμμάτων (Comenius in service training, Erasmus+ δράση KA1 κ.α.) αλλά και ατομικής-μεμονωμένης προσπάθειας των εκπαιδευτικών. Τα στοιχεία που θα πρέπει να χαρακτηρίζουν έναν καθηγητή ή μια τάξη όπου εφαρμόζεται ο διερευνητικός τρόπος διδασκαλίας και μάθησης συνοψίζονται από την Crawford (2000) ενώ εισάγεται και η έννοια της «συνεργατικής διερεύνησης» (collaborative inquiry).

Τα πλεονεκτήματα της διερευνητικής διδασκαλίας και μάθησης δεν φαίνεται να περιορίζονται από τους διαθέσιμους πόρους, οι οποίοι είναι αισθητά μειωμένοι στο σύγχρονο ελληνικό σχολείο στην περίοδο της οικονομικής κρίσης που διανύουμε. Πράγματι, για το σχεδιασμό ενός αποτελεσματικού μοντέλου για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών δεν απαιτείται ένα υποχρεωτικά οργανωμένο Σχολικό Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών (Σ.Ε.Φ.Ε.), ούτε ακριβός εξοπλισμός, ούτε εξεζητημένα υλικά (δες για παράδειγμα το μοντέλο που προτείνει ο Κουμαράς, 2015). Σε αρκετές περιπτώσεις, όπως στη συγκεκριμένη εργασία, δεν απαιτείται ούτε ηλεκτρονικός εξοπλισμός (υπολογιστές, βιντεοπροβολείς, σύνδεση στο διαδίκτυο). Αυθεντικά, καθημερινά προβλήματα, αφοσίωση στα δεδομένα, συνεργασία καθηγητή-μαθητή, σύνδεση με την κοινωνία, συμπεριφορά του καθηγητή ως ερευνητή (Crawford, 2010), απλά υλικά καθημερινής χρήσης και μια ιδέα είναι αρκετά.

Η κατανόηση βιολογικών διεργασιών είτε αυτές λαμβάνουν χώρα σε μικροσκοπικό, υπομικροσκοπικό αλλά και σε επίπεδο πληθυσμού, βιοκοινότητας ή οικοσυστήματος, έχει βελτιωθεί με τη χρήση προσομοιώσεων και μοντέλων (Γκαράς κ.ά, 2014). Στην παρούσα εργασία γίνεται προσπάθεια οι ίδιες οι βιολογικές διεργασίες δηλαδή η όσμωση και η διάχυση ουσιών δια μέσου βιολογικών μεμβρανών (για μια εκτεταμένη σύνοψη βλέπε Stein, 1986) να μεταφερθούν από το μικροσκοπικό στο οπτικό επίπεδο με τη χρήση κυττάρων μεγάλου μεγέθους.

Η Διδακτική προσέγγιση

Η επίδειξη των δραστηριοτήτων που προτείνονται, είναι επιθυμητό να γίνεται μετά τη διδασκαλία της παραγράφου 2.1 του σχολικού εγχειριδίου της Βιολογίας Β' Γενικού Λυκείου, δηλαδή της δομής

και των λειτουργιών της πλασματικής-κυτταρικής μεμβράνης. Εναλλακτικά, η παθητική μεταφορά ουσιών θα μπορούσε να προκύψει ως λειτουργία της μεμβράνης κατά τη διάρκεια των επιδείξεων και της διερεύνησης από τους ίδιους τους μαθητές.

Ευαισθητοποίηση

Εξηγούμε στους μαθητές ότι είναι κατανοητή η δυσκολία τους να καταλάβουν τις βιολογικές διεργασίες, μια και οι περισσότερες συμβαίνουν σε μικροσκοπικό ή υπομικροσκοπικό επίπεδο. Συχνά ως διδάσκοντες αναφερόμαστε σε διαφορετικά επίπεδα οργάνωσης περνώντας από το μοριακό, στο κυτταρικό, του οργανισμού ή του πληθυσμού για να εξηγήσουμε ακόμα και μια απλή έννοια. Οι μαθητές έχουν μάθει να αντιμετωπίζουν της επιστήμη ως διακριτά αντικείμενα (Φυσική, Χημεία, Βιολογία) και σαφώς δυσκολεύονται να μεταπηδούν στα διαφορετικά επίπεδα οργάνωσης.

Τους δείχνουμε το αυγό που είναι ήδη μαλακό (ή γυμνό-naked egg), τους ζητούμε να το αγγίξουν και να συνειδητοποιήσουν ότι πρόκειται απλά για ένα κύτταρο σε πολύ μεγάλο μέγεθος. Κάνουμε τον παραλληλισμό εξωτερική μεμβράνη αυγού-πλασματική μεμβράνη κυττάρου (η λεπτή δομή των μεμβρανών του αυγού της κότας αναφέρεται διεξοδικά από τους Tan et al., 1992).

Ζητούμε από τους μαθητές να κάνουν προβλέψεις:

1. Τι πιστεύουν ότι θα συμβεί αν τοποθετηθεί το αυγό σε καθαρό νερό;
2. Τι πιστεύουν ότι θα συμβεί αν τοποθετηθεί το αυγό σε σιρόπι ή πυκνό αλατόνερο;
3. Τι θα συμβεί αν τοποθετηθεί σε διάλυμα χρωστικής;

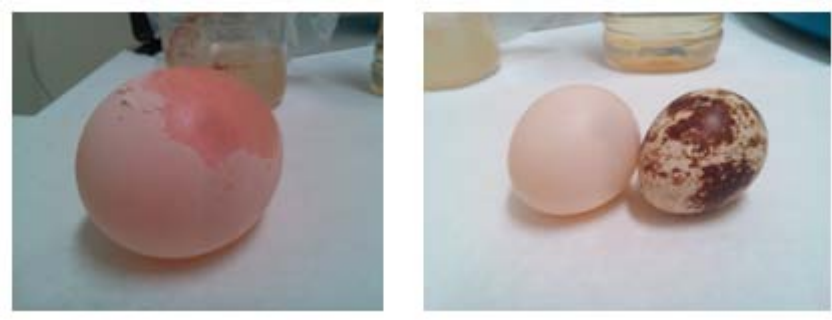
Προετοιμασία



Εικόνα 1. Αβγό κότας τοποθετείται ωμό σε κοινό ξύδι. (Φωτογραφία της συγγραφέως)

Τουλάχιστο 48 ώρες πριν το πείραμα, απομακρύνουμε το κέλυφος από τα αυγά. Για το σκοπό αυτό τοποθετούμε τα αυγά σε ξύδι εμπορίου ώστε να είναι εντελώς βυθισμένα (Εικόνα 1). Αλλάζουμε το ξίδι 1-2 φορές στο διάστημα των 48 ωρών. Ξεπλένουμε κάτω από τρεχούμενο νερό βρύσης αφαιρώντας μηχανικά τυχόν υπολείμματα του κελύφους ή της εξωτερικής μεμβράνης (Εικόνα 2). Η

απομάκρυνση του κελύφους οφείλεται στην αντίδραση του οξικού οξέος που υπάρχει στο ξίδι με το ανθρακικό ασβέστιο του κελύφους με αποτέλεσμα το τσόφλι σταδιακά να απομακρύνεται αφήνοντας εκτεθειμένες τις μεμβράνες. Σε διάφορα βίντεο ([1](#), [2](#)) που κυκλοφορούν στο διαδίκτυο μπορείτε να παρακολουθήσετε τη διαδικασία. Τα αβγά που προκύπτουν είναι ελαφρά διογκωμένα επειδή το ξύδι είναι υπότονο διάλυμα σε σχέση με το εσωτερικό του αβγού (μια πληροφορία που δεν χρειάζεται να τονιστεί σε αυτό το επίπεδο)



Εικόνα 2. Αριστερά, αβγό κότας όπως φαίνεται μετά την αφαίρεση του κελύφους και την αποκάλυψη της μεμβράνης. Δεξιά αβγό ορτυκιού πριν και μετά την απομάκρυνση του κελύφους. (Φωτογραφία της συγγραφέως).

Διάχυση, ώσμωση

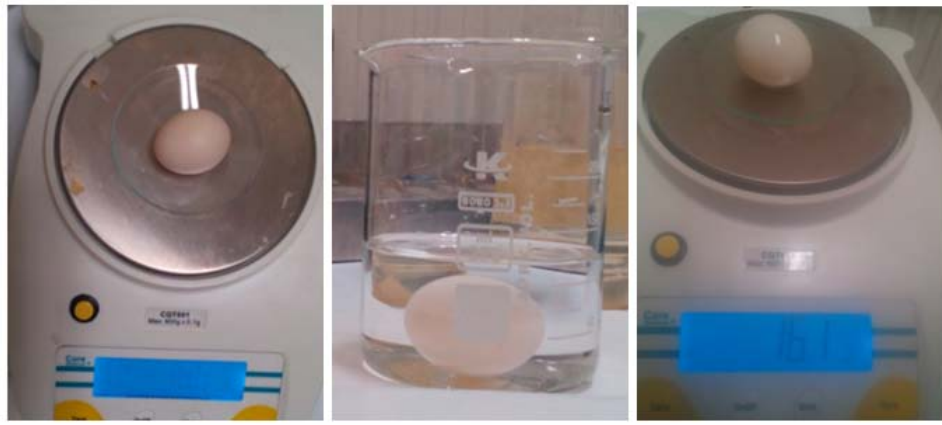


Εικόνα 3. Το αβγό ζυγίζει 76,8 g πριν την τοποθέτηση για 10 λεπτά σε νερό βρύσης και 81,9 g μετά. Η αύξηση της μάζας είναι 5,1 g. (Φωτογραφίες της συγγραφέως).

Για την επίδειξη της όσμωσης ζυγίζουμε το αβγό πριν και μετά την τοποθέτησή του για τουλάχιστο 10 λεπτά σε καθαρό νερό βρύσης. Η αύξηση της μάζας του αβγού είναι προφανής (Εικόνα 3). Η εξήγηση πρέπει να δοθεί από τους μαθητές οι οποίοι θα πρέπει να αναγνωρίσουν ότι το νερό είναι η

αιτία της αύξησης της μάζας του κυττάρου. Ο λόγος είναι η τάση για εξίσωση της συγκέντρωσης ουσιών στις δυο πλευρές της μεμβράνης και το μόνο μόριο που μπορεί να μετακινηθεί είναι το μόριο του νερού. Δίνουμε τον ορισμό της όσμωσης.

Στο σημείο αυτό μπορούμε να θέσουμε και μια δεύτερη παράμετρο που θα μπορούσε να επηρεάσει τη διαδικασία, το μέγεθος τους κυττάρου. Παρουσιάζουμε στους μαθητές ένα μικρότερο αβγό (κότας ή άλλου πτηνού, ορτυκιού στην παρούσα εργασία) και επαναλαμβάνουμε το ίδιο πείραμα κρατώντας τους ίδιους χρόνους παραμονής στο νερό της βρύσης (Εικόνα 4).



Εικόνα 4. Το μικρότερο αβγό έχει μάζα 15,5 g πριν και 16,1 g μετά την παραμονή σε νερό βρύσης για 10 λεπτά. Η αύξηση της μάζας είναι 4,6 g. (Φωτογραφίες της συγγραφέως).

Προσπαθούμε να κατευθύνουμε τους μαθητές ρωτώντας τους ποιο από τα δύο κύτταρα (αβγά) μπορεί να επικοινωνεί πιο γρήγορα με το περιβάλλον του. Καταγράφουμε τις απαντήσεις. Στο ερώτημα θα επανέλθουμε στο μέρος *Σχέση επιφάνειας- όγκου*.



Εικόνα 5. Το κύτταρο τοποθετείται σε διάλυμα χρωστικής για 5-10 λεπτά. Παρατηρήστε την αλλαγή του χρώματος του αρχικού διαλύματος που υποδεικνύει μεταφορά μορίων της χρωστικής μέσα στο κύτταρο.

(Φωτογραφίες της συγγραφέως).

Για την επίδειξη της διάχυσης ουσιών τοποθετούμε τα κύτταρα-αβγά σε διάλυμα μιας χρωστικής (μπλε του μεθυλενίου σε αυτή την περίπτωση, 2-3 σταγόνες σε 100 ml νερού βρύσης) για 10 λεπτά ή έως ότου το διάλυμα της χρωστικής αρχίσει να αποχρωματίζεται (Εικόνα 5). Για τη σύγκριση διατηρούμε ένα διάλυμα ίδιας συγκέντρωσης στο οποίο δεν έχει τοποθετηθεί κύτταρο.

Κάνουμε υποθέσεις σχετικά με την αλλαγή του χρώματος του αρχικού διαλύματος χρωστικής, αλλά και την αλλαγή στο χρώμα του αβγού (Εικόνα 6).



Εικόνα 6. Η αλλαγή του χρώματος του αβγού επιβεβαιώνει την είσοδο μορίων χρωστικής στο εσωτερικό του. Η αύξηση της μάζας αποτελεί μια ένδειξη μόνο, μια και δεν μπορεί να αποκλειστεί και η ταυτόχρονη μεταφορά μορίων νερού. Η μάζα αυξάνεται στη συγκεκριμένη περίπτωση από 81,9 σε 83,7 g. (Φωτογραφία της συγγραφέως).

Επαναλαμβάνουμε την ίδια διαδικασία και με το μικρό αβγό. Εναλλακτικά, οι επιδείξεις πραγματοποιούνται παράλληλα (Εικόνα 7). Να σημειωθεί ότι η μεταβολή της μάζας του μικρού αβγού λόγω της μεταφοράς της χρωστικής μέσα σε αυτό δεν ήταν ανιχνεύσιμη με τα όργανα μέτρησης που διαθέταμε.

Συζητάμε τη μεταβολή χρώματος του αβγού (είσοδος χρωστικής) και τη μεταβολή μάζας (είσοδος νερού ή/και χρωστικής). Επισημαίνουμε τη δυσκολία να μελετηθούν χωριστά οι διεργασίες (διάχυση-όσμωση σε αυτή την περίπτωση) στα «ζωντανά» κύτταρα. Επίσης, επισημαίνουμε το γεγονός ότι τα πειράματα πρέπει να επαναλαμβάνονται πολλές φορές ώστε να δίνουν ασφαλή συμπεράσματα εξαιτίας της πολυπλοκότητας των βιολογικών συστημάτων.



Εικόνα 7. Στην εικόνα στα αριστερά, παρατηρήστε τη διαφορά στο χρωματισμό του διαλύματος μετά την παραμονή των κυττάρων για 15 λεπτά σε διάλυμα χρωστικής ίδιας αρχικής συγκέντρωσης. Στο μεγάλο κύτταρο η μεταφορά της χρωστικής γίνεται σε μεγαλύτερο βαθμό ή γρηγορότερα. Στην εικόνα στα δεξιά η αλλαγή του χρώματος στο εσωτερικό του κυττάρου επιβεβαιώνει ότι συνέβη μεταφορά χρωστικής και στα δυο κύτταρα. (Φωτογραφία της συγγραφέως).

Στη συνέχεια, ζητάμε από τους μαθητές να προτείνουν τρόπους ώστε να μεταφερθεί η χρωστική έξω από το αβγό. Οι περισσότεροι προτείνουν να επανατοποθετηθούν σε καθαρό νερό (Εικόνα 8). Οι μαθητές αναγκάζονται να κάνουν νέες υποθέσεις. Τους κατευθύνουμε συζητώντας και εισάγοντας τις έννοιες υπότονο, υπέρτονο και ισότονο διάλυμα.



Εικόνα 8. Μετά την παραμονή σε καθαρό νερό για 15 λεπτά (αριστερά) και 24 ώρες (δεξιά) δεν παρατηρείται μεταβολή στον χρωματισμό του νερού που να υποδεικνύει μεταφορά της χρωστικής έξω από το κύτταρο. (Φωτογραφίες της συγγραφέως).

Σχέση επιφάνειας όγκου

Ο λόγος “επιφάνεια προς όγκο κυττάρου” είναι μια θεμελιώδης βιολογική έννοια. Επηρεάζει μια ποικιλία παραμέτρων, όπως το μέγιστο μέγεθος των κυττάρων, το σχήμα-μορφή ενός οργανισμού αλλά και τον τρόπο που δομούνται τα συστήματα μεταφοράς ουσιών (αναπνευστικό και κυκλοφορικό σύστημα). Όταν ένα κύτταρο αυξάνεται σε μέγεθος, η επιφάνειά του αλλά και ο όγκος του μεγαλώνουν επίσης. Η αύξηση του όγκου όμως είναι αναλογικά μεγαλύτερη από την αύξηση της επιφάνειας, επομένως ο λόγος “επιφάνεια προς όγκος” είναι μικρότερος σε μεγαλύτερα κύτταρα. Όσο μικρότερος ο λόγος τόσο μικρότερη η ταχύτητα ανταλλαγής ουσιών (π.χ. του οξυγόνου) του κυττάρου με το περιβάλλον του.

Για την αναδείξουμε τα παραπάνω ζητάμε από τους μαθητές να προβλέψουν πόσα μικρά κύτταρα έχουν ίσο όγκο με ένα μεγαλύτερο (Εικόνα 9).



Εικόνα 9. Ο όγκος επτά μικρών αυγών ισούται με τον όγκο ενός μεγάλου αυγού. (Φωτογραφίες της συγγραφέως).



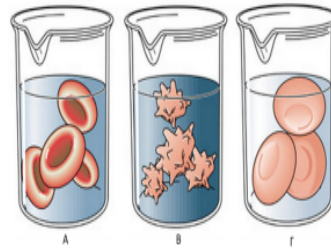
Εικόνα 10. Ο αποχρωματισμός του διαλύματος χρωστικής είναι πιο εμφανής στο αριστερό δοχείο με τα επτά μικρά αυγά. Παρατηρείται ακόμα και σε χρόνο μικρότερο των 5 λεπτών. (Φωτογραφίες της συγγραφέως).

Στη συνέχεια τοποθετούμε τα κύτταρα σε διάλυμα χρωστικής. Προφανώς, η σχέση “επιφάνειας προς όγκο” είναι μεγαλύτερη στην περίπτωση των μικρών αυγών οπότε η αλλαγή στο χρωματισμό του διαλύματος επέρχεται πολύ γρήγορα (Εικόνα 10).

Ζητάμε από τους μαθητές να ερμηνεύσουν το φαινόμενο και για εμπέδωση επιλύουμε με καθοδήγηση ένα από τα θέματα της τράπεζας θεμάτων που αναφέρονται σε αυτό το φαινόμενο (Εικόνα 11).

ΘΕΜΑ Δ:

Τα τρία δοχεία της εικόνας (Α, Β, Γ) παρουσιάζουν ερυθρά αιμοσφαίρια που έχουν τοποθετηθεί μέσα σε 3 διαφορετικά υδατικά διαλύματα το καθένα:



- Στο δοχείο Α τα ερυθρά αιμοσφαίρια διατηρούν το κανονικό σχήμα και μέγεθός τους.
- Στο δοχείο Β τα ερυθρά αιμοσφαίρια έχουν συρρικνωθεί, ενώ
- Στο δοχείο Γ τα ερυθρά αιμοσφαίρια έχουν διογκωθεί. Με βάση τις πληροφορίες αυτές να απαντήσετε στις ερωτήσεις:

ΘΕΜΑ Δ:

Στο σχήμα εικονίζεται ένα μεγάλο κύτταρο και 8 μικρά των οποίων ο συνολικός όγκος τους είναι ίσος με τον όγκο του μεγάλου. Να απαντήσετε στις ερωτήσεις:



Ι. Το μεγάλο ή τα μικρά κύτταρα (που συνολικά έχουν τον όγκο του μεγάλου) έχει μεγαλύτερη επιφάνεια σε σχέση με τον όγκο του; Ένα από τα μικρά κύτταρα ή το μεγάλο έχουν ευνοϊκότερες διαστάσεις για τη διεκπεραίωση των λειτουργιών τους; Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας. (12μ)

Εικόνα 11. Μέρος από τις εκφωνήσεις της τράπεζας θεμάτων με δύο θέματα που αναφέρονται στην όσμωση, τη διάχυση και το μέγεθος των κυττάρων.

Διερευνητική μάθηση/φύλλο εργασίας

Στο τέλος των δραστηριοτήτων μπορούμε να μοιράσουμε στους μαθητές ένα φύλλο εργασίας (επισυνάπτεται) ζητώντας τους να θέσουν ερωτήματα και σχεδιάσουν οι ίδιοι ένα πείραμα για να εξάγουν συμπεράσματα για τα ερωτήματά τους. Κάποια αποτελέσματα από το φύλλο εργασίας συνοψίζονται στον Πίνακα 1.

Έχει πρωτεΐνες το αυγό;
Έχει DNA το αυγό;
Ποια η αντίδρασή του σε διάφορες τιμές pH;
Μπορώ να το γονιμοποιήσω;
Τι θα συμβεί αν βάλω μαγιά μέσα στο αυγό;
Το μελάνι μπαίνει μέσα στο αυγό;
Αν μπει, μπορώ να το επαναφέρω στην αρχική το κατάσταση;
Πόσος χρόνος απαιτείται;
Τι γίνεται αν μέσα υπάρχει ένα κοτοπουλάκι;
Επιπλέει το αυγό στη θάλασσα;
Η πλασματική μεμβράνη επικοινωνεί με το εξωτερικό περιβάλλον; Πόσο γρήγορα γίνεται η ανταλλαγή ουσιών;
Πόσο καιρό είναι γυμνό το αυγό;

Πίνακας 1. Ερωτήσεις που διατυπώθηκαν από τους μαθητές της Β Λυκείου

Οι μαθητές συμπληρώνουν ανώνυμα τα φύλλα εργασίας. Καταγράφουν τα ερωτήματά τους, τα υλικά που θα χρειαστούν, την πειραματική διαδικασία που θα ακολουθήσουν και τα συμπεράσματα στα οποία αναμένουν ότι θα καταλήξουν. Η οργανωμένη καταγραφή και στατιστική επεξεργασία των απαντήσεων θα αποτελέσει σημαντική διαπίστωση για τα οφέλη της προτεινόμενης διδακτικής προσέγγισης, ιδιαίτερα αν δοθεί στους μαθητές ο χρόνος και τα υλικά για να υλοποιήσουν τα δικά τους πειράματα.

Συμπεράσματα-Συζήτηση

Το προτεινόμενο μοντέλο εφαρμόζεται τα τελευταία δύο χρόνια σε όλα τα τμήματα της Β' Λυκείου του Γενικού Λυκείου Διαπολιτισμικής Εκπαίδευσης Ευόσμου, για τη διδασκαλία του αντικειμένου της παθητικής μεταφοράς ουσιών και του μεγέθους των κυττάρων. Το αντικείμενο είναι αρκετά δημοφιλές και έχει χρησιμοποιηθεί ως θέμα στον Πανελλήνιο Διαγωνισμό για την επιλογή ομάδων για την Ολυμπιάδα Φυσικών Επιστημών [EUSO 2014](#). Εκεί χρησιμοποιήθηκαν κύβοι από άγαρ διαφορετικής ακμής ως κύτταρα διαφορετικού μεγέθους. Επίσης, το έτος 2014-2015 εμφανίστηκε και στα θέματα της [τράπεζας θεμάτων](#).

Η προετοιμασία δεν είναι χρονοβόρα και η ιδέα είναι απλή, τα υλικά σχετικά φθηνά και καθημερινής χρήσης. Το μοντέλο είναι πολύ εποπτικό, οι μαθητές κατανοούν γρήγορα. Η επίδειξη μπορεί να γίνει άνετα σε μια διδακτική ώρα και να ακολουθήσει η συμπλήρωση του διερευνητικού

φύλλου εργασίας (επισυνάπτεται). Η συστηματική καταγραφή και στατιστική επεξεργασία αυτών φύλλων εργασίας θα μπορούσε να επιβεβαιώσει την πραγματικά θετική ανταπόκριση των μαθητών και τη διάθεσή τους να εμπλακούν περισσότερο και στο σχεδιασμό και στην υλοποίηση πειραμάτων.

Βιβλιογραφία

Anderson, R.D., Kahl, S.R., Glass G.V., Smith M.L. (1983). Science education: A meta-analysis of major questions. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(5), 379-385.

Crawford, B.A. (2000). Embracing the Essence of Inquiry: New Roles for Science Teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(9), 916-937

Glasson, G.E. (1989). The effects of hands-on and teacher demonstration laboratory methods on science achievement in relation to reasoning ability and prior knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 26(2), 121-131.

Lindberg, D.H. (1990). What goes round comes round doing science. *Childhood Education*, 67(2), 79-81.

Lloyd, C.V. & Contreras, N.J. (1985). The role of experiences in learning science vocabulary. Paper presented at the Annual Meeting of the National Reading Conference, San Diego, CA. [ED281189.pdf](#)

Matteis, F.E. & Nakayama, G. (1988). Effects of a laboratory-centered inquiry program on laboratory skills, science process skills, and understanding of science knowledge in middle grades students. [ED307148](#)

Narode, R., Heiman, M., Lochhead, J. & Slomianko, J. (1987). Teaching thinking skills. Science Washington DC: National Education Association [ED320755](#)

Rakow, S.J. (1986). Teaching science as inquiry. Fastback 246. Bloomington, IN: Phi Delta Kappa Educational foundation ED 275506

Ryder, J., Leach, J., Driver, R. (1999). Undergraduate science students' images of science. *Journal of Research in Science Teaching* 36(2), 201-220.

Shymansky, J.A., Hedges, L.V., Woodworth, G. (1990). A reassessment of the effects of inquiry-based science curricula of the 60's on student performance. *Journal of Research in Science Teaching* 27(2) 127-144.

Staver, J.R. (1986). *The constructivist epistemology of Jean Piaget: Its philosophical roots and relevance to science teaching and learning*. Paper presented at the United States-Japan Seminar on Science Education [ED278563](#)

Stein, W.D. (1986). *Transport and Diffusion Across Cell Membranes* Academic Press INC. Orlando, Florida 32887.

Tan, C.K., Chen, T.W., Chan, H.L. & Ng LS (1992). A scanning and transmission electron microscopic study of the membrane of chicken egg. *Histology Histopathology* 7: 339-345.

Γκαράς, Γ., Κωσταρίδης, Π. & Γιάτας, Δ. (2014). Πειραματική διδασκαλία με προσομοίωση σε Περιβάλλον Πολλαπλών Πρακτόρων NetLogo. Ετεροπαρατήρηση και Αξιολόγηση. *Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Εκπαιδευτικού Συνεδρίου Ημαθίας, για την αξιοποίηση των ΤΠΕ στη διδακτική πράξη*, σελ 175-188.

Καψάλης, Α., Μπουρμπουχάκης, Ι.Ε., Περάκη, Β. & Σαλαμαστράκης Σ. (2014). *ΒΙΟΛΟΓΙΑ Γενικής Παιδείας Β' Γενικού Λυκείου*. ΥΠΑΙΘ, ΟΕΔΒ, ΑΘΗΝΑ

Κουμαράς, Π. (2015). Η Φυσική δεν είναι μόνο εννοιολογικό περιεχόμενο, είναι επίσης μεθοδολογία λύσης (καθημερινών) προβλημάτων και στάση ζωής. *Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες* 6:19-28.

Τσεχερίδης, Σ. (2015). Η διερευνητική διδακτική προσέγγιση στην ανάπτυξη και την αξιολόγηση της κριτικής σκέψης των μαθητών. *Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες* 6:39-46.

Πηγές από το διαδίκτυο

Πώς μπορώ να φτιάξω «γυμνά αβγά» 1, 2

Θέματα του Πανελληνίου Διαγωνισμού EUSO 2014 <http://panekfe.gr/euso/docs>

Τράπεζα θεμάτων Βιολογίας Β Γενικού Λυκείου <http://exams-repo.cti.gr/category/93-biologia?Itemid>



Η Γαρυφαλλιά Δομουχτσίδου είναι Βιολόγος, Διδάκτορας του Α.Π.Θ. (2001) στο αντικείμενο Κυτταρική Βιολογία-Οικοτοξικολογία και καθηγήτρια Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης από το 2003. Υπηρετεί στο Γενικό Λύκειο Διαπολιτισμικής Εκπαίδευσης Ευόσμου από το 2007.