

Πανελλήνια Ένωση Βιοεπιστημόνων

ΠΡΑΚΤΙΚΑ 5^{ου} ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΥ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ
«Η Βιολογία στην Εκπαίδευση»
29/11/2019 – 1/12/2019, Αθήνα



Επιμέλεια
Πολύζος Αθανάσιος
Γεωργίου Μάρθα

ISBN: 978-618-81159-6-5

Επιμέλεια έκδοσης

Πολύζος Αθανάσιος, Γεωργίου Μάρθα

Εκδότης

Πανελλήνια Ένωση Βιοεπιστημόνων

ISBN

978-618-81159-6-5

Η αναφορά σε άρθρο εντός των πρακτικών θα πρέπει να γίνεται ως εξής
(αναφέρεται υποθετικό παράδειγμα):

Επώνυμο, Μ. (2019). Τίτλος άρθρου. Στο Α. Πολύζος, Μ. Γεωργίου (Επιμ.). Πρακτικά εργασιών 5ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Η Βιολογία στην Εκπαίδευση», (σσ. χχ-χχ). Αθήνα: Πανελλήνια Ένωση Βιοεπιστημόνων. ISBN: 978-618-81159-6-5

Σημείωση Επιμελητών και Π.Ε.Β.

Οι απόψεις των συγγραφέων δεν εκφράζουν απαραίτητα και τις απόψεις των επιμελητών και της Πανελλήνιας Ένωσης Βιοεπιστημόνων (Π.Ε.Β.).

Πίνακας περιεχομένων

Χαιρετισμός Πρόεδρου Οργανωτικής Επιτροπής	4
Οργανωτική Επιτροπή	6
Χαιρετισμός Πρόεδρου Επιστημονικής Επιτροπής.....	7
Επιστημονική Επιτροπή.....	9
Πρόγραμμα Συνεδρίου.....	10
ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ	16
Ι.ΠΡΟΦΟΡΙΚΕΣ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ	17
1. Οι βιολογικές έννοιες στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Η συνδρομή της αξιοποίησης Ψηφιακού Εκπαιδευτικού Περιεχομένου και Ανοιχτών Εκπαιδευτικών Πόρων στη διδασκαλία τους.....	18
2. Στάσεις και απόψεις πρωτοετών φοιτητών Τμημάτων Βιολογίας για την Θεωρία της Εξέλιξης.....	25
3. BioLogic: Μια εφαρμογή παιχνίδι για τη Βιολογία	42
4. «Human Body Scavenger Hunt»: κατανοώντας το ανθρώπινο σώμα με χρήση Τ.Π.Ε.	48
5. Για τη διδασκαλία ενοτήτων του σχολικού βιβλίου Βιολογίας Θετικής Κατεύθυνσης Γ' Λυκείου: Τα πειράματα του Griffith και των Avery, Mc-Cleod και McCarthy	53
6. Εκπαιδευτικό σενάριο για τη διδασκαλία της μίτωσης και της μείωσης και εφαρμογή του σε πραγματική τάξη, μία σύγκριση κλασσικής διδασκαλίας και διδασκαλίας μέσω χρήσης ΤΠΕ.....	61
7. Δημιουργία διδακτικού σεναρίου για τη διδασκαλία των εμβολίων.....	68
8. Βιολογία και ετυμολογία : Ανα- πνοή: Μια διδακτική πρόταση για την Α' Γυμνασίου	75
9. Βραδιές Βιοεπιστήμης: Διαδραστικές εκδηλώσεις ενημέρωσης του κοινού σε θέματα βιοεπιστημών	89
10. Η Διάσταση της Αειφορίας στη Μάθηση με τη Συμβολή των Τεχνών.....	93
11. Το φορητό Εργαστήριο Μοριακής Βιολογίας 2MoBiL στην επικοινωνία του πεδίου της Μοριακής Γενετικής και της Εξατομικευμένης Ιατρικής.....	99
12. Το κυνήγι θησαυρού ως εργαλείο μη τυπικής μάθησης στη Βιολογία Β' και Γ' Λυκείου	109
13. Ο δάσκαλος έχει πάντα δίκιο; Η διείσδυση της Ψευδοεπιστήμης στην Εκπαίδευση και τις απόψεις των Εκπαιδευτικών	115
14. Μελέτη γονιδιακών μεταλλάξεων με το λογισμικό Gene explorer	119
15. Διερεύνηση των αντιλήψεων εκπαιδευτικών γυμνασίων και λυκείων σχετικά με τη διδασκαλία εννοιών και διαδικασιών της Μοριακής Βιολογίας και Γενετικής και την κατανόησή τους από τους μαθητές. Εμπόδια και τρόποι αντιμετώπισης.....	125
16. Αξιοποιώντας τα Μουσεία Ζωολογίας στη μάθηση βιολογικών εννοιών.....	135
17. Συνδυασμένη εκμάθηση Βιολογίας και Αγγλικών ως ξένης γλώσσας: μια μελέτη περίπτωσης αξιοποίησης εκπαιδευτικού υλικού μεθοδολογίας CLIL σε ελληνικό Λύκειο της Γερμανίας	139
18. Ηλεκτροφορητικός διαχωρισμός μορίων: κατασκευή - χρήση συσκευής ηλεκτροφόρησης από απλά υλικά καθημερινής χρήσης και ένταξή της σε πειραματικές δραστηριότητες βιολογίας.....	145

19. Θεραπεία λοιμώξεων με αντιβιοτικά- ένα βιωματικό εργαστήριο με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού υλικού e-bug.	156
20. Εξελικτική Βιολογία: αξιολόγηση των γνώσεων πρωτοετών φοιτητών	162
21. Οι επιπτώσεις της ρύπανσης στους θαλάσσιους ζωικούς οργανισμούς: μία πρόταση Προγράμματος Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης	171
22. Διερεύνηση της “Βοτανικής Αίσθησης του Τόπου” σε συνάρτηση με το φύλο, τη βιωματική εμπειρία και το μέντορα φυτών	177
23. Εκπαιδευτικό Πρόγραμμα για τη Βιολογία Διατήρησης στο Μουσείο Ζωολογίας	183
24. Διερεύνηση και αποσαφήνιση όρων και διαδικασιών του σχολικού εγχειριδίου της Βιολογίας Προσανατολισμού Γ΄τάξης	188
25. Σύγχρονη ανασκόπηση όρων και προοπτικών σχετικά με την Εκπαίδευση για την Βιώσιμη Ανάπτυξη	199
26. Έννοιες και μοντέλα για τη γενετική σε αντιλήψεις μαθητών και εκπαιδευτικών.....	209
27. Διαδοχή και σύνδεση των γονιδιακών μοντέλων μέσα από τις λογικοσημασιολογικές σχέσεις στα ελληνικά διδακτικά εγχειρίδια βιολογίας	218
28. Το παιχνίδι στη διδασκαλία της Βιολογίας.....	227
29. Γνώσεις μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για την ανθεκτικότητα των βακτηρίων στα αντιβιοτικά	234
30. Εργαστηριακό Εκπαιδευτικό πρόγραμμα Βιολογίας στην Εξέλιξη: Γίνε παλαιοανθρωπολόγος σε μια μέρα	240
II.ΒΙΩΜΑΤΙΚΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ	250
1. Ανθεκτικότητα βακτηρίων και επίδραση αντιβιοτικών: προσομοιώνοντας τη δυναμική κατάσταση στο εσωτερικό του ανθρώπινου οργανισμού κατά τη διδασκαλία της βιολογίας	251
2. Εκπαιδευτικά παιχνίδια απόδρασης (Escape Rooms) IΑ: μια εναλλακτική διδακτική πρόταση για το κυκλοφορικό σύστημα	268
3. Εκπαιδευτικά παιχνίδια απόδρασης (Escape Rooms) IΙΒ: μια εναλλακτική διδακτική πρόταση για τον εγκέφαλο.....	271
III.ΑΝΑΡΤΗΜΕΝΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ (POSTER).....	274
1. Μουσικές του Βουνού και της Θάλασσας.....	275
2. «SOS-e τον πλανήτη»: Ανταρκτική Πρόταση Διδακτικής Δράσης σχετικά με την επίδραση της χρήσης ορυκτών υλών στην ήπειρο της Ανταρκτικής	279
3. Ανάπτυξη εμβρύου κότας σε τεχνητό δοχείο εκκόλαψης (χωρίς κέλυφος).....	284
4. Γονιδιακή θεραπεία για αιμοσφαιρινοπάθειες.....	289
5. Οι πεποιθήσεις και οι συμπεριφορές μελλοντικών εκπαιδευτικών σχετικά με την υγεία, το σωματικό βάρος και τη διατροφή: βιβλιογραφική ανασκόπηση.....	295

Χαιρετισμός Πρόεδρου Οργανωτικής Επιτροπής

5ο Πανελλήνιο Συνέδριο της **Πανελλήνιας Ένωσης Βιοεπιστημόνων (Π.Ε.Β.)** «Η Βιολογία στην Εκπαίδευση»

Το 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο για τη Βιολογία στην Εκπαίδευση, οργανώθηκε για πρώτη φορά το 2012 στην Αθήνα από την Πανελλήνια Ένωση Βιοεπιστημόνων, ακολούθησε το 2ο Πανελλήνιο Συνέδριο το 2013 επίσης στην Αθήνα, το 3ο Πανελλήνιο Συνέδριο το 2015 στην Κατερίνη και το 4ο Πανελλήνιο Συνέδριο το 2017 στον Πειραιά. Τα τέσσερα πρώτα συνέδρια αποτέλεσαν σημαντική ευκαιρία για να συζητηθούν σημαντικά ζητήματα που αφορούν τη Διδακτική και τη Διδασκαλία της Βιολογίας στην Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. Η επιτυχία των συνεδρίων τόσο ως προς τη διοργάνωση όσο και ως προς τη συμμετοχή, απέδειξαν την ανάγκη για εγκαθίδρυση και επέκταση ενός διαλόγου σχετικού με τη Βιολογία στην Εκπαίδευση. Αποτέλεσε λοιπόν μονόδρομο η διοργάνωση του 5ου Πανελλήνιου Συνεδρίου, το οποίο πραγματοποιήθηκε από την ΠΕΒ σε συνεργασία με το Εργαστήριο Διδακτικής και Επιστημολογίας Φυσικών Επιστημών και Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας του Π.Τ.Δ.Ε. και το [Τμήμα Βιολογίας](#) του Ε.Κ.Π.Α. και οι εργασίες του διεξήχθησαν στο Μαράσλειο Διδασκαλείο, Αθήνα, στις 29-30 Νοεμβρίου και 1 Δεκεμβρίου 2019.

Από την καθημερινή πρακτική μέσα στις αίθουσες διδασκαλίας διαπιστώνεται η ανάγκη ο διάλογος για τη Βιολογία στην Εκπαίδευση να συνεχιστεί. Η μετάβαση από τις συμπεριφοριστικές προς τις ανακαλυπτικές και διερευνητικές πρακτικές, είχε ως αποτέλεσμα να αλλάξει και η μορφή της διδασκαλίας: μαθητοκεντρική και ομαδοσυνεργατική προσέγγιση, διαδικασίες διερεύνησης και μάθησης επιστημονικών μοντέλων, μύηση στις επιστημονικές διαδικασίες, σύνδεση με την καθημερινότητα και τις ανάγκες του πολίτη μέσα σε ένα μεταβαλλόμενο περιβάλλον γεμάτο ερεθίσματα για τη βιολογική διδασκαλία, εναλλακτικές μορφές μάθησης, είναι μόνο ορισμένα από τα στοιχεία που συνθέτουν το πλαίσιο στο οποίο οργανώνεται και υλοποιείται η διδασκαλία. Αυτές οι προσεγγίσεις, στο πλαίσιο της Διδακτικής Έρευνας και της Διδακτικής Πρακτικής, αναδείχτηκαν και αποτέλεσαν αντικείμενο ευρύτερου διαλόγου, στα πλαίσια του 5ου Πανελλήνιου Συνεδρίου με τίτλο «Η Βιολογία στην Εκπαίδευση».

Με το 5ο Συνέδριο η Οργανωτική Επιτροπή θεωρεί ότι επαναλήφθηκε η επιτυχία των προηγούμενων συνεδρίων και επιτεύχθηκαν οι στόχοι που είχε θέσει, αφού το Συνέδριο:

- Έφερε κοντά ερευνητές, εκπαιδευτικούς της δημόσιας και ιδιωτικής εκπαίδευσης, φοιτητές και φοιτήτριες, καθώς και ανθρώπους που διαμορφώνουν την εκπαιδευτική πολιτική, για να συζητήσουν θέματα τα οποία αφορούν τη Βιολογία στην Εκπαίδευση.
- Έδωσε τη δυνατότητα να παρουσιασθούν, να συζητηθούν και να κοινοποιηθούν εργασίες ερευνητών, ώστε τα ερευνητικά αποτελέσματα να είναι χρήσιμα και αξιοποιήσιμα στην εκπαιδευτική πράξη για τη βελτίωση του μαθησιακού αποτελέσματος κατά τη διδασκαλία της Βιολογίας. Οι εργασίες που παρουσιάστηκαν στο 5ο Συνέδριο αποδεικνύουν την εδραίωση του Συνεδρίου στην εκπαιδευτική κοινότητα αλλά και την αναγκαιότητα για συνέχιση του διαλόγου σχετικά με τη Βιολογία στην Εκπαίδευση.
- Βοήθησε να αναδειχθεί η πραγματική κατάσταση που επικρατεί στην σύγχρονη σχολική τάξη και να προταθούν ιδέες και λύσεις βελτίωσης και αποτελεσματικότητας της διδασκαλίας της Βιολογίας.
- Έδωσε την δυνατότητα να παρουσιασθούν διδακτικές πρακτικές, αποτέλεσμα διδακτικής εμπειρίας και εφαρμογής σε πραγματικές συνθήκες μαθησιακού περιβάλλοντος, ώστε να αποτελέσουν καλά παραδείγματα για εφαρμογές από άλλους εκπαιδευτικούς ή αφετηρίες για νέες προσεγγίσεις. Τα βιωματικά εργαστήρια που υλοποιήθηκαν συγκέντρωσαν το ιδιαίτερο ενδιαφέρον των εκπαιδευτικών και βοήθησαν στην επίτευξη του παραπάνω στόχου.

- Κοινοποίησε στο ευρύτερο κοινό που σχετίζεται με τη Βιολογία στην Εκπαίδευση, πρωτοπόρες και καινοτόμες ιδέες που θα βελτιώνουν το μαθησιακό αποτέλεσμα και θα ενισχύουν την παρουσία της Βιολογίας στην Εκπαίδευση.
- Ώθησε στην ανάπτυξη νέων ερευνητικών προσανατολισμών και συνεργασιών και έφερε σε επαφή και επικοινωνία ερευνητές και εκπαιδευτικούς ώστε να ενισχυθεί ο διάλογος μεταξύ Διδακτικής και Διδασκαλίας της Βιολογίας στην Εκπαίδευση.

Στο συνέδριο παρουσιάστηκαν 32 προφορικές εργασίες και 5 εργασίες με τη μορφή πόστερ, υλοποιήθηκαν 3 βιωματικά εργαστήρια και πραγματοποιήθηκαν 3 κεντρικές ομιλίες και 6 στρογγυλές τράπεζες.

Τα τέσσερα προηγούμενα Συνέδρια έθεσαν τις βάσεις του διαλόγου για τη Βιολογία στην Εκπαίδευση, το 5ο Πανελλήνιο Συνέδριο εδραίωσε τον διάλογο αυτό στην εκπαιδευτική κοινότητα και ταυτόχρονα ανέβασε υψηλά τον πήχη των απαιτήσεών μας για το 6^ο Πανελλήνιο Συνέδριο που θα διεξαχθεί το 2021.

Με εκτίμηση

Η Πρόεδρος της Οργανωτικής Επιτροπής
Ευαγγελία Μαυρικάκη

Οργανωτική Επιτροπή

ΠΡΟΕΔΡΟΣ

Μαυρικάκη Ευαγγελία Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Ε.Κ.Π.Α.

ΜΕΛΗ

Ανθης Λεωνίδας Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

Αρλαπάνος Γιώργος Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

Βέρροιος Γιώργος Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, μέλος Δ.Σ. Π.Ε.Β.

Γεωργίου Μάρθα Μέλος ΕΔΙΠ, Τμήμα Βιολογίας Ε.Κ.Π.Α.

Γιώτη Κατερίνα Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

Δοκοπούλου Μαρία Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

Κασιμάτης Αλέκος Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

Κατσαδούρα Άρτεμις Στέλεχος Τμήματος Διασφάλισης Ποιότητας Φαρμακοβιομηχανίας

Κατωπόδης Γιώργος Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, Γενικός Γραμματέας Δ.Σ. Π.Ε.Β.

Μαζαράκου Γεωργία Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

Μαυραγάνη Μαρία Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, μέλος Δ.Σ. Π.Ε.Β.

Παπαδέλη Ελευθερία Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

Πολύζος Αθανάσιος Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

Ταλαμάγκας Ασημάκης Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, Ταμίας Δ.Σ. Π.Ε.Β.

Ταμπάκη Σήλια Γραμματέας ΠΕΒ

Χαιρετισμός Πρόεδρου Επιστημονικής Επιτροπής

5ο Πανελλήνιο Συνέδριο της Πανελλήνιας Ένωσης Βιοεπιστημόνων (Π.Ε.Β.) «Η Βιολογία στην Εκπαίδευση»

Επιτρέψτε μου, παρόλο που τα λίγα λεπτά που έχω στη διάθεσή μου, τιτλοφορούνται ως χαιρετισμός, να κάνω φωναχτά κάποιες σκέψεις «Αντί για χαιρετισμό».

Που βρισκόμαστε, λοιπόν, σήμερα, σε ότι αφορά στη Διδακτική της βιολογίας ή την Βιολογική Εκπαίδευση; Θυμόμαστε κάποιους σταθμούς ή σταυροδρόμια της πορείας μας;

Το Χειμώνα του 2004 βρεθήκαμε κάποιои Έλληνες που κάναμε τα πρώτα βήματα στην Διδακτική της Βιολογίας στο Göteborg της Σουηδίας όπου γινόταν το 2ο Ευρωπαϊκό Συνέδριο «Διδακτικής της Βιολογίας». Δύο χρόνια μετά, το ΠΤΝ της Πάτρας και η ομάδα της κ. Βασιλικής Ζόγκζα, φιλοξένησαν το 3ο Ευρωπαϊκό Συνέδριο Διδακτικής της Βιολογίας. Θα θεωρήσω, λοιπόν, αυτά τα 2 συνέδρια ως ορόσημο για την εμφάνιση του κλάδου και στη Χώρα μας. Και να κάνω ένα πρόχειρο απολογισμό για το πού βρισκόμαστε σήμερα.

Στο σημείο αυτό, θα πρέπει να αναφέρω, πως για μία μεγάλη χρονική περίοδο, όποιος ασχολείται με τα θέματα της Βιολογικής Εκπαίδευσης στη Χώρα μας, φιλοξενείται και παρουσιάζει τη δουλειά του στα Πανελλήνια Συνέδρια της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών. Μέχρι το έτος 2012, όπου τον Απρίλη, οργανώνεται το 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο, της (ΠΕΒ), «Η Βιολογία στην Εκπαίδευση», Αθήνα. Από τότε μετράμε τουλάχιστον 5 διαφορετικά Πανελλήνια Συνέδρια, που με τον ένα ή τον άλλο τρόπο, επικεντρώνονται στην Βιολογική Εκπαίδευση, τη Διδακτική ή τη Διδασκαλία της Βιολογίας.

Η πορεία της ΔΒ στον Ελληνικό χώρο σημαδεύτηκε από αρκετά στοιχεία από τα οποία θέλω να σημειώσω 4:

1. Δεν δημιουργήθηκε ποτέ σε Βιολογικό Τμήμα θέση ΔΕΠ για τη Διδακτική. Εξαίρεση το σχετικά νεοσύστατο Τμήμα της Αλεξ/λης στο οποίο έχει θεσπισθεί θέση ΔΕΠ με τίτλο «Διδακτικές και Επαγγελματικές Δεξιότητες των Βιοεπιστημόνων». Αντίθετα, στα Παιδαγωγικά Τμήματα που εκπαιδεύουν εκπαιδευτικούς της Πρωτοβάθμιας, μπορούμε να μετρήσουμε τουλάχιστον 5-6 τέτοιες θέσεις μελών ΔΕΠ με ενασχόληση στον κλάδο.

2. Όπως ανέφερα πριν, στον Ελλαδικό χώρο, προηγήθηκε ως γνωστικό αντικείμενο ή ως επιστημονικός κλάδος η ΔΦΕ. Ο τελευταίος, για πολλά χρόνια ήταν ταυτισμένος με την Διδακτική της Φυσικής και λίγο της χημείας. Σε αντίθεση με την Αμερική όπου η Διδακτική της Βιολογίας αναπτύσσεται ταυτόχρονα με την Διδακτική της Φυσικής (Μάλιστα η έκδοση του 1ου εγχειριδίου Διδακτικής της βιολογίας από την ομάδα του Schwab νομίζω πως προηγείται κατά τι του HarvardProject). Αν ρωτήσετε όμως ένα Βιολόγο με Μ.Σci στη ΔΦΕ ή την Διδακτική της Βιολογίας, υποψιάζομαι, πως γνωρίζει αρκετά καλά, το δεύτερο αλλά αγνοεί κατά πάσα πιθανότητα το γεγονός πως το πρώτο εγχειρίδιο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών έχει βιολογικό Περιεχόμενο.

3. Ένα 3ο στοιχείο που χαρακτηρίζει την προετοιμασία των μελλοντικών Εκπαιδευτικών Φυσικών- και Βιολόγων είναι το εξής: Παρόλο που και στους δύο κλάδους τουλάχιστον ένα 40% των πτυχιούχων είναι γνωστό πως θα το απορροφήσει η Εκπαίδευση, για ένα μέσο πτυχιούχο Φυσικό η εξέλιξη αυτή θεωρείται, παραδοσιακά, φυσιολογική και τα Τμήματα της Φυσικής σε κάποιο βαθμό τον προετοιμάζουν γι' αυτό. Ίσως αυτός να είναι και ο λόγος για τον οποίο δημιουργήθηκε μια παράδοση στον Ελληνικό χώρο και η εμφάνιση ενός σημαντικού αριθμού Φυσικών που ασχολήθηκαν με την Επιστημολογία / Ιστορία / Φιλοσοφία της Επιστήμης που συναποτελούν αναπόσπαστα συστατικά στοιχεία της Διδακτικής ΦΕ και είχαν ή έχουν σημαντική Διεθνή παρουσία. Μην ξεχνάμε πως η τελευταία δημόσια συζήτηση του Thomas Kuhn, έλαβε χώρα, εδώ στον ίδιο χώρο που βρισκόμαστε, εμείς σήμερα, με συνομιλητές τους Κ. Γαβρόγλου, Αριστείδη Μπαλτά, και Βασιλική Κιντή.

Αντίθετα, στο χώρο της βιολογίας, παρόλο που είχαμε το προνόμιο, δύο από τους πρωτοπόρους Καθηγητές Βιολογίας και Γενετικής (αναφέρομαι στους καθηγητές Κριμπά και

Καστρίτση) να έχουν υπάρξει μαθητές του Dobzanski, εν τούτοις, άργησε χαρακτηριστικά, η καταξίωση των κλάδων αυτών στη Χώρα μας... Εξάιρεση βέβαια, αποτελεί η παγκόσμια πρωτοτυπία της έκδοσης, αμέσως μετά τη Μεταπολίτευση, εγχειριδίου Βιολογίας από τους Κριμπά και Καλοπίση που ουσιαστικά μπορεί να θεωρηθεί ως ένα από τα πρώτα εγχειρίδια Βιολογίας παγκοσμίως και που θα μπορούσε άνετα να τιτλοφορείται ως «*Διδασκαλία της Βιολογίας με βάση την Ενοποιητική θεωρία της εξέλιξης μέσω ΦΕ*». Και φυσικά, τα βιβλία του ίδιου του Κριμπά με τίτλο «Κοινωνιοβιολογία» και «Ιστορία του Δαρβινισμού» που θα πρέπει, κατά την ταπεινή μου γνώμη, να κοσμούν τη βιβλιοθήκη κάθε Βιολόγου που σέβεται τον εαυτό του και αυτό που κάνει. Αλλά, το τελευταίο ήρθε κάπως αργά. Μαζί με κάποια άλλα που δεν προλαβαίνω να μνημονεύσω.

4. Θα κλείσω με κάτι που αφορά στη Βιολογική Εκπαίδευση στην Ανώτατη Παιδεία.

Το 1976, στην Ιατρική Σχολή του Πανεπιστημίου McMaster στο Hamilton Ontario, αναπτύσσεται για πρώτη φορά η μέθοδος “ProblemSolving” ως νέα μέθοδος διδασκαλίας Βιολογικών Μαθημάτων σε Πανεπιστημιακό επίπεδο. Ως μέθοδος διδασκαλίας, δηλαδή, που μεταφέρει το επίκεντρο της Διδασκαλίας από τον καθηγητή στον Φοιτητή. Για να είμαι ειλικρινής, δεν έχω εικόνα για τον βαθμό διάδοσης της μεθόδου ανά τα Πανεπιστήμια του Κόσμου. Απλά, βάζω στο τραπέζι τον προβληματισμό, πιστεύοντας πως κάποια στιγμή, αν θέλουμε να κυριολεκτούμε πως μας απασχολεί η Βιολογική Εκπαίδευση στο σύνολό της, θα πρέπει να δούμε αν υπάρχει μέλλον για το άπλωμά της και στο Πανεπιστήμιο.

Με αυτές τις λίγες σκέψεις, θέλω να ευχηθώ κάθε επιτυχία στις εργασίες του Συνεδρίου, πιστεύοντας πως θα βγούμε όλοι πιο σοφοί μετά την ολοκλήρωση των εργασιών του.

Κυριάκος Αθανασίου,
Ομότιμος καθηγητής ΕΚΠΑ.

Επιστημονική Επιτροπή

ΠΡΟΕΔΡΟΣ

Αθανασίου Κυριάκος Ομ. Καθηγητής ΤΕΑΠΗ Ε.Κ.Π.Α., Πρόεδρος Ιδρύματος Κρατικών Υποτροφιών

ΜΕΛΗ

Βαλάκος Ευστράτιος Καθηγητής Τμήμα Βιολογίας Ε.Κ.Π.Α., Διευθυντής Μουσείο Ζωολογίας Ε.Κ.Π.Α.

Γαλάνη Λία Επ. Καθηγήτρια Π.Τ.Δ.Ε. Ε.Κ.Π.Α

Γαριού Αγγελική Συντονίστρια Εκπαιδευτικού Έργου Π.Δ.Ε. Δυτικής Ελλάδας

Γιάγκου Μηνάς Καθηγητής Τμήμα Βιολογίας Α.Π.Θ.

Καλαϊτζιδάκη Μαριάννα Αν. Καθηγήτρια Π.Τ.Δ.Ε. Παν. Κρήτης

Κόλλια Παναγούλα Καθηγήτρια, Τμήμα Βιολογίας Ε.Κ.Π.Α

Κορφιάτης Κώστας Αν. Καθηγητής Τμ. Επιστημών της Αγωγής Παν. Κύπρου

Μαμούρης Ζήσης Καθηγητής Τμ. Βιοχημείας και Βιοτεχνολογίας & Πρύτανης Παν. Θεσσαλίας

Μαυρίδου Αθηνά Ομ. Καθηγήτρια Παν. Δυτικής Αττικής

Μαυρικάκη Ευαγγελία Αν. Καθηγήτρια Π.Τ.Δ.Ε. Ε.Κ.Π.Α.

Μπάμπαλης Θωμάς Καθηγητής Π.Τ.Δ.Ε. Ε.Κ.Π.Α.

Παπαδοπούλου Πηνελόπη Αν. Καθηγήτρια, Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών Παν. Δυτικής Μακεδονίας

Παπαζήση Χριστίνα Συντονίστρια Εκπαιδευτικού Έργου Π.Δ.Ε. Β' Αθήνας

Παπασιδέρη Ισιδώρα Καθηγήτρια, Τμήμα Βιολογίας Ε.Κ.Π.Α.

Παφίλης Παναγιώτης Αν. Καθηγητής Τμήμα Βιολογίας Ε.Κ.Π.Α.

Πρίνου Λουκία Δρ. Διδακτικής της Βιολογίας, Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

Ριζοπούλου Σοφία Καθηγήτρια Τμήμα Βιολογίας Ε.Κ.Π.Α.

Σκορδούλης Κωνσταντίνος Καθηγητής Π.Τ.Δ.Ε. Ε.Κ.Π.Α.

Σκούρας Ζαχαρίας Καθηγητής Τμήμα Βιολογίας Α.Π.Θ.

Στάικου Αλαξάνδρα Επ. Καθηγήτρια Τμήμα Βιολογίας Α.Π.Θ.

Τσιτσιλώνη Ουρανία Καθηγήτρια Τμήμα Βιολογίας Ε.Κ.Π.Α.

Χαραλαμπίδης Κοσμάς Αν. Καθηγητής Τμήμα Βιολογίας Ε.Κ.Π.Α.

Χριστοδουλάκης Νικόλαος Καθηγητής, Τμήμα Βιολογίας Ε.Κ.Π.Α.

Πρόγραμμα Συνεδρίου

ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ 29-11-2019

13:00—14:30	Προσέλευση - Εγγραφές - Παραλαβή φακέλων Συνέδρων	
14:30—16:00	ΣΥΝΕΔΡΙΑ Α΄ Προφορικές Ανακοινώσεις <i>ΠΡΟΕΔΡΕΙΟ: ΚΑΤΣΑΔΟΥΡΑ Α., ΑΝΘΗΣ Λ.</i>	ΣΥΝΕΔΡΙΑ Β΄ Προφορικές Ανακοινώσεις <i>ΠΡΟΕΔΡΕΙΟ: ΠΑΠΑΖΗΣΗ Χ., ΓΚΩΤΗ Κ.</i>
	A1. Εκπαιδευτικό σενάριο για τη διδασκαλία της μίτωσης και της μείωσης και εφαρμογή του σε πραγματική τάξη, μία σύγκριση κλασσικής διδασκαλίας και διδασκαλίας μέσω χρήσης ΤΠΕ. <i>ΞΑΠΛΑΝΤΕΡΗ Μ. Α.</i>	B1. Η διάσταση της αειφορίας στη μάθηση με τη συμβολή των τεχνών. <i>ΠΑΠΑΖΗΣΗ Χ., ΚΩΤΤΟΥΛΑ Μ.</i>
	A2. Διερεύνηση των αντιλήψεων εκπαιδευτικών γυμνασίων και λυκείων σχετικά με τη διδασκαλία εννοιών και διαδικασιών της Μοριακής Βιολογίας και Γενετικής και την κατανόησή τους από τους μαθητές. Εμπόδια και τρόποι αντιμετώπισης. <i>ΒΑΜΒΑΚΟΥΛΑΣ Χ., ΑΝΑΣΤΑΣΟΠΟΥΛΟΣ Γ., ΨΥΧΑΡΗΣ Σ.</i>	B2. Σύγχρονη ανασκόπηση όρων και προοπτικών σχετικά με την Εκπαίδευση για την Βιώσιμη Ανάπτυξη. <i>ΟΡΦΑΝΙΔΟΥ Χ., ΚΕΔΡΑΚΑ Κ.</i>
	A3. Γνώσεις μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για την ανθεκτικότητα των βακτηρίων στα αντιβιοτικά. <i>ΣΤΑΦΥΛΑΚΗ Μ. Ι., ΜΑΥΡΙΚΑΚΗ Ε.</i>	B3. Οι βιολογικές έννοιες στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Η συνδρομή της αξιοποίησης Ψηφιακού Εκπαιδευτικού Περιεχομένου και Ανοιχτών Εκπαιδευτικών Πόρων στη διδασκαλία τους. <i>ΤΖΟΒΛΑ Ε., ΚΕΔΡΑΚΑ Κ.</i>
	A4. Στάσεις και απόψεις πρωτοετών φοιτητών Τμημάτων Βιολογίας για την Θεωρία της Εξέλιξης. <i>ΠΟΛΥΖΟΣ Α.</i>	B4. Οι επιπτώσεις της ρύπανσης στους θαλάσσιους ζωικούς οργανισμούς: μία πρόταση Προγράμματος Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης. <i>ΓΑΤΑ Δ., ΔΕΡΟΥΤΤΕΡΗ Μ.Λ., ΜΠΑΖΟΥ Ο., ΠΑΡΑΘΥΡΑ Α., ΠΗΛΙΟΥΡΑΣ Π., ΑΡΙΑΝΟΥΤΣΟΥ Μ.</i>
	A5. Εξελικτική Βιολογία: αξιολόγηση των γνώσεων πρωτοετών φοιτητών. <i>ΒΟΠΑΤΖΟΓΛΟΥ Χ., ΜΠΑΞΕΒΑΝΗΣ Α., ΜΟΥΤΟΠΟΥΛΟΣ Δ., ΑΜΠΑΤΖΟΠΟΥΛΟΣ Θ.</i>	B5. Η Εκπαιδευτική Μεταρρύθμιση στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση της Κύπρου και η Βελτίωση των Μαθησιακών Αποτελεσμάτων: Η περίπτωση της Βιολογίας. <i>ΜΑΠΠΟΥΡΑΣ Δ., ΧΑΤΖΗΧΑΜΠΗΣ Α., ΧΑΤΖΗΧΑΜΠΗ Δ.</i>
16:00—16:30	Διάλειμμα για καφέ	
16:30—17:45	Στρογγυλή Τράπεζα-1 Σχολικά βιβλία Βιολογίας και Αναλυτικά Προγράμματα. <i>ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ: ΚΑΛΑΪΤΖΙΔΑΚΗ Μ.</i> <i>ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ: ΚΑΜΠΟΥΡΗ Ν., ΠΡΙΝΟΥ Λ., ΔΟΚΟΠΟΥΛΟΥ Μ., ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΥ Π.</i>	
17:45—18:30	Μετακίνηση στην Μεγάλη Αίθουσα Τελετών του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών.	
18:30—19:00	ΕΠΙΣΗΜΗ ΕΝΑΡΞΗ - ΧΑΙΡΕΤΙΣΜΟΙ	
19:00—20:00	Κεντρική Ομιλία-1 Η παλαιoανθρωπολογία στην Ελλάδα: Νέες έρευνες για την εξέλιξη του ανθρώπου. <i>ΧΑΡΒΑΤΗ Κ.</i> <i>ΠΡΟΕΔΡΕΙΟ: ΒΑΛΑΚΟΣ Σ.</i>	

ΣΑΒΒΑΤΟ 30-11-2019

09:00—10:45	ΣΥΝΕΔΡΙΑ Γ΄ Προφορικές Εργασίες <i>ΠΡΟΕΔΡΕΙΟ:</i> ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΥ Π., ΡΙΖΟΠΟΥΛΟΥ Σ.	ΣΥΝΕΔΡΙΑ Δ΄ Προφορικές Εργασίες <i>ΠΡΟΕΔΡΕΙΟ:</i> ΚΟΛΛΙΑ Π., ΑΡΛΑΠΑΝΟΣ Γ.
	Γ1. Διερεύνηση της «Βοτανικής Αίσθησης του Τόπου» σε συνάρτηση με το φύλο, τη βιωματική εμπειρία και το μέντορα φυτών. ΤΣΙΚΑΛΑΚΗ Κ., ΡΙΖΟΠΟΥΛΟΥ Σ.	Δ1. Βραδιές Βιοεπιστήμης: Διαδραστικές εκδηλώσεις ενημέρωσης του κοινού σε θέματα βιοεπιστημών. ΚΟΡΟΜΗΝΑ Μ., ΠΑΤΡΙΝΟΣ Γ.
	Γ2. Ηλεκτροφορητικός διαχωρισμός μορίων: κατασκευή - χρήση συσκευής ηλεκτροφόρησης από απλά υλικά καθημερινής χρήσης και ένταξη της σε πειραματικές δραστηριότητες βιολογίας. ΣΤΑΣΙΝΑΚΗΣ Π., ΚΑΤΑΝΑ Ε.	Δ2. Το φορητό Εργαστήριο Μοριακής Βιολογίας 2MoBiL στην επικοινωνία του πεδίου της Μοριακής Γενετικής και της Εξατομικευμένης Ιατρικής. ΣΙΑΜΟΓΛΟΥ Σ., ΠΑΤΡΙΝΟΣ Γ.
	Γ3. Για τη διδασκαλία ενοτήτων του σχολικού βιβλίου Βιολογίας Θετικής Κατεύθυνσης Γ΄ Λυκείου: Τα πειράματα του Griffith και των Avery, Mc-Cleod και McCarthy. ΣΧΙΖΑΣ Δ.	Δ3. Η συμβολή της Νευροβιολογίας στην εκπαίδευση κατά την Τέταρτη Βιομηχανική Επανάσταση ΑΡΑΒΑΝΤΙΝΟΥ-ΦΑΤΩΡΟΥ Κ.
	Γ4. Διαδοχή και σύνδεση των γονιδιακών μοντέλων μέσα από τις λογικοσημασιολογικές σχέσεις στα ελληνικά διδακτικά εγχειρίδια βιολογίας. ΧΡΗΣΤΙΔΟΥ Α., ΣΤΑΜΟΥ Α., ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΥ Π.	Δ4. Εργαστηριακό Εκπαιδευτικό πρόγραμμα Βιολογίας στην Εξέλιξη: Γίνε παλαιοανθρωπολόγος σε μια μέρα. ΑΡΒΑΝΙΤΑΚΗ Ι.
	Γ5. Έννοιες και μοντέλα για τη γενετική σε αντιλήψεις μαθητών και εκπαιδευτικών. ΤΣΟΠΟΓΛΟΥ-ΓΚΙΝΑ Δ., ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΥ Π.	Δ5. Ο δάσκαλος έχει πάντα δίκιο; Η διείσδυση της Ψευδοεπιστήμης στην Εκπαίδευση και τις απόψεις των Εκπαιδευτικών. ΜΑΥΡΙΚΑΚΗ Ε., ΤΑΛΑΜΑΓΚΑΣ Α.
	Γ6. ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΕΤΥΜΟΛΟΓΙΑ Αναπνοή: Μια διδακτική πρόταση για την Α΄ Γυμνασίου. ΚΟΡΑΣΙΔΗ Α., ΜΠΑΛΑΜΠΕΚΟΥ Μ.	Δ6. Δημιουργία διδακτικού σεναρίου για τη διδασκαλία των εμβολίων. ΧΡΙΣΤΟΦΟΡΙΔΟΥ Ε.
	10:45—11:15	Διάλειμμα για καφέ

ΣΑΒΒΑΤΟ 30-11-2019 (συνέχεια)

11:15—12:15	ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΟΜΙΛΙΑ-2 Η επικοινωνία της επιστήμης: απλά μία διασκέδαση ή δια βίου μάθηση για όλους JENKINS T. <i>ΠΡΟΕΔΡΕΙΟ: ΠΑΠΑΣΙΔΕΡΗ Ι.</i>	
12:15—14:00	Γενική Συνέλευση Π.Ε.Β.	
14:00—15:30	Ελαφρύ γεύμα	
15:30—16:00	Κήπος Διομήδους: Ένας παράδεισος για τους πολίτες, μια ευκαιρία για την εκπαίδευση. ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΑΚΗΣ Ν. <i>ΠΡΟΕΔΡΕΙΟ: ΜΑΥΡΙΔΟΥ Α.</i>	
16:00—17:30	Στρογγυλή Τράπεζα-2 Θέματα Πανελληνίων και Πανελλήνιου Διαγωνισμού Βιολογίας <i>ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ: ΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ Κ.</i> <i>ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ: ΚΑΤΩΠΟΔΗΣ Γ., ΜΑΥΡΑΓΑΝΗ Μ., ΡΑΔΙΤΣΑΣ Δ., ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΑΚΗΣ Ν.</i>	
17:30—18:00	Αναρτημένες Ανακοινώσεις & Διάλειμμα για καφέ	
18:15—20:00	ΣΤΡΟΓΓΥΛΗ ΤΡΑΠΕΖΑ-3 Οι μαθητές ρωτούν τους Βιοεπιστήμονες. <i>ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ: ΣΚΟΥΡΑΣ Ζ.</i> <i>ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ:</i> ΠΑΦΙΛΗΣ Π., ΤΣΙΤΣΙΛΩΝΗ Ο., ΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ Κ., ΤΡΙΑΝΤΗΣ Κ.	ΣΤΡΟΓΓΥΛΗ ΤΡΑΠΕΖΑ-4 Προβλήματα της Βιολογίας και των Βιολόγων στην Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. <i>ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ: ΓΙΑΓΚΟΥ Μ.</i> <i>ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ:</i> ΒΕΡΡΟΙΟΣ Γ., ΠΟΛΥΖΟΣ Α., ΠΕΤΡΟΜΕΛΙΔΗΣ Β., ΠΑΠΑΔΕΛΗ Ε.

ΚΥΡΙΑΚΗ 1-12-2019

09:00—10:30	ΣΥΝΕΔΡΙΑ Ε΄ Προφορικές εργασίες <i>ΠΡΟΕΔΡΕΙΟ:</i> ΒΑΝΤΑΡΑΚΗΣ Α., ΓΕΩΡΓΙΟΥ Μ.	Βιωματικό εργαστήριο-1	Βιωματικό εργαστήριο-2
	Ε1. BioLogic: Μια εφαρμογή παιχνίδι για τη Βιολογία. ΔΗΜΗΤΡΑΚΟΠΟΥΛΟΣ Χ., ΠΙΤΣΑΚΗ Μ., ΧΑΤΖΗΣΑΒΒΑΣ Γ.	Εκπαιδευτικά παιχνίδια απόδρασης (Escape Rooms) ΙΙΑ: μια εναλλακτική διδακτική πρόταση για το κυκλοφορικό σύστημα. ΒΙΛΛΙΑΣ Γ.	Ανθεκτικότητα βακτηρίων και επίδραση αντιβιοτικών: προσομοιώνοντας τη δυναμική κατάσταση στο εσωτερικό του ανθρώπινου οργανισμού κατά τη διδασκαλία της βιολογίας. ΣΟΦΙΚΤΗ Α., ΣΤΑΣΙΝΑΚΗΣ Π.
	Ε2. Το παιχνίδι στη διδασκαλία της Βιολογίας ΠΑΝΔΗ Μ., ΓΕΩΡΓΙΟΥ Μ., ΠΑΠΑΣΙΔΕΡΗ Ι.		
	Ε3. «Human Body Scavenger Hunt»: κατανοώντας το ανθρώπινο σώμα με χρήση Τ.Π.Ε. ΝΙΚΟΛΟΠΟΥΛΟΥ Ε.		
	Ε4. Το κυνήγι του θησαυρού ως εργαλείο μη τυπικής μάθησης στη Βιολογία Β΄ και Γ΄ Λυκείου. Δρ. ΑΠΛΑΔΑ Ε.		
	Ε5. Αξιοποιώντας τα Μουσεία Ζωολογίας στη μάθηση βιολογικών εννοιών. ΓΑΤΑ Δ., ΒΑΛΑΚΟΣ Ε., ΓΕΩΡΓΙΟΥ Μ.		
	Ε6. Εκπαιδευτικό Πρόγραμμα για τη Βιολογία Διατήρησης στο Μουσείο Ζωολογίας. ΔΕΡΟΥΓΓΕΡΗ Μ. Λ., ΒΑΛΑΚΟΣ Ε., ΠΑΠΑΣΙΔΕΡΗ Ι., ΓΕΩΡΓΙΟΥ Μ.		

ΚΥΡΙΑΚΗ 1-12-2019 (συνέχεια)

10:30—12:00	ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΣΤ' Προφορικές εργασίες ΠΡΟΕΔΡΕΙΟ: ΠΑΤΡΙΝΟΣ Γ., ΚΑΣΙΜΑΤΗΣ Α.	Βιωματικό εργαστήριο-3
	ΣΤ1. Διερεύνηση και αποσαφήνιση όρων και διαδικασιών του σχολικού εγχειριδίου της Βιολογίας Προσανατολισμού Τάξης. ΜΠΟΛΑΝΑΚΗ Ε., ΚΑΡΑΠΑΝΑΓΟΥ Π., ΓΕΩΡΓΙΟΥ Β., ΜΑΡΓΑΡΙΤΗ Ν.	Εκπαιδευτικά παιχνίδια απόδρασης (Escape Rooms) IIB: μια εναλλακτική διδακτική πρόταση για τον εγκέφαλο. ΒΙΛΛΙΑΣ Γ.
	ΣΤ2. Μελέτη γονιδιακών μεταλλάξεων με το λογισμικό Gene explorer. ΛΑΓΩΝΙΚΑ Φ.	
	ΣΤ3. Συνδυασμένη εκμάθηση Βιολογίας και Αγγλικών ως ξένης γλώσσας: μια μελέτη περίπτωσης αξιοποίησης εκπαιδευτικού υλικού μεθοδολογίας CLIL σε ελληνικό Λύκειο της Γερμανίας. ΚΑΚΑΡΑΝΤΖΑ Π., ΑΣΜΕΤΗΣ Π., ΑΦΟΡΔΑΚΟΣ Κ., ΒΑΜΒΑΛΗ Α., ΑΚΡΙΩΤΗ Π., ΨΑΡΡΟΠΟΥΛΟΥ Κ., ΑΝΔΡΕΟΥ Λ. Β.	
	ΣΤ4. Θεραπεία λοιμώξεων με αντιβιοτικά-ένα βιωματικό εργαστήριο με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού υλικού e-bug. ΚΟΥΤΣΟΚΩΣΤΑ Π., ΤΣΙΤΣΙΛΩΝΗ Ο.	
12:00—12:30	Διάλειμμα για καφέ	
12:30—13:30	Κεντρική Ομιλία-3 Οι Βιοεπιστήμες στην εποχή των μεγάλων δεδομένων. Προκλήσεις και προοπτικές. ΝΙΚΟΛΑΟΥ Χ. ΠΡΟΕΔΡΕΙΟ: ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ Κ.	
14:00	ΛΗΞΗ	

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΑ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ <http://5synedrio.pev.gr/>

Υπεύθυνοι Ιστοσελίδας:

Άνθης Λεωνίδας, Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, ΠΕ04.04

Χατζαντωνά Άννα, Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, ΠΕ04.04

ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ

Ι.ΠΡΟΦΟΡΙΚΕΣ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ

Οι βιολογικές έννοιες στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Η συνδρομή της αξιοποίησης Ψηφιακού Εκπαιδευτικού Περιεχομένου και Ανοιχτών Εκπαιδευτικών Πόρων στη διδασκαλία τους

Ειρήνη ΤΖΟΒΛΑ¹, Κατερίνα ΚΕΔΡΑΚΑ²

¹Εκπαιδευτικός-Υπ. Διδάκτωρ Τ.Μ.Β.Γ.-Δ.Π.Θ., etzovla@mbg.duth.gr

²Αναπλ. Καθηγήτρια Τ.Μ.Β.Γ. - Δ.Π.Θ., kkedraaka@mbg.duth.gr

Περίληψη

Οι Επιστήμες Ζωής, στις οποίες ανήκει και η Βιολογία, διεκδικούν όλο και περισσότερο το ενδιαφέρον της Εκπαίδευσης και εντάσσονται στην εκπαιδευτική διαδικασία με ποικίλες θεματικές, αποσκοπώντας στην ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των μαθητών/τριών για την πραγματικότητα που βιώνουν. Οι θεματικές αυτές μπορούν να υποστηριχθούν και να εμπλουτιστούν με ψηφιακούς πόρους. Στη χώρα μας η ψηφιοποίηση των βιβλίων της Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, τα Διαδραστικά Σχολικά Βιβλία και τα Αποθετήρια της οικογένειας "Φωτόδεντρο" θέτουν στη διάθεση της σχολικής κοινότητας έναν σημαντικό όγκο Ψηφιακού Εκπαιδευτικού Περιεχομένου και Ανοιχτών Εκπαιδευτικών Πόρων, που μπορούν να υποστηρίξουν τη διδασκαλία και τη μάθηση προσφέροντας τα πλεονεκτήματα της εικόνας, του ήχου και της διαδραστικότητας. Οι δυνατότητες αυτές μπορούν να ενισχύσουν και τη διδασκαλία των βιολογικών εννοιών, ιδιαίτερα στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση, καθώς η εικόνα, ο ήχος και η κίνηση αυξάνουν τον ενδιαφέρον των μικρών μαθητών/τριών και είναι σε θέση να βελτιώσουν τα μαθησιακά αποτελέσματα.

Λέξεις - κλειδιά: Ψηφιακό Εκπαιδευτικό Περιεχόμενο, Ανοιχτοί Εκπαιδευτικοί Πόροι, Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση, βιολογικές έννοιες

Εισαγωγή

Η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας, ο όγκος της πληροφορίας που αυτή μεταφέρει, οι δυνατότητες που διαθέτει άλλαξε τον τρόπο που σκεφτόμαστε, που εργαζόμαστε, που μαθαίνουμε και που επικοινωνούμε (Makrakis & Kostoulas-Makrakis 2012). Ο Καλκάνης (2007) αναφέρει ότι οι σύγχρονες ψηφιακές τεχνολογίες αφορούν στην ψηφιακή πληροφορία, σχετίζονται τόσο με την επιστημονική έρευνα όσο και με την καθημερινή ζωή και συνίστανται σε τεχνολογίες πληροφόρησης και επικοινωνίας, τεχνολογίες προσομοίωσης/ οπτικοποίησης, τεχνολογίες πειραματισμού/αυτοματισμού, τεχνολογίες επεξεργασίας και απεικόνισης της πληροφορίας και τεχνολογίες οργάνωσης και παρουσίασης της πληροφορίας. Αυτές είναι σε θέση να προσελκύσουν το ενδιαφέρον των μαθητών/τριών, να εξυπηρετήσουν τις ανάγκες των Φυσικών Επιστημών αλλά και να λειτουργήσουν ως αυτόνομο διδακτικό αντικείμενο.

Η επιστήμη της Βιολογίας στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση

Στις μέρες μας εκδηλώνεται αυξημένο ενδιαφέρον για τις Επιστήμες Ζωής, στις οποίες ανήκει και η Βιολογία. Το ενδιαφέρον αυτό σχετίζεται και με την όξυνση σημαντικών κοινωνικών προβλημάτων, που αφορούν σε θέματα περιβαλλοντικά, νέων ασθενειών, εμβολιασμών και υγιεινής, υποσιτισμού, αλόγιστης χρήσης των φυσικών πόρων και τα οποία έχουν επιπτώσεις στην ζωή του σύγχρονου ανθρώπου.

Οι παραπάνω θεματικές αγγίζουν και τον χώρο της Εκπαίδευσης, καθώς ο/η μαθητής/τρια, αριανός/η πολίτης, θα πρέπει να είναι ενήμερος/η και συνειδητοποιημένος/η για την πραγματικότητα που βιώνει. Στο ΔΕΠΠΣ της Βιολογίας (σελ.1) αυτή ορίζεται ως "η επιστήμη που αφορά στη μελέτη των φαινομένων και των διαδικασιών της ζωής, μελετά τους οργανισμούς τόσο στο περιβάλλον που ζουν όσο και στο εργαστήριο και φυσικά τον άνθρωπο". Ως εκ τούτου,

είναι επιτακτική η ανάγκη δόμησης Προγραμμάτων Σπουδών, που να ενεργοποιούν τους/τις μαθητές/τριες προς υλοποίηση παρεμβάσεων και δράσεων που άπτονται των προαναφερομένων προβλημάτων και οι οποίες, σύμφωνα με τον Ibe (2009), θα τους/τις εξοικειώνουν με την επιστημονική μέθοδο προσέγγισης της γνώσης και θα τους/τις ασκήσει στο να καλλιεργήσουν "μεταγνωστικές δεξιότητες".

Η ανάπτυξη προβληματισμού γύρω από τις βιολογικές έννοιες και τη σχέση τους με την κοινωνική πραγματικότητα, την οποία οι μαθητές/τριες βιώνουν, θα πρέπει να προσανατολίζει και να ενεργοποιεί τους μαθητές/τριες και να τους καλλιεργεί υπεύθυνη και συμμετοχική στάση απέναντι σε θέματα που αφορούν τη ζωή στον πλανήτη. Θα πρέπει εδώ να αναφερθεί ότι η κατανόηση των εννοιών μιας επιστήμης προϋποθέτει την ύπαρξη βασικών γνώσεων, οι οποίες, σύμφωνα με τη θεωρία του επικοδομισμού, έχουν κατακτηθεί κατά τα πρώτα χρόνια εκπαίδευσης και αποτελούν τη βάση πάνω στην οποία θα δομηθεί η νέα γνώση (Bruner et al 1966, 1986).

Για τον λόγο αυτό στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση ο/η μαθητής/τρια θα πρέπει να κατανοήσει τις βασικές βιολογικές έννοιες και να είναι σε θέση να κάνει συνδέσεις και ερμηνείες μεταξύ αυτών. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσα από την υιοθέτηση μεθόδων και πρακτικών ανακαλυπτικής - διερευνητικής μάθησης, βιωματικής μάθησης και χρήσης των Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνίας, οι οποίες καλλιεργούν τη συνεργατική δημιουργικότητα, την επικοινωνία και τις δεξιότητες του 21ου αιώνα (Παπαδημητρίου 2016^α; Θωμά, Καραφωτιά & Τζοβλά 2018) και εστιάζουν στην παρατήρηση και τον πειραματισμό. Οι βιολογικές έννοιες, βέβαια, δεν μπορούν να προσεγγιστούν μεμονωμένα - εξαιτίας της πολυπλοκότητας που τις διακρίνει και των σχέσεων αλληλεπίδρασης με άλλα συστήματα - αλλά ολιστικά (Baret et al. 2013), διατρέχοντας και τα υπόλοιπα γνωστικά αντικείμενα και κάνοντας συνδέσεις και αναγωγές μεταξύ εννοιών και καταστάσεων.

Βιολογία και Πρόγραμμα Σπουδών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση

Εστιάζοντας στα Προγράμματα Σπουδών στην Ελλάδα θα πρέπει να καταγραφεί ότι αυτά έχουν αλλάξει κατά καιρούς, προκειμένου να ακολουθήσουν τις νέες παιδαγωγικές θεωρίες και να προσαρμοστούν στις κάθε φορά νέες ανάγκες και απαιτήσεις του εκπαιδευτικού συστήματος και τις προτεραιότητες που αυτό καλείται να εξυπηρετήσει. Στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση το Πρόγραμμα Σπουδών της Βιολογίας εμπεριέχεται στο Πρόγραμμα Σπουδών των Φυσικών Επιστημών, αν και πολλές φορές οι βιολογικές έννοιες εγκαταλείπονται προς χάριν των εννοιών της Φυσικής και της Χημείας.

Τα Προγράμματα Σπουδών πάντα διαμορφώνονται από εμπειρογνώμονες, που έχουν κατάρτιση στο συγκεκριμένο γνωστικό αντικείμενο για το οποίο εκπονούν το Πρόγραμμα, αλλά συνήθως δεν λαμβάνεται υπόψη το σύνολο των εκπαιδευτικών, οι οποίοι/ες θα κληθούν να το εφαρμόσουν και στους/στις οποίους/ες παρέχεται, συνήθως, επιμόρφωση με τη μορφή ημερίδων κατά τη διάρκεια των οποίων παρουσιάζονται οι γενικοί άξονες των νέων κάθε φορά και πολλά υποσχόμενων Προγραμμάτων Σπουδών. Μέχρι σήμερα, όμως, δεν έχει προσφερθεί στους εκπαιδευτικούς της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης ολοκληρωμένος κύκλος επιμόρφωσης, που να αφορά στη διδασκαλία των βιολογικών εννοιών, να τους εμπλέκει στην εφαρμογή διαθεματικών δραστηριοτήτων που να αφορούν στις βιολογικές έννοιες και ούτε έχουν υπάρξει έρευνες μεγάλης κλίμακας που να καταγράφουν τις απόψεις τους και την διδακτική τους ετοιμότητα για τη διδασκαλία των βιολογικών εννοιών σε μαθητές/τριες του Δημοτικού Σχολείου.

Καθώς τα σχολικά εγχειρίδια της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης στην πλειοψηφία τους είναι στατικά, γραμμικά και συχνά δεν προσελκύουν το ενδιαφέρον των μαθητών/τριών, οι οποίοι/ες αποτελούν την ψηφιακή γενιά, που έχει μεγαλώσει με πολλαπλά ερεθίσματα, η αξιοποίηση Ψηφιακού Εκπαιδευτικού Περιεχομένου είναι επιτακτική ανάγκη, προκειμένου να ενεργοποιήσει

το ενδιαφέρον και την περιέργεια των μαθητών/τριών. Η Παπαδημητρίου (2014) αναφέρει ότι το ψηφιακό εκπαιδευτικό υλικό προσφέρει διαδραστικότητα και προσαρμοσμένο κατάλληλα μπορεί να συμπληρώσει το παραδοσιακό. Συνεπικουρούμενο δε, αυτό με κατάλληλες εκπαιδευτικές μεθόδους με μαθητοκεντρική στόχευση μπορεί να βελτιώσει τα μαθησιακά αποτελέσματα.

Ψηφιακό Εκπαιδευτικό Περιεχόμενο - Ανοιχτοί Εκπαιδευτικοί Πόροι

Οι σημερινοί μαθητές/τριες ζουν με και μέσα από την τεχνολογία, καθώς περιβάλλονται από αυτή (υπολογιστές, διαδικτυακή συνομιλία, ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, παγκόσμιο ιστό, κοινωνικά δίκτυα). Γι αυτούς θεωρείται φυσικό τα μαθήματα να ενσωματώνουν παρόμοια πρότυπα. Αποτελεί λοιπόν στοίχημα για τους/τις εκπαιδευτικούς να ενσωματώσουν την τεχνολογία και το Ψηφιακό Εκπαιδευτικό Περιεχόμενο στη διδασκαλία και να εκπαιδεύσουν τους πολίτες του αύριο. Ακόμη, το Ψηφιακό Εκπαιδευτικό Περιεχόμενο δίνει τη δυνατότητα στους/στις μαθητές/τριες - με τις εφαρμογές που διαθέτει - να δουν τις σχέσεις αιτίας-αποτελέσματος, να κινούνται πέρα από την απομνημόνευση και την παθητική μάθηση και να διορθώσουν τις κοινές παρανοήσεις, που αφορούν σε δύσκολες ή συχνά παρεξηγημένες έννοιες. Τα πλεονεκτήματα αυτά το καθιστούν ιδιαίτερα χρήσιμο στη διδασκαλία των βιολογικών εννοιών, οι οποίες συχνά είναι πολύπλοκες και κάποιες δεν είναι εφικτό να παρατηρηθούν με γυμνό μάτι.

Όπως και με οποιαδήποτε άλλη στρατηγική διδασκαλίας, έτσι και με την αξιοποίηση Ψηφιακού Εκπαιδευτικού Περιεχομένου οι εκπαιδευτικοί πρέπει να εκπαιδεύονται για το πώς να χρησιμοποιήσουν σωστά το υλικό αυτό στις πρακτικές διδασκαλίας τους. Η εκπαίδευση αυτή περιλαμβάνει να ασκηθούν οι εκπαιδευτικοί στο να βγαίνουν έξω από την παραδοσιακή, γραμμική προσέγγιση της δημιουργίας περιεχομένου. Αυτό όχι μόνο θα ενισχύσει την παιδαγωγική τους πρακτική αλλά και θα τους/τις κάνει κριτικούς/ες αξιολογητές/τριες του περιεχομένου. Η νέα αυτή εκπαιδευτική πραγματικότητα απαιτεί να αναπτυχθούν επαγγελματικά οι εκπαιδευτικοί προκειμένου να αναπτύξουν μεθόδους και τεχνικές εποικοδομητικής αξιοποίησης του Ψηφιακού Εκπαιδευτικού Περιεχομένου.

Η αξιοποίηση Ψηφιακού Εκπαιδευτικού Περιεχομένου μπορεί να γίνει με πολλαπλούς τρόπους. Ενδεικτικά αυτό μπορεί να αξιοποιηθεί μέσα στη σχολική τάξη με συνεργατικές δραστηριότητες που αποβλέπουν στη δημιουργία κοινού ομαδικού προϊόντος. Οι δραστηριότητες των ομάδων μπορούν να συνδυαστούν με τεχνικές ενεργητικής μάθησης, όπως καταιγισμός ιδεών, συζήτηση, αγώνες αντιλογίας, παιχνίδι ρόλων, μελέτη περίπτωσης, προσομοιώσεις, δραστηριότητες συμμετοχής των μαθητών σε αυθεντικές καταστάσεις όπως δημοσιεύσεις θεματικών αφιερωμάτων των μαθητών/τριών σε Εκπαιδευτικές Κοινότητες, Ιστολόγια, Ηλεκτρονικά Σχολικά Περιοδικά και Εφημερίδες (Παπαδημητρίου 2016β). Τα παραπάνω μπορούν να συνδράμουν ιδιαίτερα τη διδασκαλία των βιολογικών εννοιών, κάνοντας πιο ευχάριστη τη διαδικασία της γνώσης και προσεγγίζοντας τις βιολογικές έννοιες διαθεματικά μέσα από την υλοποίηση σχεδίων εργασίας, που εμπλέκουν διαφορετικά γνωστικά αντικείμενα.

Τα τελευταία χρόνια γίνεται έντονη συζήτηση γύρω από την έννοια της Ανοικτής Μάθησης. Η Ανοικτή Μάθηση συνεπικουρείται κατά μία έννοια από τους Ανοιχτούς Εκπαιδευτικούς Πόρους γύρω από τους οποίους τα τελευταία χρόνια υπάρχει έντονη συζήτηση τόσο στις ακαδημαϊκές όσο και στις ερευνητικές κοινότητες. Η UNESCO (2012) ορίζει τους Ανοιχτούς Εκπαιδευτικούς Πόρους ως το διδακτικό, εκπαιδευτικό ή ερευνητικό υλικό που έχει καταστεί κοινό κτήμα ή έχει διατεθεί με ανοιχτές άδειες και επιτρέπει την ελεύθερη χρήση, διασκευή και διανομή του. Οι δημιουργοί του υλικού αυτού διαθέτουν το υλικό τους συνήθως με άδειες Creative Commons (CC) που επιτρέπουν "τα 5R της «ανοικτότητας» δηλ. διατήρηση (Retain), επαναχρησιμοποίηση (Reuse), αναθεώρηση (Revise), ανασύνθεση (Remix) και αναδιανομή (Redistribute) (Βαγγελάτος & Παναγιωτόπουλος 2017).

Η μάθηση που βασίζεται στους Ανοιχτούς Εκπαιδευτικούς Πόρους υιοθετεί το μαθητοκεντρικό μοντέλο, καλλιεργεί τις δεξιότητες του 21 ου αι. και εγκαταλείπει τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας όπου ο/η εκπαιδευτικός επικοινωνεί την ύλη στους μαθητές. Επιπλέον, ενισχύει την ενεργητική, συνεργατική, διερευνητική και διαλογική μάθηση, την κάνει ελκυστικότερη λόγω της διαδραστικότητας και της αξιοποίησης των Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνίας και δημιουργεί ελκυστικά περιβάλλοντα εντός των οποίων μπορεί να αναπτυχθεί αυτή (Παπαδημητρίου, Μεγάλου & Τζοβλά 2015).

Ψηφιακό Σχολείο

Το έργο Ψηφιακό Σχολείο είναι ένα μεγάλο έργο με άμεση υλοποίηση και χρήση από την εκπαιδευτική κοινότητα της Ελλάδας και συμβάλλει στην ψηφιακή αναβάθμιση της εκπαιδευτικής διαδικασίας στην Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. Σκοπός του έργου είναι η εισαγωγή των Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνίας στην εκπαίδευση και η παιδαγωγική αξιοποίησή τους, η οποία επιφέρει ουσιαστικές καινοτομίες τόσο στα μέσα διδασκαλίας όσο και στη διδακτική διαδικασία. Έχει πέντε (5) βασικούς άξονες που εξειδικεύονται σε επιμέρους δράσεις και συνίστανται:

- στον άξονα της Ψηφιακής τάξης που αφορά τα διαδραστικά συστήματα διδασκαλίας και τη γρήγορη σύνδεση στο διαδίκτυο
- στον άξονα της επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών μέσα από πλατφόρμα εκπαίδευσης από απόσταση και τα προγράμματα επιμόρφωσης στη διδακτική αξιοποίηση των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διαδικασία
- στον άξονα της ηλεκτρονικής διοίκησης της εκπαίδευσης που περιλαμβάνει την ηλεκτρονική καρτέλα και ιστοσελίδα των σχολείων αλλά και το ενιαίο διαλειτουργικό σύστημα διαχείρισης εκπαιδευτικών δεδομένων
- τον άξονα των οριζόντιων υποστηρικτικών δράσεων που αφορούν στην ανάδειξη της αριστείας και καινοτομίας και της αξιολόγησης της χρήσης των ΤΠΕ
- και τον άξονα του Ψηφιακού Εκπαιδευτικού Περιεχομένου που περιλαμβάνει τη δημιουργία της πλατφόρμας του Ψηφιακού Σχολείου, τη δημιουργία των Διαδραστικών Σχολικών Βιβλίων και των Αποθετηρίων Ψηφιακού Εκπαιδευτικού Περιεχομένου για την Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση

Η ψηφιοποίηση των βιβλίων της Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, τα Διαδραστικά Σχολικά Βιβλία και τα Αποθετήρια της οικογένειας "Φωτόδεντρο" θέτουν στη διάθεση της σχολικής κοινότητας ένα σημαντικό όγκο Ψηφιακού Εκπαιδευτικού Περιεχομένου και Ανοιχτών Εκπαιδευτικών Πόρων, τα οποία μπορούν να υποστηρίξουν τη διδασκαλία και τη μάθηση προσφέροντας τα πλεονεκτήματα της εικόνας, του ήχου και της διαδραστικότητας (<http://dschool.edu.gr/>). Οι Μεγάλου & Kaklamanis (2018), υπεύθυνοι του έργου, αναφέρουν ότι το συγκεκριμένο υλικό είναι εύκολα προσπελάσιμο, καλά οργανωμένο, υποστηρίζει εύκολη αναζήτηση και πλοήγηση με βάση το θέμα, τον τύπο του Μαθησιακού Αντικειμένου, το κοινό που απευθύνεται, τη θεματολογία και τους στόχους. Προσφέρει τη δυνατότητα ενιαίας αναζήτησης μέσα από κεντρική πλατφόρμα, επιτρέπει στους/στις εκπαιδευτικούς να αναρτούν το δικό τους ψηφιακό περιεχόμενο και να το μοιράζονται με άλλους και παρέχει χώρο, εργαλεία και εφαρμογές για την εποικοδομητική αξιοποίηση του ψηφιακού περιεχομένου.

Καθώς η διαθεσιμότητα των Ανοιχτών Εκπαιδευτικών Πόρων διευρύνεται συνεχώς κάθε εβδομάδα προστίθενται νέοι πόροι στο παγκόσμιο σύνολο πόρων αλλά δυστυχώς δεν υπάρχει ένας ενιαίος τρόπος αναζήτησής τους. Αυτό σημαίνει ότι, προκειμένου να βρεθεί ο κατάλληλος Ανοιχτός Εκπαιδευτικός Πόρος ο/η ερευνητής/τρια θα πρέπει να χρησιμοποιήσει μια σειρά από στρατηγικές αναζήτησης. Τη δυσκολία αυτή όσον αφορά την ελληνική εκπαιδευτική πραγματικότητα στην Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση έρχεται να καλύψει το Ψηφιακό Εκπαιδευτικό Περιεχόμενο, τα δημιουργημένα σε αυτό Αποθετήρια και οι αναρτημένοι

σε αυτά Ανοιχτοί Εκπαιδευτικοί Πόροι που καλύπτουν όλα τα γνωστικά αντικείμενα και συνδέονται με τα Προγράμματα Σπουδών και οι οποίοι διατίθενται στο σύνολό τους με ανοιχτές άδειες Creative Commons, γεγονός που ξεπερνά όλους τους σκοπούς των πνευματικών δικαιωμάτων υποστηρίζοντας τη διδασκαλία και τη μάθηση προσφέροντας τα πλεονεκτήματα της εικόνας, του ήχου και της διαδραστικότητας (<http://dschool.edu.gr/>).

Ψηφιακά Αποθετήρια

Τα Ψηφιακά Αποθετήρια είναι συστήματα που παρέχουν την υποδομή για την οργάνωση, τεκμηρίωση, αποθήκευση, διαχείριση και τη διανομή ψηφιακού περιεχομένου. Φιλοξενούν ψηφιακούς πόρους μαζί με κατάλληλες πληροφορίες για αυτά («μεταδομένα»), ώστε να διευκολύνεται η πλοήγηση, η αναζήτηση, ο εντοπισμός και η αξιοποίησή τους.

Αναλυτικότερα, ένα αποθετήριο ανοιχτής πρόσβασης περιέχει μια συλλογή εγγράφων πλήρων κειμένων διαθέσιμα σε βάσεις δεδομένων σε απευθείας σύνδεση στο Διαδίκτυο με άμεση και δωρεάν πρόσβαση. Τα ιδρυματικά αποθετήρια τα διαχειρίζονται ερευνητικά ιδρύματα για να φιλοξενήσουν τη δουλειά των δικών τους συγγραφέων (Pinfield 2005). Η δημιουργία ιδρυματικών αποθετηρίων ανοιχτής πρόσβασης προωθεί σημαντικά την επιστημονική επικοινωνία. Τα αποθετήρια ανοιχτής πρόσβασης έχουν αξιοσημείωτη επιτυχία αυτή την εποχή. Η προέλευση των αποθετηρίων ανοιχτής πρόσβασης είναι συνδεδεμένη με το κόστος των επιστημονικών περιοδικών. Σήμερα, ένας τρόπος μέτρησης της υψηλής ποιότητας ενός αποθετηρίου είναι αν και κατά πόσο μπορεί να ενισχύσει την προβολή της έρευνας. Τα αποθετήρια ανοιχτής πρόσβασης μπορούν να ταξινομηθούν είτε ως θεματικά είτε ως ιδρυματικά (Creaser et al. 2010).

Όσον αφορά τη συγκέντρωση, οργάνωση, αποδοτική αναζήτηση και ευρεία διάθεση του Ψηφιακού Εκπαιδευτικού Περιεχομένου στη σχολική κοινότητα, δημιουργήθηκε η κεντρική υποδομή Ψηφιακών Αποθετηρίων Ανοιχτών Εκπαιδευτικών Πόρων του Υπουργείου Παιδείας για την Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση με το όνομα «Φωτόδεντρο». Περιλαμβάνει μια σειρά από πέντε (5) Ψηφιακά Αποθετήρια «Φωτόδεντρο» που φιλοξενούν Ανοιχτούς Εκπαιδευτικούς Πόρους, καθένα από τα οποία εξυπηρετεί διαφορετικούς στόχους. Όλα τα αποθετήρια είναι ανοιχτά σε όλους/ες, μαθητές/τριες, δασκάλους/ες, γονείς αλλά και κάθε ενδιαφερόμενο.

Το ψηφιακό υλικό που φιλοξενείται στα παραπάνω αποθετήρια μπορεί κάλλιστα να συνδράμει ουσιαστικά τη διδασκαλία των βιολογικών εννοιών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση και πιο συγκεκριμένα η επιλογή επιλεγμένων Ανοιχτών Εκπαιδευτικών Πόρων, οι οποίοι συνάδουν και μπορούν να υποστηρίξουν τη διδασκαλία των βιολογικών εννοιών μέσα από γνωστικά αντικείμενα όπως η Γλώσσα, τα Μαθηματικά, η Μελέτη Περιβάλλοντος, τα Θρησκευτικά, η Ιστορία, η Κοινωνική και Πολιτική Αγωγή.

Ενδεικτικά, παρατίθενται παρακάτω Ανοιχτοί Εκπαιδευτικοί Πόροι από το Φωτόδεντρο και καταγράφεται συνοπτικά πώς ψηφιακό εκπαιδευτικό περιεχόμενο που αφορά αρχικά είτε στη Βιολογία είτε σε άλλο γνωστικό αντικείμενο μπορεί να προσεγγιστεί διαθεματικά και να συμβάλει στη διδασκαλία των βιολογικών εννοιών.

Το Μαθησιακό Αντικείμενο από το Αποθετήριο Φωτόδεντρο Μαθησιακά Αντικείμενα που δεικτοδοτείται στη διεύθυνση <http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/3634?locale=el> και τιτλοφορείται "Γνωρίζουμε και προσέχουμε το σώμα μας" καταγράφεται στο αποθετήριο ότι προορίζεται να αξιοποιηθεί στο γνωστικό αντικείμενο της Βιολογίας. Ωστόσο, μπορεί να αποτελέσει αφορμή για την υλοποίηση σχεδίων εργασίας που να εμπλέκουν τα γνωστικά αντικείμενα της Φυσικής Αγωγής (τρόποι άθλησης, υγεία), της Μελέτης Περιβάλλοντος και της Ευέλικτης Ζώνης (σωστή διατροφή ή/και τη διατροφικές συνήθειες των μαθητών από διαφορετικές χώρες), της Γλώσσας παραγωγή κειμένων σχετικά με τρόπους φροντίδας του σώματος στους διαφόρους λαούς -αξιοποιώντας μαθητές της τάξης από διαφορετικά πολιτισμικά

περιβάλλοντα), των Θρησκευτικών (διατροφή των λαών σύμφωνα με το θρήσκευμα που πρεσβεύουν), της Ιστορίας (τρόποι άθλησης και φροντίδας του σώματος στην αρχαιότητα).

Αντίστοιχα, η Ανοιχτή Εκπαιδευτική Πρακτική "Μια γεύση ..από Ευρώπη", που έχει βραβευτεί ως καλή ανοιχτή πρακτική στο Αποθετήριο Φωτόδεντρο Ανοιχτές Εκπαιδευτικές Πρακτικές και δεικτοδοτείται στην ηλεκτρονική διεύθυνση <http://photodentro.edu.gr/oep/r/8532/684?locale=el> αφορά στη γνωριμία με τη Ευρώπη και τη Γαλλία και μπορεί να συνδυαστεί με το γνωστικό αντικείμενο της Βιολογίας επεκτείνοντας τις προτεινόμενες δραστηριότητες του χορού και της μαγειρικής. Πιο συγκεκριμένα, μέσα από τις προαναφερθείσες προτεινόμενες δραστηριότητες οι μαθητές μπορούν να προσεγγίσουν τις βιολογικές έννοιες που σχετίζονται με το θέμα της καύσης θερμίδων, πως γίνονται αυτές, ποιες διεργασίες συμβαίνουν στον οργανισμό, τις ανάγκες του οργανισμού σε θερμίδες, την ποιότητα στη διατροφή κτλ.

Επίλογος

Από τις επιστήμες που διδάσκονται σήμερα στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση, η Βιολογία, είναι η επιστήμη που κατέχει το μικρότερο αναλογικά ποσοστό ωρών διδασκαλίας και παρότι μελετά το πιο κοινό και πιο διαδεδομένο φαινόμενο του πλανήτη, τη ζωή, δεν της έχει αποδοθεί η πρέπουσα προσοχή και αντίστοιχα η μερίδα που δικαιωματικά της ανήκει στο Ωρολόγιο Πρόγραμμα της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης. Η σημασία της είναι καταφανής και για τον λόγο αυτό θα πρέπει να αναδειχτεί σε πρωτεύον διδακτικό αντικείμενο, προκειμένου να προσφερθεί στους μαθητές διεπιστημονική παιδεία, που θα είναι σε θέση να διαμορφώσει πολίτες σκεπτόμενους, συνειδητοποιημένους και ευαισθητοποιημένους απέναντι στον πλανήτη και στη ζωή πάνω σε αυτόν. Η υποδομή του Ψηφιακού Σχολείου μπορεί να συνδράμει ουσιαστικά τη διαθεματική διδασκαλία των βιολογικών εννοιών μέσα από τους κατάλληλα προσαρμοσμένους ψηφιακούς πόρους που προσφέρει.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

- Βαγγελάτος, Α. & Παναγιωτόπουλος, Γ. (2017). Ανοιχτοί Εκπαιδευτικοί Πόροι στην Ελληνική Πραγματικότητα. *Στα Πρακτικά του 2ου Πανελλήνιου Συνεδρίου: «Εκπαίδευση στον 21ο αιώνα: Θεωρία και Πράξη. Αναζητώντας το ελκυστικό και αποτελεσματικό σχολείο»*. Αθήνα, 19- 20-21 Μαΐου 2017.
- ΔΕΠΣΣ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ <http://www.pi-schools.gr/programs/depps/>.
- Θωμά, Ρ., Καραφωτιά, Μ., & Τζοβλά, Ε. (2018). Σχολείο και καλλιέργεια δεξιοτήτων του 21ου αιώνα. *Εκπαιδευτικός κύκλος*, 6(3), 77-90.
- Καλκάνης, Γ. (2007). *Εκπαιδευτική Φυσική Εκπαιδευτικές Τεχνολογίες*. Αθήνα: Καλκάνης Γεώργιος.
- Παπαδημητρίου, Σ. (2014). Καλές Πρακτικές Αξιοποίησης του Βίντεο στη Μάθηση. *Στα Πρακτικά του 1ου Πανελλήνιου Συνεδρίου eTwinning «Αξιοποίηση των ΤΠΕ στα συνεργατικά σχολικά προγράμματα»*, Πάτρα, 2014. Ανακτήθηκε στις 21 Απριλίου 2019 από <http://conf2014.etwinning.gr/images/praktika/praktika.pdf>.
- Παπαδημητρίου, Σ., Μεγάλου, Ε., & Τζοβλά, Ε. (2015). *Ανοιχτές Εκπαιδευτικές Πρακτικές αξιοποίησης Ψηφιακού Εκπαιδευτικού Περιεχομένου στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Πρακτικά του Πανελλήνιου Συνεδρίου των Εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ*, Σύρος, 26-28 Ιουνίου 2015.
- Παπαδημητρίου, Σ. (2016α). Γιατί βίντεο στο σχολείο; Στο *1ο Πανελλήνιο Συνέδριο ΠΔΕ Νοτίου Αιγαίου «Αναδεικνύοντας γέφυρες επικοινωνίας ανάμεσα στη διδακτική και την τέχνη στο σύγχρονο σχολείο»*. Ανακτήθηκε στις 21 Απριλίου 2019 από <http://naigaiou.pde.sch.gr/pde2/wpcontent/uploads/2016/05/%CE%92%CE%B9%CE%B2%CE%BB%CE%AF%CE%BF-%CE%A0%CE%B5%CF%81%CE%B9%CE%BB%CE%AE%CF%88%CE%B5%CF%89%CE%BD-NEW.pdf>
- Παπαδημητρίου, Σ. (2016β). Δημιουργία Βίντεο στο School-Lab: Διαδραστικό Ψηφιακό Διδακτικό Σενάριο στην Πλατφόρμα «Αίσωπος». Στο Γούσιας (Επιμ.) *Πρακτικά του Συνεδρίου: ΤΠΕ στην εκπαίδευση*, σελ.1419-1428.

- Ψηφιακό Σχολείο (2019). <http://dschool.edu.gr/>
- Barrett, P., Zhang, Y., Moffat, J., & Kobbacy, K. (2013). A holistic, multi-level analysis identifying the impact of classroom design on pupils' learning. *Building and environment*, 59, 678-689.
- Bruner, J. S. (1966). *Toward a theory of instruction* (Vol. 59). Harvard University Press.
- Bruner, J. S. (1986). *Actual Minds, Possible Worlds*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- European Commission. (2004). Index and description projects. Retrieved April 09, 2019 from http://europa.eu.int/comm/education/Programs/elearning/projects_descr_en.html.
- Creaser, C., Fry, J., Greenwood, H., Oppenheim, C., Proberts, S., Spezi, V., & White, S. (2010). Authors' awareness and attitudes toward open access repositories. *New Review of Academic Librarianship*, 16(S1), 145-161.
- Ibe, H. N. (2009). Metacognitive strategies on classroom participation and student achievement in senior secondary school science classrooms. *Science Education International*, 20(1/2), 25-31.
- Makrakis, V., & Kostoulas-Makrakis, N. (2012). Course Curricular Design and Development of the M.Sc. Programme in the Field of ICT in Education for Sustainable Development. *Journal of Teacher Education for Sustainability*, 14 (2), 5-40.
- Megalou, E., & Kaklamanis, Chr. (2018). OPEN CONTENT, OER REPOSITORIES, INTERACTIVE TEXTBOOKS, AND A DIGITAL SOCIAL PLATFORM: THE CASE OF GREECE. In *Proceedings of END 2018 International Conference on Education and New Developments*, Budapest, Hungary, 23-25 June, 2018.
- Pinfield, S. (2005). A mandate to self archive? The role of open access institutional repositories. *Serials*, 18(1), 30-34.
- UNESCO's 2012 World Open Educational Resources Congress Report. Retrieved April 09 2019 from <http://www.learning-agency.net/index.php/en/news/28-events/118-report-from-unescos-2012-world-open-educational-resources-congress>

Στάσεις και απόψεις πρωτοετών φοιτητών Τμημάτων Βιολογίας για την Θεωρία της Εξέλιξης

Αθανάσιος ΠΟΛΥΖΟΣ

2^ο Γενικό Λύκειο Κατερίνης, tpolizos71@gmail.com

Περίληψη

Η Θεωρία της Εξέλιξης εξακολουθεί να βρίσκεται, 160 χρόνια μετά την πρώτη διατύπωσή της, στην πρώτη γραμμή της ορθολογικής ερμηνείας του κόσμου που μας , καθώς αποτελεί την κεντρική και ενοποιό Θεωρία της Βιολογίας. Παραμένει, όμως ,ένα από τα θέματα της επιστήμης που ένας μεγάλος αριθμός ανθρώπων αγνοεί, δεν κατανοεί, αμφισβητεί ή απορρίπτει. Στην εργασία διερευνώνται οι στάσεις και απόψεις των πρωτοετών φοιτητών των τεσσάρων Τμημάτων Βιολογίας των Ελληνικών Πανεπιστημίων (Ε.Κ.Π.Α., Α.Π.Θ., Πατρών, Κρήτης) το ακαδημαϊκό έτος 2018-2019, σε μια σειρά από βασικά θέματα που αφορούν τη Θεωρία της Εξέλιξης, και τα οποία συμπεριλαμβάνονταν στην ύλη που διδάχθηκαν στη Βιολογία Γενικής Παιδείας της Γ' Λυκείου λίγους μόνο μήνες νωρίτερα κατά το σχολικό έτος 2017-2018. Επιπλέον, εξετάζεται κατά πόσον επηρεάζεται η αποδοχή και η κατανόηση της Θεωρίας της Εξέλιξης από δημογραφικούς παράγοντες. Από την έρευνα φαίνεται ότι οι φοιτητές αποδέχονται τη Θεωρία της Εξέλιξης σε μεγαλύτερο βαθμό απ' ότι την κατανοούν. Μάλιστα, φαίνεται να υπάρχει σημαντική θετική συσχέτιση μεταξύ αποδοχής και κατανόησης. Επίσης, φαίνεται ότι η αποδοχή δεν επηρεάζεται από τις περισσότερες δημογραφικές παραμέτρους που εξετάστηκαν, ενώ αντιθέτως η κατανόηση επηρεάζεται από δυο δημογραφικές παραμέτρους. Τέλος, η έρευνα αναδεικνύει και αρκετές παρανοήσεις των φοιτητών σχετικά με τη Θεωρία της Εξέλιξης και τους μηχανισμούς της.

Λέξεις κλειδιά: Θεωρία Εξέλιξης, φοιτητές, Βιολογία, παρανοήσεις

Εισαγωγή

Στις 24 Νοεμβρίου 1859 εκδίδεται το έργο του Κάρολου Δαρβίνου «Περί Καταγωγής των Ειδών δια μέσω της Φυσικής Επιλογής» σε 1500 αντίτυπα που εξαντλήθηκαν την πρώτη μέρα της κυκλοφορίας του. Δύσκολα θα βρούμε άλλο βιβλίο στην ιστορία της ανθρωπότητας που να έχει ξεσηκώσει ταυτόχρονα τόσο ενθουσιασμό και τόση πολεμική (Ζούρος 2009). Σήμερα η Εξέλιξη και η Θεωρία της (Θεωρία της Εξέλιξης ή Εξελικτική Θεωρία) εξακολουθεί να βρίσκεται, 160 χρόνια μετά την πρώτη διατύπωσή της, στην πρώτη γραμμή της ορθολογικής ερμηνείας του κόσμου που μας περιβάλλει, καθώς αποτελεί την κεντρική και ενοποιό Θεωρία της Βιολογίας. Όπως αναφέρει ο Jared Diamond στον πρόλογο του βιβλίου του Ernst Mayr «Τι είναι η Εξέλιξη» (2005), «...η εξέλιξη είναι η πιο βαθυστόχαστη και ισχυρή ιδέα που συνέλαβε ο ανθρώπινος νους τους τελευταίους δύο αιώνες.» Παραμένει, όμως ,ένα από τα θέματα της επιστήμης που ένας μεγάλος αριθμός ανθρώπων αγνοεί, δεν κατανοεί, αμφισβητεί ή απορρίπτει.. Αυτές οι βαθιές εδραιωμένες πεποιθήσεις δεν είναι ανεξάρτητες από συγκεκριμένα προβλήματα που εντοπίζονται σε όλα τα επίπεδα της εκπαίδευσης και τα οποία σε μεγάλο βαθμό αφορούν προσπάθειες υπονόμευσης της διδασκαλίας της Θεωρίας της Εξέλιξης. Ειδικότερα δε στο ελληνικό σχολείο, η διδασκαλία της Θεωρίας της Εξέλιξης ήταν ελλειμματική, ενώ και σήμερα είναι τουλάχιστον αποσπασματική. Στην παρούσα εργασία επιχειρείται να καταγραφούν οι στάσεις και οι απόψεις των πρωτοετών φοιτητών των τεσσάρων Πανεπιστημιακών Τμημάτων Βιολογίας στη χώρα μας (Ε.Κ.Π.Α., Α.Π.Θ., Πατρών και Κρήτης) σε μια σειρά από βασικά θέματα που αφορούν τη Θεωρία της Εξέλιξης και τα οποία συμπεριλαμβάνονταν στην (διδασκτέα και εξεταστέα) ύλη που διδάχθηκαν στη Βιολογία Γενικής Παιδείας της Γ' Λυκείου λίγους μόνο μήνες νωρίτερα κατά το σχολικό έτος 2017-2018. Επιπλέον, εξετάζεται κατά πόσον επηρεάζεται η αποδοχή και το επίπεδο γνώσεων της Θεωρίας της Εξέλιξης από δημογραφικούς παράγοντες.

Εμπόδια στην αποδοχή και κατανόηση της Θεωρίας της Εξέλιξης

Η γνώση της βιολογικής εξέλιξης είναι απαραίτητη και αναγκαία για να θεωρούνται οι πολίτες επιστημονικά εγγράμματοι (IAP, 2006). Φαίνεται όμως ότι η δημόσια αποδοχή της Θεωρίας της Εξέλιξης σε όλο τον κόσμο είναι μάλλον χαμηλή και σχετίζεται με πληθώρα αιτιών και όχι μόνο με τη διδασκαλία ή μη αυτής (κοινωνικοί και πολιτιστικοί παράγοντες, θρησκευτικότητα ατόμων, υψηλή αποδοχή Δημιουργισμού, εννοιολογικά και γνωστικά εμπόδια, διαισθητικές προαντιλήψεις κτλ). Η εκπαιδευτική έρευνα δείχνει ότι η εκμάθηση της θεωρίας της εξέλιξης παρουσιάζει δυσκολίες. Οι μαθητές έχουν πλήθος παρανοήσεων που εμποδίζουν τη μάθηση της θεωρίας της εξέλιξης μέσω της φυσικής επιλογής, και οι οποίες έχουν τις ρίζες τους στην παιδική ηλικία και απορρέουν από καλά διατηρημένες αντιλήψεις που αναπτύσσονται κατά τη διάρκειά της. (Gregory 2009, Kampourakis & Zozga 2007) Πράγματι, έρευνες στις αντιλήψεις των μαθητών της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης στην Ελλάδα (ενδεικτικά : Καμπουράκης & Ζοζγκα 2009, Kampourakis & Zozga 2007 2008, Prinou et al 2008 2011, Πρίνου κ.ά 2009a) και στο εξωτερικό (ενδεικτικά : Gregory 2009, Bloom & Weisberg 2007, Yasri 2014, Demastes et al 1995a, Bishop & Anderson 1990, Stern et al 2018, Barnes et al 2017), έχουν δείξει ότι οι μαθητές έρχονται στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση με πλήθος παρανοήσεων. Έρευνες δείχνουν ότι η αποδοχή της θεωρίας της Εξέλιξης είναι πολύ μεγαλύτερη από την κατανόηση της σε εκπαιδευτικούς και μαθητές. Όμως, ενώ οι δύο παράμετροι φαίνεται να έχουν θετική συσχέτιση μεταξύ τους στους εκπαιδευτικούς, στους μαθητές φαίνεται στην καλύτερη περίπτωση να είναι ασθενής η μεταξύ τους συσχέτιση. (Gregory 2009, Demastes et al 1995a, Bishop & Anderson 1990)

Ειδικότερα, και όσο αφορά στους παράγοντες (παρανοήσεις) που επηρεάζουν την αποδοχή και κατανόηση της Θεωρίας της Εξέλιξης από τους μαθητές και τους φοιτητές, στη διεθνή βιβλιογραφία συναντώνται διάφορες κατηγοριοποιήσεις τους. Ο Smith (2010) πρότείνει πέντε μεγάλες κατηγορίες παρανοήσεων : εμπειρικές παρανοήσεις, αυτό-κατασκευασμένες παρανοήσεις, διδαχθείσες και αποκτηθείσες παρανοήσεις, καθομιλούμενης γλώσσας παρανοήσεις και θρησκευτικές πεποιθήσεις. Ο Yasri (2014) πρότείνει πέντε διαφορετικές κατηγορίες : παρανοήσεις κοινής λογικής, καθομιλούμενης γλώσσας παρανοήσεις, μη-επιστημονικές παρανοήσεις, γνωστικού περιεχομένου παρανοήσεις και παρανοήσεις στη φύση της επιστήμης. Οι Wiles and Alters (2011), Carter and Wiles (2014) κατηγοριοποιούν τους παράγοντες σε δύο μεγάλες κατηγορίες: α) Μη θρησκευτικούς και β) Θρησκευτικούς μέσα στις οποίες διακρίνουν επιμέρους αιτίες. Πιο αναλυτικά η κατηγοριοποίηση τους έχει ως εξής:

- Μη θρησκευτικοί παράγοντες, που διακρίνονται σε δύο υποκατηγορίες:
 - ✓ Επιστημονικοί παράγοντες (συνολική γνώση της εξελικτικής θεωρίας, γνώση των αποδείξεων της εξέλιξης, αβεβαιότητα σχετικά με την καταγωγή των ειδών, κατανόηση των εξελικτικών μηχανισμών και προτύπων, κατανόηση της Φύσης της Επιστήμης)
 - ✓ Μη-επιστημονικοί παράγοντες (κοινωνικοί και συναισθηματικοί παράγοντες, δεξιότητες κριτικής σκέψης, επιστημολογικές απόψεις, και γνωστικές διαθέσεις, δημογραφικοί παράγοντες)
- Θρησκευτικοί παράγοντες
 - ✓ Η αντίληψη ότι η θρησκευτική πίστη και η αποδοχή της εξέλιξης είναι αμοιβαία αποκλειόμενες
 - ✓ Κατά γράμμα ερμηνεία των γραφών
 - ✓ Πεποιθήσεις του Δημιουργισμού
 - ✓ Η επισήμανση του θρησκευτικού δόγματος σαν επιστημονικό (πχ. «επιστήμη της δημιουργίας» και Ε.Σ.) (Carter & Wiles, 2014)

Εκτός από τα προαναφερθέντα, φαίνεται ότι η επαφή ενός ατόμου με την επιστήμη κατά τη διάρκεια της σχολικής εκπαίδευσης έχει θετική επίδραση στην αποδοχή και κατανόηση της εξέλιξης..

Ερευνητικά ερωτήματα

Αντικείμενο της εργασίας είναι να διερευνήσει τις στάσεις και απόψεις των πρωτοετών

φοιτητών των Τμημάτων Βιολογίας σε μια σειρά από βασικά θέματα που αφορούν τη Θεωρία της Εξέλιξης και τα οποία συμπεριλαμβάνονταν στην (διδασκεία και εξεταστέα) ύλη που διδάχθηκαν στην Βιολογία Γενικής Παιδείας της Γ' Λυκείου λίγους μόνο μήνες νωρίτερα κατά το σχολικό έτος 2017-2018. Ειδικότερα, εξετάζονται δύο διακριτοί παράμετροι: α) η Αποδοχή και β) η Κατανόηση της Θεωρίας της Εξέλιξης από τους φοιτητές. Η έννοια της *Αποδοχής* αναφέρεται στη συμφωνία με μια ιδέα ή μια επιστημονική θεωρία ή στην αναγνώριση ότι μια θέση/άποψη είναι σε ισχύ ή είναι σωστή. Η έννοια της *Κατανόησης* αντιθέτως, αναφέρεται στη γνώση του επιστημονικού περιεχομένου και στην πρακτική εφαρμογή αυτής της γνώσης. (Mead et al, 2017) Εδώ με τον όρο *Αποδοχή* εννοούμε την υιοθέτηση της Θεωρίας της Εξέλιξης, ως την καλύτερα τεκμηριωμένη επιστημονική θεωρία, για την εξήγηση των σχετικών φαινομένων και με τον όρο *Κατανόηση* την αναγνώριση των βασικών αρχών της Θεωρίας της Εξέλιξης και των συμπερασμάτων που συνεπάγονται οι αρχές αυτές. Επιπλέον, εξετάζεται κατά πόσον επηρεάζεται η Αποδοχή και η Κατανόηση της Θεωρίας της Εξέλιξης από δημογραφικούς παράγοντες, όπως είναι π.χ. το φύλο ή ειδικότητα του διδάσκοντα εκπαιδευτικού.

Τα **βασικά** ερευνητικά ερωτήματα λοιπόν στην παρούσα εργασία είναι τα εξής:

- Ποιο είναι το επίπεδο αποδοχής της Θεωρίας της Εξέλιξης στους πρωτοετείς φοιτητές των τμημάτων Βιολογίας της Ελλάδας (Ε.Κ.Π.Α., Α.Π.Θ., Κρήτη, Πάτρα) λίγους μήνες μετά την διδασκαλία αυτής στην Γ Λυκείου;
- Ποιο είναι το επίπεδο κατανόησης της Θεωρίας της Εξέλιξης στους πρωτοετείς φοιτητές των τμημάτων Βιολογίας της Ελλάδας (Ε.Κ.Π.Α., Α.Π.Θ., Κρήτη, Πάτρα) λίγους μήνες μετά την διδασκαλία αυτής στην Γ Λυκείου;

ενώ **δευτερεύοντα** ερευνητικά ερωτήματα είναι τα ακόλουθα:

Υπάρχει διαφορά στο επίπεδο αποδοχής και κατανόησης της Θεωρίας της Εξέλιξης στον πληθυσμό των πρωτοετών φοιτητών Βιολογίας:

- μεταξύ των φύλων
- ανάλογα με την ειδικότητα του διδάσκοντα εκπαιδευτικού (Βιολόγος – άλλη ειδικότητα) που τους δίδαξε την Βιολογία Γ Λυκείου;
- ανάλογα με την σειρά διδασκαλίας του κεφαλαίου της «Εξέλιξης» στο σχολείο (πρώτο, δεύτερο ή τρίτο κατά σειρά);
- ανάλογα με τον βαθμό παρακολούθησης της διδασκαλίας του κεφαλαίου της «Εξέλιξης» στο μάθημα της Βιολογίας στο σχολείο (υψηλός - χαμηλός);

Ερευνητική μεθοδολογία

Για την πρωτογενή και ποσοτική αυτή έρευνα χρησιμοποιήθηκε ως ερευνητικό εργαλείο μια δειγματοληπτική έρευνα με χρήση ενός δομημένου ερωτηματολογίου από 47 κλειστές ερωτήσεις-διατυπώσεις, βασισμένο στα θέματα της Θεωρίας της Εξέλιξης που παρουσιάζονται άμεσα ή έμμεσα στο σχολικό εγχειρίδιο της Βιολογίας Γενικής Παιδείας της Γ' Λυκείου (Καλαϊτζιδάκη και Πανταζίδης, 2002), και τα οποία διδάχθηκαν οι πρωτοετείς φοιτητές ως τελειόφοιτοι του Γενικού Λυκείου κατά τη διάρκεια του σχολικού έτους 2017-2018.

Ο πληθυσμός στόχος της έρευνας ήταν 240 πρωτοετείς φοιτητές από τα τέσσερα (4) διαφορετικά πανεπιστημιακά Τμήματα Βιολογίας (Εθνικού Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, Πανεπιστημίου Πάτρας, Πανεπιστημίου Κρήτης) της χώρας. Σε κανένα από τα τέσσερα (4) Πανεπιστημιακά Τμήματα Βιολογίας δεν διδάσκεται η Εξέλιξη στο πρώτο εξάμηνο, γεγονός που διασφαλίζει τη μη-επιρροή των αποτελεσμάτων της έρευνας από οποιαδήποτε πανεπιστημιακή διδασκαλία. Έτσι, κατά το χρονικό διάστημα μεταξύ 10 Οκτωβρίου 2018 και 22 Δεκεμβρίου 2018 οι πρωτοετείς φοιτητές κλήθηκαν να συμπληρώσουν το ερωτηματολόγιο ανώνυμα. Το ερωτηματολόγιο συντάχθηκε σε δύο μορφές: μία ηλεκτρονική (στη μορφή Google Form) και μία έντυπη. Η ηλεκτρονική μορφή ήταν ένα διαδραστικό έγγραφο, που μπορούσε κάποιος να το συμπληρώσει on line στην κατάλληλη ηλεκτρονική διεύθυνση.

Το ερωτηματολόγιο που δόθηκε στους φοιτητές είχε ένα αρχικό εισαγωγικό σημείωμα και ακολουθούσε μια σειρά ερωτήσεων διακρινόμενες σε δύο τμήματα. Το πρώτο τμήμα καταγράφει εισαγωγικά/δημογραφικά στοιχεία : το φύλο των ερωτούμενων (άρρεν – θήλυ), το Πανεπιστήμιο στο Τμήμα Βιολογίας του οποίου φοιτούν (Ε.Κ.Π.Α., Α.Π.Θ., Πάτρας, Κρήτης), την πόλη από την οποία αποφοίτησαν από το Λύκειο, την ειδικότητα του εκπαιδευτικού που τους δίδαξε Βιολογία Γενικής Παιδείας στη Γ' Λυκείου (Βιολόγος, Φυσικός, Χημικός, Γεωλόγος, άλλο), την σειρά με την οποία διδάχθηκαν στο σχολείο το συγκεκριμένο κεφάλαιο (πρώτο κατά σειρά, δεύτερο, τρίτο ή καθόλου) και το βαθμό στον οποίο παρακολούθησαν τα μαθήματα του καθηγητή τους κατά τη διδασκαλία της Εξέλιξης (υψηλός, μέτριος, χαμηλός βαθμός ή καθόλου). Κάθε ένα από τα δημογραφικά στοιχεία θα χρησιμεύσει σαν ανεξάρτητη μεταβλητή, για να ερευνηθεί η σχέση τους με τα ερευνητικά ερωτήματα. Το δεύτερο τμήμα περιλαμβάνει σειρά διατυπώσεων σχετικά με την αποδοχή, το περιεχόμενο και την επιστημονική εγκυρότητα της Θεωρίας της Εξέλιξης, στις οποίες οι ερωτώμενοι καλούνται να απαντήσουν.

Οι επιλεγμένες διατυπώσεις που χρησιμοποιήθηκαν στο ερωτηματολόγιο δόθηκε μέριμνα ώστε να αντιστοιχούν στην ύλη της Θεωρίας της Εξέλιξης που παρουσιάζεται άμεσα ή έμμεσα στο σχολικό εγχειρίδιο της Βιολογίας Γενικής Παιδείας της Γ' Λυκείου (Καλαϊτζιδάκη και Πανταζίδης, 2002) και την οποία διδάχτηκαν οι πρωτοετείς φοιτητές ως τελειόφοιτοι του Γενικού Λυκείου κατά τη διάρκεια του σχολικού έτους 2017-2018. Οι διατυπώσεις βασίστηκαν:

- α) σε 27 διατυπώσεις που περιέχονται σε αντίστοιχα ερωτηματολόγια της διεθνούς βιβλιογραφίας &
- β) σε 20 διατυπώσεις που δημιουργήθηκαν εξ αρχής από τον ερευνητή με βάση την ύλη που έχουν οι φοιτητές διδαχθεί στη Βιολογία Γενικής Παιδείας της Γ' Λυκείου

Στη διεθνή βιβλιογραφία συναντάται ένα ευρύ φάσμα ερωτηματολογίων/εργαλείων τα οποία έχουν σχεδιαστεί για την μέτρηση της αποδοχής και της κατανόησης της Θεωρίας της Εξέλιξης και για τη διερεύνηση πτυχών της εξέλιξης, έχουν ελεγχθεί για την αξιοπιστία και την εγκυρότητά τους και έχουν χρησιμοποιηθεί σε σχετικές έρευνες. Στην παρούσα έρευνα χρησιμοποιήθηκαν κυρίως διατυπώσεις από το αντίστοιχο ερωτηματολόγιο των Cunningham & Wescott (2009), το B.E.L.S. των Yates & Marek (2015), και το M.A.T.E. των Rutledge & Warden (1999). Ειδικότερα:

Αποδοχή

Το M.A.T.E. (Measure of Acceptance of the Theory of Evolution) είναι ένα έγκυρο και αξιόπιστο εργαλείο, που αναπτύχθηκε από τους Rutledge & Warden (1999), για να διευκολύνει την εκτίμηση της αποδοχής της Θεωρίας της Εξέλιξης από εκπαιδευτικούς. Σε έρευνα τους δε οι Rutledge & Warden συμπεραίνουν ότι το M.A.T.E. αποδεικνύεται επαρκές στην ικανότητά του να αξιολογεί με αξιοπιστία την αποδοχή της εξελικτικής θεωρίας και σε διαφορετικούς πληθυσμούς.

Κατανόηση

Οι Bishop & Anderson (1985, 1990), οι Almquist & Cronin (1988) και ο Wilson (2001) είχαν αναπτύξει σχετικά ερωτηματολόγια, για να αποκαλύψουν τις παρανοήσεις φοιτητών επί της φύσης της επιστήμης και επί της Θεωρίας της Εξέλιξης. Οι Cunningham & Wescott (2009) υιοθέτησαν πολλές από τις ερωτήσεις των προηγούμενων ερευνητών στο δικό τους ερωτηματολόγιο, με σκοπό να μπορεί να γίνει σύγκριση αποτελεσμάτων μεταξύ των συγγραφέων. Επιπλέον όμως, ανέπτυξαν το ερωτηματολόγιο τους, με σκοπό να αποκαλύψουν τις παρανοήσεις των φοιτητών σχετικά με τα ακόλουθα πεδία : τη φύση της επιστήμης, την εμφάνιση και εδραίωση νέων χαρακτηριστικών σε έναν πληθυσμό, την αποδοχή της Λαμαρκιανής κληρονομικότητας, την εκτίμηση της σημασίας της ποικιλομορφίας σε έναν πληθυσμό, την έννοια της φυσικής επιλογής, τη διαφορετική απόδοση όρων μεταξύ προφορικού και επιστημονικού λόγου και την τελολογική ερμηνεία της εξέλιξης. Πρόκειται για βασικά πεδία παρανοήσεων που είχαν αναδειχθεί από τους

προηγούμενους ερευνητές (Almquist & Cronin 1988, Bishop & Anderson 1990, Wilson 2001) και επηρεάζουν την **κατανόηση** της εξελικτικής θεωρίας από τους μαθητές/φοιτητές (Cunningham & Wescott, 2009). Οι δε Yates & Marek (2015) ανέπτυξαν το ερωτηματολόγιο τους B.E.L.S. (Biological Evolution Literacy Survey) στηριζόμενοι σε αυτό των Cunningham & Wescott (2009).

Οι διατυπώσεις στο ερωτηματολόγιο επιλέχθηκαν για να αποκαλύψουν το βαθμό :

- ✓ της **Αποδοχής** της Θεωρίας της Εξέλιξης και
- ✓ της **Κατανόησης** της Θεωρίας της Εξέλιξης, δηλ. του επίπεδου γνώσεων αλλά και παρανοήσεων των φοιτητών σε τρία μεγάλα θεματικά πεδία :
 - Α. τη Φύση της Επιστήμης,
 - Β. τη Διαδικασία και τους Μηχανισμούς της Εξέλιξης και της Φυσικής Επιλογής
 - Γ. την Εξέλιξη του Ανθρώπου

Τα παραπάνω πεδία επιλέχθηκαν για δύο λόγους :

- ✓ γιατί είναι μεταξύ των πιο δημοφιλών παρανοήσεων των μαθητών (Bishop & Anderson 1990, Wilson 2001, Cunningham & Wescott 2009, Yates & Marek 2015) αλλά και
- ✓ γιατί αποτελούν βασικό αντικείμενο της διδασκαλίας της Εξέλιξης στο μάθημα της Βιολογίας Γενικής Παιδείας στη Γ' Λυκείου.

Από τις 47 διατυπώσεις :

- οι 44 είναι τύπου «συμφωνώ/διαφωνώ/δεν ξέρω» &
- είναι πολλαπλών απαντήσεων με 3 επιλογές,

εκ των οποίων:

- 8 διατυπώσεις αποτελούν την κατηγορία «**Αποδοχή**» (με κωδικό αναγνώρισης : Α) στην οποία διερευνάται :
 - ✓ **A.1.** ...η αποδοχή της Εξέλιξης και της Θεωρίας της Εξέλιξης (6)
 - ✓ **A.2.** ...η αποδοχή της εξέλιξης του ανθρώπου (2)
- 39 διατυπώσεις αποτελούν την κατηγορία «**Κατανόηση**» (με κωδικό αναγνώρισης : Κ) στην οποία διερευνάται :

I. στο πεδίο «**Α. Η Φύση της Επιστήμης**» :

- ✓ **K.1.** ...το επίπεδο κατανόησης της έννοιας Επιστημονική Θεωρία (3)

II. στο πεδίο «**Β. Διαδικασία κ Μηχανισμοί της Εξέλιξης κ της Φυσικής Επιλογής**» :

- ✓ **K.2.**η κατανόηση βασικών χαρακτηριστικών του μηχανισμού της Εξέλιξης μέσω Φυσικής Επιλογής (8)
- ✓ **K.3.**εάν είναι κατανοητή η δημιουργία και εξαφάνιση ειδών μέσω εξέλιξης (3)
- ✓ **K.4.**εάν είναι κατανοητό το τι εξηγεί η Θεωρία της Εξέλιξης (2)
- ✓ **K.5.**εάν είναι κατανοητό τι σημαίνει Εξέλιξη των οργανισμών (3)
- ✓ **K.6.**το επίπεδο παρουσίας Λαμαρκικών αντιλήψεων των μαθητών (4)
- ✓ **K.7.**το επίπεδο ύπαρξης τελεολογικών ερμηνειών φαινομένων εκ μέρους των μαθητών (2)
- ✓ **K.8.**το επίπεδο κατανόησης του τρόπου κληρονόμησης των χαρακτηριστικών ή/και εμφάνισης νέων (5)
- ✓ **K.9.**η κατανόηση του γεωλογικού χρόνου (3)

III. στο πεδίο «**Γ. Η Εξέλιξη του Ανθρώπου**» :

- ✓ **K.10.**η κατανόηση της εξέλιξης του ανθρώπου και την χρονικής παρουσίας του στη Γη (6)

Από τις 47 διατυπώσεις του ερωτηματολογίου που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα έρευνα:

- 17 διατυπώσεις προήλθαν από το ερωτηματολόγιο των Cunningham & Wescott (2009),
- 5 διατυπώσεις προήλθαν από το ερωτηματολόγιο των Yates & Marek (2015),
- 5 διατυπώσεις προήλθαν από το ερωτηματολόγιο των Rutledge & Warden (1999) και

- 20 διατυπώσεις δημιουργήθηκαν εξαρχής από τον ερευνητή με βάση την προσωπική διδακτική εμπειρία και την ύλη της Βιολογίας Γενικής Παιδείας της Γ' Λυκείου
- Από τις 44 διατυπώσεις του ερωτηματολογίου της μορφής «Συμφωνώ – Διαφωνώ – Δεν ξέρω» που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα έρευνα:
- 18 διατυπώσεις είναι επιστημονικά σωστές, δηλ. η συμφωνία με αυτές αντιστοιχεί σε αποδοχή/κατανόηση της Θεωρίας της Εξέλιξης, ενώ η διαφωνία αντιστοιχεί στην παρανόηση
 - 25 διατυπώσεις είναι παρανοήσεις ή επιστημονικά λανθασμένες, δηλ. η συμφωνία με αυτές αντιστοιχεί σε παρανόηση, ενώ η διαφωνία σε αποδοχή/κατανόηση της Θεωρίας της Εξέλιξης, ενώ
 - 1 διατύπωση ζητά την προσωπική εκτίμηση για το επίπεδο κατανόησης μιας έννοιας (Επιστημονική Θεωρία)

Οι δε 3 ερωτήσεις πολλαπλών απαντήσεων του ερωτηματολογίου χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση του βαθμού κατανόησης του γεωλογικού χρόνου.

Πολλές από τις διατυπώσεις που επιλέχθηκαν σε κάθε θεματικό πεδίο και πεδίο έρευνας είναι κατά κύριο λόγο αντικρουόμενες μεταξύ τους, για να διερευνηθεί η συνέπεια των απαντήσεων των φοιτητών. Τέλος, οι διατυπώσεις τοποθετήθηκαν στο ερωτηματολόγιο με τυχαία σειρά, ώστε να μην είναι εμφανής η σχέση των διατυπώσεων ενός πεδίου μεταξύ τους. Η επεξεργασία των δεδομένων έγινε με το στατιστικό πακέτο SPSS 22, η οποία είναι μια από τις βασικές εφαρμογές που χρησιμοποιούνται για τη στατιστική επεξεργασία των ποσοτικών δεδομένων. Το όριο της στατιστικής σημαντικής διαφοράς (p) ορίστηκε στο 0,05, που σημαίνει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά όταν $p < 0,05$. Το έντυπο ερωτηματολόγιο παρουσιάζεται στα Παραρτήματα στον Πίνακα 1.

Αποτελέσματα Έρευνας

Δημογραφικά – εισαγωγικά στοιχεία

Φύλο: Από τα 240 ερωτηματολόγια που συγκεντρώθηκαν τα 80 ήταν από φοιτητές (33%) και τα 160 από φοιτήτριες (67%). Πανεπιστήμιο φοίτησης: από τους 240 φοιτητές/τριες που συμμετείχαν στην έρευνα, το 30% (72) προέρχονταν από το Τμήμα Βιολογίας του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών (Ε.Κ.Π.Α.), το 25% (60) προέρχονταν από το Τμήμα Βιολογίας του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης (Α.Π.Θ.), το 21% (50) προέρχονταν από το Τμήμα Βιολογίας του Πανεπιστημίου Πατρών και το 24% (58) προέρχονταν από το Τμήμα Βιολογίας του Πανεπιστημίου Κρήτης. Πόλη προέλευσης: από τους 240 φοιτητές/τριες που συμμετείχαν στην έρευνα, το 71% (172) προέρχονταν από μεγάλο αστικό κέντρο (Αθήνα, Θεσσαλονίκη, Πάτρα, Ηράκλειο, ή άλλη πρωτεύουσα νομού), ενώ το 29% (68) προέρχονταν είτε από πόλεις της ελληνικής επαρχίας είτε από το εξωτερικό, και πιο συγκεκριμένα από την Κύπρο και την Γερμανία. Ειδικότητα διδάσκοντα εκπαιδευτικού: από τους εκπαιδευτικούς που δίδαξαν Βιολογία Γενικής Παιδείας στην Γ' Λυκείου στους 240 φοιτητές/τριες που συμμετείχαν στην έρευνα, το 77% (186) ήταν βιολόγοι, το 12% (28) ήταν χημικοί, το 8% (18) ήταν φυσικοί, το 1% (3) ήταν γεωλόγοι και το 2% ήταν άλλης ειδικότητας, κατά κύριο λόγο γεωπόνοι (4) και ένας ιχθυολόγος! Σειρά διδασκαλίας «Κεφαλαίου 3. Εξέλιξη»: από τους 240 φοιτητές/τριες που συμμετείχαν στην έρευνα, το Κεφάλαιο 3 της Εξέλιξης της βιολογίας της Γ' Λυκείου Γενικής Παιδείας το 69% (167) το διδάχτηκαν τρίτο κατά σειρά, το 9% (22) το διδάχτηκαν δεύτερο κατά σειρά, το 4% (9) το διδάχτηκαν πρώτο κατά σειρά, ενώ το 18% (4)2 δήλωσαν ότι δεν το διδάχτηκαν καθόλου! Βαθμός παρακολούθησης μαθημάτων διδασκαλία της Εξέλιξης: από τους 240 φοιτητές/τριες που συμμετείχαν στην έρευνα, το 39% (93) δήλωσαν ότι παρακολούθησαν κανονικά όλα τα μαθήματα του καθηγητή τους κατά τη διδασκαλία του Κεφαλαίου 3 «Εξέλιξη», το 26% (63) δήλωσαν ότι παρακολούθησαν τα περισσότερα μαθήματα του καθηγητή, το 15% (35) δήλωσαν ότι παρακολούθησαν λίγα μόνο μαθήματα του καθηγητή τους, και το 20% (49) δήλωσαν ότι παρακολούθησαν κανένα ή σχεδόν κανένα μάθημα του καθηγητή τους!

Κυρίως Έρευνα

A. Αξιοπιστία εσωτερικής συνέπειας (reliability)

Αρχικά ελέγχθηκε η αξιοπιστία των ερωτήσεων του ερωτηματολογίου, ξεχωριστά για τις ερωτήσεις της ενότητας «Αποδοχή» και για αυτές της ενότητας «Κατανόηση». Η αξιοπιστία εσωτερικής συνέπειας εκτιμάται με τον συντελεστή Cronbach's alpha (Cronbach, 1951) και αποτελεί μία από τις πιο δημοφιλείς τεχνικές υπολογισμού της αξιοπιστίας. Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του συντελεστή Cronbach's alpha (max=1) τόσο μεγαλύτερη είναι η αξιοπιστία εσωτερικής συνέπειας. Συγκεκριμένα, σύμφωνα με τον Nunnally (1970) ικανοποιητικές θεωρούνται οι τιμές $R > 0,7$. Βρέθηκε ότι 6 ερωτήσεις χαλούσαν την εσωτερική συνοχή του ερωτηματολογίου, για αυτό και αφαιρέθηκαν στη συνέχεια από την περαιτέρω επεξεργασία των αποτελεσμάτων. Μετά την αφαίρεση αυτών των ερωτήσεων, η αξιοπιστία του ερωτηματολογίου βρέθηκε ικανοποιητική και ίση με 0,7 και για τις δύο ενότητες

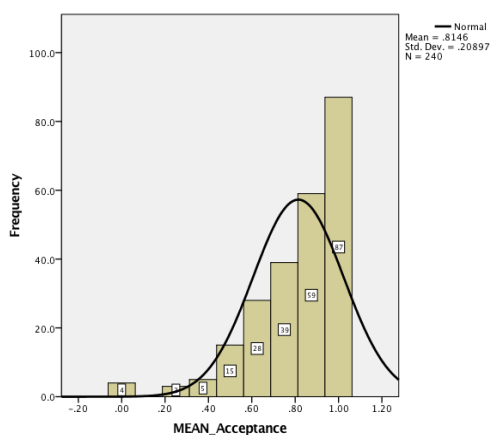
B. Μέση Αποδοχή (Mean Acceptance) & Μέση Κατανόηση (Mean Understanding)

Από τη στατιστική ανάλυση βρέθηκε ότι η τιμή της μεταβλητής «Μέση Αποδοχή» είναι 0,82 με τυπική απόκλιση $\pm 0,21$. Η ελάχιστη τιμή που καταγράφηκε για συμμετέχοντα ήταν το 0 και μέγιστη το 1. (Σχήμα 1) Αντίστοιχα, από τη στατιστική ανάλυση βρέθηκε ότι η τιμή της μεταβλητής «Μέση Κατανόηση» είναι 0,64 με τυπική απόκλιση $\pm 0,14$. Η ελάχιστη τιμή που καταγράφηκε για συμμετέχοντα ήταν το 0,27 και μέγιστη το 0,97. (Σχήμα 2) Τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης για τις μεταβλητές «Μέση Αποδοχή» και τη «Μέση Κατανόηση» (μέση τιμή, τυπική απόκλιση, ελάχιστη και μέγιστη τιμή) παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα 1.

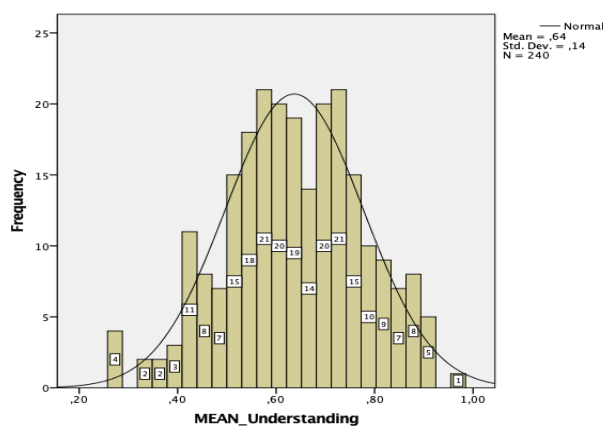
Πίνακας 1. Μέση Αποδοχή και Μέση Κατανόηση

Μεταβλητή	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή
Μέση Αποδοχή	0,82	0,21	0,00	1,00
Μέση Κατανόηση	0,64	0,14	0,27	0,97

Από τη σύγκριση των μέσων τιμών παρατηρείται ότι μεταξύ των συμμετεχόντων φοιτητών/φοιτητριών υπάρχει υψηλή αποδοχή της θεωρίας της εξέλιξης, αλλά η κατανόηση της παρότι σημαντική, δεν είναι αντίστοιχα υψηλή.



Σχήμα 1. Η συχνότητα εμφάνισης των τιμών της μεταβλητής «Μέση Αποδοχή» των φοιτητών



Σχήμα 2. Η συχνότητα εμφάνισης των τιμών της μεταβλητής «Μέση Κατανόηση» των φοιτητών

Γ. Συσχέτιση μεταξύ μεταβλητών «Μέση Αποδοχή» και «Μέση Κατανόηση»

Από την εξέταση της συσχέτισης (Correlation Analysis) μεταξύ των δύο μεταβλητών, βρέθηκε ότι υπάρχει **στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση** μεταξύ της «Μέσης Αποδοχής» και της «Μέσης Κατανόησης» της Θεωρίας της Εξέλιξης από τους φοιτητές ($r=0,591$ σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας $p < 0,0001$).

Δ. Αποδοχή και Κατανόηση της Θεωρίας της Εξέλιξης μεταξύ των δύο φύλων στον πληθυσμό των πρωτοετών φοιτητών

Από την στατιστική ανάλυση (Independent samples t-test) βρέθηκε ότι **δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα δύο φύλα** των συμμετεχόντων στην έρευνα, τόσο όσον αφορά στη Μέση Αποδοχή ($p=0,264$) όσο και στη Μέση Κατανόηση ($p=0,168$) της Θεωρίας της Εξέλιξης, καθώς οι αντίστοιχοι δείκτες βρέθηκαν μεγαλύτεροι από το όριο της στατιστικά σημαντικής διαφοράς που είχε τεθεί στο $\alpha=0,05$.

Ε. Αποδοχή και Κατανόηση της Θεωρίας της Εξέλιξης ανάλογα με την ειδικότητα του διδάσκοντα εκπαιδευτικού

Από τη στατιστική ανάλυση (One Way ANOVA) βρέθηκε ότι με βάση την ειδικότητα του εκπαιδευτικού που δίδαξε την Βιολογία στους ερωτούμενους στη Γ' Λυκείου κατά το σχολικό έτος 2017-2018

- **ΔΕΝ υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά όσον αφορά στη Μέση Αποδοχή** των συμμετεχόντων στην έρευνα ($p=0,086>0,05$ με δείκτη ANOVA $f=2,067$), δηλαδή φαίνεται ότι οι μαθητές αποδέχονται την Θεωρία της Εξέλιξης ανεξάρτητα της ειδικότητας του εκπαιδευτικού που τους τη δίδαξε, ενώ
- **Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά όσον αφορά στη Μέση Κατανόηση** των συμμετεχόντων στην έρευνα ($p=0,039<0,05$ με δείκτη ANOVA $f=2,57$), δηλαδή φαίνεται ότι η κατανόηση της Θεωρίας της Εξέλιξης από τους μαθητές επηρεάζεται από την ειδικότητα του εκπαιδευτικού που τους τη δίδαξε. Παρόλα αυτά, ενώ μέσα στο σύνολο του δείγματος εμφανίζεται στατιστικά σημαντική διαφορά, δεν εμφανίζεται κάτι αντίστοιχο, όταν γίνεται σύγκριση των ειδικοτήτων ανά δύο.

ΣΤ. Αποδοχή και Κατανόηση της Θεωρίας της Εξέλιξης ανάλογα την σειρά διδασκαλίας του Κεφαλαίου 3 «Εξέλιξη» στο σχολείο

Από τη στατιστική ανάλυση (One Way ANOVA) βρέθηκε ότι **δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές** των συμμετεχόντων στην έρευνα, τόσο όσον αφορά στη Μέση Αποδοχή ($p=0,439$) όσο και στη Μέση Κατανόηση ($p=0,421$) της Θεωρίας της Εξέλιξης, όταν κριτήριο τίθεται η σειρά διδασκαλίας (πρώτο, δεύτερο ή τρίτο κατά σειρά) του Κεφαλαίου 3 «Εξέλιξη» της Βιολογίας Γενικής Παιδείας της Γ' Λυκείου, καθώς οι αντίστοιχοι δείκτες βρέθηκαν μεγαλύτεροι από το όριο της στατιστικά σημαντικής διαφοράς που είχε τεθεί στο $\alpha=0,05$.

Ζ. Αποδοχή και Κατανόηση της Θεωρίας της Εξέλιξης ανάλογα με τον βαθμό παρακολούθησης της διδασκαλίας Κεφαλαίου 3 «Εξέλιξη» στο μάθημα της Βιολογίας στο σχολείο

Από τη στατιστική ανάλυση (One Way ANOVA) βρέθηκε ότι ανάλογα με τον βαθμό παρακολούθησης από τους μαθητές (μεγάλος, μέτριος, μικρός ή καθόλου) της διδασκαλίας του κεφαλαίου της «Εξέλιξης» από τον καθηγητή τους στο μάθημα της Βιολογίας Γενικής Παιδείας της Γ' Λυκείου κατά το σχολικό έτος 2017-2018

- **ΔΕΝ υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά όσον αφορά στη Μέση Αποδοχή** των συμμετεχόντων στην έρευνα ($p=0,238>0,05$ με δείκτη ANOVA $f=1,418$), δηλαδή φαίνεται ότι οι μαθητές αποδέχονται την Θεωρία της Εξέλιξης ανεξάρτητα του εάν και πόσο παρακολούθησαν τις αντίστοιχες διδασκαλίες του καθηγητή τους, ενώ
- **Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά όσον αφορά στη Μέση Κατανόηση** των συμμετεχόντων στην έρευνα ($p=0,027<0,05$ με δείκτη ANOVA $f=3,122$). Ειδικότερα, η στατιστικά σημαντική διαφορά εντοπίζεται μεταξύ αυτών που παρακολούθησαν κανονικά όλα τα μαθήματα του καθηγητή τους και αυτών που παρακολούθησαν ελάχιστα ή κανένα μάθημα του καθηγητή τους.

Συμπεράσματα - Συζήτηση

Από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων της έρευνας βρέθηκε ότι

- ✓ οι συμμετέχοντες φοιτητές/φοιτήτριες αποδέχονται τη Θεωρία της Εξέλιξης σε ικανοποιητικά υψηλό βαθμό. Αντιθέτως οι συμμετέχοντες φοιτητές/φοιτήτριες κατανοούν μεν τη θεωρία της εξέλιξης αλλά όχι τόσο ικανοποιητικά.
- ✓ υπάρχει στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση μεταξύ της Αποδοχής και της Κατανόησης της Θεωρίας της Εξέλιξης από τους φοιτητές που σημαίνει ότι αύξηση του ενός συνεπάγεται αύξηση του άλλου (δηλ. αύξηση της κατανόησης συνεπάγεται αύξηση της αποδοχής και αντίστροφα).

Επίσης, φαίνεται ότι η «Αποδοχή» δεν επηρεάζεται από τις περισσότερες δημογραφικές παραμέτρους που εξετάστηκαν, και πιο συγκεκριμένα είναι ανεξάρτητη :

- α) από την ειδικότητα του εκπαιδευτικού που τους δίδαξε στην Γ Λυκείου,
- β) τον βαθμό παρακολούθησης των μαθημάτων από τους φοιτητές,
- γ) τη σειρά διδασκαλία της αντίστοιχης ενότητας της Βιολογίας Γενικής Παιδείας της Γ Λυκείου «Κεφαλαίο 3 Εξέλιξη» και
- δ) το φύλο των φοιτητών

Αντιθέτως, η «Κατανόηση» επηρεάζεται από δυο δημογραφικές παραμέτρους, και πιο συγκεκριμένα:

- α) από την ειδικότητα του εκπαιδευτικού που τους δίδαξε στην Γ Λυκείου και,
- β) τον βαθμό παρακολούθησης των μαθημάτων από τους φοιτητές,

Γενικά, φαίνεται να πρόκειται για δύο διαφορετικούς παραμέτρους που, ενώ φαίνεται να έχουν θετική συσχέτιση μεταξύ τους στους εκπαιδευτικούς, στους μαθητές φαίνεται στην καλύτερη περίπτωση να είναι ασθενής η μεταξύ τους συσχέτιση (Gregory 2009, Demastes et al 1995a, Bishop & Anderson 1990), οπότε και πρέπει να αντιμετωπιστούν ξεχωριστά από τους διδάσκοντες και τους ερευνητές.

Γνωστικά, οι φοιτητές εμφανίζουν:

- ✓ Ισχυρή παρανόηση όσον αφορά στο αντικείμενο της Εξελικτικής Θεωρίας
- ✓ Πολύ καλή γνώση του ορισμού της Φυσικής Επιλογής αλλά εμφανές έλλειμμα στην κατανόηση των επιμέρους χαρακτηριστικών του μηχανισμού
- ✓ Ικανοποιητική γνώση του τρόπου κληρονομησης των χαρακτηριστικών αλλά χωρίς να έχουν ξεκαθαρίσει τη σημασία του μηχανισμού των μεταλλάξεων στην εμφάνιση νέων χαρακτηριστικών σε έναν πληθυσμό
- ✓ Ικανοποιητική αντίληψη του πώς και πότε εξελίχθηκε ο άνθρωπος (ως αποτέλεσμα εξελικτικών διαδικασιών, αρχή της κοινής καταγωγής)
- ✓ Αδυναμία κατανόησης της επάρκειας του γεωλογικού χρόνου για την ολοκλήρωση των εξελικτικών διαδικασιών
- ✓ Έντονες λαμαρκικές αντιλήψεις (αποδοχή της χρήσης-αχρησίας και της αρχής της κληρονομησης των επίκτητων χαρακτηριστικών)
- ✓ Ισχυρή τεολογική σκέψη
- ✓ Ίχνη Δημιουργισμού στις απαντήσεις τους

Η πλειοψηφία των διδασκόντων εκπαιδευτικών στη Βιολογία της Γ' Λυκείου ανήκε στην ειδικότητα του Βιολόγου (77%) και το υπόλοιπο 23% μοιραζόταν σε πέντε άλλες ειδικότητες (Φυσικοί, Χημικοί, Γεωλόγοι, Γεωπόνοι και Ιχθυολόγος), εκ των οποίων ισχυρό γνωστικό υπόβαθρο για την εξέλιξη (λόγω των σπουδών τους) έχουν μόνοι οι Βιολόγοι και οι Γεωλόγοι. Από τη μεταξύ τους σύγκριση βρέθηκε ότι οι μαθητές αποδέχονται την Θεωρία της Εξέλιξης ανεξάρτητα της ειδικότητας του εκπαιδευτικού που τους τη δίδαξε. Αντιθέτως φαίνεται ότι η κατανόηση της Θεωρίας της Εξέλιξης από τους μαθητές επηρεάζεται από την ειδικότητα του εκπαιδευτικού που τους τη δίδαξε. Παρόλα αυτά, δεν έγινε ξεκάθαρη υπεροχή μιας ειδικότητας έναντι της άλλης στις μεταξύ τους συγκρίσεις, γεγονός που μπορεί να οφείλεται σε διάφορους παράγοντες, όπως π.χ. το μικρό δείγμα των υπολοίπων ειδικοτήτων εκτός των Βιολόγων και

χρήζει περαιτέρω διερεύνησης.

Ομοίως, όταν κριτήριο τέθηκε ο βαθμός παρακολούθησης από τους μαθητές (μεγάλος, μέτριος, μικρός ή καθόλου) της διδασκαλίας από τον καθηγητή τους του κεφαλαίου της «Εξέλιξης» στο μάθημα της Βιολογίας Γενικής Παιδείας της Γ' Λυκείου κατά το σχολικό έτος 2017-2018, βρέθηκε ότι οι μαθητές αποδέχονται τη Θεωρία της Εξέλιξης ανεξάρτητα του εάν και πόσο παρακολούθησαν τις αντίστοιχες διδασκαλίες του καθηγητή τους, ενώ υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά όσον αφορά στη Κατανόηση των συμμετεχόντων στην έρευνα. Ειδικότερα, η στατιστικά σημαντική διαφορά εντοπίζεται μεταξύ αυτών που παρακολούθησαν κανονικά όλα τα μαθήματα του καθηγητή τους και αυτών που παρακολούθησαν ελάχιστα ή κανένα μάθημα του καθηγητή τους.

Από την έρευνα προκύπτει ότι δεν διδάχθηκαν όλοι οι μαθητές το κεφάλαιο της Εξέλιξης με την ίδια σειρά στη Γ' Λυκείου, καθώς υπήρξαν εκπαιδευτικοί (13%) που αποφάσισαν να μην ακολουθήσουν στις διδασκαλίες τους την προτεινόμενη σειρά κεφαλαίων από το Υπουργείο Παιδείας. Το μεγαλύτερο όμως ποσοστό των μαθητών (69%) το διδάχθηκε τρίτο και τελευταίο κατά σειρά κεφάλαιο της ύλης (όπως προβλέπεται κανονικά), που χρονικά όμως προσδιορίζεται στο τελευταίο διάστημα του σχολικού έτους (συνήθως Μάρτιο-Μάιο), κατά το οποίο εμφανίζεται όμως έντονο το φαινόμενο της απουσίας από τα μαθήματα των μαθητών της Γ' Λυκείου ενόψει των πανελλαδικών τους εξετάσεων. Παρόλα αυτά, βρέθηκε ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές των συμμετεχόντων στην έρευνα, όταν κριτήριο τίθεται η σειρά διδασκαλίας (πρώτο, δεύτερο ή τρίτο κατά σειρά) του Κεφαλαίου 3 «Εξέλιξη» της Βιολογίας Γενικής Παιδείας της Γ' Λυκείου, τόσο όσον αφορά στην Αποδοχή όσο και στην Κατανόηση της Θεωρίας της Εξέλιξης.

Ομοίως, βρέθηκε ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα δύο φύλα των συμμετεχόντων στην έρευνα, τόσο όσον αφορά στην Αποδοχή όσο και στην Κατανόηση της Θεωρίας της Εξέλιξης

Συμπερασματικά, οι φοιτητές του δείγματος φαίνεται να αποδέχονται τη Θεωρία της Εξέλιξης σε μεγαλύτερο βαθμό από ότι την κατανοούν, γεγονός που συμφωνεί και με τη βιβλιογραφία (Bishop & Anderson 1990, Demastes et al 1995a, Hokayem & BouJaoude 2008, Gregory 2009, Yasri & Marek 2015, Mead et al 2017, Tavares & Bobrowski 2018, Prinou et al 2005, Πρίνου κα άλλοι 2007, Αθανασίου & Παπαδοπούλου 2009, Αθανασίου 2009, Λαζαρίδης και άλλοι 2011, Κατάκος και άλλοι 2011, Athanasiou et al 2012, Stasinakis & Athanasiou 2009 & 2016). Μάλιστα, υπάρχει σημαντική θετική συσχέτιση μεταξύ αποδοχής και κατανόησης, δηλαδή όσο αυξάνει η κατανόησή της τόσο αυξάνει και το επίπεδο αποδοχής της, κάτι που επίσης επιβεβαιώνεται σε πολλές έρευνες (Gregory 2009, Demastes et al 1995a, Bishop & Anderson 1990, Mead et al 2017, Tavares & Bobrowski 2018, Αθανασίου & Παπαδοπούλου 2009, Αθανασίου 2009, Athanasiou et al 2012,) αλλά όχι σε όλες.

Από την έρευνα προκύπτει ότι οι συμμετέχοντες, τη στιγμή που ουσιαστικά έρχονται για πρώτη φορά σε επαφή και διδάσκονται τη Θεωρία της Εξέλιξης στη Βιολογία της Γ' Λυκείου, έχουν ήδη αρκετά κατασταλαγμένες απόψεις περί αποδοχής (ή μη) της συγκεκριμένης επιστημονικής θεωρίας, επηρεασμένοι τόσο από τις θρησκευτικές τους πεποιθήσεις όσο και από τις πολλές παρανοήσεις τους. Παρανοήσεις που, όπως αναδεικνύεται από τη βιβλιογραφία προέρχονται, είτε από τις διαισθητικές τους αντιλήψεις, είτε από τη συνολική έλλειψη επιστημονικής γνώσης του αντικειμένου, είτε από άλλες αιτίες, έχουν τη βάση τους στην παιδική ηλικία και παραμένουν και μετά τη διδασκαλία (Bishop & Anderson 1990, Gregory 2009, Beardsly 2004, Smith 2010, Yasri 2014, Carter & Wiles 2014, Yates & Marek 2015, Keskin & Kose 2015 & 2017, Coley & Taner 2015, Stern et al 2018, Kampourakis et al 2012, Kampourakis & Zozga 2007 & 2008, Πρίνου και άλλοι 2003, Πρίνου & Χαλκιά 2006). Τόσο οι παρανοήσεις όσο και η επιστημονική γνώση

φαίνεται δύσκολα να αλλάζουν στον μικρό χρόνο (2-3 μήνες διδασκαλίας στην καλύτερη περίπτωση) που οι μαθητές έρχονται σε επαφή με τη διδασκαλία της εξέλιξης στην Γ Λυκείου. Οι φοιτητές εμφανίζουν έντονες λαμαρκικές αντιλήψεις (αποδοχή της χρήσης-αχρησίας και της αρχής της κληρονομιάς των επίκτητων χαρακτηριστικών) και ισχυρή τεολογική σκέψη, αν και πρόκειται για πρώην μαθητές της θετικής κατεύθυνσης που έχουν πολύ καλό υπόβαθρο γενετικής σε σχέση με τους υπόλοιπους συμμαθητές τους. Εμφανίζουν επίσης ίχνη Δημιουργισμού στις απαντήσεις τους.

Η αδύναμη επίδραση της ελάχιστης διδασκαλίας της εξέλιξης στο ελληνικό σχολείο στην αλλαγή των πεποιθήσεων των μαθητών επιβεβαιώνεται και από τα βιβλιογραφικά δεδομένα, τα οποία υποδεικνύουν ότι αυτή (η διδασκαλία της εξέλιξης) είναι αποτελεσματική μόνο, όταν αντιμετωπίζει τις παρανοήσεις των μαθητών (Stern et al 2018, Barnes et al 2017, Nehm & Reilly 2007), αντιμετωπίζει τη σχέση θρησκείας-επιστήμης (Yasri & Mancy 2015, Manwaring et al 2018, Dunk et al 2017), επενδύει στην κατανόηση της φύσης της επιστήμης (Nadelson & Hardy 2015, Dunk et al 2017, Cofre et al 2017, Athanasiou et al 2012) και στην παρουσίαση των αποδείξεων (Yasri & Mancy 2015, Wiles 2014) και χρησιμοποιεί εναλλακτικές στρατηγικές (Beardsly 2004, Barnes & Brownwell 2018, Mead et al 2017, Nehm & Reilly 2007, Demaste et al 1995, Kampourakis & Zozga 2007, Κατάκος και άλλοι 2013) πολύ διαφορετικές από τη μετωπική διδασκαλία που κυρίως χρησιμοποιείται στο ελληνικό σχολείο.

Ειδικά για το ελληνικό σχολείο, υπάρχει σαφής ανάγκη ενίσχυσης της διδασκαλίας της Εξέλιξης αλλά και επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών (Prinou et al 2005, Πρίνου και Χαλκιά 2006, Πρίνου 2008, Αθανασίου & Παπαδοπούλου 2009, Prinou et al 2011, Stasinakis & Athanasiou 2009 & 2016, Βενέτης 2017), για να είναι αυτή πιο αποτελεσματική.

Βιβλιογραφία

- Αθανασίου, Κ. (2009), «Εννοιολογική οικολογία Ελλήνων φοιτητών για την εξέλιξη: η σχέση της με την εννοιολογική αλλαγή» στο Εκπαιδευτήρια Γείτονα, επιμέλεια Ζόγκζα, Β. Καμπουράκης, Κ. και Νοταράς, Δ., Η διδασκαλία της θεωρίας της εξέλιξης: Θεωρητικά και Παιδαγωγικά ζητήματα, σελ.306-316.
- Αθανασίου, Κ. και Παπαδοπούλου, Π. (2009), «Παράγοντες οι οποίοι συνδέονται με την αποδοχή της εξελικτικής θεωρίας στην Ελλάδα: η αποδοχή, η κατανόηση και το μορφωτικό επίπεδο των γονέων» στο Καριώτογλου, Π., Σπύρτου, Α. και Ζουπιδής, Α. Πρακτικά 6ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση - Οι πολλαπλές προσεγγίσεις της διδασκαλίας και της μάθησης των Φυσικών Επιστημών, σελ 146-154 <http://www.uowm.gr/kodifect>
- Βενέτης, Κ (2017) «Οι γνώσεις των εκπαιδευτικών Θετικών Επιστημών σχετικά με τους εξελικτικούς μηχανισμούς των ζωντανών οργανισμών», Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Ε.Α.Π., Πάτρα
- Ζούρος, Λ. (2009α), «Ας συμφιλιωθούμε με τον Δαρβίνο, ας συμφιλιωθούμε με τη φύση μας και με τη Φύση», Ηράκλειο, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης
- Καλαϊτζιδάκη, Μ. και Πανταζίδης, Γ. (2002), *Βιολογία Γενικής Παιδείας Γ' Ενιαίου Λυκείου*, ΟΕΔΒ. Αθήνα
- Καμπουράκης, Κ.& Ζόγκζα, Β. (2009), «Πρώιμες εξελικτικές εξηγήσεις : ένα βασικό πλαίσιο για την επιτευξη εννοιολογικής αλλαγής κατά τη διδασκαλία της θεωρίας της εξέλιξης» στο Εκπαιδευτήρια Γείτονα, επιμέλεια Ζόγκζα, Β. Καμπουράκης, Κ. και Νοταράς, Δ., Η διδασκαλία της θεωρίας της εξέλιξης: Θεωρητικά και Παιδαγωγικά ζητήματα, σελ.274-295
- Κατάκος, Ε. Παπαδοπούλου, Π και Αθανασίου, Κ. (2011). «Η αποδοχή της εξελικτικής θεωρίας από τους Έλληνες εκπαιδευτικούς και παράγοντες που την επηρεάζουν», στο Παπαγεωργίου, Γ. & Κουντουριώτης, Γ., Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση - Αλληλεπιδράσεις Εκπαιδευτικής Έρευνας και Πράξης στις Φυσικές Επιστήμες, σελ 422-430 <http://www.7sefepet.gr>

- Κατάκος, Ε. Παπαδοπούλου, Π. και Αθανασίου, Κ. (2013), «Η εννοιολογική οικολογία της θεωρίας της εξέλιξης στο ελληνικό κοινωνικό-πολιτιστικό πλαίσιο» στο Βαβουγιός, Δ. & Παρασκευόπουλος, Σ. Πρακτικά 8ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, σελ 357-365
- Λαζαρίδης Γ, Μαυρικάκη Ε, Αθανασίου Κ (2011) «Διερεύνηση του επιπέδου γνώσης και κατανόησης ομάδων φοιτητών του ΕΚΠΑ για την Εξέλιξη μέσω της Φυσικής Επιλογής» στο Παπαγεωργίου, Γ. & Κουντουριώτης, Γ., Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση - Αλληλεπιδράσεις Εκπαιδευτικής Έρευνας και Πράξης στις Φυσικές Επιστήμες, σελ 406-413 <http://www.7sefepet.gr>
- Πρίνου, Λ. (2008), «Η εικόνα της εξέλιξης στο ελληνικό σχολείο» Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Αθηνών (ΤΕΑΠΗ), Αθήνα.
- Πρίνου, Λ. και Χαλκιά, Κρ. (2006), «Αντιλήψεις των εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για τις έννοιες της Προσαρμογής και της Εξέλιξης των οργανισμών και της διδασκαλίας τους στο Δημοτικό», Πρακτικά 3^{ου} Συνεδρίου Ένωσης για τη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών (ΕΔΙΦΕ), 7-9 Απριλίου, Βόλος.
- Πρίνου, Λ. Χαλκιά, Κρ. και Σκορδούλης, Κ. (2003), «Οι λαμαρκιανές ερμηνείες μαθητών της Γ' Γυμνασίου εμπόδιο στην κατανόηση της φυσικής επιλογής. Σκέψεις και επισημάνσεις», Περιοδικό «Θέματα στην Εκπαίδευση», εκδ. Leader Books, Αθήνα, Τόμος 4, Νο. 2-3, σελ 299-309
- Πρίνου, Λ. Χαλκιά, Κρ. και Σκορδούλης, Κ. (2007), «Αντιλήψεις των μαθητών της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης για τις έννοιες της εξελικτικής θεωρίας», Πρακτικά του 5^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου: «Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση», Τεύχος Β' - «Διδακτική και Διδασκαλία Βιολογίας και Βιοχημείας», 15-18 Μαρτίου, Ιωάννινα.
- Πρίνου, Λ. Χαλκιά, Κρ. και Σκορδούλης, Κ. (2009α) «Η διδασκαλία της εξέλιξης στο Ελληνικό σχολείο: παρελθόν και παρόν» στο Εκπαιδευτήρια Γείτονα, επιμέλεια Ζόγκζα, Β. Καμπουράκης, Κ. και Νοταράς, Δ., Η διδασκαλία της θεωρίας της εξέλιξης: Θεωρητικά και Παιδαγωγικά ζητήματα, σ.443-482
- Στασινάκης, Π. και Αθανασίου, Κ. (2009) «Διερευνώντας τους παράγοντες που σχετίζονται με την διδασκαλία της θεωρίας της εξέλιξης μεταξύ καθηγητών της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης» στο Εκπαιδευτήρια Γείτονα, επιμέλεια Ζόγκζα, Β. Καμπουράκης, Κ. και Νοταράς, Δ., Η διδασκαλία της θεωρίας της εξέλιξης: Θεωρητικά και Παιδαγωγικά ζητήματα, σ.484-505
- Almquist, A. J., & Cronin, J. E. (1988) «Fact, Fancy, and Myth on Human Evolution» Current Anthropology, 29, 520-522. <http://dx.doi.org/10.1086/203672>
- Athanasίου Κ, Katakos Ε & Papadopoulou Ρ (2012) «Conceptual ecology of evolution acceptance among Greek education students: the contribution of knowledge increase», Journal of Biological Education, 46:4, 234-241, <https://doi.org/10.1080/00219266.2012.716780>
- Barnes, E. Evans, M. Hazel, A. Brownell, S. and Nesse, R. (2017), «Teleological reasoning, not acceptance of evolution, impacts students' ability to learn natural selection» Evo Edu Outreach 10:7 DOI: <https://doi.org/10.1186/s12052-017-0070-6>
- Barnes, M. Elizabeth & Brownell, Sara. (2016). «Practices and Perspectives of College Instructors on Addressing Religious Beliefs When Teaching Evolution». CBE life sciences education. 15. 1-19. <https://doi.org/10.1187/cbe.15-11-0243>
- Beardsley, P.M. (2004), «Middle School Student Learning in Evolution: Are Current Standards Achievable?» American Biology Teacher, p. 66, 604, 606-607, 609-612.
- Bishop, B.A., & Anderson, C.W. (1985), «Evolution by natural selection a teaching module» Occasional Paper no91, East Lansing, MIQ Institute for Research on Teaching, Michigan State University
- Bishop, B.A., & Anderson, C.W. (1990), «Student Conceptions of Natural Selection and Its Role in Evolution», Journal of Research in Science Teaching, 27, p. 415-427.

- Bloom, P. & Skolnick Weisberg, D. (2007) «Childhood Origins of Adult Resistance to Science» Science 18 Vol. 316, Issue 5827, pp. 996-997 <https://doi.org/10.1126/science.1133398>
- Carter, BE. & Wiles, JR. (2014). «Scientific consensus and social controversy: exploring relationships between students' conceptions of the nature of science, biological evolution and the global climate change» Evolution: Education and Outreach 7(6), 1-11 doi: <https://doi.org/10.1186/s12052-014-0006-3>
- Cofré, Hernán & Santibanez, David & Jimenez, Juan & Spotorno, Angel & Carmona, Francisca & Navarrete, Kasandra & Vergara, Claudia. (2017). «The effect of teaching the nature of science on students' acceptance and understanding of evolution: myth or reality?». Journal of Biological Education. 1-14. <https://doi.org/10.1080/00219266.2017.1326968>
- Coley, John & Tanner, Kimberly. (2015). «Relations between Intuitive Biological Thinking and Biological Misconceptions in Biology Majors and Nonmajors». CBE life sciences education. 14. <https://doi.org/10.1187/cbe.14-06-0094>
- Cronbach, L.J. (1951) Coefficient alpha and the internal structure of tests, Psychometrika 16: 297. <https://doi.org/10.1007/BF02310555>
- Cunningham, D.L & Wescott, D.J. (2009) «Still More “Fancy” and “Myth” than “Fact” in Students' Conceptions of Evolution» Evo Edu Outreach 2:505–517, <https://doi.org/10.1007/s12052-009-0123-6>
- Demastes, S.S. Seetlagejr, J. & Good, R.G. (1995a). Students' conceptions of natural selection and its role in evolution: cases of replication and comparison. Journal of Research in Science Teaching, 32(5), 535-550.
- Dunk, R.D. Petto, A.J. Wiles, J.R. and Campbell B.C. (2017), «A multifactorial analysis of acceptance of evolution» Evolution Education and Outreach,10:4 <https://evolution-outreach.springeropen.com/articles/10.1186/s12052-017-0068-0>
- Gregory, T.R. (2009), «Understanding Natural Selection: Essential Concepts and Common Misconceptions», Evolution: Education & Outreach, Vol.2 p.156-175
- Hokayem, H. & BouJaoude, S. (2008) «College Students' Perceptions of the Theory of Evolution», Journal of Research in Science Teaching, vol. 45, no. 4, pp. 395–419
- IAP (2006), <http://www.interacademies.net/10878/13901.aspx>, [Πρόσβαση 13-11-2017, 16:25]
- Kampourakis, K. & Zogza, (2008) «Students' intuitive explanations of the causes of homologies and adaptations» V. Sci & Educ 17: 27. <https://doi.org/10.1007/s11191-007-9075-9>
- Kampourakis, K. & Zogza, V. (2007) «Students' Preconceptions About Evolution: How Accurate is the Characterization as “Lamarckian” when Considering the History of Evolutionary Thought?» Sci Educ 16: 393. <https://doi.org/10.1007/s11191-006-9019-9>
- Kampourakis, K., Palaokrassa, E., Papadopoulou, M., Pavlidi, V., & Argyropoulou, M. (2012), «Children's intuitive teleology: Shifting the focus of evolution education research» Evolution Education and Outreach, 5(2), 279–291. <http://doi.org/10.1007/s12052-012-0393-2>.
- Kampourakis, K., Pavlidi, V., Papadopoulou, M. et al. (2012) «Children's Teleological Intuitions: What Kind of Explanations Do 7–8 Year Olds Give for the Features of Organisms, Artifacts and Natural Objects?» Res Sci Educ 42: 651. <https://doi.org/10.1007/s11165-011-9219-4>
- Keskin, B. & Ozay Kose, E. (2015) «Understanding Adaptation and Natural Selection: Common Misconceptions» International Journal of Academic Research in Education vol. 1, Is.2, DOI: <https://doi.org/10.17985/ijare.53146>
- Keskin, B. & Ozay Kose, E. (2017) «Misconceptions of Prospective Biology Teachers about Theory of Evolution», Electronic Journal of Science and Mathematics Education DOI: <https://doi.org/10.17522/balikesirnef.373344>
- Manwaring, Katie & Jensen, Jamie & A. Gill, Richard & R. Sudweeks, Richard & S. Davies, Randall & Bybee, Seth. (2018). «Scientific reasoning ability does not predict scientific views on evolution among religious individuals». Evolution: Education and Outreach. 11. 2. <https://doi.org/10.1186/s12052-018-0076-8>
- Mayr, E (2005) «Τι είναι η Εξέλιξη. Από τα βακτήρια στον άνθρωπο: γεγονότα, αποδείξεις και

- αλήθειες», Αθήνα, Εκδόσεις Κάτοπτρο
- Mead, Rebecca & Hejmadi, Momna & D. Hurst, Laurence. (2017). «Teaching genetics prior to teaching evolution improves evolution understanding but not acceptance». PLoS Biology. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.2002255>
- Nadelson, L.S. & Hardy, K. (2015) «Trust in science and scientists and the acceptance of evolution». Teacher Education and Leadership Faculty Publications. Paper 2218. https://digitalcommons.usu.edu/teal_facpub/2218
- Nehm RH, Reilly L. (2007) «Biology majors' knowledge and misconceptions of natural selection». Bioscience.;2007 57(3):263–72. DOI: <http://doi.org/10.1641/B570311>
- Nunnally, Jum C. (1970) Introduction to psychological measurement. New York, McGraw-Hill
- Prinou, L. Halkia, Kr. & Skordoulis, C. (2011), «The Inability of Primary School to Introduce Children to the Theory of Biological Evolution», Evolution: Education & Outreach, Vol.4, Issue 2, p. 275-285.
- Prinou, L. Halkia, L. and Skordoulis K. (2008), «What Conceptions do Greek School Students Form about Biological Evolution?» Evolution: Education & Outreach, vol 1 p.312 – 317.
- Prinou, L., Halkia, K. and Skordoulis, C. (2005). «Teaching the Theory of Evolution: Teacher's Attitudes, Views and Difficulties», Proceedings of International History, Philosophy and Science Teaching Conference, pp. 8, Leeds, UK, July 2005
- Rutledge, ML, & Warden, MA. (1999). Development and validation of the measure of acceptance of the theory of evolution instrument. School Science and Mathematics, 99, 13–18
- Smith, M. (2010). Current Status of Research in Teaching and Learning Evolution: II. Pedagogical Issues. Science & Education, 19, 539-571.
- Stasinakis, P & Athanasiou, K (2016) «Investigating Greek Biology Teachers' attitudes towards Evolution Teaching with respect to their Pedagogical Content Knowledge: suggestions for their Professional Development» EURASIA J. Math., Sci Tech. Ed;12(6):1605–1617 <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1249a>
- Stern, F. & Kampourakis, K. & Humeault, C. & Silveira, P. & Muller, A (2018) «Undergraduate Biology Students' Teleological and Essentialist Misconceptions» Education Sciences 8. 135, <https://doi.org/10.3390/educsci8030135>
- Tavares G M & Bobrowski V L (2018) «Integrative assessment of Evolutionary theory acceptance and knowledge levels of Biology undergraduate students from a Brazilian university», International Journal of Science Education, <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1429031>
- Wiles J R. & Alters B (2011) «Effects of an Educational Experience Incorporating an Inventory of Factors Potentially Influencing Student Acceptance of Biological Evolution», International Journal of Science Education, 33:18, 2559-2585
- Wiles, JR. (2014), «Gifted students' perceptions of their acceptance of evolution, changes in acceptance, and factors involved therein» Evolution Education and Outreach. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12052-014-0004-5>
- Wilson, J.A. (2001), «Pseudoscientific beliefs among college students» Reports of the National Center for Science Education, 21, p.9-13
- Yasri, P. (2014), «A systematic classification of student misconceptions in biological evolution» International Journal of Biology Education, Vol. 3, Issue 2, <https://doi.org/10.20876/ijobed.06781>
- Yasri, Pratchayapong & Mancy, Rebecca. (2015). «Student positions on the relationship between evolution and creation: What kinds of changes occur and for what reasons?». Journal of Research in Science Teaching. 53. n/a-n/a. <https://doi.org/10.1002/tea.21302>
- Yates, T.B. & dan Marek, E.A. (2015), «A Study Identifying Biological Evolution-Related Misconceptions Held by Pre-biology High School Students», Creative Education, 6, p.811-834 DOI: <http://dx.doi.org/10.4236/ce.2015.68085>

Παραρτήματα

Πίνακας 1. Το ερωτηματολόγιο των φοιτητών.

Στάσεις και απόψεις πρωτοετών φοιτητών Τμημάτων Βιολογίας έναντι της Εξελικτικής Θεωρίας

Αγαπητοί/τές φοιτητές/τριες,

Η έρευνα που ακολουθεί διεξάγεται στο πλαίσιο της Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας μου, που εκπονείται στο Π.Μ.Σ. «Οργάνωση και Διοίκηση Εκπαιδευτικών Μονάδων» στο Αλεξάνδρειο Τ.Ε.Ι. Θεσσαλονίκης.

Το ερωτηματολόγιο αυτό έχει ως στόχο να διερευνήσει τις στάσεις και απόψεις των πρωτοετών φοιτητών των Τμημάτων Βιολογίας έναντι της Εξελικτικής Θεωρίας, λίγους μόνο μήνες αφότου τη διδάχθηκαν στη Βιολογία Γενικής Παιδείας της Ρ Λυκείου κατά το σχολικό έτος 2017-2018.

Παρακαλώ διαβάστε κάθε ερώτηση προσεκτικά, και σημειώστε εάν συμφωνείτε ή διαφωνείτε ή δεν γνωρίζετε, επιλέγοντας την ανάλογη απάντηση στη σχετική φόρμα. Το ερωτηματολόγιο είναι ανώνυμο, οι απαντήσεις σας αυστηρά εμπιστευτικές, και οι πληροφορίες που θα προκύψουν θα χρησιμοποιηθούν αποκλειστικά για ερευνητικούς σκοπούς.

Η συμμετοχή σας στην έρευνα είναι πολύτιμη. Δεν υπάρχουν σωστές ή λάθος απαντήσεις. Σωστή απάντηση είναι η ειλικρινής απάντησή. Διαβάστε την κάθε πρόταση και σημειώστε την απάντησή που σας αντιπροσωπεύει. Ο χρόνος συμπλήρωσης δεν ξεπερνά τα 10 λεπτά.

Σας ευχαριστώ εκ των προτέρων.

Με εκτίμηση

ΠΟΛΥΖΟΣ Δ. ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ

Εκπαιδευτικός ΠΕ04.04 Βιολόγος

M.Sc. Environmental Studies

Email: tpolizos71@gmail.com

ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ ΚΑΙ ΆΛΛΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

- Σημειώστε το φύλο σας: *
☐ Ο Άρρεν
☐ Θήλυ
- Είστε φοιτητής του Τμήματος Βιολογίας του...: *
☐ Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών (Ε.Κ.Π.Α.)
☐ Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης (Α.Π.Θ.)
☐ Πανεπιστημίου Κρήτης
☐ Πανεπιστημίου Πατρών
- Αποφοιτήσατε από Λύκειο...: *
☐ Αθήνας
☐ Θεσσαλονίκης
☐ Πάτρας
☐ Ηρακλείου
☐ άλλης πρωτεύουσας νομού
☐ άλλης επαρχιακής πόλης
☐ Other:
- Ποια ήταν η ειδικότητα του εκπαιδευτικού που σας δίδαξε Βιολογία Γενικής Παιδείας στην Γ' Λυκείου;*
☐ Βιολόγος
☐ Φυσικός
☐ Χημικός
☐ Γεωλόγος
☐ Other:
- Από τα 3 κεφάλαια της ύλης του βιβλίου της Βιολογίας Γενικής Παιδείας της Γ' Λυκείου, το κεφάλαιο 3 "Εξέλιξη", το διδαχθήκατε...: *
☐ πρώτο κατά σειρά
☐ δεύτερο κατά σειρά
☐ τρίτο κατά σειρά
☐ δεν το διδαχθήκατε καθόλου
- Κατά τη διδασκαλία του κεφαλαίου 3 "Εξέλιξη" παρακολουθήσατε ...: *
☐ όλα τα μαθήματα του καθηγητή σας κανονικά
☐ τα περισσότερα μαθήματα του καθηγητή σας
☐ λίγα μόνο μαθήματα του καθηγητή σας
☐ κανένα ή σχεδόν κανένα μάθημα του καθηγητή σας

ΚΥΡΙΩΣ ΕΝΟΤΗΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

- Υπάρχουν πολλά στοιχεία που συνηγορούν υπέρ της εξέλιξης των ειδών. *
☐ ΣΥΜΦΩΝΩ ☐ ΔΙΑΦΩΝΩ ☐ ΔΕΝ ΞΕΡΩ
- Ένας οργανισμός μπορεί να αλλάξει χαρακτηριστικά/μορφή κατά τη διάρκεια της ζωής του, προκειμένου να προσαρμοστεί στο περιβάλλον του, όταν αυτό αλλάζει. *
☐ ΣΥΜΦΩΝΩ ☐ ΔΙΑΦΩΝΩ ☐ ΔΕΝ ΞΕΡΩ
- Τα περισσότερα είδη οργανισμών που έζησαν στο παρελθόν σήμερα έχουν εξαφανιστεί.*

- () ΣΥΜΦΩΝΩ () ΔΙΑΦΩΝΩ () ΔΕΝ ΞΕΡΩ
4. Κατανοώ πολύ καλά την έννοια της "Επιστημονικής Θεωρίας". *
 - () ΣΥΜΦΩΝΩ () ΔΙΑΦΩΝΩ () ΔΕΝ ΞΕΡΩ
 5. Η Εξέλιξη των οργανισμών μέσω της Φυσικής Επιλογής αποτελεί απλά μια υπόθεση, οπότε δεν είναι μια αξιόπιστη/ικανοποιητική εξήγηση για την εξέλιξη τους. *
 - () ΣΥΜΦΩΝΩ () ΔΙΑΦΩΝΩ () ΔΕΝ ΞΕΡΩ
 6. Η εξέλιξη ενός οργανισμού συνεπάγεται πάντα βελτίωση των χαρακτηριστικών του. *
 - () ΣΥΜΦΩΝΩ () ΔΙΑΦΩΝΩ () ΔΕΝ ΞΕΡΩ
 7. Ο μηχανισμός της Φυσικής Επιλογής, επειδή προϋποθέτει αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ατόμων καθώς και με το περιβάλλον τους, οδηγεί στην εξέλιξη των ατόμων. *
 - () ΣΥΜΦΩΝΩ () ΔΙΑΦΩΝΩ () ΔΕΝ ΞΕΡΩ
 8. Τα χαρακτηριστικά των απογόνων έχουν κληροδοτηθεί σε αυτούς από τους γονείς τους. *
 - () ΣΥΜΦΩΝΩ () ΔΙΑΦΩΝΩ () ΔΕΝ ΞΕΡΩ
 9. Ο Πρώτος Άνθρωπος (Homo habilis) που βρέθηκε να ζει στη Γη έχει ηλικία: *
 - () 10.000 έτη () 2.000.000 έτη () 30.000.000 έτη
 10. Η Δαρβινική Εξελικτική Θεωρία εξηγεί σωστά την παρούσα ποικιλομορφία της ζωής. *
 - () ΣΥΜΦΩΝΩ () ΔΙΑΦΩΝΩ () ΔΕΝ ΞΕΡΩ
 11. Ο σύγχρονος άνθρωπος (Homo sapiens) προήλθε μέσω εξελικτικών διαδικασιών που ελέγχονταν από το Θεό. *
 - () ΣΥΜΦΩΝΩ () ΔΙΑΦΩΝΩ () ΔΕΝ ΞΕΡΩ
 12. Ένα χαρακτηριστικό που αποκτιέται κατά τη διάρκεια της ζωής ενός ανθρώπου μπορεί να κληρονομηθεί στις επόμενες γενιές. *
 - () ΣΥΜΦΩΝΩ () ΔΙΑΦΩΝΩ () ΔΕΝ ΞΕΡΩ
 13. Μια επιστημονική θεωρία που εξηγεί ένα φυσικό φαινόμενο είναι απλά μια υπόθεση. *
 - () ΣΥΜΦΩΝΩ () ΔΙΑΦΩΝΩ () ΔΕΝ ΞΕΡΩ
 14. Ο σύγχρονος άνθρωπος έχει σήμερα ακριβώς την ίδια μορφή που είχε όταν πρωτοεμφανίστηκε στον πλανήτη (άνθρωπος των σπηλαίων). *
 - () ΣΥΜΦΩΝΩ () ΔΙΑΦΩΝΩ () ΔΕΝ ΞΕΡΩ
 15. Η «επιβίωση του καλύτερα προσαρμοσμένου» στην ουσία σημαίνει «ότι μόνο ο ισχυρός επιβιώνει».
 - () ΣΥΜΦΩΝΩ () ΔΙΑΦΩΝΩ () ΔΕΝ ΞΕΡΩ
 16. Η ηλικία της Γης είναι: *
 - () 10.000 έτη () 6.000.000 έτη () 4.500.000.000 έτη
 17. Δεν υπάρχουν αποδείξεις ότι η εξέλιξη των ειδών συνέβη ή συμβαίνει. *
 - () ΣΥΜΦΩΝΩ () ΔΙΑΦΩΝΩ () ΔΕΝ ΞΕΡΩ
 18. Η εμφάνιση νέων χαρακτηριστικών σε έναν πληθυσμό γίνεται τυχαία. *
 - () ΣΥΜΦΩΝΩ () ΔΙΑΦΩΝΩ () ΔΕΝ ΞΕΡΩ
 19. Αυτό που εξελίσσεται είναι ο πληθυσμός και όχι τα μεμονωμένα άτομα. *
 - () ΣΥΜΦΩΝΩ () ΔΙΑΦΩΝΩ () ΔΕΝ ΞΕΡΩ
 20. Η θεωρία πως η ζωή δημιουργήθηκε από τον Θεό θα πρέπει να διδάσκεται σαν επιστημονική θεωρία στο σχολείο. *
 - () ΣΥΜΦΩΝΩ () ΔΙΑΦΩΝΩ () ΔΕΝ ΞΕΡΩ
 21. Ο άνθρωπος εξελίχθηκε όπως όλοι οι οργανισμοί από προγενέστερες μορφές ζωής. *
 - () ΣΥΜΦΩΝΩ () ΔΙΑΦΩΝΩ () ΔΕΝ ΞΕΡΩ
 22. Ένα πολύπλοκο όργανο όπως το μάτι δεν μπορεί να έχει προέλθει μέσω της εξέλιξης αλλά μόνο υπό την επίβλεψη ανώτερου σχεδιαστή. *
 - () ΣΥΜΦΩΝΩ () ΔΙΑΦΩΝΩ () ΔΕΝ ΞΕΡΩ
 23. Τα χαρακτηριστικά των απογόνων είναι πάντα ο μέσος όρος των χαρακτηριστικών των γονέων τους. *
 - () ΣΥΜΦΩΝΩ () ΔΙΑΦΩΝΩ () ΔΕΝ ΞΕΡΩ
 24. Για να δράσει η εξέλιξη απαιτείται να προϋπάρχει ποικιλομορφία χαρακτηριστικών ανάμεσα στα άτομα του είδους. *
 - () ΣΥΜΦΩΝΩ () ΔΙΑΦΩΝΩ () ΔΕΝ ΞΕΡΩ
 25. Εξέλιξη σημαίνει σε τελική ανάλυση "διαφοροποίηση από το υπάρχον". *
 - () ΣΥΜΦΩΝΩ () ΔΙΑΦΩΝΩ () ΔΕΝ ΞΕΡΩ
 26. Η Εξελικτική Θεωρία προσπαθεί να εξηγήσει εάν υπάρχει η εξέλιξη των οργανισμών ή όχι. *
 - () ΣΥΜΦΩΝΩ () ΔΙΑΦΩΝΩ () ΔΕΝ ΞΕΡΩ
 27. Μια επιστημονική θεωρία είναι μια ομάδα υποθέσεων που ελέγχθηκαν επανειλημμένα και δεν απορρίφθηκαν. *
 - () ΣΥΜΦΩΝΩ () ΔΙΑΦΩΝΩ () ΔΕΝ ΞΕΡΩ
 28. Οι επιστημονικές μέθοδοι χρονολόγησης των απολιθωμάτων και των γεωλογικών πετρωμάτων είναι αξιόπιστες. *
 - () ΣΥΜΦΩΝΩ () ΔΙΑΦΩΝΩ () ΔΕΝ ΞΕΡΩ
 29. Εάν δύο βορειοευρωπαίοι γονείς με ανοιχτό χρώμα δέρματος μεταναστεύσουν στην Αφρική και αποκτήσουν "μαύρισμα", τα παιδιά τους θα είναι πιο "μαυρισμένα" απότι ήταν (αρχικά) οι γονείς τους. *
 - () ΣΥΜΦΩΝΩ () ΔΙΑΦΩΝΩ () ΔΕΝ ΞΕΡΩ
 30. Ο σύγχρονος άνθρωπος (Homo sapiens sapiens) έχει μια ηλικία παρουσίας στη Γη: *
 - () 250.000 έτη () 35.000 έτη () 3.000 έτη
 31. Νέα είδη οργανισμών δημιουργούνται συνεχώς (ακόμα και σήμερα). *
 - () ΣΥΜΦΩΝΩ () ΔΙΑΦΩΝΩ () ΔΕΝ ΞΕΡΩ
 32. Ο άνθρωπος και ο χιμπατζής εξελίχθηκαν από κάποιο κοινό πρόγονο της ομάδας των πρωτεύοντων. *
 - () ΣΥΜΦΩΝΩ () ΔΙΑΦΩΝΩ () ΔΕΝ ΞΕΡΩ
 33. Η εξέλιξη για να συμβεί απαιτεί συσσώρευση κληρονομήσιμων χαρακτηριστικών που έχουν εδραιωθεί στους

- πληθυσμούς διαδοχικών γενεών μέσω της δράσης της φυσικής επιλογής. *
- () ΣΥΜΦΩΝΩ () ΔΙΑΦΩΝΩ () ΔΕΝ ΞΕΡΩ
34. Ο ρόλος της δημιουργίας μεμβρανών στα πόδια της πάπιας έχει σαν σκοπό να την κάνει να κολυμπά πιο γρήγορα προκειμένου να συλλαμβάνει την τροφή της. *
- () ΣΥΜΦΩΝΩ () ΔΙΑΦΩΝΩ () ΔΕΝ ΞΕΡΩ
35. Η Θεωρία της Εξέλιξης των οργανισμών μέσω της Φυσικής Επιλογής θα πρέπει να διδάσκεται σαν επιστημονική θεωρία στο σχολείο. *
- () ΣΥΜΦΩΝΩ () ΔΙΑΦΩΝΩ () ΔΕΝ ΞΕΡΩ
36. Η τεράστια ποικιλομορφία της ζωής στη Γη δεν μπορεί να έχει προέλθει μέσω της εξέλιξης αλλά μόνο υπό την επίβλεψη ανώτερου όντος. *
- () ΣΥΜΦΩΝΩ () ΔΙΑΦΩΝΩ () ΔΕΝ ΞΕΡΩ
37. Η εξέλιξη απαιτεί μεγάλο χρονικό διάστημα για να συμβεί, γι αυτό είναι δύσκολο να παρατηρηθεί άμεσα. *
- () ΣΥΜΦΩΝΩ () ΔΙΑΦΩΝΩ () ΔΕΝ ΞΕΡΩ
38. Οι πρώτοι άνθρωποι έζησαν την ίδια εποχή με τους δεινόσαυρους. *
- () ΣΥΜΦΩΝΩ () ΔΙΑΦΩΝΩ () ΔΕΝ ΞΕΡΩ
39. Η εγκαθίδρυση νέων χαρακτηριστικών σε έναν πληθυσμό καθορίζεται μόνο από το περιβάλλον. *
- () ΣΥΜΦΩΝΩ () ΔΙΑΦΩΝΩ () ΔΕΝ ΞΕΡΩ
40. Η Εξελικτική Θεωρία εξηγεί σωστά και την ποικιλομορφία της ζωής αλλά και την εμφάνιση της στη Γη. *
- () ΣΥΜΦΩΝΩ () ΔΙΑΦΩΝΩ () ΔΕΝ ΞΕΡΩ
41. Η εξέλιξη μπορεί να αλλάξει τα κληρονομούμενα χαρακτηριστικά ενός οργανισμού κατά τη διάρκεια της ζωής του. *
- () ΣΥΜΦΩΝΩ () ΔΙΑΦΩΝΩ () ΔΕΝ ΞΕΡΩ
42. Η Γη είναι αρκετά μεγάλη ηλικιακά ώστε να έχει συμβεί η εξέλιξη των οργανισμών. *
- () ΣΥΜΦΩΝΩ () ΔΙΑΦΩΝΩ () ΔΕΝ ΞΕΡΩ
43. Ένα όργανο αν δεν χρησιμοποιείται συνέχεια, σιγά - σιγά εξαφανίζεται λόγω της αχρησίας του και οι επόμενες γενιές πιθανόν να μην το έχουν. *
- () ΣΥΜΦΩΝΩ () ΔΙΑΦΩΝΩ () ΔΕΝ ΞΕΡΩ
44. Με τη Φυσική Επιλογή επιλέγονται τα άτομα του πληθυσμού που έχουν μεγαλύτερες δυνατότητες επιβίωσης στο συγκεκριμένο περιβάλλον (καλύτερα προσαρμοσμένα). *
- () ΣΥΜΦΩΝΩ () ΔΙΑΦΩΝΩ () ΔΕΝ ΞΕΡΩ
45. Η εξέλιξη οδηγεί πάντα στη δημιουργία νέου είδους (ειδογένεση). *
- () ΣΥΜΦΩΝΩ () ΔΙΑΦΩΝΩ () ΔΕΝ ΞΕΡΩ
46. Ο άνθρωπος εξελίχθηκε από τους σημερινούς πιθήκους. *
- () ΣΥΜΦΩΝΩ () ΔΙΑΦΩΝΩ () ΔΕΝ ΞΕΡΩ
47. Όλες οι πάπιες σε μια μικρή λίμνη έχουν τα δάκτυλα των ποδιών τους ενωμένα με μεμβράνες. Η λίμνη αποξηραίνεται τελείως. Με την πάροδο του χρόνου οι απόγονοι των παπιών θα εξελιχθούν ώστε να μην έχουν καθόλου μεμβράνες ανάμεσα στα δάκτυλα των ποδιών τους. *
- () ΣΥΜΦΩΝΩ () ΔΙΑΦΩΝΩ () ΔΕΝ ΞΕΡΩ

BioLogic: Μια εφαρμογή παιχνίδι για τη Βιολογία

Χαράλαμπος ΔΗΜΗΤΡΑΚΟΠΟΥΛΟΣ, Μαρία ΠΙΤΣΑΚΗ, Γεώργιος ΧΑΤΖΗΣΑΒΒΑΣ

4^ο ΓΕΛ Σταυρούπολης, harinho84@gmail.com

Πειραματικό ΓΕΛ Ηρακλείου, mpitsaki@gmail.com

Πειραματικό ΓΕΛ Ηρακλείου, xsavvas@sch.gr

Περίληψη

Το bioLogic αποτελεί μια έξυπνη εκπαιδευτική εφαρμογή-παιχνίδι για την Βιολογία διαθέσιμη στην ελληνική και την αγγλική γλώσσα. Η πρωτοτυπία της έγκειται σε πολλούς παράγοντες: στο γεγονός ότι έχει έντονο διαδραστικό ομαδικό χαρακτήρα, λόγω της πληθώρας των δοκιμασιών που οι παίκτες καλούνται να απαντήσουν, στη διαθεματικότητα του χαρακτήρα του εκπαιδευτικού αυτού εγχειρίματος, καθώς συνεργάστηκαν τρεις εκπαιδευτικοί διαφορετικών ειδικοτήτων με σαφείς ρόλους, στη συνεργασία μαθητών με αποφοίτους, τωρινούς φοιτητές Βιολογίας, σε ρόλο μέντορα και τέλος στην εντρύφηση των μαθητών στους όρους της Βιολογίας σε τομείς που απαντώνται στα σχολικά εγχειρίδια, αλλά και σε τομείς πολύ ανώτερους και δυσκολότερους, που θα συναντήσουν στο πανεπιστήμιο. Αξιοσημείωτο είναι ότι για την αγγλική έκδοση της εφαρμογής, οι μαθητές λειτούργησαν ως μεταφραστές για ένα πολύ μεγάλο όγκο δεδομένων και εξοικειώθηκαν με την αγγλική ορολογία της Βιολογίας. Στο παιχνίδι-εφαρμογή, η Βιολογία είναι χωρισμένη σε έξι ομαδοποιημένες κατηγορίες και οι δοκιμασίες (παιχνίδια) είναι πέντε.

Λέξεις-κλειδιά: Παιχνίδι, εφαρμογή Android, συνεργασία μαθητών, διεπιστημονικότητα, αγγλικά

Εισαγωγή

Το παιχνίδι αποτελεί μία από τις σημαντικότερες ασχολίες του παιδιού. Μέσω του παιχνιδιού το παιδί μπορεί να αποκτά εμπειρίες και με ενεργό τρόπο να προσαρμόζεται στις εκάστοτε απαιτήσεις θέτοντας συγκεκριμένους στόχους. Με αυτόν τον τρόπο, από μικρή ηλικία, το άτομο αυτενεργώντας, εξοικειώνεται με λειτουργίες, όπως η επανάληψη, η εξάσκηση, η μίμηση, η εξερεύνηση, η ανακάλυψη και η σύνθεση, τις οποίες και εξελίσσει προοδευτικά όσο περνά τα ηλικιακά στάδια της ζωής του. Έτσι, το παιχνίδι δρα ως το μέσο για την ανάπτυξη μαθησιακών ικανοτήτων που σχετίζονται με την εμπλοκή, την επιμονή, την αυτορρύθμιση, την αυτοεκτίμηση, την εμπιστοσύνη, τα εσωτερικά κίνητρα και τη συναλλαγή με τον κοινωνικό περίγυρο. Με άλλα λόγια, τα οφέλη του παιχνιδιού εντοπίζονται τόσο σε γνωστικό όσο και σε κοινωνικό επίπεδο (Μετοχιανάκης 2008).

Παράλληλα, η εξέλιξη της τεχνολογίας έχει συμβάλει ουσιαστικά στην ανάπτυξη του παιχνιδιού. Τα παιδιά φαίνονται, πλέον, εξαιρετικά εξοικειωμένα με τη χρήση των τεχνολογικά νέων παιχνιδιών και εργαλείων, με αποτέλεσμα να προτιμάται η εισαγωγή τους ολοένα και περισσότερο στην εκπαιδευτική διαδικασία. Η νέα αυτή τάση δημιουργεί ένα νέο είδος μάθησης που βασίζεται στα ψηφιακά παιχνίδια (game-based learning) και διαφοροποιεί σε μεγάλο βαθμό τον αποκλειστικά παραδοσιακό τρόπο μάθησης, που κυριαρχούσε μόλις μερικές δεκαετίες πριν (Prensky 2007). Άλλωστε, όπως έχει παρατηρηθεί, οι μαθητές και οι μαθήτριες πλέον δε δείχνουν να παρακινούνται, αλλά ούτε και να επιτυγχάνουν ικανοποιητικά μαθησιακά αποτελέσματα από το υφιστάμενο παραδοσιακό σύστημα εκπαίδευσης. Συνεπώς, οι έρευνες και τα εκπαιδευτικά συστήματα χωρών, που έχουν τη δυνατότητα εξέλιξης, στρέφονται προς τον εκσυγχρονισμό της εκπαίδευσης (Gee 2007).

Συνδυαστικά, σε ό,τι αφορά, αφενός τη γνωστικά πολυεπίπεδη επιστήμη της Βιολογίας και αφετέρου την αυξανόμενη χρήση των έξυπνων κινητών τηλεφώνων, διαπιστώθηκε η έλλειψη εφαρμογών που να σχετίζονται με το διαδραστικό παιχνίδι ομάδων, ειδικά στην ελληνική γλώσσα. Κάποιες από τις υπάρχουσες εφαρμογές εστιάζουν περισσότερο στο παιχνίδι ερωτήσεων

Βιολογίας σε μορφή κουίζ, ως ατομική πρόκληση ή σε συνδυασμό με άλλα γνωστικά πεδία. Ως εκ τούτου, η ομάδα μας θέλησε να δημιουργήσει μια εφαρμογή σχετική με τη Βιολογία, με έντονο το στοιχείο του ομαδικού διαδραστικού παιχνιδιού, που να είναι διαθέσιμη τόσο στην ελληνική όσο και στην αγγλική γλώσσα.

Περιγραφή εργασίας

Γενικά

Η δημιουργία της εφαρμογής bioLogic πραγματοποιήθηκε κατά το σχολικό έτος 2017-18 στο Πειραματικό Γενικό Λύκειο του Ηρακλείου Κρήτης, με μαθητές και μαθήτριες από όλες τις τάξεις του σχολείου και με την εποπτεία των καθηγητών Βιολογίας, Φυσικής και Αγγλικής Γλώσσας. Πρόκειται για μια εφαρμογή (application) σε περιβάλλον Android, η οποία αποτελεί ένα συνδυασμό παιχνιδιών που σχετίζονται με τη Βιολογία. Η ιδέα για την εφαρμογή γεννήθηκε από το αυξημένο ενδιαφέρον των μαθητών και μαθητριών του σχολείου για τη Βιολογία και την ανάγκη τους για πολυεπίπεδη προσέγγιση και περαιτέρω διερεύνηση αυτής της επιστήμης. Η εφαρμογή διατίθεται δωρεάν από το Google Play Store στη διεύθυνση: <https://play.google.com/store/apps/details?id=xsavvas.BioLogic>.

Οι μαθητές και οι μαθήτριες του σχολείου που εκδήλωσαν ενδιαφέρον συμμετοχής στο εγχείρημα, αφού ενημερώθηκαν για τη μορφή του παιχνιδιού, από τον καθηγητή της Βιολογίας, αποφάσισαν να χωρίσουν την επιστήμη της Βιολογίας σε κλάδους/υποκατηγορίες. Στη συνέχεια, ομαδοποιήθηκαν οι κλάδοι σε έξι (6) ομάδες, ανάλογα με τη συνάφειά τους, όπως συμβαίνει στα επιτραπέζια (ή ηλεκτρονικά) παιχνίδια γνώσεων. Σε συνδυασμό με τα πέντε (5) διαφορετικά παιχνίδια («δοκιμασίες») που συμπεριλαμβάνει η τελική εφαρμογή, οι μαθητές και οι μαθήτριες χωρίστηκαν σε ομάδες, αναλόγως με τα ενδιαφέροντά τους και τις ανάγκες του παιχνιδιού, με σκοπό να δημιουργήσουν τις κάρτες των παιχνιδιών ανά κατηγορία. Ορίστηκε μία υπεύθυνη μαθήτρια για κάθε κατηγορία, με αποστολή να ενσωματώνει σε ένα ενιαίο αρχείο τις κάρτες, που θα έπρεπε να στέλνονται ανά τακτά και καθορισμένα εκ των προτέρων χρονικά διαστήματα.

Για τον συντονισμό ενός τόσο μεγάλου εγχειρήματος ζητήθηκε η βοήθεια των αποφοίτων του σχολείου, νυν φοιτητών στο Τμήμα Βιολογίας του Πανεπιστημίου Κρήτης. Ο καθένας και η καθεμία τους ανέλαβε την επιμέλεια μίας κατηγορίας, παίρνοντας τον ρόλο του «μέντορα» (supervisor). Επειδή οι φοιτητές ήταν πέντε (5), μία κατηγορία την ανέλαβε ο καθηγητής Βιολογίας του σχολείου.

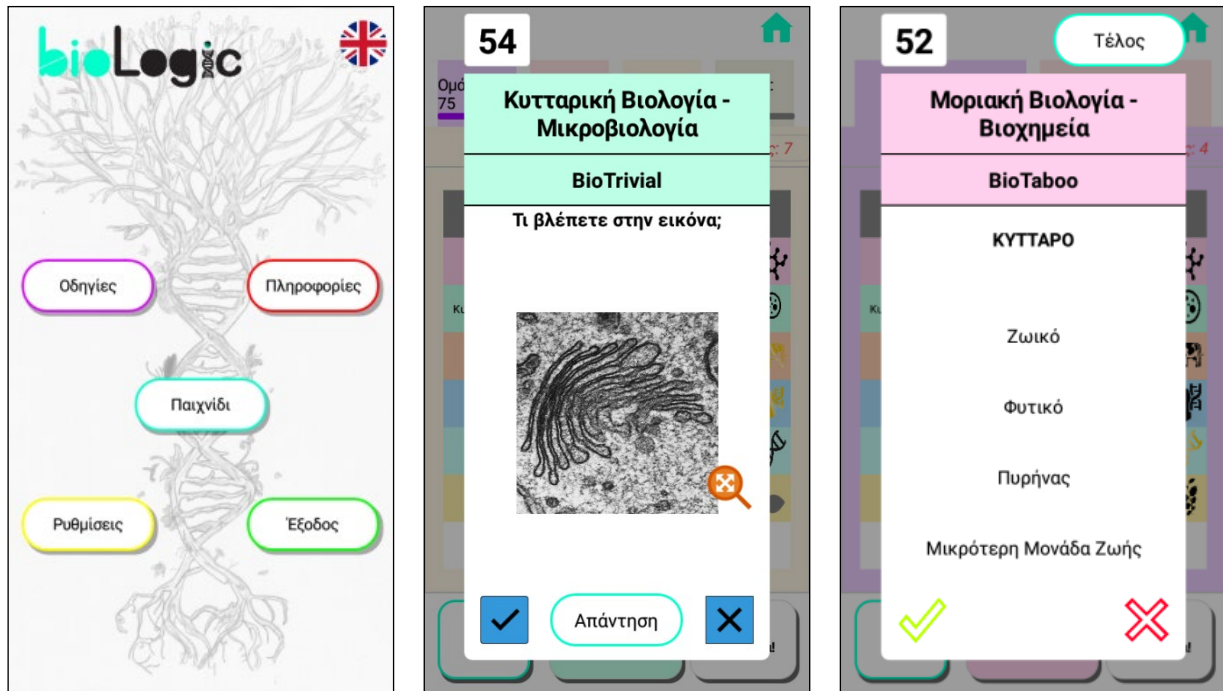
Τέλος, στην προσπάθειά μας να χρησιμοποιηθεί η εφαρμογή αυτή και εκτός του ελληνόφωνου χώρου, η καθηγήτρια Αγγλικών του σχολείου συντόνισε την ομάδα των μαθητών και μαθητριών που μετέφρασε στα αγγλικά το παιχνίδι στο σύνολό του. Αποφασίστηκε από κοινού το όνομα του παιχνιδιού, ενώ ένας από τους μαθητές της ομάδας μας βοήθησε στο λογότυπο, το εικονίδιο καθώς και στο περιβάλλον της εφαρμογής. Ο καθηγητής της Φυσικής ανέλαβε τον προγραμματισμό της εφαρμογής.

Το παιχνίδι

Οι οδηγίες του παιχνιδιού, τόσο στα ελληνικά όσο και στα αγγλικά, αναφέρονται σε εμφανές σημείο και μέσα στην εφαρμογή, ούτως ώστε να διευκολύνεται η πρόσβαση και η κατανόησή τους από τους παίκτες/τις παίκτριες (Εικόνα 1 αριστερά). Η Βιολογία χωρίστηκε σε έξι (6) ομαδοποιημένες **κατηγορίες**. Αυτές ήταν: Μοριακή Βιολογία – Βιοχημεία, Κυτταρική Βιολογία – Μικροβιολογία, Ζωολογία – Βοτανική – Εξέλιξη, Οικολογία – Περιβάλλον, Βιολογία Ανθρώπου και Γενετική – Βιοτεχνολογία. Για το παιχνίδι δημιουργήθηκαν πέντε (5) διαφορετικές **δοκιμασίες**, που στο σύνολό τους μπορούν να συμπληρώσουν την απαραίτητη βαθμολογία κάθε ομάδας. Στις δοκιμασίες αυτές δόθηκαν τα εξής ονόματα: BioTrivial, BioTaboo, BioDraw, BioMime και Bio10 ενώ παράλληλα, υπάρχει μια ακόμα πιθανότητα «Διάλεξε από τα

προηγούμενα».

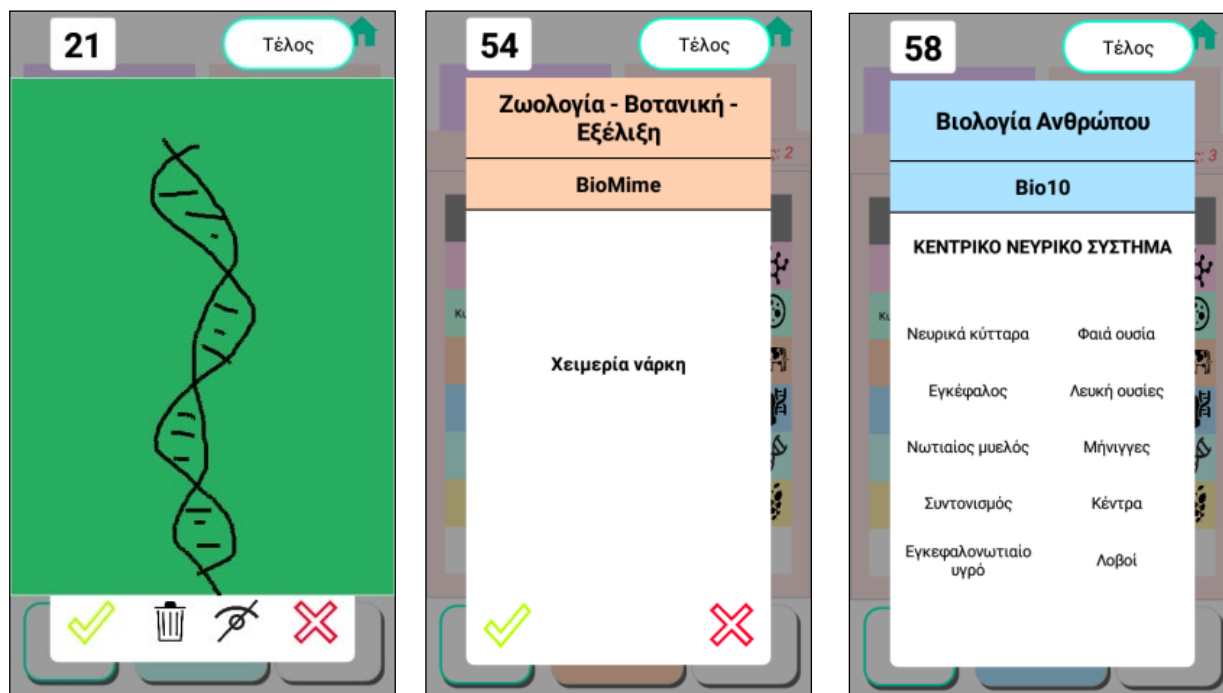
Μέσα από τη σωστή διεκπεραίωση της κάθε δοκιμασίας, η εκάστοτε ομάδα μαζεύει πόντους. Η πρώτη ομάδα, που θα καταφέρει να φτάσει το σύνολο των πόντων που έχει οριστεί, θα είναι η νικήτρια. Είναι σημαντικό ότι κάθε ομάδα πρέπει να συγκεντρώσει πόντους από κάθε κατηγορία της Βιολογίας. Επιπλέον, προκειμένου να μη γίνεται κατάχρηση στην αλλαγή καρτών, υπάρχει και αρνητική βαθμολόγηση, όπως αναφέρεται στη συνέχεια.



Εικόνα 1. Η κεντρική σελίδα της εφαρμογής στα ελληνικά (αριστερά). Οι δοκιμασίες: BioTrivial στην κατηγορία «Βιολογία Ανθρώπου» (μέση) και BioTaboo στην κατηγορία «Μοριακή Βιολογία - Βιοχημεία» (δεξιά).

Πιο συγκεκριμένα, στην αρχή κάθε παιχνιδιού τα άτομα που πρόκειται να παίξουν χωρίζονται σε δύο έως τέσσερις (2-4) ομάδες. Κάθε ομάδα έχει εξήντα (60) δευτερόλεπτα για να διαγωνιστεί σε μια από τις πέντε (5) δοκιμασίες παιχνιδιών που σχετίζονται με τη Βιολογία, χωρισμένη σε κατηγορίες. Ο συνδυασμός «δοκιμασία παιχνιδιού – κατηγορία Βιολογίας» προκύπτει τυχαία μέσω της χρήσης «ηλεκτρονικού ζαριού». Μέσα στο λεπτό που δίνεται κάθε ομάδα καλείται:

- Να απαντήσει συλλογικά σε μία ερώτηση που θέτει η αντίπαλη ομάδα στο **BioTrivial** (Εικόνα 1 μέση).
- Να περιγράψει ένα μέλος της όσες περισσότερες έννοιες μπορεί στο **BioTaboo**, χωρίς να χρησιμοποιήσει τις λέξεις-taboo και παράγωγα ή σύνθετά τους, όπως και της έννοιας που δίνεται. Η έννοια πρέπει να λεχθεί από την ομάδα όπως ακριβώς δίνεται (Εικόνα 1 δεξιά)!
- Να σχεδιάσει ένα μέλος της στην οθόνη του κινητού (ή σε χαρτί με στυλό!) όσες περισσότερες έννοιες μπορεί, ούτως ώστε να αναγνωριστεί από τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας στο **BioDraw** (Εικόνα 2 αριστερά).
- Να περιγράψει ένα μέλος της όσες περισσότερες έννοιες μπορεί χρησιμοποιώντας μόνο τη γλώσσα του σώματος, και χωρίς να μιλήσει καθόλου στο **BioMime**. (Εικόνα 2 μεση)!
- Να βρει συλλογικά όσες περισσότερες λέξεις συνοδεύουν την έννοια που τους δίνεται από την αντίπαλη ομάδα, με σκοπό να εντοπίσουν και τις δέκα (10) που υπάρχουν στο παιχνίδι στο **Bio10** (Εικόνα 2 δεξιά).



Εικόνα 2. Οι δοκιμασίες BioDraw όπου ο χρήστης καλείται να σχεδιάσει τη λέξη που του τυχαίνει (αριστερά), BioMime στην κατηγορία «Ζωολογία – Βοτανική – Εξέλιξη» (μέση) και Bio10 στην κατηγορία «Βιολογία Ανθρώπου» (δεξιά).

Οι πόντοι από κάθε δοκιμασία περνούν αυτόματα στο σύστημα, αναλόγως αν η ομάδα έχει διεκπεραιώσει επιτυχώς τον σκοπό της. Στις περιπτώσεις των δοκιμασιών που οι ηλεκτρονικές κάρτες εναλλάσσονται στη διάρκεια του λεπτού (BioTaboo, BioDraw, BioMime) η ανεπιτυχής διεκπεραίωση της κάρτας (λανθασμένη απάντηση, καμία απάντηση, παραβίαση κανόνων) αφαιρεί πόντους, προκειμένου η ομάδα να συνεχίσει στην επόμενη. Η μοριοδότηση των δοκιμασιών υπάρχει στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1: Βαθμολόγηση δοκιμασιών.

ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ	ΕΠΙΤΥΧΗΣ ΔΙΕΚΠΕΡΑΙΩΣΗ	ΑΝΕΠΙΤΥΧΗΣ ΔΙΕΚΠΕΡΑΙΩΣΗ
BioTrivial	+4	0
BioTaboo	+1	-1*
BioDraw	+1	-1*
BioMime	+1	-1*
Bio10	+0,5	0

*η τελευταία κάρτα στην οποία θα λήξει ο χρόνος δε μετράει αρνητικά.

Παιδαγωγική αξία

Μέσα από τη διαδικασία, τόσο της δημιουργίας ενός τέτοιου παιχνιδιού, όσο και της αξιοποίησης της εφαρμογής της στην πράξη, κύριος στόχος ήταν να αγαπήσουν τα παιδιά τη Βιολογία και να την γνωρίσουν σε όλα τα πεδία μελέτης της. Στη σχολική ζωή, η διδακτέα ύλη με την οποία έρχεται ένας μαθητής ή μια μαθήτρια σε επαφή είναι περιορισμένη, τόσο σε σχέση με το βάθος όσο και με την ποικιλία των πεδίων της (π.χ. Συστηματική, Βιολογία Συμπεριφοράς). Συζητώντας και διερευνώντας κατά τη διαδικασία δημιουργίας της εφαρμογής, οι μαθητές και οι μαθήτριες κατάφεραν να γνωρίσουν αυτά τα νέα πεδία και να αναζητήσουν πληροφορίες για αντικείμενα, που πιθανώς γνώριζαν, αλλά ίσως μέχρι έναν βαθμό. Επιπροσθέτως, σημειώνεται ότι παρόλο που κάποιες κάρτες φαίνεται να ξεφεύγουν ελαφρώς από την πλήρη ένταξή τους στην επιστήμη της Βιολογίας, εντούτοις κρατήθηκαν, καθώς θεωρήθηκε ότι πρόκειται για ένα παιχνίδι που ως σκοπό έχει να ψυχαγωγήσει και όχι να τιμωρήσει τη δημιουργικότητα και τη φαντασία.

Στη φάση που το παιχνίδι έχει ολοκληρωθεί και έχει παραδοθεί στο κοινό και μπορεί να παίζεται από όλες και όλους πλέον, η χαρά της άμιλλας, του συναγωνισμού, αλλά και της συνεργασίας μεταξύ των ατόμων της ίδιας ομάδας, είναι αυτά που μπορούν να καταστήσουν τη γνώση παιχνίδι και ολόένα και περισσότεροι άνθρωποι να γίνονται κοινωνοί αυτής της προσπάθειας, αλλά και της γνώσης επάνω στην επιστήμη της Βιολογίας. Ακόμα και σε πιο ειδικούς όρους, αναζητείται η ευρηματικότητα των παικτών και παικτριών, που σε ορισμένες δοκιμασίες μπορεί να είναι σημαντικότερες από ότι η ίδια η γνώση (π.χ. BioTaboo, BioMime).

Σε γνωστικό επίπεδο, καταλυτική υπήρξε η απόφαση να προσφέρουμε τη δυνατότητα της αγγλόφωνης εκδοχής του παιχνιδιού, γεγονός που συνεπαγόταν επίπονη προσπάθεια στο επίπεδο της ερμηνείας και της μετάφρασης από την μητρική προς την αγγλική γλώσσα. Αδιαμφισβήτητα, όταν κανείς αποφασίζει να ασχοληθεί με τις βιολογικές και συναφείς επιστήμες στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, θα έρθει σε επαφή με την ξενόγλωσση ορολογία και βιβλιογραφία. Είναι εντυπωσιακό ότι ακριβώς αυτό ήταν και το σκεπτικό μιας μεγάλης μερίδας παιδιών που ζήτησαν με θέρμη να ασχοληθούν με το απαιτητικό έργο της μετάφρασης. Έτσι, αρκετά παιδιά είχαν την ευκαιρία να έρθουν, από νωρίς, σε επαφή με μια τόσο σπουδαία εμπειρία, που είναι πολύ πιθανό αργότερα να συναντήσουν και να αντιμετωπίσουν, σαφώς με μεγαλύτερη άνεση, στην ακαδημαϊκή τους ζωή.

Σε δεύτερο επίπεδο, εξίσου καθοριστική ήταν η ανάπτυξη δεξιοτήτων στα παιδιά, όπως ο διάλογος και η κοινή λήψη αποφάσεων, η ομαδοσυνεργατική μέθοδος, η συνέπεια και η ανάληψη ρόλων συντονισμού και αξιολόγησης του υλικού που συλλογικά δημιουργήθηκε. Επιπλέον, ήταν ευνοϊκές οι συνθήκες για ανάληψη πρωτοβουλιών, ανάπτυξη της δημιουργικότητας και άσκηση της κριτικής σκέψης, καθώς χωρίς αυτές, δε θα μπορούσε να φτιαχτεί ένα παιχνίδι που απευθύνεται παράλληλα, εκτός από τις γνώσεις, και στην ψυχαγωγία των παικτών και παικτριών. Τελευταίος, αλλά πολύ σημαντικός παράγοντας, υπήρξε το γεγονός, ότι μέσω αυτής της συνεργατικής διαδικασίας, αναπτύχθηκαν σχέσεις ή και φιλίες με άτομα που μέχρι πρότινος ίσως να μην είχαν την ευκαιρία να γνωριστούν καλύτερα. Είναι σπουδαίο να αναγνωριστεί η αξία ενός μαθήματος, το οποίο μπορεί να δώσει την ευκαιρία σε νέους ανθρώπους να ανακαλύψουν τα κοινά τους ενδιαφέροντα με άλλους και να αναπτύξουν σημαντικές κοινωνικές δεξιότητες με αφορμή την ίδια την επιστήμη. Σε ένα δεύτερο επίπεδο, η φιλική διασύνδεση ορισμένων μαθητών και μαθητριών με τους φοιτητές και τις φοιτήτριες της Βιολογίας διευκόλυνε τη διάδοση της προπτυχιακής ακαδημαϊκής εμπειρίας των τελευταίων και έδωσε έναυσμα και κίνητρο στους πρώτους να σκεφτούν και να επιλέξουν το μέλλον των σπουδών τους.

Βιβλιογραφία

Για την εργασία:

Μετοχιανάκης, Η. (2008). *Εισαγωγή στην Παιδαγωγική*. Ιδιωτική Έκδοση

Gee, J.P. (2007). *What video games have to teach us about learning and literacy*. Palgrave Macmillian

Prensky, M. (2007). *Digital Game-Based Learning*. Paragon House

Για το παιχνίδι:

Αδαμαντιάδου, Σ., Γεωργάτου, Μ., Γιαπιτζάκης, Χ., Λάκκα, Α., Νοταράς, Δ., Φλωρεντίν, Ν., Χατζηγεωργίου, Γ., Χατζηκωντή, Ο. (2017). *Βιολογία Γενικής Παιδείας Γ' Γενικού Λυκείου*. Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών & Εκδόσεων Διόφαντος.

Αλεπόρου-Μαρίνου, Β., Αργυροκαστρίτης, Α., Κοσμητοπούλου, Α., Πιαλόγλου, Π. (2017). *Βιολογία Ο.Π. Θετικών σπουδών Γ' Γενικού Λυκείου*. Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών & Εκδόσεων Διόφαντος.

Αρδίτης, Η., Γκιργκινούδης, Π., Γιαπιτζάκης, Χ., Καλαϊτζιδάκη, Μ., Καναβάκης, Ν., Καραδήμας, Χ., Κοκκορόγιαννης, Θ., Κυριαζή, Θ., Μειντάνης, Σ., Μπουγά, Μ., Νοταράς, Δ., Παπαπανάγου, Ε., Πιταροκοίλης, Μ., Στάικου, Α., Υφαντή, Ε., Χατζηγιάννου, Μ.,

- Χατζηκωντή, Ο., Χρονοπούλου, Π. (2007). *Βιολογία Θετικής Κατεύθυνσης Β' τάξης Γενικού Λυκείου*. Οργανισμός Έκδοσης Διδακτικών Βιβλίων.
- Γιαλούρης, Π., Μποσινάκου, Κ., Σιδέρης, Δ. (2018). *Βιοχημεία Τεχνολογικής Κατεύθυνσης*. Οργανισμών Έκδοσης Διδακτικών Βιβλίων.
- Καστορίνης, Α., Κωστάκη-Αποστολοπούλου, Μ., Μπαρώνα-Μάμαλη, Φ., Περάκη, Β., Πιαλόγλου, Π. (2017) *Βιολογία Α' Γενικού Λυκείου*. Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών & Εκδόσεων Διόφαντος.
- Καψάλης, Α., Μπουρμπουχάκης, Ι., Περάκη, Β., Σαλαμαστράκης, Σ. (2017). *Βιολογία γενικής παιδείας Β' Λυκείου*. Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών & Εκδόσεων Διόφαντος.
- Λαδουκάκης, Ε. (2016). *Βασικές Αρχές Εξελικτικής Βιολογίας*. Ηλεκτρονικό Βιβλίο
- Μανέτας, Γ. (2016). *Τι θα έβλεπε η Αλίκη στη χώρα των φυτών*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης
- Μαυρικάκη, Ε., Γκούβρα, Μ., Καμπούρη, Α. (2017). *Βιολογία Α' Γυμνασίου*. Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών & Εκδόσεων Διόφαντος
- Μαυρικάκη, Ε., Γκούβρα, Μ., Καμπούρη, Α. (2017). *Βιολογία Γ' Γυμνασίου*. Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών & Εκδόσεων Διόφαντος
- Alberts, B., Bray, D., Hopkin, K., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., Walter, P. (2016) *Βασικές Αρχές Κυτταρικής Βιολογίας (2^η έκδοση)*. Εκδόσεις Πασχαλίδη.
- Berg, J., Tymoczko, J., Stryer, L. (2014). *Βιοχημεία*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης
- Campbell, N.A., Reece, J.B. (2013). *Βιολογία*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.
- Futyuma, D. (1995). *Εξελικτική Βιολογία*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.
- Hartwell, L., Hood, L., Goldberg, M., Reynolds, A., Silver, L. (2013). *Γενετική*. Εκδόσεις Utopia.
- Hickman, C., Roberts, L., Keen, S., Larson, A., L'Anson, H., Eisenhour, D. (2015). *Ζωολογία, Ολοκληρωμένες Αρχές*. Εκδόσεις Utopia.
- Lehninger, S., Nelson, D. (2011). *Βασικές Αρχές Βιοχημείας*. Εκδόσεις Πασχαλίδη.
- Madigan, M.T., Martinko, J.M., Parker, J. (2005). *Brock: Βιολογία των μικροοργανισμών (Τόμος Ι)*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.
- Russell, P. (2013). *iGenetics Επιτομή Έκδοση*. Ακαδημαϊκές εκδόσεις Ι. Μπάσδρα & ΣΙΑ.
- Watson, J., Baker, T., Bell, S., Gann, A, Levine, M., Losick, R. (2015). *Μοριακή Βιολογία του Γονιδίου*. Εκδόσεις Utopia.

«Human Body Scavenger Hunt»: κατανοώντας το ανθρώπινο σώμα με χρήση Τ.Π.Ε.

Έλενα ΝΙΚΟΛΟΠΟΥΛΟΥ

Ιατρική Σχολή Αθηνών ΕΚΠΑ, Εκπαιδευτήρια «Νέα Γενιά Ζηρίδη», elena.nikolopoulou@gmail.com

Περίληψη

Η γνώση στο χώρο της Υγείας αυξάνεται με εκθετικό ρυθμό. Στον κλάδο της Βιολογίας, το πρόβλημα δεν βρίσκεται στην έλλειψη πληροφοριών, αλλά στη διαχείριση του όγκου των επιστημονικών δεδομένων και στην ικανότητα συσχετισμού τους. Οι μαθητές δύσκολα αντιλαμβάνονται την πολυπλοκότητα βιολογικών μορίων και διεργασιών, ενώ ακόμη πιο δύσκολα κάνουν συσχετίσεις ως προς την ανατομική θέση και το χρόνο πραγματοποίησης διαφόρων διαδικασιών. Οι ΤΠΕ με δυνατότητες για μοντελοποίηση και 3D αναπαράσταση, βοηθούν στην κατανόηση βιολογικών εννοιών. Το παρόν διδακτικό σενάριο με χρήση εφαρμογών AR, VR και QRcodes, σχεδιάστηκε στα πλαίσια του μαθήματος Βιολογίας Β' Γυμνασίου, με σκοπό την κατανόηση των όρων: κύτταρο – όργανο – σύστημα – οργανισμός. Στην υλοποίηση κύριο ρόλο έχει το παιχνίδι, καθώς οι μαθητές αναζητούν έναν «κρυμμένο θησαυρό», χωρισμένοι σε ομάδες, ώστε να προκύψει ο νικητής.

Λέξεις-κλειδιά: βιολογία, «κρυμμένος θησαυρός», AR, VR, QRcodes

Εισαγωγή

Οι Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) αρχίζουν σταδιακά να εμφανίζονται στην εκπαίδευση. Στο Νέο Σχολείο, αποτελούν χρήσιμο εργαλείο, καθώς ενισχύουν τη διδασκαλία, βελτιώνοντας σημαντικά το εκπαιδευτικό αποτέλεσμα. Η εκπαίδευση με ΤΠΕ θεωρείται ως προσόν για τον εκπαιδευόμενο, καθώς αποκτά δεξιότητες και αναπτύσσει τον τρόπο σκέψης του, με ταυτόχρονη χρήση σύγχρονων τεχνολογιών (Wallet, P., & Melgar, B. V., 2014).

Οι Επιστήμες Υγείας εμπλουτίζονται εκθετικά και οι επιστήμονες υγείας καλούνται να εργάζονται με μεγάλες επιστημονικές ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων (π.χ. Pubmed). Η Βιολογία οφείλει να «ξεφύγει» από τον κλασικό και στείο τρόπο διδασκαλίας, καθώς οι μαθητές πρέπει να κατανοούν μεγάλο όγκο αλληλένδετων πληροφοριών. Ταυτόχρονα, πρέπει να εκπαιδεύονται στη μεθοδολογία της έρευνας, ξεπερνώντας δυσκολίες όπως αναζήτηση βιβλιογραφικών πηγών, αξιοπιστία πληροφοριών και εξαγωγή συμπερασμάτων (Potyrala, 2002).

Η εκπαίδευση μελλοντικών επιστημόνων οφείλει να κινητοποιεί τους μαθητές, να θέτουν ερωτήσεις και να εντάσσονται στη διαδικασία αναζήτησης και εύρεσης λύσεων (InquiryBasedScienceEducation; IBSE). Μειδικά διαμορφωμένα σενάρια (studycases) οι μαθητές εντοπίζουν το πρόβλημα και αναζητούν αίτια και συνέπειες. Η χρήση προπλάσμάτων και η μικροσκοπική παρατήρηση τομών ευνοεί την κατανόηση βασικών αρχών βιολογίας, ως μετάβαση από τη θεωρία στην εργαστηριακή πράξη. Συχνά όμως οι μαθητές δεν προχωρούν σε περαιτέρω συσχετισμούς, με αποτέλεσμα αρκετά κενά. Η χρήση ΤΠΕ βοηθά στην κατανόηση βασικών εννοιών βιολογίας, καθώς οι μαθητές εξοικειώνονται με μοντέλα 3D. Ταυτόχρονα, ο βέλτιστος σχεδιασμός εικόνων σε σύγχρονο προγραμματιστικό περιβάλλον αναπαριστά με λεπτομερή τρόπο βιολογικές δομές, με αποτέλεσμα να προσελκύεται το ενδιαφέρον των μαθητών (Wang, Q., 2017).

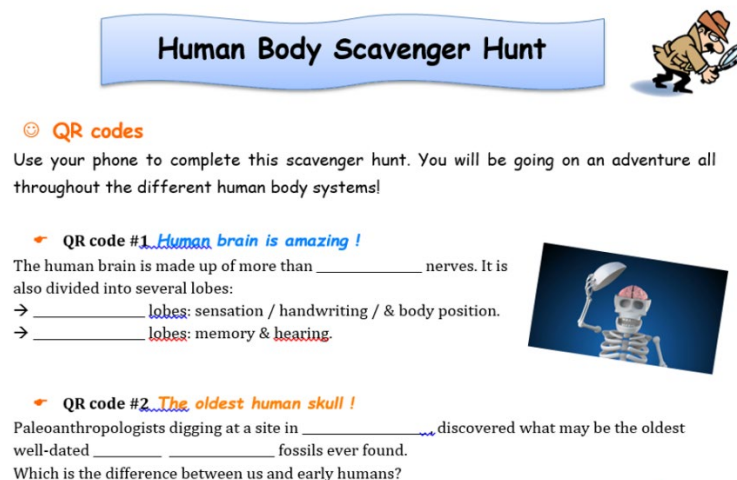
Η διδασκαλία των επιπέδων οργάνωσης από το μοριακό επίπεδο σε αυτό του κυττάρου και στο σύνολο του οργανισμού, αποτελεί ένα δυσνόητο κομμάτι, εξαιρετικά δύσκολο να αποδοθεί με τη χρήση ενός κλασσικού πίνακα (Sligh, 2000). Η συσχέτιση των εννοιών: κύτταρο – όργανο – σύστημα και οργανισμός συχνά δεν μπορεί να γίνει αντιληπτή (Kilic, D., & Salam, N., 2004), αφού

απαιτείται μετάβαση από ένα κλάδο της βιολογίας σε άλλο: από την Κυτταρική Βιολογία (δομή και λειτουργία κυτταρικών οργανιδίων), στην Ιστολογία (μελέτη ιστών) και τη Φυσιολογία.

Σκοπός

Η εργασία περιγράφει ένα διδακτικό διαδραστικό σενάριο για τη διδασκαλία των εννοιών του κυττάρου, του σωματικού οργάνου και του οργανικού συστήματος στη Βιολογία Β' Γυμνασίου. Το διδακτικό σενάριο ενσωματώνει τη χρήση φορητών συσκευών, γεγονός το οποίο αποτελεί σημαντική καινοτομία στη χρήση των ΤΠΕ στην εκπαίδευση. Το Διδακτικό Σενάριο είναι σύμφωνο με τη διδακτέα ύλη του μαθήματος και καλύπτει στοιχεία των ενοτήτων «Οργάνωση της ζωής – Βιολογικά συστήματα» και «Στήριξη και Κίνηση» του Προγράμματος Σπουδών. Στόχος ήταν οι μαθητές να φτάσουν στο σημείο να συσχετίσουν με απλές περιγραφές τις δομές και τις λειτουργίες των όρων: κύτταρο, όργανο και σύστημα. Δόθηκε έμφαση στη συνάρτηση της ανατομικής θέσης και ταυτόχρονα του χρόνου στον οποίο πραγματοποιούνται διάφορες βιολογικές διεργασίες.

Βασική προϋπόθεση ήταν τα απαιτούμενα εργαλεία να είναι προσβάσιμα σε όλους τους μαθητές, χωρίς ανάγκη για αγορά ακριβού εξοπλισμού και εμπορικών εφαρμογών. Έτσι, συμμετείχαν όλοι οι μαθητές με χρήση προσωπικών φορητών συσκευών (tablets και κινητά τηλέφωνα smartphones), δουλεύοντας είτε με εφαρμογές που είναι δωρεάν, είτε με εφαρμογές που δημιουργήθηκαν από το συγγραφέα και απαιτούσαν μόνο πρόσβαση στο Διαδίκτυο. Τα διάφορα μέρη του σεναρίου πραγματοποιήθηκαν σε καθορισμένες διδακτικές ώρες (4 στο σύνολο), ώστε να αποφευχθεί η κατάχρηση των συσκευών και με κύριο στόχο τη συμπλήρωση φύλλων εργασίας (Εικόνα 1) που είχαν νωρίτερα παρουσιαστεί.



Εικόνα 1. Υπόδειγμα του φύλλου εργασιών που δόθηκε στους μαθητές προς συμπλήρωση.

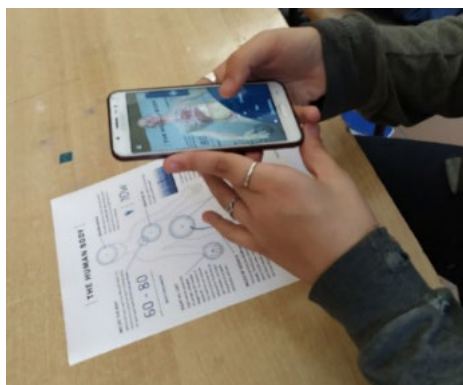
Μέθοδος

Για την επίτευξη του σκοπού το σενάριο χωρίστηκε σε 3 μέρη:

A. «Περπατώντας μέσα στο κύτταρο»: Με χρήση ατομικών ειδικών γυαλιών και την εμπορική εφαρμογή εικονικής πραγματικότητας (Virtual Reality; VR) «InsideCellVR», στα πλαίσια μίας διδακτικής ώρας, οι μαθητές περιηγήθηκαν μέσα στο κύτταρο περπατώντας μέσα στην τάξη. Σκοπός ήταν να κατανοήσουν τη δομή και λειτουργία των κυτταρικών οργανιδίων και τη συσχέτισή τους ως προς τη συνολική δομή του κυττάρου.

B. «Anatomy in action»: οι μαθητές χρησιμοποίησαν smartphones ώστε να ανακαλύψουν τη δομή του ανθρώπινου οργανισμού μέσω της εμπορικής εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας

(AugmentedReality;AR) «Anatomy 4D» (Εικόνα 2). Σκοπός ήταν η μελέτη του Μυοσκελετικού συστήματος. Η συγκεκριμένη δραστηριότητα ολοκληρώθηκε στα πλαίσια μίας διδακτικής ώρας.



Εικόνα 2. Οι μαθητές σαρώνουν την απαιτούμενη εικόνα, ώστε να εμφανιστεί το ανθρώπινο σώμα και τα συστήματά του, με χρήση της εφαρμογής AR “Anatomy 4D”.

Γ. «HumanBodyScavengerHunt»: οι μαθητές χωρίστηκαν σε ομάδες εντός 2 διδακτικών ωρών, προκειμένου να συμπληρώσουν ένα φύλλο εργασίας, υπό τη μορφή ενός παιχνιδιού ως «κυνήγι θησαυρού» εκτός τάξης («outdoorlearning»). Οι μαθητές έπρεπε να σαρώσουν διάφορα QRcodes(Ετικέτες Γρήγορης Ανταπόκρισης) κατάλληλα σχεδιασμένα και τοποθετημένα στα διάφορα όργανα ενός προπλάσματος Ανατομίας (ανθρώπινο σώμα) (Εικόνα 3).



Εικόνα 3. Τα QRcodes σχεδιασμένα από το διδάσκοντα και τοποθετημένα στα διάφορα όργανα του προπλάσματος.

Μαθησιακοί στόχοι

Με την υλοποίηση του διδακτικού σεναρίου, οι μαθητές πρέπει να απαντούν στα παρακάτω ερωτήματα, με την εξής αναλογία:

→Το σύνολο των μαθητών: «Ποια είναι η βασική δομή του κυττάρου;»/«Ποια είναι τα διαφορετικά συστήματα του ανθρώπινου οργανισμού;». →Η πλειοψηφία των μαθητών: «Ποια

είναι η λειτουργία κάθε κυτταρικού οργανιδίου;»/«Ποιος είναι ο βασικός ρόλος κάθε συστήματος του ανθρώπινου οργανισμού;». → Κάποιοι από τους μαθητές: «Από ποια όργανα αποτελείται κάθε σύστημα και ποιος είναι ο κύριος ρόλος τους;».

Διδακτικές Προσεγγίσεις

Η συγκεκριμένη διδασκαλία στηρίχθηκε στην προϋπάρχουσα γνώση των μαθητών σε θέματα βιολογίας, καθώς ο συγγραφέας βασίστηκε στη θεωρία του κοινωνικού εποικοδομητισμού (Ausubel, 1968). Ταυτόχρονα εφαρμόστηκε το μοντέλο της συνεργατικής μάθησης (Lazarowitz, R. & Hertz-Lazarowitz, R., 1998), καθώς οι μαθητές λειτούργησαν σε ολιγομελείς ομάδες, γεγονός που τους ευνόησε στην ανάπτυξη έντονου του αισθήματος της συνεργασίας, υπό το πρίσμα ενός παιχνιδιού. Παράλληλα, ως προς τις διδακτικές τεχνικές, το σενάριο στηρίχθηκε σε «μετωπικό πείραμα» κατά το οποίο οι μαθητές πραγματοποιούσαν όλοι ταυτόχρονα την ίδια δραστηριότητα.

Συμπεράσματα

Οι ΤΠΕ προσφέρουν εξαιρετικές ευκαιρίες εμπλουτισμού του γνωστικού αντικείμενου της βιολογίας, με τρισδιάστατες απεικονίσεις, σχεδιασμό μοντέλων και αναπαράσταση βιολογικών διεργασιών. Η χρήση των ΤΠΕ εκτός από επιτακτική ανάγκη της εποχής, είναι υποχρέωση κάθε βιολόγου που έχει στόχο να προετοιμάσει τους μελλοντικούς επιστήμονες. Η ενίσχυση μιας μέχρι τώρα κλασσικής μεθόδου διδασκαλίας, απαιτεί προσωπική προσπάθεια του καθηγητή, για προσαρμογή των διδακτικών σεναρίων και σχεδιασμό φύλλων εργασίας. Το σενάριο αποτελεί μια καλή απάντηση στο επιχείρημα της έλλειψης σύγχρονης τεχνολογίας από τα σχολεία. Το σενάριο σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε εξ'ολοκλήρου βασίζόμενο σε φορητές συσκευές, ώστε να μπορεί εύκολα να πραγματοποιηθεί σε μία τάξη, χωρίς την ανάγκη ακριβού εξοπλισμού και λογισμικών. Το μοντέλο «1:1 computing» που τα τελευταία χρόνια έχει εξελιχθεί στο μοντέλο BYOD (Bring your own device), με τους μαθητές να χρησιμοποιούν τις δικές τους συσκευές, απαλλάσσει το σχολείο από τα έξοδα αγοράς και συντήρησης εξοπλισμού (Kinash, S.; Brand, J.; Mathew, T., 2012). Κατά τη διάρκεια του μαθήματος επικράτησε η διαδραστικότητα και η αλληλεπίδραση μεταξύ μαθητών. Ξεφεύγοντας από τη «στεία» γνώση του βιβλίου, είχαν τη δυνατότητα να έρθουν σε επαφή με εγκυκλοπαιδικές γνώσεις και να τις συζητήσουν μεταξύ τους. Υπήρξε μία έντονη κινητικότητα, που ξεκίνησε ως ένα αίσθημα «ανταγωνισμού» και συνεχίστηκε με σχολιασμό διαφόρων πληροφοριών. Ο ρόλος του παιχνιδιού παραμένει σημαντικός στην απόκτηση γνώσεων. Όλοι οι μαθητές, ανεξαρτήτου επιπέδου, νιώθουν την πρόκληση (Bernhaupt, 2010) και την ίδια στιγμή μπορούν να συμμετέχουν στο πρόγραμμα. Έτσι, δημιουργείται ένα περιβάλλον συνεργασίας και ανατροφοδότησης στο οποίο κάθε παιδί μπορεί να κινηθεί αυτόνομα, ενώ ευνοείται η ευγενής άμιλλα και η κοινωνικοποίηση.

Γενικά κυριάρχησε το ενδιαφέρον των μαθητών και η διατύπωση ερωτήσεων (McGill, 2008). Η ευκολία των ΤΠΕ, το γεγονός πως μπορούσαν να αναπαραχθούν εκτός τάξης χωρίς σημαντικές απαιτήσεις και η απόλυτη εξοικείωση των μαθητών με την τεχνολογία (Slis, 2000) καθιστά το σενάριο εύκολο για επανάληψη στο σπίτι. Οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να μελετήσουν την ανατομία του ανθρώπινου σώματος με το δικό τους ρυθμό εκτός τάξης, γεγονός εξαιρετικά βοηθητικό κατά τη μελέτη της βιολογίας.

Βιβλιογραφία

- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Bernhaupt, R. (2010). User experience evaluation in entertainment. *Evaluating User Experience in Games. Concepts and methods 1-7*. , Springer.
- Kilic, D., & Salam, N. (2004). The effect of concept maps on learning success and permanence in biology. *Journal of Education*, 27, 155-164.

- Kinash, S.; Brand, J.; Mathew, T. (2012). Challenging mobile learning discourse through research: Student perceptions of Blackboard Mobile Learn and iPads. *Australasian journal of educational technology*, 28(4).
- Lazarowitz, R. & Hertz-Lazarowitz, R. (1998). Cooperative learning in the science curriculum. In *International Handbook of Science Education* (pp. 449-469). B.J. Fraser & K.G. Tobin (Eds.): G.B.: Kluwer Academic Publishers.
- McGill, G. (2008). Molecular Movies...Coming to a Lecture near You. *Cell*, 133(7), 1127-1132.
- Potyrala, K. (2002). *ICT tools in biology education*. Retrieved from <https://pdfs.semanticscholar.org/9068/fa1047ba99e2f6cc593ce2c3255ca64d42f1.pdf>
- Sligh, D. F. (2000). Creating Computer Animations of Biological Concepts. *The American Biology Teacher*, 62(2), 94-97.
- Wallet, P., & Melgar, B. V. (2014). Information and Communication Technology (ICT) in Education in Asia. *Montreal: UNESCO Institute for Statistics*.
- Wang, Q. . (2017). Design of 3D Animation Special Effects in Animation 3D Modeling Teaching Based on QFD Theory. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 12((07)), 90-100.

Για τη διδασκαλία ενοτήτων του σχολικού βιβλίου Βιολογίας Θετικής Κατεύθυνσης Γ' Λυκείου: Τα πειράματα του Griffith και των Avery, Mc-Cleod και McCarthy

Δημήτριος ΣΧΙΖΑΣ

Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος, d.schizas@ihu.edu.gr

Περίληψη:

Σκοπός της εργασίας είναι να παρουσιάσει μια υποδειγματική διδασκαλία των πειραμάτων του Griffith και των Avery, Mc-Cleod και McCarthy όπως αυτά περιγράφονται στο σχολικό εγχειρίδιο Βιολογίας Θετικής Κατεύθυνσης Γ' Λυκείου. Η διδασκαλία αυτή ενσωματώνει διδακτικούς στόχους που συνδέονται με τη διαδικαστική γνώση, στόχους που εφάπτονται με το διδακτικό πεδίο της Φύσης της Επιστήμης και τη διδασκαλία της επιστήμης ως δημιουργική διαδικασία, αλλά και γενικότερους στόχους όπως είναι η ενίσχυση της μακράς μνήμης των μαθητών. Η προτεινόμενη διδασκαλία ακολουθεί τις αρχές των εποικοδομητικών μοντέλων μάθησης και υπακούει στα κελεύσματα του διδακτικού μετασχηματισμού. Μένει όμως πιστή στο σύνολο της γνώσης που παρέχεται στην αντίστοιχη ενότητα του σχολικού εγχειρίδιου (Κεφάλαιο 1: Ενότητα: «Το DNA είναι το γενετικό υλικό»). Ο λόγος είναι ότι αυτή η γνώση εξετάζεται σε επίπεδο Πανελλαδικών Εξετάσεων (εισαγωγής των μαθητών στη Τριτοβάθμια Εκπαίδευση) και οι καθηγητές Βιολογίας που διδάσκουν τη σχετική ενότητα δεν μπορούν παρά να διδάσκουν όσα περιλαμβάνονται στο σχολικό εγχειρίδιο.

Λέξεις-κλειδιά: γνώσεις για τη Φύση της Επιστήμης, διαδικαστική γνώση, διδασκαλία πειραμάτων, υποδειγματική διδασκαλία.

Εισαγωγή

Σε παγκόσμιο επίπεδο οι μαθητές αντιμετωπίζουν προβλήματα με την απόκτηση βιολογικής διαδικαστικής γνώσης (Αθανασίου 2015). Σε ελληνικά διδακτικά περιβάλλοντα τα προβλήματα αυτά γίνονται πιο έντονα λόγω της έλλειψης σχετικής κατάρτισης στους καθηγητές Βιολογίας αλλά και των προβλημάτων που παρουσιάζουν τα σχολικά εγχειρίδια στην παρουσίαση της γνώσης αυτής. Για παράδειγμα, ο τρόπος παρουσίασης των πειραμάτων του Griffith και των Avery, Mc-Cleod και McCarthy από το σχολικό εγχειρίδιο Βιολογίας Κατεύθυνσης Γ' τάξης Γενικού Λυκείου (Αλεπόρου-Μαρίνου κ.α.) συσκοτίζει πολλές πτυχές της διεξαγωγής τους και πιθανόν ενισχύει την εδραιωμένη και λαθεμένη πεποίθηση των μαθητών ότι η επιστήμη είναι ένα αντικειμενικό, μη-δημιουργικό εγχείρημα από συσσωρευμένα και τετελεσμένα ερευνητικά γεγονότα (Ζόγκζα 2009).

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι να παρουσιάσει μια υποδειγματική διδασκαλία των παραπάνω πειραμάτων που θα εκπληρώνει πρωτίστως διδακτικούς στόχους όπως αυτοί προσδιορίζονται στο πλαίσιο της διδασκαλίας της διαδικαστικής γνώσης, στόχους που εφάπτονται με το διδακτικό πεδίο της Φύσης της Επιστήμης, το οποίο τα τελευταία χρόνια έχει συνδεθεί άρρηκτα με το γενικότερο μαθησιακό στόχο του επιστημονικού γραμματισμού, αλλά και γενικότερους στόχους όπως είναι η ενίσχυση της μακράς μνήμης των μαθητών. Για παράδειγμα, η προτεινόμενη υποδειγματική διδασκαλία, πέραν των στόχων που έχουν να κάνουν με τη δηλωτική ή εννοιολογική γνώση (π.χ. να γνωρίζουν έννοιες όπως «στέλεχος» και «αποικία» αλλά και έννοιες της πειραματικής βιολογίας όπως οι έννοιες «in vitro» και «in vivo») στοχεύει στο να μπορούν οι μαθητές (α) να χρησιμοποιούν την επιστημονική επιχειρηματολογία με τρόπο που αποφεύγει τα λογικά άλματα (β) να αντιλαμβάνονται ότι πίσω από κάθε πειραματικό χειρισμό υπάρχει ένα ερευνητικό ερώτημα και να διατυπώνουν τα ερευνητικά αυτά ερωτήματα στην περίπτωση των πειραματικών χειρισμών (γ) να γνωρίζουν πτυχές της φύσης των επιστημονικών υποθέσεων (π.χ. το πως αυτές προκύπτουν) και να διατυπώνουν επιστημονικές υποθέσεις (δ) να προτείνουν

πειραματικούς χειρισμούς για την επιβεβαίωση επιστημονικών υποθέσεων που έχουν ήδη διατυπωθεί (ε) να διακρίνουν πότε τα αποτελέσματα των πειραματικών χειρισμών επιβεβαιώνουν μια επιστημονική υπόθεση και πότε όχι και (στ) να δίνουν εξηγήσεις για τα πειραματικά αποτελέσματα και να διατυπώνουν επιστημονικές υποθέσεις με βάση αυτά τα αποτελέσματα. Επισημαίνω ότι οι στόχοι αυτοί που έχουν να κάνουν με τη διαδικαστική γνώση πλαισιώνονται και από στόχους που έχουν να κάνουν με το πεδίο της Φύσης της Επιστήμης όπως το να μπορούν οι μαθητές να αναγνωρίσουν ότι η δημιουργικότητα των επιστημόνων είναι ένα βασικό στοιχείο της διατύπωσης επιστημονικών υποθέσεων, πράγμα που συνάδει με έναν από τους διδακτικούς στόχους του διδακτικού πεδίου της Φύσης της επιστήμης που είναι οι μαθητευόμενοι να γνωρίζουν ότι η επιστήμη είναι μια ανθρώπινη και δημιουργική πρακτική (Lederman et al. 2002).

Εν πολλοίς η υποδειγματική διδασκαλία ακολουθεί τις αρχές των εποικοδομητικών μοντέλων μάθησης και αναμένεται να διαρκέσει περίπου δύο διδακτικές ώρες. Επίσης, αν και η διδασκαλία αυτή υπακούει στα κελύσματα του διδακτικού μετασχηματισμού (Schizas, Papatheodorou & Stamou 2018) και μετασχηματίζει τη γνώση που παρέχεται από το σχολικό εγχειρίδιο από αντικείμενο προς διδασκαλία σε αντικείμενο διδασκαλίας (τουλάχιστον σε επίπεδο σχεδιασμού), μένει πιστή στο σύνολο της γνώσης που παρέχεται στην αντίστοιχη ενότητα του σχολικού εγχειριδίου (Κεφάλαιο 1: Ενότητα: «Το DNA είναι το γενετικό υλικό»). Ο λόγος είναι ότι αυτή η γνώση εξετάζεται σε επίπεδο Πανελλαδικών Εξετάσεων (εισαγωγής των μαθητών στη Τριτοβάθμια Εκπαίδευση) και οι καθηγητές Βιολογίας που διδάσκουν την ενότητα δεν μπορούν παρά να διδάσκουν όσα περιλαμβάνονται στο σχολικό εγχειρίδιο.

Σε ό,τι αφορά τη διάρθρωση της εργασίας, η διδασκαλία παρουσιάζεται σε τρεις φάσεις. Η πρώτη φάση αναφέρεται στον προσανατολισμό των μαθητών, η δεύτερη φάση περιλαμβάνει τη διδασκαλία των πειραμάτων του Griffith και η τρίτη φάση αναφέρεται στη διδασκαλία των πειραμάτων των Avery, Mc-Cleod και McCarthy.

Παρουσίαση Υποδειγματικής Διδασκαλίας

1^η Φάση: Προσανατολισμός των μαθητών και οικειοποίησή τους με το ιστορικό πλαίσιο στο οποίο διεξήχθησαν τα πειράματα των Griffith και Avery, Mc-Cleod και McCarthy

Ο/Η διδάσκων/ουσα ενημερώνει τους μαθητές ότι πρόκειται να τους διδάξει μια σειρά πειραμάτων με τα οποία αποδεικνύεται ότι το DNA είναι το γενετικό υλικό. Τα πειράματα αυτά περιλαμβάνουν το πείραμα του Griffith το 1928 και το πείραμα των Avery, Mc-Cleod και McCarthy το 1944.

Για να κατανοήσουν τα πειράματα αυτά, οι μαθητές χρειάζεται να οικειοποιηθούν το ιστορικό πλαίσιο της εποχής, το τί δηλαδή γνώριζαν και τί δεν γνώριζαν οι επιστήμονες. Έτσι λοιπόν έρχονται σε επαφή με την πρώτη διαφάνεια powerpoint (P1), η οποία δηλώνει ότι τις πρώτες δεκαετίες του 20^{ου} αιώνα, οι επιστήμονες γνώριζαν τη χημική σύσταση του DNA και των πρωτεϊνών αλλά μέχρι το 1944 δεν γνώριζαν το ποια τελικά από τις δύο χημικές ουσίες είναι το γενετικό υλικό. Ο/Η διδάσκων/ουσα ενημερώνει όμως τους μαθητές ότι παρότι τις δεκαετίες αυτές δεν υπήρχαν ερευνητικά δεδομένα που να πιστοποιούν ότι το DNA ή οι πρωτεΐνες είναι το γενετικό υλικό οι επιστήμονες είχαν λόγους να πιστεύουν ότι τελικά το γενετικό υλικό είναι οι πρωτεΐνες.

Οι μαθητές καλούνται να εντοπίσουν τους λόγους που οδηγούσαν τους επιστήμονες της εποχής στην υπόθεση ότι οι πρωτεΐνες είναι το γενετικό υλικό. Πιθανόν εδώ ανακύπτουν δυσκολίες και γ' αυτό ακολουθεί δεύτερη διαφάνεια powerpoint (P2) όπου παρουσιάζεται το σχετικό κείμενο του σχολικού βιβλίου. Το κείμενο παρουσιάζεται στο 1^ο Φύλλο Εργασίας (Πίνακας 1) και με βάση το φύλλο αυτό οι μαθητές καλούνται να απαντήσουν δύο βασικά ερωτήματα. Το πρώτο ερώτημα είναι το τι είναι αυτό που οδηγεί τους επιστήμονες της εποχής στην υπόθεση ότι οι πρωτεΐνες είναι

το γενετικό υλικό (στο φύλλο εργασίας το ερώτημα αυτό περιλαμβάνει δύο συνδεδεμένες ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής). Ο/Η διδάσκων/ουσα ενημερώνει ρητά (explicitly) τους μαθητές ότι η υπόθεση αυτή προκύπτει από τον επιστημονικό αναστοχασμό σε προγενέστερη γνώση (π.χ. χημική σύσταση DNA και πρωτεϊνών) και τη συναγωγή συμπερασμάτων (διαδικασία που στο χώρο της διδακτικής της φύσης της επιστήμης περιγράφεται ως inference; Ledermanetal. 2002).

Το δεύτερο ερώτημα είναι το γιατί η μεγαλύτερη ποικιλομορφία των πρωτεϊνών σε σχέση με τα νουκλεϊκά οξέα οδηγεί τους επιστήμονες στην υπόθεση ότι οι πρωτεΐνες και όχι τα νουκλεϊκά οξέα είναι το γενετικό υλικό. Πιθανόν οι μαθητές δεν μπορούν να απαντήσουν και ο/η διδάσκων/ουσα καθοδηγεί τους μαθητές (τεχνική scaffolding) μέσω νέας διαφάνειας powerpoint (P3) στην οποία αναγράφονται τα παρακάτω:

Αν δεν μπορείτε να απαντήσετε τότε σκεφτείτε το παρακάτω υποθετικό πρόβλημα.

Έστω ότι κάποιος μιλάει μια γλώσσα που περιλαμβάνει 20 γράμματα ενώ κάποιος άλλος μιλάει μια άλλη γλώσσα που περιλαμβάνει 4 γράμματα. Ποιος από τους δύο μπορεί να μας δώσει περισσότερες οδηγίες για το πώς γίνεται κάτι, π.χ. για το πώς χτίζεται ή λειτουργεί ένα εργοστάσιο; Μπορείτε τώρα να απαντήσετε;

Πίνακας 1: 1^ο Φύλλο Εργασίας

Το βιβλίο αναφέρει: « Παρ'όλο που το DNA εντοπίστηκε τον πυρήνα των κυττάρων το 1869, έως και το 1944 δεν ήταν γνωστό ότι αποτελεί το γενετικό υλικό των οργανισμών. Οι επιστήμονες πίστευαν ότι τα μόρια που μεταφέρουν τη γενετική πληροφορία είναι οι πρωτεΐνες, που παρουσιάζουν μεγαλύτερη ποικιλομορφία, επειδή είναι αποτέλεσμα συνδυασμού είκοσι αμινοξέων, ενώ τα νουκλεϊκά οξέα είναι συνδυασμός τεσσάρων μόνο νουκλεοτιδίων!»

Με βάση το χωρίο να απαντήσετε τα παρακάτω ερωτήματα:

(1) Οι λόγοι που οδήγησαν τους επιστήμονες στην υπόθεση ότι οι πρωτεΐνες και όχι τα νουκλεϊκά οξέα είναι τα μόρια που μεταφέρουν το γενετικό υλικό:

(α) βασίζονται σε φανταστικές και αβάσιμες εικασίες των επιστημόνων

(β) βασίζονται σε συμπερασματικούς λογικούς συλλογισμούς οι οποίοι προκύπτουν από προγενέστερη γνώση

(γ) βασίζονται σε πειραματικά αποτελέσματα τα οποία αποδεικνύουν την υπόθεση ότι οι πρωτεΐνες και όχι το DNA είναι το γενετικό υλικό

(2) Η εξήγηση που δίνετε για την απάντησή σας στην προηγούμενη ερώτηση είναι ότι:

(α) οι επιστήμονες δεν μπορούν να διατυπώνουν επιστημονικές υποθέσεις που δεν έχουν ελεγχθεί από πειραματικά αποτελέσματα

(β) οι επιστήμονες μπορούν να διατυπώνουν επιστημονικές υποθέσεις που προκύπτουν από την ανάλυση επιστημονικών δεδομένων και τη συναγωγή συμπερασμάτων

(γ) οι επιστήμονες μπορούν να διατυπώνουν επιστημονικές υποθέσεις που προκύπτουν μόνο από την παρατήρηση των φαινομένων

(δ) οι επιστήμονες δεν μπορούν να κάνουν υποθέσεις για πράγματα που δεν γνωρίζουν γιατί οδηγούνται αναπόφευκτα σε λάθη

(3) Το κείμενο του σχολικού βιβλίου μπορεί να αποκωδικοποιηθεί με βάση τα παρακάτω σχήματα:

Πρωτεΐνες → έχουν μεγαλύτερη ποικιλομορφία → είναι το γενετικό υλικό

Νουκλεϊκά οξέα → έχουν μικρότερη ποικιλομορφία → δεν είναι το γενετικό υλικό

Ερμηνεύστε τα παραπάνω σχήματα δίνοντας εξηγήσεις για τις συνεπαγωγές που δηλώνουν τα βέλη.

.....
.....
.....

2^η Φάση: Διδασκαλία του πειράματος του Griffith

Οι μαθητές καλούνται να γνωρίσουν το ιστορικό πλαίσιο στο οποίο διεξήχθη το πείραμα του Griffith το έτος 1928. Ο/Η διδάσκων/ουσα ενημερώνει τους μαθητές ότι ο Griffith ήταν ανοσοβιολόγος και προσπαθούσε να εντοπίσει μεθόδους θεραπείας για το βακτήριο πνευμονιόκκος (*Diplococcus pneumoniae*) χωρίς όμως να γνωρίζει όπως άλλωστε και οι βιολόγοι επιστήμονες της εποχής εκείνης όσα γνωρίζουμε σήμερα για τα εμβόλια. Οι μαθητές θα δουν φωτογραφία του Griffith και του βακτηρίου (πρώτη διαφάνεια powerpoint: P1) και θα ερωτηθούν για το είδος της ασθένειας που αυτό προκαλεί ακόμη και σήμερα. Ο διδάσκων θα επισημάνει στους μαθητές να εστιάσουν την προσοχή τους στην ετυμολογία της ονομασίας (*Diplococcus pneumoniae*) και να βρουν την απάντηση. Εδώ ο/η διδάσκων/ουσα μπορεί να επιμείνει στην ονομασία αυτή και α) να αναφέρει ότι το βιολογικό είδος περιλαμβάνει δύο ονόματα με το πρώτο όνομα να αναφέρεται στο γένος (διωνυμικό σύστημα) και β) να αναλύσει την ετυμολογία του πρώτου ονόματος αναφέροντας ότι το συνθετικό *coccus* (κόκκος) περιγράφει βακτήρια που έχουν σφαιρικό σχήμα (γνώση Βιολογίας Γ' Λυκείου/ γενικής κατεύθυνσης), ενώ το πρόθεμα *Diplo-* αποδίδει το γεγονός ότι το βακτήριο έχει δύο σφαιρικούς δακτυλίους (επειδή οι δακτύλιοι αυτοί είναι συστραμμένοι το βακτήριο αυτό ονομάζεται σήμερα *Streptococcus pneumoniae* και αποτελεί το είδος των μικροοργανισμών που σκοτώνουν γνωστά αντιβιοτικά για την καταπολέμηση της πνευμονίας στον άνθρωπο). Προφανώς με την ανάλυση της ετυμολογίας και της ανάλυσης των λόγων που οδηγούν τους επιστήμονες σε αυτή την ονομασία οι μαθητές μπορούν να οικοδομήσουν μακρά (και όχι απλώς βραχεία) μνήμη.

Ακολουθεί η παρουσίαση δεύτερης διαφάνειας powerpoint (P2) στην οποία παρουσιάζονται τα δυο στελέχη του βακτηρίου *Diplococcus pneumoniae* που χρησιμοποίησε στο πείραμά του ο Griffith. Το πρώτο στέλεχος έχει προστατευτικό κάλυμμα (κάψα) και σχηματίζει λείες αποικίες, ενώ το δεύτερο στέλεχος δεν έχει κάψα και σχηματίζει αδρές αποικίες. Σκόπιμη εδώ από τη μεριά του/της διδάσκοντα/σκουσας είναι η παρουσίαση των εννοιών «στέλεχος» (ομάδα πανομοιότυπων βακτηρίων που προκύπτουν σε καλλιέργεια από τη διαίρεση αρχικού μητρικού βακτηρίου) και «αποικία» (ορισμός της έννοιας δίνεται στο σχολικό εγχειρίδιο).

Στη συνέχεια ακολουθεί η διδασκαλία των πέντε (5) πειραματικών χειρισμών του Griffith. Στην τρίτη διαφάνεια powerpoint (P3) παρουσιάζεται ο πρώτος πειραματικός χειρισμός, η εισαγωγή δηλαδή βακτηρίων με προστατευτικό κάλυμμα (κάψα) σε ποντίκια. Οι μαθητές καλούνται να πουν το πως ο Griffith εισάγει τα βακτήρια στα ποντίκια και ο/η διδάσκων/ουσα ενημερώνει τους μαθητές ότι αυτό γίνεται με ένεση. Επίσης, στους μαθητές δίνεται το αποτέλεσμα που είναι ο θάνατος των ποντικών. Ο/Η διδάσκων/ουσα επισημαίνει ότι ο Griffith προέβει στον πειραματικό αυτό χειρισμό γιατί είχε κατά νου ένα συγκεκριμένο ερευνητικό ερώτημα.

Ακολουθεί η παρουσίαση της τέταρτης διαφάνειας powerpoint (P4) στην οποία εμφανίζεται ο δεύτερος πειραματικός χειρισμός. Ο Griffith εισήγαγε βακτήρια χωρίς προστατευτικό κάλυμμα (κάψα) σε ποντίκια και τα ποντίκια τώρα επιβιώνουν.

Οι μαθητές καλούνται να διατυπώσουν τα ερευνητικά ερωτήματα που βασάνιζαν τον Griffith όταν προέβει στον πρώτο και δεύτερο πειραματικό χειρισμό. Προφανώς αυτό που ενδιέφερε τον Griffith ήταν να μάθει αν τα διαφορετικά αυτά βακτηριακά στελέχη ήταν παθογόνα ή όχι.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται πέμπτη διαφάνεια powerpoint (P5) η οποία περιλαμβάνει τον τρίτο πειραματικό χειρισμό. Ο χειρισμός αυτός αναφέρεται στην εισαγωγή νεκρών παθογόνων βακτηρίων (νεκρών βακτηρίων με προστατευτικό κάλυμμα) σε ποντίκια. Οι μαθητές καλούνται να απαντήσουν στο γιατί η υψηλή θερμοκρασία σκοτώνει τους ζωντανούς οργανισμούς (όπως τα βακτήρια στο παράδειγμά μας) και να βρουν το ερευνητικό ερώτημα του Griffith. Οι μαθητές

όμως αναμένεται εδώ να συναντήσουν γνωστικά εμπόδια που έχουν να κάνουν με τη μη-ανάκληση στη μνήμη τους γνώσεων της Β' Λυκείου για τη μετουσίωση των πρωτεϊνών αλλά και με την ανάκληση άλλων, σύγχρονων και ευρέως διαδεδομένων γνώσεων ανοσοβιολογίας. Οι μαθητές δηλαδή γνωρίζουν ότι οι νεκροί οργανισμοί δεν προκαλούν ασθένειες και η γνώση αυτή τους εμποδίζει στο να διατυπώσουν το ερευνητικό ερώτημα του Griffith. Τη γνώση όμως αυτή δεν την είχαν οι επιστήμονες την εποχή του Griffith και αυτός ήταν και ο λόγος που ο Griffith προέβει στον συγκεκριμένο πειραματικό χειρισμό. Αυτό που επί της ουσίας ήθελε να βρει ήταν η απάντηση στο ερώτημα του αν τα συμπτώματα μιας ασθένειας οφείλονται σε χημικές ουσίες που βρίσκονται μέσα στους μικροοργανισμούς (είτε αυτοί είναι ζωντανοί είτε νεκροί) ή τελικά οφείλονται στη ζωντανή ολότητα αυτών των μικροοργανισμών και τη δράση τους.

Στο σημείο αυτό οι μαθητές έρχονται σε επαφή με την έκτη διαφάνεια powerpoint (P6), η οποία παρουσιάζει τον τέταρτο πειραματικό χειρισμό. Ο Griffith εισάγει σε ποντίκια νεκρά παθογόνα βακτήρια (νεκρά βακτήρια με προστατευτικό κάλυμμα) μαζί με ζωντανά μη παθογόνα βακτήρια (ζωντανά βακτήρια χωρίς προστατευτικό κάλυμμα). Οι μαθητές καλούνται να διατυπώσουν το ερευνητικό ερώτημα του Griffith το οποίο είναι το ίδιο με τον τρίτο πειραματικό χειρισμό.

Το αποτέλεσμα όμως του τέταρτου πειραματικού χειρισμού προκαλεί στον Griffith έκπληξη. Πολλά από τα ποντίκια πεθαίνουν πράγμα όμως που δεν συνάδει με όσα ο ίδιος έχει διαπιστώσει με τους πειραματικούς του χειρισμούς. Ενώ ούτε τα νεκρά παθογόνα βακτήρια ούτε τα ζωντανά μη παθογόνα βακτήρια δεν μπορούν να προκαλέσουν θάνατο σε ποντίκια, ο Griffith διαπιστώνει ότι το μείγμα από νεκρά παθογόνα βακτήρια και ζωντανά μη παθογόνα βακτήρια προκαλεί θάνατο στα ποντίκια.

Ο Griffith όμως αναγκάζεται να ξεπεράσει την έκπληξή του και να εξηγήσει το αποτέλεσμα. Οι μαθητές εδώ καλούνται να διατυπώσουν την επιστημονική υπόθεση που έκανε ο Griffith και η οποία αυτή τη φορά προκύπτει από την παρατήρηση αναπάντεχων αποτελεσμάτων. Η υπόθεση αυτή είναι η ακόλουθη: όταν η αποικία με τα νεκρά παθογόνα βακτήρια θανατώθηκε με θέρμανση, συστατικά που βρίσκονταν μέσα στα βακτήρια αυτά ελευθερώθηκαν στο θρεπτικό υλικό της καλλιέργειας μετά το θάνατο των βακτηρίων, και επομένως, όταν τα ζωντανά μη παθογόνα βακτήρια εισήχθησαν στην καλλιέργεια τα συστατικά αυτά εισήλθαν μέσα στα ζωντανά μη παθογόνα βακτήρια και τα «μετασχημάτισαν» σε παθογόνα (έτσι όταν έγινε η ένεση με το μείγμα σε ποντίκια επήλθε ο θάνατος σε πολλά από αυτά).

Για να ελέγξει την υπόθεση αυτή ο Griffith προέβει στον τελευταίο πειραματικό χειρισμό. Οι μαθητές καλούνται εδώ να προσδιορίσουν τον χειρισμό αυτό, να προσδιορίσουν δηλαδή το τι θα έκαναν αν ήταν στη θέση του Griffith και ήθελαν να επιρρώσουν ή να διαψεύσουν την επιστημονική υπόθεση που ο ίδιος ο Griffith έκανε.

Στην έβδομη διαφάνεια powerpoint (P7) παρουσιάζεται ο πέμπτος αυτός χειρισμός σύμφωνα με τον οποίο ο Griffith πήρε δείγμα από τους ιστούς των νεκρών ποντικών και τον ανέλυσε για να εντοπίσει την παρουσία ή την απουσία ζωντανών παθογόνων βακτηρίων. Οι μαθητές καλούνται να πουν αν τα αποτελέσματα αυτού του χειρισμού μπορούν να επιβεβαιώσουν ή να διαψεύσουν την υπόθεση του Griffith. Κατόπιν ενημερώνονται για τα αποτελέσματα αυτά και για το γεγονός ότι ο Griffith πράγματι εντόπισε ζωντανά παθογόνα βακτήρια στους ιστούς των ποντικών (άρα η υπόθεση του Griffith επιβεβαιώνεται).

Ο/Η διδάσκων/ουσα ενημερώνει τους μαθητές ότι ο Griffith ήρθε σε επαφή με ένα αναπάντεχο αποτέλεσμα («βακτηριακός μετασχηματισμός») και επισημαίνει ότι στην ιστορία των επιστημών πολλές φορές οι επιστήμονες παρατηρούν αναπάντεχα αποτελέσματα κατά τη διάρκεια διεξαγωγής πειραμάτων.

Τέλος, όπως έχουμε αναφέρει υπάρχουν πράγματα που ο Griffith δεν γνώριζε την εποχή εκείνη και οι μαθητές καλούνται να θυμηθούν το τι είναι αυτά. Προφανώς αυτό που ο Griffith δεν γνώριζε είναι το αν τα συστατικά εκείνα που προκάλεσαν τον μετασχηματισμό των ζωντανών μη παθογόνων βακτηρίων σε παθογόνα είναι το DNA ή οι πρωτεΐνες.

3^η Φάση: Διδασκαλία του πειράματος των Avery, Mc-Cleod και McCarthy

Ο/Η διδάσκων/ουσα ενημερώνει τους μαθητές ότι οι Avery, Mc-Cleod και McCarthy προσπαθούν με το πείραμά τους να απαντήσουν στο ερώτημα του αν το γενετικό υλικό είναι οι πρωτεΐνες ή το DNA. Οι επιστήμονες αυτοί επανέλαβαν τα πειράματα του Griffith *in vitro* και σκόπιμη εδώ είναι η παρουσίαση από τον/την διδάσκοντα/ουσα της έννοιας «*in vitro*». Αυτό μπορεί να γίνει μέσω δυο διαφάνειών powerpoint. Στην πρώτη διαφάνεια (P1) ο όρος παρουσιάζεται με τη βοήθεια ενός 2x2 πίνακα (τεχνική 4-squarechart; Reinburgetal. 2009) όπως ο παρακάτω:

Πίνακας 2: Παρουσίαση της έννοιας «*in vitro*»

Έννοια <i>in vitro</i> Ορισμός Επιστημονικός όρος της Πειραματικής Βιολογίας που αναφέρεται κυρίως στην τεχνική της πραγματοποίησης ενός δεδομένου πειράματος σε δοκιμαστικό σωλήνα ή γενικότερα για πειράματα που πραγματοποιούνται σε αυστηρά ελεγχόμενες συνθήκες έξω από τους ζωντανούς οργανισμούς	Παράδειγμα Η απομόνωση και καλλιέργεια κυττάρων ή κυτταρικών οργανιδίων
Αντιπαράδειγμα Είναι το πείραμα του Griffith <i>in vitro</i>;	Εικόνα (Ερευνητής που εκτελεί μια <i>in vitro</i> πειραματική διαδικασία)

Η δεύτερη διαφάνεια powerpoint (P2) έχει ως στόχο να διαμορφώσει συνθήκες μακράς μνήμης στους μαθητές και περιλαμβάνει το ακόλουθο ερώτημα: Πως θα μπορούσατε να θυμάστε μετά από μεγάλο χρονικό διάστημα ότι ο όρος *in vitro* αναφέρεται στην περιγραφή βιολογικών διαδικασιών που πραγματοποιούνται σε δοκιμαστικούς σωλήνες; Προφανώς εδώ οι μαθητές χρειάζεται να εστιάσουν στην ετυμολογία της λέξης «*in vitro*» και να αναζητήσουν τη σημασία της (ο όρος είναι λατινικός και σημαίνει μέσα σε γυαλί ή δοκιμαστικό σωλήνα). Παρόμοια παρουσίαση μπορεί να γίνει με την έννοια «*in vivo*» (ο όρος αυτός είναι επίσης λατινικός και σημαίνει μέσα σε ζωντανό οργανισμό).

Στη συνέχεια οι μαθητές καθοδηγούνται με μια αλληλουχία ερωτήσεων στο να προσδιορίσουν το πείραμα που έκαναν οι Avery, Mc-Cleod και McCarthy. Η αλληλουχία ερωτήσεων που μπορεί να τεθεί από τον/την διδάσκοντα είναι η ακόλουθη:

- Όπως αναφέραμε οι Avery, Mc-Cleod και McCarthy επανέλαβαν το πείραμα του Griffith *in vitro*. Σε σχέση με τον Griffith τι δεν χρησιμοποίησαν; Που διεξήχθη το πείραμά τους;
- Ο Griffith επιβεβαίωσε ότι συνέβη βακτηριακός μετασχηματισμός γιατί εντόπισε ζωντανά παθογόνα βακτήρια στους ιστούς των νεκρών ποντικών. Αν σε δοκιμαστικούς σωλήνες αναμείξω νεκρά παθογόνα βακτήρια *Diplococcus pneumoniae* με ζωντανά μη παθογόνα βακτήρια *Diplococcus pneumoniae*, τι πρόκειται να συμβεί;
- Αν θέλω να δείξω το αν οι πρωτεΐνες ή το DNA των νεκρών παθογόνων βακτηρίων προκαλούν τον μετασχηματισμό των ζωντανών μη παθογόνων βακτηρίων σε παθογόνα,

τότε τι πρέπει να κάνω;

Είναι πιθανόν οι μαθητές να μην μπορούν να απαντήσουν στο τελευταίο αυτό ερώτημα. Οπότε ο/η διδάσκων/ουσα χρειάζεται να τους καθοδηγήσει και μπορεί να το κάνει αναφέροντας τα παρακάτω (χρήση τεχνικής scaffolding):

Αν δεν μπορείτε να απαντήσετε τότε σκεφτείτε το παρακάτω υποθετικό πρόβλημα.

Εστω ότι έχουμε ένα διάλυμα που περιέχει τις χημικές ουσίες Α, Β, Γ και Δ. Δίνουμε αυτό το διάλυμα σε ένα μεγάλο δείγμα ασθενών και αυτοί θεραπεύονται. Πως μπορώ να μάθω ποια ουσία ήταν υπεύθυνη για την ίαση των ασθενών;

Μπορείτε τώρα να απαντήσετε;

Στη συνέχεια ακολουθεί διαφάνεια (P3) που παρουσιάζει έναν από τους δύο πειραματικούς χειρισμούς που ακολούθησαν οι Avery, Mc-Cleod και McCarthy. Σύμφωνα με τον χειρισμό αυτό, οι ερευνητές (α) κατασκεύασαν στο εργαστήριο ένα εκχύλισμα που περιείχε νεκρά βακτήρια ενός στελέχους παθογόνου πνευμονιόκκοκου που σχηματίζει λείες αποικίες (β) με τη βοήθεια χημικών ουσιών κατέστρεψαν τα λιπίδια, τους υδατάνθρακες τις πρωτεΐνες και τοRNA (γ) ανέμειξαν το εκχύλισμα με βακτήρια ενός στελέχους μη παθογόνου πνευμονιόκκοκου που σχηματίζει αδρές αποικίες και (δ) διαπίστωσαν ότι συνέβη μετασχηματισμός του μη παθογόνου στελέχους σε παθογόνο. Οι μαθητές καλούνται να διατυπώσουν το ερευνητικό ερώτημα, την επιστημονική υπόθεση που ελέγχεται αλλά και το αν τα αποτελέσματα επιρρώνουν ή διαψεύδουν την υπόθεση. Έπειτα οι μαθητές καλούνται να αποφασίσουν για το αν ο πειραματικός αυτός χειρισμός είναι αρκετός για να στηρίξει το συμπέρασμα ότι το DNA και όχι οι πρωτεΐνες είναι το γενετικό υλικό. Εδώ ο/η διδάσκων/ουσα καθοδηγεί τους μαθητές στο να εντοπίσουν τον δεύτερο πειραματικό χειρισμό θέτοντας μια αλληλουχία ερωτήσεων όπως οι παρακάτω:

- Παρότι οι Avery, Mc-Cleod και McCarthy γνωρίζουν ότι το DNA των νεκρών παθογόνων βακτηρίων μεταφέρεται στα ζωντανά μη παθογόνα βακτήρια και προκαλεί τον μετασχηματισμό τους σε παθογόνα, είναι σε θέση να γνωρίζουν ότι οι πρωτεΐνες των νεκρών παθογόνων βακτηρίων δεν προκαλούν ανάλογο μετασχηματισμό;
- Δεν χρειάζεται να έχουν αυτή τη γνώση προκειμένου να αποφασίσουν για το εάν το DNA ή οι πρωτεΐνες είναι το γενετικό υλικό;
- Αν η γνώση αυτή είναι απαραίτητη τότε τι θα μπορούσαν να κάνουν συμπληρωματικά με τον πρώτο πειραματικό σχεδιασμό;

Ακολουθεί διαφάνεια (P4) που παρουσιάζει τον δεύτερο πειραματικό χειρισμό των Avery, Mc-Cleod και McCarthy. Ο χειρισμός αυτός είναι ο ίδιος με τον πρώτο χειρισμό μόνο που οι ερευνητές κατέστρεψαν το DNA με τη βοήθεια χημικών ουσιών και άφησαν άθικτες τις πρωτεΐνες. Οι μαθητές καλούνται και εδώ να διατυπώσουν το ερευνητικό ερώτημα, την επιστημονική υπόθεση που ελέγχεται αλλά και το αν τα αποτελέσματα επιρρώνουν ή διαψεύδουν την υπόθεση.

Τέλος, στο βιβλίο αναφέρεται ότι αυτοί που επιβεβαίωσαν οριστικά ότι DNA είναι το γενετικό υλικό ήταν οι Hershey και Chase με τα πειράματα που έκαναν στον κύκλο ζωής του βακτηρίου T2. Οι μαθητές καλούνται να πουν γιατί το πείραμα των Avery, Mc-Cleod και McCarthy δεν ήταν αρκετό για να πεισθεί η επιστημονική κοινότητα ότι το DNA είναι το γενετικό υλικό. Ο/Η διδάσκων/ουσα ενημερώνει τους μαθητές ότι η επιστήμη είναι ένα ανθρώπινο εγχείρημα και δεν συμφωνούν όλοι οι επιστήμονες με τα αποτελέσματα των πειραμάτων που διεξάγονται. Η πίστη ακόμη ότι οι πρωτεΐνες είναι το γενετικό υλικό την εποχή που οι Avery, Mc-Cleod και McCarthy διεξήγαγαν τα πειράματά τους ήταν τόσο πολύ έντονη που οδηγούσε πολλούς επιστήμονες να απορρίψουν τα πειραματικά αποτελέσματα των Avery, Mc-Cleod και McCarthy. Το σκεπτικό ήταν ότι η μεθοδολογία που οι Avery, Mc-Cleod και McCarthy ακολούθησαν για να απομονώσουν το DNA και τις πρωτεΐνες εμπεριείχε σφάλματα (π.χ. όταν προσπάθησαν να απομονώσουν DNA δεν κατέστρεψαν ολοκληρωτικά τις πρωτεΐνες και οι τελευταίες ήταν αυτές που τελικά μετασχημάτισαν τα ζωντανά μη παθογόνα βακτήρια σε παθογόνα).

Συμπεράσματα

Η υποδειγματική διδασκαλία που παρουσιάστηκε στην εργασία αυτή αναμένεται να βοηθήσει τους καθηγητές Βιολογίας Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης να λαμβάνουν σοβαρά υπόψη τους μαθησιακούς στόχους που προσδιορίζονται στο πλαίσιο της διδασκαλίας της διαδικαστικής γνώσης όταν διδάσκουν τα πειράματα του Griffith και των Avery, Mc-Cleod και McCarthy όπως αυτά περιγράφονται από το σχολικό εγχειρίδιο Βιολογίας Θετικής Κατεύθυνσης Γ' Λυκείου. Συμπληρωματικά η υποδειγματική αυτή διδασκαλία αναμένεται να βοηθήσει τους καθηγητές Βιολογίας Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης να παρουσιάζουν την επιστήμη ως διαδικασία και όχι ως ένα αντικειμενικό, μη-δημιουργικό εγχείρημα από συσσωρευμένα και κυρίως τετελεσμένα ερευνητικά γεγονότα και έτσι να ενσωματώσουν στη διδασκαλία τους μαθησιακούς στόχους που υπάγονται στο διδακτικό πεδίο της Φύσης της Επιστήμης, το οποίο αξίζει να σημειωθεί ότι ασκεί ελάχιστη επιρροή σε ελληνικά μαθησιακά περιβάλλοντα (π.χ. οι μαθησιακοί στόχοι στους οποίους αποβλέπει δεν έχουν ακόμη ενσωματωθεί στα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών των φυσικών επιστημών).

Βιβλιογραφία

- Αθανασίου, Κ. (2015). Διδακτική της βιολογίας. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα:Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/4794>
- Αλεπόρου-Μαρίνου Β., Αργυροκαστρίτης Α., Κομητοπούλου Α., Πιαλόγλου Π. & Σγουρίτσα Β. Βιολογίας Γ' τάξης Γενικού Λυκείου- Ομάδας Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών. Υπουργείο Παιδείας, Έρευνας και Θρησκευμάτων, Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων «Διόφαντος».
- Ζόγκζα Β. (2009). Θέματα Διδακτική της Βιολογίας. Μεταίχμιο: Αθήνα.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of research in science teaching*, 39(6), 497-521.
- Reinburg C., Horak J., Cusick J., Cocke A. & Smith B. (2009). The Biology teacher's handbook. Virginia: NSTA Press (4th edition).
- Schizas, D., Papatheodorou, E., & Stamou, G. (2018). Transforming “ecosystem” from a scientific concept into a teachable topic: philosophy and history of ecology informs science textbook analysis. *Research in Science Education*, 48(2), 267-300.

Εκπαιδευτικό σενάριο για τη διδασκαλία της μίτωσης και της μείωσης και εφαρμογή του σε πραγματική τάξη, μία σύγκριση κλασσικής διδασκαλίας και διδασκαλίας μέσω χρήσης ΤΠΕ

Μαρία Α. ΞΑΠΛΑΝΤΕΡΗ

Εκπαιδευτικός, 5^ο Γενικό Λύκειο Καλαμάτας, mxaplant@gmail.com

Περίληψη

Η μίτωση και η μείωση παρουσιάζουν σύνθετα νοήματα που δυσκολεύουν τόσο τη διδασκαλία όσο και την κατανόησή τους από τους μαθητές. Έρευνες δείχνουν παρανοήσεις των μαθητών σχετικά με τα γεγονότα που συμβαίνουν στις δύο διαδικασίες, τη βιολογική σημασία της κάθε μιας και το τελικό τους αποτέλεσμα. Η παρούσα εργασία προτείνει εκπαιδευτικό σενάριο για τη διδασκαλία της μίτωσης και της μείωσης και την εφαρμογή του σε χρόνο και συνθήκες πραγματικής τάξης σε μαθητές της Β΄ Λυκείου στη διάρκεια μίας διδακτικής ώρας για την κάθε διαδικασία, με τη βοήθεια τρισδιάστατων αναπαραστάσεων και με την κλασσική διδασκαλία. Τα αποτελέσματα της εφαρμογής στην τάξη έδειξαν ότι με τη χρήση των τρισδιάστατων αναπαραστάσεων επιτυγχάνονται οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί στόχοι κυρίως κατά τη διαδικασία της μείωσης.

Λέξεις - Κλειδιά: μίτωση, μείωση, animations, διδασκαλία Βιολογίας AIDS.

Εισαγωγή

Η διδασκαλία της μίτωσης και της μείωσης παρουσιάζει δυσκολίες σε μαθητές και σε φοιτητές (Chattopadhyay 2012, Lewis, 2000a). Αφενός, διότι η κατανόηση του μηχανισμού των δύο διαδικασιών και του βιολογικού τους ρόλου προϋποθέτει τη γνώση και κατανόηση της δομής του κυττάρου, της γονιμοποίησης και βασικών αρχών της γενετικής, και αφετέρου, διότι οι ίδιες οι διαδικασίες είναι ιδιαίτερα σύνθετες. Προηγούμενες έρευνες έδειξαν ότι οι μαθητές δυσκολεύονται στην κατανόηση των βασικών διαφορών του μηχανισμού των δύο διαδικασιών, τη σημασία σχηματισμού απλοειδών γαμετών, τον ανασυνδυασμό του γενετικού υλικού κατά τη μείωση και τη βιολογική του σημασία (Chattopadhyay 2005, Lewis 2000a, Lewis 2000b).

Σχετική βιβλιογραφία αφορά κυρίως έρευνες σε φοιτητές (Chattopadhyay 2012). Έρευνα σε μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης δεν έχει πραγματοποιηθεί σε συνθήκες πραγματικής τάξης (Chattopadhyay 2005, Lewis, 2000a). Επιπλέον, δεν γίνεται σύγκριση με την κλασσική μέθοδο διδασκαλίας. Το διδακτικό σενάριο που παρουσιάζεται σε αυτή την εργασία πρωτοτυπεί πρώτον, εξετάζοντας την αποτελεσματικότητα στη χρήση των τρισδιάστατων αναπαραστάσεων (animations) σε μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σε συνθήκες πραγματικής τάξης, σε πραγματικό χρόνο μίας διδακτικής ώρας, με την ίδια σύνθεση μαθητών, με όλο το δυναμικό της τάξης και με τον ίδιο διδάσκοντα. Επιπλέον, σε δεύτερο τμήμα μαθητών και πάλι σε συνθήκες πραγματικής τάξης, πραγματοποιείται η διδασκαλία της ίδιας ενότητας με την κλασσική μέθοδο διδασκαλίας, μέσω του σχολικού εγχειριδίου (κείμενο και εικόνες σε αυτό).

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε δύο τμήματα μαθητών της Β΄ Λυκείου κατά το προηγούμενο σχολικό έτος. Η διδασκαλία της μίτωσης και της μείωσης συμπεριλαμβάνονται στο κεφάλαιο 4 της Βιολογίας Β΄ Λυκείου (Καψάλης κα 2018). Στους μαθητές και των δύο τμημάτων δόθηκαν τα ίδια φύλλα εργασίας με ερωτήσεις που απαντώνται στη διάρκεια του μαθήματος. Τα τμήματα παρουσίαζαν παρόμοιο δυναμικό και επιδόσεις. Στο τμήμα όπου η διδασκαλία στηρίχτηκε στη χρήση animations η αφήγηση γίνεται από τον καθηγητή, καθώς τα βίντεο είναι στην αγγλική γλώσσα. Για τη βέλτιστη παιδαγωγική αξιοποίηση του υλικού, ο καθηγητής ενημερώνει τους μαθητές πριν την προβολή, αλλά και κατά τη διάρκεια διακόπτει την παρουσίαση θέτοντας

ερωτήσεις, ώστε να αξιολογεί το βαθμό κατανόησης από τους μαθητές (Schönborn & Anderson, 2006). Στο δεύτερο τμήμα η διδασκαλία έγινε με τη χρήση του σχολικού εγχειριδίου και του πίνακα.

Στη διδασκαλία σύνθετων διαδικασιών όπως η κυτταρική διαίρεση και η σύνδεση του γονότυπου με το φαινότυπο, είναι απαραίτητο να παρουσιαστεί στους μαθητές η δυναμική φύση του κυττάρου (Marbach-Ad & Stavy, 2000). Ο τρόπος που αλληλεπιδρούν και συνδέονται μεταξύ τους αλλαγές σε πολλά επίπεδα, σε μοριακό, σε κυτταρικό και σε επίπεδο οργανισμού και πώς γίνεται η ρύθμιση των μακρομορίων που συμμετέχουν στις διαδικασίες αυτές σε σχέση με το χρόνο και τη θέση τους στο κύτταρο δεν μπορούν να αποδοθούν μέσω των κλασικών μεθόδων διδασκαλίας όπως η χρήση του πίνακα (Slish, 2000). Η χρήση των animations είναι πιο αποτελεσματική, καθώς προσομοιάζουν στην πραγματικότητα του κυττάρου (Glynn, 1998). Παράλληλα, εγείρουν το ενδιαφέρον των μαθητών (Campbell, 2008; McGill, 2008; Schönborn & Anderson, 2006) και δίνουν τη δυνατότητα, εφόσον οι αναπαραστάσεις είναι διαθέσιμες στο διαδίκτυο, να τις αναπαραγάγουν και εκτός σχολικής τάξης (Slish, 2000).

Μεθοδολογία

Στους μαθητές δίνεται φύλλο εργασίας με ερωτήσεις που απαντώνται ανώνυμα πριν την έναρξη του μαθήματος. Οι ερωτήσεις είναι προσαρμογή των ερωτήσεων Chattopadhyay 2012 και Lewis et al 2000a. Σκοπός είναι ο κάθε μαθητής ανώνυμα να ανακαλέσει όποια προηγούμενη γνώση τυχόν έχει, αλλά και οι παρανοήσεις που πιθανόν υπάρχουν. Οι ερωτήσεις αφορούν το σκοπό της μίτωσης και της μείωσης, το μηχανισμό τους και τα τελικά προϊόντα (Lewis et al 2000a). Στο τέλος της διδακτικής ώρας οι μαθητές πάλι ανώνυμα απαντούν εκ νέου το ίδιο φύλλο. Η διδασκαλία έγινε σε μία διδακτική ώρα για την κάθε μία διαδικασία. Στο ένα τμήμα η διδασκαλία έγινε με τη χρήση animations και για τις δύο διαδικασίες και στο δεύτερο τμήμα με την κλασική διδασκαλία και για τις δύο. Τα δύο τμήματα είχαν ίδιο αριθμό μαθητών και παρόμοιο επίπεδο (Stockwell et al 2015).

Το Εκπαιδευτικό Σενάριο

Διδακτικοί στόχοι

A. Σε επίπεδο γνώσεων ο μαθητής θα πρέπει:

1. Να αναγνωρίζει στη μίτωση ότι από κάθε κύτταρο προκύπτουν δύο θυγατρικά πανομοιότυπα με αυτό στην ποσότητα και την ποιότητα του γενετικού υλικού (συντηρητική κυτταρική διαίρεση).
2. Να αντιλαμβάνεται την αναγκαιότητα της μείωσης, ώστε σε συνδυασμό με τη γονιμοποίηση, να οδηγεί στην δημιουργία απογόνων με τον κανονικό διπλοειδή αριθμό χρωμοσωμάτων.
3. Να αντιλαμβάνεται την τυχαία ανάμιξη γενετικού υλικού και τους μηχανισμούς παραγωγής γενετικής ποικιλομορφίας στη μείωση.
4. Να μπορεί να παρακολουθήσει τις ποσοτικές μεταβολές του γενετικού υλικού κατά την διάρκεια της μείωσης και τη μεταβολή στην οργάνωσή του.

B. Σε επίπεδο δεξιοτήτων ο μαθητής θα είναι σε θέση:

5. Να αναπτύξει την ικανότητα να συλλέγει πληροφορίες από επιστημονικές πηγές αξιοποιώντας την τεχνολογία της πληροφορικής.

Γ. Σε επίπεδο στάσεων ο μαθητής θα πρέπει:

6. Να διαπιστώσει τη συμβολή της Γενετικής στη βελτίωση της ποιότητας ζωής του ανθρώπου μέσω των εφαρμογών της Βιολογίας στην Ιατρική και την πρόληψη κληρονομικών ασθενειών.

Δραστηριότητα 1.

Στο ένα τμήμα μαθητών παρουσιάζεται το βίντεο που αφορά στη μίτωση (διαθέσιμο στο https://www.youtube.com/watch?v=AhgRhXl7w_g). Παρουσιάζει τα στάδια της μίτωσης, τη διαίρεση του πυρήνα (πυρηνική διαίρεση), τη διαίρεση του κυτταροπλάσματος (κυτταροπλασματική διαίρεση) και τον τελικό σχηματισμό δύο πανομοιότυπων κυττάρων. Στο δεύτερο τμήμα η διδασκαλία γίνεται με βάση το κείμενο και τις εικόνες του σχολικού εγχειριδίου. Στην αρχή και το τέλος κάθε διδακτικής ώρας συμπληρώνεται ανώνυμα το ερωτηματολόγιο 1 (Παράρτημα) όπου οι μαθητές απαντούν σε κάθε μία πρόταση αν τη θεωρούν σωστή ή λανθασμένη.

Δραστηριότητα 2.

Στο ίδιο τμήμα που παρουσιάστηκε το βίντεο που αφορά στη μίτωση στην επόμενη διδακτική ώρα παρουσιάζεται το βίντεο που αφορά τη μείωση (διαθέσιμο στο https://www.youtube.com/watch?v=D1_mQS_FZ0). Παρουσιάζει τα στάδια της μείωσης ως τον τελικό σχηματισμό τεσσάρων απλοειδών κυττάρων. Στο δεύτερο τμήμα η διδασκαλία γίνεται και εδώ με βάση το κείμενο και τις εικόνες του σχολικού εγχειριδίου. Στην αρχή και το τέλος κάθε διδακτικής ώρας συμπληρώνεται ανώνυμα το ερωτηματολόγιο 2 (Παράρτημα) όπου οι μαθητές απαντούν σε κάθε μία πρόταση αν τη θεωρούν σωστή ή λανθασμένη.

Τα αποτελέσματα από την αξιολόγηση του διδακτικού σεναρίου με τη συμπλήρωση των ερωτηματολογίων πριν και μετά τη διδασκαλία παρουσιάζονται σε Παράρτημα στους Πίνακες 1 και 2. Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των ερωτήσεων της μίτωσης και στον Πίνακα 2 της μείωσης.

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Στις ερωτήσεις αν το κύτταρο δέρματος διαιρείται με τη διαδικασία της μίτωσης και αν τα θυγατρικά κύτταρα θα επιτελούν την ίδια εργασία, τα ποσοστά σωστής απάντησης αυξήθηκαν στην περίπτωση χρήσης του βίντεο. Στην ερώτηση σχετικά με τον αριθμό των χρωμοσωμάτων και αν τα θυγατρικά κύτταρα θα έχουν τα ίδια γονίδια με το αρχικό, οι σωστές απαντήσεις αυξήθηκαν με τη χρήση του κειμένου και των εικόνων του σχολικού εγχειριδίου. Στις ερωτήσεις που αφορούν το είδος του κυττάρου που πραγματοποιείται η μίτωση, καμία από τις δύο προσεγγίσεις δεν οδήγησε σε σωστή απάντηση. Ίσως λόγω αδυναμίας διάκρισης μεταξύ σωματικών και γαμετικών κυττάρων. Όσον αφορά τα στάδια της μίτωσης και την κίνηση των χρωμοσωμάτων, φαίνεται ότι η χρήση βίντεο ήταν πιο αποτελεσματική αυξάνοντας τα ποσοστά των σωστών απαντήσεων.

Στις ερωτήσεις που αφορούν στη μείωση, η χρήση του βίντεο φάνηκε πιο αποτελεσματική από την κλασική διδασκαλία, καθώς αυξήθηκαν τα ποσοστά των σωστών απαντήσεων. Συγκεκριμένα, στις ερωτήσεις για τον αριθμό των χρωμοσωμάτων του ωαρίου και του σπερματοζωαρίου, για τη θέση που γίνεται η μείωση, για τη δημιουργία νέου γενετικού υλικού, όπως και στις ερωτήσεις για τη διάκριση μεταξύ μείωσης και γονιμοποίησης και το σωστό αριθμό χρωμοσωμάτων του ζυγωτού η χρήση animations αύξησε τα ποσοστά των σωστών απαντήσεων. Στις ερωτήσεις που αφορούν στα στάδια της μείωσης και την κίνηση των χρωμοσωμάτων, σε καμία περίπτωση δε βοήθησε το σχολικό εγχειρίδιο και σε κάποιες αυξήθηκαν τα ποσοστά των σωστών απαντήσεων με τη χρήση των animations.

Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν τη δυσκολία κατανόησης από τους μαθητές των σύνθετων εννοιών της μίτωσης και μείωσης. Η χρήση των animations αποδείχτηκε πιο αποτελεσματική κυρίως στη διδασκαλία της μείωσης, καθώς βοηθούν να γίνουν κατανοητή η δυναμική φύση του κυττάρου.

Βιβλιογραφία

- Campbell, I. D. (2008). The Croonian lecture 2006 Structure of the living cell, Review. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 363, 2379-2391.
- Chattopadhyay A. (2005) Understanding of genetic information in higher secondary students in northeast India and the implications for genetics education. *Cell Biology Education*, 4, 97-104.
- Chattopadhyay, A. (2012). Understanding of Mitosis and Meiosis in Higher Secondary Students of Northeast India and the Implications for Genetics Education. *Education*, 2(3), 41-47.
- Καψάλης, Α., Μπουρμπουχάκης, Ι.Ε., Περάκη, Β. & Σαλαμαστράκης, Στ. (2017). *Βιολογία Γενικής Παιδείας Β' Γενικού Λυκείου*. Αθήνα: Ι.Τ.Υ.Ε. «Διόφαντος».
- Lewis J., Leach, J. and Wood-Robinson C. (2000a) Chromosomes: the missing link- young people understand of mitosis, meiosis, and fertilization. *Journal of Biology Education*, 34(4), 189 - 199.
- Lewis J., Leach J. and Wood-Robinson C. (2000b) What's in a cell? - Young people's understanding of the genetic relationship between cells, within an individual. *Journal of Biology Education*, 34(3): 129 - 132.
- McGill, G. (2008). Molecular Movies...Coming to a Lecture near You. *Cell*, 133(7), 1127- 1132.
- Marbach-Ad, G., & Stavy, R. (2000). Students' cellular and molecular explanations of genetic phenomena. *Journal of Biological Education*, 34(4), 200-205.
- Schönborn, K. J. & Anderson T. R. (2006). The Importance of Visual Literacy in the Education of Biochemists. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 34(2), 94-102.
- Sligh, D. F. (2000). Creating Computer Animations of Biological Concepts. *The American Biology Teacher*, 62(2), 94-97.
- Stockwell, B. R., Stockwell, M. S., Cennamo, M. & Jiang E. (2015). *Blended Learning Improves Science Education*. *Cell*, 162, 933-936.

Δικτυογραφία

https://www.youtube.com/watch?v=AhgRhXl7w_g

https://www.youtube.com/watch?v=D1_-mQS_FZ0

Παράρτημα

Πίνακας 1. Ποσοστό μαθητών που έδωσε τη σωστή απάντηση πριν και μετά τη διδασκαλία στη μίτωση. Το υπόλοιπο από το 100 % ποσοστό αντιστοιχεί στη λάθος απάντηση.

ΕΡΩΤΗΣΗ		ΠΡΙΝ ΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΜΕ ΤΗ	ΜΕΤΑ ΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΜΕ ΤΗ	ΠΡΙΝ ΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΧΩΡΙΣ ΤΗ	ΜΕΤΑ ΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΧΩΡΙΣ ΤΗ
		% ΠΟΣΟΣΤΟ ΠΟΥ ΕΔΩΣΕ ΣΩΣΤΗ ΑΠΑΝΤΗΣΗ	% ΠΟΣΟΣΤΟ ΠΟΥ ΕΔΩΣΕ ΣΩΣΤΗ ΑΠΑΝΤΗΣΗ	% ΠΟΣΟΣΤΟ ΠΟΥ ΕΔΩΣΕ ΣΩΣΤΗ ΑΠΑΝΤΗΣΗ	% ΠΟΣΟΣΤΟ ΠΟΥ ΕΔΩΣΕ ΣΩΣΤΗ ΑΠΑΝΤΗΣΗ
1	Τα κύτταρα που παράγονται μετά από ένα τραύμα στο δέρμα μας είναι διαφορετικά από αυτά που καταστράφηκαν	50,0	30,0	68,4	47,4
2	Το αρχικό κύτταρο δέρματος διαιρείται με τη διαδικασία της μίτωσης	80,0	80,0	78,9	68,4
3	Το αρχικό κύτταρο περιέχει 46 χρωμοσώματα. Διαιρείται και το καθένα από τα θυγατρικά κύτταρα που θα προκύψουν θα έχει 92 χρωμοσώματα	95,0	90,0	63,2	57,9

4	Τα θυγατρικά κύτταρα έχουν το μισό γενετικό υλικό με το αρχικό από το οποίο προήλθαν	42,9	5,0	52,6	68,4
5	Τα θυγατρικά κύτταρα επιτελούν την ίδια λειτουργία με το αρχικό από το οποίο προήλθαν	45,0	65,0	78,9	78,9
6	Τα θυγατρικά κύτταρα έχουν τα ίδια γονίδια με το αρχικό από το οποίο προήλθαν	78,9	65,0	60,0	68,4
7	Τα νέα κύτταρα έχουν διπλάσια χρωμοσώματα. Όταν γερνάνε μειώνεται ο αριθμός τους	45,0	45,0	68,4	42,1
8	Το αρχικό κύτταρο δέρματος διαιρείται ξανά και ξανά και παράγει πολλά νέα κύτταρα	20,0	50,0	10,5	47,4
9	Τα σπερματοζωάρια σχηματίζονται και αυτά με τη διαδικασία της μίτωσης	60,0	47,4	78,9	73,7
10	Τα κύτταρα του συκωτιού σχηματίζονται και αυτά με τη διαδικασία της μίτωσης	70,0	65,0	61,1	84,2
11	Πριν από τη μίτωση το DNA διπλασιάζεται	65,0	75,0	73,7	68,4
12	Κάθε μία από τις αδερφές χρωματίδες του χρωμοσώματος μοιράζεται στα δύο θυγατρικά κύτταρα	80,0	73,7	64,7	63,2
13	Κατά τη μίτωση πρώτα γίνεται ο διαχωρισμός των χρωμοσωμάτων και ακολουθεί του κυτταροπλάσματος	70,0	70,0	27,8	44,4
14	Στη διάρκεια της πρόφασης τα ινίδια της χρωματίνης αρχίζουν να περιελίσσονται και να συμπυκνώνονται, για να πάρουν τη χαρακτηριστική μορφή των χρωμοσωμάτων.	30,0	63,2	70,0	84,2
15	Στη διάρκεια της μετάφασης οι μικροσωληνίσκοι της ατράκτου ασκούν αντίθετη έλξη στα κεντρομερίδια και έτσι οι δύο αδερφές χρωματίδες αποχωρίζονται προς αντίθετο πόλο η καθεμιά.	75,0	65,0	42,1	47,4

Πίνακας 2. Ποσοστό μαθητών που έδωσε τη σωστή απάντηση πριν και μετά τη διδασκαλία στη μείωση. Το υπόλοιπο από το 100 % ποσοστό αντιστοιχεί στη λάθος απάντηση.

ΕΡΩΤΗΣΗ	ΠΡΙΝ ΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΜΕ ΤΗΠΕ	ΜΕΤΑ ΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΜΕ ΤΗΠΕ	ΠΡΙΝ ΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΧΩΡΙΣ ΤΗΠΕ	ΜΕΤΑ ΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΧΩΡΙΣ ΤΗΠΕ
	% ΠΟΣΟΣΤΟ ΠΟΥ ΕΛΩΣΕ ΣΩΣΤΗ ΑΠΑΝΤΗΣΗ	% ΠΟΣΟΣΤΟ ΠΟΥ ΕΛΩΣΕ ΣΩΣΤΗ ΑΠΑΝΤΗΣΗ	% ΠΟΣΟΣΤΟ ΠΟΥ ΕΛΩΣΕ ΣΩΣΤΗ ΑΠΑΝΤΗΣΗ	% ΠΟΣΟΣΤΟ ΠΟΥ ΕΛΩΣΕ ΣΩΣΤΗ ΑΠΑΝΤΗΣΗ

1	Άωρο γεννητικό κύτταρο περιέχει 46 χρωμοσώματα. Διαιρείται και προκύπτει ωάριο που έχει 46 χρωμοσώματα.	52,9	64,7	61,1	66,7
2	Άωρο γεννητικό κύτταρο στους όρχεις περιέχει 46 χρωμοσώματα. Διαιρείται και προκύπτουν τέσσερα σπερματοζωάρια που το καθένα έχει από κάθε ζεύγος ομόλογων χρωμοσωμάτων, υποχρεωτικά τη μία χρωματίδα.	64,7	70,6	83,3	94,4
3	Τα σπερματοζωάρια έχουν το ίδιο γενετικό υλικό με το αρχικό από το οποίο προήλθαν.	35,3	70,6	55,6	66,7
4	Η μείωση συμβάλλει στη δημιουργία γενετικής ποικιλομορφίας.	76,5	64,7	58,8	55,6
5	Ένα κύτταρο δέρματος διαιρείται με τη διαδικασία στις μείωσης.	41,2	46,7	44,4	33,3
6	Μείωση συμβαίνει στις ωοθήκες.	47,1	70,6	44,4	33,3
7	Μείωση και γονιμοποίηση είναι το ίδιο.	64,7	70,6	88,2	70,6
8	Τα ωάρια είναι απλοειδή κύτταρα ενώ τα κύτταρα του δέρματος διπλοειδή.	76,5	64,7	81,3	77,8
9	Πριν από τη μείωση το DNA διπλασιάζεται.	68,8	40,0	50,0	77,8
10	Κατά τη διαδικασία της μείωσης το ωάριο έχει ένα χρωμόσωμα παραπάνω. Αυτό δεν θα επηρεάσει τους μελλοντικούς απογόνους.	58,8	58,8	75,0	72,2
11	Αν κατά τη γονιμοποίηση το ωάριο φέρει 5 χρωμοσώματα το σπερματοζωάριο φέρει 6.	88,2	94,1	44,4	66,7
12	Το ωάριο έχει μόνο το χρωμόσωμα X.	76,5	35,3	61,1	47,1
13	Το ζυγωτό του ανθρώπου έχει 23 χρωμοσώματα.	50,0	64,7	61,1	55,6
14	Από την μείωση Ι, παράγονται δύο κύτταρα. Καθένα από αυτά υφίσταται τη δεύτερη κυτταρική διαίρεση, που χαρακτηρίζεται ως μείωση ΙΙ, με αποτέλεσμα την παραγωγή τεσσάρων γαμετών.	70,6	58,8	77,8	44,4
15	Στην Πρόφαση Ι τα ομόλογα χρωμοσώματα εγκαταλείπουν τις τυχαίες θέσεις που κατείχαν στο χώρο του πυρήνα και τοποθετούνται το ένα απέναντι στο άλλο (σύναψη).	70,6	47,1	61,1	72,2
16	Στη Μετάφαση Ι τα ζεύγη των ομόλογων χρωμοσωμάτων ολοκληρώνουν τη μετακίνησή τους προς το ισημερινό επίπεδο του κυττάρου.	52,9	47,1	44,4	44,4

17	Στην Τελόφαση II παράγονται δύο απλοειδή κύτταρα, στα οποία τα χρωμοσώματα αποτελούνται από δύο αδελφές χρωματίδες ενωμένες στην περιοχή του κεντρομεριδίου.	35,3	29,4	44,4	33,3
18	Καθένα από τα δύο κύτταρα που προκύπτουν από τη μείωση II υφίσταται μια διαίρεση που έχει την ίδια ακολουθία γεγονότων με τη μίτωση, τη μείωση I.	47,1	47,1	44,4	41,2

Δημιουργία διδακτικού σεναρίου για τη διδασκαλία των εμβολίων

Ευτέρπη ΧΡΙΣΤΟΦΟΡΙΔΟΥ

2^ο Πειραματικό ΓΕΛ Θεσσαλονίκης, effiechristo@gmail.com

Περίληψη

Η ραγδαία ανάπτυξη των Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνίας (ΤΠΕ) έχει ευρύτατη επίδραση σε όλες τις εκφάνσεις της ζωής του ανθρώπου (internet, e-mail) και έχει συμβάλλει τα μέγιστα στην ταχύτατη μετάδοση γνώσεων και πληροφοριών. Ποτέ άλλοτε τόσοι πολλοί άνθρωποι δεν είχαν πρόσβαση στην πληροφορία. Ταυτόχρονα όμως ποτέ άλλοτε τόσοι πολλοί άνθρωποι δεν έφευγαν θύματα παραπληροφόρησης. Τα τελευταία χρόνια, η εξάπλωση του λεγόμενου αντιεμβολιαστικού κινήματος έχει ως αποτέλεσμα την μείωση της εμβολιαστικής κάλυψης του πληθυσμού, γεγονός που αποτυπώνεται στην έξαρση ασθενειών που είχαν εκλείψει (π.χ. ιλαρά). Ανάχωμα στην διάδοση ψευδών πληροφοριών αποτελεί η διδασκαλία των φυσικών επιστημών, ώστε οι μαθητές να γίνουν επιστημονικά εγγράμματοι πολίτες που θα χρησιμοποιούν τον ορθολογικό τρόπο σκέψης στην λήψη αποφάσεων στην καθημερινή τους ζωή.

Λέξεις-κλειδιά: Διδακτικό σενάριο, Βιολογία, Εμβόλια, Β' Λυκείου, Kahoot

Εισαγωγή

Στο παρελθόν, η άγνοια ήταν αποτέλεσμα της μη πρόσβασης στην γνώση. Σήμερα, αποτελεί απόρροια της εύκολης πρόσβασης του ανθρώπου στην παραπληροφόρηση και στην ανεμπόδιστη διάδοση της ψευδοεπιστήμης και της αντιεπιστημονικής γνώσης. Ένα από τα θέματα που αποτελούν έντονο πεδίο αντιπαραθέσεων είναι και οι εμβολιασμοί. Παρόλο που η ανακάλυψη των εμβολίων αποτέλεσε τον έναν από τους δύο μεγαλύτερους σταθμούς στην ιστορία της Ιατρικής (ο άλλος ήταν η ανακάλυψη της πενικιλίνης και των αντιβιοτικών γενικότερα) (Περσιάνης, 2011), τα τελευταία χρόνια γινόμαστε μάρτυρες της ανάπτυξης και ολοένα μεγαλύτερης εξάπλωσης του αντιεμβολιαστικού κινήματος, σε σημείο που ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (Π.Ο.Υ.) να θεωρεί την παραπληροφόρηση σχετικά με τα εμβόλια έναν από τους 10 σημαντικότερους κινδύνους για τη δημόσια υγεία το 2019 (W.H.O., 2019).

Τα εκπαιδευτικά συστήματα και τα προγράμματα σπουδών στο δυτικό κόσμο τουλάχιστον, διαμορφώθηκαν βασισμένα (μεταξύ άλλων) στην ιδέα σύμφωνα με την οποία η εκπαίδευση οδηγεί τους μαθητές στην αναζήτηση της αλήθειας, μέσα από την απόκτηση γνώσης και την ανάπτυξη κριτικής σκέψης (Bell, 2007). Στην Ευρώπη, κρίσιμες θεωρούνται εκείνες οι δεξιότητες που θα καταστήσουν τους μαθητές γλωσσικά (Garbe, 2019), επιστημονικά (EyrudiceReport, 2011) και ψηφιακά (European Union, 2016) εγγράμματοι. Οι σκοποί της διδασκαλίας των Φ.Ε. είναι να βοηθήσει τα παιδιά να γίνουν «επιστημονικά εγγράμματοι» πολίτες. Για την Harlen (2009), ο επιστημονικός γραμματισμός αναφέρεται στην δεξιότητα κάποιου να χειρίζεται άνετα τις επιστημονικές ιδέες, την φύση, τους περιορισμούς της επιστήμης, την επιστημονική διαδικασία και να έχει την ικανότητα να χρησιμοποιεί αυτές τις γνώσεις για να παίρνει αποφάσεις ως ένας πληροφορημένος και συνειδητοποιημένος πολίτης. Στα παραπάνω θα τολμούσα να προσθέσω, (ας μου επιτραπεί ο όρος), και τον «εμβολιαστικό γραμματισμό», δηλαδή εκείνη την ικανότητα των μαθητών, που θα τους επιτρέπει να χρησιμοποιούν (ως τρόπο σκέψης) την επιστημονική μέθοδο και να στέκονται κριτικά απέναντι στις πληροφορίες που διακινούνται σχετικά με την αναγκαιότητα ή όχι των εμβολίων.

Διδακτικό σενάριο για τη διδασκαλία και την αναγκαιότητα των εμβολίων

Σύμφωνα με τους Μικρόπουλο και Μπέλλου (2010), ένα διδακτικό σενάριο είναι η περιγραφή μιας διδασκαλίας με εστιασμένο γνωστικό αντικείμενο, συγκεκριμένους στόχους και διδακτικές

πρακτικές. Το σενάριο υλοποιείται με τη βοήθεια εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων, που μπορεί να είναι φύλλα εργασίας, πείραμα, ερωτήσεις κ.α. Όταν μάλιστα υποστηρίζεται από τις ΤΠΕ αξιοποιεί λογισμικά ή άλλες ψηφιακές τεχνολογίες.

Η Επιστήμη της Βιολογίας μελετά την πολύπλοκη οργάνωση του φυσικού κόσμου. Με δεδομένο ότι η Βιολογία αναφέρεται στο μικρόκοσμο και σε σύνθετα βιολογικά φαινόμενα παρουσιάζει αρκετές δυσκολίες στην κατανόηση κάποιων εννοιών από μαθητές, αλλά και φοιτητές Βιολογίας. (Στασινάκης, 2016).

Η δημιουργία διδακτικού σεναρίου με θέμα τα εμβόλια, κρίθηκε απαραίτητη, λόγω της σπουδαιότητας του συγκεκριμένου θέματος στο συγκεκριμένο χρονικό πλαίσιο (αλλαγή του κοινωνικού χάρτη της Ελλάδος, γονείς που δεν εμβολιάζουν τα παιδιά τους), και της ανάγκης προαγωγής του «εμβολιαστικού εγγραμματισμού» των μαθητών. Το διδακτικό σενάριο ετοιμάστηκε για τους μαθητές της Β΄ Λυκείου, δεδομένου ότι φέτος και για πρώτη φορά, σύμφωνα με το νέο πρόγραμμα σπουδών, η διδασκαλία αυτής της ενότητας εφαρμόζεται στην Β΄ τάξη του Λυκείου. Επιπλέον χρησιμοποιήθηκαν οι ΤΠΕ, τις οποίες, η Ευρωπαϊκή Ένωση προωθεί σε μεγάλο βαθμό σε όλα τα επίπεδα εκπαίδευσης (Schenermann&Pedro, 2009). Τα νέα ηλεκτρονικά εργαλεία και περιβάλλοντα μάθησης που αναπτύσσονται συνεχώς μπορούν να αποτελέσουν την αιχμή του δόρατος για μια καινούργια οπτική στην παιδαγωγική διαδικασία, που θα αποσκοπεί στην επίτευξη των εκπαιδευτικών στόχων (Σολομωνίδου & Κολοκοτρώνης, 2009). Στην προκειμένη περίπτωση χρησιμοποιήθηκε το Kahoot, ένα δωρεάν διαδικτυακό εργαλείο που επιτρέπει στους εκπαιδευτικούς να δημιουργούν, εύκολα και γρήγορα, παιχνιδιάρικους με σκοπό την αξιολόγηση των μαθητών τους σε πραγματικό χρόνο τάξης. Το εξαιρετικό σε αυτή την πολύχρωμη εκπαιδευτική πλατφόρμα είναι ότι τα παιδιά μπορούν να συνδεθούν από όποια συσκευή θέλουν, ακόμα και από τα κινητά τους τηλέφωνα.

Σκοπός, στόχοι, θεωρίες μάθησης και διδακτικές τεχνικές του διδακτικού σεναρίου

Σκοπός είναι να κατανοήσουν οι μαθητές τον τρόπο λειτουργίας των εμβολίων και την αναγκαιότητα εμβολιασμών, ως τον μοναδικό τρόπο πρόληψης και προστασίας του πληθυσμού.

Με τις θεωρίες μάθησης, στις οποίες βασίστηκε το παρόν διδακτικό σενάριο και τις διδακτικές τεχνικές οι οποίες επιλέχθηκαν, επιδιώχθηκε η όσο το δυνατόν πιο έντονη εμπλοκή των μαθητών και η επιμόρφωσή τους μέσα από την ανάπτυξη μορφών διδασκαλίας που ευνοούν την κατανόηση των υπό μελέτη φαινομένων. Πιο ειδικά, οι θεωρίες μάθησης αναφέρονται: 1) Στη θεωρία του κοινωνικού εποικοδομητισμού, σύμφωνα με την οποία η γνώση οικοδομείται σταδιακά, με βάση τις προϋπάρχουσες γνώσεις και αντιλήψεις των μαθητών – αυτό που είναι γνωστό ως γνωστική δομή (Ausubel, 1968). Αυτή η γνωστική δομή θα καθορίσει την ερμηνεία, την καταχώρηση και την οργάνωση της νέας γνώσης. 2) Στη θεωρία της συνεργατικής μάθησης, όπου οι μαθητές εργάζονται σε μικρές ομάδες, στις οποίες το κάθε μέλος συμμετέχει σε συλλογικές δραστηριότητες που έχουν προσδιοριστεί με σαφήνεια. Το γεγονός αυτό οδηγεί σε εντυπωσιακά αποτελέσματα στον τομέα της βελτίωσης της επίδοσης των μαθητών/τριών, αλλά και της αύξησης της αυτοεκτίμησής τους, ενώ ταυτόχρονα βελτίωσε τις κοινωνικές τους δεξιότητες (Lazarovitz & Hertz-Lazarovitz, 1998).

Ως προς τις διδακτικές τεχνικές χρησιμοποιήθηκαν:

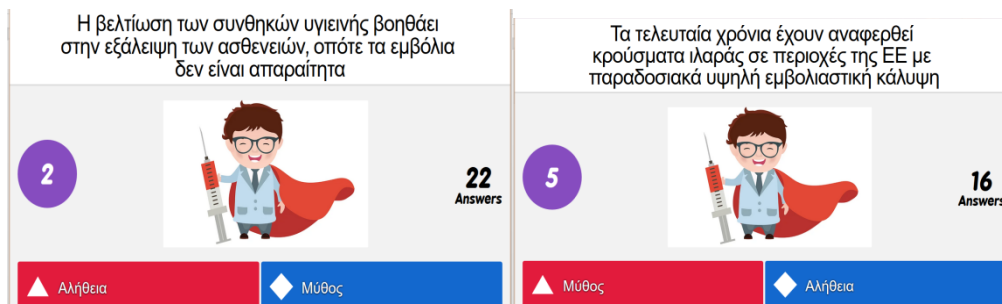
α) Η τεχνική της μελέτης περίπτωσης: Η μελέτη περίπτωσης (case study), χρησιμοποιείται στις θετικές επιστήμες με εντυπωσιακά αποτελέσματα, γιατί τοποθετεί τη διαδικασία της μάθησης μέσα σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο και δείχνει τον κριτικό τρόπο σκέψης «εν δράσει» (Herreid, 2007) β) Η βιωματική προσέγγιση της γνώσης: Η βιωματική προσέγγιση της γνώσης (όλοι έχουμε εμβολιαστεί κάποτε), επιδιώκει τη διανοητική αλλά και συναισθηματική εμπλοκή των μαθητών (Δελούδη, 2002).

Με όλα τα παραπάνω, επιδίωξη ήταν η επίτευξη των εξής διδακτικών στόχων: να μπορούν οι μαθητές να διατυπώνουν τον ορισμό των εμβολίων, να περιγράφουν τον τρόπο δράσης τους, να αναγνωρίζουν την χρησιμότητα τους στην πρόληψη ασθενειών και να αιτιολογούν γιατί η μείωση των εμβολιασμών οδηγεί στην επανεμφάνιση ασθενειών.

Διδασκαλία με τη χρήση του διδακτικού σεναρίου

1^η δραστηριότητα

Το διδακτικό σενάριο χωρίζεται σε τέσσερα μέρη. Στο πρώτο μέρος, διάρκειας 10', οι μαθητές χωρίζονται σε ομάδες των τεσσάρων ατόμων και με τη χρήση του Kahoot απαντάνε σε 15 ερωτήσεις σχετικές με τα εμβόλια. Τίτλος της δραστηριότητας είναι «Μύθοι και αλήθειες για τα εμβόλια» και σκοπός είναι να αναγνωριστούν οι παρανοήσεις που υπάρχουν στους μαθητές σχετικά με τα εμβόλια, την χρησιμότητα και την αναγκαιότητά τους και να αρθούν.



2^η δραστηριότητα

Η δεύτερη δραστηριότητα έχει τίτλο «Εμβόλια- Πώς λειτουργούν», διαρκεί 12' και αποσκοπεί στην κατανόηση, εκ μέρους των μαθητών, του τρόπου λειτουργίας των εμβολίων. Σε κάθε ομάδα δίνονται δύο κείμενα (Κείμενο 1 και Κείμενο 2). Κάθε ομάδα χωρίζεται σε δύο υποομάδες, εκ των οποίων η μία μελετάει το κείμενο 1 και η άλλη το κείμενο 2. Οι δύο υποομάδες ανταλλάσσουν απόψεις μεταξύ τους και συμπληρώνουν ομαδικά το φύλλο εργασίας 1.

Κείμενο 1

Ο Μιθριδάτης ο ΣΤ', βασιλιάς του Πόντου, εξαιτίας του μεγάλου φόβου του μήπως τον δηλητηριάσουν χορηγούσε στον εαυτό του βαθμιαία αυξανόμενες μη θανατηφόρες δόσεις δηλητηρίου, ώστε να αναπτύξει τελικά ανοσία. Σύμφωνα με τη μυθολογία, μετά την ήττα του από τον Πομπήιο, ο Μιθριδάτης αποπειράθηκε να αυτοκτονήσει χρησιμοποιώντας δηλητήριο αλλά απέτυχε λόγω της ανοσίας που είχε αναπτύξει και τελικά κατέφυγε σε έναν μισθοφόρο για να τον διαπεράσει με σπαθί.

Γενικά, δεν υφίσταται κάποιος πρακτικός λόγος, κάποιο πλεονέκτημα ή το παραμικρό όφελος για τη διενέργεια μιθριδατισμού εκτός για επαγγελματικούς ή παρόμοιους λόγους, όπως για παράδειγμα από υπαλλήλους ζωολογικών κήπων, ερευνητές και καλλιτέχνες του τσίρκου οι οποίοι έρχονται σε στενή επαφή με δηλητηριώδη ζώα. Ο μιθριδατισμός δοκιμάστηκε με επιτυχία στην Αυστραλία και τη Βραζιλία καθώς επιτεύχθηκε πλήρης ανοσία ακόμη και σε πολλαπλά τσιμπήματα από δηλητηριώδεις κόμπρες και οχιές. (Από τη Wikipedia)

Κείμενο 2

Το 1789 ο Jenner (Τζένερ) παρατήρησε ότι οι γυναίκες που άρμεγαν τις αγελάδες που έπασχαν από δαμαλίτιδα, παρουσίαζαν φυσαλίδες στα χέρια τους (cowpox-δαμαλίτιδα**) και δεν νοσούσαν από την πολύ βαρύτερη ανθρώπινη νόσο, την ευλογιά, που προκαλείται από στενά συγγενικό ιό. Ο Jenner χρησιμοποίησε το υγρό από τις φυσαλίδες αυτές και εμβολίασε ένα οκτάχρονο αγόρι τον **James Phipps**. Ο James, όταν ήρθε σε επαφή με άτομα που έπασχαν από ευλογιά, δε νόσησε. Το πρώτο εμβόλιο ήταν γεγονός. Η λέξη vaccine (προληπτικός εμβολιασμός για την ευλογιά) προέρχεται από την Λατινική λέξη vacca που σημαίνει αγελάδα. Αργότερα ο **Pasteur** χρησιμοποίησε την λέξη vaccine για όλα τα εμβόλια (Περσιάνης, 2011)**



Πορτρέτο του Edward Jenner.

Φύλλο Εργασίας 1

α) Τι ρόλο έπαιξε το δηλητήριο στον Μιθριδάτη ή στους υπαλλήλους ζωολογικών κήπων;

.....

.....

.....

β) Για ποιο λόγο οι γυναίκες που είχαν δαμαλίτιδα δεν αρρώσταιναν από ευλογιά;

.....

.....

.....

γ) Τι περιείχαν οι φυσαλίδες με τις οποίες εμβολίασε ο Jenner τον James;

.....

.....

.....

δ) Για ποιον λόγο δεν αρρώστησε ο James όταν ήρθε σε επαφή με άτομα μολυσμένα από ευλογιά;

.....

.....

.....

ε) Θυμηθείτε την τελευταία φορά που αρρωστήσατε. Περιγράψτε τα συμπτώματα και την πορεία της ασθένειας. Τι πιστεύετε ότι συνέβη;

.....

.....

.....

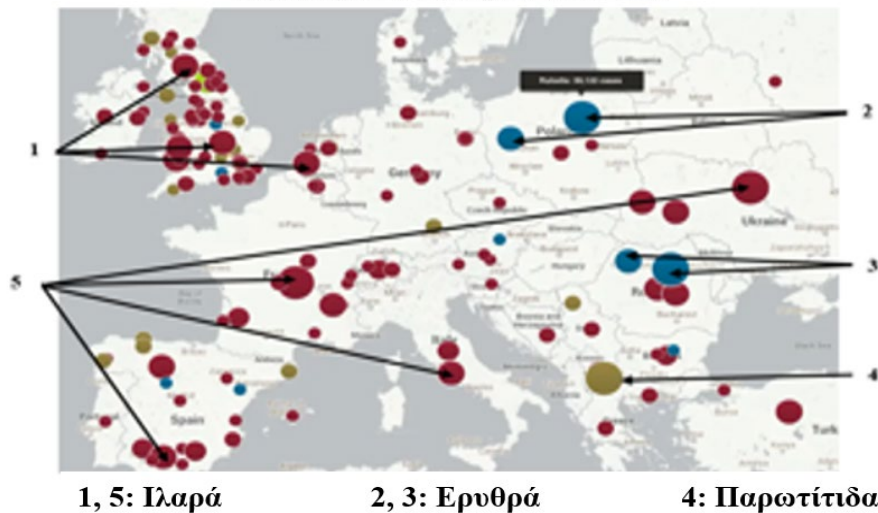
3^η δραστηριότητα

Η 3^η δραστηριότητα έχει τίτλο «Αποτελεσματικότητα εμβολίων», είναι ομαδική, διαρκεί 10' και αποσκοπεί στο να μπορέσουν οι μαθητές να συσχετίσουν την μείωση της εξάπλωσης των ασθενειών παγκοσμίως με τα προγράμματα εμβολιασμού και την αποτελεσματικότητα των εμβολίων. Δίνεται σε κάθε ομάδα ένα φύλλο εργασίας (Φύλλο εργασίας 2), στο οποίο απεικονίζονται δύο χάρτες (Χάρτης 1 και Χάρτης 2) από τον Π.Ο.Υ., και η εικόνα 1 που αναφέρεται στην ανοσία της αγέλης. (Οι χάρτες και η εικόνα μπορεί να προβάλλονται και σε διαφάνειες σε παρουσίαση ppt). Η κάθε ομάδα καλείται να συντάξει ένα κείμενο 50-100 λέξεων, σχετικά με τους χάρτες και να συμπληρώσουν τα πλαίσια στην εικόνα 1.

Φύλλο εργασίας 2

Χάρτης 1

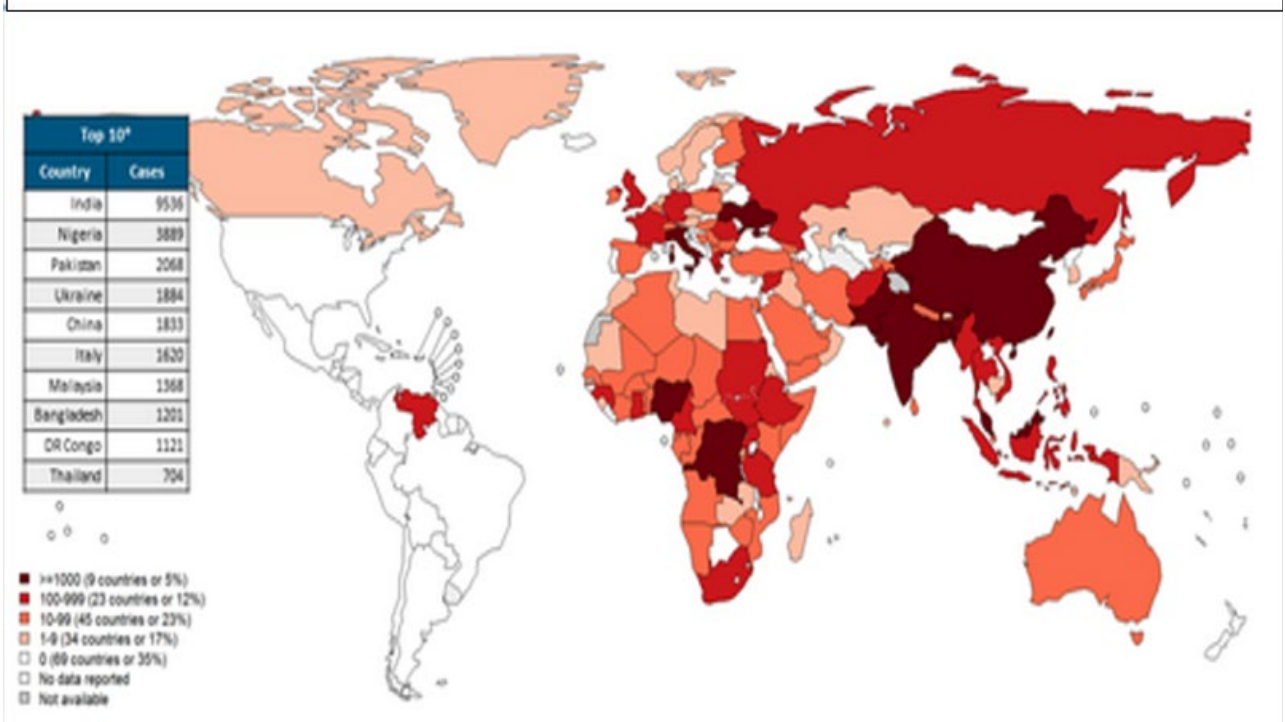
Επιδημίες ιλαράς, ερυθράς και παρωτίτιδας στην Ευρώπη, το διάστημα 2008-2014



Ο αριθμός των κύκλων δείχνει τον αριθμό των επιδημιών που ξέσπασαν. Το μέγεθος των κύκλων είναι ανάλογο του αριθμού των ασθενών σε κάθε επιδημία

Χάρτης 2

Αριθμός κρουσμάτων ιλαράς την περίοδο από 6/2017-11/2017 (Π.Ο.Υ., 2018)





Εικόνα 1

4^η δραστηριότητα

Στην τελευταία δραστηριότητα διάρκειας 10' αξιολογείται ατομικά ο βαθμός κατάκτησης της γνώσης. Οι μαθητές, πάλι με το Kahoot, καλούνται να απαντήσουν σε ερωτήσεις για τον τρόπο δράσης, χρησιμότητα και αποτελεσματικότητα των εμβολίων.

Συμπεράσματα

Το σενάριο υλοποιήθηκε και στα δύο τμήματα της Β' Λυκείου με επιτυχία, μέσα στον προβλεπόμενο χρόνο. Η 1^η δραστηριότητα με το Kahoot τους διασκέδασε, ενώ η 2^η δραστηριότητα τους κέντρισε το ενδιαφέρον λόγω της διαφορετικότητά της αλλά και επειδή ενεπλάκησαν ενεργά στην πραγματοποίησή της. Η τελευταία δραστηριότητα, πάλι με τη χρήση του Kahoot έγινε δεκτή με ενθουσιασμό και τα αποτελέσματα ήταν εντυπωσιακά. Συμπερασματικά, η χρήση τεχνολογιών, η βιωματική προσέγγιση της γνώσης και η ομαδοσυνεργατική μάθηση κινητοποιούν τους μαθητές με θετικά αποτελέσματα για την εκπαιδευτική διαδικασία.

Βιβλιογραφία

- Δελούδη, Μ. (2002). Βιωματική Μάθηση- Δυνατότητες αξιοποίησής της στο πλαίσιο της Ευέλικτης Ζώνης. *Επιθεώρηση Εκπαιδευτικών Θεμάτων*. ΙΕΠ, σσ. 145-159. Ανακτήθηκεστις 21/1/2017, από <http://www.pi-schools.gr/download/publications/epitheorisi/teyxos6/deloudi.PDF>
- Μικρόπουλος, Τ. Α. & Μπέλλου, Ι. (2010). *Σενάρια διδασκαλίας με υπολογιστή*. Αθήνα: Κλειδάριθμος
- Περσιάνης, Ν. (2011). *Σύντομη ιστορία των Εμβολίων (1796-2011)*. Λευκωσία: GlaxoSmithKline και MSD
- Σολομωνίδου, Χ. & Κολοκοτρώνης, Δ. (2009). *Ο υπολογιστής στη διδασκαλία και μάθηση των Φυσικών Επιστημών*. Αθήνα: Γκιούρδαςεκδοτική
- Στασινάκης, Π. (2016). Οι ιδιαιτερότητες της Βιολογίας ως πρόκληση για τη χρήση των ΤΠΕ στη Διδακτική της Βιολογίας. *Νέος Παιδαγωγός, Τεύχος 7*. Ανακτήθηκε στις 17/8/2016, από http://www.neospaidagogos.gr/periodiko/files/7_Teyxos_Neou_Paidagogou_Septemvrio_u_2016.pdf
- Ausubel, D. P. (1968). *Educationalpsychology: acognitiveview*. New York: Holt, Rinehart and

Winston

- Bell, L. (2007). *Perspectives on Educational Management and Leadership*. London: Continuum International Publishing Group.
- European Union. (2016). *The European Digital Competence Framework for Citizens*. Luxembourg: Publications Office of the European Union
- Eyrudice Report. (2011). *Science Education in Europe: National Policies, Practices and Research*. Bruxelles: Education, Audiovisual and Culture Executive Agency
- Garbe, C. (2019). *Teaching Literacy across all school subjects*. School Education Gateway Webinar Input. Cologne, Germany: ELINET
- Harlen, W. (2009). Teaching and learning science for a better future. The Presidential Address 2009 delivered to the Association for Science Education Annual Conference. *School Science review*, 333, 33-41
- Herreid, F. C. & Vail, S. (2007). Little Mito: The Story of the Origins of a Cell. *Start With A Story*, 307-312. Arlington, Virginia: NSTA Press
- Lazarowitz, R. & Hertz-Lazarowitz, R. (1998). Cooperative learning in the science curriculum. In B.J. Fraser & K.G. Tobin (Eds.), *International Handbook of Science Education*, 449-469. G.B.: Kluwer Academic Publishers
- Scheuermann, F. & Pedro, F. (2009). *Assessing the effects of ICT in Education: Indicators, criteria and benchmarks for international comparisons*. Luxembourg: JRC/European Commission and OECD
- W.H.O (World Health Organization), 2019. Ten threats to global health in 2019. Ανακτήθηκε στις 2/9/2019, από <https://www.who.int/emergencies/ten-threats-to-global-health-in-2019>

Βιολογία και ετυμολογία : Ανα- πνοή: Μια διδακτική πρόταση για την Α' Γυμνασίου

Ανδριάνα ΚΟΡΑΣΙΔΗ ¹, Ματίνα ΜΠΑΛΑΜΠΕΚΟΥ ²

¹Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Εκπαιδευτήρια Δούκα, a.korasidi@doukas.gr,

²Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Εκπαιδευτήρια Δούκα, m.balabekou@doukas.gr

Περίληψη

Η κατανόηση πολυδιάστατων εννοιών και σύνθετων ειδικών όρων στη διδασκαλία των Βιοεπιστημών στο Γυμνάσιο μπορεί να αποβεί ένα εξαιρετικά δύσκολο εγχείρημα τόσο από την πλευρά της διδασκαλίας όσο και από αυτή της μάθησης. Απέναντι σε αυτή την πρόκληση, στην παρούσα ερευνητική εργασία προτείνεται μία διαθεματική προσέγγιση του προβλήματος μέσω της εισαγωγής ενός κλάδου της γλωσσολογίας, της ετυμολογίας, ως καταλύτη εμπέδωσης όρων της Βιολογίας της Α Γυμνασίου. Η χρήση της ετυμολογίας στην εκπαίδευση, ειδικότερα στην εκμάθηση ξένων γλωσσών, συνδέεται με επιθυμητά αποτελέσματα, καθώς απευθύνεται σε προϋπάρχουσες γνωστικές δομές και συντελεί στη μακροπρόθεσμη και μόνιμη γνώση. Βασιζόμενοι, επομένως, στο μοντέλο της ουσιαστικής μάθησης, παρουσιάζουμε μία διδακτική πρόταση ενός ενδεικτικά επιλεγμένου μαθήματος, ενταγμένου στο ωρολόγιο εκπαιδευτικό αναλυτικό πρόγραμμα της Α Γυμνασίου. Η εφαρμογή του συγκεκριμένου διδακτικού σχεδίου στην τάξη, στο πλαίσιο του μαθήματος της «Αναπνοής» απέδειξε ποιοτικά το συγκριτικό πλεονέκτημα της προτεινόμενης μεθόδου, ανοίγοντας τον δρόμο για παρόμοιες προσεγγίσεις μελλοντικά.

Λέξεις- κλειδιά : βιολογία, ετυμολογία, αναπνοή, γλώσσα, μάθηση με νόημα

Εισαγωγή

Σύμφωνα με το διαθεματικό ενιαίο πλαίσιο προγραμμάτων σπουδών (Δ.Ε.Π.Π.Σ.) και το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών (Α.Π.Σ):

«Σκοπός της διδασκαλίας της Βιολογίας στο Γυμνάσιο -με το οποίο κλείνει ο κύκλος της υποχρεωτικής εκπαίδευσης- είναι να εξασφαλίσει στο μαθητή ένα επίπεδο γνώσεων και δεξιοτήτων που θα του παρέχουν αφενός τη δυνατότητα να κατανοεί αυτά που συμβαίνουν στον οργανισμό του και στο περιβάλλον του και αφετέρου την ικανότητα να κρίνει, να αξιολογεί δεδομένα και να κάνει -ως πολίτης- συνειδητές επιλογές για θέματα της καθημερινής ζωής που αφορούν τον ίδιο, αλλά και το κοινωνικό σύνολο στο οποίο ανήκει.» (ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ σελ.444)

Στις Βιοεπιστήμες τα περισσότερα επιτεύγματα συνδέονται με την εισαγωγή νέων εννοιών ή με τη βελτίωση παλαιότερων. Έτσι υπάρχει συσσώρευση εννοιών που προσπαθούν να περιγράψουν δομές και λειτουργίες και οι οποίες συνδέονται μεταξύ τους (Mayr, 2008). Μπορούμε να παραδεχτούμε ότι η Βιολογία στο σχολικό πλαίσιο εμφανίζει τα παραπάνω χαρακτηριστικά και ότι το γεγονός αυτό αποτελεί μια πρόκληση για τον εκπαιδευτικό. Όπως αναφέρει και η Ζόγκτζα(2009), ο διδακτικός μετασχηματισμός των βιοεπιστημών επηρεάζεται από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της επιστήμης και σε επίπεδο μελέτης και σε επίπεδο μεθοδολογίας. Πώς μπορούμε λοιπόν να εισαγάγουμε τις νέες έννοιες και να τις συνδέσουμε μεταξύ τους; Η διαθεματική προσέγγιση που - όπως αναφέρει και ο Ματσαγγούρας(2002)- είναι η διαδικασία διασύνδεσης μεταξύ διαφορετικών γνωστικών περιοχών, από διαφορετικά διδακτικά αντικείμενα κυρίως, ενισχύοντας με αυτόν τον τρόπο συσχετίσεις, συνδέσεις και γενικεύσεις που οδηγούν στην ολιστική αντιμετώπιση της γνώσης, μπορεί άραγε να φέρει καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα και να καλλιεργήσει μια θετική στάση των μαθητών απέναντι στη γνώση;

Τόσο οι μαθητές όσο και οι φοιτητές φαίνεται να αντιμετωπίζουν δυσκολίες σε αφαιρετικές, πολυδιάστατες έννοιες, διεργασίες και δομές. Οι Bahar, Johnstone&Hansell(1999)

χρησιμοποιώντας ποιοτικά και ποσοτικά στοιχεία ανέδειξαν ότι οι πρωτοετείς φοιτητές αντιμετώπισαν ιδιαίτερη δυσκολία στα θέματα της Γενετικής και πιο συγκεκριμένα, σημαντικός παράγοντας δυσκολίας ήταν η γλώσσα και η χρήση των όρων. Οι ερευνητές καταλήγουν πως η περιπλοκότητα ορισμένων βιολογικών θεμάτων, οδηγεί κατά τη διδασκαλία, στη διολίσθηση σε τρία διαφορετικά επίπεδα σκέψης, το Μακρο-, το Μικρο - και το Αναπαραστατικό (συμβολικό). Για παράδειγμα, τα χαρακτηριστικά των οργανισμών που μπορούμε να παρατηρήσουμε ανήκουν στο Μάκρο-επίπεδο. Η εισαγωγή της έννοιας των αλληλομόρφων που καθορίζουν αυτά τα χαρακτηριστικά, ανήκει στο Μικρο - επίπεδο και η αναπαράσταση τους με μαθηματικά σύμβολα ανήκει στο Συμβολικό επίπεδο που προσπαθεί να συνδέσει το Μικρο επίπεδο με το Μάκρο. Οι ερευνητές προτείνουν ότι η σύνδεση αυτών των τριών επιπέδων μπορεί να αμβλύνει τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές κατά την διδασκαλία.

Η άμβλυνση αυτή μπορεί να επιτευχθεί μέσω μιας διαθεματικής προσέγγισης με πρωταγωνίστρια τη γλώσσα και πιο συγκεκριμένα την Ετυμολογία. Η Ετυμολογία, ως κλάδος της Γλωσσολογίας, μελετά την προέλευση των λέξεων αλλά και την πιθανή γενετική συγγένειά τους με αντίστοιχους τύπους των γλωσσών κοινής καταγωγής, με σκοπό την αναγωγή στον αρχικό τύπο (ρίζα, θέμα κλπ.) και στην αρχική σημασία κάθε λέξης, αποκαλύπτοντας τις διαφοροποιήσεις του νοήματος και της μορφής των λέξεων σε ιστορικό βάθος (Ross, 1969). Όπως αναφέρει και η Meghan Odsli Bratkovitch (2018) η ενοποιημένη προσέγγιση γλώσσας και επιστήμης αναδεικνύει τις συνδέσεις που ήδη υπάρχουν μεταξύ των δύο αντικειμένων, βοηθώντας τους μαθητές να αποκτήσουν μια πιο ολιστική προσέγγιση της γνώσης. Επίσης ενδυναμώνει τους δασκάλους των φυσικών επιστημών, σε σχέση με τις διδακτικές προσεγγίσεις τους.

Εξαιτίας του αντικειμένου μελέτης της, η ετυμολογία εμφανίζει όλα τα χαρακτηριστικά της «μάθησης με νόημα» (meaningful learning) σύμφωνα με τους Εκπαιδευτικούς Ψυχολόγους. Ο Ausubel, βασικός εκπρόσωπος της Γνωστικής Θεωρίας Μάθησης, εξήρε ως σπουδαίο παράγοντα στην μάθηση «αυτό που ο μαθητής ήδη γνωρίζει». Με τον όρο «μάθηση με νόημα» αναφέρθηκε στην προσαρμογή των νέων εννοιών τις οποίες καλείται να αφομοιώσει ο μαθητής στις προϋπάρχουσες γνωστικές δομές μέσω της συσχέτισης των πρώτων με άλλες σχετικές έννοιες. Το υποκείμενο, επομένως, αφενός προσλαμβάνει με τον δικό του τρόπο τη νέα πληροφορία και αφετέρου κατανοεί εις βάθος, αποθηκεύει και ανακαλεί τη γνώση αυτή αποτελεσματικότερα σε σχέση με την «μάθηση με επανάληψη» (rote learning) που χαρακτηρίζεται ως «ευάλωτη». Ο Pierson (1989) ισχυρίζεται ότι η ετυμολογική εκπαίδευση θα μπορούσε να καταστήσει τον δάσκαλο και τον μαθητή πιο ευαίσθητους στο νόημα των λέξεων και τις σχέσεις τους με άλλες, συμβάλλοντας σε αυτό που οι εκπαιδευτικοί ψυχολόγοι αποκαλούν ουσιαστική μάθηση (meaningful learning) μέσα από σημαντικές γλωσσικές πληροφορίες. Ο Ilson (1983, όπως αναφέρεται στο Gu, 2003) εντόπισε τέσσερις τύπους ετυμολογικών πληροφοριών που μπορούν να βοηθήσουν τον μαθητή: (α) τα έτυμα και οι συγγενείς λέξεις, (β) η μορφολογική ανάλυση των λεξικών μονάδων σε σχέση με τη συστατική δομή τους, γ) η μορφολογική ανάλυση λεξικών εννοιών όσον αφορά διαδικασίες σχηματισμού λέξεων και (δ) η ανάλυση λεξικών μονάδων από την άποψη γνωστικών διαδικασιών (π.χ. μεταφορά) που αφορούν τον σχηματισμό τους. Ο Corson (1997, όπως αναφέρεται στο Bellemo, 2009) σημειώνει ότι οι παιδαγωγικές διαδικασίες ανάλυσης λέξεων στα συστατικά τους φαίνονται σημαντικές στην ακαδημαϊκή εκμάθηση λέξεων. Αυτές οι διαδικασίες βοηθούν στην ενσωμάτωση ορισμένων συνειδητών μεταγνωστικών και μεταγλωσσικών πληροφοριών που καθίστανται χρήσιμες για την απόκτηση και χρήση λέξεων. Οι Davoudi και Yousefi (2009) ισχυρίζονται ότι η ετυμολογική προσέγγιση μπορεί να θεωρηθεί συντόμευση. Μαθαίνοντας τι σημαίνουν οι πραγματικές ρίζες των λέξεων, ο μαθητής μπορεί να εμπλουτίσει το λεξιλόγιό του με υψηλό ρυθμό. Σύμφωνα με τον Farid (1985, σελ. 7), η εκμάθηση των ριζών των λέξεων μπορεί να είναι χρήσιμη, καθώς καθιστά πιο εύκολο για τον διδασκόμενο να θυμάται νέες λέξεις και έτσι, κατά την άποψή του, η γνώση των προσφυμάτων και των ριζών αποτελεί με άλλα λόγια ένα ισχυρό βοήθημα μνήμης. Ο Zhou (2010) υποστηρίζει ότι η γνώση των

συχνά εμφανιζόμενων ριζών, προθημάτων και επιθημάτων, όταν χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με ενδείξεις περικειμένου, μπορούν να προσφέρουν στους μαθητές μία άλλη τεχνική αυτοβοήθειας, ώστε να «ξεκλειδώσουν» τα νοήματα των λέξεων. Ο Rivers (1981), δηλώνει επίσης ότι η γνώση των ετυμολογικών και μορφολογικών πληροφοριών βοηθά τους μαθητές να μαντέψουν τη σημασία μίας λέξης, να εξηγήσουν την ορθογραφία της και να τη θυμηθούν, γνωρίζοντας πώς αναπτύσσεται η τρέχουσα σημασία της από τις μορφολογικές της ρίζες.

Από τα παραπάνω συνάγεται άρα ότι η ετυμολογική σύνδεση των νέων όρων με άλλες λέξεις της μητρικής ή της δεύτερης γλώσσας καθιστά τους μαθητές πιο ευαίσθητους στην κατανόηση και βαθύτερη αντίληψη σύνθετων εννοιών, οι οποίες με την καθοδήγηση του διδάσκοντα, αναλύονται σε λεξικά και γραμματικά μορφήματα. Η συσχέτιση των τελευταίων με ήδη γνωστές λεξιλογικές και γραμματικές δομές επιτρέπει στους μαθητές να επωφεληθούν από την πρότερη γλωσσική εμπειρία τους, συνειδητοποιώντας τη διαδικασία ανάπτυξης λέξεων και τις λεπτές (και συχνά κρυφές) σχέσεις μεταξύ αυτών. Η μέθοδος αυτή μπορεί να τελεσφορήσει εκπαιδευτικά σε πολύ πιο ικανοποιητικό βαθμό σε σχέση με την απομνημόνευση που συνιστά βραχυπρόθεσμη αποθήκευση πληροφοριών και δεν συμβάλλει στη γνώση μακροπρόθεσμα.

Η διαθεματική προσέγγιση αποσκοπεί στη δόμηση της αναπαράστασης μιας έννοιας, μιας κατάστασης, μιας προβληματικής, μέσω της σύγκλισης περισσότερων επιστημών, επιδιώκοντας να αναπτύξει στους μαθητές δεξιότητες που απαιτεί η σύγχρονη κοινωνία πληροφόρησης, ενώ καλλιεργεί τη χρήση καινοτόμων παιδαγωγικών πρακτικών. Η διαθεματικότητα, σύμφωνα με τη σύγχρονη παιδαγωγική θεωρία, μεταξύ διακριτών αντικειμένων μπορεί να γεφυρώσει το χάσμα που υπάρχει ανάμεσά τους, αλλά και να οδηγήσει έναν μαθητή σε μια ενδελεχέστερη ενασχόλησή του με έναν τομέα της γνώσης, πιθανότατα ανοίκειο με βάση το παραδοσιακό μοντέλο διδακτικής προσέγγισης (Maingain&Dufour, 2002).

Περιορισμοί της παρούσας έρευνας

Στην Α Γυμνασίου εισάγεται το μάθημα της Αρχαίας Ελληνικής Γλώσσας πρώτη φορά εντός του ωρολόγιου σχολικού προγράμματος. Στο πλαίσιο της διδασκαλίας της Αρχαίας Ελληνικής Γλώσσας από Πρωτότυπο, βασική επιδίωξη – σύμφωνα με την σκοποθεσία του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου - είναι η κατανόηση της συνάφειας μεταξύ αρχαίας και νέας ελληνικής μέσω τη μελέτης και κατανόησης λεξιλογικών και ετυμολογικών φαινομένων που συνδέουν όρους ή παγιωμένες λόγιες εκφράσεις της νέας με την αρχαία, καθώς και μέσω της διαδικασίας παραγωγής και σύνθεσης. Το γεγονός αυτό συνιστά τον πρώτο περιορισμό στην εφαρμογή της διεπιστημονικής διδακτικής προσέγγισης βιοεπιστημών και ετυμολογίας σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης, καθώς προαπαιτεί ένα συγκεκριμένο γνωστικό υπόβαθρο από την πλευρά των μαθητών. Ένα πιθανό δεύτερο πρόσκομμα μπορεί να εντοπιστεί στους χρονικούς περιορισμούς του ωρολόγιου σχολικού προγράμματος. Ο συγκεκριμένος αριθμός διδακτικών ωρών ανά διδακτέα ενότητα είναι δύσκολο να υπερκεραστεί, τουλάχιστον όχι για όλο το εύρος της ύλης που καλούνται οι διδάσκοντες να καλύψουν. Ωστόσο, η ενδεικτική εφαρμογή συνδυαστικής μάθησης σε κάποιες κομβικές ενότητες με πλήθος ειδικών όρων, μπορεί να ενεργοποιήσει την ανακαλυπτική ικανότητα των παιδιών και να τα ωθήσει προς την εξερεύνηση αντίστοιχης δύσληπτης ορολογίας στο σπίτι.

Η γλώσσα ως εργαλείο μάθησης

Ο ρόλος της γλώσσας ως κώδικα επικοινωνίας δεν περιορίζεται μόνο στην ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ διδάσκοντος και διδασκομένων, αλλά διευρύνεται σε πληθώρα κλάδων γνώσης και ανθρωπίνων επιστημών. Οι γλώσσες προωθούν την ανθρώπινη γνώση και την επεκτείνουν προς όφελος του ανθρώπινου γένους, καθιστώντας την γενικότερη σημασία του

γλωσσικού φαινομένου λόγο επιστημονικής μελέτης της σχέσης μεταξύ αυτού και της εκπαίδευσης. Το λεξιλόγιο αποτελεί στοιχείο- κλειδί για την εκμάθηση της γλώσσας. Ο Finocchiaro πιστεύει ότι «οι μαθητές μπορούν να αναπτύξουν δεξιότητες με πολλούς τρόπους: υποβοηθούμενοι να εμπλουτίσουν το λεξιλόγιό τους, δίνοντάς τους (ή βοηθώντας τους να ανακαλύψουν) παραφράσεις, συνώνυμα, αντώνυμα και λέξεις της ίδιας οικογένειας» (Finocchiaro, 1973), ενώ σύμφωνα με τον Paulston (1976) «η μελέτη του λεξιλογίου είναι η πιο παραμελημένη περιοχή της γλωσσικής διδασκαλίας». Οι δύο βασικές ανησυχίες στη διδασκαλία του λεξιλογίου είναι τι πρέπει να διδασκτεί και πώς (Bruder, 1976).

Η ένταξη μιας λέξης σε μία ομάδα με παρόμοιες μορφολογικά λέξεις, την οπτικοποιεί συνδέοντάς την με το αντικείμενο, την κατάσταση ή αφηρημένη έννοια στα οποία εμφανίζεται ή τα οποία περιγράφει. Έτσι δημιουργείται μια διανοητική εικόνα αυτού που αναμένεται από τα παιδιά να κατανοηθεί και συχνά συνδέεται με κάποια σωματική αίσθηση. Ο Wilkins (1972) ισχυρίζεται ότι, σύμφωνα με την ψυχολογία της γλώσσας, οι άνθρωποι μαθαίνουν να διατηρούν καλύτερα τις λέξεις που τους έχουν παρουσιαστεί με μία σειρά οπτικών και άλλων συσχετίσεων.

Η ετυμολογία ως κλάδος της γλωσσολογίας έχει αξιοποιηθεί στο παρελθόν στο πλαίσιο της εκπαιδευτικής διαδικασίας, καθώς διαθέτει όλα τα χαρακτηριστικά αυτού που οι εκπαιδευτικοί ψυχολόγοι αποκαλούν «μάθηση με νόημα». Η χρήση της ετυμολογίας της τάξης ή η ανάθεση ετυμολογικών projects σε μαθητές μπορεί να λειτουργήσει ως ισχυρό εργαλείο πολιτιστικής μάθησης (Pierson, 1989) εξαιτίας της ικανότητάς της να ενισχύει την γλωσσική δύναμη των μαθητών, βοηθώντας τους να καταλαβαίνουν άγνωστες και δύσκολες λέξεις με ευκολία χωρίς συνεχή αναφορά σε πλήρεις πηγές, όπως το λεξικό. Σύμφωνα με τον Hashemi (2004) η διδασκαλία της ετυμολογίας και της διαμόρφωσης λέξεων είναι ένας πολύ αποτελεσματικός τρόπος διδασκαλίας. Συνήθης άποψη μεθοδολόγων και δασκάλων είναι πως η γνώση της ετυμολογίας διευκολύνει τον μηχανισμό της “εικασίας” ως τρόπο κατανόησης και ως μνημονική τεχνική στην οποία κρύβεται η καρδιά της μελέτης του λεξιλογίου.

Η εισαγωγή της ετυμολογίας στην τάξη της βιολογίας έχει προταθεί από την Daryl G. Miller (1986) που πρότείνει την εξήγηση των προθημάτων και επιθημάτων των βιολογικών όρων μέσω της συσχέτισής τους με καθημερινές λέξεις, δείχνοντας στους μαθητές ότι είναι ήδη εξοικειωμένοι με τους όρους. Ο ενθουσιασμός που απορρέει από αυτή τη συνειδητοποίηση συντελεί καταλυτικά στην πρόσληψη των νέων εννοιών με ευχάριστο τρόπο από την πλευρά των μαθητών. Οι Hallocketal. (2016), επίσης, παρείχαν σε πρωτοετείς φοιτητές που παρακολουθούσαν το εισαγωγικό μάθημα των νευροεπιστημών 300 όρους με την ετυμολογία τους και την γλωσσική τους προέλευση. Η συγκεκριμένη λίστα φάνηκε να έχει θετικά αποτελέσματα στους φοιτητές.

Επίσης σύμφωνα με την MeghanOdsIvBratKovitch (2018) η επιστημονική γλώσσα αναδεικνύει τα δεδομένα και τα αποτελέσματα στο επιστημονικό περιεχόμενο και αποτελεί μέσω πιο αποτελεσματικής διδασκαλίας και κατανόησης.

Η διδακτική πρόταση

Σύμφωνα με τους Mavrikakietal.(2012) οι μαθητές στο γυμνάσιο και στο λύκειο έχουν διαφορετικές απόψεις για τη δυσκολία της Βιολογίας. Οι μαθητές της Γ Λυκείου θεωρούν πως η Βιολογία είναι δύσκολη, σε σχέση με τους μαθητές της Β Γυμνασίου. Σύμφωνα με τις ίδιες, αυτή η αλλαγή στην πρόσληψη της δυσκολίας από τους μεγαλύτερους μαθητές μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι η Βιολογία διδάσκεται ως ανεξάρτητο μάθημα με ύλη που βασίζεται κυρίως στην αποστήθιση, όπως και επίσης στο γεγονός ότι οι μεγαλύτεροι μαθητές στην έρευνα είχαν την Βιολογία ως πανελλαδικώς εξεταζόμενο μάθημα. Σύμφωνα και με τα παραπάνω, αποτελεί πρόκληση ο σχεδιασμός μιας διδακτικής παρέμβασης που μπορεί να υπερβεί τις καταγεγραμμένες δυσκολίες στη διδασκαλία της βιολογίας αλλά και να επηρεάσει την αντίληψη των μαθητών

σχετικά με τη δυσκολία του μαθήματος.

Οι μαθητές της Α Γυμνασίου έρχονται σε επαφή με μεγάλο αριθμό νέων εννοιών και ειδικών όρων στην επαφή τους με το μάθημα της Βιολογίας. Η πρώτη, όμως, σχέση που αναπτύσσουν με το μάθημα της Αρχαίας Ελληνικής Γλώσσας (Α.Ε.Λ) στο πλαίσιο του αναλυτικού τους προγράμματος και η εισαγωγή της ετυμολογίας (>έτυμον = αληθινό) που εντάσσει ήδη γνωστές λέξεις σε οικογένειες ομορρίζων, επιτρέπει τη συνδυαστική μάθηση μεταξύ των δύο αντικειμένων.

Οι ψυχολόγοι της μάθησης όπως ο Ausubel και Robinson (1969) γενικά περιγράφουν τρεις απαραίτητες συνθήκες, ώστε να εκπληρωθεί η «μάθηση με νόημα» μέσα στην τάξη:

- Το προς εκμάθηση αντικείμενο μπορεί να συνδεθεί με άλλες περιοχές της μάθησης.
- Ο εκπαιδευόμενος πρέπει να έχει ήδη ενσωματώσει ιδέες με τις οποίες μπορεί να συνδεθεί η νέα μάθηση.
- Ο εκπαιδευόμενος έχει την πρόθεση να κάνει αυτές τις συνδέσεις.

Βασιζόμενοι σε αυτά τα κριτήρια, η ετυμολογία μπορεί να θεωρηθεί «μάθηση με νόημα» στην τάξη της Βιολογίας. Για να επιτευχθεί ομαλά η συσχέτιση προτείνεται σε πρώτο επίπεδο η συνδιδασκαλία. Στη συνδιδασκαλία, βρίσκονται στην γενική τάξη δύο (ή και περισσότεροι) εκπαιδευτικοί, συνήθως ένας γενικός και ένας ειδικός εκπαιδευτικός, που δουλεύουν μαζί, προκειμένου να διδάξουν μία διαφορετική, ανάμεικτη ομάδα μαθητών, στον ίδιο φυσικό χώρο (Cook&Friend, 1995; Murawski&Dieker, 2008; Murawski&Hughes, 2009). Ο συγκερασμός δύο διαφορετικών τρόπων σκέψης στην ίδια αίθουσα αποτελεί μια πολύ δημιουργική διαδικασία, ενώ δίνεται έμφαση στις διαφορετικές εκπαιδευτικές ανάγκες κάθε μαθητή με κοινό σχεδιασμό, καθοδήγηση και αξιολόγηση όλων των μαθητών είτε αυτοί παρουσιάζουν δυσκολίες είτε όχι και τροποποιήσεις, όπου κρίνεται αναγκαίο, του αναλυτικού προγράμματος (Nichols, Dowdy&Nichols, 2010). Η συνδιδασκαλία δημιουργεί περισσότερες διδακτικές επιλογές για όλους τους μαθητές και αυξάνει τη συμμετοχή και την ενεργό εμπλοκή τους, βελτιώνοντας την ακαδημαϊκή επίδοση. Επόμενα μαθήματα με κοινή λογική μπορούν να πραγματοποιηθούν μόνο από τον ειδικό εκπαιδευτικό ο οποίος θα έχει εντάξει ομαλά τη λογική της διαθεματικότητας στον τρόπο διδασκαλίας του. Για την παρούσα έρευνα επιλέγεται το μοντέλο της ομαδικής συνδιδασκαλίας, όπου με συντονισμένο τρόπο οι διδάσκοντες συμμετέχουν ισότιμα στην παράδοση του μαθήματος.

Προς αυτή την κατεύθυνση, επελέγη η ενότητα της «Αναπνοής» και η υποενότητα της «Αναπνοής στον άνθρωπο». Οι όροι που αναζητήθηκαν προς ετυμολογική επεξήγηση είναι οι:

- *κύτταρο*
- *διάχυση*
- *ρινική κοιλότητα*
- *οισοφάγος*
- *τραχεία*
- *βρόγχος*
- *διάφραγμα*
- *αναπνοή*

Η επιλογή των όρων έγινε τόσο με κριτήριο το ετυμολογικό ενδιαφέρον που παρουσιάζουν όσο και με το γεγονός ότι αποτελούν όρους- κλειδιά για την κατανόηση της ενότητας. Ταυτόχρονα με την ετυμολογική ανάλυση, επιχειρήθηκε η οπτικοποίηση των εννοιών ή των ομορρίζων με τις σχετικές έννοιες λέξεων μέσω της χρήσης φωτογραφικού υλικού. Κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας ο/η βιολόγος ακολουθεί τη ροή του μαθήματος και εισάγει τον όρο- κλειδί. Η εισαγωγή αυτού λειτουργεί ως έναυσμα (trigger) και αφορμή για τον/την συνδιδάσκοντα/ουσα να ρωτήσει τα παιδιά αν γνωρίζουν την προέλευση της λέξης. Ύστερα ακολουθεί η ετυμολογική της ανάλυση με βάση τα δεδομένα της διαχρονικής γλωσσολογίας και την άντληση πληροφορίας

από ετυμολογικό λεξικό. Εκεί τα παιδιά καλούνται να αναγνωρίσουν αν η ρίζα του όρου συναντάται σε άλλες λέξεις του καθημερινού τους λεξιλογίου και στη συνέχεια ο/η συνδιδάσκων/ουσα τα τροφοδοτεί με ομόρριζες λέξεις, δίνοντας παράλληλα ένα οπτικό ερέθισμα, όπως γίνεται- για παράδειγμα- στη λέξη *κύτταρονεκ* του *κύτος* που συνδέεται με το σημερινό «κουτί»(βλ. Παράρτημα). Μεγάλη σημασία δίνεται στην κατανόηση της χρήσης των προσφυμάτων, δηλαδή στα μορφήματα (συλλαβή ή φθόγγος) που προστίθενται στη θεματική ρίζα για την κλίση ή την παραγωγή λέξης. Ανάλογα με τη θέση τους σε σχέση με τη ρίζα της λέξης, τα προσφύματα καλούνται προθήματα/prefixes (στην αρχή της ρίζας της λέξης), επιθήματα/suffixes(στο τέλος της ρίζας της λέξης) και ενθήματα (στη μέση της λέξης). Λόγω της πολυσημίας των προθημάτων στην ελληνική γλώσσα, δίνεται μεγάλη βαρύτητα σε αυτά, ώστε οι μαθητές να κατανοήσουν την χρήση τους για την περιγραφή του όρου με κριτήριο τις γνώσεις που μόλις απέκτησαν για ένα φαινόμενο/ διαδικασία/ λειτουργία. Στην παρούσα εργασία, γίνεται ξεχωριστή αναφορά στις έννοιες *διάφραγμα* και *διάχυση*, όπου το αχώριστο μόριο δια- εμφανίζει διαφορετική σημασία, άμεσα συναρτώμενη με το περιεχόμενο των όρων (βλ.Παράρτημα). Στο τέλος καλούνται να αντιληφθούν οι μαθητές μόνοι τους την διαφορά, απαντώντας στο σχετικό φύλλο εργασίας σε ερωτήσεις κλειστού τύπου σχετικά με τα όσα διδάχτηκαν, υπό την καθοδήγηση των διδασκόντων.

Αποτελέσματα/ Μελλοντικές κατευθύνσεις

Με μια πρώτη ποιοτική αξιολόγηση της μεθόδου, διαπιστώθηκε πως τα αποτελέσματα είναι ιδιαίτερα ενθαρρυντικά, αναδεικνύοντας την σημασία της διαθεματικής προσέγγισης και της συνδιδασκαλίας σε σχέση με την παραδοσιακή. Το κίνητρο των παιδιών μεγιστοποιήθηκε και ανέπτυξαν έντονο ενδιαφέρον στη διαδικασία. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα την προώθηση της αυτενέργειας και της πρωτοβουλίας. Οι μαθητές απέκτησαν μια ευαισθησία προς τις λέξεις, επιχειρώντας να ανακαλύψουν με εικασία την ετυμολογική προέλευση ακόμα και όρων που δεν εντάχθηκαν εξ αρχής στη διδακτική πρόταση. Η οπτικοποίηση των εννοιών και η συσχέτιση των προς εξέταση όρων με ήδη υπάρχουσες γνωστικές δομές από την μητρική γλώσσα, καθώς και την αγγλική, πέραν της θετικής αποδοχής, ενθάρρυνε ακόμα και μαθητές με ιδιαίτερο μαθησιακό υπόβαθρο, οι οποίοι και συμμετείχαν ενεργά. Από την άποψη αυτή, οι γνωστικοί και συναισθηματικοί διδακτικοί στόχοι(Bloom, 1956) που ορίστηκαν στην αρχή του μαθήματος εκπληρώθηκαν σε μεγάλο βαθμό. Μελλοντικός σκοπός της παρούσας ερευνητικής εργασίας είναι να μελετηθούν ποσοτικά μέσω ηλεκτρονικών κριτηρίων αξιολόγησης (quiz) τα εξής:

- Σε τι βαθμό διαφοροποιείται η εμπέδωση της ύλης του παρόντος μαθήματος σε μία τάξη όπου εφαρμόζεται η προτεινόμενη προσέγγιση σε σχέση με μία τάξη, όπου δεν ακολουθείται το παρόν διαθεματικό μοντέλο;
- Τι ποσοστό των παιδιών μπορούν να επαναφέρουν στη μνήμη τους τις έννοιες που αναλύθηκαν ετυμολογικά μετά από μια εύλογη χρονική απόσταση και να τις συνδέσουν με την ειδική σημασία τους;

Η αποτελεσματικότητα της μεθόδου, εφόσον αποδειχθεί ποσοτικά και ποιοτικά (ακόμα και με συγκέντρωση ποιοτικών παρατηρήσεων/ σχολίων από την πλευρά των μαθητών), θα μπορούσε να αποτελέσει ένα χρήσιμο διδακτικό «εργαλείο» για τις φυσικές επιστήμες ευρύτερα, ιδίως όταν η διδακτέα ενότητα περιλαμβάνει πλήθος ειδικών και δυσνόητων όρων.

Βιβλιογραφία

- ΔΙΑΘΕΜΑΤΙΚΟ ΕΝΙΑΙΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ (Δ.Ε.Π.Π.Σ.) και ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΣΠΟΥΔΩΝ (Α.Π.Σ.) ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ – Βιολογίας retrieved from: <http://www.pi-schools.gr/programs/depps/> (01/09/2019)
- Ζόγκζα, Β. (2009). *Θέματα Διδακτικής της Βιολογίας. Διδασκαλία και μάθηση βιολογικών εννοιών στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση*. Αθήνα: Μεταίχμιο
- Ματσαγγούρας Η. (2002). *Η διαθεματικότητα στη σχολική γνώση*. Αθήνα: Γρηγόρη

- Ausubel, David P., and Robinson, Floyd G. (1969) *School Learning: An Introduction to Educational Psychology*. New York: Holt, Rinehart and Winston
- Bahar, M. & Johnstone, A. H. and Hansell, M. H. (1999). Revisiting learning difficulties in biology. *Journal of Biological Education*, 33(2), p. 84-86.
- Bellomo, T. S. (1999). Etymology and Vocabulary Development for L2 College Students. *TESL-EJ Journal*, 4 (2), p.1-7.
- Bellomo, T. S. (2009). Morphological Analysis and Vocabulary Development: Critical Criteria. *The Reading Matrix*, 9 (1), 44-54.
- Bloom, B.S. (1956) *Taxonomy of Educational Objectives, Handbook: The Cognitive Domain*. New York: David McKay.
- Bratkovich, O. M. (2018) Shining Light on Language for, in, and as Science Content. *Science & Education*, 27(4), p. 1-14.
- Cook, L., & Friend, M. (1995). Co-Teaching: Guidelines for Creating Effective Practices. *Focus on Exceptional Children*, 26, (3).
- Daryl G. Miller. (1986). Etymology in the Biology classroom. *The American Biology Teacher*. 48(1), p. 41
- Davoudi, M., & Yousefi, H. (2009). *English Vocabulary Made Simple*. Sabzevar, Iran: Ketabesefid.
- GU, P.Y. (2003). Vocabulary Learning in a Second Language: Person, Task, Context and Strategies. *TESL-EJ*, 7 (2), p.1-25. Retrieved December 10, 2010 from <http://www-writing.berkeley.edu/TESL-EJ/ej26/a4.html>
- Farid, A. (1985). *A Vocabulary Course Book: Prefixes, Roots, And Suffixes for ESL Students*. NJ: Prentice Hall.
- Finocchiaro, M., & Bonomo, M. (1973). *The foreign language learner: A guide for teachers*. New York: Regents.
- Fourez, G. (dir.), Maingain, A. et Dufour, B. (2002). *Approches didactiques de l'interdisciplinarité*. Bruxelles : De Boeck.
- Hallock, M. R., Brand, E. C., Mihalic, T. B. (2016). Word Origins of Common Neuroscience Terms for Use in an Undergraduate Classroom. *Journal of Undergraduate Neuroscience Education*. 15(1): p. 76-84 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5105969/> (18/08/2019)
- Hashemi, M (2004) The impact/s of Teaching Word - Formation knowledge in increasing the Nursing Students' Reading Comprehension Ability. Unpublished MA thesis, Islamic Azad University, Tehran Central Branch, Iran
- Mavrikaki, E., Koumparou, H. Kyriakoudi, M., Papacharalampous, I. and Trimandili, M. (2012). Greek Secondary School Students' Views About Biology. *International Journal of Environmental & Science Education*, 7(2), p. 217-232.
- Mayr, E. (2008). *Η ανάπτυξη της βιολογικής σκέψης. Ποικιλότητα, Εξέλιξη και Κληρονομικότητα*. Αθήνα: Μορφωτικό Ίδρυμα Εθνικής Τραπέζης
- Murawski, Wendy W.; Hughes, Claire E. Preventing School Failure, v53 n4 p.267-277 Sum 2009.
- Nichols, J., Dowdy, A., & Nichols, C. (2010). *Co-teaching: An educational promise for children with disabilities or a quick fix to meet the mandates of No Child Left Behind?* Education, 130, p. 647-651.
- Paulston, S. and Bruder, R. (1976). *Teaching English as a second language techniques and procedures*. England: Winthrop publishers, Inc
- Pierson, H. D. (1989). Using etymology in the classroom. *ELT Journal*, 43, p. 57-63.

doi:10.1093/elt/43.1.57

Rivers, W. M. (1981). *Teaching Foreign-Language Skills*. Chicago, Illinois: University of Chicago Press.

Ross, A. 1969. *Etymology*. London: Andre Deutsch.

Wilkins, D. A. (1972). *Linguistics in Language Teaching*. Cambridge: MFT Press.

Zhou, M. (2010). On Teaching Vocabulary to Non-English Majors. *Journal of Language Teaching and Research*, 1 (4), p. 485-487.

Παράρτημα

Α. Σχέδιο Μαθήματος

Γενικά Στοιχεία

Τάξη: Α Γυμνασίου

Αριθμός μαθητών: 26 μαθητές

Υλικοτεχνική υποδομή

Συνθήκες χώρου διδασκαλίας: αίθουσα διδασκαλίας η οποία προσφέρεται για ομαδοσυνεργατική διδασκαλία, με επάρκεια σε χώρο και φυσικό φωτισμό.

Τίτλος μαθήματος: Η αναπνοή στον άνθρωπο

Θεματικά ενότητες: Αναπνοή

Περιεχόμενο Μαθήματος: Η αναπνοή στον άνθρωπο - τα μέρη του αναπνευστικού συστήματος.

Γνωστικό υπόβαθρο των μαθητών: Οι μαθητές έχουν ήδη διδαχτεί τα χαρακτηριστικά της ζωής και τα επίπεδα οργάνωσης των οργανισμών.

Συνήθειες αντιλήψεις των μαθητών:

Οι μαθητές δεν αντιλαμβάνονται ότι ο εισπνεόμενος αέρας περιέχει περισσότερο οξυγόνο και ότι ο εκπνεόμενος περιέχει περισσότερο διοξείδιο του άνθρακα.	Μαυρικάκη, Ε. Γκούβρα, Μ. Καμπόρη, Α. Βιολογία Α Γυμνασίου, βιβλίο εκπαιδευτικού, Αθήνα, ΟΕΔΒ σελ. 98-99 http://www.pi-schools.gr/books/gymnasio/biologia_a/kath/kath_1_150.pdf
Οι μαθητές θεωρούν ότι ο εισπνεόμενος αέρας παραμένει κάπου μέσα στο σώμα τους (π.χ. κεφάλι).	Μαυρικάκη, Ε. Γκούβρα, Μ. Καμπόρη, Α. Βιολογία Α Γυμνασίου, βιβλίο εκπαιδευτικού, Αθήνα, ΟΕΔΒ σελ. 98-99 http://www.pi-schools.gr/books/gymnasio/biologia_a/kath/kath_1_150.pdf
Πιστεύουν ότι οι «αεραγωγοί» ενώνουν τους πνεύμονες με την καρδιά ή ότι ο αέρας απλώς εισέρχεται στους πνεύμονες και στη συνέχεια εξέρχεται χωρίς να παρατηρείται καμία συνεργασία μεταξύ του αναπνευστικού και του κυκλοφορικού συστήματος.	Μαυρικάκη, Ε. Γκούβρα, Μ. Καμπόρη, Α. Βιολογία Α Γυμνασίου, βιβλίο εκπαιδευτικού, Αθήνα, ΟΕΔΒ σελ. 98-99 http://www.pi-schools.gr/books/gymnasio/biologia_a/kath/kath_1_150.pdf
Το δέντρο δεν είναι φυτό αλλά ήταν μόνο όταν ήταν μικρό.	Μαυρικάκη, Ε. Γκούβρα, Μ. Καμπόρη, Α. Βιολογία Α Γυμνασίου, βιβλίο εκπαιδευτικού, Αθήνα, ΟΕΔΒ σελ. 98-99 http://www.pi-schools.gr/books/gymnasio/biologia_a/kath/kath_1_150.pdf

Μεθοδολογική προσέγγιση: διαθεματική προσέγγιση

Οργάνωση της τάξης: μετωπική διδασκαλία

Διάρκεια διδασκαλίας: 1 διδακτική ώρα

Διαθέσιμα υλικά:

προτζέκτορας

ηλεκτρονικός υπολογιστής

Διδακτικοί στόχοι

- Να περιγράφουν οι μαθητές το αναπνευστικό σύστημα ως σύνολο οργάνων - μονάδων που εμφανίζουν δομική και λειτουργική σύνδεση.
- Να ονομάζουν οι μαθητές τα όργανα του αναπνευστικού συστήματος.
- Να εμπλακούν οι μαθητές στη διαδικασία της ετυμολογίας των βιολογικών όρων.
- Να αναγνωρίσουν οι μαθητές ρίζες και προσφύματα κάποιων βιολογικών όρων.
- Να συνδέσουν τη λειτουργία του πεπτικού, του αναπνευστικού και του κυκλοφορικού συστήματος.

Δόμηση-πορεία της διδασκαλίας:

Φάσεις της διδασκαλίας	Γνωστικοί στόχοι	Ενέργειες των διδασκόντων	Αναμενόμενες ενέργειες των μαθητών
Βιολογία	Να θυμηθούν οι μαθητές τα επίπεδα οργάνωσης των οργανισμών Να προσελκύσουμε το ενδιαφέρον των μαθητών σε σχέση με την ετυμολογία της λέξης κύτταρο	Υπενθυμίζουν ότι οι πολυκύτταροι οργανισμοί έχουν διάφορα επίπεδα οργάνωσης.	Αναμένουμε να θυμηθούν τα επίπεδα οργάνωσης των οργανισμών, να συμπληρώσουν την ερώτηση και να εκδηλώσουν ποικίλο ενδιαφέρον για την ετυμολογία.
Γλώσσα	Να κατανοήσουν οι μαθητές την ετυμολογία της λέξης κύτταρο.	Αναλύουν την ετυμολογία της λέξης κύτταρο.	Απαντούν στην ερώτηση.
Βιολογία	Να κατανοήσουν το πως εξασφαλίζει ο οργανισμός μας ενέργεια Να διακρίνουν τις έννοιες αναπνοή και κυτταρική αναπνοή Να συνδέσουν με την έννοια της διάχυσης	Ρωτάνε για το πώς εξασφαλίζει ο οργανισμός μας ενέργεια και για το πώς η τροφή μεταφέρεται σε όλο το σώμα. Υπενθυμίζουν στους μαθητές ότι η κυτταρική αναπνοή χρειάζεται οξυγόνο.	Ανακαλούν πληροφορίες από τα προηγούμενα μαθήματα και συμπληρώνουν τις ερωτήσεις.
Γλώσσα	Να κατανοήσουν οι μαθητές την ετυμολογία της λέξης διάχυση.	Αναλύουν την ετυμολογία της λέξης διάχυση.	Συμμετέχουν στη συζήτηση.
Βιολογία	Να κατανοήσουν το πως εξασφαλίζει ο οργανισμός μας οξυγόνο Να εξοικειωθούν με τα μέρη του αναπνευστικού συστήματος	Παρουσιάζουν τα μέρη του αναπνευστικού συστήματος. Ξεχωρίζουν τη λειτουργία του φάρυγγα από αυτή του οισοφάγου. Ρωτάνε για το σύστημα	Συμμετέχουν στη συζήτηση

		οργάνων που συμμετέχει ο οισοφάγος.	
Γλώσσα	Να κατανοήσουν οι μαθητές την ετυμολογία των λέξεων ρινική κοιλότητα, φάρυγγας οισοφάγος, τραχεία, βρόγχος και διάφραγμα.	Αναλύουν την ετυμολογία των λέξεων ρινική κοιλότητα, φάρυγγας οισοφάγος, τραχεία, βρόγχος και διάφραγμα	Απαντούν στις ερωτήσεις.
Βιολογία	Να περιγράφουν οι μαθητές τη διαδικασία της αναπνοής	Εισάγουν τις έννοιες της εισπνοής και της εκπνοής.	Συμμετέχουν στη συζήτηση και απαντούν στις ερωτήσεις
Γλώσσα	Να κατανοήσουν οι μαθητές την ετυμολογία των λέξεων αναπνοή και διάφραγμα.	Αναλύουν την ετυμολογία των λέξεων αναπνοή και διάφραγμα.	Απαντούν στις ερωτήσεις.
Βιολογία	Να αναγνωρίσουν τη συνεργασία των συστημάτων αναπνευστικού, κυκλοφορικού και πεπτικού.	Υπενθυμίζουν το ρόλο του πεπτικού και του κυκλοφορικού συστήματος.	Απαντούν στην ερώτηση.

Β. Φύλλο Εργασίας - Η αναπνοή στον άνθρωπο – Η πορεία του αέρα

Όνομα:

Τμήμα:

Ημερομηνία:

Βιολογία	Ετυμολογία
1. Ποια είναι τα επίπεδα οργάνωσης του οργανισμού;  κύτταρο → όργανο → οργανισμός	Κύτταρο > Κύτος = κοιλότητα, κοίλο δοχείο, κυψελίδα > κυτίον > κουτί  Cell □ στα αγγλικά σημαίνει κύτταρο και

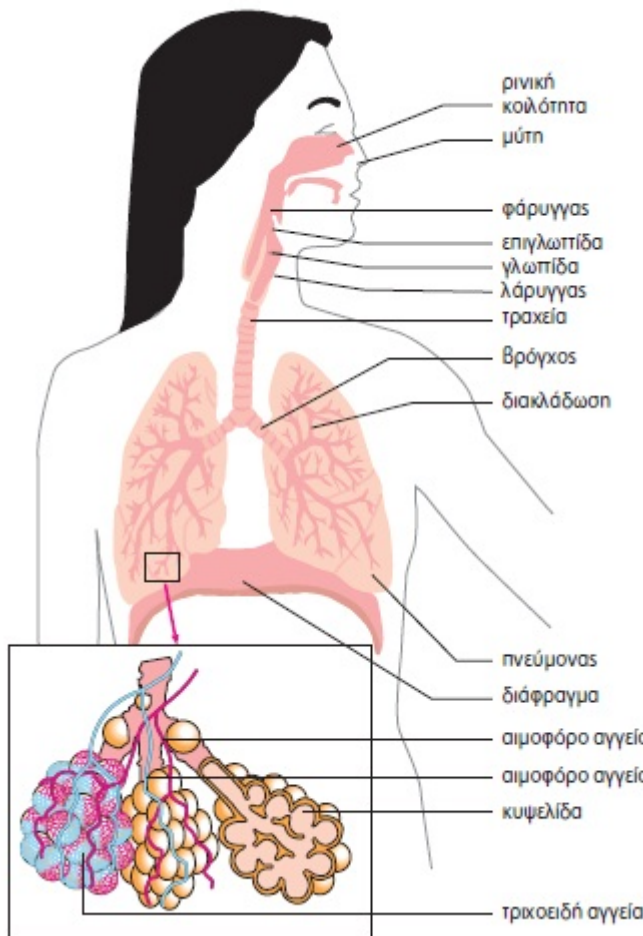
2. α. Πως εξασφαλίζει ο οργανισμός μας ενέργεια;

β. Η κυτταρική αναπνοή
χρειάζεται.....και παράγει

γ. Πως γίνεται η ανταλλαγή των αερίων στο κύτταρο;
άδυσισχ
με

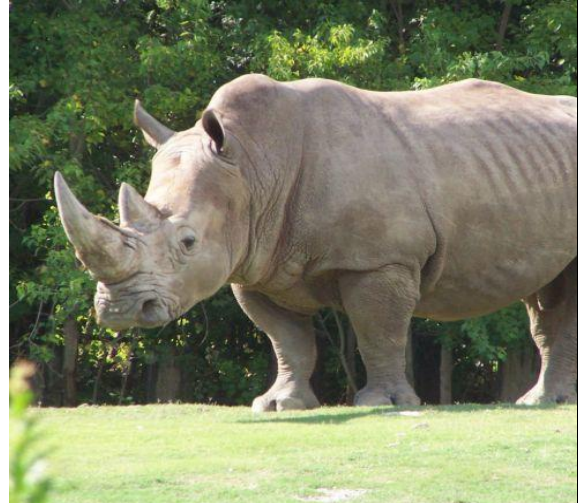
Διάχυση > αρχαία
ελληνική διαχέω < διά και χέω = χύνω, ρέω

3. Ποια είναι τα μέρη του αναπνευστικού μας
συστήματος;



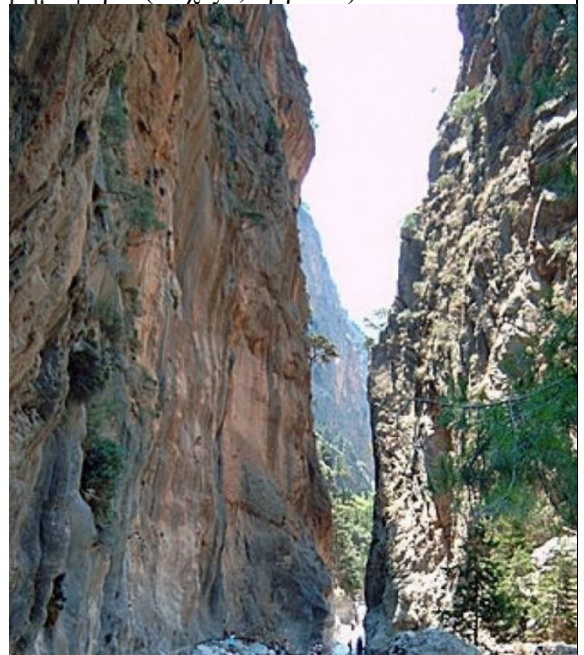
Ρινική κοιλότητα > Ρινικός > αρχ. ρίσ-
ρίνός 'μύτη'

A.



B. Ποια σύμφωνα αποκαλούμε **ένρινα**; Γιατί;

Φάρυγγας < φάρυγξ < το φάρος (άροτρο)
συγγενές με το λατινικό foro (τρυνώ), από το
ρήμα φαρῶ (=σχίζω, ὀργώνω).



Το της Σαμαριάς.



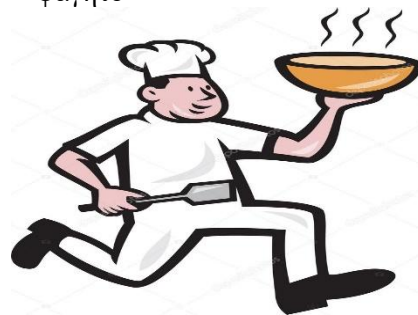
Εικόνα 1

Εικόνα 2



Οισοφάγος > οἶσω (μέλλοντας του φέρω) + -φάγος (< ἔφαγον, αόριστος του ἐσθίω, τρώγω)

- ☐ Αυτός που **ΘΑ** φέρει/ μεταφέρει το φαγητό



Τραχεία < αρχαία ελληνική τραχεία < τραχύς = με ανώμαλη επιφάνεια, όχι λείος > από τη ρίζα του αρχ. θράσσω (=ταράσσω)



Βρόγχος ☐ δεν υπάρχει μια απόλυτα πειστική ετυμολογία, αλλά είναι πιθανή η παραγωγή της από δύο άλλες λέξεις της αρχαίας ελληνικής γλώσσας, το ουσιαστικό βρόχθος (λαιμός, φάρυγγας) και το ρήμα βρόχω (τύπος υποθετικός, που σημαίνει καταπίνω).

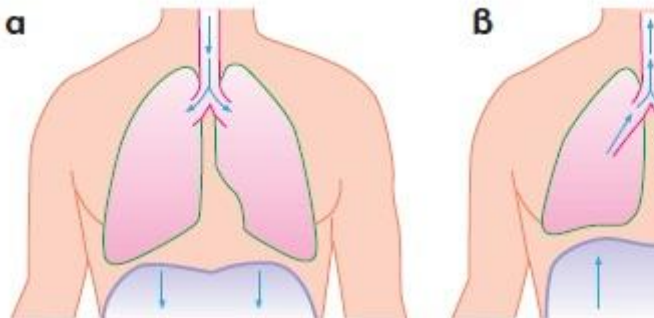
Συγγενεύει με τη λέξη βράγχος = βραχνάδα. Ωστόσο δεν πρέπει να την μπερδεύουμε με τη λέξη βρόχο = τη θηλιά, το σχοινί που δένεται με συγκεκριμένο τρόπο

Διάφραγμα < διαφράσσω < φράσσω = βάζω εμπόδιο, δεσμεύω

Τι απεικονίζουν οι εικόνες 1 και 2;
Ποια καταλαβαίνετε πως είναι η χρησιμότητα αυτών που απεικονίζονται;

.....

4. Τι είναι αναπνοή;



Πότε στους πνεύμονες εισέρχεται αέρας πλούσιος σε οξυγόνο;

Πότε από τους πνεύμονες αποβάλλεται αέρας πλούσιος σε διοξείδιο του άνθρακα;



Το πρόθημα δια- χρησιμοποιείται:

- για δήλωση κίνησης ανάμεσα σε κάτι διάπλους
- που γίνεται μεταξύ δύο ή περισσότερων προσώπων, πραγμάτων κ.λπ. διακρατικός
- δηλώνει πως κάτι μοιράζεται διανέμω
- δηλώνει διαφορά, διαφωνία, ανταγωνισμό διαφέρω
- δηλώνει χρονικό διάστημα διανυκτέρευση

Με ποια σημασία χρησιμοποιείται το πρόθημα δια- στα:

Διάφραγμα

.....
.....
.....

Διάχυση

.....
.....
.....

Αναπνοή > **ανά+** **πνέω** > από τη ρίζα του πνέω, **πνυ**(=έχω σωστά τὰ μυαλά μου) παράγεται τόπεπνυμένος (=σοφός) □ από το ίδιο ρήμα παράγεται η λέξη **πνεύμα** = το φύσημα, ο νους του ανθρώπου.
Η βασική σημασία του πνέω □ φυσώ

	Το πρόθημα ανά- έχει χρησιμοποιείται ως: 1. στερητικό πρόθημα • <u>αναδουλειά</u> 2. πρώτο συνθετικό ρημάτων και άλλων λέξεων, και έχει την έννοια του ξανά αλλά και του ανώτερου (τοπικά και ιεραρχικά) • <u>ανανεώνω</u> (ξανακάνω κάτι νέο) • <u>αναβαθμίζω</u> (προάγω κάποιον ή μεταφέρω κάτι σε ανώτερη βαθμίδα λειτουργίας) ☐ Με ποια σημασία χρησιμοποιείται το πρόθημα ανα- στη λέξη ΑΝΑ-ΠΝΟΗ; ☐ Σκεφτείτε μερικές ακόμα σύνθετες λέξεις όπου το πρόθημα ανα- έχει την ίδια σημασία.
5. Ποιά συστήματα συνεργάζονται για να εξασφαλίζει ο οργανισμός μας ενέργεια; 	

Βραδιές Βιοεπιστήμης: Διαδραστικές εκδηλώσεις ενημέρωσης του κοινού σε θέματα βιοεπιστημών

Μαρία ΚΟΡΟΜΗΝΑ¹, Γεώργιος Π. ΠΑΤΡΙΝΟΣ²

¹Πανεπιστήμιο Πατρών, Σχολή Επιστημών Υγείας, Τμήμα Φαρμακευτικής, Εργαστήριο Φαρμακογονιδιωματικής και Εξατομικευμένης Θεραπείας, Πάτρα mariakoromina91@gmail.com

²Πανεπιστήμιο Πατρών, Σχολή Επιστημών Υγείας, Τμήμα Φαρμακευτικής, Εργαστήριο Φαρμακογονιδιωματικής και Εξατομικευμένης Θεραπείας, Πάτρα gpatrinos@upatras.gr

Περίληψη

Αναμφίβολα, οι ερευνητικοί τομείς της Μοριακής Βιολογίας, Γενετικής και Εξατομικευμένης Ιατρικής χαρακτηρίζονται από ραγδαία ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια, προσφέροντας κατά αυτόν τρόπο στις επιστήμες υγείας καινοτόμα όπλα για την καταπολέμηση κληρονομικών ασθενειών. Αποτελεί ενδιαφέρουσα παρατήρηση το γεγονός ότι παρά τις ραγδαίες τεχνολογικές εξελίξεις σε αυτούς τους τομείς, το ευρύ κοινό αδυνατεί να συλλάβει την έννοια αλλά και τη σημασία της γενετικής, όχι μόνο στην εφαρμογή στην κλινική πράξη, αλλά και στη δημόσια υγεία. Στην παρουσία εργασία παρουσιάζουμε την ιδέα των Βραδιών Βιοεπιστήμης, οι οποίες αποτελούν πρωτοβουλία του Εργαστηρίου Φαρμακογονιδιωματικής και Εξατομικευμένης Θεραπείας του Πανεπιστημίου Πατρών. Οι Βραδιές Βιοεπιστήμης αποσκοπούν στην επικοινωνία της επιστήμης και ειδικότερα της Φαρμακογονιδιωματικής και Εξατομικευμένης Θεραπείας με έναν τρόπο διαδραστικό και κατανοητό, σε περιβάλλον φιλικό και άμεσο για το ευρύ κοινό ενισχύοντας κατά αυτό το τρόπο τη συμμετοχή του.

Λέξεις κλειδιά: βραδιές βιοεπιστήμης, φαρμακογονιδιωματική, συμμετοχή κοινού, διαδραστικότητα, επικοινωνία επιστήμης

Εισαγωγή

Οι ερευνητικοί τομείς της Μοριακής Βιολογίας, Γενετικής και Εξατομικευμένης Ιατρικής χαρακτηρίζονται από ραγδαία ανάπτυξη τα τελευταία δέκα χρόνια. Χαρακτηριστικό παράδειγμα των τεράστιων ωφελειών της εφαρμογής της Εξατομικευμένης Θεραπείας για το σύστημα υγείας και τον άνθρωπο, αποτελούν οι έλεγχοι με γενετικά τεστ, οι οποίοι προσφέρουν στην ιατρική καινοτόμα όπλα για την καταπολέμηση κληρονομικών ασθενειών. Παρά τις ραγδαίες τεχνολογικές εξελίξεις σε αυτούς τους τομείς, το ευρύ κοινό αδυνατεί να συλλάβει την έννοια αλλά και τη σημασία της γενετικής, όχι μόνο στην εφαρμογή στην κλινική πράξη, αλλά και στη δημόσια υγεία.

Παίρνοντας αφορμή από την ανάγκη για την εξοικείωση του κοινού με τις έννοιες της εξατομικευμένης ιατρικής και θεραπείας (γνωστής και ως Φαρμακογονιδιωματικής), θεωρείται χρήσιμο να διεκπεραιώνονται ομιλίες από ερευνητές στα αντικείμενα αυτά, με έναν ανεπίσημο τρόπο και σε και φιλικό περιβάλλον, το οποίο θα είναι προσβάσιμο ως προς το ευρύ κοινό.

Με αυτόν τον τρόπο, το ευρύ κοινό (και όχι μόνο οι συμμετέχοντες ομιλητές) θα αισθάνεται οικεία και άνετα να παρακολουθήσει τις ομιλίες, ενισχύοντας κατά αυτόν τον τρόπο την επιθυμία τους για ενημέρωση και εξοικείωση με τους άνωθεν τομείς. Επιπρόσθετα, θα επιτυγχάνεται μεταβίβαση της γνώσης σε απλουστευμένη και κατανοητή μορφή, η οποία δε θα περιορίζεται στη στερεοτυπική θεωρητική γνώση, αλλά θα ενισχύει την ενεργό συμμετοχή και διαδραστική ενημέρωσης του κοινού στα σύγχρονα ερευνητικά αντικείμενα της φαρμακογονιδιωματικής και εξατομικευμένης ιατρικής.

Αναμφίβολα, η επικοινωνία της επιστήμης αποτελεί βασικό τομέα των περισσότερων

ερευνητικών πρωτοβουλιών, με αυξανόμενο αριθμό δημοσιεύσεων να επικεντρώνονται στον τρόπο με τον οποίο αυτό μπορεί να επιτευχθεί κατά το βέλτιστο τρόπο (Fischhoffetal., 2013; <https://www.nature.com/articles/d41586-019-01359-4>). Στην Αγγλία, ήδη την τελευταία πενταετία διεξάγονται συστηματικά οι λεγόμενες ‘PintofScience’ ομιλίες, οι οποίες διοργανώνονται από διδακτορικούς φοιτητές ανεξαρτήτως σχολής (engineering, medicine, pharmacy, psychology, biology, maths) και ομιλούν κυρίως πανεπιστημιακοί/καθηγητές. Οι ομιλίες αυτές λαμβάνουν χώρα στις pub (μυγαριές) της Αγγλίας και στο τέλος αυτών, υπάρχει συνεδρία ερωτο-απαντήσεων μεταξύ κοινού και ομιλητών. Ο θεσμός των λεγόμενων ‘pintofscience’ ομιλιών έχει πλέον εξαπλωθεί και σε μερικές άλλες πόλεις και χώρες ανά τον κόσμο και όχι αποκλειστικά στην Αγγλία (www.pintofscience.com) (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Παραδείγματα διεθνών και πανευρωπαϊκών πρωτοβουλιών στη διοργάνωση ομιλιών σε χώρους εκτός πανεπιστημίων.

Εκδηλώσεις Επικοινωνίας της Επιστήμης (εκτός πανεπιστημίου)	Τόπος Διεξαγωγής
Science and Cocktails!	Δανία (Κοπενχάγη), Ολλανδία (Αμστερνταμ), Βέλγιο (Βρυξέλλες), Νότια Αφρική (Γιοχάνεσμπουργκ)
Pint of Science	Αγγλία (Λονδίνο), πλέον σε παγκόσμια κλίμακα
Nerd Nite	Αμερική (Βοστώνη), πλέον σε παγκόσμια κλίμακα
BioSciCo nights (Βραδιές Βιοεπιστήμης)	Ελλάδα (Πάτρα)

Το Εργαστήριο Φαρμακογονιδιοματικής και Εξατομικευμένης Θεραπείας του Τμήματος Φαρμακευτικής του Πανεπιστημίου Πατρών καθιέρωσε, από το 2019, τις λεγόμενες Βραδιές Βιοεπιστήμης [Biology and Science Communication (BioSciCo) nights]. Απώτερος στόχος της διεξαγωγής των συγκεκριμένων εκδηλώσεων είναι η εξοικείωση του κοινού είτε με ερευνητικό υπόβαθρο (συναφές ή μη με τα ερευνητικά και γνωστικά αντικείμενα των επιστημών υγείας) είτε χωρίς, με έννοιες και πειραματικές διαδικασίες που εντάσσονται στον τομέα της εξατομικευμένης ιατρικής. Επιπρόσθετος στόχος είναι η ενημέρωση του ευρύτερου κοινού για τη σημασία της ανάλυσης του ανθρώπινου γονιδιώματος και των πλεονεκτημάτων της εφαρμογής της εξατομικευμένης ιατρικής τόσο για τον άνθρωπο ως μονάδα όσο και για το εθνικό σύστημα υγείας στο σύνολο. Πρόκειται για ερευνητικές ομιλίες που διεξάγονται όχι μόνο από καθηγητές αλλά και από φοιτητές, με άμεσο και φιλικό τρόπο στο περιβάλλον ενός bar/restaurant, ενώ η επικοινωνία επιστημόνων και κοινού, με καταλύτη τη χαλαρή ατμόσφαιρα, οδηγεί με μαθηματική ακρίβεια σε μια εποικοδομητική συζήτηση!

Περιγραφή του τρόπου διεξαγωγής των επιστημονικών ομιλιών

Οι επιστημονικές ομιλίες διεξάγονται από ομιλητές που κατέχουν την απαραίτητη γνώση των παραπάνω γνωστικών αντικειμένων (μοριακής βιολογίας, γενετικής, εξατομικευμένης ιατρικής, φαρμακογονιδιοματικής) και οι οποίοι είναι νέοι ερευνητές, όπως υποψήφιοι διδάκτορες ή/και

μετα-διδασκαλικοί ερευνητές, αλλά και πιο έμπειροι βιοεπιστήμονες, όπως μέλη ΔΕΠ ή ερευνητές.

Ο χώρος διεξαγωγής των ομιλιών είναι καφέ-μπαρ ή/και εστιατόριο στο κέντρο της πόλης, σε χώρο εκτός Πανεπιστημίου, τα οποία όμως θα επιτρέπουν τη συζήτηση σε μια οικεία ατμόσφαιρα μεταξύ κοινού και ομιλητών, σε θέματα που άπτονται του χώρου της υγείας και των βιολογικών επιστημών. Απώτερος στόχος με βάση την ανταπόκριση του κοινού στη συγκεκριμένη ιδέα, είναι η διεξαγωγή ομιλιών στους τομείς της φαρμακογονιδιωματικής και εξατομικευμένης θεραπείας και σε άλλες πόλεις στην Ελλάδα.

Κομβικό σημείο της διεξαγωγής των εκδηλώσεων αυτών, είναι η οργάνωση των ομιλιών με τρόπο απλό, κατανοητό αλλά και διαδραστικό, ενισχύοντας την ανταλλαγή απόψεων αλλά και τη δικτύωση των συμμετεχόντων. Επιπρόσθετο κίνητρο παρακολούθησης των ομιλιών αυτών είναι η ελεύθερη είσοδος για τη συμμετοχή προς το κοινό.

Αναμενόμενα αποτελέσματα

Το Ε.Φ.Ε.Θ. διοργάνωσε την πρώτη BioSciCo Βραδιά Βιοεπιστήμης κατά την 3^η Ημερίδα εξατομικευμένης ιατρικής (26/09/2019), η οποία ήταν ανοιχτή προς το ευρύ κοινό και διοργανώθηκε στην Αγορά Αργύρη στην Πάτρα. Στην εκδήλωση αυτή δόθηκε αφορμή στο κοινό να εξερευνήσει την έννοια της εξατομικευμένης θεραπείας, αλλά και να ενημερωθεί για το ξεκίνημα αυτής της πρωτότυπης πρωτοβουλίας.

Τα πρώτα αποτελέσματα από τη διοργάνωση της πρώτης BioSciCo Βραδιάς Βιοεπιστήμης υποδεικνύουν ότι απαιτείται διαρκής και συνεχής ενημέρωση του κοινού στα αντικείμενα της εξατομικευμένης ιατρικής, εφόσον η πλειοψηφία του κοινού δεν έχει εξοικειωθεί με την έννοια και την εφαρμογή της φαρμακογονιδιωματικής στην εξατομικευμένη ιατρική. Αξίζει να σημειωθεί ότι η ιδέα των 'BioSciCo' βραδιών ενθουσίασε το κοινό, το οποίο δήλωσε πρόθυμο να συμμετάσχει είτε σε επίπεδο ερευνητικών ομιλιών είτε ως ακροατήριο στις επόμενες αντίστοιχες βραδιές.

Επιπρόσθετα, κοινό όλων των ηλικιών (τόσο έφηβοι και φοιτητές, αλλά και ενήλικες και επαγγελματίες υγείας) παρακολούθησε τη πρώτη BioSciCo βραδιά, με τις κύριες απορίες τους να σχετίζονται κυρίως γύρω από το θέμα της εφαρμογής και της σημασίας της γονιδιωματικής τόσο στην καθημερινή ζωή αλλά και στην κλινική πράξη. Επίσης, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσίασαν οι ερωτήσεις γύρω από το θέμα της προστασίας των γονιδιωματικών δεδομένων και της βιοηθικής.

Ανάμεσα στα ερευνητικά θέματα τα οποία θα συζητηθούν στις προσεχείς βραδιές Βιοεπιστήμης είναι τα κάτωθι:

1. Γενετικά Τεστ: Ο καλός, ο κακός και ο άσχημος (Δεκέμβριος 2019, Πάτρα)
2. Βιοπληροφορική και Ιατρική Ακρίβειας: πώς να γεφυρωθεί το ερευνητικό χάσμα(χρόνος, τόπος προς επιβεβαίωση)
3. Η βιοτεχνολογία στην υπηρεσία της εξατομικευμένης Ιατρικής (χρόνος, τόπος προς επιβεβαίωση)
4. Βιοηθική και διαφύλαξη γενετικών δεδομένων: μύθοι και πραγματικότητες (χρόνος, τόπος προς επιβεβαίωση)

Επιπλέον, το κοινό μπορεί να ενημερωθεί για τη διεξαγωγή των ομιλιών είτε μέσω των socialmedia του ΕΦΕΘ, της ηλεκτρονικής ιστοσελίδας του εργαστηρίου (www.permed.upatras.gr), αλλά και της ηλεκτρονικής ιστοσελίδας (www.bioscico.gr).

Συζήτηση και Προοπτικές

Δεδομένων των ενθαρρυντικών πρώτων αποτελεσμάτων από την διοργάνωση της πρώτης BioSciCo βραδιάς Βιοεπιστήμης, καθίσταται απαραίτητη η διεξαγωγή αντίστοιχων ομιλιών σε τοπικό αλλά και σε πανελλήνιο επίπεδο σε μελλοντικό χρόνο.

Επιπρόσθετα, η ενσωμάτωση διαδραστικού οπτικοακουστικού υλικού στις επόμενες ομιλίες μπορεί να ενισχύσει περαιτέρω την εξοικείωση του κοινού με τα ερευνητικά αντικείμενα των ομιλιών. Ως χαρακτηριστικό παράδειγμα αναφέρεται η επίδειξη της κάρτας ασθενούς στα πλαίσια της κλινικής μελέτης PREPARE χρηματοδοτούμενης από το ευρωπαϊκό πρόγραμμα U-PGx (Blagec et al., 2018, vandeWouden et al., 2017). Μέσα από αυτό το παράδειγμα, καθίσταται κατανοητή στο κοινό η σημασία της φαρμακογονιδιοματικής στην κλινική πράξη. Το κοινό μπορεί να δει την κωδικοποίηση του γενετικού προφίλ ενός ασθενούς μέσω από σκανάρισμα του QR code της κάρτας ασθενούς, καθώς και ποια φάρμακα αντενδείκνυνται να χορηγηθούν στον ασθενή με βάση συγκεκριμένες γενετικές αλλαγές σε γονίδια «κλειδιά».

Σημαντικός παράγοντας για την καθιέρωση των BioSciCo βραδιών Βιοεπιστήμης είναι η ανταπόκριση και η γνώμη του κοινού για αυτές. Προς αυτόν το σκοπό, το ΕΦΕΘ, που ηγείται του συντονισμού, θα χρησιμοποιεί μια πλατφόρμα με φιλικό περιβάλλον διεπαφής, στην οποία το κοινό θα εκφράζει τόσο τη γνώμη του, όσο και θα παραθέτει προτάσεις για βελτίωση των βραδιών αυτών. Ο σχεδιασμός αυτής της διαδραστικής πλατφόρμας έχει ήδη ξεκινήσει από μέλη του Ε.Φ.Ε.Θ.

Όραμα του Ε.Φ.Ε.Θ. που ηγείται της πρωτοβουλίας αυτής, είναι να διαδοθεί το πάθος για τη γνώση και την επιστημονική έρευνα στον τομέα της εξατομικευμένης ιατρικής, αλλά και στους διαφορετικούς τομείς των επιστημών υγείας και βιολογίας. Επιπρόσθετα, το Ε.Φ.Ε.Θ. στοχεύει στην εξοικείωση του κοινού με τις δυσνόητες έννοιες της γενετικής και εξατομικευμένης ιατρικής μέσα από απλές και κατανοητές ομιλίες, οι οποίες παράλληλα ενισχύουν την αλληλεπίδραση κοινού και ομιλητών.

Βιβλιογραφία

- Blagec K, et al. Implementing pharmacogenomics decision support across seven European countries: The Ubiquitous Pharmacogenomics (U-PGx) project. *Journal of the American Medical Informatics Association*. 2018;25(7):893–898.
- Fischhoff B. The sciences of science communication. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2013;110 Suppl 3(Suppl 3):14033–14039. doi:10.1073/pnas.1213273110
- van der Wouden CH, et al. Implementing pharmacogenomics in Europe: design and implementation strategy of the ubiquitous pharmacogenomics consortium. *Clin Pharmacol Ther*. 2017;101(3):341–358.

Ηλεκτρονικές Αναφορές

- <https://www.nature.com/articles/d41586-019-01359-4>
- www.permed.upatras.gr
- www.bioscico.gr
- <https://pintofscience.com>

Η Διάσταση της Αειφορίας στη Μάθηση με τη Συμβολή των Τεχνών

Χριστίνα ΠΑΠΑΖΗΣΗ¹, Μαρία ΚΩΤΤΟΥΛΑ²

¹Συντονίστρια Εκπαιδευτικού Έργου, 2ο ΠΕΚΕΣ Αττικής, cpapazi@yahoo.com

²Εκπαιδευτικός, Πρότυπο Λύκειο Αναβρύτων, mkottoula@gmail.com

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας εισήγησης είναι η ανάδειξη της αειφορικής διάστασης στη μαθησιακή διαδικασία με εκπαιδευτικό εργαλείο τις Τέχνες. Αφορμή στάθηκε η εμπειρία τριών μαθητικών συνεδρίων τις σχολικές χρονιές 2017-18 και 2018-19 με τη συμμετοχή σχολείων Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης της Αττικής. Στόχος των συνεδρίων ήταν η ανάδειξη της συμβολής των τεχνών στη μαθησιακή διαδικασία με τη διάχυση καλών πρακτικών ανάμεσα στα σχολεία. Στη συγκεκριμένη παρουσίαση επελέγησαν τρία συλλογικά μαθητικά έργα στον άξονα άνθρωπος- κοινωνία - περιβάλλον στο πλαίσιο των αξιών της εκπαίδευσης για την Αειφορία. Στη μέθοδο επεξεργασίας των θεμάτων, οι τέχνες είναι το νήμα σύνδεσης ενός απορητικού τρόπου γνώσης, με αισθητικά κριτήρια, τα οποία αποτυπώνονται στα συλλογικά έργα και συντελούν στην αναθεώρηση στερεότυπων απόψεων για την ανάπτυξη, τη ζωή στο χρόνο και τον ανθρώπινο παράγοντα.

Λέξεις-κλειδιά: Αειφορία, Μάθηση, Τέχνες

Εισαγωγή

Η Εκπαίδευση για την Αειφόρο Ανάπτυξη θεσμοθετήθηκε στη Διάσκεψη κορυφής του Ρίο το 1992, και από τότε υιοθετήθηκε από εκπαιδευτικά συστήματα παγκοσμίως.(UNECE2005).Ο Ο.Η.Ε το 2016στην 22^η παγκόσμια διάσκεψη για την κλιματική αλλαγή στο Μαρακές, θέσπισε τους 17 στόχους για την Αειφόρο Ανάπτυξη και έδωσε έναν συμπεριληπτικό ορισμό της Εκπαίδευσης για την Αειφορία προβάλλοντας την εγγενή σχέση φυσικού και κοινωνικού πεδίου στην ανάπτυξη δεξιοτήτων για τη συμβολή του πολιτισμού στη βιώσιμη ανάπτυξη(EuropeanUnion 2017:ec.europa.eu).

Η έννοια της Αειφορίας προσφέρει ένα πλαίσιο για τον επανασχεδιασμό των πολιτικών στρατηγικών και των μεθόδων πολιτιστικής διαχείρισης. Σε μια συνολική προσέγγιση ενσωματώνεται η φροντίδα για το περιβάλλον και την τοπική κοινότητα. Το ελληνικό σχολείο, ενταγμένο στη φιλοσοφία αυτή, έχει ως σκοπό την ενσωμάτωση αξιών της Αειφορίας με την ανάπτυξη της συστημικής και κριτικής σκέψης, την ολιστική-διεπιστημονική προσέγγιση των θεμάτων και την ανάπτυξη δράσης υπέρ του περιβάλλοντος και του ανθρώπου(Αειφόρο Ελληνικό Σχολείο 2014).Η μελέτη και η συνειδητοποίηση του πολιτισμού σε διάφορα επίπεδα της ζωής συμβάλλουν σημαντικά στη δόμηση της ταυτότητας των μαθητών/τριών της χώρας μας. Σ' αυτό το κλίμα, η καλλιέργεια αγάπης και σεβασμού απέναντι στην καλλιτεχνική έκφραση, τις τέχνες και τα έργα πολιτισμού βρίσκει έδαφος έκφρασης σ' ένα αειφόρο σχολείο. Το σχολείο αναπτύσσει δραστηριότητες που συμβάλλουν στην κατανόηση του σήμερα ως φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος μέσα από διασύνδεση των προβλημάτων που 'αγκυλώνουν' την προοπτική της βιωσιμότητας και διατυπώνει 'πρόταση' για τη ζωή που ζετυλίζεται και εξελίσσεται στον πλανήτη. Από την άλλη πλευρά, οι τέχνες, ιστορικά συνδεδεμένες με τον κριτικά σκεπτόμενο άνθρωπο,ενισχύουν την πολιτισμική διάσταση του σχολείου, αισθητοποιώντας τόσο τα προβλήματα του σημερινού τρόπου ανάπτυξης όσο και τις προτάσεις για το μέλλον. Η διαπραγμάτευση των κοινωνικών όρων της Αειφορίας με τη συμβολή των τεχνών ως αναπαραστάσεων κρίσιμων ζητημάτων, αναδύει σκέψεις και συναισθήματα παρεκκλίνοντας από τους οδοδείκτες έτοιμων δράσεων. Έτσι, συντελεί στην αυτονόμηση 'συλλογικών 'πράξεων' για την Αειφορία.Η πολιτειότητα, βασική ευθύνη της εκπαίδευσης, οικοδομείται ελεύθερα,

συναιρώντας την ευαισθησία του μαθητή με το γνωστικό του απόθεμα και την κρίση του.

Αειφόρο σχολείο και τέχνες: Τα μαθητικά συνέδρια

Στο πλαίσιο της αειφόρου διάστασης του σχολείου, πραγματοποιήθηκαν τρία μαθητικά συνέδρια στην Αττική το χρονικό διάστημα 2017-18 με θέμα τη διδασκαλία μέσα από την τέχνη στο πλαίσιο του ρόλου μας ως Σχολικών Συμβούλων σε σχολεία παιδαγωγικής μας ευθύνης. Στόχος ήταν η ανάδειξη ζωτικών για το περιβάλλον και την κοινωνία ζητημάτων με τη συμβολή των τεχνών. Οι μαθητικές εργασίες είτε εντάσσονται στη διδασκαλία γνωστικών αντικειμένων είτε στην εκπόνηση ερευνητικών εργασιών, εκπαιδευτικών προγραμμάτων και ομίλων. Στόχος των μαθητών ήταν η σύνθεση της γνώσης, της έρευνας και της τέχνης. Στο πλαίσιο όμως αυτό, το σημαντικότερο ρόλο διαδραμάτισε η συλλογικότητα μέσα από το πλέγμα των σχέσεων και των αλληλεπιδράσεων που αναπτύχθηκαν για τη σύνθεση των έργων τους. Η παράμετρος αυτή, με αναβαθμούς που μετέτρεψαν τη συνεργασία σε συλλογικότητα, 'φώτισε' τα αντικείμενα της μελέτης με διαφορετικές οπτικές, ιδέες και τρόπους παρουσίασης.

Οι τρεις εργασίες που παρουσιάζονται, εστιάζουν σε διαφορετικούς τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας, εμπλέκουν τις τέχνες σε ποικίλες μορφές και κινούνται στον άξονα άνθρωπος-κοινωνία - περιβάλλον με τις αξίες και τις αρχές της εκπαίδευσης για την Αειφορία όπως «η αξιοπρέπεια, ο σεβασμός προς όλες τις μορφές ζωής, ο σεβασμός προς τα ανθρώπινα δικαιώματα των μελλοντικών γενεών» (UNESCO 2006), η αλληλεγγύη, η υπευθυνότητα, η ανεκτικότητα, η αυτονομία, η ασφάλεια, το δικαίωμα της ζωής, η ελευθερία και η ειρήνη.

Η πρώτη εργασία υλοποιήθηκε από το Καλλιτεχνικό Λύκειο Περιστερίου στο πλαίσιο της διαθεματικής προσέγγισης των γνωστικών αντικειμένων των Φυσικών Επιστημών με θέμα "Η Τέχνη διηγείται: Τα κορίτσια του ραδίου". Αποτελεί μια πολυτροπική αφήγηση που διατρέχει την ιστορία του ραδίου από την ανακάλυψή του ως θεραπευτικού μέσου έως το 'σύμπτωμα' -ως αναβαθμού της ποιότητας ζωής - στις πολυσχιδείς χρήσεις του. Η αλλαγή της νομοθεσίας σε σχέση με το ράδιο έθεσε παγκόσμια τα ζητήματα της οικοπροστασίας και της προστασίας της ανθρώπινης ζωής. Πληροφοριακό υλικό και διερεύνηση των συνεπειών του ραδίου - ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια κατασκευής ψευδαισθήσεων αισθητικής με προεκτάσεις στην υγεία- συνδέονται με τις εικαστικές αναπαραστάσεις, όπως γεννιούνται από τα ερεθίσματα τη σκέψης.(Εικόνα 1)



Εικόνα 1. Η Τέχνη διηγείται: Τα κορίτσια του ραδίου

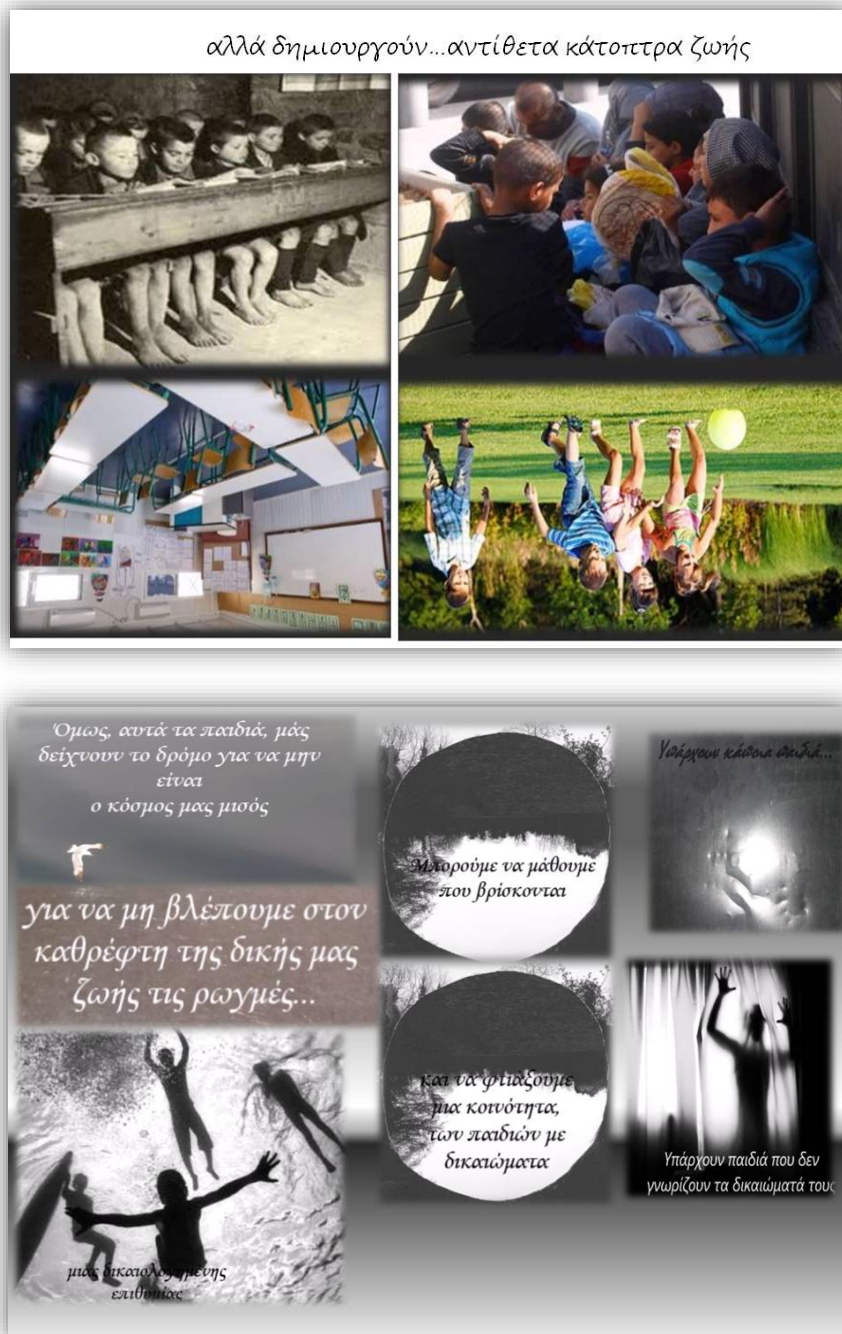
Η δεύτερη εργασία αποτελεί μια έρευνα στο πλαίσιο προγράμματος Περιβαλλοντικής

Εκπαίδευσης του 1ου ΓΕΛ Μεταμόρφωσης. Πρόκειται για μια μελέτη περίπτωσης των νερών του Κηφισού ποταμού στην περιοχή Μποφύλα στη Μεταμόρφωση Αττικής. Μεθοδολογικά ακολουθείται συστηματική έρευνα και μελέτη πεδίου, που περιλαμβάνει την επίσκεψη των μαθητών στο ποτάμι, τη λήψη δειγμάτων νερού, τη φωτογράφιση του παραποτάμιου χώρου για σύγκριση με φωτογραφικά αρχεία του παρελθόντος, την καταγραφή στοιχείων της χλωρίδας και της πανίδας, τη συνολική εκτίμηση της αυτοψίας τους, τη συνάντηση με τοπικούς φορείς και την υλοποίηση συνεντεύξεων, την επίσκεψη σε κατοίκους για τη συλλογή στοιχείων της ιστορικότητας του ποταμού, την ανασύνθεση πληροφοριακού και ερευνητικού υλικού, τα συμπεράσματα και τις υποθέσεις τους για το μέλλον προς όφελος της οικονομίας και της τοπικής κοινωνίας. Οι τελευταίες κινούνται στον άξονα της σύμπτωσης της ανάπτυξης και της οικολογικής αναβάθμισης. Η έρευνα παρουσιάστηκε σε μορφή ταινίας τεκμηρίωσης. Ο τίτλος της: "Σιγανά ποταμάκια...για να μην κατεβάσει ό,τι βρέξει". (Εικόνα 2)



Εικόνα 2. Σιγανά ποταμάκια...για να μην κατεβάσει ό, τι βρέξει

Η τρίτη εργασία με θέμα "Υπάρχουν κάποια παιδιά" είναι συλλογικό έργο των μαθητών του 2ου ΓΕΛ Πεύκης. Προσεγγίζει τη διαφορετικότητα των παιδιών εκτός του Χάρτη των Ανθρωπίνων Δικαιωμάτων. Αξιοποιεί λογοτεχνικά κείμενα, άρθρα εφημερίδων, στιγμιότυπα κινηματογραφικών ταινιών- ντοκουμέντων και προσεγγίζει κρίσιμες περιστάσεις ζωής των παιδιών σ' έναν άνισο κόσμο. Η εργασία καταλήγει στο λόγο των μαθητών για τα διαφορετικά παιδιά, αναπαριστώντας τα τοπία της ζωής που έχουν κι αυτά που θα έπρεπε να έχουν. Προβάλλει αντίθετα κάτοπτρα της ζωής αναδεικνύοντας έτσι το δικαίωμα κάποιων παιδιών μέσα από τη συνεχή ή περιοδική απουσία του. Ο λόγος στοχεύει στη διαρκή σκέψη και στη δράση του εφήβου για ένα θέμα που τον αφορά και στην εγρήγορση απέναντι στα μεγάλα προβλήματα που θυματοποιούν χωρίς ενοχή τις ζωές των παιδιών. Οι μαθητές γράφουν τη μουσική, αξιοποιούν πλάνα, υιοθετούν το λόγο των ποιητών και οπτικοποιούν τις σκέψεις τους σ' ένα βίντεο που είναι ο λόγος τους για τη θέση του παιδιού στον κόσμο του σήμερα και σ' αυτόν που έρχεται. (Εικόνες 3 & 4)



Εικόνες 3 και 4.Υπάρχουν κάποια παιδιά

Η εμπειρία των συνεδρίων

Στο σύνολο των εργασιών των συνεδρίων επιχειρείται η ανάδειξη των κοινωνικών, οικονομικών και οικολογικών παραμέτρων στα σύγχρονα πολύπλοκα θέματα του περιβάλλοντος και αναζητούνται συναινετικές και συλλογικές λύσεις μέσα στο αξιακό πλαίσιο της εκπαίδευσης για την Αειφορία. Η σύνθεση βιωματικών, διερευνητικών συμμετοχικών έργων αλληλοσυμπληρώνουν διαφορετικές πτυχές του φυσικού και κοινωνικού κόσμου στη συνύπαρξή τους (Ματσαγγούρας 2006). Με τη συμβολή της τέχνης, ως εργαλείου αναπαράστασης 'του λόγου για τον κόσμο', επιστρατεύονται η νόηση και η φαντασία (Dewey 1980), αφυπνίζεται η περιέργεια και ο νους κατευθύνεται στην εναλλακτική προοπτική με την προσωπική εμπλοκή (Fowler 1996). Μ' αυτές τις προϋποθέσεις ο μαθητής δημιουργεί 'βίωμα' ενσυνείδητα μέσω της εμπειρικής

νοημοσύνης (Perkins 1994) με γνωστική ευελιξία, ερμηνευτική διάθεση, διαισθητική και φανταστική σκέψη (Efland 2002).

Σημαντικός φάνηκε επίσης ο ρόλος της τέχνης για τον αναστοχασμό στις αιφώρες πρακτικές μέσω της αισθητοποίησης του 'ανθρώπινου λάθους' και της δυνατότητας αναθεωρήσεων. Οι μαθητές από αναγνώστες του κόσμου γίνονται κριτικοί και αντιλαμβάνονται το βαθμό συνοχής ανάμεσα στις θεμελιώδεις αξίες, τις πολιτικές και τις πρακτικές που εφαρμόζονται. Ακόμα και στις περιπτώσεις προβλημάτων, τα οποία ξεφεύγουν από τον έλεγχο του πολίτη, προτείνουν την αναγκαιότητα της συνειδητότητας, δηλαδή της επίγνωσης ενάντια στην άγνοια. Μ' αυτή την έννοια, η τέχνη αναδεικνύει θέματα διαγενεαλογικής δικαιοσύνης (Ott 2011), κυρίως λόγω της δημιουργικής σκέψης και της δημιουργικότητας. Ως αναπαράσταση γεγονότων της καθημερινής ζωής, διευρύνει τις οπτικές τους με αποστάσεις από κανονιστικά κείμενα και η ώσμωση πραγματοποιείται με αυθεντικό τρόπο.

Τα συνέδρια έδωσαν τη δυνατότητα της διάχυσης τόσο των ιδεών όσο και των πρακτικών των ομάδων εργασίας δημιουργώντας έτσι ένα 'τόπο εφηβικών συναντήσεων' για την ανάπτυξη δι-εφηβικού διαλόγου σε κρίσιμα ζητήματα του πολίτη.

Επειδή η έννοια του πολίτη συμβαδίζει με την έννοια της δημοκρατίας και αυτή δεν νοείται χωρίς τον "άλλο", το εγχείρημα δεν μπορεί να θεωρείται ολοκληρωμένο αν δεν στρέψουν οι μαθητές το βλέμμα τους στους "άλλους", σε όλα τα μήκη και πλάτη του πλανήτη μας (Σχίζα 2008). Από το προσωπικό και το τοπικό στρέφονται στον Άλλον και στο παγκόσμιο. Έτσι, η βιωσιμότητα ως στόχος γίνεται συμβίωση-συνύπαρξη, ενώ, ταυτόχρονα οικοδομείται στο πεδίο της διδακτικής-μαθησιακής πράξης ως σχέση μαθητή-συμμαθητή με τη διαλογική δημιουργία των συλλογικών πολυτροπικών έργων τους.

Συμπεράσματα - Προτάσεις

Η εμπλοκή των μαθητών στο πεδίο της Αειφορίας μέσω της τέχνης ενεργοποιεί την ανάγκη διερεύνησης περιβαλλοντικών θεμάτων εμψύχοντας κίνητρα καλλιτεχνικής δημιουργίας για την αποτύπωσή τους. Η Τέχνη συμβάλλει στην ενδοπροσωπική νοημοσύνη, ως τρόπου διαχείρισης των συναισθημάτων και στο μεταγνωστικό έλεγχο με αποτέλεσμα την αναμόχλευση της συνείδησης σε ζητήματα που διαφεύγουν της καθημερινής προσοχής μας (Gardner 1983). Η ανάγκη των εφήβων να δημιουργούν επιθυμητές καταστάσεις ενδυναμώνει τις δεξιότητές τους να σκέφτονται κριτικά σε ζητήματα κατανάλωσης αγαθών, πόρων και ανθρώπινων συμπεριφορών, έτσι ώστε να συσχετίσουν το απόθεμα του φυσικού κεφαλαίου με το επίπεδο των αξιών. Χρησιμοποιώντας τα φίλτρα των αισθήσεων και των συναισθημάτων δημιουργούν δικούς τους όρους περάσματος από τη γνώση στην παιδεία με τη μορφή εποικοδομητικής αντίδρασης στα κακώς κείμενα. Η σκέψη τους αυτονομείται, σχεδιάζουν αντίδοτα στην πραγματιστική γνώση και δημιουργούν νέα υποκειμενικά και ευέλικτα γνωστικά περιβάλλοντα (Efland 2002) με τη σύντηξη του σήμερα και του αύριο σ' ένα ενιαίο χώρο εξέλιξης ίσου ενδιαφέροντος.

Με βάση τις παραπάνω διαπιστώσεις, οι δράσεις για την Αειφορία είτε εμπνεόμενες από τις τέχνες είτε επεκφρασμένες με αυτές συμβάλλουν *στη δημιουργία νέων προτύπων συμπεριφοράς προς το περιβάλλον, στα άτομα, τις ομάδες και την κοινωνία στο σύνολό της*» (UNESCO 1977). Οι αρχές της Αειφορίας μέσα από την τέχνη μπορούν να ενσωματωθούν σε όλους τους τομείς της σχολικής ζωής, όπως στο Πρόγραμμα Σπουδών, στο Αναλυτικό Ωρολόγιο Πρόγραμμα, στην υλοποίηση Προγραμμάτων καινοτόμων δράσεων, στη διαχείριση των πόρων του Σχολείου, με στόχο τη μείωση του οικολογικού αποτυπώματός του, στη συνεργασία μέσα στην ίδια τη σχολική κοινότητα και με την τοπική κοινωνία, με φορείς και ιδρύματα.

Οι μαθητές αποκτώντας ενδιαφέρον για τα κοινά, καθώς εμπλέκονται σε δράσεις τοπικού

ενδιαφέροντος, επεκτείνονται σε προβλήματα πλανητικής κλίμακας, όπως είναι η πρόσβαση και διαχείριση των φυσικών πόρων, η φτώχεια, η ειρήνη, η δημοκρατία, η κλιματική αλλαγή κ.ά. Οι τρόποι προσέγγισής τους μπορούν να σχετίζονται με σημεία προσωπικού ενδιαφέροντος για την ενδυνάμωση της συμμετοχικότητάς τους με τις αρχές της βιωματικότητας και της ενσυναίσθησης στην πρόταση του βιώσιμου πλανήτη.

Βιβλιογραφία

- Αειφόρο Ελληνικό Σχολείο: *Όλοι νοιαζόμαστε, όλοι συμμετέχουμε*, www.aeiforosxoleio.gr/
 Ματσαγγούρας, Η. (2006). *Στρατηγικές διδασκαλίας: Η κριτική σκέψη στη διδακτική Πράξη*.
 Αθήνα: Gutenberg.
- Σχίζα, Κ. (2008). *Συστημική Σκέψη και Περιβαλλοντική Εκπαίδευση. Ένα διδακτικό μοντέλο που οικοδομεί την κριτική σκέψη και τη σχέση με τον «άλλον»*, Αθήνα: Δαρδανός.
- Dewey, J. (1980). *Art as Experience*. United States: John Dewey .
- Efland, A. (2002). *Art and Cognition. Integrating the Visual Arts in the Curriculum*. New York: Teachers College, Columbia University.
- Fowler, C. (1996). *Strong Arts, Strong Schools*. New York: Oxford University Press.
- Gardner, H. (1983). *Frames of mind: the theory of multiple intelligences*. New York: Basic.
- Ott, K. (2011). On Substantiating the Conception of Strong Sustainability. In O. Parodi, I. Ayestaran & G. Banse (Eds.). *Sustainable Development – Relationships to Culture, Knowledge and Ethics*, pp. 159-174. Karlsruhe: KIT Scientific Publishing.
- Perkins, D. (1994). *The Intelligent Eye. Learning to Think by Looking at Art*. Los Angeles: The J. Paul Getty Trust.
- European Union (2017). Sustainable Development Goals. Ανακτήθηκε 10/10/2019 από https://ec.europa.eu/info/strategy/international-strategies/sustainable-development-goals/eu-approach-sustainable-development_el
- UNESCO (1977): Ανακτήθηκε στις 18/10/2019 από <http://unesdoc.unesco.org/images/0003/000327/032763eo.pdf>
- UNESCO (2006): Ανακτήθηκε στις 16/10/2019 από <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001486/148650E.pdf>
- UNECE (2005). Strategy for Education for Sustainable Development, High level meeting of Environmental and Education Ministers, Vilnius, 17-18. Ανακτήθηκε στις 10/10/2019 από <http://www.unece.org/env/esd/welcome.htm>

Το φορητό Εργαστήριο Μοριακής Βιολογίας 2MoBiL στην επικοινωνία του πεδίου της Μοριακής Γενετικής και της Εξατομικευμένης Ιατρικής

Σταυρούλα ΣΙΑΜΟΓΛΟΥ¹, Γεώργιος Π. ΠΑΤΡΙΝΟΣ²

¹Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Φαρμακευτικής, Εργαστήριο Φαρμακογονιδιωματικής και Εξατομικευμένης Θεραπείας, Πάτρα stavroula.siamoglou@gmail.com

²Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Φαρμακευτικής, Εργαστήριο Φαρμακογονιδιωματικής και Εξατομικευμένης Θεραπείας, Πάτρα gpatrinos@upatras.gr

Περίληψη

Οι τομείς της Μοριακής Βιολογίας, της Γενετικής και της Εξατομικευμένης Ιατρικής προτρέπουν σε εγρήγορση με δια βίου εκπαίδευση από τα μαθητικά κιόλας χρόνια. Το φορητό εργαστήριο μοριακής βιολογίας 2MoBiL (Mobile Molecular Biology Laboratory) αναπτύχθηκε από το Εργαστήριο Φαρμακογονιδιωματικής και Εξατομικευμένης Θεραπείας του Τμήματος Φαρμακευτικής Πανεπιστημίου Πατρών και περιλαμβάνει ένα πλήρες εργαστήριο μοριακής βιολογίας που μπορεί να μεταφερθεί στα σχολεία με μια μικρή βαλίτσα. Στόχος είναι η εξοικείωση των μαθητών της δευτεροβάθμιας, αλλά και πρωτοβάθμιας, εκπαίδευσης, με έννοιες και πειραματικές διαδικασίες της Μοριακής Γενετικής και η ενημέρωση του ευρύτερου κοινού για τη σημασία της ανάλυσης του ανθρώπινου γονιδιώματος και των πλεονεκτημάτων της εξατομικευμένης ιατρικής για τον άνθρωπο και για το εθνικό σύστημα υγείας συνολικότερα. Με δράσεις από το 2016, το φορητό εργαστήριο 2MoBiL φιλοδοξεί να συμβάλλει στην βέλτιστη εκπαίδευση μαθητών και διδασκόντων, αλλά και στην επικοινωνία της φαρμακογονιδιωματικής και της εφαρμογής της στην Εξατομικευμένη Ιατρική με έναν καινοτόμο και διαδραστικό τρόπο.

Λέξεις-κλειδιά: Φορητό εργαστήριο, Μοριακή Βιολογία, εξατομικευμένη ιατρική, εκπαίδευση, μαθητές

Εισαγωγή

Οι τομείς της Μοριακής Βιολογίας, Γενετικής και Εξατομικευμένης Ιατρικής χαρακτηρίζονται από δυναμική και ταχεία ανάπτυξη, προτρέποντας σε μαθησιακή επαγρύπνηση. Στη χώρα μας, η εκπαίδευση των μαθητών δημοτικού, γυμνασίου και λυκείου ακόμη, στα πεδία αυτά περιορίζεται, στις περισσότερες περιπτώσεις, στην στείρα παράθεση θεωρητικών γνώσεων, αποκλείοντας την ενεργό συμμετοχή του μαθητή και αποξενώνοντας τη διαδραστική μάθηση. Για τον λόγο αυτό, είναι αναγκαίος ο συνδυασμός θεωρητικής και πρακτικής εκπαίδευσης, ώστε η κατάρτιση των μαθητών να είναι ορθότερη, πληρέστερη και σφαιρικότερη.

Το Εργαστήριο Φαρμακογονιδιωματικής και Εξατομικευμένης Θεραπείας του Τμήματος Φαρμακευτικής του Πανεπιστημίου Πατρών καθιέρωσε, από το 2016, το Φορητό Εργαστήριο Μοριακής Βιολογίας 2MoBiL (Mobile Molecular Biology Laboratory). Απώτερος στόχος του φορητού εργαστηρίου μοριακής βιολογίας 2MoBiL είναι η εξοικείωση των μαθητών της δευτεροβάθμιας, αλλά και πρωτοβάθμιας, εκπαίδευσης με έννοιες και πειραματικές διαδικασίες, δυσνόητες με τα μέσα της παραδοσιακής συμβατικής μελέτης, η εκπαίδευση των διδασκόντων σε τεχνικές της μοριακής βιολογίας (Train The Trainers, 3T) και παράλληλα η ενημέρωση του ευρύτερου κοινού για τη σημασία της ανάλυσης του ανθρώπινου γονιδιώματος και των πλεονεκτημάτων της εφαρμογής της εξατομικευμένης ιατρικής τόσο για τον άνθρωπο ως μονάδα όσο και για το εθνικό σύστημα υγείας συνολικότερα. Πρόκειται για ένα φορητό εργαστήριο του οποίου η μεταφορά και η διεξαγωγή των πειραμάτων είναι δυνατή σε κάθε σχολική μονάδα της επικράτειας. Η μεταφορά του είναι εύκολη καθώς πρόκειται για ένα εργαστήριο μοριακής βιολογίας που χωράει σε μία μόνο μικρή βαλίτσα!

Το φορητό εργαστήριο μοριακής βιολογίας συνοδεύεται από ένα θεωρητικό πλαίσιο, στο οποίο περιγράφονται με λεπτομέρεια τα πρωτόκολλα των πειραμάτων πέντε εργαστηριακών φάσεων.

Επιπλέον, το συνολικό θεωρητικό πλαίσιο συμπληρώνεται με comics, που καταφέρνουν με τη βοήθεια σκίτσων και σύντομων ιστοριών να μετατρέπουν επιστημονικές δυσνόητες έννοιες σε βασικούς πρωταγωνιστές σύντομων σεναρίων. Έννοιες όπως μοριακή βιολογία, κύτταρο, πυρήνας, νουκλεϊκά οξέα, γονιδίωμα, γονίδιο, μετάλλαξη, γονιδιακός έλεγχος και φαρμακογονιδιωματική αποδίδονται με τρόπο προσαρμοσμένο, ανάλογα με το εκάστοτε υπόβαθρο γνώσεων. Η εισαγωγική φάση περιλαμβάνει αρχικά comics, διαδικτυακά παιχνίδια και συναφείς δράσεις, προσαρμοσμένες για την περίπτωση μαθητών όλων των βαθμίδων δευτεροβάθμιας, αλλά και πρωτοβάθμιας, εκπαίδευσης και άλλων χωρίς βιολογική προπαίδεια (π.χ. με κατασκευές με πλαστελίνη, χαρτοκοπτική κ.ά.) πριν από την επίδειξη των πειραματικών διαδικασιών, οι οποίες καταλήγουν σε ασκήσεις εμπέδωσης των εννοιών που προηγήθηκαν. Με αυτό το τρόπο γίνεται δυνατή και η εκπαιδευτική προσέγγιση μαθητών Γυμνασίου και Λυκείου αλλά και μεγάλων τάξεων δημοτικού.

Παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον το γεγονός ότι οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να δουν έμπρακτα ότι περιγράφεται στα βιβλία της Βιολογίας τους και οι διδάσκοντες να δώσουν με έμπρακτο τρόπο στο μαθητή να καταλάβει ό,τι διδάσκεται. Έτσι, οι μαθητές παρακινούνται για περαιτέρω γνώση και πληροφόρηση. Με την πραγματοποίηση πειραμάτων μοριακής βιολογίας σε πραγματικό χρόνο, παρέχεται η δυνατότητα αφ' ενός να κατανοηθεί η σημασία της τήρησης συγκεκριμένων κανόνων και πρωτοκόλλων κατά τη διάρκεια διεξαγωγής ενός πειράματος πρωτίστως για την ασφάλειά των παρευρισκόμενων και αφετέρου να εμπεδωθεί πως η πραγματοποίηση ενός πειράματος μοριακής βιολογίας είναι μια διαδικασία που υπόκεινται σε συγκεκριμένους τυποποιημένους κανόνες.

Σκοπός του 2MoBiL

Σκοπός του φορητού εργαστηρίου μοριακής βιολογίας 2MoBiL είναι η εξοικείωση των μαθητών, διδασκόντων (3Τ) και του ευρύτερου κοινού με το πεδίο της μοριακής γενετικής και της εξατομικευμένης ιατρικής. Το DNA, για το οποίο λαμβάνουν πολυάριθμες πληροφορίες στα πλαίσια της σχολικής εκπαίδευσης και εκτός αυτής, στην ουσία απομυθοποιείται. Οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα πλέον να δουν το DNA με γυμνό μάτι στην πραγματική μορφή του, ως μια λευκή ίνα. Επιπλέον, οι μαθητές καλούνται να συσχετίσουν χαρακτηριστικά τους με το γενετικό τους προφίλ. Συγκεκριμένα, καλούνται να δοκιμάσουν λάχανο και να απαντήσουν στην ερώτηση «Τι γεύση έχει το λάχανο σε εσένα;» βαθμολογώντας την πικρή γεύση που αντιλαμβάνονται. Το κύριο όργανο αντίληψης της γεύσης είναι η γλώσσα που φέρει τους γευστικούς υποδοχείς TAS2R, που είναι υπεύθυνοι για την αντίληψη του πικρού. Το 1932 ο Arthur Fox διαπίστωσε τυχαία πως οι άνθρωποι διαχωρίζονται στους «γεύστες» και «μη γεύστες» της πικρής γεύσης του φαινυλοθειοκαρβαμιδίου PTC (Fox 1932, Merrit et al. 2008, Wooding 2006). Το γονίδιο *TAS2R38* συνδέεται με την ικανότητα αντίληψης της πικρής γεύσης του PTC και οδηγεί σε διαφορετική εκτίμηση πικρών λαχανικών και φρούτων από τους «γεύστες» και τους «μη γεύστες», όπως για παράδειγμα τα μπρόκολα, το σπανάκι, το λάχανο και το γκρέιπφρουτ. Με τη συγκεκριμένη εκπαιδευτική διαδικασία, η έννοια του γονιδίου γίνεται πιο οικεία μέσω εστίασης στη συσχέτιση ενός φυσιολογικού χαρακτηριστικού που συναντούν στην καθημερινότητά τους και στο γονίδιο *TAS2R38*, επιτρέποντας στους μαθητές να εμπεδώσουν σε βάθος τη δυνατότητα γονιδιακού ελέγχου ενός χαρακτηριστικού και της συσχέτισης ενός χαρακτηριστικού του ατόμου με το γονότυπό του. Επιπλέον, έννοιες όπως μετάλλαξη, άτομο ομόζυγο ή ετερόζυγο για ένα γονίδιο και η σημασία στην ποικιλομορφία των ατόμων ως προς ένα χαρακτηριστικό, όπως η αντίληψη της πικρής γεύσης θα αποδοθούν με τρόπο κατανοητό, αφού προηγηθεί η εργαστηριακή φάση γονοτύπησης με περιοριστικό ένζυμο και μετέπειτα ηλεκτροφόρηση.

Τέλος τονίζεται η προέκταση ανάλογης συσχέτισης γονιδίων και ανταπόκρισης ατόμων στη φαρμακευτική αγωγή, εισάγοντας το κοινό στις έννοιες της φαρμακογονιδιωματικής και της εξατομικευμένης θεραπείας.

Περιγραφή του 2MoBiL και υλοποίηση των εργαστηριακών φάσεων

Το φορητό εργαστήριο μοριακής βιολογίας 2MoBiL μεταφέρεται σε μία μικρή βαλίτσα και περιλαμβάνει θερμικό κυκλοποιητή, φυγόκεντρο, στροβiloαναδευτήρα, συσκευή ηλεκτροφόρησης και τράπεζα οπτικοποίησης του τελικού αποτελέσματος (**Εικόνα 1**). Παράλληλα φέρει επιτραπέζια εστία θέρμανσης, μικροπιπέττες, ποτήρι ζέσεως, κωνική φιάλη, πλαστικό ογκομετρικό σωλήνα καθώς και όλα τα αναλώσιμα (πλαστικά ακρορύγχια μιας χρήσης, αυτοπωματιζόμενα σωληνάρια πολυπροπυλενίου, βιδωτού πωματισμού ακρυλικούς δοκιμαστικούς σωλήνες, κ.α.) και τα αντιδραστήρια που θα απαιτούνται για τη διεξαγωγή των εκάστοτε πειραμάτων ανά εργαστηριακή φάση.

Οι πειραματικές μέθοδοι που παρουσιάζονται στους μαθητές είναι:

- I. Απομόνωση DNA από επιθηλιακά κύτταρα της έσω παρειάς.
- II. Αλυσιδωτή αντίδραση πολυμεράσης (PCR).
- III. Ηλεκτροφόρηση σε πήκτωμα αγαρόζης.
- IV. Γονοτύπηση με τη μέθοδο της επώασης με περιοριστικά ένζυμα.
- V. Ηλεκτροφόρηση για να διαπιστωθεί ο γονότυπος από το περιοριστικό πρότυπο.



Εικόνα 1. Το φορητό εργαστήριο μοριακής βιολογίας 2MoBiL. Η συσκευή περιλαμβάνει θερμικό κυκλοποιητή, φυγόκεντρο, συσκευή ηλεκτροφόρησης, καθώς και τράπεζα οπτικοποίησης του τελικού αποτελέσματος. Τη συσκευή συνοδεύουν ρυθμιζόμενες πιπέττες ακριβή όγκου, πλαστικός ογκομετρικός σωλήνας, κωνική φιάλη, ποτήρι ζέσεως, στροβiloαναδευτήρας, εστία θέρμανσης και τράπεζα οπτικοποίησης Blue LED, πλαστικά ακρορύγχια μιας χρήσης, αυτοπωματιζόμενα σωληνάρια πολυπροπυλενίου, βιδωτού πωματισμού ακρυλικοί δοκιμαστικοί σωλήνες και όλα τα απαραίτητα αναλώσιμα για τη διεξαγωγή των πειραμάτων των πέντε εργαστηριακών φάσεων. Το φορητό εργαστήριο είναι κατάλληλα σχεδιασμένο για εύκολη και γρήγορη μεταφορά.

Το πρωτόκολλο απομόνωσης του DNA από επιθηλιακά κύτταρα έσω παρειάς (Εργαστηριακή Φάση I) αποτελεί προσαρμογή του πρωτοκόλλου χαμηλού κόστους για εκπαιδευτική χρήση που αναπτύχθηκε το 2010 από τους Hearn και Arblaster (Hearn & Arblaster 2010). Συγκεκριμένα, χρησιμοποιείται ισοτονικό αναφυκτικό του εμπορίου για λόγους ασφαλείας και περιέχει χρωστική που καθιστά το ίζημα ορατό. Το DNA που εξάγεται χρησιμοποιείται σε πειράματα α) αλυσιδωτής αντίδρασης πολυμεράσης, β) πέψης με περιοριστικό ένζυμο για γονοτύπηση και γ) ηλεκτροφόρησης σε πήκτωμα αγαρόζης. Στόχος είναι ο πολλαπλασιασμός μιας περιοχής του

γονιδίου *TAS2R38* που περιέχει τον πολυμορφισμό rs1726866 που συσχετίζεται με την αντίληψη της πικρής γεύσης του φαινυλοθειοκαρβαμιδίου.

Με την αλυσιδωτή αντίδραση πολυμεράσης (Εργαστηριακή Φάση II) πραγματοποιείται πολλαπλασιασμός επιλεγμένων τμημάτων του γονιδίου *TAS2R3* που εδράζεται στο χρωμόσωμα 7 και περιέχει τη γενετική αλλαγή rs1726866. Αυτός συνίσταται στη αντικατάσταση μιας θυμίνης (T) σε κυτοσίνη (C), που έχει ως αποτέλεσμα την αντικατάσταση του αμινοξέος βαλίνη (V) σε αλανίνη (A) στην αλληλουχία της πρωτεΐνης. Πιο συγκεκριμένα, η θυμίνη εμφανίζεται σε άτομα που δεν αντιλαμβάνονται την πικρή γεύση της ένωσης του φαινυλοθειοκαρβαμιδίου (phenylthiocarbamide, PTC) («μη γεύστες»), ενώ το η κυτοσίνη εμφανίζεται στα άτομα που την αντιλαμβάνονται («γεύστες»).

Οι μαθητές στην εργαστηριακή φάση II, καλούνται να δοκιμάσουν λάχανο και έπειτα να απαντήσουν στην ερώτηση «Τι γεύση έχει το λάχανο σε εσένα;» βαθμολογώντας την πικρή γεύση που αντιλαμβάνονται από το 1 έως το 3 (το 1 υποδηλώνει λίγη, το 2 υποδηλώνει μέτρια και το 3 υποδηλώνει έντονα πικρή γεύση). Σε αυτό το σημείο τονίζεται ότι η διαφορετική αντίληψη της πικρής γεύσης από το κάθε άτομο, οφείλεται σε συνδυασμό τουλάχιστον τριών γενετικών αλλαγών της οικογένειας των γευστικών υποδοχέων, με αποτέλεσμα να θεωρείται πιθανή η απόκλιση συσχέτισης γονοτύπου με αναμενόμενο φαινότυπο στα πλαίσια της εκπαιδευτικής δραστηριότητας, η οποία εστιάζει σε μία μόνο γενετική αλλαγή. Ωστόσο επισημαίνεται ότι η πρωτοβουλία της διαμόρφωσης του 2MoBiL έχει εκπαιδευτικό και ενημερωτικό χαρακτήρα και όχι ερευνητικό, έτσι η πιθανή απόκλιση δεν θα αποτελεί πρόβλημα στον τελικό εκπαιδευτικό στόχο.

Κατά την Εργαστηριακή Φάση III, πραγματοποιείται ηλεκτροφόρηση σε πήκτωμα αгарόζης ενώ κατά την Εργαστηριακή Φάση IV, πραγματοποιείται πέψη των προϊόντων PCR της Εργαστηριακής Φάσης II με το περιοριστικό ένζυμο Fnu4H1 (Bloch & Grossmann 2001, Pingoud & Jeltsch 2001). Συγκεκριμένα, το ένζυμο αναγνωρίζει και πέπτει το DNA όταν στη θέση αναγνώρισης υπάρχει η κυτοσίνη. Τέλος, η Εργαστηριακή Φάση V περιλαμβάνει ηλεκτροφόρηση για να διαπιστωθεί ο γονότυπος από το περιοριστικό πρότυπο (Helling et al. 1974, Voytas 2001).

Αξιοσημείωτο είναι ότι στα πλαίσια της εκπαίδευσης και της παιδαγωγικής προσέγγισης, τονίζεται το γεγονός πως το σύνολο της γενετικής πληροφορίας που είναι αποθηκευμένη στο ανθρώπινο γονιδίωμα, αποτελεί αδιάσειστο προσωπικό δεδομένο. Γι' αυτό το λόγο τονίζεται ότι απαιτείται η ενυπόγραφη συγκατάθεση των ατόμων μετά από πλήρη ενημέρωση και διαβεβαίωσή τους πως το DNA δεν θα χρησιμοποιηθεί για οποιοδήποτε άλλο σκοπό πέρα από αυτόν για τον οποίο ενημερώθηκαν. Στην περίπτωση που το άτομο-δότης δεν είναι σε θέση να υπογράψει, τότε κρίνεται αναγκαία η συγκατάθεση από τον κηδεμόνα ή συγγενή. Επίσης, έχει προβλεφθεί επίσης η χρησιμοποίηση γενετικού υλικού μελών του εργαστηρίου (κατόπιν ενυπόγραφης συγκατάθεσης αυτών) σε περίπτωση άρνησης συμμετοχής στην Εργαστηριακή Φάση I, ώστε όλοι να έχουν τη δυνατότητα συμμετοχής στην εκπαιδευτική δραστηριότητα.

Το θεωρητικό πλαίσιο, αποστέλλεται νωρίτερα στον υπεύθυνο διδάσκοντα μετά από εκδήλωση ενδιαφέροντος. Έτσι υπάρχει ο κατάλληλος χρόνος κατανόησης της συνολικής εκπαιδευτικής διαδικασίας και της διανομής υλικού στους μαθητές. Οι μαθητές μέσω ανάγνωσης, τόσο των βασικών γνώσεων υποβάθρου, όπως αυτό παρέχεται στο θεωρητικό πλαίσιο, όσο των comics που θα το συνοδεύουν θα μπορούν να αποκτήσουν μια σφαιρική αντίληψη του τομέα της μοριακής βιολογίας και γενετικής γενικότερα αλλά ειδικότερα και των πειραμάτων που θα πραγματοποιηθούν.

Με το πέρας όλων των επιθυμητών πειραματικών διαδικασιών και της επίλυσης τυχόν αποριών εκ μέρους των παρευρισκομένων, ακολουθούν διαδραστικές ασκήσεις εμπέδωσης με μορφή κρυπτόλεξου, ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής και ασκήσεων αντιστοίχισης. Στόχος του φορητού

εργαστηρίου μοριακής βιολογίας 2MoBiL δεν είναι απλά η επανάληψη εννοιών που παρατίθενται και τη διάρκεια των σχολικών μαθημάτων αλλά η εμπέδωση και πλήρης κατανόηση με τρόπο που θα κεντρίσει το ενδιαφέρον του κοινού και παράλληλα θα το κρατήσει αμείωτο καθ'όλη τη διάρκεια των εργαστηριακών φάσεων.

Στην περίπτωση που οι μαθητές είναι ακόμη νεότεροι ηλικιακά από ότι οι μαθητές Γυμνασίου και Λυκείου, τότε προβλέπονται επιπλέον δράσεις χαρτοκοπτικής και κατασκευής με πλαστελίνη όπως για παράδειγμα η κατασκευή ενός κυττάρου (χαρτοκοπτική βασικών οργανιδίων του κυττάρου όπως μιτοχόνδρια, το σύμπλεγμα Golgi, ο πυρήνας και το DNA) και του δίκλωνου DNA (με αντιστοίχιση των βάσεων από πλαστελίνη με τον ορθό τρόπο και με τον κατάλληλο αριθμό δεσμών υδρογόνου μεταξύ αυτών). Επίσης, για τις ανάγκες της εκπαίδευσης μαθητών Δημοτικού υπάρχει ειδική σειρά comics. Για την ώρα, η σειρά περιλαμβάνει 3 comics με στόχο ο αριθμός τους να αυξηθεί με σχετική θεματολογία στο άμεσο μέλλον, παράλληλα σειρά από διαδικτυακά παιχνίδια για κινητά τηλέφωνα για παιδιά λυκείου είναι ήδη υπό προετοιμασία με σκοπό την κατανόηση των αρχών της Μοριακής Γενετικής και Εξατομικευμένης Ιατρικής με έναν περισσότερο διαδραστικό τρόπο.

Αποτελέσματα

Η δημιουργία του φορητού εργαστηρίου μοριακής βιολογίας 2MoBiL και του προτεινόμενου συνοδευτικού υλικού προσφέρει αυτόματα τη δυνατότητα εξοικείωσης των μαθητών της δευτεροβάθμιας, αλλά και πρωτοβάθμιας, εκπαίδευσης με τον τομέα της μοριακής βιολογίας, καθώς και με πειραματικές τεχνικές και πρωτόκολλα που διέπουν τη διεξαγωγή ενός πειράματος καθώς και την ενημέρωση του ευρύτερου κοινού ανεξαρτήτως ηλικίας. Το φορητό εργαστήριο μοριακής βιολογίας 2MoBiL μεταφέρεται εύκολα σε όλη την επικράτεια καθώς πρόκειται για ένα εξοπλισμένο εργαστήριο που μπορεί να μεταφερθεί μέσα σε μία μικρή μόνο βαλίτσα! Όλος ο εργαστηριακός εξοπλισμός καθώς και όλα τα αναλώσιμα και τα αντιδραστήρια είναι τοποθετημένα μέσα στην ίδια βαλίτσα. Η ευκολία στη μετακίνηση παρέχει τη δυνατότητα εκπαίδευσης και εξοικείωσης μαθητών δευτεροβάθμιας, αλλά και πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης με τη μοριακή βιολογία και γενετική στα σχολεία όλης της επικράτειας, ακόμη και σε σχολικά συγκροτήματα απομακρυσμένων περιοχών.

Οι μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης όλων των τάξεων με το πέρας της εκπαιδευτικής διαδικασίας, αποκτούν μία ολοκληρωμένη αντίληψη του τρόπου διεξαγωγής πειραμάτων μοριακής βιολογίας και του καινοτόμου αλλά πολλά υποσχόμενου τομέα της έρευνας, αυτόν της εξατομικευμένης θεραπείας.

Με την ολοκλήρωση της πειραματικής διαδικασίας, οι μαθητές κατανοούν σε βάθος πως τα διαφορετικά γνωρίσματα (όπως η διαφορετική αντίληψη της πικρής γεύσης της ένωσης του φαινυλοθειοκαρβαμιδίου) και η ποικιλία του φαινοτύπου που παρατηρείται μεταξύ των ανθρώπων, αντιστοιχούν σε διαφορετικούς γονότυπους. Επιπρόσθετα, καθίστάται απόλυτα σαφές πως ο γενετικός έλεγχος μπορεί να παρέχει πληροφορίες για τη γενετική σύσταση των ανθρώπων. Δίνει μία διέξοδο από την αβεβαιότητα η οποία μπορεί από τη μία να φανεί ανακουφιστική και ευχάριστη, αλλά από την άλλη να επιφέρει άγχος και δυσαρέσκεια. Με το γενετικό έλεγχο υπάρχει δυνατότητα διάγνωσης μιας γενετικής πάθησης, όπως είναι κάποια μονογονιδιακή ασθένεια. Όταν κάποιος διαγνωσθεί σωστά και έγκαιρα μπορεί να δεχθεί την κατάλληλη θεραπεία. Θα καταστεί σαφές, πως εάν ο γενετικός έλεγχος δείχνει ότι μία γυναίκα έχει αυξημένο κίνδυνο να αναπτύξει μια ασθένεια αργότερα στη ζωή της (όπως για παράδειγμα καρκίνο του μαστού), συνιστάται να επισκέπτεται πιο συχνά το γιατρό για εξετάσεις ώστε να κρατήσει τον κίνδυνο στο ελάχιστο. Επειδή αρκετές οικογένειες εμφανίζουν προδιάθεση για κάποια γενετική πάθηση, οι πληροφορίες για το γενετικό υπόβαθρο ενός ανθρώπου μπορεί να είναι χρήσιμες και για τα υπόλοιπα μέλη της οικογένειάς του. Εάν οι συγγενείς είναι ενήμεροι για τη γενετική ασθένεια που

εμφανίζεται στην οικογένεια, μπορούν να αποφύγουν μια λάθος διάγνωση. Επίσης μια τέτοια πληροφορία είναι σημαντική όταν θελήσουν να τεκνοποιήσουν. Επίσης, γίνεται ευκολότερη η κατανόηση της συσχέτισης του γενετικού ελέγχου όχι απλώς με την εμφάνιση κάποιας ασθένειας και τη δυνατότητα πρόληψης αυτής, αλλά και με την ανταπόκριση ασθενών σε κάποιο χορηγούμενο φάρμακο. Ασθενείς που πάσχουν από την ίδια πάθηση δεν ανταποκρίνονται με τον ίδιο τρόπο στο ίδιο χορηγούμενο φάρμακο. Υπάρχουν ασθενείς που ανταποκρίνονται καλά και σύμφωνα με το αναμενόμενο αποτέλεσμα της θεραπείας. Παράλληλα όμως, υπάρχουν ασθενείς που δεν ανταποκρίνονται στον ίδιο βαθμό ή δεν ανταποκρίνονται καθόλου. Έτσι, οι μαθητές ξεναγούνται στο πεδίο της εξατομικευμένης θεραπείας.

Η γενετική χαρακτηρίζεται από ταχύτατη εξέλιξη κατά τη διάρκεια των τελευταίων χρόνων και οι γενετικοί έλεγχοι με γενετικά τεστ προσφέρουν στην ιατρική καινοτόμα όπλα για τη μάχη των κληρονομικών ασθενειών. Ωστόσο, ο εκάστοτε ενδιαφερόμενος οφείλει να γνωρίζει πως μια γενετική ανάλυση είναι αξιόπιστη μόνο υπό προϋποθέσεις και εφόσον γίνεται με τον κατάλληλο τρόπο. Εν κατακλείδι, η όλη πειραματική διαδικασία τονίζει ότι απαιτείται ώριμη σκέψη και ενημέρωση περί των εφαρμογών της εξατομικευμένης ιατρικής, ώστε να αποφεύγεται ενδεχόμενη παραπληροφόρησης και διάδοση ιδεών, που δεν έχουν επιστημονικά ορθό υπόβαθρο.

Ενδεικτικά παραδείγματα χρήσης του φορητού εργαστηρίου μοριακής βιολογίας 2MoBiL

Ο βασικός γνώμονας της ιδέας του αρχικού σχεδιασμού του φορητού εργαστηρίου μοριακής βιολογίας 2MoBiL ήταν η εύκολη και ανεμπόδιστη μεταφορά του σε όλα τα σχολικά συγκροτήματα της επικράτειας, ώστε όλοι οι μαθητές ανεξαιρέτως και οι εκπαιδευτικοί να έχουν τη δυνατότητα συμμετοχής στην ενδιαφέρουσα διαδικασία της συμπλήρωσης των εφαρμοζόμενων εκπαιδευτικών διαδικασιών στο μάθημα της Βιολογίας με τη διεξαγωγή των πειραμάτων σε πραγματικό χρόνο.

Παραδείγματα χρήσης του φορητού εργαστηρίου αποτελούν οι οργανωμένες και ανοικτές προς το ευρύ κοινό δράσεις όπως είναι η «Βραδιά του Ερευνητή», το «Patras Science Festival», το «Athens Science Festival», η «3^η Ημερίδα Εξατομικευμένης Ιατρικής» όπου τα μέλη του εργαστηρίου Φαρμακογονιδιοματικής και Εξατομικευμένης Θεραπείας, έχοντας στη διάθεσή τους το πλήρως εξοπλισμένο φορητό εργαστήριο μοριακής βιολογίας 2MoBiL, παρουσιάζουν πειράματα μοριακής βιολογίας ενώπιον μαθητών, κηδεμόνων, εκπαιδευτικών και πολυάριθμων παρευρισκομένων εμπλεκόμενων στα επαγγέλματα υγείας ή μη.

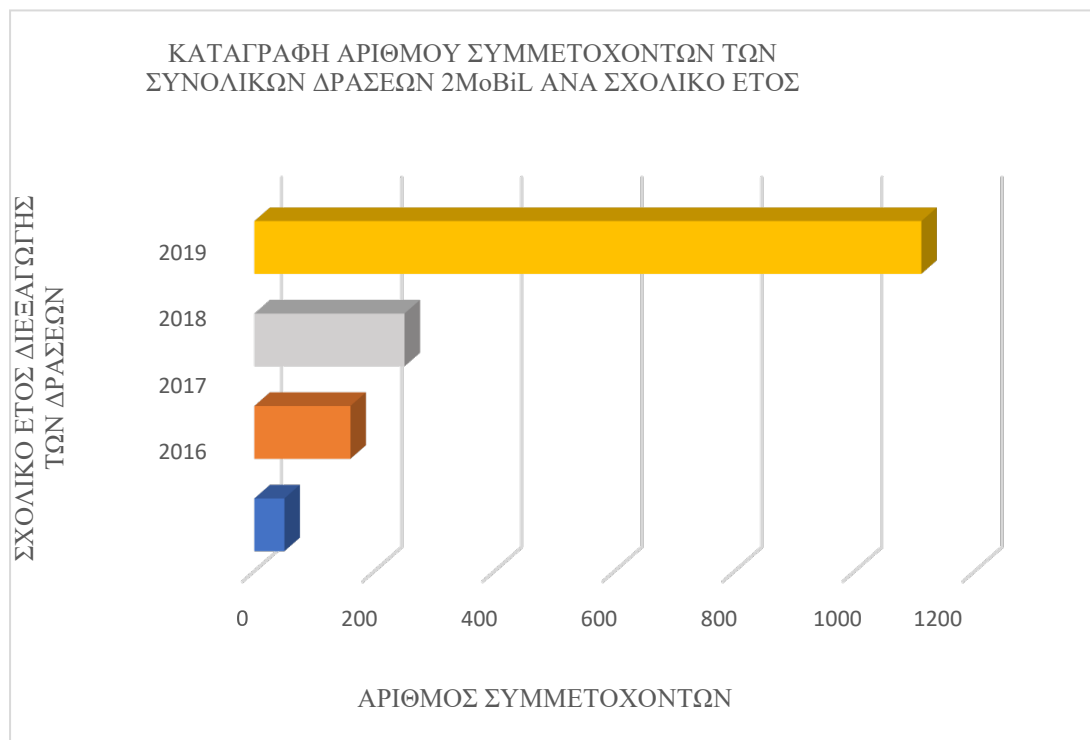
Αναφέρεται ενδεικτικά η δυναμική συμμετοχή του Εργαστηρίου Φαρμακογονιδιοματικής και Εξατομικευμένης Θεραπείας στο Patras Science Festival τον Μάιο του 2017, του 2018 και του 2019, στη Βραδιά του Ερευνητή τον Σεπτέμβριο του 2018 και στο Athens Science Festival τον Απρίλιο του 2019 με το 2MoBiL. Επιτυχημένη ήταν και η συμμετοχή του 2MoBiL στην «3^η Ημερίδα Εξατομικευμένης Ιατρικής» με 266 μαθητές και τους συνοδούς τους κατά τη διάρκεια μιας βιωματικής εκπαίδευσης με το φορητό εργαστήριο 2MoBiL. Επιπλέον, εντός του 2019 έχει καταγραφεί αύξηση του ενδιαφέροντος για επίσκεψη του 2MoBiL στο χώρο του σχολείου κατόπιν πρόσκλησης από τη διεύθυνση του εκάστοτε σχολείου. Καταγράφοντας τις συμμετοχές ήδη από το 2016 έως και σήμερα, παρατηρείται μία αυξανόμενη τάση του ενδιαφέροντος των μαθητών και των διδασκόντων τους για τον νέο τρόπο προσέγγισης του μαθήματος της Βιολογίας που παρέχει το 2MoBiL, καθώς και για την κατανόηση του νέου πεδίου της Εξατομικευμένης Ιατρικής (Εικόνες 2 και 3). Η κάθε δράση του 2MoBiL αξιολογείται ξεχωριστά όχι μόνο ως προς τον αριθμό των συμμετεχόντων, αλλά και ως προς το τελικό αποτέλεσμα και τη συνολική κατανόηση των εννοιών που παρουσιάστηκαν κατά τη διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας από την πλευρά των συμμετεχόντων.

Επιπρόσθετα, τον Δεκέμβριο του 2018, στα πλαίσια του διαγωνισμού δημιουργίας ενός φορητού εργαστηρίου για τη μοριακή βιολογία με τίτλο “Φώτης Καφάτος Labbox” που διοργανώθηκε από

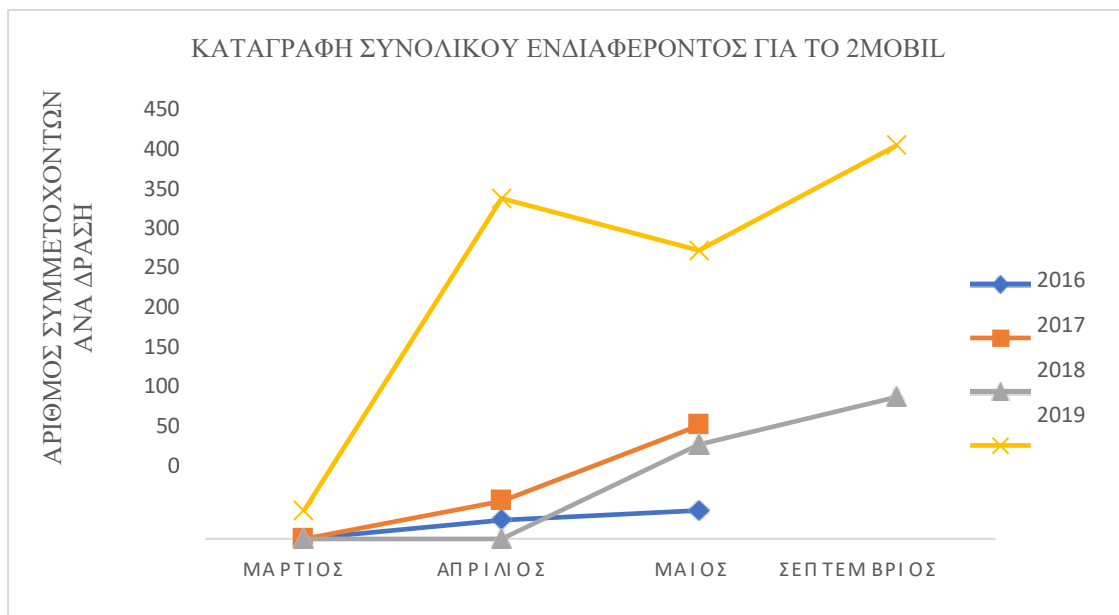
την Πανελλήνια Ένωση Βιοεπιστημόνων, το φορητό εργαστήριο μοριακής βιολογίας 2MoBiL απέσπασε το βραβείο με θέμα της πρότασης «Τι γεύση έχει το λάχανο σε εσένα;». Έκτοτε, το 2MoBiL συνεχίζει με ενθουσιασμό την πορεία του με στόχο την εκπαίδευση μαθητών και ευρύτερου κοινού σε τεχνικές και έννοιες της Μοριακής Βιολογίας και της επικοινωνίας τόσο της επιστήμης της Βιολογίας όσο και του καινοτόμου κλάδου της Εξατομικευμένης Ιατρικής όπως φαίνεται και με το πλούσιο φωτογραφικό υλικό (Εικόνα 4).

Συζήτηση και προοπτικές

Το Εργαστήριο Φαρμακογονιδιοματικής και Εξατομικευμένης Θεραπείας δίνει ιδιαίτερη έμφαση τόσο στην εκπαίδευση φοιτητών προπτυχιακού και μεταπτυχιακού επιπέδου, όσο και στην εξοικείωση μαθητών όλων των βαθμίδων (Δημοτικού, Γυμνασίου και Λυκείου), εκπαιδευτικών και παράλληλα του ευρύτερου κοινού με τον συναρπαστικό κλάδο της μοριακής βιολογίας και με τον καινοτόμο τομέα της εξατομικευμένης ιατρικής. Στόχος όλων των μελών των εργαστηρίου δεν είναι απλά μια πρώτη γνωριμία του κοινού με τον τομέα και τις εφαρμογές της μοριακής βιολογίας και γενετικής, αλλά η σε βάθος κατανόηση της σημασίας της εξατομικευμένης θεραπείας και των πλεονεκτημάτων τόσο για τους ασθενείς σε προσωπικό επίπεδο, όσο και για το σύστημα υγείας συνολικότερα.



Εικόνα 2. Γραφική παράσταση με τη μορφή ραβδογραμμάτων που παρουσιάζει τον αριθμό των συμμετεχόντων στις δράσεις του 2MoBiL ανά σχολικό έτος από το 2016 έως το 2019. Κατά το σχολικό έτος 2019 και πιο συγκεκριμένα κατά τους μήνες Μάρτιο, Απρίλιο, Μάιο και Σεπτέμβριο, οι 1111 συμμετέχοντες (μαθητές δευτεροβάθμιας και πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης και οι διδάσκοντές τους) είχαν την ευκαιρία μια βιωματικής δραστηριότητας με το 2MoBiL.



Εικόνα 3. Γραφική παράσταση της συγκριτικής καταγραφής του συνολικού ενδιαφέροντος για τις δράσεις του 2MoBiL ανά σχολικό έτος. Παρατηρείται αυξανόμενη τάση του ενδιαφέροντος τόσο για τη συμμετοχή των μαθητών και των διδασκόντων τους σε δράσεις ανοικτής πρόσβασης προς το ευρύ κοινό, όσο και για την επίσκεψη του 2MoBiL στο χώρο του σχολείου κατόπιν πρόσκληση από τους εκπαιδευτικούς κατά το έτος 2019.

Η προσέγγιση των πεδίων της Μοριακής Γενετικής και εξατομικευμένης ιατρικής που περιλαμβάνουν αρχικά δυσνόητες έννοιες με τις παρούσες μεθόδους, καθιστά αυτόματα στα μάτια των μαθητών τη Μοριακή Γενετική έναν απόμακρο επιστημονικό κλάδο με εκτενή ορολογία και απαιτητική αποστήθιση εννοιών. Για τον λόγο αυτό, μια πιθανή λύση είναι η διαδραστική διδασκαλία και οπτικοποίηση θεωρητικών εννοιών που διδάσκονται σε πραγματικό χρόνο. Με μελλοντική ένταξη του φορητού εργαστηρίου μοριακής βιολογίας 2MoBiL στην συνολική εκπαιδευτική διαδικασία θα παρέχεται η δυνατότητα προσέγγισης του τομέα της μοριακής γενετικής και εξατομικευμένης ιατρικής με άμεσο τρόπο. Αυτή θα επιτυγχάνεται με πολλαπλούς και διαφορετικούς τρόπους, ώστε αρχικά να κεντρίζει το ενδιαφέρον των μαθητών και κατόπιν να το κρατά αμείωτο καθ' όλη τη διάρκεια της συνολικής εκπαιδευτικής διαδικασίας. Η προσέγγισή έχει κοινά στοιχεία με εκείνη που ακολουθήθηκε από την διεθνή επιτροπή για τη διαμόρφωση του εκπαιδευτικού προγράμματος Κλινικής Μοριακής Βιολογίας της Διεθνούς Ομοσπονδίας Κλινικής Χημείας (Committee on Clinical Molecular Biology Curriculum, C-CMBC, International Federation of Clinical Chemistry, IFCC) με στόχο την καλύτερη διάδοση των δεξιοτήτων μοριακών γενετικών δοκιμασιών σε χώρες που ξεκινούν τις αντίστοιχες τεχνικές (Lianidou et al.2014).

Η μοριακή βιολογία και οι μοριακές τεχνικές συνιστούν το υπόβαθρο και το βασικό εργαλείο των πειραματικών διαδικασιών αντίστοιχα. Παράλληλα η λειτουργία των διαγνωστικών εργαστηρίων για τη ανίχνευση τυχόν προδιάθεσης, εντοπισμό γενετικού κινδύνου, πρόγνωση, διάγνωση και θεραπεία μιας ασθένειας βασίζεται στις μοριακές τεχνικές. Ωστόσο απαιτούνται τόσο οι κατάλληλες δεξιότητες για την τεχνική διαδικασία, όσο και ένα επαρκές επίπεδο αναλυτικών και διαγνωστικών γνώσεων, που είναι αναγκαίες για τις μοριακές γενετικές εξετάσεις. Εκτός όμως από την αναγκαία εκπαίδευση των ανθρώπων που είναι ήδη ενταγμένοι στο πεδίο της μοριακής βιολογίας, προτεραιότητα πλέον τίθεται η ορθά δομημένη και ολοκληρωμένη εκπαίδευση του ευρύτερου συνόλου στη Βιολογία, τη Μοριακή Γενετική και την εξατομικευμένη ιατρική, ώστε να διευκολυνθεί η βέλτιστη κατανόηση των ωφελειών της εφαρμογής της Εξατομικευμένης Θεραπείας στο συνολικό σύστημα υγείας.



Εικόνα 4. Φωτογραφικό υλικό κατά τη διάρκεια των εκπαιδευτικών δράσεων με το 2MoBiL.

Κατόπιν αυτών, η γνωριμία των μαθητών με τις πειραματικές διαδικασίες και μοριακές τεχνικές ήδη από τις πρώτες τάξεις της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, ή ακόμη και τις τελευταίες τάξεις τη πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης θα μπορούσε να αποτελέσει έναν τρόπο αναπροσαρμογής και εκσυγχρονισμού του παρόντος εκπαιδευτικού συστήματος με βάση τις σύγχρονες εκπαιδευτικές απαιτήσεις. Η πραγματοποίηση πειραμάτων σε πραγματικό χρόνο εκ μέρους των μαθητών στα πλαίσια του μαθήματος της Βιολογίας, θα μπορούσε να κεντρίσει ακόμη περισσότερο το ενδιαφέρον τους καθώς με αυτό τον τρόπο γίνονται οι πρωταγωνιστές και παράλληλα οι θεατές στο ίδιο σενάριο. Θα κατανοήσουν ότι η επιστήμη της Βιολογίας δεν είναι απλά ένα μάθημα του ωρολογίου προγράμματος αλλά ένα μονοπάτι προς εξερεύνηση με τις όποιες δυσκολίες και

εκπλήξεις μπορεί να κρύβει. Η ένταξη του φορητού εργαστηρίου μοριακής βιολογίας 2MoBiL στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, στα πλαίσια της διδασκαλίας του μαθήματος της Βιολογίας, αποτελεί μια μελλοντική προσέγγιση που είναι καθ' όλα εφικτή, με δεδομένο ότι το φορητό εργαστήριο έχει σχεδιαστεί με τρόπο κατάλληλο για γρήγορη και εύκολη μεταφορά σε κάθε σχολικό συγκρότημα της χώρας, όσο απομακρυσμένο και αν είναι. Συμπερασματικά, το φορητό εργαστήριο μοριακής βιολογίας 2MoBiL θα μπορούσε να αποτελέσει ένα σημαντικό και πρωτότυπο μέσο επικοινωνίας προς το κοινό της επιστήμης της Βιολογίας, της Μοριακής Γενετικής και της εξατομικευμένης ιατρικής και των ωφελειών της εφαρμογής της Εξατομικευμένης Θεραπείας για το σύστημα υγείας και τον άνθρωπο. Παράλληλα, τίθεται το κατάλληλο υπόβαθρο ώστε το κοινό να είναι σε θέση να αντιλαμβάνεται την παραπληροφόρηση και να εμπιστεύεται τα ορθά επιστημονικά δεδομένα. Τα μέλη μιας κοινωνίας οφείλουν να έχουν ώριμη σκέψη ώστε να είναι σε θέση να κρίνουν οποιαδήποτε νέα υπηρεσία προσφέρεται με το «περιτύλιγμα» της επιστήμης και να την εμπιστεύονται υπό προϋποθέσεις. Για παράδειγμα θα είναι δυνατό να διακρίνουν τα οφέλη γενετικών εξετάσεων για την ανταπόκριση στη θεραπεία έναντι γενετικών αναλύσεων για την εξατομικευση της διατροφής ή για την πρόγνωση υψηλών αθλητικών επιδόσεων, αναλύσεις οι οποίες στερούνται, μέχρι στιγμής, επιστημονικότητας και παραπλανούν το κοινό (Patrinos et al.2013). Θα γίνεται αντιληπτό πως απαιτείται κριτική σκέψη και ενημέρωση για τις εφαρμογές της εξατομικευμένης ιατρικής, ώστε να γίνεται δυνατή η διάκριση και η αποφυγή της ενδεχόμενης παραπληροφόρησης και διάδοσης ιδεών, που δεν έχουν επιστημονικά ορθό υπόβαθρο. Άλλωστε, η ώριμη και κριτική στάση των μελών μιας κοινωνίας απέναντι σε επιτεύγματα της επιστήμης με μεγάλη απήχηση, όπως είναι οι γενετικές αναλύσεις και η εξατομικευμένη ιατρική, πρέπει είναι αποτέλεσμα συντονισμένης και συνεχόμενης εκπαίδευσης και ενημέρωσης που να ξεκινά ιδανικά από την σχολική ηλικία.

Βιβλιογραφία

- Bloch, K. D., & Grossmann, B. (1995). Digestion of DNA with restriction endonucleases. *Current protocols in molecular biology*, 31(1), 3-1.
- Fox, A. L. (1932). The relationship between chemical constitution and taste. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 18(1), 115.
- Hearn, R. P., & Arblaster, K. E. (2010). DNA extraction techniques for use in education. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 38(3), 161-166.
- Helling, R. B., Goodman, H. M., & Boyer, H. W. (1974). Analysis of endonuclease R· EcoRI fragments of DNA from lambdoid bacteriophages and other viruses by agarose-gel electrophoresis. *Journal of virology*, 14(5), 1235-1244.
- Lianidou, E., Ahmad-Nejad, P., Ferreira-Gonzalez, A., Izuhara, K., Cremonesi, L., Schroeder, M. E., Richter, K., Ferrari, M., Neumaier, M. (2014). Advancing the education in molecular diagnostics: the IFCC-initiative “clinical molecular biology curriculum”(C-CMBC); a ten-year experience. *Clinica Chimica Acta*, 436, 5-8.
- Merritt, R. B., Bierwert, L. A., Slatko, B., Weiner, M. P., Ingram, J., Sciarra, K., & Weiner, E. (2008). Tasting phenylthiocarbamide (PTC): a new integrative genetics lab with an old flavor. *The American Biology Teacher*, 70(5).
- Patrinos, G. P., Baker, D. J., Al-Mulla, F., Vasiliou, V., & Cooper, D. N. (2013). Genetic tests obtainable through pharmacies: the good, the bad, and the ugly. *Human genomics*, 7(1), 17.
- Pingoud, A., & Jeltsch, A. (2001). Structure and function of type II restriction endonucleases. *Nucleic acids research*, 29(18), 3705-3727.
- Voytas, D. (2000). Agarose gel electrophoresis. *Current Protocols in Molecular Biology*, 51(1), 2-5.
- Wooding, S. (2006). Phenylthiocarbamide: a 75-year adventure in genetics and natural selection. *Genetics*, 172(4), 2015-2023.

Το κυνήγι θησαυρού ως εργαλείο μη τυπικής μάθησης στη Βιολογία Β΄ και Γ΄ Λυκείου

Ειρήνη ΑΠΛΑΔΑ

1^ο Γενικό Λύκειο Καματερού, eiriniaplada@sch.gr

Περίληψη

Η αξία του παιχνιδιού στη μάθηση είναι αδιαμφισβήτητη. Στο σχολείο, όμως, έχει περιορισμένο ρόλο. Στο 1^ο ΓΕΛ Καματερού προσπαθήσαμε να βγάλουμε τα παιδιά από την τάξη και να αξιολογήσουν τις γνώσεις τους, παίζοντας. Η δραστηριότητα αυτή αναπτύχθηκε για το μάθημα της Βιολογίας Γ΄ Λυκείου με στόχο να εμπλέξει τα παιδιά στην οικολογία. Σε αυτό, βοήθησε η εγγύτητα του σχολείου στο Πάρκο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης. Οι μαθητές χωρίστηκαν σε ομάδες, διδάχτηκαν τη χρήση πυξίδων και χαρτών και ξεκίνησαν την αναζήτηση. Σε κάθε σταθμό του πάρκου υπήρχαν εκπαιδευτικοί με κάρτες που περιείχαν γρίφους σχετικούς με το μάθημα ή το περιβάλλον του πάρκου και όσοι έλυναν τους γρίφους, έπαιρναν οδηγίες για τον επόμενο σταθμό. Στο τέλος, νίκησε η ομάδα που έφτασε πρώτη στο θησαυρό. Η εμπειρία που αποκομίσαμε ήταν ότι οι μαθητές προσπάθησαν να ανακαλέσουν τις γνώσεις τους, συνεργάστηκαν και συναγωνίστηκαν για το έπαθλο και ήρθαν σε επαφή με το χώρο του πάρκου με ευχάριστο τρόπο.

Λέξεις-κλειδιά

Κυνήγι θησαυρού, Βιολογία Λυκείου, μη τυπική μάθηση, οικολογία, Πάρκο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης

Εισαγωγή

Ο κόσμος μας βρίθει πληροφοριών, τεχνικών και τεχνολογιών. Διαθέτουμε πλέον τεράστια ευχέρεια στην επικοινωνία, την μάθηση και το παιχνίδι. Η ευκολία αυτή όμως, δυστυχώς, μειώνεται μέσα στην καθημερινότητα του ελληνικού σχολείου. Η αναζήτηση πληροφοριών μέσω υπολογιστή ή κινητού τηλεφώνου είναι πρακτικά αδύνατη ή απαγορευμένη αντίστοιχα, ενώ το παιχνίδι στην εκπαίδευση μειώνεται όσο αυξάνεται η ηλικία των εκπαιδευόμενων.

Επιπλέον, μελέτες στις Η.Π.Α., έδειξαν ότι ο χρόνος που περνούν τα παιδιά μπροστά σε μια οθόνη, είναι πάνω από δύο ώρες την ημέρα. Πλήθος άλλων ερευνών έχουν διαπιστώσει ότι ο χρόνος επαφής με το εξωτερικό περιβάλλον είναι αρκετά μειωμένος. Διαφαίνεται, δηλαδή, ότι έχουμε αρχίσει να ανταλλάσσουμε τον χρόνο μας στην ύπαιθρο με τον χρόνο που περνάμε μπροστά σε μια οθόνη. Ο Loun (2005) όρισε τα αποτελέσματα σε παιδιά που δεν έχουν μεγάλη επαφή με το παιχνίδι στη φύση και την εξερεύνησή της, ως “Nature-Deficit Disorder”, δηλαδή «Διαταραχή έλλειψης Φύσης».

Στη θεωρία του προτείνει ότι η φθίνουσα σχέση της κοινωνίας μας με το φυσικό περιβάλλον συνδέεται άμεσα με την αύξηση των συναισθηματικών και σωματικών προβλημάτων, μεταξύ των οποίων είναι η έλλειψη προσοχής, η παχυσαρκία και η κατάθλιψη.

Ακόμα, έρευνες έχουν δείξει ότι τα παιδιά με διάσπαση προσοχής, για παράδειγμα, συγκεντρώνονται καλύτερα μετά από μια βόλτα στο πάρκο και η ώρα αυτή στη φύση μπορεί να είναι εξίσου αποτελεσματική με την φαρμακευτική αγωγή (Taylor & Frances 2009). Μια έκθεση σχετικά με τις επιπτώσεις της υπαίθριας διδασκαλίας στην Καλιφόρνια έδειξε αύξηση κατά 27% στην εμπέδωση επιστημονικών εννοιών, ενίσχυση της συνεργασίας, της αυτοεκτίμησης και της επίλυσης συγκρούσεων μεταξύ άλλων αποτελεσμάτων σε παιδιά 6ης δημοτικού, που παρακολούθησαν ένα πρόγραμμα υπαίθριας εκπαίδευσης μίας εβδομάδας (American Institutes for Research 2005). Στο Τορόντο, ερευνητές μελέτησαν τις επιπτώσεις του «οικολογικού προσανατολισμού» στο Δημοτικό Σχολικό Συμβούλιο. Οι εκπαιδευτικοί ανέφεραν

ότι η δημιουργική σκέψη των μαθητών, ο ενθουσιασμός για μάθηση, η διατήρηση της γνώσης και οι βαθμολογίες των εξετάσεων βελτιώθηκαν συνολικά. Τα πράσινα σχολεία επηρεάζουν επίσης θετικά τα κίνητρα των εκπαιδευτικών και τη χρήση διαθεματικών μεθόδων διδασκαλίας (Dyment 2005). Η υπαίθρια διδασκαλία μπορεί να βοηθήσει στην επίτευξη εκπαιδευτικών στόχων, βοηθώντας παράλληλα τους σπουδαστές να αναπτύξουν δεξιότητες που θα διαρκέσουν μια ζωή.

Στο 1ο ΓΕΛ Καματερού, την σχολική χρονιά 2018-2019, προσπαθήσαμε να βγάλουμε τα παιδιά από την τάξη και να αξιολογήσουν τις γνώσεις τους παίζοντας. Η δραστηριότητα που περιγράφουμε εδώ αναπτύχθηκε για το μάθημα της Βιολογίας Γ' Λυκείου (Αδαμαντιάδου κ.ά. 2013), με στόχο να κινητοποιηθούν οι μαθητές/τριες σχετικά με την ενότητα της Οικολογίας και να εμπεδώσουν την γνώση που απέκτησαν κατά τη διάρκεια των μαθημάτων, με ευχάριστο και ψυχαγωγικό τρόπο. Η εγγύτητα της σχολικής μας μονάδας με τα όρια του Πάρκου Περιβαλλοντικής Ευαισθητοποίησης και Εκπαίδευσης «Αντώνης Τρίτσης» ήταν η αφορμή για την ανάπτυξη της δραστηριότητάς μας. Το Πάρκο βρίσκεται στη θέση με τοπωνύμιο Πύργος Βασιλίσσης ή Επτάλοφος και είναι το μεγαλύτερο Μητροπολιτικό Πάρκο της Αθήνας, συνολικής έκτασης περίπου 1.200 στρεμμάτων. Η ύπαρξη του υγρού στοιχείου σε μεγάλη αναλογία εντός του Πάρκου, τόσο με τη μορφή έξι τεχνητών λιμνών όσο και τεχνητού καναλιού που τις συνδέει, εξασφαλίζει την αδιάκοπη ροή του νερού μεταξύ των λιμνών και την ανακύκλωσή του, καθώς και η πλούσια χλωρίδα και πανίδα του Πάρκου, το καθιστούν έναν μοναδικό τόπο φυσικού κάλλους, ενταγμένο στον οικιστικό ιστό. Τα χαρακτηριστικά του είναι μοναδικά για τη δυτική Αθήνα, αλλά και για όλο το Λεκανοπέδιο (www.parkotritsis.gr).

Θεωρητικό υπόβαθρο

Ο ρόλος του εκπαιδευτικού στην τάξη είναι πλέον πολύ διαφορετικός. Από μοναδική πηγή γνώσης και “αυθεντία” τον 19ο αιώνα, έγινε διευκολυντής και καθοδηγητής στα τέλη του 20ου αιώνα. Στο μέλλον, οι εκπαιδευτικοί πιθανότατα θα είναι σχεδιαστές και διαχειριστές της γνώσης, την οποία οι μαθητές/τριες θα ανακαλύπτουν μόνοι/ες τους, ενώ απαραίτητη προϋπόθεση είναι το να ικανοποιεί το σχολείο τις ανάγκες και τα ενδιαφέροντά τους, προκειμένου να εμπλέκονται ενεργά στη διαδικασία μάθησης (Kalantzis & Cope 2010). Στη δράση μας χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της παιγνιώδους μάθησης (game-based learning) (Plass, Homer & Kinzer 2015), βάσει της οποίας οι συμμετέχοντες μαθητές/τριες μαθαίνουν παίζοντας. Σκοπός είναι να εμπλακούν στην εκμάθηση και εμπέδωση της αποκτηθείσας γνώσης με τρόπο ευχάριστο και ελκυστικό, που βασίζεται στις αρχές του παιχνιδιού.

Η υλοποίηση της δράσης έγινε ομαδοσυνεργατικά (Ματσαγγούρας 2000) γιατί έτσι οι συμμετέχοντες «μπορούσαν να αναπτύξουν πρωτοβουλία, να ανταλλάξουν απόψεις, να επιχειρηματολογήσουν για να στηρίξουν τις απόψεις και επιλογές τους, να μάθουν από τους συνομηλίκους τους (peer learning) και να καταλήξουν από κοινού σε ένα αποτέλεσμα» (Αγγελίδου & Αρναούτη 2017).

Παράλληλα, αξιοποιήθηκε η μέθοδος BYOD (Bring Your Own Device) (Selwyn 2017), σύμφωνα με την οποία οι μαθητές φέρνουν στο σχολείο τα δικά τους τεχνολογικά εργαλεία (π.χ. κινητά τηλέφωνα, φορητούς Η/Υ), όπου έχουν όλο το εκπαιδευτικό τους υλικό και εργάζονται κατά τη διάρκεια των μαθημάτων τους με αυτά. Στην προκειμένη περίπτωση, οι μαθητές/τριες αξιοποίησαν τα κινητά τους τηλέφωνα για να έχουν όλο το ταυτόχρονο πρόσβαση στο διαδίκτυο και να μπορούν να αναζητούν τις λύσεις των γρίφων.

Εφαρμογή της δράσης

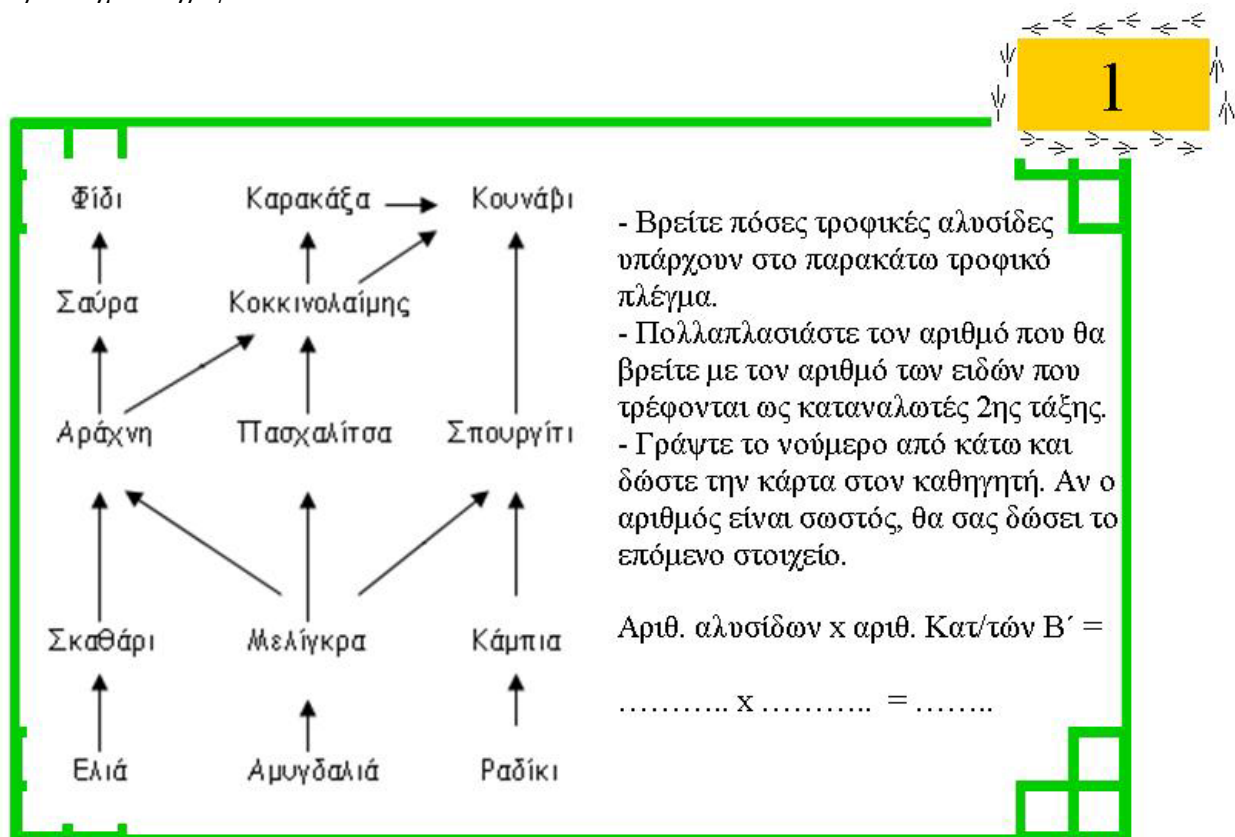
Η δράση περιελάμβανε τρία στάδια. Στο πρώτο στάδιο, στον πρώτο σταθμό του κυνηγιού, έγινε ενημέρωση των μαθητών για τη χρήση των πυξίδων και για τον τρόπο διεξαγωγής του κυνηγιού.

από εμάς. Κατά τη διάρκεια αυτού του σταδίου, οι υπόλοιποι εκπαιδευτικοί που προσφέρθηκαν να βοηθήσουν, προχώρησαν στους σταθμούς που τους είχαν οριστεί. Επίσης, οι μαθητές/τριες χωρίστηκαν σε ομάδες των τεσσάρων ατόμων.

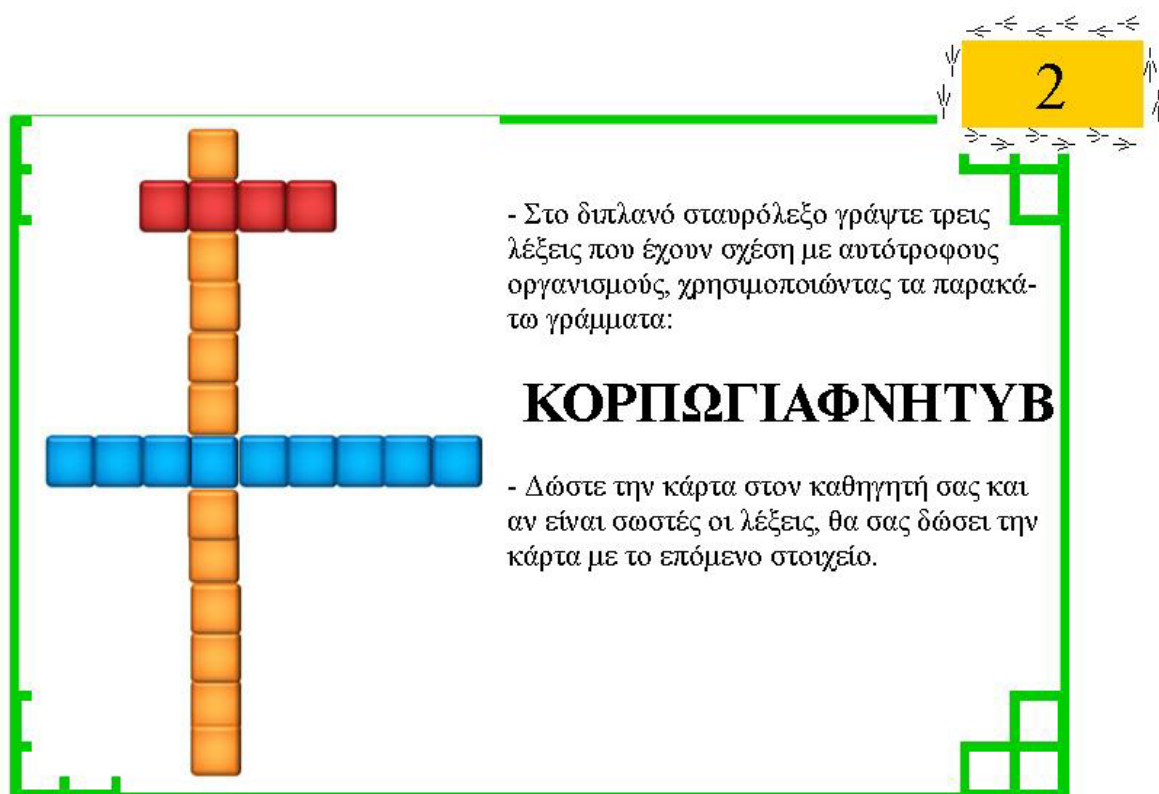
Στο δεύτερο στάδιο, δόθηκε σε κάθε ομάδα μία πυξίδα, μία κάρτα που περιείχε ένα γρίφο σχετικό με το μάθημα της οικολογίας (Εικόνες 1-3) και ένας χάρτης με τους σταθμούς (Εικόνα4). Όποια ομάδα έλυνε τον γρίφο, έπαιρνε ένα χαρτί με οδηγίες για να προχωρήσει στον επόμενο σταθμό. Εκεί, ο δεύτερος εκπαιδευτικός έδινε στους/στις μαθητές/τριες την κάρτα με το δεύτερο γρίφο και, πάλι, όποια ομάδα έλυνε τον γρίφο έπαιρνε οδηγίες για τον τρίτο σταθμό. Αυτή η διαδικασία επαναλήφθηκε πέντε φορές, όσοι ήταν και οι αντίστοιχοι σταθμοί.

Στον τελευταίο σταθμό, όσοι έλυναν τον γρίφο, έπρεπε να οδηγηθούν στο σημείο έναρξης του κυνηγιού και να βρουν τον θησαυρό. Αυτό ήταν το τρίτο στάδιο της δράσης μας, όπου οι νικητές έπαιρναν το έπαθλο. Συνολικά, η δραστηριότητα διήρκεσε δύο διδακτικές ώρες.

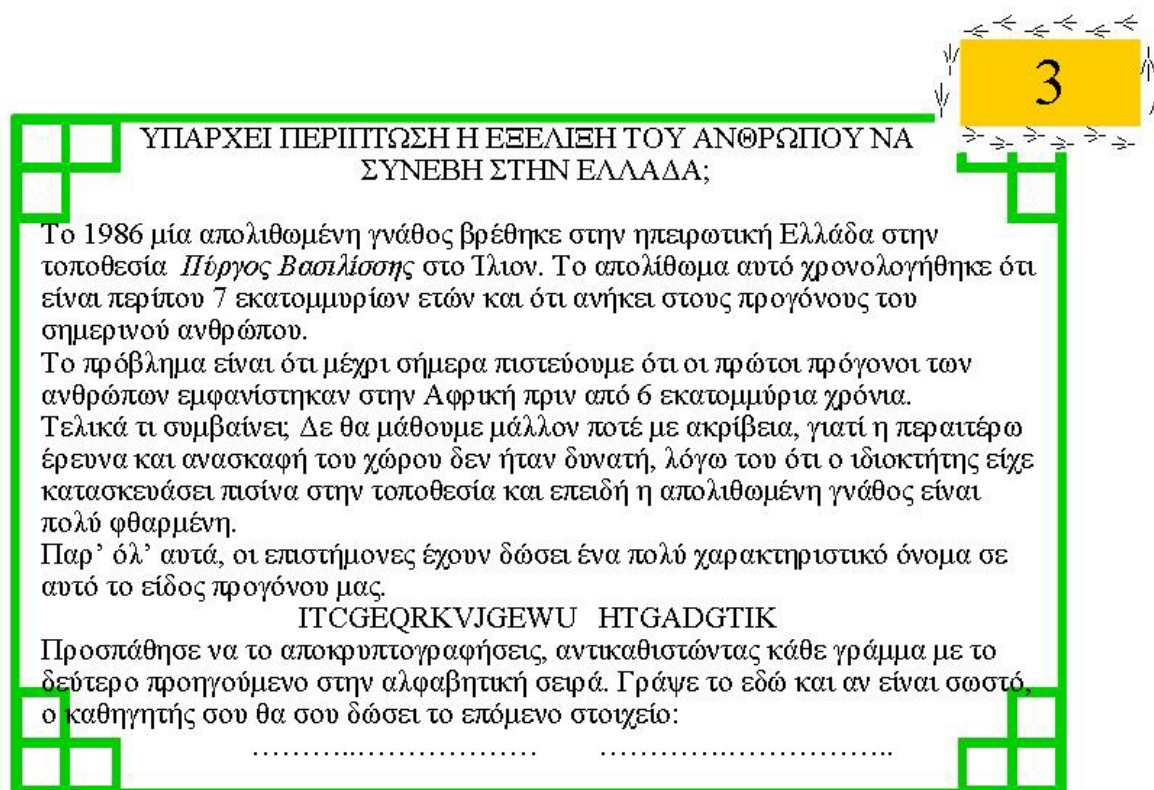
Παραδείγματα γρίφων



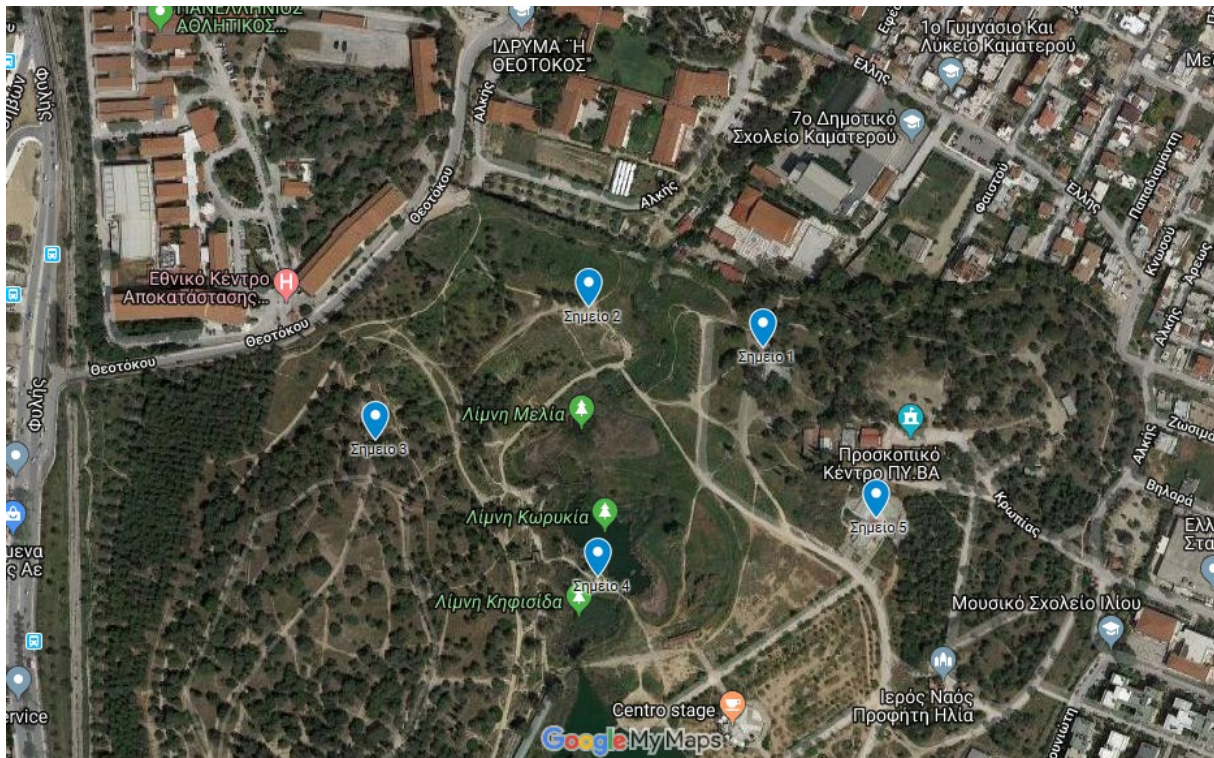
Εικόνα 1. Η κάρτα με τον πρώτο γρίφο
(<http://www.study4exams.gr/biology/course/view.php?id=54#4>)



Εικόνα 2. Η κάρτα με τον δεύτερο γρίφο



Εικόνα 3. Η κάρτα με τον τρίτο γρίφο



Εικόνα 4.Ο χάρτης με τους σταθμούς του κυνηγιού

Συμπεράσματα

Ο πρωταρχικός στόχος μας ήταν οι μαθητές/τριες να περάσουν ευχάριστα, ανακαλώντας γνώσεις από το μάθημα της Βιολογίας και ο στόχος αυτός επιτεύχθηκε απόλυτα. Στο ερωτηματολόγιο αξιολόγησης της δράσης, το 100% των μαθητών/τριών απάντησαν ότι διασκέδασαν πάρα πολύ με το κυνήγι θησαυρού και ότι τους άρεσε που έγινε στο πάρκο. Το 94% των μαθητών/τριών απάντησαν ότι τους βοήθησε να θυμηθούν γνώσεις που είχαν αποκτήσει κατά τη διάρκεια του μαθήματος. Το 98% απάντησε ότι δεν είχε χρησιμοποιήσει ποτέ ξανά πυξίδα και στο 75% φάνηκε πολύ δύσκολο να προσανατολιστεί με αυτήν. Σχεδόν όλοι οι μαθητές όμως, απάντησαν ότι τους φάνηκε χρήσιμη η γνώση αυτή. Το 5% των μαθητών/τριών απάντησαν ότι χρειαζόταν καλύτερη προετοιμασία των εκπαιδευτικών που συμμετείχαν στη δράση και οι οποίοι δεν ήταν συναφούς ειδικότητας.

Συμπερασματικά, μπορούμε να πούμε ότι οι μαθητές/τριες ωφελήθηκαν πολλαπλά από την υλοποίηση της συγκεκριμένης δράσης. Εμπέδωσαν τις διδαγμένες θεματικές ενότητες της Οικολογίας μετρόπο παιγνιώδη και διασκεδαστικό, ανάγοντάς τες στην πρακτική τους εφαρμογή στην καθημερινή ζωή. Επίσης, μετέτρεψαν τα κινητά τους τηλέφωνα σε εργαλεία αναζήτησης και απόκτησης γνώσης. Επιπλέον, αξίζει να τονισθεί ότι οι υπόλοιποι εκπαιδευτικοί που συμμετείχαν στο εγχείρημά μας, δήλωσαν μεγάλο ενθουσιασμό με το αποτέλεσμα της δράσης και εκδήλωσαν ενδιαφέρον το κυνήγι αυτό να συμπεριλάβει και γρίφους από τα δικά τους μαθήματα και να διευρυνθεί, ώστε να λάβουν μέρος όλοι οι μαθητές/τριες του σχολείου. Πιστεύουμε ότι η εφαρμογή διαθεματικών δράσεων με παιγνιώδη στοιχεία μπορεί να προβεί ωφέλιμη σε άλλα μαθήματα καθώς και σε άλλες βαθμίδες εκπαίδευσης.

Ευχαριστίες

Η δράση αυτή δε θα είχε επιτυχία χωρίς τη συμμετοχή των καλών συναδέλφων Αλεβιζάκη Θ.,

ΠΕ11, Καπελιώτη Π., ΠΕ04.01, Νταμάγκα Γ., ΠΕ80, Ντάφο Χ., ΠΕ86 και Στασινού Σ., ΠΕ02, τους οποίους ευχαριστούμε θερμά.

Βιβλιογραφία

- Αγγελίδου, Χ. & Αρναούτη, Ε. (2017). *Δημιουργία Ντοκιμαντέρ για τις Παγκόσμιες Φυσικές Προστατευόμενες Περιοχές στην Αγγλική Γλώσσα*. Στο Χ. Τσιχουρίδης, Δ. Κολοκοτρώνης, Δ. Λιόβας, Μ.Μπατσίλα, Κ. Σταθόπουλος, Α. Κοντογεωργίου, Η. Λιάκος & Ζ. Καρασίμος (επιμ.), Πρακτικά 3^{ου} Διεθνούς Συνεδρίου για την Προώθηση της Εκπαιδευτικής Καινοτομίας, Δ, 43-48. Λάρισα.
- Αδαμαντιάδου, Σμ., Γεωργάτου, Μ., Γιαπιτζάκης, Χ., Λάκκα, Α., Νοταράς, Δ., Φλωρεντίν, Ν., Χατζηγεωργίου, Γ. & Χαντηκώντη, Ολ. (2013). *Βιολογία Γενικής Παιδείας, Γ' Γενικού Λυκείου*. Αθήνα: ΙΤΥΕ-ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ.
- Ματσαγγούρας, Η. (2000). *Ομαδοσυνεργατική διδασκαλία και μάθηση*. Αθήνα: Εκδόσεις Γρηγόρης.
- Παιδαγωγικό Ινστιτούτο. (2001). *Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών (ΔΕΠΠΣ)*. Αθήνα: Παιδαγωγικό Ινστιτούτο.
- American Institutes for Research, (2005). *Effects of Outdoor Education Programs for Children in California*. California Department of Education, <http://www.seer.org/pages/research/AIROutdoorSchool2005.pdf>
- Common Sense Media Inc., (2017). *The Common Sense Census: Media Used by Kids Zero to Eight*. https://www.commonsensemedia.org/sites/default/files/uploads/research/csm_zerotoeight_fullreport_release_2.pdf
- Dyment, Janet E., (2005). *Gaining Ground: The Power and Potential of School Ground Greening in the Toronto District School Board*. Evergreen Foundation: Toronto, Canada, <https://www.evergreen.ca/downloads/pdfs/Gaining-Ground.pdf>
- Kalantzis, M. & Cope, B. (2010). The Teacher as Designer: pedagogy in the new media age. *E-learning and Digital Media*, 7(3), 200-222.
- Louv, R. (2005). *Last Child in the Woods: Saving Our Children From Nature-Deficit Disorder*. New York: Algonquin Books.
- Plass, J. L., Homer, B. D. & Kinzer, C. K. (2015). Foundations of Game-Based Learning. *Educational Psychologist*, 50(4), 258–283.
- Selwyn, N. (2017). *Education and Technology: Key Issues and Debates*. (2nd ed.). London & New York: Bloomsbury.
- Taylor, Andrea Faber & Frances E. Kuo, (2009). Children With Attention Deficits Concentrate Better After Walk in the Park. *Journal of Attention Disorders*, vol. 12, no. 5, Mar. 2009, pp. 402–409, doi:10.1177/1087054708323000

Δικτυογραφία

www.parkotritsis.gr
<http://www.study4exams.gr/biology/course/view.php?id=54#4>

Ο δάσκαλος έχει πάντα δίκιο; Η διείσδυση της Ψευδοεπιστήμης στην Εκπαίδευση και τις απόψεις των Εκπαιδευτικών

Ασημάκης ΤΑΛΑΜΑΓΚΑΣ¹, Ευαγγελία ΜΑΥΡΙΚΑΚΗ²

*Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Ε.Κ.Π.Α. asimtal@primedu.uoa.gr-1
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Ε.Κ.Π.Α., emavrikaki@primedu.uoa.gr-2*

Περίληψη

Η Ψευδοεπιστήμη λειτουργεί ως τροχοπέδη στην σύγχρονη κοινωνία της Επιστήμης και της Τεχνολογίας, οδηγώντας σε ορισμένες περιπτώσεις σε επικίνδυνα φαινόμενα. (π.χ. αντιεμβολιαστικές θεωρίες). Η έρευνα γύρω από το φαινόμενο καταδεικνύει την ανάγκη για αντιμετώπιση σε πολλαπλά επίπεδα, καθώς οι προκαταλήψεις και παρανοήσεις που οδηγούν στην αποδοχή της δεν είναι μόνο γνωστικές, αλλά συσχετίζονται επιπλέον με τη Φύση της Επιστήμης (Nature of Science), ψυχολογικούς και κοινωνικούς παράγοντες. Παρόλο που η τυπική εκπαίδευση και η αντιμετώπιση σε γνωστικό μόνο επίπεδο έχει αποδειχθεί πως δεν αποτελεί την μονοσήμαντη λύση, παραμένει ζητούμενο οι Εκπαιδευτικοί να αναπτύξουν εκπαιδευτικές στρατηγικές, οι οποίες θα βοηθήσουν τους αυριανούς πολίτες να αντιμετωπίσουν Ψευδοεπιστημικά φαινόμενα. Σε αυτό τον άξονα, η παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση σχετικά με τις απόψεις των Εκπαιδευτικών γύρω από την Ψευδοεπιστήμη, αλλά και η μέτρηση της διείσδυσής της αποτελούν σημαντικά βήματα για την αντιμετώπισή της.

Λέξεις-κλειδιά : Ψευδοεπιστήμη, εκπαίδευση εκπαιδευτικών, Φύση της Επιστήμης, επιστημονικός εγγραμματισμός

Εισαγωγή

Η Ψευδοεπιστήμη (ΨΕ) αποτελεί ένα σύνολο θεωριών και πρακτικών οι οποίες παρουσιάζονται ως επιστημονικές, παρόλο που απουσιάζουν επιστημονικά στοιχεία που τις υποστηρίζουν (Losh & Nzekwe, 2011). Κατηγοριοποιείται από κάποιους ερευνητές στις Διαψεύσιμες Αντιλήψεις (unwarranted beliefs) μαζί με τις Θεωρίες Συνομοσίας (ΘΣ) και την Μεταφυσική (ΜΦ). Αντιστοίχως, ΘΣ ορίζονται οι θεωρίες όπου η απόδοση της αιτίας ή της απόκρυψης ενός γεγονότος από το γενικό κοινό, γίνεται λόγω μια; μυστικής, παράνομης και κακόβουλης πλεκτάνης με πολλούς συμμετέχοντες (Taylor, Rapp, & Brunye, 2007). Η ΜΦ περιλαμβάνει γεγονότα ή φαινόμενα (π.χ. τηλεκίνηση) πέρα από το φάσμα της φυσιολογικής επιστημονικής κατανόησης (Tobacyk, 2004). Και στις τρεις περιπτώσεις υπάρχει έλλειψη επιστημονικής εγγύησης, δηλ. του συνόλου των δεδομένων και γνώσεων για ένα θέμα, τα οποία είναι διαθέσιμα σε οποιονδήποτε τη δεδομένη χρονική περίοδο (Hansson, 2009). Στην απαρχή του 21^{ου} αιώνα πλήθος ΨΕ θεωριών διαδίδονται σε όλες τις κοινωνίες, «αγγίζοντας» όλες τις Επιστήμες από τη Βιολογία και την Φυσική έως την Ψυχολογία και την Κοινωνιολογία. Ορισμένες υπάρχουν εδώ και αιώνες (π.χ. Αστρολογία), ενώ οι πιο πρόσφατες προκύπτουν πολλές φορές παράλληλα με την ανάπτυξη νέων επιστημονικών κλάδων (π.χ. αντιεμβολιαστικές θεωρίες). Υπάρχουν παρόλα αυτά και περιπτώσεις όπου κάποιες ΨΕ θεωρίες αποτέλεσαν Πρωτοεπιστήμες, όπως η Αλχημεία και η Χημεία. Ένα διαχρονικό ζήτημα αποτελεί η διάκριση Επιστήμης και Ψευδοεπιστήμης και τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται.

Επιστήμη vs Ψευδοεπιστήμη

Στην προσπάθεια διάκρισης θα αναφερθούμε αρχικά στην ψευδοεπιστήμη. Σύμφωνα με τον M. Pigliucci (Pigliucci, Massimo; Boudry, 2013) ο βασικός και γενικά αποδεκτός ορισμός, πως ψευδοεπιστήμη είναι θεωρίες και πρακτικές οι οποίες παρουσιάζονται ως επιστημονικές από τους υποστηρικτές τους, αποτελεί θεμελιώδες χαρακτηριστικό, αλλά όχι επαρκές για να περιγράψει όλες τις περιπτώσεις ψευδοεπιστήμης. Κατ' επέκταση, προστίθεται και το κριτήριο του

Επιστημονικού πεδίου, δηλαδή η προσπάθεια των υποστηρικτών να εντάξουν σε ένα συγκεκριμένο Επιστημονικό πεδίο τον ισχυρισμό τους, ο οποίος στην πραγματικότητα δεν αποτελεί μέρος του. Επιπλέον, πάντοτε επιχειρείται οι ψευδοεπιστημονικοί ισχυρισμοί να παρουσιασθούν ως η πιο αξιόπιστη πηγή ή επεξήγηση στον εν λόγω τομέα (κριτήριο του θεϊκού δόγματος), ενώ στη πραγματικότητα τα δεδομένα που τους υποστηρίζουν πάσχουν σοβαρά από έλλειψη αξιοπιστίας (κριτήριο της αναξιπιστίας). Οι A. Fasce και A. Pico (Fasce & Pico, 2019a) στα παραπάνω προσθέτουν και την χρήση ανεπαρκών μεθόδων, οι οποίες δεν οδηγούν σε αξιόπιστα δεδομένα. Αντιθέτως, για να πετύχουν μεγαλύτερη αξιοπιστία οι υποστηρικτές ψευδοεπιστημονικών θεωριών εξαντλούνται σε επιστημονικοφανείς όρους ή δημιουργούν δομές παρόμοιες με της επιστήμης, όπως περιοδικά. Παράλληλα διεκδικούν ένα πλαίσιο ηθικής ανωτερότητας, καθώς διαφοροποιούνται και αδικούνται από την «επίσημη» επιστήμη.

Η επιστήμη, σε αντιδιαστολή, στηρίζεται στην επιστημονική μέθοδο και αποτελεί μια εμπειρική διαδικασία, η οποία παράγει πειραματικά δεδομένα. Ο όρος εμπειρικός συγγέεται συχνά με τις προσωπικές εμπειρίες, οι οποίες πολλάκις έχουν χρησιμοποιηθεί στην ψευδοεπιστήμη ως πειραματικά δεδομένα. Στην επιστήμη εμπειρική γνώση νοείται αυτή η οποία έχει προκύψει μέσα από πειραματική δοκιμή των αρχικών υποθέσεων και δεν στηρίζεται αποκλειστικά σε ένα αόριστο θεωρητικό πλαίσιο. Η επιστήμη ως κοινωνικό επίτευγμα δομείται σταδιακά σε προϋπάρχουσα γνώση και οι κοινωνοί της, οι επιστήμονες, επηρεάζονται από το κοινωνικο-οικονομικό-πολιτικό πλαίσιο της εποχής τους, καθώς και τις προσωπικές αξίες, εμπειρίες και αρχές τους (Lindeman, 1998). Ως κοινωνικό επίτευγμα η πρόσβαση των πολιτών στην επιστημονική πληροφορία είναι καθολική και δεν περιορίζεται σε μια σχέση ειδικών, χωρίς βέβαια αυτό να συνεπάγεται πως γίνεται και κατανοητή από το σύνολο των ανθρώπων. Βασικό στοιχείο της επιστήμης είναι η αρχή της διαψευσιμότητας, όπως διατυπώθηκε από τον Popper, δηλαδή κάθε επιστημονική θεωρία είναι δυνατόν να ελεγχθεί και να αποδειχθεί λανθασμένη.

Γιατί οι άνθρωποι πιστεύουν σε περίεργα πράγματα;

Η δυνατότητα διάκρισης της ψευδοεπιστήμης, όπως έχει αποδειχθεί τις τελευταίες δεκαετίες, δεν αποτελεί την λύση στο πρόβλημα αυτό. Η αποδοχή από σημαντικό ποσοστό του πληθυσμού καλά χαρακτηρισμένων ψευδοεπιστημονικών πρακτικών, όπως η ομοιοπαθητική και η αστρολογία, μας οδηγεί στο συμπέρασμα πως υπάρχουν και άλλοι παράγοντες. Πρωταρχικό ρόλο διαδραματίζει ο τρόπος λειτουργίας του ανθρώπινου εγκεφάλου. Διακρίνονται δύο τύποι η εμπειρική σκέψη (experiential thinking) και η λογική σκέψη (rational thinking). Η εμπειρική σκέψη προσφέρει ταχύτητα στην αντίδραση, καθώς και μια ολιστική προσέγγιση των προβλημάτων, αφού στηρίζεται σε προηγούμενες εμπειρίες του ατόμου. Αντιστέκεται στις αλλαγές και αποτελεί τον εξελικτικό πρόγονο, σε αντίθεση με την λογική σκέψη, η οποία εμφανίστηκε στη πορεία της εξέλιξης της ανθρώπινης συμπεριφοράς. Η λογική σκέψη είναι χρονοβόρα, εφόσον απαιτείται πολύπλοκη και πολυπαραγοντική ανάλυση των δεδομένων (Lindeman, 2019). Οδηγεί μεν σε ορθά συμπεράσματα, τα οποία όμως δεν είναι πάντοτε ικανοποιητικά, εξ ου και η εμπειρική σκέψη αποτελεί το πεδίο πολλών γνωστικών σφαλμάτων.

Τα γνωστικά σφάλματα έχουν συνδεθεί με την αποδοχή ψευδοεπιστημονικών αντιλήψεων, όπως η προκατάληψη της επιβεβαίωσης (confirmation bias) όπου το άτομο αποδέχεται την επιλογή που επιβεβαιώνει την αρχική του υπόθεση. Παρόμοια αιτιολογία και αποτελέσματα έχουν η μεροληψία διαθεσιμότητας (availability bias) και το σφάλμα του επιθυμητού (desirability bias). Αξιοσημείωτη είναι η σύνδεση της αποδοχής της ψευδοεπιστήμης με τη θεωρία διαχείρισης τρόμου (terror management theory). Οι άνθρωποι επιθυμούν να έχουν τον έλεγχο της ζωής τους, να μπορούν να προβλέψουν κάθε πτυχή του και δυσκολεύονται να αποδεχθούν τον παράγοντα τυχαιότητα στην καθημερινότητά τους. Ψευδοεπιστημονικές πρακτικές, όπως η αστρολογία, προσφέρουν «λύσεις» για την διαχείριση του τρόμου που προκαλείται από το άγνωστο. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον προκαλεί η σύνδεση με το σφάλμα της μετάβασης (transition bias) (Blancke, Boudry,

& Pigliucci, 2017). Στα αρχικά αναπτυξιακά στάδια κυριαρχούν κάποιες προαντιλήψεις για την λειτουργία του κόσμου, π.χ. η ανάγκη ύπαρξης δημιουργού για κάθε τι ζωντανό, οι οποίες απορρίπτονται καθώς τα άτομα έρχονται σε επαφή με την επιστήμη και τη γνώση που παράγει. Η μετάβαση δεν ολοκληρώνεται σε όλες τις περιπτώσεις, με αποτέλεσμα την αποδοχή ψευδοεπιστημονικών θεωριών που υιοθετούν τέτοιες προαντιλήψεις (Boudry, Blancke, & Pigliucci, 2014).

Παράλληλα παράγοντες όπως το πολιτικο- κοινωνικό- οικονομικό υπόβαθρο επιδρούν στο βαθμό αποδοχής, όχι όμως σε μια αναλογική και σταθερή συσχέτιση. Κάποιες ψευδοεπιστημονικές θεωρίες εμφανίζουν υψηλή διείσδυση σε ομάδες με χαμηλό οικονομικό και μορφωτικό επίπεδο (π.χ. δημιουργισμός), ενώ άλλες σε ομάδες με υψηλό (π.χ. ομοιοπαθητική). Σε αυτό θα πρέπει να προστεθεί και το φαινόμενο του δωματίου ηχούς (echo chamber effect) (Ciampaglia & Menczer, 2018), καθώς τα κοινωνικά δίκτυα που δημιουργούν οι άνθρωποι τις περισσότερες φορές απηχούν τις απόψεις τους, με αποτέλεσμα να μην έρχονται σε επαφή με αντίθετες απόψεις.

Ο δάσκαλός μου έχει πάντα δίκιο;

Οι εκπαιδευτικοί αποτελούν μια ομάδα υψηλού ενδιαφέροντος όσον αφορά την αντιμετώπιση του φαινομένου της ψευδοεπιστήμης. Συνεισφέρουν όχι μόνο στην γνωστική πρόοδο των μαθητών τους, αλλά και στην ανάπτυξη κριτικής ικανότητας, η οποία μπορεί να ενισχύσει τη χρήση της λογικής σκέψης έναντι της εμπειρικής. Η βιβλιογραφία σχετικά με την αποδοχή της ψευδοεπιστήμης από τους εκπαιδευτικούς είναι σχετικά περιορισμένη, όμως διαρκώς αυξανόμενη. Η αποδοχή της ψευδοεπιστήμης είναι όπως δείχνουν τα δεδομένα σημαντική. Υπάρχει συσχέτιση με τον τύπο των σπουδών των εκπαιδευτικών, με όσους έχουν σπουδές στις Φυσικές Επιστήμες να εμφανίζουν την μικρότερη αποδοχή. Αντιστοίχως, το φύλο δεν συσχετίζεται ευθέως με μεγαλύτερη αποδοχή, όπως κάποιες μελέτες έχουν δείξει. Συγκεκριμένες ψευδοεπιστημονικές θεωρίες μπορεί να εμφανίζουν μεγαλύτερη αποδοχή στις γυναίκες (π.χ. αστρολογία), ενώ άλλες στους άνδρες (Fasce & Picó, 2019b). Η θρησκευτικότητα αποτελεί ένα παράγοντα πρόβλεψης της αποδοχής της ψευδοεπιστήμης με μια θετική συσχέτιση. Μελέτες σε άλλες ομάδες ανθρώπων καταδεικνύουν συσχέτιση και με άλλους παράγοντες όπως οι πολιτικές πεποιθήσεις, καθώς και άλλες διαψεύσιμες αντιλήψεις, όπως οι θεωρίες συνωμοσίας και η μεταφυσική (Lobato, Mendoza, Sims, & Chin, 2014).

Πίνακας 1. Αποδοχή ψευδοεπιστημονικών αντιλήψεων από εκπαιδευτικούς- Losh, S. C. & Nzekwe, B. (2011).

Survey item	Agree (%)	Disagree	Other	Total (%)
a Evolution support				
Earth very old	64	14	22	100
Evolution correctly explains	36	46	18	100
Evolution occurred without God	14	69	17	100
Teach evolution in public schools	54	32	14	100
Humans developed from earlier species	43	57	0	100
b (Young Earth) Creation Support				
Evidence anti evolution pro Bible (both items)	41	32	27	100
Adam Eve created by God	69	16	15	100
God created humanity last 10,000 years	30	35	35	100
Teach Bible account creation in public schools	52	35	13	100

Με βάση τα παραπάνω στοιχεία η έρευνα που έχουμε ξεκινήσει εστιάζεται στις απόψεις των εκπαιδευτικών (υποψήφιων & εν ενεργεία) γύρω από την ψευδοεπιστήμη και τις υπόλοιπες διαψεύσιμες αντιλήψεις στην Ελλάδα. Στόχος μας είναι πέρα από τη καταγραφή η δημιουργία

μιας διδακτικής πρότασης, η οποία θα τους δώσει τη κριτική δυνατότητα να αναγνωρίζουν τα στοιχεία της ψευδοεπιστήμης στη καθημερινότητά τους, με αποτέλεσμα οι ίδιοι/ες να μπορούν να το χρησιμοποιήσουν στην τάξη.

Βιβλιογραφία

- Blancke, S., Boudry, M., & Pigliucci, M. (2017). Why Do Irrational Beliefs Mimic Science? The Cultural Evolution of Pseudoscience. *Theoria (Sweden)*, 83(1), 78–97. <https://doi.org/10.1111/theo.12109>
- Boudry, M., Blancke, S., & Pigliucci, M. (2014). What makes weird beliefs thrive? The epidemiology of pseudoscience. *Philosophical Psychology*, 5089(August), 1–22. <https://doi.org/10.1080/09515089.2014.971946>
- Ciampaglia, L. G., & Menczer, F. (2018). Biases Make People Vulnerable to Misinformation Spread by Social Media. Retrieved June 28, 2018, from The Conversation UK website: <https://www.scientificamerican.com/article/biases-make-people-vulnerable-to-misinformation-spread-by-social-media/>
- Fasce, A., & Picó, A. (2019a). Conceptual foundations and validation of the Pseudoscientific Belief Scale. *Applied Cognitive Psychology*, 1–12. <https://doi.org/10.1002/acp.3501>
- Fasce, A., & Picó, A. (2019b). Science as a Vaccine. *Science & Education*, 28(1–2), 109–125. <https://doi.org/10.1007/s11191-018-00022-0>
- Hansson, S. O. (2009). Cutting the Gordian knot of demarcation. *International Studies in the Philosophy of Science*, 23(3), 237–243. <https://doi.org/10.1080/02698590903196007>
- Lindeman, M. (1998). Motivation, cognition and pseudoscience. *Scandinavian Journal of Psychology*, 39(4), 257–265. <https://doi.org/10.1111/1467-9450.00085>
- Lindeman, M. (2019). Encyclopedia of Personality and Individual Differences. In *Encyclopedia of Personality and Individual Differences* (pp. 1–4). <https://doi.org/10.1007/978-3-319-28099-8>
- Lobato, E., Mendoza, J., Sims, V., & Chin, M. (2014). Examining the Relationship Between Conspiracy Theories, Paranormal Beliefs,...: One Search. *Applied Cognitive Psychology*, 28(5), 617–625. <https://doi.org/10.1002/acp.3042>
- Losh, S. C., & Nzekwe, B. (2011). The foundations: How education major influences basic science knowledge and pseudoscience beliefs. *2011 Atlanta Conference on Science and Innovation Policy: Building Capacity for Scientific Innovation and Outcomes, ACSIP 2011, Proceedings*, (June). <https://doi.org/10.1109/ACSIP.2011.6064476>
- Pigliucci, Massimo; Boudry, M. (2013). *Philosophy of Pseudoscience. Reconsidering the Demarcation problem* (1st ed.). The University of Chicago Press.
- Taylor, H. A., Rapp, D. N., & Brunye, T. A. D. T. (2007). Repetition and Dual Coding in Procedural Multimedia Presentations. *Applied Cognitive Psychology*, 22 (September 2007), 877–895. <https://doi.org/10.1002/acp>
- Tobacyk, J. J. (2004). *A Revised Paranormal Belief Scale*. 23(1), 94–98.

Μελέτη γονιδιακών μεταλλάξεων με το λογισμικό Gene explorer

Φωτεινή ΛΑΓΩΝΙΚΑ

Α' Τοσίτσειο Γενικό Λύκειο Εκάλης, mlagonika@gmail.com

Περίληψη

Το Gene Explorer (GX) είναι ένα λογισμικό μοντελοποίησης της γονιδιακής έκφρασης ευκαρυωτικού γονιδίου, με σκοπό να βοηθήσει στην κατανόηση της μεταγραφής και της μετάφρασης, της δομής του ευκαρυωτικού γονιδίου και των συνεπειών των μεταλλάξεων στη γονιδιακή έκφραση. Στην παρούσα εισήγηση παρουσιάζεται ένα σενάριο διδασκαλίας για τη διδακτική ενότητα «Υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τύποι γονιδιακών μεταλλάξεων» του κεφαλαίου 6, της Βιολογίας Θετικού Προσανατολισμού Γ' Λυκείου, το οποίο βασίζεται στη χρήση του λογισμικού GX. Η χρήση λογισμικών μοντελοποίησης στη διδασκαλία της Βιολογίας είναι πολύ σημαντική γιατί επιτρέπει να δούμε αναπαραστάσεις του μικρόκοσμου τις οποίες είναι αδύνατον να παρακολουθήσουμε με οποιοδήποτε τρόπο, γεγονός που έχει μεγάλη αξία για τους μαθητές, αρκετοί εκ των οποίων δεν έχουν φτάσει το επίπεδο αφαιρετικής σκέψης που χρειάζεται για να κατανοήσουν βιολογικά φαινόμενα, ιδιαίτερα στο χώρο της Μοριακής Βιολογίας.

Λέξεις κλειδιά: γονιδιακή έκφραση, μεταλλάξεις, λογισμικό μοντελοποίησης, Gene explorer.

Εισαγωγή

Το συγκεκριμένο σενάριο αναφέρεται στη διδακτική ενότητα της Βιολογίας Θετικού Προσανατολισμού Γ' Λυκείου, του κεφαλαίου 6. Μεταλλάξεις, «Υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τύποι γονιδιακών μεταλλάξεων». Ο προβλεπόμενος διδακτικός χρόνος είναι 2 διδακτικές ώρες.

Διδακτικοί Στόχοι Γνωστικοί

Μετά την ολοκλήρωση της διδακτικής ενότητας ο μαθητής θα πρέπει να είναι σε θέση να *εκτιμά τις συνέπειες μια γονιδιακής μετάλλαξης α. αντικατάστασης, β. έλλειψης, γ. προσθήκης βάσης, στο παραγόμενο πρωτεϊνικό προϊόν, ανάλογα με :*

- ✓ *στόχος 1: την περιοχή του γονιδίου στην οποία συμβαίνει η μετάλλαξη και*
- ✓ *στόχος 2: την περιοχή της πρωτεΐνης, στην οποία βρίσκεται το αμινοξύ που κωδικοποιείται από τη μεταλλαγμένη αλληλουχία.*

Για την εκπλήρωση του πρώτου στόχου, δηλ. εκτίμηση των συνεπειών μιας γονιδιακής μετάλλαξης αντικατάστασης ή έλλειψης ή προσθήκης βάσης, στο παραγόμενο πρωτεϊνικό προϊόν, ανάλογα με την περιοχή του γονιδίου στην οποία συμβαίνει, θα γίνει χρήση του λογισμικού Gene Explorer (GX).

Διδακτικοί Στόχοι Δεξιότητων – στάσεων

Κατά τη διδακτική διαδικασία οι μαθητές θα μπορέσουν:

1. Να καλλιεργήσουν την κριτική τους ικανότητα.
2. Να αναπτύξουν ομαδοσυνεργατική συμπεριφορά, κάτι που συμβάλλει στην καλλιέργεια της κοινωνικότητας τους και στην ομαλή και επιτυχημένη ένταξή τους στο κοινωνικό σύνολο.
3. Να αναπτύξουν επιστημονικό τρόπο σκέψης και να εργαστούν με επιστημονική μεθοδολογία.

Οργάνωση τάξης - Απαιτούμενη υλικοτεχνική υποδομή

Αίθουσα πληροφορικής με ηλεκτρονικούς υπολογιστές με εγκατεστημένο το λογισμικό Gene Explorer (GX), το οποίο είναι λογισμικό μοντελοποίησης, βιντεοπροβολέας, φύλλα εργασίας σε

word. Οι μαθητές οργανώνονται σε ομάδες των 2 ατόμων, μία ομάδα σε κάθε υπολογιστή.

Διδακτικές προσεγγίσεις και στρατηγικές

Το διδακτικό μοντέλο που χρησιμοποιείται είναι της καθοδηγούμενης ανακάλυψης, αλλά και της διερεύνησης. Γίνεται προσπάθεια, χρησιμοποιώντας οι μαθητές ένα λογισμικό μοντελοποίησης, να ανακαλύψουν όλες τις πιθανές ενδεχόμενες σημειακές γονιδιακές μεταλλάξεις, αλλά και να διερευνήσουν τις πολλαπλές πιθανές συνέπειες τους.

Οι φάσεις της διδασκαλίας σχεδιάστηκαν σύμφωνα με το διδακτικό μοντέλο των 5E, μια διδακτική στρατηγική βημάτων, συγκεκριμένα των εξής:

Engagement	(Ενεργοποίηση-Εμπλοκή),
Exploration	(Εξερεύνηση),
Explanation	(Επεξήγηση),
Elaboration	(Επεξεργασία),
Evaluation	(Εκτίμηση).

Συνοπτικά στα βήματα αυτά πραγματοποιούνται οι ακόλουθες διδακτικές ενέργειες (Στασινάκης, 2015):

Ενεργοποίηση-Εμπλοκή: πρόσβαση σε πρότερες γνώσεις, εμπλοκή σε νέες γνώσεις.

Εξερεύνηση: διερεύνηση των θεμάτων με παλαιότερες γνώσεις, σύνδεση με νέες.

Επεξήγηση: οι μαθητές επεξηγούν βάσει νέας εμπειρίας, οι εκπαιδευτικοί εισάγουν νέες έννοιες.

Επεξεργασία: επέκταση νέων γνώσεων, εφαρμογή εννοιολογικής κατανόησης.

Εκτίμηση: αξιολόγηση ως προς την επίτευξη των προσδοκώμενων διδακτικών στόχων.

Η μέθοδος που χρησιμοποιείται είναι η ομαδοσυνεργατική με τους μαθητές να δουλεύουν σε ζευγάρια ανά υπολογιστή και όχι σε μεγαλύτερες ομάδες, προκειμένου να εξασφαλιστεί η λειτουργικότητα της ομάδας στον υπολογιστή, αλλά να υπάρξει και συνεργασία.

Παρανοήσεις- εναλλακτικές ιδέες μαθητών που θα αντιμετωπιστούν

- i. Οι μεταλλάξεις είναι πάντα βλαβερές κι έχουν συνέπεια σοβαρές ασθένειες.
- ii. Οι συνέπειες των μεταλλάξεων είναι ανάλογες με την έκταση της αλλαγής, δηλ. με τον αριθμό των βάσεων που αντικαθίστανται ή αφαιρούνται ή προστίθενται και σίγουρα όχι τόσο σοβαρές όσο οι χρωμοσωμικές ανωμαλίες.
- iii. Οι συνέπειες των μεταλλάξεων είναι αρνητικές ανεξάρτητα από τη θέση που γίνονται πάνω στο DNA.

Διάγραμμα Ροής (φάσεις διδασκαλίας – διδακτικές ενέργειες – δραστηριότητες μαθητών)

➤ Μοιράζουμε στους μαθητές φύλλο εργασίας με ερωτήσεις (1^η δραστηριότητα) ώστε ενεργοποιώντας προϋπάρχουσα γνώση, οι μαθητές έρχονται σε γνωστική σύγκρουση συνειδητοποιώντας ότι η ελάχιστη σε έκταση μετάλλαξη, που είναι μια γονιδιακή μετάλλαξη αντικατάστασης μίας βάσης στην κωδική αλυσίδα ενός γονιδίου προκαλεί μία τόσο σοβαρή ασθένεια όπως είναι η δρεπανοκυτταρική αναιμία (Ερωτήσεις 1, 2, 3, 4,). Ενεργοποιούμε έτσι την περιέργεια των μαθητών με σκοπό να προχωρήσουν στη διερεύνηση όλων των ενδεχόμενων επιπτώσεων των διαφόρων τύπων γονιδιακών μεταλλάξεων. Ρωτάμε τους μαθητές, ποιες κατά τη γνώμη τους είναι οι παράμετροι που διαφοροποιούν μια γονιδιακή μετάλλαξη σε μία μόνο βάση (σημειακή μετάλλαξη), προκαλώντας έναν καταγισμό ιδεών που θα μας οδηγήσει στη διατύπωση των στόχων του μαθήματος (Ερώτηση 5).

➤ Στο σημείο αυτό θα χρησιμοποιηθεί το λογισμικό Gene explorer. Οι μαθητές ανοίγουν το

λογισμικό στον υπολογιστή τους. Σε φύλλο εργασίας δίνεται η περιγραφή και με τη 2η δραστηριότητα, οι μαθητές γνωρίζουν τη χρήση και τις δυνατότητες του λογισμικού.

➤ Στην 3η δραστηριότητα, με το λογισμικό θα μελετήσουμε τις συνέπειες των γονιδιακών μεταλλάξεων. Αρχικά θα μελετήσουμε τις συνέπειες μιας γονιδιακής μετάλλαξης αντικατάστασης βάσης, ανάλογα με τη θέση στην οποία θα πραγματοποιηθεί. Στο τέλος της διδακτικής ώρας θέτουμε την ερώτηση 4 της δραστηριότητας για να συνοψίσουμε όλες τις ενδεχόμενες συνέπειες, εργασία που δίνεται για το σπίτι.

➤ Τη δεύτερη διδακτική ώρα συζητάμε με τους μαθητές την εργασία που δόθηκε για το σπίτι και συνεχίζουμε με την τέταρτη δραστηριότητα, επίλυσης προβλημάτων.

Φύλλο εργασίας : Περιπτώσεις γονιδιακών μεταλλάξεων και συνέπειες στο παραγόμενο προϊόν

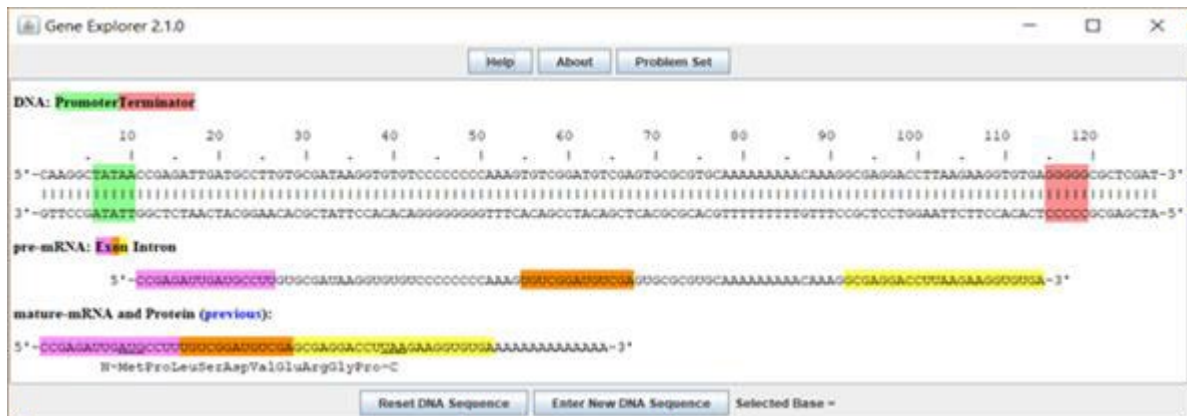
Δραστηριότητα 1^η : η γονιδιακή μετάλλαξη

Συζητώντας με τα άτομα στην ομάδα σας απαντήστε σύντομα στις παρακάτω ερωτήσεις :

1. Ποια κατηγορία μεταλλάξεων θεωρείτε πιο σοβαρές τις γονιδιακές ή τις χρωμοσωμικές;
2. Πού οφείλεται η δρεπανοκυτταρική αναιμία;
3. Ποια είναι τα κλινικά συμπτώματα της δρεπανοκυτταρικής αναιμίας; Είναι σοβαρή ασθένεια;
4. Τι συμπέρασμα βγάξετε;
5. Ποιες είναι, κατά τη γνώμη σας, οι παράμετροι που διαφοροποιούν τις συνέπειες μιας γονιδιακής μετάλλαξης σε μία μόνο βάση (σημειακή μετάλλαξη);

Δραστηριότητα 2^η : χρήση του λογισμικού Gene explorer

Ανοίξτε το λογισμικό στον υπολογιστή σας (εικ.1). Θα δουλέψετε σε ζευγάρια.



Εικόνα 1: το λογισμικό όπως φαίνεται στην οθόνη του υπολογιστή

Περιγραφή λογισμικού

Το Gene Explorer είναι μια προσομοίωση γονιδιακής έκφρασης ευκαρυωτικού γονιδίου, με σκοπό να βοηθήσει στην κατανόηση

- της μεταγραφής και της μετάφρασης
- της δομής του ευκαρυωτικού γονιδίου
- των συνεπειών των μεταλλάξεων στη γονιδιακή έκφραση (<http://intro.bio.umb.edu/GX/>).

Ο μαθητής μπορεί να διερευνήσει, να επεξεργαστεί, ακόμα και να δημιουργήσει αλληλουχίες DNA, οι οποίες στη συνέχεια μεταγράφονται, «ωριμάζουν» και μεταφράζονται με βάση ένα απλοποιημένο μοντέλο έκφρασης ευκαρυωτικού γονιδίου. Το GX αναπαριστά τη γονιδιακή έκφραση σε μια σειρά βημάτων που «μοντελοποιούν» τη διαδικασία σε ζωντανά ευκαρυωτικά κύτταρα. Αναλυτικότερα:

➤ Ψάχνει για μια αλληλουχία υποκινητή (5'TATAA3' σκιασμένη με πράσινο χρώμα) και μία

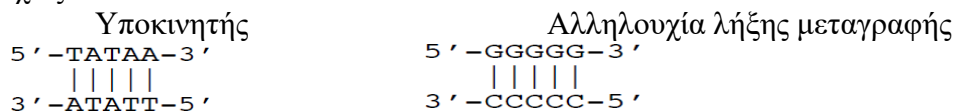
αλληλουχία λήξης (5'GGGGG3' σκιασμένη με ροζ χρώμα) στο DNA. Όταν βρεθούν και οι δύο, δημιουργεί ένα πρόδρομο mRNA που ξεκινά από το τέλος της αλληλουχίας του υποκινητή και τελειώνει στην αρχή της αλληλουχία λήξης.

➤ Στη συνέχεια «ματίζει» το mRNA, δηλαδή εντοπίζει τα εσώνια, τα αφαιρεί και ενώνει τα εξώνια. Τα εξώνια παρατηρούμε ότι είναι χρωματισμένα, τόσο στο πρόδρομο όσο και στο ώριμο mRNA.

➤ Μετά προσθέτει μία poly-A ουρά 30 βάσεων. Επισημαίνουμε στους μαθητές ότι η poly-A ουρά δεν υπάρχει στην αρχική αλληλουχία του DNA, γιατί το φαινόμενο αυτό δεν αναφέρεται στο σχολικό βιβλίο.

➤ Τελικά το GX μεταφράζει το ώριμο mRNA ψάχνοντας για το 5' κοντινότερο AUG και μέχρι να φτάσει με βήμα τριπλέτας στο πρώτο κωδικόνιο λήξης ή στο 3' άκρο του mRNA (Brian, 2008).

Παρόλο που ο υποκινητής (promoter) και οι αλληλουχίες λήξης της μεταγραφής (terminator) είναι διαφορετικές σε διαφορετικούς οργανισμούς, στο GX αντιπροσωπεύονται με συγκεκριμένες αλληλουχίες:



Η σειρά σας τώρα να κάνετε τις ακόλουθες ενέργειες και να σημειώσετε τις παρατηρήσεις σας:

Επιλογή βάσης

1. Κάντε κλικ πάνω σε μία βάση στην αρχική αλυσίδα του DNA. Καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας:

A. Τι εμφανίζεται κάτω δεξιά στην οθόνη του λογισμικού; B. Ποιες βάσεις εμφανίζονται σκιασμένες με μπλε χρώμα;

2. Πατήστε το πλήκτρο →. Τι παρατηρείτε;

3. Πατήστε το πλήκτρο <--. Τι παρατηρείτε;

Επεξεργασία του DNA

4. Πατήστε πλήκτρο delete ή backspace. Τι παρατηρείτε στο DNA;

5. Πατήστε την επιλογή Reset DNA sequence. Τι παρατηρείτε στο DNA ;

6. Επιλέξτε μια βάση και πληκτρολογήστε το μικρό γράμμα μίας νέας βάσης (a,c,g,t). Τι έγινε στο DNA ;

7. Πατήστε πάλι την επιλογή Reset DNA sequence. Τι παρατηρείτε στο DNA ;

8. Επιλέξτε μια βάση, και στα αριστερά της πληκτρολογήστε το κεφαλαίο γράμμα μίας βάσης (A,C,G,T). Τι παρατηρείτε στο DNA ;

9. Πατήστε πάλι την επιλογή Reset DNA sequence. Τι παρατηρείτε στο DNA ;

Δραστηριότητα 3η : Γονιδιακές μεταλλάξεις αντικατάστασης μίας βάσης –Διερεύνηση συνεπειών

Εκτελέστε τις ακόλουθες ενέργειες:

1. Επιλέξτε τη βάση 25 του DNA.

a. Αντικαταστήστε με A. Τι παρατηρείτε; β. Αντικαταστήστε με G. Τι παρατηρείτε; γ. Αντικαταστήστε με C. Τι παρατηρείτε; Συμπέρασμα;

2. Επιλέξτε τη βάση 96 του DNA. α. Αντικαταστήστε με C. Τι παρατηρείτε; β. Αντικαταστήστε με A. Τι παρατηρείτε; γ. Αντικαταστήστε με T. Τι παρατηρείτε; Συμπέρασμα;

Ποιες πιστεύετε ότι θα είναι οι συνέπειες στην κάθε περίπτωση, στην παραγόμενη πρωτεΐνη, αν αυτή είναι ένζυμο, π.χ. η DNA πολυμεράση;

3. Επιλέξτε τη βάση 102 του DNA). Αντικαταστήστε με A. Τι παρατηρείτε;

4. Συνοψίστε ποιες είναι οι ενδεχόμενες συνέπειες μια γονιδιακής μετάλλαξης αντικατάστασης μίας βάσης σε κωδική περιοχή του γονιδίου;

Δραστηριότητα 4^η – Επίλυση προβλημάτων

Πρόβλημα 1: Επινόηστε μια μετάλλαξη αντικατάστασης μίας βάσης, η οποία να οδηγεί σε μη σχηματισμό πρωτεΐνης. Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

Πρόβλημα 2 : Τι θα συμβεί αν η μετάλλαξη γίνει στην 5' αμετάφραστη περιοχή;

Πρόβλημα 3 : Επινόηστε μια μετάλλαξη που να μεταβάλλει την αλληλουχία του ώριμου mRNA, αλλά όχι το πεπτίδιο.

Πρόβλημα 4 : Επιλέξτε τη βάση 27 στο DNA και αντικαταστήστε με Α. Τι παρατηρείτε; Πώς εξηγείτε το αποτέλεσμα;

Εργασία για το σπίτι - Πρόβλημα 5

Χρησιμοποιώντας την επιλογή *problem set* – (8) χτίστε ένα γονίδιο, ή πηγαίνοντας απευθείας στο *Enter new DNA sequence* κατασκευάστε ένα γονίδιο δικής σας επινόησης το οποίο να πληροί τις ακόλουθες προδιαγραφές: α) Να παράγει ένα πεπτίδιο τουλάχιστον 5 αμινοξέων συμπεριλαμβανομένης και της αρχικής μεθειονίνης. β) Να περιέχει τουλάχιστον ένα εσώνιο. γ) Μετά τη θέση 30 κάντε προσθήκη δύο βάσεων Α. Τι παρατηρείτε; Εξηγήστε. δ) Κάνετε αφαίρεση των βάσεων 29 και 30. Τι παρατηρείτε; Εξηγήστε.

Αξιολόγηση του λογισμικού- Προστιθέμενη αξία από τη χρήση ΤΠΕ

Οι πιο σημαντικές διαφορές μεταξύ της γονιδιακής έκφρασης στο GX και της πραγματικής έκφρασης των ευκαρυωτικών γονιδίων είναι οι εξής:

Οι πραγματικές γονιδιακές αλληλουχίες είναι πολύ μεγαλύτερες από 100 νουκλεοτίδια, οι αλληλουχίες αναγνώρισης είναι συνήθως μεγαλύτερες και επιτρέπουν μερικά λάθη στο ζευγάρισμα, οι poly-A ουρές είναι γενικά μεγαλύτερες από 13 νουκλεοτίδια και υπάρχουν αλληλουχίες κοντά στο AUG που είναι επίσης αναγκαίες για την έναρξη της μετάφρασης. Παρ' όλ' αυτά το GX ενσωματώνει τα περισσότερα παιδαγωγικά χαρακτηριστικά της ευκαρυωτικής γονιδιακής έκφρασης. (Brian 2008).

Η χρήση του GX έχει μεγάλη προστιθέμενη αξία σε σχέση με τα προβλήματα γονιδιακής έκφρασης που λύνουμε με χαρτί και μολύβι για τους ακόλουθους λόγους:

- Οι μαθητές είναι σε θέση να μάθουν λεπτομέρειες της μεταγραφής, μετάφρασης και των συνεπειών των μεταλλάξεων, δουλεύοντας με απλές περιπτώσεις στο χαρτί. Εν τούτοις οι τεχνικές επίλυσης των προβλημάτων με χαρτί και μολύβι γρήγορα γίνονται κουραστικές και επιρρεπείς σε λάθη στις περιπτώσεις μεγαλύτερων γονιδίων, ωρίμανσης του mRNA και σύνθετων μεταλλάξεων (Brian T. White, 2008).
- Όπως είδαμε το λογισμικό χρησιμοποιήθηκε σε όλες τις φάσεις της διδασκαλίας. Προσφέρει μεγάλη εξοικονόμηση χρόνου, ενώ ταυτόχρονα αποφεύγεται πολύ σημαντικά, η κούραση μαθητών και καθηγητή από την επίπονη δουλειά της γραφής αλλά και ανάγνωσης των βάσεων.
- Η χρήση του από τους μαθητές επιτρέπει την επανάληψη και την επιλογή των παραμέτρων, ώστε οι ίδιοι να μαθαίνουν με δράση και όχι ως παθητικοί αποδέκτες.
- Κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων, οι μαθητές σε κάθε βήμα αυτοαξιολογούνται και ανάλογα με το βαθμό κατανόησης, κάθε λανθασμένη απάντηση αναδεικνύεται σε σημαντικό παιδαγωγικό και διδακτικό στοιχείο που θα συμβάλλει θετικά στη διαδικασία της μάθησης.
- Η χρήση λογισμικών μοντελοποίησης στη διδασκαλία της Βιολογίας είναι πολύ σημαντική γιατί επιτρέπει να δούμε αναπαραστάσεις του μικρόκοσμου τις οποίες είναι αδύνατον να παρακολουθήσουμε με οποιοδήποτε τρόπο. Αυτό έχει μεγάλη αξία για τους μαθητές, αρκετοί εκ των οποίων δεν έχουν φτάσει το επίπεδο αφαιρετικής σκέψης που χρειάζεται για να κατανοήσουν βιολογικά φαινόμενα, ιδιαίτερα στο χώρο της Μοριακής Βιολογίας.
- Ο μαθητής πραγματικά εντυπωσιάζεται με τις δυνατότητες που αποκτά με τη χρήση του λογισμικού. Εξάλλου του δίνεται η δυνατότητα αυτοαξιολόγησης, γεγονός που δρα θετικά στην αυτοεκτίμησή του.
- Υπάρχουν σαφείς και σύντομες οδηγίες και είναι απλό στη χρήση του.
- Γενικά με τη χρήση αυτού του λογισμικού, ο μαθητής είναι σε θέση να διερευνά, αλλά και να «στήνει» και να διερευνά καταστάσεις και να αναπτύσσει μεταγνωστικές ικανότητες στα πλαίσια μιας διαδικασίας διερευνητικής μάθησης.

Βιβλιογραφία – Διευθύνσεις στο διαδίκτυο

Στασινάκης, Π. (2015). Το μοντέλο των 5E και η εφαρμογή του στη Βιολογία: φύλλα εργασίας

- στην καθημερινή διδακτική πρακτική για τα μαθήματα του Λυκείου. *Πρακτικά εργασιών 3ου Πανελλήνιου Συνεδρίου "Η Βιολογία στην Εκπαίδευση"*. Κατερίνη: ΠΕΒ.
- Χαλκιά, Κ. (2011). Σημειώσεις του μαθήματος Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, Τόμος Α Βιολογία Γ' Γενικού Λυκείου, τεύχος Β', Γ' Γενικού Λυκείου Ομάδας Προσανατολισμού Σπουδών Υγείας, ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ
- White, B. T., & Bolker, E. D. (2008). Interactive computer simulations of genetics, biochemistry, and molecular biology. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 36(1), 77-84. <http://intro.bio.umb.edu/GX/>, Ανάκτηση Μάιος 26, 2018

Διερεύνηση των αντιλήψεων εκπαιδευτικών γυμνασίων και λυκείων σχετικά με τη διδασκαλία εννοιών και διαδικασιών της Μοριακής Βιολογίας και Γενετικής και την κατανόησή τους από τους μαθητές. Εμπόδια και τρόποι αντιμετώπισης.

Χριστόφορος ΒΑΜΒΑΚΟΥΛΑΣ¹ Γεώργιος ΑΝΑΣΤΑΣΟΠΟΥΛΟΣ² Σαράντος ΨΥΧΑΡΗΣ³

¹Πρότυπο ΓΕΛ Βαρβακείου Σχολής, cvamvak@yahoo.gr

²Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, anasta@med.duth.gr

³Ανώτατη Σχολή Παιδαγωγικής και Τεχνολογικής Εκπαίδευσης, spsycharis@gmail.com

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία προβάλλονται οι αντιλήψεις καθηγητών σχετικά με τις έννοιες της Μοριακής Βιολογίας και Γενετικής που δυσκολεύουν τους μαθητές καθώς και τη διδακτική διαδικασία, μετά από σχετική έρευνα που διεξήχθη στο τέλος της σχολικής χρονιάς 2017-2018. Σκοπός της έρευνας αυτής ήταν να αναδειχθούν οι βιολογικές έννοιες που συνεχίζουν να εμποδίζουν τους μαθητές στην κατανόηση των διαδικασιών που συμμετέχουν, ώστε να αναπτυχθούν νέοι τρόποι διδασκαλίας για την αντιμετώπιση του φαινομένου αυτού. Οι έννοιες του γονιδίου, των αλληλόμορφων, του χρωμοσώματος, φαίνεται να προβληματίζουν τόσο τους μαθητές όσο και τους εκπαιδευτικούς, ενώ περισσότερα προβλήματα δημιουργούν οι χρωματίδες και η χρωματίνη. Ανάλογα στις διαδικασίες, η μεταγραφή, η μίτωση αλλά κυρίως η μείωση και η μετάφραση δημιουργούν τα μεγαλύτερα προβλήματα. Παρότι χρησιμοποιούνται νέες τεχνολογίες τα προβλήματα δεν λύθηκαν, οπότε πρέπει να δοκιμαστούν νέα μοντέλα διδασκαλίας με τη χρήση των ΤΠΕ.

Λέξεις-κλειδιά: αντιλήψεις εκπαιδευτικών, έννοιες, διαδικασίες, διδασκαλία.

Εισαγωγή

Τόσο η Μοριακή Βιολογία όσο και η Γενετική περιγράφονται από έννοιες και διαδικασίες οι οποίες αποδεδειγμένα από έρευνες που διεξήχθησαν στο παρελθόν σε διάφορες χώρες και στην Ελλάδα, δυσκολεύουν τους μαθητές στην κατανόησή τους, ενώ δημιουργούν σύγχυση όταν αυτές οι έννοιες συμπλέκονται και αλληλεπιδρούν μεταξύ τους στις βιολογικές διαδικασίες των παραπάνω τομέων της Βιολογίας (Athanasίου & συν. 2004, Gilli Marbach-Ad 2000, Knippels & συν. 2005, Lewis J & συν. 2000). Εφόσον μια έννοια είναι μια μονάδα σκέψης στο μυαλό ενός ατόμου (Ζόγκζα 2009), τότε η πληθώρα εννοιών που χαρακτηρίζει τα πεδία αυτά, δημιουργεί μια χαοτική κατάσταση στο μυαλό των μαθητών προκαλώντας πολλές φορές παρανοήσεις και αδυναμία διάκρισης ανάμεσα στις αντιλήψεις που διαμορφώνουν οι μαθητές για τις αφηρημένες αυτές έννοιες και τον τρόπο που αλληλεπιδρούν και στις επιστημονικά αποδεδειγμένες και τεκμηριωμένες αλληλεπιδράσεις τους (Αθανασίου Κ. κ.α, 2004).

Το πρόβλημα εντοπίζεται ιδιαίτερα στο ότι οι έννοιες αυτές δεν αποτελούν αντικειμενικά μετρήσιμα εμπειρικά δεδομένα, όπως για παράδειγμα η έννοια του «γονιδίου» ή ως συμπέρασμα μέσα από την εμπειρία, ή ως θεωρητικές διατυπώσεις, σε αντίθεση με τις περιγραφικές έννοιες που περιγράφουν αντικείμενα ή καταστάσεις τα οποία γίνονται άμεσα αντιληπτά μέσα από την εμπειρία του ατόμου, όπως για παράδειγμα «το τετράδιο», «το παιχνίδι», «η δίψα» κ.ο.κ. (Lawson & συν. 2000). Έτσι, οι μικρής ηλικίας κυρίως μαθητές, αντιμετωπίζουν προβλήματα στην κατανόηση αυτών των εννοιών και στη διεύρυνση της γνώσης σε αυτούς τους τομείς της Βιολογίας.

Όμως, εκτός από το γνώρισμα της δυσκολίας κατανόησης από τους μαθητές, που έχουν οι έννοιες σε αυτά τα πεδία της Βιολογίας, έχουν και το γνώρισμα της δυσκολίας διδασκαλίας τους σε θέματα και ενότητες αυτών των πεδίων. Έρευνες που έχουν γίνει στο παρελθόν πάνω στη διδακτική της Βιολογίας, έδειξαν ότι η Γενετική αποτελεί από τα δυσκολότερα βιολογικά πεδία

για την κατανόησή της από τους μαθητές (Bahar και συν. 1999, Johnstone & Mahmoud 2001). Σύμφωνα με την Knippels, τα βασικά προβλήματα στη διδασκαλία και μάθηση της Γενετικής, που η ίδια εντόπισε μετά από έρευνες που έκανε με καθηγητές λυκείου στην Ολλανδία, αφορούσαν στη σύνθετη ορολογία, στον αφηρημένο χαρακτήρα των εννοιών και στην πολυπλοκότητά τους καθώς και στην χρησιμοποίηση των πιθανοτήτων για την ερμηνεία κληρονομικών χαρακτήρων (Knippels και συν. 2005).

Για την αντιμετώπιση των προβλημάτων τόσο της κατανόησης των εννοιών και διαδικασιών από τους μαθητές, όσο και για τη διδασκαλία τους, έχουν αναπτυχθεί πολλές στρατηγικές και τεχνικές διδασκαλίας και εκμάθησης μεταξύ των οποίων συγκαταλέγεται η χρήση των Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνιών (ΤΠΕ). Για την εφαρμογή των στρατηγικών αυτών χρήσιμη υποδομή αποτελούν σε αρκετές περιπτώσεις ποικίλα εποπτικά μέσα.

Πιο συγκεκριμένα η χρήση των ΤΠΕ στην εκπαίδευση έχει βοηθήσει στην κατανόηση των βιολογικών εννοιών και διαδικασιών, ενώ έχει συμβάλλει θετικά στην αντιμετώπιση της Βιολογίας ως μάθημα (Romi & al. 2002) και στην αποτελεσματικότερη διδασκαλία της (Sorgo, Hajdinjak & Briski 2008). Αυτό έγκειται στη δυνατότητα που παρέχουν οι ΤΠΕ να μετατρέπονται εύκολα τα δεδομένα σε εικόνες οι οποίες υποστηρίζουν καλύτερα στην κατανόηση των εννοιών. Επιπλέον οι σημερινοί μαθητές, έχουν μεγαλώσει με τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές και έχουν την ικανότητα, οι περισσότεροι από αυτούς, αν όχι όλοι, να τις εντάσσουν άνετα και ευχάριστα στη μαθησιακή διαδικασία που ακολουθούν.

Από την εμπειρία μου, ως Βιολόγος-εκπαιδευτικός με πολυετή πείρα, έχω παρατηρήσει ότι, παρόλο που έχω χρησιμοποιήσει διαφορετικές στρατηγικές διδασκαλίας σε θέματα των παραπάνω πεδίων της Βιολογίας, οι μαθητές συγχέουν πολλές φορές τις έννοιες και δυσκολεύονται στην περιγραφή των μοριακών μηχανισμών καθώς και στη σύνδεση διαδικασιών της Μοριακής Βιολογίας με τη Γενετική. Με δεδομένο ότι ο κάθε μαθητής μετέρχεται διαφορετικές στρατηγικές για την κατανόηση των θεματικών αντικειμένων και εννοιών με τις οποίες ασχολείται ζητούμενο της συγκεκριμένης έρευνας είναι η διερεύνηση:

α) των συνηθέστερων αιτίων στις οποίες εδράζονται οι δυσκολίες κατανόησης των περισσότερων μαθητών β) των τεχνικών οι οποίες παράλληλα με τις ΤΠΕ θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν από τον εκπαιδευτικό στην διδασκαλία του και γ) των τεχνικών που θα μπορούσαν οι μαθητές να εφαρμόσουν στην διαδικασία της μελέτης τους, προκειμένου να διαχειριστούν αποτελεσματικότερα τις δυσκολίες τους.

Μεθοδολογία

Στο τέλος της σχολικής χρονιάς 2017-2018, δόθηκε ένα ερωτηματολόγιο σε 44 (N=44) εκπαιδευτικούς της Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης Β' Αθήνας, που διδάσκουν το μάθημα της Βιολογίας. Το ερωτηματολόγιο εξέταζε τέσσερις άξονες: ο πρώτος αφορούσε τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών ως προς το βαθμό δυσκολίας στην κατανόηση από τους μαθητές, 8 εννοιών και 7 διαδικασιών της Μοριακής Βιολογίας και Γενετικής με δομημένες ερωτήσεις κλειστού τύπου και ποιοτικής ανάλυσης απαντήσεων σύμφωνα με τη διαβάθμιση της κλίμακας Likert, *καθόλου, λίγο, μέτρια, πολύ, πάρα πολύ*. Οι 8 έννοιες που ελέγχθηκαν ως προς το βαθμό δυσκολίας κατανόησής τους από τους μαθητές ήταν: γονίδιο, χρωμόσωμα, χρωματίνη, χρωματίδες, κεντρομερίδιο, αλληλόμορφα, απλοειδές κύτταρο και διπλοειδές κύτταρο. Οι 7 διαδικασίες που ελέγχθηκαν ως προς το βαθμό δυσκολίας κατανόησής τους από τους μαθητές, ήταν: κυτταρικός κύκλος, μίτωση, μείωση, αντιγραφή DNA, μεταγραφή, μετάφραση και γονιμοποίηση. Τόσο οι παραπάνω έννοιες, όσο και οι παραπάνω διαδικασίες, διδάσκονται στη Βιολογία της Γ' Γυμνασίου, στη Βιολογία της Γ' Λυκείου, ενώ μέχρι και το σχολικό έτος 2018-2019 και στη Β' Λυκείου. Η ερώτηση, χαρακτηρισμένη ως ερώτηση 1, ήταν: «αν και πόσο, κατά τη γνώμη σας, οι μαθητές δυσκολεύονται να κατανοήσουν τις παραπάνω έννοιες και διαδικασίες, που εντοπίζονται στη Μοριακή Βιολογία

και Γενετική;»

Ο δεύτερος άξονας αφορούσε το βαθμό δυσκολίας στη διδασκαλία των παραπάνω εννοιών και διαδικασιών από τους εκπαιδευτικούς, με ερωτήσεις κλειστού τύπου και με την ίδια ανάλυση, όπως και στον πρώτο άξονα. Η ερώτηση 2, ήταν: *«ως εκπαιδευτικός που διδάσκετε το μάθημα της Βιολογίας και μάλιστα τις αντίστοιχες ενότητες, πώς αξιολογείτε αυτές έννοιες και διαδικασίες ως προς το βαθμό δυσκολίας που κατά την κρίση σας ενέχουν για την επιτυχημένη διδασκαλία τους;»*

Ο τρίτος άξονας αφορούσε τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για τις δεξιότητες των μαθητών στη μαθησιακή διδασκαλία των εννοιών αυτών καθώς και των διαδικασιών με τις οποίες σχετίζονται οι έννοιες αυτές, με τις εξής δομημένες ερωτήσεις:

Ερώτηση 3: *Σε ποιο βαθμό μπορούν οι μαθητές να συσχετίσουν τις έννοιες μεταξύ τους;*

Ερώτηση 4: *Σε ποιο βαθμό μπορούν οι μαθητές να συσχετίσουν τις έννοιες με τις διαδικασίες;*

Ερώτηση 5: *Σε ποιο βαθμό μπορούν οι μαθητές να περιγράψουν τις παραπάνω διαδικασίες;*

Ερώτηση 6: *Σε ποιο βαθμό μπορούν οι μαθητές να εκφράσουν σωστά τις έννοιες;*

Και εδώ η απάντηση δόθηκε με μία εκ των πέντε παραπάνω βαθμίδων της κλίμακας Likert.

Τέλος, ο τέταρτος άξονας περιελάμβανε τρεις ερωτήσεις ανοικτού τύπου που αφορούσαν, τις τεχνικές διδασκαλίας που θεωρούν οι εκπαιδευτικοί αποτελεσματικές, τα εμπόδια που υπάρχουν στη διδακτική και μαθησιακή διαδικασία αυτών των εννοιών και διαδικασιών και τι θεωρούν ότι μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές στην κατανόηση αυτών των εννοιών και διαδικασιών.

Το ερωτηματολόγιο ελέγχθηκε ως προς την κατανόηση και σαφήνεια των ερωτήσεων από δύο συναδέλφους οι οποίοι πιλοτικά το μελέτησαν και απάντησαν σε αυτό. Τα αποτελέσματα αναλύθηκαν με στατιστική επεξεργασία μέσω Excel.

Δείγμα

Από τους 44 εκπαιδευτικούς, οι 20 είναι άντρες και οι 24 γυναίκες, έχουν όλοι πάνω από 3 χρόνια στην εκπαίδευση, ενώ οι 42 διδάσκουν Βιολογία περισσότερα από 3 χρόνια. Από αυτούς, οι 26 είναι βιολόγοι, 10 φυσικοί, 2 χημικοί, 3 γεωλόγοι, 2 γεωπόνοι, 1 νοσηλεύτρια. Οι 14 από αυτούς διδάσκουν στο Γυμνάσιο, οι 9 σε Γυμνάσιο και Λύκειο και οι υπόλοιποι 21 σε Λύκειο. Στο Γυμνάσιο διδάσκουν 8 φυσικοί, 3 βιολόγοι, 2 γεωλόγοι και 1 γεωπόνος. Σε Γυμνάσιο και Λύκειο, διδάσκουν, 7 βιολόγοι, 1 φυσικός και 1 νοσηλεύτρια. Στο Λύκειο διδάσκουν επί των πλείστων Βιολόγοι, ενώ από τις άλλες ειδικότητες, 2 χημικοί, 1 φυσικός, 1 γεωπόνος και 1 γεωλόγος. Οι 30 δήλωσαν ότι έχουν επιμορφωθεί σε νέες τεχνολογίες. Επίσης πρέπει να αναφερθεί ότι κάποιες ερωτήσεις δεν απαντήθηκαν από ορισμένους εκπαιδευτικούς.

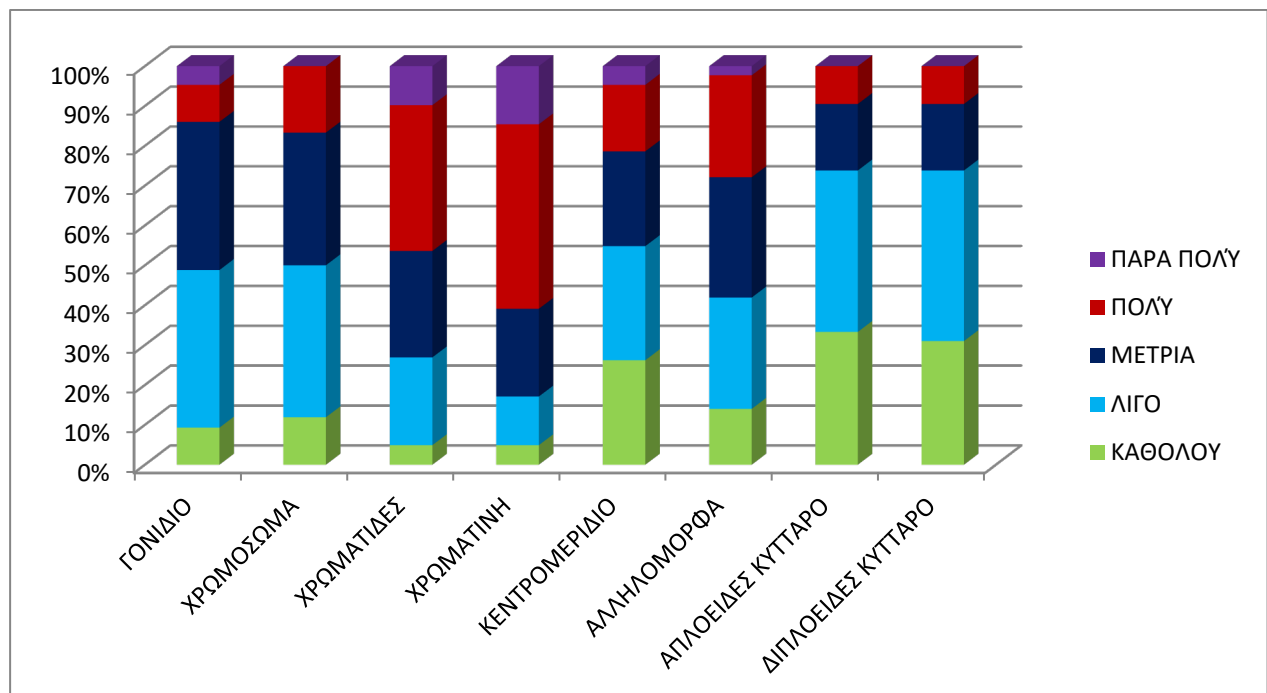
Αποτελέσματα

Αντιλήψεις των εκπαιδευτικών ως προς την κατανόηση από τους μαθητές, των παρακάτω εννοιών και διαδικασιών στη μοριακή Βιολογία και Γενετική.

Σύμφωνα με τις απαντήσεις των εκπαιδευτικών, από τις έννοιες: γονίδιο, χρωμόσωμα, χρωματίδες, χρωματίνη, κεντρομερίδιο, αλληλόμορφα, απλοειδές και διπλοειδές κύτταρο τρεις θεωρούνται ευκολονόητες για τους μαθητές ή με μικρή προσπάθεια κατανοητές από αυτούς (το κεντρομερίδιο, το απλοειδές και διπλοειδές κύτταρο), αφού το ποσοστό των εκπαιδευτικών που θεωρούν ότι δεν δυσκολεύει καθόλου τους μαθητές να κατανοήσουν την έννοια του κεντρομεριδίου, του απλοειδούς κυττάρου και του διπλοειδούς κυττάρου, είναι αντίστοιχα 26,2%, 33,3% και 31% και αυτών που θεωρούν ότι οι μαθητές δυσκολεύονται λίγο στην κατανόησή τους είναι αντίστοιχα 28,6%, 40,5% και 42,8%. Παρόλα αυτά υπάρχει και ένα ποσοστό εκπαιδευτικών που θεωρούν ότι αυτές οι έννοιες δημιουργούν προβλήματα, μέτρια ή μεγάλα, στην κατανόησή τους από τους μαθητές. Οι έννοιες του γονιδίου, των αλληλόμορφων και του χρωμοσώματος

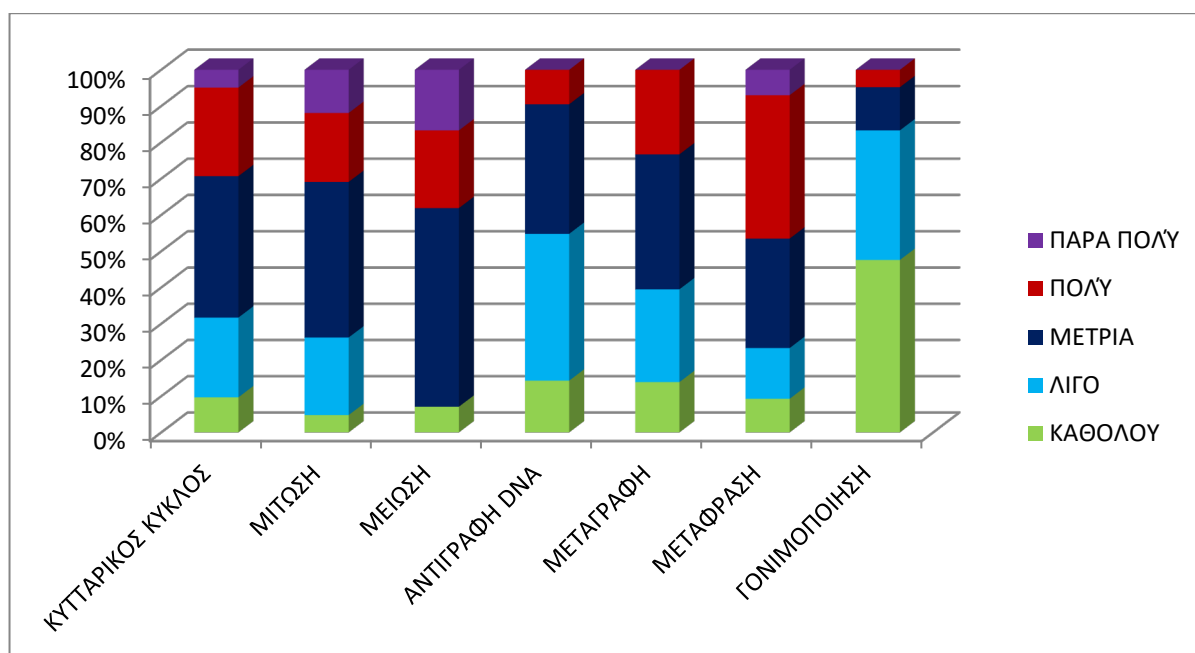
κατανοούνται δυσκολότερα από τις τρεις προηγούμενες, αφού το 50% περίπου των εκπαιδευτικών θεωρεί ότι οι έννοιες του γονιδίου, των αλληλόμορφων και του χρωμοσώματος δημιουργούν μικρά προβλήματα στην κατανόησή τους από τους μαθητές ενώ το υπόλοιπο 50% αυτών θεωρεί ότι τα προβλήματα είναι μεγαλύτερα. Τέλος, οι έννοιες της χρωματίδας και της χρωματίνης φαίνεται ότι δυσκολεύουν περισσότερο τους μαθητές. Σύμφωνα με τη γνώμη των εκπαιδευτικών το 47% υποστηρίζει ότι την έννοια της χρωματίδας την κατανοούν δύσκολα έως πολύ δύσκολα οι μαθητές, ενώ το αντίστοιχο ποσοστό για τη χρωματίνη είναι υψηλότερο και ανέρχεται στο 61% των εκπαιδευτικών. Το 26,7% των εκπαιδευτικών θεωρεί ότι μέτρια κατανοούν οι μαθητές την έννοια της χρωματίδας και το 22% θεωρεί ότι οι μαθητές μέτρια κατανοούν την έννοια της χρωματίνης. Το υπόλοιπο ποσοστό των εκπαιδευτικών πιστεύει ότι υπάρχουν μικρές έως ασήμαντες δυσκολίες στην κατανόηση αυτών των εννοιών. [Πίνακας 1]

Πίνακας 1: Οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών ως προς τη δυσκολία κατανόησης εννοιών της Μοριακής Βιολογίας και Γενετικής, από τους μαθητές.



Ως προς τη δυσκολία κατανόησης των διαδικασιών στα συγκεκριμένα πεδία της Βιολογίας από τους μαθητές, φαίνεται ότι η γονιμοποίηση κατανοείται καλύτερα από όλες τις άλλες διαδικασίες από τους μαθητές, αφού οι το 83% περίπου των εκπαιδευτικών συμφωνεί με αυτή την άποψη. Ακολουθεί η αντιγραφή του DNA, όπου το 55% περίπου των εκπαιδευτικών δήλωσε ότι η διαδικασία αυτή δεν εμφανίζει δυσκολία στην κατανόηση ή εμφανίζει μικρά προβλήματα, σε αντίθεση με το 45% περίπου αυτών που θεωρεί ότι τα προβλήματα είναι μέτρια έως πολύ μεγάλα. Ο κυτταρικός κύκλος, η μεταγραφή και η μίτωση δημιουργούν προβλήματα στην κατανόηση, σύμφωνα με το 68% των εκπαιδευτικών να δηλώνει ότι μέτρια έως πάρα πολύ δυσκολεύονται οι μαθητές να κατανοήσουν τον κυτταρικό κύκλο, ενώ τα αντίστοιχα ποσοστά για τη δυσκολία κατανόησης της μεταγραφής και της μίτωσης είναι: 61% και 74%. Υψηλότερα ποσοστά εμφανίζουν η μετάφραση και η μείωση, όπου το 77% των εκπαιδευτικών για τη μετάφραση και το 93% αυτών για τη μείωση δήλωσε ότι δυσκολεύουν τους μαθητές να τις κατανοήσουν. [Πίνακας 2]

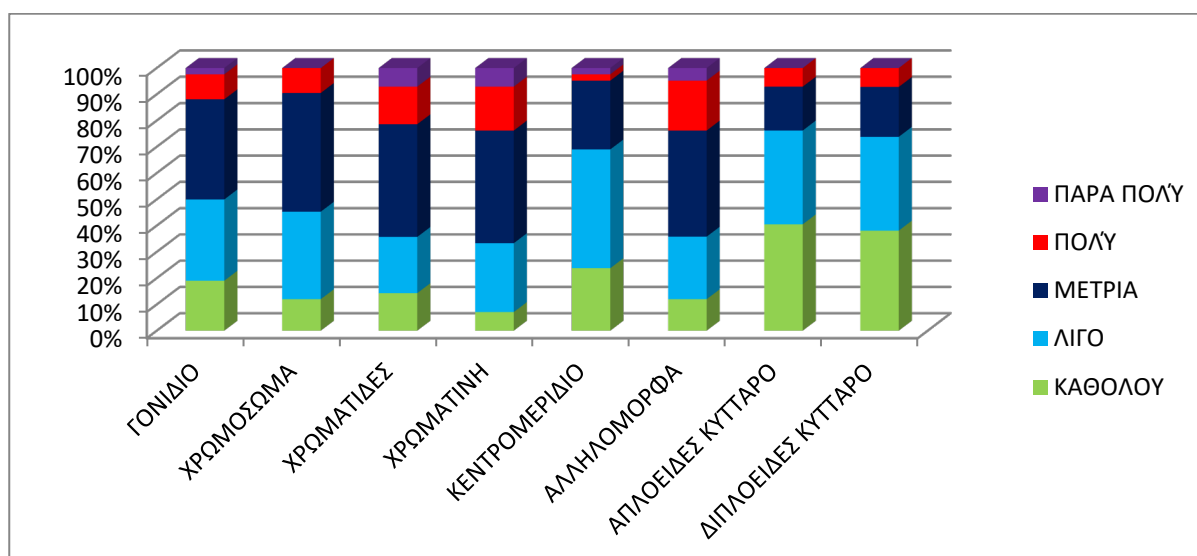
Πίνακας 2: Οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών ως προς τη δυσκολία κατανόησης διαδικασιών της Μοριακής Βιολογίας και Γενετικής, από τους μαθητές.



Αντιλήψεις των εκπαιδευτικών ως προς τη δυσκολία που επιφέρουν οι έννοιες και διαδικασίες της Μοριακής Βιολογίας και Γενετικής στη διδασκαλία.

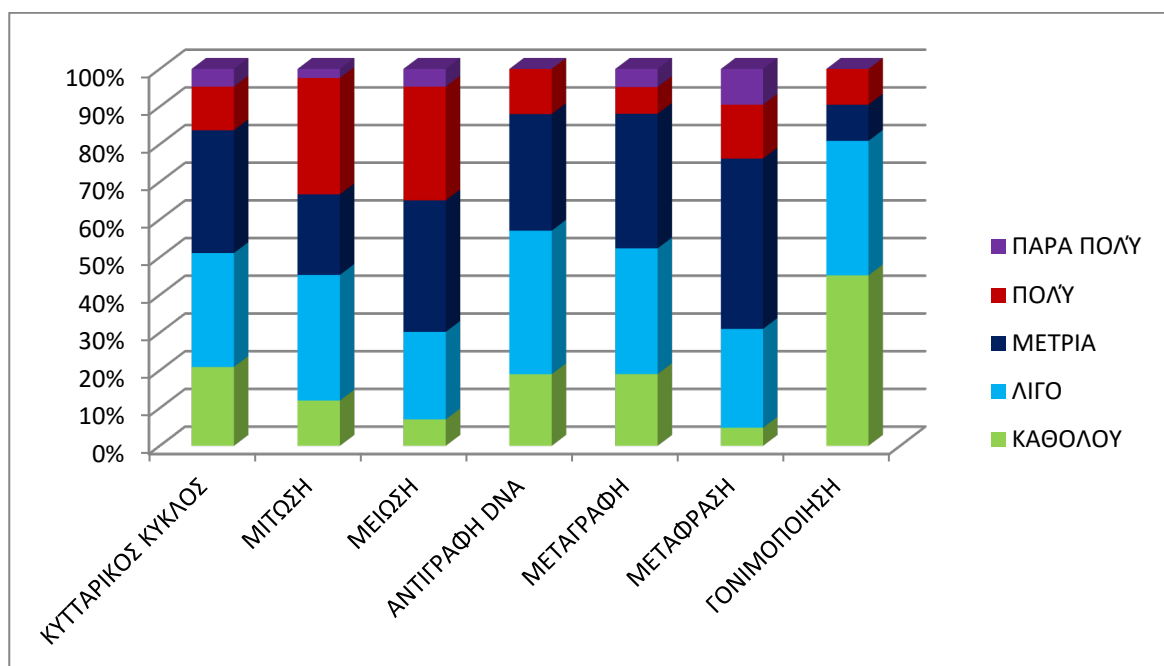
Στο ερώτημα κατά πόσο οι παραπάνω έννοιες επιφέρουν δυσκολία για την επιτυχημένη διδασκαλία τους, οι εκπαιδευτικοί απάντησαν ότι η διδασκαλία του κεντρομεριδίου, του απλοειδούς και του διπλοειδούς κυττάρου δεν επιφέρει δυσκολίες (πάνω από 70%). Δυσκολεύει όμως η διδασκαλία του γονιδίου, και του χρωμοσώματος, αφού τα αντίστοιχα ποσοστά των εκπαιδευτικών που δηλώνουν ότι έχουν μέτρια έως πολύ μεγάλη δυσκολία να τα διδάξουν, είναι 51%, και 55%. Μεγάλες δυσκολίες στη διδασκαλία φαίνεται να δημιουργούν τα αλληλόμορφα, οι χρωματίδες και η χρωματίνη, όπου τα ποσοστά των εκπαιδευτικών που θεωρούν ότι δυσκολεύονται να διδάξουν τις παραπάνω έννοιες είναι: 64%, 64% και 66% αντίστοιχα. [Πίνακας 3]

Πίνακας 3: Οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών ως προς τη δυσκολία που επιφέρουν έννοιες της Μοριακής Βιολογίας και Γενετικής στη διδασκαλία τους.



Στο ερώτημα κατά πόσο οι παραπάνω διαδικασίες επιφέρουν δυσκολία για την επιτυχημένη διδασκαλία τους, η γονιμοποίηση αποτελεί τη διαδικασία που δε δημιουργεί κανένα σχεδόν πρόβλημα, αφού μπορεί να διδαχθεί πολύ καλά κατά τη γνώμη του 81% περίπου των εκπαιδευτικών. Τη γονιμοποίηση ακολουθεί η αντιγραφή του DNA, όπου το 57% των εκπαιδευτικών δεν αντιμετωπίζει ιδιαίτερα προβλήματα στη διδασκαλία του σε σχέση με το υπόλοιπο 43%. Στα ίδια περίπου ποσοστά με τη διδασκαλία της αντιγραφής, κυμαίνεται και η δυσκολία στη διδασκαλία της μεταγραφής. Για τη διδασκαλία του κυτταρικού κύκλου οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών είναι μοιρασμένες, εφόσον το 51% περίπου αυτών θεωρεί ότι ο κυτταρικός κύκλος δεν επιφέρει καμιά δυσκολία στη διδασκαλία του και το υπόλοιπο 49% οι δυσκολίες που αντιμετωπίζουν είναι από μέτριες μέχρι πολύ μεγάλες. Οι διαδικασίες της μίτωσης, μείωσης και μετάφρασης φαίνεται να προβληματίζουν τους εκπαιδευτικούς στη μέθοδο και στις τεχνικές που θα χρησιμοποιήσουν για τη διδασκαλία τους. Συγκεκριμένα το 45% των εκπαιδευτικών δηλώνει ότι τα προβλήματα είναι αντιμετωπίσιμα για τη διδασκαλία της μίτωσης, ενώ το υπόλοιπο 55% αναφέρει ότι υπάρχει δυσκολία. Όμως, μεγαλύτερα προβλήματα στη διδασκαλία δημιουργούν οι διαδικασίες της μείωσης και της μετάφρασης, αφού το 70% περίπου των εκπαιδευτικών πιστεύει ότι δυσκολεύεται στη διδασκαλία τους. [Πίνακας 4]

Πίνακας 4: Οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών ως προς τη δυσκολία που επιφέρουν διαδικασίες της Μοριακής Βιολογίας και Γενετικής στη διδασκαλία τους.



Στο ερώτημα 3, «σε ποιο βαθμό οι μαθητές μπορούν να συσχετίσουν τις έννοιες μεταξύ τους», το 14% των εκπαιδευτικών απάντησε ότι μπορούν οι μαθητές να συσχετίσουν τις έννοιες, το 62% περίπου θεωρεί ότι οι μαθητές μέτρια μπορούν να τις συσχετίσουν, ενώ το 24% περίπου αποτιμά ότι οι μαθητές δυσκολεύονται να συσχετίσουν τις έννοιες. Στο ερώτημα 4, «σε ποιο βαθμό μπορούν οι μαθητές να συσχετίσουν τις έννοιες με τις διαδικασίες», το 21% των εκπαιδευτικών δήλωσε ότι μπορούν να συσχετίζουν οι μαθητές τις έννοιες με τις διαδικασίες, το 44% περίπου των εκπαιδευτικών θεωρεί ότι μέτρια μπορούν να τις συσχετίσουν και το 35% περίπου των εκπαιδευτικών ανέφερε ότι ελάχιστα μπορούν να συσχετίζουν τις έννοιες με τις διαδικασίες. Στην 5 ερώτηση «σε ποιο βαθμό μπορούν οι μαθητές να περιγράψουν τις παραπάνω διαδικασίες», το 18,6% των εκπαιδευτικών θεωρεί ότι μπορούν καλά, το 55,8% δήλωσε ότι μέτρια μπορούν, ενώ το 25,6% θεωρούν ότι λίγο μπορούν να τις περιγράψουν. Τέλος, στην 6η ερώτηση «σε ποιο βαθμό μπορούν οι μαθητές να εκφράσουν σωστά τις έννοιες», το 18,6% των εκπαιδευτικών θεωρεί ότι

καλά έως πολύ καλά μπορούν να τις εκφράσουν τις έννοιες οι μαθητές, το 55,8% μέτρια, και το 25,6% ελάχιστα έως καθόλου.

Για τη διδασκαλία τους, οι εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούν κυρίως τη συζήτηση, τις προσομοιώσεις, τις διαφάνειες (power point), τους εννοιολογικούς χάρτες, με συχνότητα, 40, 38, 27 και 18 αντίστοιχα. Ως αποτελεσματικές τεχνικές στη διδασκαλία οι εκπαιδευτικοί θεωρούν τη διάλεξη, την αφήγηση, τη συζήτηση, τις προσομοιώσεις, τους εννοιολογικούς χάρτες, τη διαθεματική προσέγγιση, και τις συνθετικές εργασίες. Τη μεγαλύτερη συχνότητα στις απαντήσεις τους είχαν οι προσομοιώσεις (35), η συζήτηση (34) και οι εννοιολογικοί χάρτες (18).

Τα εμπόδια που θεωρούν οι εκπαιδευτικοί στη μαθησιακή και διδακτική διαδικασία αυτών των εννοιών και διαδικασιών, της Μοριακής Βιολογίας και Γενετικής, είναι, ο χρόνος διδασκαλίας, το σχολικό εγχειρίδιο, η φύση και η πληθώρα των εννοιών και διαδικασιών, η έλλειψη εποπτικού υλικού, η μικρή ηλικία των μαθητών, η έλλειψη σύνδεσης των εννοιών και διαδικασιών με την καθημερινή ζωή, η λεκτική ανεπάρκεια. Με τη μεγαλύτερη συχνότητα εμφανίζονται ο χρόνος διδασκαλίας και τα σχολικά εγχειρίδια (11 και 9 εκπαιδευτικοί αντίστοιχα). Για την κατανόηση των παραπάνω εννοιών από τους μαθητές καθώς και για μια επιτυχημένη διδασκαλία τους, δώδεκα (12) εκπαιδευτικοί προτείνουν τις προσομοιώσεις, έντεκα (11) τη συγγραφή σύγχρονων βιβλίων συνοδευόμενο με οπτικοακουστικό υλικό, δέκα (10) την προβολή κατάλληλων βίντεο, δέκα (10) την αύξηση ωρών διδασκαλίας, ειδικά στο Γυμνάσιο, έξι (6) το ψηφιακό παιχνίδι, τρεις (3) τη σύνδεση αυτών των εννοιών με την καθημερινότητα, δύο (2) τη διδασκαλία αυτών των ενοτήτων από Βιολόγους, δύο (2) την επιμόρφωση των εκπαιδευτικών σε αυτά τα θέματα. Τρεις (3) εκπαιδευτικοί πρότειναν να διασαφηνιστούν αυτές οι έννοιες και διαδικασίες από την ΠΕΒ, ώστε να μην υπάρχει η σύγχυση ανάμεσα στους εκπαιδευτικούς για τη διδασκαλία τους.

Συζήτηση

Η αποτελεσματικότερη διδασκαλία της βιολογίας περιλαμβάνει την χρήση ποικίλων στρατηγικών. Προφανέστατα στις μέρες μας η χρήση του ηλεκτρονικού υπολογιστή θεωρείται απαραίτητο εργαλείο για τη διδασκαλία των ενοτήτων της βιολογίας (Stark 2008). Αυτό φαίνεται από το γεγονός ότι στο φωτόδενδρο (<http://photodentro.edu.gr>) υπάρχει το εμπλουτισμένο βιβλίο του μαθητή το οποίο παραπέμπει σε κατάλληλο οπτικοακουστικό μέσο. Με αυτούς τους τρόπους προωθείται η παρατήρηση, η συμμετοχή των μαθητών στην εκπαιδευτική διαδικασία, αλλά και η κατανόηση διαφόρων Βιολογικών ενοτήτων (Τζιμογιάννης 2007, Tanner 2011). Αλλά και η χρήση παραδειγμάτων και αναλογιών από την καθημερινή ζωή βοηθά περισσότερο την κατανόηση βιολογικών θεμάτων αφού με αυτό τον τρόπο υπεισέρχεται μια εμπειρική προσέγγιση με την πραγματικότητα. Στις περισσότερες θεματικές ενότητες της Βιολογίας, της επιστήμης που μελετά τη ζωή και τη φύση, ενδείκνυται αυτός ο τρόπος διδασκαλίας και είναι ο λόγος που οι μαθητές προτιμούν περισσότερο το μάθημα της Βιολογίας από άλλα μαθήματα (Spall & al.2004).

Στην εργασία αυτή διερευνήθηκε εάν εξακολουθούν ορισμένες έννοιες και διαδικασίες της Μοριακής Βιολογίας και της Γενετικής να δυσκολεύουν τους μαθητές να τις κατανοήσουν και τους εκπαιδευτικούς να εφαρμόσουν κατάλληλη διδασκαλία, αφού υπάρχει πληθώρα οπτικοακουστικών μέσων στο διαδίκτυο, αλλά και πολλά σχολεία διαθέτουν τα ανάλογα εποπτικά μέσα. Για το σκοπό αυτό, 44 εκπαιδευτικοί της Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης Β' Αθήνας που διδάσκουν τη Βιολογία κλήθηκαν να απαντήσουν σε ένα ερωτηματολόγιο προκειμένου να διερευνηθεί εάν εξακολουθούν να προβληματίζουν συγκεκριμένες έννοιες και διαδικασίες τη μαθητική κοινότητα και τους διδάσκοντες.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που δόθηκαν παραπάνω, οι έννοιες που δυσκολεύουν περισσότερο τους μαθητές να τις κατανοήσουν είναι οι χρωματίδες και η χρωματίνη, έννοιες που επίσης δυσκολεύουν και τους εκπαιδευτικούς στη διδασκαλία τους. Η χρήση των εννοιών αυτών στη

διάρκεια του κυτταρικού κύκλου είναι που δημιουργεί ίσως τα προβλήματα, εφόσον δεν υπάρχει μια σαφής διάκριση ανάμεσά τους στα σχολικά εγχειρίδια, με αποτέλεσμα να προκαλείται σύγχυση στη διδασκαλία των εκπαιδευτικών και κατ' επέκταση στην κατανόησή τους από τους μαθητές.

Επίσης σύμφωνα με την άποψη μεγάλου ποσοστού των εκπαιδευτικών οι έννοιες των αλληλομόρφων, του χρωμοσώματος και του γονιδίου, δημιουργούν αρκετές δυσκολίες τόσο για την κατανόησή τους από τους μαθητές όσο και για την διδασκαλία τους από τους εκπαιδευτικούς. Το γεγονός ότι οι παραπάνω έννοιες δε διδάσκονται σε διαδοχικές τάξεις δημιουργεί μια ασυνέχεια στη διδασκαλία τους καθώς ο τρόπος προσέγγισής τους διαφοροποιείται από τάξη σε τάξη. Έτσι, παρόλο που στους μαθητές δεν αρέσει η επαναδιδασκαλία ίδιων εννοιών της Βιολογίας στις επόμενες τάξεις, σύμφωνα με έρευνα της συναδέλφου Στεφανίας Δουλγεράκη (2015), εντούτοις επαναλαμβάνονται οι ενότητες της Μοριακής Βιολογίας και Γενετικής και μάλιστα με διαφορετική προσέγγιση.

Ακόμα, η διδασκαλία αποσπασμάτων από αυτές τις ενότητες, χωρίς σύνδεση μεταξύ τους, επιφέρει μεγαλύτερα προβλήματα στους μαθητές αλλά και στους εκπαιδευτικούς που προσπαθούν να τις διδάξουν, εφόσον οι μαθητές δεν έχουν κατορθώσει λόγω της διδασκαλίας που έχουν δεχθεί να διαμορφώσουν νοητικούς χάρτες με τις αλληλεπιδράσεις των εννοιών αυτών. Το γεγονός ότι μια πληθώρα εννοιών περιγράφουν αυτές τις διαδικασίες και μάλιστα έννοιες οι οποίες δεν έχουν κατανοηθεί νωρίτερα από τους μαθητές, η πολυπλοκότητα των διαδικασιών που τις συνοδεύει, επιπλέον ο ανεπαρκής χρόνος που διατίθεται για την διδασκαλία τους, επιφέρει σοβαρά προβλήματα στην οργάνωση της σκέψης των μαθητών προκαλώντας μια χαοτική κατάσταση. Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί ότι σύμφωνα με τον Κολιόπουλο, στο εποικοδομητικό μοντέλο η γνώση εποικοδομείται ενεργά και δε μεταβιβάζεται παθητικά, στηριζόμενη στις πρότερες αντιλήψεις των μαθητών (Κολιόπουλος 2001) ενώ η μάθηση, κατά τον Κουλαϊδή, επέρχεται από μια γνωστική σύγκρουση παλιάς και νέας γνώσης (Κουλαϊδής 2001). Οι παραπάνω μάλιστα διαπιστώσεις μας που βασίζονται κυρίως στην διδασκαλία της βιολογίας σε σχολικές τάξεις συμφωνούν με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας αφού πολλοί από τους εκπαιδευτικούς που συμμετείχαν στην έρευνα, τόσο καθηγητές του Γυμνασίου όσο και του Λυκείου δηλώνουν για τις έννοιες του χρωμοσώματος της χρωματίδας, των αλληλομόρφων αλλά και για τις διαδικασίες μείωσης και μετάφρασης αρκετές δυσκολίες στην κατανόηση από τους μαθητές και στη διδασκαλία τους. Αυτό το συμπέρασμα επιβεβαιώνεται και από έρευνες που είχαν διεξαχθεί το παρελθόν (Ζόγκζα, 2009). Παρόλο που κατά τον Mayr, «*οι έννοιες έχουν ευρετική χρησιμότητα, λόγω της ευπλαστότητάς τους στο χρόνο και στο επιστημονικό πεδίο που εντάσσονται με αποτέλεσμα να αποτελούν σημαντικό ερευνητικό ερέθισμα στη βιολογική επιστήμη*» (Mayr E. 2008), αυτή η ευπλαστότητα δεν υπάρχει στα σχολικά εγχειρίδια, οπότε οι μαθητές δεν πληροφορούνται για την ιστορική ανάπτυξη της βιολογικής σκέψης, πώς δηλαδή νοείται για παράδειγμα η έννοια του γονιδίου ή του χρωμοσώματος και άλλων εννοιών, σε κάθε χρονική περίοδο των βιολογικών ανακαλύψεων και τι είναι αυτό που βελτιώθηκε. Τα προβλήματα εντείνονται όταν οι μαθητές καλούνται να συσχετίσουν τις έννοιες μεταξύ τους, να συσχετίσουν τις έννοιες με τις διαδικασίες, να εκφράσουν σωστά τις έννοιες και να περιγράψουν τις διαδικασίες.

Σε όλες αυτές τις ερωτήσεις ένα ποσοστό πάνω από 65% περίπου των εκπαιδευτικών αποτιμά ότι υπάρχει μεγάλη δυσκολία και εδώ οι λόγοι μπορεί να είναι αρκετοί και διαφορετικοί για κάθε μαθητή. Ενδεχομένως να μην έχουν κατανοηθεί οι έννοιες, ή να υπάρχει πρόβλημα με τη γλώσσα, σύμφωνα με τα λεγόμενα συναδέλφου που συμμετείχε στην έρευνα και αναφέρει ότι «*οι μαθητές δεν ξέρουν ελληνικά*». Πιθανόν επίσης να μην υπάρχει γνωστικό υπόβαθρο ή και συνέχεια των γεγονότων που να δίνουν μια ολοκληρωμένη εικόνα των διαδικασιών.

Γενικότερα παρότι οι εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούν στη διδασκαλία τους διάφορες τεχνικές οι οποίες αναφέρθηκαν στην ανάλυση του ερωτηματολογίου, εντούτοις, τα προβλήματα στην

κατανόηση των εννοιών και διαδικασιών συνεχίζουν να υπάρχουν και ομαδοποιούνται σε τέσσερεις άξονες. Ο πρώτος άξονας αφορά στην πρότερη και μετέπειτα γνώση, τι δηλαδή γνωρίζει ο μαθητής (δηλωτική γνώση) και πώς θα το βελτιώσει (διαδικαστική γνώση). Σε αυτόν τον άξονα εντάσσονται η φύση των εννοιών, η πολυπλοκότητα των διαδικασιών, η σύνδεσή τους με την καθημερινότητα, οι λεπτομερείς περιγραφές, η αδυναμία αντιμετώπισής τους ως ολότητα, όπως δήλωσαν 20 εκπαιδευτικοί. Αυτό επιβεβαιώνει την έρευνα που είχε γίνει στην Ελλάδα, όπου οι μαθητές αγνοούσαν το ρόλο των εννοιών και διαδικασιών της Γενετικής στη ζωή, ενώ ήξεραν τη δομή τους (Athanasίου, & al. 2004, Κουμπάρου, Κυριακούδη & Αθανασίου 2011).

Ο δεύτερος άξονας περιλαμβάνει την κατάσταση ετοιμότητας των μαθητών να εποικοδομήσουν τη γνώση. Η μικρή ηλικία των μαθητών, η αδιαφορία πολλών από αυτών, η αδυναμία κριτικής και αφαιρετικής ικανότητας, η ελλιπής γνώση της Ελληνικής γλώσσας, η στείρα απομνημόνευση, είναι βασικά εμπόδια στη διδασκαλία εννοιών της Μοριακής Βιολογίας και Γενετικής, σύμφωνα με 13 εκπαιδευτικούς.

33 εκπαιδευτικοί επισημαίνουν ότι σημαντικό εμπόδιο αποτελεί το πλαίσιο διεξαγωγής της διδασκαλίας, όπου εντάσσονται τα σχολικά εγχειρίδια, ο χρόνος διδασκαλίας συγκεκριμένης ύλης, ο περιορισμός της ύλης, τα προγράμματα σπουδών, η έλλειψη οπτικοακουστικών μέσων σε πολλά σχολεία. Αυτό αποτελεί τον τρίτο άξονα που δημιουργεί προβλήματα στη διδασκαλία αυτών των εννοιών της Βιολογίας.

Τέλος στον τέταρτο άξονα εστιάζουν 3 εκπαιδευτικοί, οι οποίοι τονίζουν τα προβλήματα που προκαλούνται στην διδασκαλία από την έλλειψη εμπειρίας, το προσωπικό ύφος διδασκαλίας του εκπαιδευτικού, η έλλειψη επιμόρφωσης και οι διαφορετικές σπουδές που έχουν κάνει.

Για την αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών ένας μεγάλος αριθμός (35) των εκπαιδευτικών προτείνει να υπάρχει πρόσβαση σε όλα τα σχολεία στο διαδίκτυο, ώστε μέσω προσομοιώσεων και κατάλληλων βίντεο σε συνδυασμό με την χρήση νέων σχολικών εγχειριδίων εστιασμένων σε τεχνικές όπως η διαθεματικότητα και η προβολή κατάλληλων εικόνων να διδάσκονται οι παραπάνω έννοιες και διαδικασίες με σαφήνεια και χρονική επάρκεια, αφού πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι το φροντιστηριακό κλίμα του Λυκείου επιβάλλει γρήγορους ρυθμούς μάθησης, καθιστά τους μαθητές συσσωρευτές γνώσης και ελαχιστοποιεί το χρόνο για ανακαλυπτική μάθηση η οποία είναι προϋπόθεση για την κατανόηση και τη συσχέτιση των εννοιών.

Εν κατακλείδι:

Παρότι χρησιμοποιούνται νέες τεχνολογίες από αρκετούς εκπαιδευτικούς, υπάρχει δυσκολία στην κατανόηση και διδασκαλία εννοιών (χρωμόσωμα, γονίδιο. Χρωματίνη, χρωματίδα) και διαδικασιών (μίτωση, μείωση, μετάφραση) της Μοριακής Βιολογίας και Γενετικής, συσχέτισης μεταξύ τους και αδυναμία έκφρασης και περιγραφής αυτών.

Συνίσταται η αξιοποίηση των συμπερασμάτων της έρευνας οι οποίες συνάδουν με τις γενικότερες παρατηρήσεις των συγγραφέων από την διδακτική τους εμπειρία θα μπορούσε να βελτιώσει τη λειτουργικότητα στην διασύνδεση της διδασκαλίας των θεματικών εννοιών της βιολογίας από τάξη σε τάξη και να προάγει μια περισσότερο ολιστική από μεθοδολογικής και γνωσιακής απόψεως προσέγγιση στον τρόπο της διδασκαλίας τους.

Βιβλιογραφία

- Αθανασίου, Κ. (2009). *Εισαγωγή στις Βιολογικές επιστήμες και η διδακτική τους*. Αθήνα: Γρηγόρη.
- Δουλγεράκη Στ.,(2015) Επαναδιδασκόμενες βιολογικές ενότητες στα διδακτικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης: αποτελεσματικότητα διδακτικής προσέγγισης και προτάσεις των μαθητών. Στο: Βαρδακώστας Γ, Στασινάκης Π, Πολύζος Α, Σχίζας Δ. (Επιμ.) Πρακτικά 3 ου Πανελλήνιου Συνεδρίου *Η Βιολογία στην*

- Εκπαίδευση. Κατερίνη Πανελλήνια Ένωση Βιοεπιστημών ISBN:978- 618-81159-1-0, σελ. 78-87.
- Ζόγκζα, Β. (2009). *Θέματα διδακτικής της Βιολογίας*. Αθήνα: Μεταίχμιο
- Κολιόπουλος, Δ. (2001). Από την πρακτικο-βιωματική γνώση στη σχολική εκδοχή της επιστημονικής γνώσης: η εποικοδομητική αντίληψη στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Στο: J. Bliss, G., Cooper, Δ. Κολιόπουλος, Β. Κουλαϊδής, Κ. Ραβάνης, J. Solomon, A. Τσατσαρώνη, Β. Χατζηνικήτα & Β. Χρηστίδου (Συγγρ.), *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών* (Τόμος Α), 217-251, Πάτρα: Ε.Α.Π.
- Κουλαϊδής, Β. (2001). Διδακτική των Φυσικών Επιστημών: αντικείμενο και αναγκαιότητα. Στο: J. Bliss, G. Cooper, Δ. Κολιόπουλος, Β. Κουλαϊδής, Κ. Ραβάνης, J. Solomon, A. Τσατσαρώνη, Β. *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών* (Τόμος Α), 25-50, Πάτρα: Ε.Α.Π.
- Κουμπάρου, Ε., Κυριακούδη, Μ. & Αθανασίου, Κ. (2011). Εξέλιξη των ιδεών των Ελλήνων μαθητών για τη Γενετική και την Κληρονομικότητα. Στο: Παπαγεωργίου, Γ. & Κουντουριώτης, Γ. (2011). *Πρακτικά 7ου Πανελλήνιου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση – Αλληλεπιδράσεις Εκπαιδευτικής Έρευνας και Πράξης στις Φυσικές Επιστήμες*, σελ. 414- 42
- Mayr, E. *Η ανάπτυξη της βιολογικής σκέψης*, μτφρ. Σπ. Σφενδουράκης, Αθήνα MIET 2008
- Τζιμογιάννης, Α. (2007). Το παιδαγωγικό πλαίσιο αξιοποίησης των ΤΠΕ ως εργαλείο κριτικής και δημιουργικής σκέψης. Στο: Β. Κουλαϊδής (Επιμ.), *Σύγχρονες διδακτικές προσεγγίσεις για την ανάπτυξη κριτικής-δημιουργικής σκέψης*, 333-354, Αθήνα: Ο.ΕΠ.ΕΚ.
- Athanasίου, K., Grigoriadou, K. & Kariotoglou, P. (2004). “Understanding of inheritance: reveling young people’s beliefs about chromosomes and genes and their attitudes towards biology in general”. 5th conference of European Researchers in Didactic of Biology, Patras. (Department of Education and Science [DES] 1989).
- Bahar M, Johnstone A.H, & Hansell M.H (1999) Revisiting learning difficulties in biology, *Journal of Biological Education*, 33(2), 84-86
- Johnstone A. H, & Mahmoud N.A (2001) Isolating topics of high perceived difficulty in school biology, *Journal of Biological Education*, 14(2), 163-166
- Gilli Marbach-Ad (2000) Attempting to break the code in student’s comprehension of genetic concepts. *Journal of Biological Education* 35, 183-189.
- Knippels M. & συν. (2005). Design criteria for learning and teaching genetics. *Journal of Biological Education*, 39, 108-112.
- Lewis J & Wood-Robinson C (2000) Genes, chromosomes, cell division and inheritance – do students see any relationship? *International Journal of Science Education*, 22, 177- 195.
- Lawson A.E & συν. (2000) “What kinds of scientific concepts? Concept construction and Intellectual development in college biology”, *Journal of Reseach in Science Teaching*, 37 (9), 996-1018
- Romi,S., Hansenson, G., Hansenson, A., & Gan, R. (2002). E-learning: A comparison between expected and observed attitudes of normative and dropout adolescents. *Education Media International*, 39(1), 47-54.
- Sorgo, A., Hajdinjak, Z., & Briski, D. (2008). The journey of a sandwich: Computer based laboratory experiments about the human digestive system in high school biology teaching. *Advances in Physiology Education*, 32(1), 92-99.
- Spall, K., Stanisstreet, M., Dickson, D. & Boyes, E. (2004). Development of school students’ constructions of biology and physics. *Int. J. Sci. Educ.*, 26(7), 787–803.
- Stark, L. (2008). Feature WWW. Life Sciences Education. Bringing Developmental Biology to Life on the Web. *CBE—Life Sciences Education*, 7, 5–9.
- Tanner, K. (2011). Feature Approaches to Biology Teaching and Learning. Moving Theory into Practice: A Reflection on Teaching a Large, Introductory Biology Course for Majors. *CBE—Life Sciences Education*, 10(2), 113–122.

Αξιοποιώντας τα Μουσεία Ζωολογίας στη μάθηση βιολογικών εννοιών

Δανάη ΓΑΤΑ^{1,2}, Ευστράτιος ΒΑΛΑΚΟΣ^{2,3}, Μάρθα ΓΕΩΡΓΙΟΥ⁴
danagata@biol.uoa.gr, evalakos@biol.uoa.gr, martgeor@biol.uoa.gr

¹Τμήμα Βιολογίας: ΔΠΜΣ Διδακτικής της Βιολογίας, ΕΚΠΑ

²Τμήμα Βιολογίας: Μουσείο Ζωολογίας, ΕΚΠΑ

³Τμήμα Βιολογίας: Τομέας Φυσιολογίας Ζώων & Ανθρώπου, ΕΚΠΑ

⁴Τμήμα Βιολογίας, ΕΚΠΑ

Περίληψη

Η παρούσα εργασία προσπαθεί να αναδείξει τη σημασία των Μουσείων και ειδικά των Μουσείων Ζωολογίας στη μάθηση εννοιών του αντικειμένου της Βιολογίας. Συγκεκριμένα, παρουσιάζεται ένα εκπαιδευτικό πρόγραμμα σχεδιασμένο για τις προσαρμογές των πτηνών, μία θεματική γύρω από την οποία έχουν καταγραφεί αρκετές εναλλακτικές ιδέες των μαθητών. Το περιβάλλον του Μουσείου προσφέρεται για την υλοποίηση πρωτότυπων εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων, οι οποίες απευθύνονται σε ένα ευρύ κοινό, αποτελώντας εστία δια βίου μάθησης. Όσον αφορά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, οι φορείς μη τυπικής εκπαίδευσης, όπως τα μουσεία, παρουσιάζονται ως μια ευκαιρία ενίσχυσης της γνώσης και παρώθησης για ενασχόληση με την επιστήμη, ενώ παράλληλα συνδέουν την επιστήμη με την καθημερινή ζωή. Μέσω του εκπαιδευτικού προγράμματος δίνεται η δυνατότητα στους μαθητές να διαχειριστούν και να αξιοποιήσουν την επιστημονική γνώση, για να δώσουν απαντήσεις σε ένα ερώτημα, καλλιεργώντας έτσι τον επιστημονικό γραμματισμό.

Λέξεις-κλειδιά: μη τυπική εκπαίδευση, Μουσείο Ζωολογίας, επιστημονικός γραμματισμός, προσαρμογές πτηνών

Εισαγωγή

Ο όρος μη τυπική εκπαίδευση εισήχθη τη δεκαετία του 1960 για να επισημάνει την ανάγκη δημιουργίας δραστηριοτήτων εκτός του σχολείου για την κάλυψη των αναγκών της εκπαίδευσης (Belle, 1982). Η μη τυπική εκπαίδευση εστιάζει στην ανάπτυξη του κάθε παιδιού σε ενεργό μέλος της κοινωνίας (Belle, 1982). Στις πηγές μη τυπικής εκπαίδευσης, όπου η μάθηση προκύπτει μέσα από οργανωμένα σχήματα εκπαίδευσης, ανήκουν οι επισκέψεις σε μουσεία, κέντρα επιστήμης, πλανητάρια, κ.λπ. (Χαλκιά, 2012). Όσον αφορά τις Φυσικές Επιστήμες, οι φορείς της παρουσιάζονται ως μια ευκαιρία ενίσχυσης της γνώσης και παρώθησης για ενασχόληση με την επιστήμη, ενώ παράλληλα συνδέουν την επιστήμη με την καθημερινή ζωή (Martin et al., 2016). Η δυνατότητα μάθησης σε ένα οικείο, μη κριτικό περιβάλλον ωθεί τον επισκέπτη να επιστρέψει στο μουσείο κάποια στιγμή στο μέλλον, εξάπτοντας το ενδιαφέρον του για την επιστήμη και τη μάθηση (Tran, 2007). Δεδομένων των ανισοτήτων που αφορούν τη συμμετοχή στην επιστήμη, τις ευκαιρίες και τις φιλοδοξίες σε διαφορετικά κοινωνικά και οικονομικά στρώματα, οι φορείς μη τυπικής εκπαίδευσης μπορούν να προάγουν τη γνώση και να δώσουν κίνητρα στους μαθητές να ασχοληθούν με την επιστήμη καταργώντας εμπόδια (Martin et al., 2016).

Για πολλούς μαθητές η κατανόηση της επιστήμης αποτελεί μία πρόκληση, υποδεικνύοντας ότι αυτή δεν διδάσκεται με επιτυχία (Johnstone, 1991). Παράλληλα, σε πολλές χώρες, ιδιαίτερα στις πιο αναπτυγμένες, παρατηρείται μειωμένο το ενδιαφέρον των μαθητών για τις φυσικές επιστήμες και την τεχνολογία, καθώς και για την επαγγελματική σταδιοδρομία στους τομείς αυτούς (Osborne & Collins, 2000, όπως αναφέρεται στον Παπαδόπουλο, 2015). Βάσει αυτών των παρατηρήσεων, ο επιστημονικός γραμματισμός είναι πλέον κοινωνική επιταγή. Ένα επιστημονικά εγγράμματο άτομο μπορεί να συμμετάσχει σε τεκμηριωμένη συζήτηση σχετικά με την επιστήμη και την τεχνολογία, η οποία απαιτεί ικανότητες τέτοιες ώστε να: εξηγεί φαινόμενα με επιστημονικό τρόπο, να αξιολογεί και να σχεδιάζει επιστημονικές έρευνες και να εξάγει συμπεράσματα από επιστημονικά δεδομένα καθώς και να επιχειρηματολογεί για κάθε λήψη απόφασης και διατύπωση άποψης ανάλογα (OECD, 2016). Όσον αφορά την κατάσταση στην Ελλάδα, αποτελέσματα των

διαγωνισμών PISA (2015) αναδεικνύουν τις χαμηλές επιδόσεις των μαθητών τόσο στις Φυσικές Επιστήμες, όσο στα Μαθηματικά και την Ανάγνωση. Το πρόγραμμα PISA (Programme for International Student Assessment) διεξάγεται κάθε τρία χρόνια, με στόχο την αξιολόγηση των γνώσεων και των δεξιοτήτων μαθητών που βρίσκονται στο 15^ο-16^ο έτος της ηλικίας τους και άρα στο τέλος της υποχρεωτικής τους εκπαίδευσης (Grek, 2009). Οι Στυλιανού & Πλακίτση (2013) αναφέρουν, ότι παρά τις αλλαγές που γίνονται στα Αναλυτικά προγράμματα των Φυσικών Επιστημών, η κατάσταση δεν έχει βελτιωθεί. Ένα μεγάλο ποσοστό μαθητών/τριών φαίνεται να αποξενώνεται από την Επιστήμη, παρόλο που αυτή έχει κυρίαρχο ρόλο στη διαμόρφωση του σύγχρονου τρόπου ζωής σε προσωπικό και κοινωνικό επίπεδο. Ίσως λοιπόν να μπορεί να συμβάλλει αποτελεσματικά στο ζήτημα η παρακολούθηση εκπαιδευτικών προγραμμάτων μη τυπικής εκπαίδευσης, τα οποία προσεγγίζουν τις Φυσικές Επιστήμες δημιουργικά, συνδέοντας αυτές με την καθημερινή ζωή.

Μεθοδολογικό πλαίσιο προγράμματος

Το εκπαιδευτικό πρόγραμμα έχει σχεδιαστεί με βάση τις αρχές της ανακαλυπτικής μάθησης. Οι μαθητές καλούνται να επιλύσουν ένα αρχικό πρόβλημα που τους έχει ζητηθεί. Μέσω της συμπλήρωσης ενός εντύπου (φύλλου δραστηριοτήτων), συλλέγουν πληροφορίες, τις οποίες πρέπει να συνδυάσουν για να απαντήσουν στο αρχικό ερώτημα. Το φύλλο δραστηριοτήτων ενισχύει την εξερεύνηση στο χώρο του Μουσείου, περιλαμβάνοντας 6 κύριες δραστηριότητες. Καθεμιά αφορά διαφορετική προσαρμογή που φέρουν τα πτηνά και υλοποιείται γύρω από διαφορετική προθήκη. Κατ' αυτόν τον τρόπο, δημιουργείται ένα νοητό μονοπάτι πλοήγησης, αναγκάζοντας τους μαθητές να παρατηρήσουν τα εκθέματα, να αναγνωρίσουν τα χαρακτηριστικά τους, να συγκρίνουν και να καταλήξουν σε συμπεράσματα. Η εμπλοκή των μαθητών δεν περιορίζεται στη συμπλήρωση των ερωτήσεων, αλλά επεκτείνεται με τη συμμετοχή σε βιωματικά παιχνίδια. Σκοπός είναι η ανάπτυξη κατάλληλης επιχειρηματολογίας, αξιοποιώντας τη δημιουργικότητα και την κριτική τους σκέψη.

Η επιλογή της θεματικής του εκπαιδευτικού προγράμματος δεν είναι τυχαία. Η έννοια της προσαρμογής αντιμετωπίζεται από τους μαθητές ως μία φυσιοκρατική και τελεολογική αίσθηση (Driver et al., 2000). Σχετικά με το ελληνικό σχολείο, αναφορά στις προσαρμογές των ζώων γίνεται στο μάθημα Φυσικά της Στ' Δημοτικού και στη Βιολογία Α' Γυμνασίου. Παράλληλα στις οδηγίες διδασκαλίας από το Υπουργείο επισημαίνεται στους εκπαιδευτικούς, ότι η έννοια της προσαρμογής προκαλεί δυσκολίες και οδηγεί σε παρανοήσεις. Ο σχεδιασμός του προγράμματος στοχεύει στη διερεύνηση της συνεισφοράς της μη τυπικής εκπαίδευσης μέσω ενός μουσείου στη διδασκαλία δύσκολα αντιληπτών βιολογικών εννοιών από τους μαθητές. Εστιάζει δε, μόνο στην ομάδα των πτηνών, καθώς αυτή η ομοταξία φέρει πλήθος προσαρμοστικών χαρακτήρων, που αφορούν διαφορετικές λειτουργίες και μπορούν να παρατηρηθούν με ευκολία. Το Μουσείο Ζωολογίας του Πανεπιστημίου Αθηνών αποτελεί τον ιδανικό χώρο υλοποίησης του προγράμματος, καθώς διαθέτει τη μεγαλύτερη συλλογή πτηνών στα Βαλκάνια, φιλοξενώντας τόσο ελληνικά, όσο και αντιπροσωπευτικά είδη από όλο τον κόσμο.

Στόχοι και δραστηριότητες του εκπαιδευτικού προγράμματος

Στα πλαίσια του εκπαιδευτικού προγράμματος οι μαθητές χωρίζονται σε ομάδες και καλούνται να συμπληρώσουν το φύλλο δραστηριοτήτων. Κάθε δραστηριότητα σχεδιάστηκε ώστε να εκπληρώνει έναν στόχο. Έτσι για παράδειγμα οι μαθητές μετά την υλοποίηση του προγράμματος θα μπορούν:

- να αναφέρουν τα ανατομικά χαρακτηριστικά των πουλιών, τα οποία συμβάλλουν στην πτήση
- να παρατηρούν τις διαφοροποιήσεις των κάτω άκρων και να τις συσχετίζουν με τις λειτουργίες τους και το βιότοπο στον οποίο ζουν.

Για να εκπληρωθούν οι στόχοι σχεδιάστηκαν οι αντίστοιχες δραστηριότητες. Ένα ενδεικτικό παράδειγμα δραστηριότητας είναι το ακόλουθο. Μία από τις προσαρμογές που παρουσιάζονται είναι αυτή των κάτω άκρων των πτηνών. Η δραστηριότητα καλύπτει το στόχο «να παρατηρούν τις διαφοροποιήσεις των κάτω άκρων και να τις συσχετίζουν με τις λειτουργίες τους και το βióτοπο στον οποίο ζουν». Οι μαθητές καλούνται να περιηγηθούν στις προθήκες που φιλοξενούν τα Πουλιά του Δάσους, του Κάμπου και των Υγροτόπων (Εικόνα 1).

Εικόνα 1. Προθήκες με Πτηνά του Δάσους και του Κάμπου



Η προσοχή τους πρέπει να εστιαστεί στα κάτω άκρα και να συσχετίσουν τη μορφή των ποδιών και των δακτύλων με τη λειτουργία τους, τον τόπο και τρόπο διαβίωσης του πουλιού. Καταγράφουν τα συμπεράσματά τους σε έναν πίνακα, ο οποίος είναι ημι-δομημένος (Εικ. 2).

Κάθε βióτοπος και μία πρόκληση...

Παρατήρησε τις προθήκες Πουλιά του Βουνού, Πουλιά του Κάμπου και Πουλιά Υγροτόπων. Συμπλήρωσε τον παρακάτω πίνακα με τα κατάλληλα πτηνά, τα κάτω άκρα, τη λειτουργία των άκρων και το βióτοπο στον οποίο τα συναντάμε.

Πτηνό	Άκρα (Πόδια)	Λειτουργία	Βióτοπος
		Να γραπώννει το θήραμα και να το τεμαχίζει	
			
Χαλκοκουρούνα			
		Να στέκονται σε βαθιά νερά	
Δρυοκολάπτης			
Στουθοκάμηλος			

Εικόνα 2. Δραστηριότητα για τα κάτω άκρα των πτηνών

Εφαρμογή του προγράμματος

Το πρόγραμμα απευθύνεται σε μαθητές του Γυμνασίου και ιδιαίτερα σε αυτούς της δευτέρας τάξης, καθώς εκτός από τη διδασκαλία των προσαρμογών, έχει προηγηθεί η διδασκαλία της

πρόσληψης ουσιών, της κίνησης και της στήριξης, σύμφωνα με το Πρόγραμμα Σπουδών. Αναμένουμε ότι μία τέτοια διαδραστική προσέγγιση της γνώσης σχετικά με τις προσαρμογές των πτηνών όχι μόνο θα εγείρει το ενδιαφέρον των μαθητών, αλλά θα συμβάλει ουσιαστικά στη μάθηση γύρω από το θέμα.

Βιβλιογραφία

- Παπαδόπουλος, Π. (2015). 50 επεισόδια comics για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών. *Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, Έρευνα και Πράξη*, 54-55, 47–56
- Στυλιανού, Α. & Πλακίτση, Κ., (2013). Οι απόψεις και τα βιώματα από τη διδασκαλία των ΦΕ στο Γυμνάσιο και στο Λύκειο των τριτοετών φοιτητών και φοιτητριών Νηπιαγωγών, *Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών: Έρευνα και Πράξη*, (44-45). Ανακτήθηκε από <http://www.lib.uoi.gr/serp/>
- Χαλκιά, Κ. (2012). *Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες: θεωρητικά ζητήματα, προβληματισμοί, προτάσεις*. Αθήνα: Πατάκης
- Belle, T. J. L. (1982). Formal, nonformal and informal education: A holistic perspective on lifelong learning. *International Review of Education*, 28(2), 159–175. doi: 10.1007/bf00598444
- Driver R., Squires A., Rushworth P. & Wood-Robinson V. (2000). *Οικο-δομώντας τις έννοιες των φυσικών επιστημών, Μια παγκόσμια σύνοψη των ιδεών των μαθητών*, Αθήνα: Τυποθήτω Γιώργος Δαρδανός
- Grek, S. (2009). Governing by numbers: the PISA ‘effect’ in Europe. *Journal of Education Policy*, 24(1), 23–37. doi: 10.1080/02680930802412669
- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7(2), 75–83. doi: 10.1111/j.1365-2729.1991.tb00230.x
- Martin, A. J., Durksen, T. L., Williamson, D., Kiss, J., & Ginns, P. (2016). The role of a museum-based science education program in promoting content knowledge and science motivation. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(9), 1364–1384. doi: 10.1002/tea.21332
- OECD (2016), PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy, PISA, OECD Publishing, Paris
- Osborne, J. F. & Collins, S. (2000). *Pupils’ and parents’ views of the school science curriculum*, London: King’s College London
- PISA 2015 key findings for Greece. (n.d.). Retrieved from <https://www.oecd.org/greece/pisa-2015-greece.htm>.
- Tran, L. U. (2007). Teaching science in museums: The pedagogy and goals of museum educators. *Science Education*, 91(2), 278–297. <https://doi.org/doi:10.1002/sce.20193>

Συνδυασμένη εκμάθηση Βιολογίας και Αγγλικών ως ξένης γλώσσας: μια μελέτη περίπτωσης αξιοποίησης εκπαιδευτικού υλικού μεθοδολογίας CLIL σε ελληνικό Λύκειο της Γερμανίας

Πελαγία ΚΑΚΑΡΑΝΤΖΑ¹, Πέτρος ΑΣΜΕΤΗΣ², Κωνσταντίνος ΑΦΟΡΔΑΚΟΣ³, Αναστασία ΒΑΜΒΑΛΗ⁴, Παναγιώτα ΑΚΡΙΩΤΗ⁵, Κατερίνα ΨΑΡΡΟΠΟΥΛΟΥ⁶, Λευκοθέα-Βασιλική ΑΝΔΡΕΟΥ⁷

¹Ελληνικό Γυμνάσιο και Λύκειο, Βούπερταλ, Γερμανία, pelagia.kakarantza@gmail.com

²Τμήμα Βιολογικών Εφαρμογών & Τεχνολογιών, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, petrosasmetis@gmail.com

³Τμήμα Βιολογικών Εφαρμογών & Τεχνολογιών, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, bl01829@uoi.gr

⁴Τμήμα Βιολογικών Εφαρμογών & Τεχνολογιών, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, anastaciavmv@gmail.com

⁵Τμήμα Βιολογικών Εφαρμογών & Τεχνολογιών, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, nava.akri@gmail.com

⁶Τμήμα Βιολογικών Εφαρμογών & Τεχνολογιών, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, cpsarrop@uoi.gr

⁷Τμήμα Βιολογικών Εφαρμογών & Τεχνολογιών, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, landreou@uoi.gr

Περίληψη

Ένα σημείο κριτικής της εκπαιδευτικής μεθοδολογίας CLIL (Content Language Integrated Learning; συνδυασμένη εκμάθηση επιστημονικού αντικειμένου και ξένης γλώσσας) εδράζει στην έλλειψη τυποποιημένων εργαλείων ελέγχου της αποτελεσματικότητας των διδακτικών παρεμβάσεων. Στην παρούσα προτεινόμενη μελέτη θα εισαχθεί εκπαιδευτικό υλικό μεθοδολογίας CLIL στο μάθημα της ξένης γλώσσας στη Β' Λυκείου σε σχολείο της ομογένειας (Γερμανία). Το εκπαιδευτικό υλικό θα περιλαμβάνει μια σειρά δύο μαθημάτων με δραστηριότητες στην Αγγλική γλώσσα που άπτονται του βιολογικού θέματος της αίσθησης και της αντίληψης και πιο συγκεκριμένα τη νευρολογία της όρασης και την οπτική αντίληψη. Βάσει ερευνητικών ερωτηματολογίων αξιολόγησης θα αποτιμηθεί το επίπεδο του γραμματισμού των μαθητών/τριών στη Βιολογία και στην ξένη γλώσσα και το κατά πόσο αυτό διαφοροποιήθηκε ως αποτέλεσμα της διδακτικής παρέμβασης CLIL. Μια συγκεκριμένη πρόκληση και απώτερος μεθοδολογικός στόχος της έρευνας είναι να σχεδιαστούν αξιόπιστα εργαλεία αξιολόγησης για τη μέτρηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων.

Λέξεις-κλειδιά: Γραμματισμός στις βιολογικές επιστήμες, CLIL, STEM, δευτεροβάθμια εκπαίδευση

Εισαγωγή

Η μεθοδολογία CLIL (Content Language Integrated Learning) αναφέρεται στη συνδυασμένη εκμάθηση ενός αντικειμένου και ξένης γλώσσας. Με άλλα λόγια, πρόκειται για διδασκαλία που εδράζει στην εκμάθηση μιας γλώσσας μέσω της μελέτης και ενασχόλησης με ένα νέο αντικείμενο ενδιαφέροντος (Coyle, Hood & Marsh 2010). Ως εκ τούτου, αποτελεί ένα καλό εκπαιδευτικό μοντέλο για τη προσέγγιση διεπιστημονικών πεδίων (Coyle, Holmes & King 2009). Οι μαθησιακοί στόχοι μιας διδασκαλίας CLIL συμπεριλαμβάνουν τόσο την έμφαση στη γλώσσα όσο και στην κατανόηση του έτερου πεδίου (Coyle, Hood & Marsh 2010, Ouazizi 2016). Στην εκπαιδευτική πράξη, οι στόχοι της διδασκαλίας αναφέρονται στη βελτίωση των προφορικών, επικοινωνιακών και γραπτών δεξιοτήτων στη γλώσσα-στόχο (π.χ. Aguilar & Muñoz 2014, Lasagabaster 2008, Lorenzo, Casal & Moore 2009), στην προώθηση του γραμματισμού του άλλου αντικειμένου (π.χ. επιστημονικού γραμματισμού κ.α.) με την επιλογή θεμάτων ενδιαφέροντος (Andreou 2019) καθώς και η ενίσχυση των κινήτρων μάθησης μέσω της δημιουργικότητας και της καινοτομίας (Coyle 2006, Coyle, Holmes & King 2009).

Η πλειοψηφία των ερευνητικών εργασιών που εξετάζουν τα μαθησιακά αποτελέσματα των διδακτικών παρεμβάσεων CLIL επικεντρώνεται κυρίως στα αποτελέσματα εκμάθησης των γλωσσών (San Isidro & Lasagabaster 2018). Παρόλο που τα αποτελέσματα των διδασκαλιών CLIL στην εκμάθηση του επιστημονικού πεδίου δεν έχουν διερευνηθεί συστηματικά, υπάρχουν

έρευνες που καταδεικνύουν αμφιλεγόμενα αποτελέσματα (Seikkula-Leino 2007). Πρόσφατα, μια μελέτη στη Γερμανία εισήγαγε την χρήση των Αγγλικών ως ξένης γλώσσας στο μάθημα της Βιολογίας (Duske & Ewig 2018). Ελέγχθηκε η επίδραση της CLIL προσέγγισης στην κινητοποίηση για μάθηση (ως προς τη Βιολογία ή τα Αγγλικά) και η απόκτηση γνώσεων στη Βιολογία, χωρίς σημαντική διαφορά έναντι της παραδοσιακής διδασκαλίας.

Ωστόσο, εξακολουθεί να υπάρχει διαπιστωμένη ανάγκη για συστηματική έρευνα ως προς τον αντίκτυπο των προγραμμάτων CLIL στο έτερο πεδίο από την άποψη της διδακτικής στην ξενόγλωσση τάξη (Coyle et al. 2010). Επίσης, είναι διαπιστωμένη η απουσία τυποποιημένων εργαλείων αξιολόγησης των μαθησιακών αποτελεσμάτων (Dalton-Puffer 2011). Η παρούσα μελέτη επικεντρώνεται σε αυτή τη βασική πρόκληση για την ερευνητική βιβλιογραφία και ακολουθεί άλλες πρόσφατες θεωρήσεις της μεθοδολογίας CLIL (Andreou et al. 2019, Athanassopoulou et al. 2019) εξετάζοντας τα αποτελέσματα της στην ξενόγλωσση τάξη τόσο στην εκμάθηση της γλώσσας όσο και στο άλλο πεδίο (Βιολογία).

Στάδια υλοποίησης της έρευνας

Περιγραφή διδακτικής παρέμβασης

Στην προτεινόμενη μελέτη, θα συμμετέχουν τριάντα πέντε μαθητές Λυκείου της Β' Τάξης από το Ελληνικό Γυμνάσιο και Λύκειο στο Βούπερταλ, Γερμανία. Οι μαθητές/τριες θα εισαχθούν σε έννοιες Νευροεπιστημών κατά τη διάρκεια μιας ενότητας δύο μαθημάτων Αγγλικών ως ξένης γλώσσας. Συγκεκριμένα, έχει αναπτυχθεί εκπαιδευτικό υλικό (Εικόνα 1) από ειδικούς πεδίου στις Νευροεπιστήμες και τη Γλωσσολογία (Department of Biological Applications and Technology 2020). Το εκπαιδευτικό υλικό, διάρκειας 2x40 λεπτών, περιλαμβάνει εκπαιδευτικές δραστηριότητες (speaking, vocabulary and multimedia poster activities) σχετικές με το θέμα της αίσθησης και της αντίληψης. Η προσωπαγνωσία (prosopagnosia or face blindness) και άλλοι όροι θα συζητηθούν έτσι ώστε οι μαθητές να ενημερωθούν σχετικά με τη νευρολογία της όρασης και την οπτική αντίληψη. Για το σκοπό αυτό, θα χρησιμοποιηθούν διάφορα εργαλεία που περιλαμβάνουν εκπαιδευτικές κάρτες ομιλίας από το London Science Museum (Science Museum Group 2017), ένα ακαδημαϊκό εγχειρίδιο Νευροεπιστημών (Baars & Gage 2014), οπτικοακουστικό υλικό από μια δημοφιλή YouTube επιστημονική σειρά (CrashCourse 2014) και μια εφαρμογή πολυμέσων στο διαδίκτυο για την παραγωγή αφίσας (Glogster 2017). Σημειώνεται επίσης το πολυγλωσσικό εκπαιδευτικό υπόβαθρο των μαθητών/τριών (ελληνικής καταγωγής σε σχολείο στη Γερμανία στο ωρολόγιο πρόγραμμα του οποίου διδάσκονται τα Αγγλικά και άλλες ξένες γλώσσες). Ακόμη, στο συγκεκριμένο σχολικό περιβάλλον ενθαρρύνεται ενεργά η εκπαίδευση STEM (Science Technology Engineering Mathematics), ενώ οι μαθητές/τριες που θα συμμετέχουν στην έρευνα έχουν μiktό προσανατολισμό όσον αφορά τη σταδιοδρομία των μελλοντικών σπουδών τους, π.χ. θετικές επιστήμες, ανθρωπιστικές σπουδές κ.α.

Ερευνητικός Σχεδιασμός

Η επίδραση της διδακτικής παρέμβασης στον γλωσσολογικό (linguistic literacy) και επιστημονικό γραμματισμό (science literacy) των μαθητών/τριών θα προσδιοριστεί μέσω κατάλληλων ερωτηματολογίων με προέλεγχο και μετέλεγχο (one group pre-test and post-test design) (Ceylan & Ozdilek 2015). Ενδεχόμενη στατιστικά σημαντική διαφορά στην απόδοση των μαθητών/τριών υποδεικνύει ότι η εκπαιδευτική εμπειρία κρίνεται ως επωφελής για τους μαθητές/τριες. Ο ερευνητικός σχεδιασμός της μελέτης απεικονίζεται σχηματικά στην Εικόνα 2.

INTRODUCING NEUROSCIENCE CONCEPTS:

THE BRAIN, THE TOOLS & VISUAL PERCEPTION

How good are you at recognizing faces? How about when these are inverted?



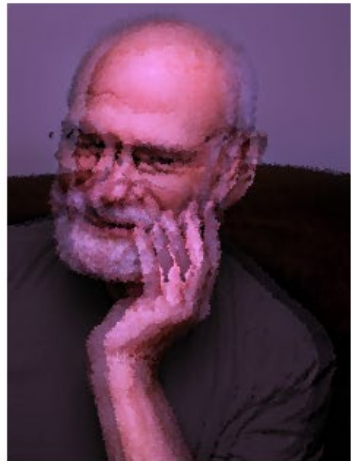
Student Number ...

26.04.2019
... GRADE MODERN GREEK

MODERN GREEK COURSE

SPEAKING ACTIVITY

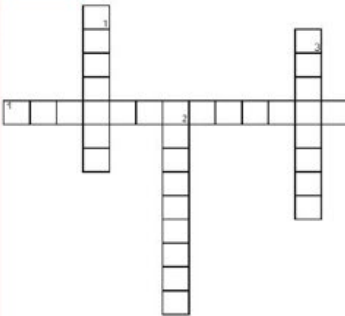
VISUAL PERCEPTION



Introduction

Dr. Sacks can't do a simple thing that an average toddler can. He can't recognize his own face in the mirror. Sacks has a form of prosopagnosia: a neurological disorder that impairs a person's ability to perceive or recognize faces, also known as face blindness. Sacks can recognize his coffee cup on the shelf, but he can't pick out his oldest friend from the crowd, because this specific sliver of his brain responsible for facial recognition is not functioning. There is nothing wrong with his vision, the senses intact. The problem is with his perception

Fill in the crossword below.



Across

1. face blindness

Down

1. the lack of knowledge

2. what hearing and vision are

3. the process of perceiving something with the senses

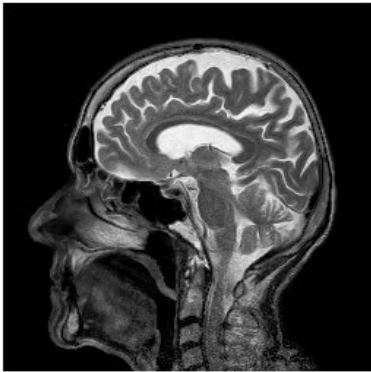
Exercise 4. Are the sentences True or False?

SENTENCES	TRUE	FALSE
1. Οι ασθενείς με οπτική αγωγή χρησιμοποιούν άλλες αισθήσεις (ακοή, αφή, όσφρηση) για την αναγνώριση αντικειμένων.		
2. Οι ασθενείς με προσωπαγνωσία μπορούν πάντα να αναγνωρίζουν συγγενείς ή φίλους.		
3. Οι ασθενείς με προσωπαγνωσία βασίζονται σε άλλα στοιχεία, όπως η φωνή ή τα ρούχα που φοράει το άτομο για να αναγνωρίσουν τα άτομα.		
4. Μερικοί ασθενείς με προσωπαγνωσία δεν μπορούν να αναγνωρίσουν ούτε το πρόσωπό τους στον καθρέφτη.		
5. Η αναγνώριση προσώπων είναι πιο εύκολη από την αναγνώριση αντικειμένων.		
6. Ο αγρότης με προσωπαγνωσία αναγνώριζε με ευκολία τόσο τα ανθρώπινα πρόσωπα όσο και τα πρόβατα στην φάρμα του.		

3

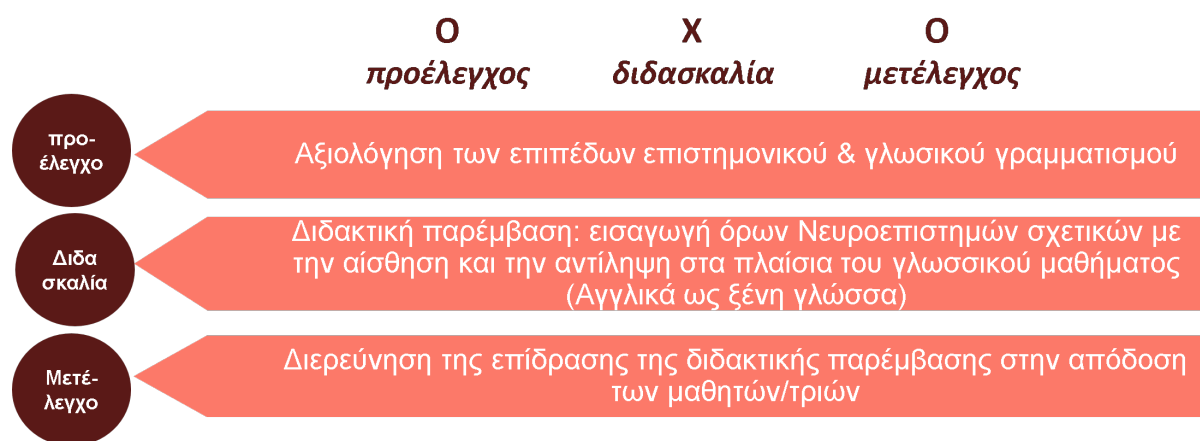
Get inspired and create your own Glog!

Look closely at the image. How does it make you feel? What does it make you think about? Can you guess what it is?



Turn the page over and read the information about the object. You may use this as inspiration to create your own multimedia poster or Glog!

Εικόνα 1. Δείγμα από φύλλα εργασίας για τους μαθητές/τριες που θα χρησιμοποιηθούν σε αυτή τη μελέτη. Απεικονίζεται τροποποιημένη φωτογραφία του Dr. Oliver Sacks, διαθέσιμη από τη Wikimedia Commons, Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported license (Ρορωνα 2013). Επίσης, εμφανίζεται κείμενο από την απομαγνητοφώνηση αποσπάσματος διαδικτυακής σειράς (CrashCourse 2014).



Εικόνα 2. Ερευνητικός σχεδιασμός μελέτης

Συλλογή δεδομένων

Δεκατέσσερις ερωτήσεις αναπτύχθηκαν για την αξιολόγηση του (α) γλωσσικού γραμματισμού, του (β) επιστημονικού γραμματισμού ή (γ) και των δύο (Πίνακας 1). Σε κάθε ερώτηση αποδόθηκε ένα ειδικό βάρος με βάση το βαθμό δυσκολίας. Χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα βάρη: 1 = χαμηλός, 2 = μέτριος, 3 = υψηλός βαθμός δυσκολίας. Πιο συγκεκριμένα, το 0 είναι η χαμηλότερη και 28 η υψηλότερη βαθμολογία που θα μπορούσε να λάβει ένα ερωτηματολόγιο αξιολόγησης. Το ερωτηματολόγιο προελέγχου (δηλαδή το Ερωτηματολόγιο #1) θα μοιραστεί στους μαθητές/τριες πριν από τη διδακτική παρέμβαση προκειμένου να εκτιμηθεί η προηγούμενη γνώση των μαθητών σχετικά με τα θέματα της αίσθησης και της αντίληψης και των γνώσεών τους στην Αγγλική γλώσσα. Το ίδιο ερωτηματολόγιο (δηλαδή το Ερωτηματολόγιο #2) θα δοθεί εκ νέου στο τέλος του μαθήματος για να εκτιμηθεί η επίδραση της παρέμβασης του εκπαιδευτικού στις επιδόσεις των μαθητών. Τόσο η σειρά των ερωτήσεων όσο και η σειρά των απαντήσεων στις ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής στα Ερωτηματολόγια #1 και #2 θα είναι πλήρως τυχαία, προκειμένου να αποφευχθεί η εισαγωγή προκατάληψης στα δεδομένα.

Πίνακας 1: Ενδεικτικές ερευνητικές ερωτήσεις με απαντήσεις σε μορφή πολλαπλής επιλογής που στοχεύουν στην αξιολόγηση του επιπέδου γλωσσικού και επιστημονικού γραμματισμού των μαθητών/τριων (Andreou et al. 2019, Athanasopoulou et al. 2019). Τα βάρη υποδηλώνουν το βαθμό δυσκολίας των ερωτήσεων. Η κατηγορία αναφέρεται στον έλεγχο για ΓΓ = γλωσσικό γραμματισμό, ΕΓ = επιστημονικό γραμματισμό, * = και τα δύο.

α/α	Ερώτηση	Βάρος	Κατηγορία
E1	The word “prosopagnosia” is a compound word. Can you guess the two words that form it?	2	ΓΓ
E2	The term “visual awareness” suggests...	2	ΓΓ*
E3	Patients with “prosopagnosia” use other senses like hearing or smell, in order to recognize objects. What does this show?	3	ΕΓ
E4	Is there a connection between the two terms of “sensation” and “perception”?	3	ΕΓ*

Ανάλυση ερευνητικών δεδομένων

Η ανάλυση δεδομένων θα περιλαμβάνει στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων βάσει σύγκρισης της απόδοσης των μαθητών/τριων στα ερωτηματολόγια αξιολόγησης πριν και μετά το μάθημα CLIL. Για τη στατιστική ανάλυση θα χρησιμοποιηθεί το τεστ Wilcoxon Signed Rank Test σε στατιστικό επίπεδο .05 (στο πρόγραμμα SPSS v.25).

Συζήτηση

Η παρούσα μελέτη έχει σχεδιαστεί για να αξιοποιήσει το πρόγραμμα σπουδών 4Cs (Coyle 2008) στη διδασκαλία και εκμάθηση του CLIL, ήτοι (1) το κατάλληλο επιστημονικό περιεχόμενο, (2) τις γλωσσικές δραστηριότητες που υπογραμμίζουν τη λειτουργία της γλώσσας στην επικοινωνία, (3) την ανάπτυξη γνωστικών δεξιοτήτων, όπως είναι η κατανόηση της περίπλοκης επιστημονικής ορολογίας και (4) η έκθεση στην επιστημονική κουλτούρα.

Επίσης, η μελέτη στοχεύει να ελέγξει αν υπάρχει βελτίωση των επιδόσεων των μαθητών στον γλωσσικό γραμματισμό, στον επιστημονικό γραμματισμό ή και στους δύο τομείς. Προηγούμενη μελέτη έδειξε στατιστικά σημαντική αύξηση των ελεγχόμενων επιπέδων γραμματισμού όταν οι μαθητές/τριες ενημερώθηκαν σε θέματα Βιολογίας στα πλαίσια γλωσσικού μαθήματος Νέων Ελληνικών ως ξένης γλώσσας (Athanasopoulou et al. 2019). Παραμένει, ως γενικότερος μεθοδολογικός στόχος, η ανάγκη ανάπτυξης κατάλληλων αντικειμενικών ερευνητικών εργαλείων αξιολόγησης των μαθησιακών αποτελεσμάτων της μεθοδολογίας CLIL (Dalton-Puffer 2011). Η παρούσα προτεινόμενη μελέτη θα βοηθήσει προς αυτή την κατεύθυνση μέσω σύγκρισης των επιπέδων γραμματισμού με αυτά της μελέτης των Athanasopoulou et al. (2019) και μέσω της αποτίμησης της αποτελεσματικότητας του ερωτηματολογίου αξιολόγησης ως ερευνητικού εργαλείου στο πεδίο CLIL.

Τέλος, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι το ευρύτερο θεωρητικό υπόβαθρο και παράλληλος στόχος του προτεινόμενου μαθήματος είναι η προώθηση της εκμάθησης γλωσσών και του γλωσσικού πλουραλισμού στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση καθώς και η προώθηση του επιστημονικού γραμματισμού και της συμμετοχής σε εκπαιδευτικές δράσεις STEM.

Βιβλιογραφία

- Aguilar, M., & Muñoz, C. (2014). The effect of proficiency on CLIL benefits in Engineering students in Spain. *International Journal of Applied Linguistics*, 24(1), 1-18.
- Andreou, L. V. (2019). Remembrance Day: A Micro-scenario-based Teaching of English as a Foreign Language Employing Micro-activities in a Digital Environment. *INTED2019 Proceedings*, 7533-7542.
- Andreou, L. V., Athanasopoulou, G., Aletra, V. & Psarropoulou, C. (2019). Introducing Biology Concepts to Students in Belgium in the Context of a Modern Greek Course. In Mafalda Carmo (Ed.), *END2019 Book of Abstracts*, 134-134. Lisbon: WIARS.
- Athanasopoulou, G., Aletra, V., Psarropoulou, C., & Andreou, L. V. (2019) Effect of a CLIL intervention on linguistic and science literacy of students in Belgium: achievement levels and the student experience. *manuscript in preparation*.
- Baars, B. J., & Gage, N. M. (2014). *Cognition, brain, and consciousness: introduction to cognitive neuroscience*. Amsterdam: Academic Press.
- Ceylan, S., & Ozdilek, Z. (2015). Improving a Sample Lesson Plan for Secondary Science Courses within the STEM Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 177, 223-228.
- Coyle, D. (2006). *Content and Language Integrated Learning, Motivating Learners, and Teachers*. Birmingham: University of Birmingham.
- Coyle, D. (2008). CLIL: A Pedagogical Approach from the European Perspective. In N. H. Hornberger (Ed.), *Encyclopedia of Language and Education*, 4, 97-112. Berlin: Springer-Verlag.
- Coyle, D., Holmes, B., & King, L. (2009). *Towards an integrated curriculum—CLIL National Statement and Guidelines*. London: The Languages Company.
- Coyle, D., Hood, P., & Marsh, D. (2010). *Content and language integrated learning*. Cambridge: Cambridge University Press.
- CrashCourse. (2014). Sensation and Perception: Crash Course Psychology #5 [Online video]. 3 March. Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=unWnZvXJH2o&feature=youtu.be>

- (Accessed: 10 May 2020).
- Dalton-Puffer, C. (2011). Content-and-Language Integrated Learning: From Practice to Principles? *Annual Review of Applied Linguistics*, 31, 182-204.
- Department of Biological Applications and Technology. (2020). About the Department [Online]. Available at: <http://www.bat.uoi.gr/eng/index.php> (Accessed: 10 May 2020).
- Duske, P. and Ewig, M. (2018). CLIL Biology—teaching biology in a foreign language: the influence of classroom language on student motivation and acquisition of knowledge. *Challenges in Biology Education Research*, p.92.
- Glogster. (2017). Multimedia posters with 3D [Online]. Available at: <https://edu.glogster.com/> (Accessed May 10, 2020).
- Lasagabaster, D. (2008). Foreign language competence in content and language integrated courses. *The Open Applied Linguistics Journal*, 1(1), 30-41.
- Lorenzo, F., Casal, S., & Moore, P. (2009). The effects of content and language integrated learning in European education: Key findings from the Andalusian bilingual sections evaluation project. *Applied Linguistics*, 31(3), 418-442.
- Popova, M. (2013) *Oliver Sacks* [online]. Available at <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Oliversacks.jpg> (Accessed: 10 May 2020).
- Ouazizi, K. (2016). The effects of CLIL education on the subject matter (mathematics) and the target language (English). *Latin American Journal of Content and Language Integrated Learning*, 9(1), 110-137.
- San Isidro, X., & Lasagabaster, D. (2018). The impact of CLIL on pluriliteracy development and content learning in a rural multilingual setting: A longitudinal study. *Language Teaching Research*, 23(5), 584-602.
- Science Museum Group. (2017). Talking points cards [Online]. Available at: <https://learning.sciencemuseumgroup.org.uk/resources/talking-points-cards/> (Accessed: 10 May 2020).
- Seikkula-Leino, J. (2007). CLIL Learning: Achievement Levels and Affective Factors. *Language and Education*, 21 (4), 328-341

Ηλεκτροφορητικός διαχωρισμός μορίων: κατασκευή - χρήση συσκευής ηλεκτροφόρησης από απλά υλικά καθημερινής χρήσης και ένταξή της σε πειραματικές δραστηριότητες βιολογίας

Παναγιώτης Κ. ΣΤΑΣΙΝΑΚΗΣ¹, Ελένη ΚΑΤΑΝΑ²

¹ΕΚΦΕ (Εργαστηριακό Κέντρο Φυσικών Επιστημών) Αμπελοκήπων, ΔΔΕ Α Αθήνας,
stasinakis@biology.gr

²ΕΚΦΕ (Εργαστηριακό Κέντρο Φυσικών Επιστημών) Νέας Φιλαδέλφειας, ΔΔΕ Α Αθήνας,
eleni.katana@gmail.com

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται αναλυτικά η κατασκευή και η χρήση μιας ηλεκτροφορητικής διάταξης, χρησιμοποιώντας ακίνδυνα υλικά καθημερινής χρήσης. Βασικός στόχος είναι να προταθεί η κατάλληλη διαδικασία και οι κατασκευές που απαιτούνται για την εισαγωγή της ηλεκτροφόρησης στη διδασκαλία της Βιολογίας. Η εφαρμογή της ηλεκτροφόρησης είναι δύσκολη σε ένα σχολικό εργαστήριο λόγω των εξειδικευμένων υλικών που απαιτούνται, καθώς και του υψηλού κόστους αγοράς της ηλεκτροφορητικής συσκευής. Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται, αναλύεται και δοκιμάζεται μία απλή, ασφαλής και χαμηλού κόστους μέθοδος ηλεκτροφόρησης, ώστε να είναι εφικτή η εισαγωγή της ηλεκτροφορητικής τεχνικής σε κάθε σχολική αίθουσα. Από την παρακολούθηση της κίνησης και του τρόπου διαχωρισμού των δειγμάτων στην πηκτή (ευδιάκριτες χρωστικές), επιχειρείται η εξαγωγή γενικότερων συμπερασμάτων για τον ηλεκτροφορητικό διαχωρισμό μορίων. Η παρούσα πρόταση συνοδεύεται και από φύλλο εργασίας, που έχει δοκιμαστεί σε ομάδα μαθητών της Γ' Λυκείου, δίνοντας τα πρώτα αποτελέσματα από την ένταξη της συσκευής και του πρωτοκόλλου στη σχολική αίθουσα. Διαπιστώθηκε πως οι μαθητές/μαθήτριες κατόρθωσαν να κατασκευάσουν και να χρησιμοποιήσουν την ηλεκτροφορητική συσκευή με άνεση, να βελτιώσουν τις πειραματικές τους δεξιότητες, να κατανοήσουν καλύτερα ζητήματα βιολογίας που απορρέουν από ανάλυση ηλεκτροφόρησης και να εκδηλώσουν αυξημένο ενδιαφέρον για τη μέθοδο. Στόχος μας είναι η περαιτέρω βελτίωση της συσκευής και του πρωτοκόλλου, καθώς και η χρήση της σε μεγαλύτερο μαθητικό πληθυσμό.

Λέξεις κλειδιά: πείραμα, ηλεκτροφόρηση, φύλλο εργασίας, απλά υλικά, διερευνητική μάθηση

Εισαγωγή

Η ηλεκτροφόρηση είναι μια ευρέως διαδεδομένη τεχνική, που χρησιμοποιείται για τον διαχωρισμό μακρομορίων, όπως τα νουκλεϊνικά οξέα και οι πρωτεΐνες. Η βασική ιδέα της ηλεκτροφόρησης είναι αρκετά απλή και στηρίζεται στην αρχή της κίνησης φορτισμένων σωματιδίων κατά μήκος ενός στερεού πορώδους υποστρώματος (όπως η πηκτή αгарόζης), υπό από την επίδραση ηλεκτρικού πεδίου. Εντός ηλεκτρικού πεδίου φορτισμένα σωματίδια, όπως οι πρωτεΐνες και το DNA, κινούνται προς τον έναν ή τον άλλο πόλο με διαφορετικές ταχύτητες, ανάλογα με του φορτίου τους και αντιστρόφως ανάλογα του μεγέθους τους (Lee et al., 2012) και κατά τον διαχωρισμό τους διατάσσονται υπό μορφή ζωνών μέσα στην πηκτή.

Η ηλεκτροφόρηση χρησιμοποιείται ευρέως στο κλινικό εργαστήριο και αποτελεί πολύτιμο διαγνωστικό εργαλείο στις βιολογικές επιστήμες. Η πιο συχνή μορφή της είναι αυτή της ηλεκτροφόρησης μορίων DNA σε πηκτή αгарόζης, με την οποία μπορεί να εξακριβωθεί η γενετική ταυτότητα ενός οργανισμού. Επίσης, η ηλεκτροφόρηση των πρωτεϊνών του ορού στον άνθρωπο χρησιμεύει στην ανίχνευση παθολογικής προέλευσης και στη διάγνωση διαφόρων ασθενειών (π.χ. αιμοσφαιρινοπάθειες) (Ericsson & Nistér, 2011).

Παρά τη σπουδαιότητα και την ευρύτητα των εφαρμογών της, ο εξοπλισμός και τα υλικά που απαιτούνται για την εφαρμογή της ηλεκτροφόρησης είναι ιδιαίτερα ακριβά, συχνά πέρα από τις δυνατότητες του σχολικού εργαστηρίου φυσικών επιστημών. Επιπροσθέτως του κόστους, πολλά

από τα αντιδραστήρια που χρησιμοποιούνται είναι ιδιαίτερος επικίνδυνος. Ωστόσο, χρησιμοποιείται συχνά στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, κυρίως όμως με υλικά και συσκευές ενός τυπικού εργαστηρίου (Maurye *et al.*, 2018a, 2018b; Sellietal., 2014; Benskin & Sixue, 2012).

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται αναλυτικά η κατασκευή και η χρήση μιας ηλεκτροφορητικής διάταξης (συσκευή, διαλύματα), όπως και η παρασκευή της πηκτής, χρησιμοποιώντας μόνο ασφαλή και ευρέως διαθέσιμα οικιακά υλικά. Οι διαδικασίες που περιγράφονται, παρά το γεγονός ότι είναι ιδιαίτερα απλουστευμένες, ώστε να εφαρμόζονται με άνεση από τους μαθητές, τους δίνουν τις απαιτούμενες πληροφορίες για τη λειτουργία του εξοπλισμού και τους βοηθούν να κατανοήσουν κάποια από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των βιομορίων (π.χ. το μέγεθος). Σκοπός της εμπλοκής των μαθητών στην κατασκευή και χρήση της ηλεκτροφορητικής διάταξης είναι η οργάνωση και η αξιοποίηση των πληροφοριών που τους παρέχονται, η ενεργός συμμετοχή τους στην κατασκευή και την πειραματική διαδικασία, αλλά και η αύξηση του ενδιαφέροντός τους για την εργαστηριακή διδασκαλία (Αθανασίου, 2015). Πέρα τούτου, παρουσιάζονται και τα αποτελέσματα από την πρώτη εφαρμογή της πειραματικής διάταξης και διαδικασίας, όπως αυτή υλοποιήθηκε από μαθητές με χρήση κατάλληλα διαμορφωμένου φύλλου εργασίας (Στασινάκης, 2015).

Κατασκευή ηλεκτροφορητικής συσκευής – χρήση ηλεκτροφόρησης

Α. Υλικά

Στην Εικόνα 1 απεικονίζονται τα βασικά υλικά που απαιτούνται για να υλοποιηθεί η ηλεκτροφορητική διάταξη.



Εικόνα 1. Βασικά υλικά για την ηλεκτροφορητική διάταξη.

Αναλυτικά, για την κατασκευή της ηλεκτροφορητικής διάταξης χρειάζονται τα ακόλουθα:

Άγαρ: χρησιμοποιείται αντί αгарόξης, ώστε να παραχθεί η πηκτή. Κανονικά χρησιμοποιείται αгарόξη, ένα γραμμικό πολυμερές που περιέχεται στο άγαρ και διαθέτει μόνο ουδέτερες υδατανθρακικές αλυσίδες. Μία ένσταση της χρήσης του άγαρ αντί της αгарόξης είναι ότι αυτό διαθέτει φορτισμένους υδατάνθρακες, γεγονός που μπορεί να προκαλέσει διάχυση και εξάπλωση των ηλεκτροφορητικών ζωνών λόγω ηλεκτροώσμωσης. Σε αυτή τη δραστηριότητα, αυτό δεν είναι ιδιαίτερο πρόβλημα.

Μαγειρική σόδα: χρησιμοποιείται για την παροχή των κατάλληλων ιόντων, ώστε να παραχθεί το

διάλυμα ηλεκτροφόρησης (ΔΗ) καθώς και για την παραγωγή της πηκτής.

Απεσταγμένο νερό: χρησιμοποιείται για να είναι όσο πιο καθαρό γίνεται από επιμολύνσεις.

Ξυλάκια 1 (Ξ1 - ξυλάκια κατασκευών 55 mm), Ξυλάκια 2 (Ξ2 - ξυλάκια κατασκευών 140 mm - πλατιά): χρησιμοποιούνται για να κατασκευαστεί το 'χτένι', με το οποίο δημιουργούνται τα 'πηγαδάκια' της πηκτής, μέσα στα οποία φορτώνονται τα δείγματα. Εναλλακτικά, αντί για ξυλάκια μπορούν να χρησιμοποιηθούν άλλα υλικά, όπως χαρτόνι ή αφρώδες χαρτί (Εικόνα 2).



Εικόνα 2. Η κατασκευή για το χτένι. Τα δύο ακραία κάθετα λευκά ξυλάκια (Ξ1) τοποθετήθηκαν για να σταθεροποιείται η κατασκευή. Για ηλεκτροφόρηση θα χρησιμοποιηθούν τα πηγαδάκια που θα σχηματιστούν από τα τρία κεντρικά ξυλάκια. Τα 5 Ξ1 έχουν τοποθετηθεί μεταξύ των 2 Ξ2, πάνω στα οποία έχουν κολλήσει με κόλλα γενικής χρήσης.

Μεταλλικά κλιπ 32 mm: χρησιμοποιούνται για να κρατάνε ενωμένα τα Ξυλάκι 1 και Ξυλάκι 2, ώστε να σχηματίζεται το 'χτένι'. Επιπλέον χρησιμοποιούνται και σε άλλα στάδια, π.χ. συγκρατούν τα ηλεκτρόδια ή τα καλώδια τροφοδοσίας, κτλ.

Μικρό πλαστικό κουτί (ΠΚ1): χρησιμοποιείται ως καλούπι για την παραγωγή της πηκτής. Στην παρούσα κατασκευή, χρησιμοποιήθηκε κουτί διαστάσεων 60mm(π) x 80mm(μ) x 25mm(β).

Μεγάλο πλαστικό κουτί (ΠΚ2): χρησιμοποιείται ως δοχείο, μέσα στο οποίο θα τοποθετηθεί το ΠΚ1. Θα πρέπει να διαθέτει επιπλέον χώρο, ώστε να γεμίζει με ΔΗ. Στην παρούσα κατασκευή χρησιμοποιήθηκε κουτί διαστάσεων 105mm(π) x 150mm(μ) x 70 mm(β). Δεν απαιτείται κάποιο καπάκι, καθώς το ηλεκτρικό ρεύμα που θα διοχετευθεί θα είναι μικρής έντασης και άρα ασφαλές ακόμα και αν κάποιος έρθει σε επαφή με αυτό.

Ηλεκτρόδια - Γαλβανιζέ σύρματα (ή ακόμα και σύρμα από κρεμάστρα ή συνδετήρες): χρησιμοποιούνται για κατασκευή ηλεκτροδίων, που θα τοποθετηθούν στα άκρα του ΠΚ1 και θα συνδεθούν με κροκοδειλάκια, ώστε να γίνεται η παροχή ηλεκτρικού ρεύματος. Στην παρούσα κατασκευή χρησιμοποιήθηκαν συνδετήρες Νο 7.

Φούρνος μικροκυμάτων: για τη διάλυση του άγαρ.

Σκεύος για φούρνο μικροκυμάτων: ανθεκτικό σκεύος.

Θερμοανθεκτικό γάντι ή γάντι κουζίνας: χρησιμοποιείται για την απομάκρυνση του σκεύους από το φούρνο μικροκυμάτων, αφού θα έχουν αναπτυχθεί υψηλές θερμοκρασίες.

Κουτάλι γλυκού: για υπολογισμό των ποσοτήτων άγαρ και μαγειρικής σόδας που θα χρησιμοποιηθούν. Εναλλακτικά, ζυγό ακριβείας για τις αντίστοιχες μετρήσεις ποσοτήτων.

Κουτάλι σούπας μεγάλο: για ανακάτεμα των διαλυμάτων και μεταφορά του διαλυμένου άγαρ μέσα στο ΠΚ1.

Χρωστικές τροφίμων (μπλε, κίτρινη).

Γλυκερόλη ή σιρόπι καλαμποκιού: είναι ουσίες υψηλής πυκνότητας, που μπορούν να συμμετάσχουν στο διάλυμα «φόρτωσης». Όταν αναμιγνύονται με τις χρωστικές, δημιουργείται το δείγμα που θα πληρώσει τα πηγαδάκια της πηκτής. Η παρουσία τους διασφαλίζει ότι τα δείγματα έχουν πυκνότητα μεγαλύτερη του ΔΗ και μπορούν να καθιζάνουν στις θέσεις υποδοχής - πηγαδάκια.

Τρία πλαστικά καπάκια από μπουκάλια: χρησιμοποιούνται για την ανάμιξη της γλυκερόλης με τις τρεις διαφορετικές χρωστικές καθώς και των χρωστικών μεταξύ τους.

Πλαστικό μικρό ποτήρι: χρησιμοποιείται για να ξεβγάζεται η σύριγγα, κάθε φορά που η διάταξη

φορτώνεται με χρωστική διαφορετικού χρώματος.

Τροφοδοτικό ή 5 μπαταρίες των 5V: απαιτείται τάση περίπου 20-25 V.

Σύριγγα 1 ml χωρίς τη βελόνα: για τη φόρτωση των δειγμάτων στα πηγαδάκια.

Σύριγγα 10-20ml: για να τοποθετηθεί το ΔΗ σταδιακά μέσα στο σχετικό ΠΚ2.

Δύο καλώδια ρεύματος με κροκοδειλάκια: τα άκρα με τα κροκοδειλάκια συνδέονται στα γαλβανιζέ ηλεκτρόδια, επιτρέποντας την άμεση παροχή ενέργειας από το τροφοδοτικό στο οποίο συνδέονται τα άλλα άκρα.

Μαχαίρι: για να κοπεί η πηκτή σε συγκεκριμένα σημεία, ώστε να τοποθετηθούν τα ηλεκτρόδια.

Β. Κατασκευή χτενιού

Χρησιμοποιούνται τα Ξ1 και Ξ2. Κόβονται δύο κομμάτια από το Ξ2, λίγο πιο μεγάλα από το πλάτος του ΠΚ1. Στη συνέχεια κόβονται πέντε κομμάτια από το Ξ1, τα οποία τοποθετούνται ανάμεσα στα Ξ2, αφήνοντας μεταξύ τους κάποια απόσταση (τουλάχιστον 5mm) και με κόλλα συγκρατείται η κατασκευή. Η απόσταση αυτή είναι απαραίτητη, ώστε να στηρίζεται η πηκτή και να μην καταστρέφονται τα πηγαδάκια, όταν αφαιρείται το χτένι μετά το πήξιμο. Στόχος είναι να δημιουργηθούν τρία κεντρικά πηγαδάκια, όπου θα φορτωθούν τα δείγματά. Στην Εικόνα 2 φαίνεται το χτένι που χρησιμοποιήθηκε. Στην κατασκευή αυτή τα ακραία πηγαδάκια δεν χρησιμοποιούνται, καθώς προκύπτουν επειδή τοποθετήθηκαν τα Ξ1 ώστε να σταθεροποιηθεί η κατασκευή. Τα δόντια από το χτένι δεν πρέπει να ακουμπάνε στον πυθμένα του ΠΚ1, αλλά να απέχουν από αυτόν περίπου 1cm.

Γ. Διάλυμα ηλεκτροφόρησης (ΔΗ)

Φτιάχνεται διάλυμα μαγειρικής σόδας, προσθέτοντας 1 gr σόδας ανά 100 ml απεσταγμένου νερό (ή μισό κουταλάκι γλυκού). Πριν ξεκινήσει η διάλυση, χρησιμοποιείται νερό βρύσης για να διαπιστωθεί πόσα ml ΔΗ χρειάζονται για γεμίσει το ΠΚ2 και το ΠΚ1. Όταν το ΠΚ1 βρεθεί μέσα στο ΠΚ2, θα πρέπει το ΠΚ1 με την πηκτή να είναι καλυμμένο από πάνω με ΔΗ για περίπου 1cm. Στην παρούσα κατασκευή παρασκευάστηκαν συνολικά 500 ml ΔΗ, εκ των οποίων τα 100 ml χρησιμοποιήθηκαν για την παρασκευή της πηκτής.

Δ. Παρασκευή πηκτής

Στο ανθεκτικό σκεύος που θα χρησιμοποιηθεί για το φούρνο μικροκυμάτων, προστίθενται 100 ml ΔΗ και 1 g άγαρ (ή 1/4 κουταλάκι γλυκού) και μετά από ανάδευση δημιουργείται ένα ομογενές μίγμα. Το μίγμα τοποθετείται μέσα στον φούρνο μικροκυμάτων. Χρειάζεται περίπου 1½ λεπτό για να λιώσει το άγαρ, αλλά θα πρέπει ανά 15 δευτερόλεπτα να σταματά η θέρμανση στο φούρνο και να ανακατεύεται το μίγμα. Μόλις παρατηρηθεί παραγωγή φυσαλίδων από το μίγμα, η θέρμανση πρέπει να σταματήσει, διαφορετικά η πηκτή θα γεμίσει φυσαλίδες.

Ε. Πήξη πηκτής

Μεταφέρεται προσεκτικά το σκεύος από το φούρνο μικροκυμάτων, κρατώντας το με κάποιο θερμοανθεκτικό υλικό, επειδή πιθανόν να έχει υψηλή θερμοκρασία. Στο ΠΚ1 ήδη έχει τοποθετηθεί το χτένι, σε θέση ώστε να βρίσκεται σε απόσταση 2cm από το ένα άκρο του ΠΚ1 (αυτό γίνεται επειδή σε αυτό το άκρο πρέπει να προστεθεί ένα ηλεκτρόδιο). Ρίχνεται σιγά-σιγά το διαλυμένο άγαρ μέσα στο ΠΚ1, προσέχοντας να μην δημιουργηθούν φυσαλίδες. Αν σχηματιστούν φυσαλίδες – κυρίως στο εσωτερικό της πηκτής – απομακρύνονται, π.χ. με τη βελόνα από τις σύριγγες. Γεμίζεται το ΠΚ1 με το διαλυμένο άγαρ και αφήνεται να πήξει, όπως φαίνεται στην Εικόνα 3. Συνήθως η πήξη χρειάζεται περίπου 45 – 60 λεπτά.



Εικόνα 3. Το άγαρ έχει πήξει, στο πηγμα βρίσκεται το χτένι

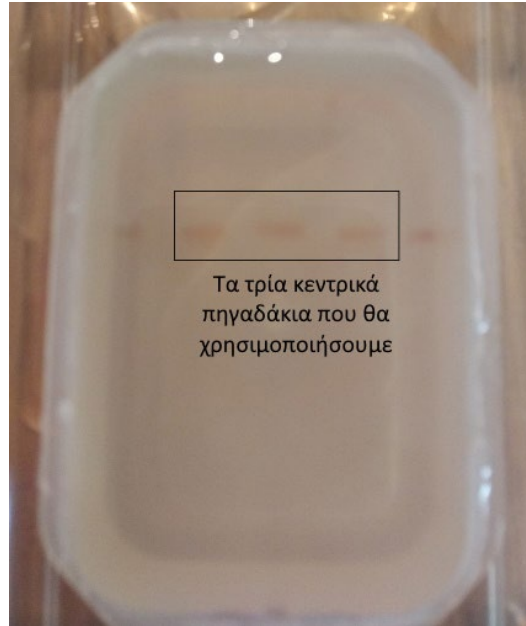
ΣΤ. Πλήρωση της συσκευής με ΔΗ

Αφού έχει πηξει το άγαρ μέσα στο ΠΚ1, μεταφέρεται το ΠΚ1 μαζί με το χτένι μέσα στο ΠΚ2. Αφού τοποθετηθεί, με μία σύριγγα των 10-20 ml, ρίχνεται ΔΗ πάνω στην πηκτή. Μόλις η πηκτή γεμίσει, ακολουθεί η σιγά-σιγά απομάκρυνση του χτενιού. Όταν ολοκληρωθεί η διαδικασία το ΠΚ1 θα είναι μέσα στο ΠΚ2, θα έχει απομακρυνθεί το χτένι από την πηκτή και ο υπόλοιπος χώρος μέσα στο ΠΚ2 θα είναι έτοιμος για να γεμίσει με το επιπλέον ΔΗ. Φαίνονται τα πηγαδάκια στην πηκτή μέσα στο ΠΚ1 (Εικόνα 5). Το ΔΗ πρέπει να γεμίζει το χώρο πάνω από την πηκτή, για περίπου 1 cm (Δείτε τις Εικόνα 4 και Εικόνα 5).

για τα πηγαδάκια.



Εικόνα 4. Το ΠΚ1 βρίσκεται μέσα στο ΠΚ2 και στο πάνω μέρος του ΠΚ1 έχει προστεθεί με σύριγγα (σιγά-σιγά) ΔΗ, ώστε να ξεκολλήσει το χτένι.



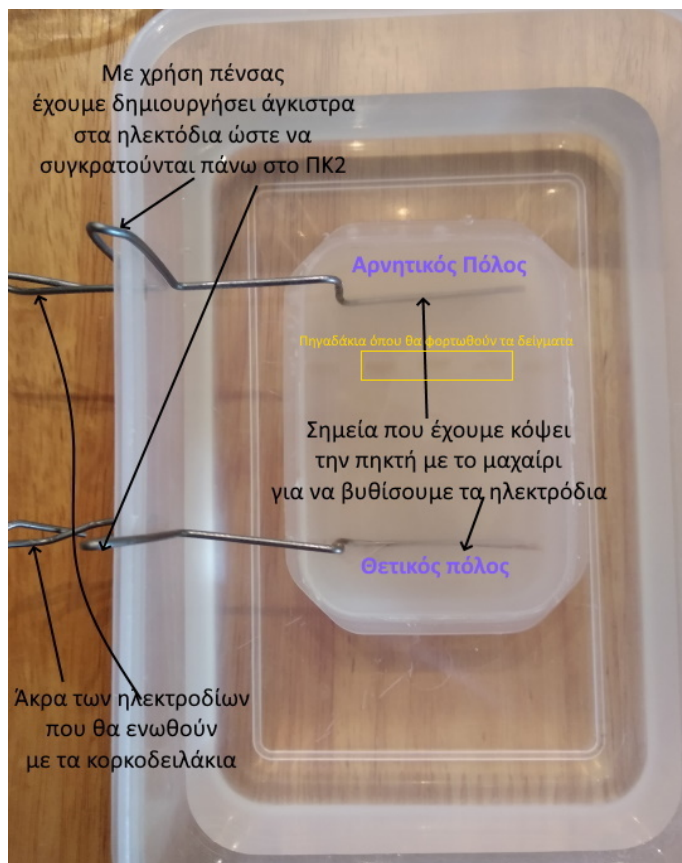
Εικόνα 5. Το ΔΗ έχει γεμίσει το ΠΚ2, έχει καλύψει την πηκτή στο ΠΚ1, έχει απομακρυνθεί το χτένι και φαίνονται τα τρία κεντρικά πηγαδάκια όπου θα φορτωθούν τα δείγματα.

Ζ. Τοποθέτηση ηλεκτροδίων

Με μαχαίρι η πηκτή κόβεται σε δύο σημεία: ένα στο άκρο πριν από τα πηγαδάκια και ένα στο κάτω μέρος της. Η τομή μπορεί να γίνει μέχρι τον πυθμένα του ΠΚ1. Τοποθετούνται τα ηλεκτρόδια – τα οποία έχουν κατασκευαστεί από πριν, ώστε να ταιριάζουν μέσα στο ΠΚ1 – μέσα στην πηκτή σε όλο το πλάτος του ΠΚ1 και το ελεύθερο άκρο τους συνδέεται με τα κροκοδειλάκια. Απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή ώστε ο αρνητικός πόλος του τροφοδοτικού να συνδεθεί με το ηλεκτρόδιο που βρίσκεται πίσω από τα πηγαδάκια και ο θετικός πόλος με το ηλεκτρόδιο που βρίσκεται προς το τέλος της κατεύθυνσης που αναμένουμε να τρέξουν οι χρωστικές στην πηκτή. Δείτε την κατασκευή στην Εικόνα 6.

Η. Φόρτωση δειγμάτων

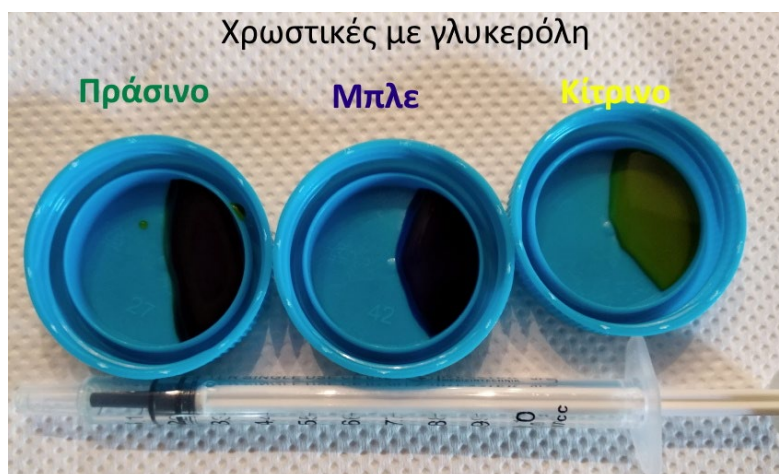
Τρεις (3) σταγόνες από κάθε χρωστική (η πράσινη φτιάχνεται με ανάμιξη ίσων ποσοτήτων μπλε και κίτρινης χρωστικής) τοποθετούνται μέσα σε τρία καπάκια από νερό. Στη συνέχεια προστίθεται σε κάθε καπάκι μία σταγόνα γλυκερόλη και έτσι παράγονται τα τρία δείγματα, όπως φαίνονται στην Εικόνα 7. Με τη μικρή σύριγγα του 1 ml, ανακατεύεται το μίγμα σε κάθε καπάκι, κάθε φορά που λαμβάνεται και τοποθετείται δείγμα στο πηγαδάκι. Σε κάθε αλλαγή χρωστικής η σύριγγα ξεπλένεται στο εσωτερικό της με απεσταγμένο νερό. Περίπου 0,5 ml χρωστικής από κάθε δείγμα είναι αρκετά, ώστε να γεμίσει το πηγαδάκι. Όταν η χρωστική λαμβάνεται από το καπάκι, απαιτείται προσοχή ώστε να μην δημιουργούνται φυσαλίδες, καθώς αυτές θα προκαλέσουν πρόβλημα στο φόρτωμα των δειγμάτων μέσα στο πηγαδάκι.



Εικόνα 6. Τα ηλεκτρόδια της συσκευής ηλεκτροφόρησης.

Για να τοποθετηθεί το δείγμα μέσα στο πηγαδάκι, τοποθετείται το ρύγχος της σύριγγας μέσα στο πηγαδάκι και πιέζεται σιγά-σιγά το έμβολο. Φαίνεται το δείγμα της χρωστικής να βυθίζεται μέσα στο πηγαδάκι. Επαναλαμβάνεται το ίδιο και για τα τρία δείγματα, ξεπλένοντας κάθε φορά τη σύριγγα. Συνστήνεται να μην χρησιμοποιείται η βελόνα της σύριγγας για το φόρτωμα, αλλά να αφαιρείται, γιατί υπάρχει ο κίνδυνος να τρυπήσει η πηκτή. Αν υπερχειλίσει έξω από το πηγαδάκι μικρή ποσότητα δείγματος, αφήνεται να αραιωθεί και δεν γίνεται προσπάθεια επαναφοράς στο πηγαδάκι. Συνεχίζεται η διαδικασία με το επόμενο δείγμα.

Για καλύτερη σύγκριση των αποτελεσμάτων, οι χρωστικές φορτώνονται με τη σειρά, πράσινο, μπλε, κίτρινο (η κίτρινη χρωστική τρέχει συνήθως λίγο γρηγορότερα από τις άλλες, οπότε είναι καλύτερα να βρίσκεται στα άκρα για να ξεχωρίζει από την κίτρινη ζώνη, που προκύπτει επίσης από την πράσινη χρωστική).



Εικόνα 7. Τα τρία δείγματα χρωστικών μαζί με γλυκερόλη.

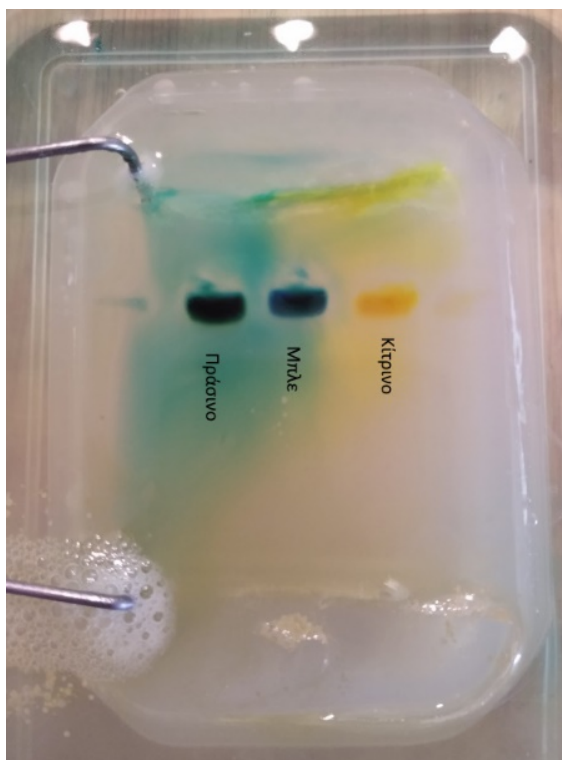
Θ. Τροφοδοσία

Τα κροκοδειλάκια συνδέονται με τα ηλεκτρόδια και τα άλλα άκρα των καλωδίων με το τροφοδοτικό. ΠΡΟΣΟΧΗ: ο αρνητικός πόλος του τροφοδοτικού θα πρέπει να ενωθεί με το ηλεκτρόδιο που είναι πίσω από τα πηγαδάκια. Ανοίγεται το τροφοδοτικό και αυξάνεται σταδιακά η τάση, μέχρι να φτάσει στα 20-25V. Αν η πηκτή και το διάλυμα διαρρέονται από ρεύμα, θα πρέπει να αφρίζουν τα δύο ηλεκτρόδια. Αν δεν αφρίζουν, δεν διέρχεται ηλεκτρικό ρεύμα.

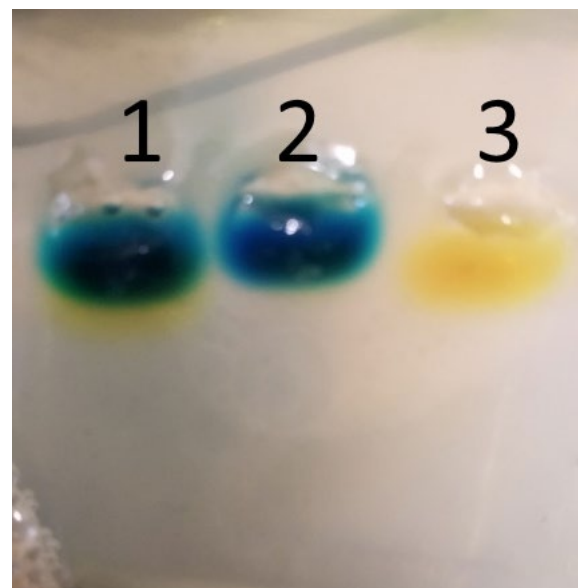
(Υποσημείωση : Αν δεν υπάρχει τροφοδοτικό χρησιμοποιούνται μπαταρίες. Οι μπαταρίες συνδέονται σε σειρά, δηλαδή ο θετικός πόλος της μίας ενώνεται με τον αρνητικό πόλο της άλλης ώστε τελικά να προκύψουν ένα άκρο θετικού και ένα άκρο αρνητικού πόλου. Η σύνδεση σε σειρά εξασφαλίζει πως η χωρητικότητα στο τελικό σύστημα παραμένει η ίδια με αυτή κάθε μεμονωμένης μπαταρίας όμως η τάση πολλαπλασιάζεται (π.χ. με 5 μπαταρίες των 5V η τάση γίνεται 25 V)

Ι. Ηλεκτροφόρηση – Ολοκλήρωση πειραματικής διαδικασίας

Αφήνεται να τρέξει η ηλεκτροφόρηση για περίπου 25-30 λεπτά και ακολουθεί η παρατήρηση των αποτελεσμάτων. Στις Εικόνα 8 και Εικόνα 9 φαίνονται η έναρξη και η εξέλιξη της ηλεκτροφόρησης και στην Εικόνα 10 το τελικό αποτέλεσμα μετά από 30 λεπτά.



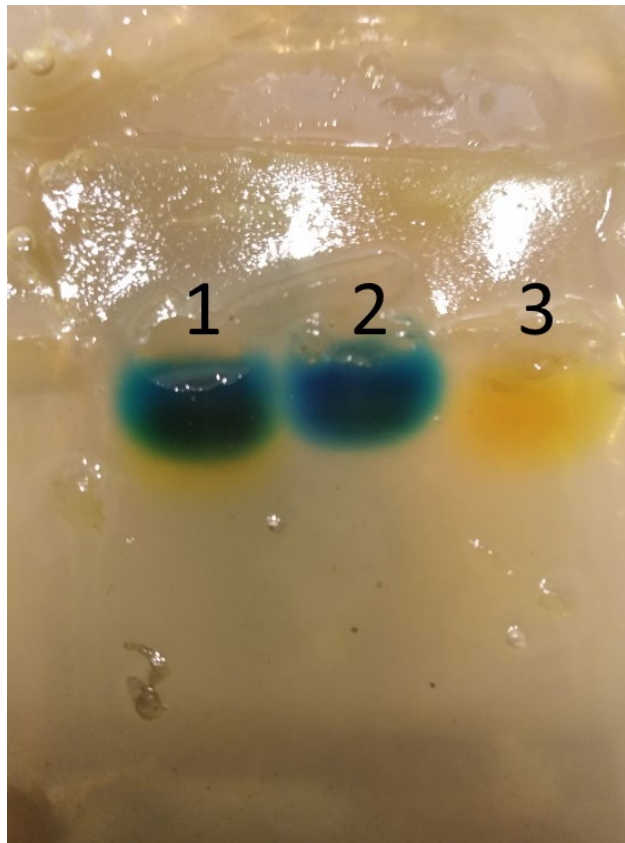
Εικόνα 8. Μόλις ξεκινά η ηλεκτροφόρηση. Παρατηρούνται φυσαλίδες στα ηλεκτρόδια, ένδειξη ότι η συσκευή διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα. Τα τρία δείγματα έχουν βυθιστεί μέσα στα πηγαδάκια.



Εικόνα 9. Δέκα λεπτά μετά την έναρξη της ηλεκτροφόρησης στο πηγαδάκι 1 το πράσινο χρώμα αρχίζει να χωρίζεται σε μπλε και κίτρινο. Ήδη, στο πηγαδάκι 1, διακρίνεται η κίτρινη χρωστική να κινείται προς τα εμπρός και να έχει διαχωριστεί από την μπλε.

Κ. Παρατήρηση αποτελεσμάτων

Όπως φαίνεται και στην Εικόνα 10, η πράσινη χρωστική χωρίζεται στις δύο χρωστικές από την ανάμιξη των οποίων έχει παραχθεί (πηγαδάκι 1), η μπλε (πηγαδάκι 2) και η κίτρινη (πηγαδάκι 3) τρέχουν μόνες τους στις αντίστοιχες θέσεις. Παρατηρείται πως η μπλε στα πηγαδάκια 1, 2 βρίσκονται περίπου στην ίδια θέση, το ίδιο και η κίτρινη στα πηγαδάκια 1 και 3. Η κίτρινη φαίνεται να κινείται γρηγορότερα από τις άλλες χρωστικές.



Εικόνα 10. Η τελική εικόνα της ηλεκτροφόρησης μετά από 30 λεπτά εφαρμογής τάσης 20 V.

Διδακτική Παρέμβαση

Η πειραματική διαδικασία εντάχθηκε σε φύλλο εργασίας, με το οποίο εργάστηκαν 26 μαθητές/μαθήτριες (14 κορίτσια, 12 αγόρια) της Γ΄ Λυκείου, Τμήματος Ομάδας Προσανατολισμού Σπουδών Υγείας σε ένα δημόσιο σχολείο. Οι μαθητές/μαθήτριες είχαν να πραγματοποιήσουν την κατασκευή της ηλεκτροφορητικής διάταξης, να πειραματιστούν με μίγματα χρωστικών, να πραγματοποιήσουν το πείραμα, να εξάγουν συμπεράσματα και να συνδέσουν τις γνώσεις που απέκτησαν με θέματα Βιολογίας. Έπρεπε να απαντήσουν ανά ομάδα (δημιουργήθηκαν έξι ομάδες) σε ερωτήσεις κατανόησης και ανά άτομο σε ερωτήσεις που αφορούσαν αυτή καθαυτή την πειραματική διαδικασία.

Οι ερωτήσεις κατανόησης αφορούσαν:

Το διαφορετικό διαχωρισμό των ζωνών (διαχωρισμός με βάση το μέγεθος, το σχήμα του μορίου).

Το λόγο για τον οποίο μετακινούνται τα δείγματα στην πηκτή.

Μια εικόνα με έναν μάρτυρα και μερικά δείγματα, για να υπολογίσουν κατά προσέγγιση το μέγεθός τους.

Να αναφέρουν εφαρμογές της ηλεκτροφόρησης (π.χ. πρωτεΐνες αίματος, για διάγνωση θalasσαιμίας).

Μια εικόνα από μοριακό αποτύπωμα στην ιατροδικαστική.

Οι ερωτήσεις αξιολόγησης της πειραματικής διαδικασίας, ήταν βαθμονομημένες με 5βάθμια κλίμακα Likert (1=Καθόλου, 2=Λίγο, 3=Μέτρια, 4=Πολύ, 5=Πάρα πολύ) και ήταν οι εξής:

Δυσκολευτήκατε με την κατασκευή και τη χρήση της ηλεκτροφορητικής διάταξης;

Πόσο η πειραματική διαδικασία σας βοήθησε να κατανοήσετε ζητήματα Βιολογίας;

Η πειραματική διαδικασία ήταν σχετική με το μάθημά σας;

Παραξενευτήκατε από τη χρήση απλών υλικών για την υλοποίηση ενός πειράματος που συνήθως πραγματοποιείται με ακριβά υλικά και συσκευές;

Σας κούρασε η αναμονή μεταξύ των διάφορων πειραματικών σταδίων;

Αποτελέσματα

Ως προς τις ερωτήσεις κατανόησης διαπιστώθηκε πως οι μαθητές/μαθήτριες γνώριζαν ελάχιστα για την ηλεκτροφορητική διαδικασία, όμως μέσω της εμπλοκής τους απέκτησαν κατάλληλο υπόβαθρο για να εξηγήσουν π.χ. τους λόγους για τους οποίους διαχωρίζονται οι χρωστικές ή τη σχέση που φαίνεται να υπάρχει μεταξύ ποσότητας άγαρ και διαχωριστικής ισχύς της πηκτής. Συνέδεσαν την ηλεκτροφόρηση κυρίως με το DNA και λιγότερο με τις πρωτεΐνες, αφού οι σχετικές αναφορές σε τμήματα ή σε διαχωρισμό τμημάτων στα σχολικά τους εγχειρίδια γίνονται κυρίως για το DNA. Κάποιοι ανέφεραν πως είχαν μελετήσει το σχετικό ένθετο που υπήρχε στη σχολικό εγχειρίδιο και άρα είχαν καλύτερη εικόνα για τη διαδικασία, όμως κατανόησαν καλύτερα τις βιολογικές πληροφορίες που συνάγονται από τη στιγμή που οι ίδιοι/ίδιες ενεπλάκησαν στο να υλοποιήσουν το πείραμα. Όλοι συμφώνησαν πως η πειραματική διαδικασία ήταν σχετική με το μάθημα και επιβεβαίωσαν πως κατόρθωσαν να αποκτούσαν ένα πιο στιβαρό υπόβαθρο και να εξηγήσουν καλύτερα πολυμορφισμούς και τις σχετικές τους αναλύσεις.

Ως προς την αξιολόγηση της πειραματικής διαδικασίας, τα αποτελέσματα της ανάλυσης φαίνονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Αποτελέσματα ανάλυσης ως προς την αξιολόγηση της πειραματικής διαδικασίας

	N	Mean	Std. Deviation
Δυσκολία	26	1,77	,65163
Κατανόηση	26	4,35	,62880
Σχετικότητα	26	4,42	,50383
Παράξενο	26	1,23	,42967
Κούραση	26	1,92	,79614

Διαπιστώνεται πως μάλλον η πειραματική διαδικασία ήταν λίγο δύσκολη, τους βοήθησε να κατανοήσουν θέματα βιολογίας καθώς ήταν πολύ σχετική με το μάθημά τους, δεν τους έκανε ιδιαίτερη εντύπωση που χρησιμοποίησαν υλικά καθημερινής χρήσης αν και φαίνεται πως ήταν λίγο κουραστικές οι αναμονές στα διάφορα στάδια του πειράματος.

Συζήτηση- Περιορισμοί - Περαιτέρω έρευνα

Ο βασικός μας στόχος, να οργανώσουμε και να τρέξουμε πείραμα με χρήση ηλεκτροφορητικής συσκευής και κατάλληλων υλικών από φθηνά και εύκολα στην πρόσβαση προϊόντα, υλοποιήθηκε, ώστε να προάγουμε την ένταξη της πειραματικής βιολογίας στη διδασκαλία (Moore, 2003). Η πειραματική διάταξη με τη χρήση των χρωστικών λειτουργεί αποτελεσματικά (όσες επαναλήψεις και να έχουν γίνει, πάντα το αποτέλεσμα του διαχωρισμού εμφανίζεται). Το πείραμα συνολικά διαρκεί περίπου 2 (δύο) ώρες, συμπεριλαμβανομένου και του χρονικού διαστήματος παραγωγής της πηκτής. Όσες κατασκευές δημιουργήθηκαν (π.χ. το χτένι) λειτούργησαν χωρίς προβλήματα, ενώ η χρήση του τροφοδοτικού μας εξασφάλισε τη μείωση του κόστους, αφού δεν χρειάστηκαν μπαταρίες. Το πρωτόκολλο που παρουσιάστηκε και αναλύεται παραπάνω, είναι άμεσα εφαρμόσιμο και ασφαλές.

Από την ανάλυση του φύλλου εργασίας, διαπιστώνεται πως οι μαθητές χρειάζονται περισσότερες θεωρητικές πληροφορίες σχετικά με την ηλεκτροφόρηση, ενώ φαίνεται να επιθυμούν να χρησιμοποιήσουν τη μέθοδο για να κατανοήσουν καλύτερα θέματα Βιολογίας. Ενδεχομένως καλύτερη οργάνωση του φύλλου εργασίας μετά από την πρώτη δοκιμή ίσως μειώσει τα όποια προβλήματα. Είναι θετικό πως οι μαθητές/μαθήτριες εξοικειώνονται εύκολα με το πρωτόκολλο και μπορούν να το υλοποιήσουν, αν και εμφανίζουν αμηχανία για τους χρόνους αναμονής

ανάμεσα σε διάφορα στάδια. Ίσως, εδώ θα μπορούσε να προβλεφθεί στο φύλλο εργασίας να υπάρχουν συμπληρωματικά κείμενα ή ομαδικές εργασίες ώστε στο διαθέσιμο χρόνο οι μαθητές/μαθήτριες να έχουν αντικείμενο ενασχόλησης. Αντιλαμβάνονται πως η πειραματική διαδικασία δεν έχει την ακρίβεια μίας ηλεκτροφόρησης σε ένα εργαστήριο Βιολογίας, όμως η χρήση των απλών υλικών τους επιτρέπει να γίνουν και οι ίδιοι μικροί επιστήμονες, χωρίς να παραξενεύονται ιδιαίτερα από αυτά τα υλικά.

Ο βασικός μας περιορισμός είναι το μικρό δείγμα μαθητών που έχουμε δοκιμάσει το φύλλο εργασίας με την πειραματική διάταξη της ηλεκτροφόρησης. Για το λόγο αυτό, αποφεύγουμε γενικεύσεις, όμως καταγράφουμε τάσεις από αυτό το μικρό δείγμα. Επιπλέον, αποκτούμε αρχικές εμπειρίες και ανατροφοδοτήσεις της πρότασής μας και σίγουρα τη βελτιώνουμε.

Ευελπιστούμε να συνεχίζουμε να βελτιώνουμε την πειραματική διαδικασία προς διάφορες κατευθύνσεις. Όπως είπαμε, βασικός μας στόχος ήταν να παρουσιάσουμε μία βασική πειραματική διαδικασία ηλεκτροφόρησης με απλά υλικά και να την εφαρμόσουμε στη σχολική αίθουσα. Στη συνέχεια θα δοκιμάσουμε παραλλαγές της ίδιας της πειραματικής διαδικασίας, όπως για παράδειγμα χρησιμοποιώντας άλλα μόρια ως δείγματα προς ηλεκτροφόρηση ή δοκιμάζοντας διαφορετικές συγκεντρώσεις άγαρ αλλάζοντας τις ταχύτητες μετακίνησης των μορίων ή ακόμα και να προσπαθήσουμε να αυξήσουμε τον αριθμό των δειγμάτων που τρέχουν ταυτόχρονα. Επιπλέον σκοπεύουμε να εμπλουτίσουμε το πρωτόκολλο του πειράματος με οδηγό πιθανών προβλημάτων, ώστε να υπάρχουν άμεσες διαθέσιμες απαντήσεις σε δυσκολίες που πιθανόν να αντιμετωπίσουν οι εκπαιδευτικοί.

Βέβαια, επειδή ο τελικός μας στόχος είναι η οργανική ένταξη της πειραματικής διαδικασίας μέσα στη σχολική αίθουσα, θα συνεχίσουμε να βελτιώνουμε το φύλλο εργασίας και να το χρησιμοποιούμε με περισσότερους μαθητές και σε περισσότερα σχολεία. Ευελπιστούμε σε συνεργασίες με συναδέλφους εκπαιδευτικούς που θα μπορέσουν να συμβάλλουν στην περαιτέρω ενδυνάμωση της πειραματικής βιολογίας μέσα στις σχολικές αίθουσες.

Βιβλιογραφία

- Αθανασίου, Κ. (2015). *Διδακτική της βιολογίας* [ηλεκτρ. βιβλ.], Αθήνα:Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών, Τελευταία πρόσβαση 11 Οκτωβρίου 2019, Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/4794>
- Στασινάκης, Π. (2015). Το Διδακτικό Μοντέλο των 5Ε και η εφαρμογή του στη Βιολογία: φύλλα εργασίας στην καθημερινή διδακτική πρακτική για τα μαθήματα του Λυκείου. Στο: *Πρακτικά 3ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Η Βιολογία στην Εκπαίδευση», Κατερίνη, 13-15 Νοεμβρίου 2015, Επιμέλεια: Α. Πολύζος, Δ. Σχίζας, Π. Στασινάκης και Γ. Βαρδακώστας*, ISBN 978-618-81159-1-0, 93-100, doi: 10.13140/RG.2.1.5167.1449
- Benskin, J. &Sixue, C. (2012). Proteomics in the Classroom: An Investigative Study of Proteins in Microorganisms, *The American Biology Teacher*, 74(4):237-243, doi:10.1525/abt.2012.74.4.6.
- Ericsson, C. &Nistér, M (2011). Protein extraction from solid tissue, *Methods Mol Biol.*, 675:307-12, doi: 10.1007/978-1-59745-423-0_17.
- Lee, P.Y., Costumbrado, J., Hsu, C.Y. &Kim, Y.H. (2012). Agarose gel electrophoresis for theseparation of DNA fragments,*J Vis Exp.*, 62:3923, doi:10.3791/3923.
- Maurye, P., Basu, A., Biswas, J.K., Bandyopadhyay, T.K. & Naskar, M. (2018a). Simple and rapid system for two-dimensional gel electrophoresis technique: A laboratory exercise for high school students, *Biochem. Mol. Biol. Educ.*, 46: 237-244, doi:10.1002/bmb.21116.
- Maurye, P., Basu, A., Sen, S., Biswas, J.K., Bandyopadhyay, T.K. &Naskar, M. (2018b). User-friendly tool kits for protein gel electrophoresis techniques: A training program for high school students, *Biochem Mol Biol Educ.*, 46: 566-577, doi:10.1002/bmb.21172.
- Moore A. (2003). Breathing new life into the biology classroom, *EMBO reports*, 4(8):744–746,

doi:10.1038/sj.embor.embor907.

Selli, C., Yıldırım, G., Kaymak, A., Karacicek, B., Ogut, D., Gungor, T., Erem, E., Ege, M., Bümen, N. & Tosun, M. (2014). Introducing basic molecular biology to Turkish rural and urban primary school children via hands-on PCR and gel electrophoresis activities, *Biochem. Mol. Biol. Educ.*, 42: 114-120, doi:10.1002/bmb.20758.

Θεραπεία λοιμώξεων με αντιβιοτικά- ένα βιωματικό εργαστήριο με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού υλικού e-bug.

Παυλίνα ΚΟΥΤΣΟΚΩΣΤΑ¹, Ουρανία ΤΣΙΤΣΙΑΩΝΗ²

¹ Βιολόγος, Med, MSc, 8^ο ΓΕΛ Αμαρουσίου, kpavlina70@gmail.com

² Καθηγήτρια Ανοσολογίας, Τομέας Φυσιολογίας Ζώων & Ανθρώπου, Τμήμα Βιολογίας ΕΚΠΑ, rtsitsil@biol.uoa.gr

Περίληψη

Η Ενεργητική Βιωματική μάθηση έχει ως βάση την πρωτοβουλία και την ενεργή συμμετοχή των μαθητών, καθώς και τη λειτουργία της ομάδας. Πρόκειται για μάθηση κατά την οποία ο μαθητής εμπλέκεται άμεσα στη μελετώμενη πραγματικότητα. Παρέχονται δηλαδή στους μαθητές δυνατότητες να βιώσουν το ζήτημα που ερευνούν. Ο σκοπός της διεξαγωγής αυτής της βιωματικής δραστηριότητας ήταν οι μαθητές, μέσα από τη χρήση του πανευρωπαϊκού εκπαιδευτικού υλικού e-bug, να αναγνωρίσουν την ανάγκη της αλλαγής των πεποιθήσεων τους στο ζήτημα της ορθολογικής λήψης των αντιβιοτικών και να προβληματισθούν για τις συνέπειες της άσκοπης και αλόγιστης χρήσης τους.

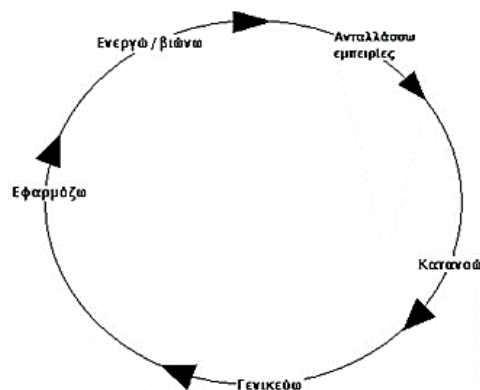
Λέξεις κλειδιά: Βιωματική μάθηση, αντιβιοτικά, λοιμώξεις, εκπαιδευτικό υλικό e-bug

Εισαγωγή

Θεωρητικό μέρος

Η ενεργητική - βιωματική μάθηση, κυριάρχησε κατά την εφαρμογή των προγραμμάτων Αγωγής Υγείας αποβλέποντας στην αλλαγή στάσης και συμπεριφοράς των μαθητών μέσω της ενίσχυσης της προσωπικότητάς τους, της υπευθυνότητάς τους, της ικανότητας επικοινωνίας, της αυτοπεποίθησής τους, της αυτοεκτίμησής, και της ικανότητάς τους για την υιοθέτηση υγιεινών τρόπων ζωής. Έρχεται σε αντίθεση με τον «παραδοσιακό» τρόπο εκπαίδευσης που συσχετίζεται με την μετωπική διδασκαλία και την απομνημόνευση της ύλης και για το λόγο αυτό χαρακτηρίζεται ως ένας εναλλακτικός τρόπος εκπαίδευσης. Παράλληλα η βιωματική μάθηση ανταποκρίνεται στην ανάγκη ανάπτυξης του συνόλου της προσωπικότητας του ατόμου και όχι μόνο της νοητικής του βελτίωσης (Εικόνα 1). Η βιωματική μάθηση αποτελεί έναν **εναλλακτικό τρόπο εκπαίδευσης** που επεκτείνεται πέρα από τα θρανία, τα σχολικά βιβλία, τη μετωπική διδασκαλία και την απομνημόνευσή της ύλης. Βρίσκεται στον αντίποδα των παραδοσιακών διδακτικών μεθόδων. Πρόκειται για μάθηση κατά την οποία ο παιδαγωγούμενος εμπλέκεται άμεσα στη μελετώμενη πραγματικότητα. Παρέχονται δηλαδή στους μαθητές δυνατότητες να βιώσουν το ζήτημα που ερευνούν (Τριλίρα & Αναγνωστοπούλου 2008). Σύμφωνα με τους Βουγιούκα (2017), Μπακιρτζή (2000) η παιδαγωγική της βιωματικής εμπειρίας αποσκοπεί στη διαμόρφωση ενός περιβάλλοντος που παρέχει τη δυνατότητα εμπειριών, οι οποίες θα διευκολύνουν «τις ενδοψυχικές διεργασίες ιδιοποίησης και διαμόρφωσης του ψυχικού κόσμου, της προσωπικότητας και των επιθυμιών, αναγκών, κινήτρων, ενδιαφερόντων». Τελικός στόχος είναι να δείξουμε στους μαθητές μας πώς να μαθαίνουν (learn to learn) και πώς να σκέφτονται (how to think), αντί του «παραδοσιακού» τι να σκέφτονται. Οι μέθοδοι και οι διαδικασίες που χρησιμοποιούνται στην βιωματική μάθηση συμβάλλουν στην κατανόηση του εαυτού μας (Καμαρινού 2000), αλλά και την ανάπτυξη συνολικά της προσωπικότητας μας. Κάποια πολύ σημαντικά ευρήματα μας δίνουν επιστήμες, όπως η Νευρο-Επιστήμη, η Επιστήμη της Μάθησης και η Εκπαιδευτική Ψυχολογία, που στόχο έχουν όχι μόνο να αποκρυπτογραφήσουν τον ανθρώπινο εγκέφαλο και τις μαθησιακές και γνωστικές του ιδιότητες, αλλά και να μας εξηγήσουν πώς να μαθαίνουμε πιο αποτελεσματικά (Κουνιάκης 2018). Τα ευρήματα αυτά, εφόσον χρησιμοποιηθούν σωστά μπορούν να ενισχύσουν τη μαθησιακή διαδικασία. Το καλύτερο μαθησιακό περιβάλλον είναι αυτό που δίνει χώρο για προφορική και κινητική έκφραση και που σε συνδυασμό με τη κίνηση και τη μάθηση, ενισχύει τη διάθεση για έρευνα και δράση. Σε ένα

τέτοιο περιβάλλον, η μάθηση συνδυάζεται με θετικά συναισθήματα και δε γίνεται συνειδητά αντιληπτή. Υπάρχει διαρκής ανατροφοδότηση και ανάδειξη της ποικιλομορφίας της ομάδας των ατόμων, με τη σύγχρονη καλλιέργεια ενός οπτιμιστικού τρόπου αντίληψης, όπου η μάθηση μπορεί να επιτευχθεί με παράλληλη γνωστική και συναισθηματική ανάπτυξη (Νικολάου & Ζιώγας 2016). Έχει αποδειχθεί ότι οι μαθητές δέχονται να εγκαταλείψουν τα γνωστικά σχήματα που διαθέτουν μόνον εάν από μόνοι τους διαπιστώσουν την ανεπάρκειά τους για την αντιμετώπιση μιας κατάστασης και όχι με την απλή διόρθωση των παρανοήσεων ή των λαθών από τον διδάσκοντα. Με το τρόπο αυτό, οι μαθητές απλά συμβιβάζονται στο πλαίσιο ενός διδακτικού συμβολαίου χωρίς, στην πραγματικότητα, να αποδέχονται την αντικατάσταση ή τη συμπλήρωσή τους. Στη βιωματική μέθοδο, πολλές από τις δραστηριότητες είναι σχεδιασμένες, έτσι ώστε να διευκολύνουν τις γνωστικές αλληλεπιδράσεις και να προσφέρουν ευκαιρίες για ανταλλαγή ιδεών, για υπεράσπιση και αντίκρουση ισχυρισμών, για ελεύθερη διατύπωση απόψεων, δεδομένου ότι η εργασία στο πλαίσιο μιας ομάδας για ένα συγκεκριμένο έργο δρα ενισχυτικά στη διαδικασία της μάθησης, δεδομένου ότι το έργο αντιμετωπίζεται από πολλές οπτικές γωνίες και προσεγγίζεται με διάφορους τρόπους. Διευκολύνει επίσης τη διαδικασία του «προσωπικού αναστοχασμού» ο οποίος είναι ένας από τους πιο σοβαρούς παράγοντες της διαδικασίας της μάθησης. Αυτό σημαίνει ότι, στο πλαίσιο της ομάδας αναπτύσσεται πιο φυσιολογικά η ικανότητα να παίρνουμε «αποστάσεις» από τις σκέψεις και τις πράξεις μας προκειμένου να τις αναλύσουμε και να τις κρίνουμε σε σχέση με το σκοπό μας (Περάκη & Κωσταρίδης 2016).



Εικόνα 1. Στάδια του κύκλου ενεργητικής μάθησης («Στηρίζομαι στα πόδια μου», ΕΠΨΥ-ΟΚΑΝΑ)

Στη συγκεκριμένη διδακτική βιωματική παρέμβαση αξιοποιήθηκε το εκπαιδευτικό υλικό του e-Bug. Το e-Bug αποτελεί ένα, ελεύθερο στην χρήση (δωρεάν), πανευρωπαϊκό εκπαιδευτικό υλικό, για παιδιά και εκπαιδευτικούς. Αφορά τους μικροοργανισμούς, τους βασικούς κανόνες υγιεινής, την ορθή χρήση των αντιβιοτικών και τα εμβόλια.

Πρακτικό μέρος

Σκοπός του μαθήματος είναι να γίνει αντιληπτό από τους μαθητές ότι τα αντιβιοτικά αντιμετωπίζουν τις λοιμώξεις που προκαλούνται από τα βακτήρια, όπως η μηνιγγίτιδα, η φυματίωση και η πνευμονία. **Δεν βλέπουν τους ιούς**, οπότε τα αντιβιοτικά δεν μπορούν να αντιμετωπίσουν ασθένειες όπως το κρυολόγημα και τη γρίπη, που προκαλούνται από αυτούς. Παραδείγματα αντιβιοτικών είναι η πενικιλίνη, η ερυθρομυκίνη και η τετρακυκλίνη. Με την παρατεταμένη χρήση αντιβιοτικών, τα βακτήρια γίνονται ανθεκτικά σε αυτά. Αυτό σημαίνει ότι οι βακτηριακές λοιμώξεις γίνονται και πάλι απειλητικές για τη ζωή μας. Μπορούμε να το εμποδίσουμε αυτό, να συμβεί, με μια σειρά μεθόδων:

- Να χρησιμοποιούμε αντιβιοτικά μόνο, όταν μας τα συστήνει ο γιατρός, γιατί είναι σημαντικό η συνταγή να προσαρμόζεται στον ασθενή και την λοίμωξη

- Πάντα να ολοκληρώνουμε τη θεραπεία που μας δίνεται, αλλιώς τα βακτήρια δεν καταστρέφονται και η λοίμωξη μπορεί να επανέλθει
- Να μην χρησιμοποιούμε αντιβιοτικά για απλό βήχα και κρυολόγημα, γιατί τα αντιβιοτικά δεν σκοτώνουν τους ιούς αλλά η χρήση τους μπορεί να προκαλέσει ανθεκτικότητα των βακτηρίων.

Η παρούσα βιωματική προσέγγιση χρησιμοποιήθηκε αρχικά σε πρόγραμμα Αγωγής Υγείας με τίτλο «Λοιμώξεις και αντιβιοτικά - Από την κατάχρηση στην ορθολογική χρήση», εφαρμόστηκε όμως στη συνέχεια και κατά τη διδασκαλία του μαθήματος «Μετάδοση και αντιμετώπιση των παθογόνων μικροοργανισμών» στη βιολογία Γενικής Παιδείας Γ' λυκείου, ενώ θα μπορούσε να εφαρμοστεί στην αντίστοιχη ενότητα της Γ' Γυμνασίου. Η βιωματική δραστηριότητα απαιτεί το χωρισμό της τάξης σε ομάδες των 5 μαθητών. Για κάθε ομάδα στήνεται ένας πάγκος εργασίας, που περιλαμβάνει:

- 4 τρυβλία άγαρ καλλιέργειας, με δείκτη κόκκινου χρώματος (ερυθρό της φαινόλης), το καθένα με σημειωμένο το όνομα του ασθενούς (έχουν ήδη προετοιμαστεί από τον εκπαιδευτικό).
- 4 βάσεις δοκιμαστικών σωλήνων, με 5 διαλύματα αντιβιοτικών η καθεμία (εκπαιδευτικό υλικό **EY1**), για κάθε τρυβλίο άγαρ. Ως αντιβιοτικό χρησιμοποιούμε διάλυμα HCL σε διαφορετικές κάθε φορά συγκεντρώσεις (Εικόνα 2).

EY1

Προετοιμασία (δοκιμαστικών σωλήνων) αντιβιοτικών

- Ετοιμάστε μία βάση με 5 δοκιμαστικούς σωλήνες και γεμίστε τους με:
Νερό, 10% HCl, 5% HCl, 1% HCl και 0.05% HCl
- Ετοιμάστε μία βάση με 5 δοκιμαστικούς σωλήνες για κάθε ασθενή. Τοποθετήστε σε κάθε σωλήνα μία από τις παρακάτω ετικέτες.
α. Πενικιλίνη β. Μεθικιλίνη γ. Ερυθρομικίνη δ. Βανκομικίνη ε. Αμοξικιλίνη
- Μεταφέρετε 5ml των παρακάτω διαλυμάτων στον σωλήνα με την σωστή ετικέτα:

	Πενικιλίνη	Μεθικιλίνη	Ερυθρομικίνη	Βανκομικίνη	Αμοξικιλίνη
Γιάννης Γεωργίου	Νερό	Νερό	Νερό	Νερό	Νερό
Τομ Χάρρις	10% HCl	5% HCl	1% HCl	0.05% HCl	5% HCl
Άννα Ιωάννου	Νερό	Νερό	1% HCl	0.05% HCl	Νερό
Ράγια Νεγτόμα	Νερό	0.05% HCl	0.05% HCl	0.05% HCl	Νερό

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Είναι εξαιρετικά σημαντικό, να έχουμε τις σωστές συγκεντρώσεις HCl (αντιβιοτικά) για κάθε ασθενή

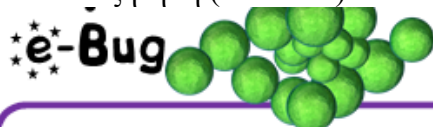
- Ετοιμάστε ένα πάγκο εργασίας για την ομάδα, ως ακολούθως:
α. Τοποθετήστε το κατάλληλο τρυβλίο ασθενή δίπλα στην αντίστοιχη βάση δοκιμαστικών σωλήνων σε 4 θέση κατά μήκος του πάγκου
β. Ένα σταγονόμετρο για κάθε δοκιμαστικό σωλήνα
γ. Ένα χάρακα με μέτρηση mm
δ. Θα ήταν ίσως ευκολότερο για τους μαθητές εάν τοποθετούσαν κάθε τρυβλίο ασθενή πάνω σ' ένα κομμάτι λευκό χαρτί και ανέγραφαν στο χαρτί δίπλα από κάθε τρύπα το όνομα του αντιβιοτικού

Εικόνα 2. Εκπαιδευτικό υλικό EY1 (Εκπαιδευτικό υλικό e-bug- https://www.e-bug.eu/senior_pack.aspx?cc=gk&ss=3&t=Antibiotocs%20and%20Medicine%20-%20Senior)

Ο εκπαιδευτικός μοιράζει στους μαθητές από μια φωτοτυπία του φύλλου εργασίας **ΦΕ 1** (Εικόνα 3).

Εξηγεί στους μαθητές, ότι η κάθε ομάδα αντιπροσωπεύει την Αιμιλία, η οποία εργάζεται σε εργαστήριο νοσοκομείου και η δουλειά της είναι να κάνει καλλιέργειες μικροοργανισμών από δείγματα ασθενών. Η Αιμιλία δοκιμάζει αν οι μικροοργανισμοί θανατώνονται από τα διάφορα αντιβιοτικά. Το αποτέλεσμα βοηθά το γιατρό να γνωρίζει ποιος μικροοργανισμός προκαλεί την ασθένεια και να αποφασίσει ποιο αντιβιοτικό -αν χρειάζεται- θα χορηγήσει. Διευκρινίζει, ότι το κόκκινο χρώμα αντιπροσωπεύει την ανάπτυξη μικροοργανισμών στο άγαρ. Τα τρυβλία τοποθετούνται επάνω σ' ένα φύλλο λευκό χαρτί και οι μαθητές πρέπει να σημειώνουν κάθε τρύπα που κάνουν με το ανοιχτήρι και να την γεμίσουν σταγόνα-σταγόνα με αντιβιοτικό (HCl σε διαφορετικές συγκεντρώσεις). Στη συνέχεια κλείνουν το καπάκι του τρυβλίου και περιμένουν 5 λεπτά. Μετά την παρέλευση των 5 λεπτών, οι μαθητές θα πρέπει να μετρήσουν τη διάμετρο της αποχρωματισμένης ζώνης (αναστολή ανάπτυξης) εάν υπάρχει. Όσο μεγαλύτερος είναι ο αποχρωματισμένος δακτύλιος, τόσο πιο ευαίσθητος είναι ο μικροοργανισμός στο αντιβιοτικό. Οι μαθητές θα πρέπει να συμπληρώσουν τα φύλλα εργασίας τους σε ομάδες και να τα συζητήσουν

με τον καθηγητή. Η ερμηνεία των αποτελεσμάτων, προβάλλεται στη τάξη με προτζέκτορα και ακολουθεί συζήτηση (Εικόνα 4).



Το πρόβλημα της Αιμιλίας

Η Αιμιλία δουλεύει το καλοκαίρι στο εργαστήριο του τοπικού νοσοκομείου. Η δουλειά της είναι να διαβάζει αποτελέσματα ελέγχων αντοχής στα αντιβιοτικά και να συμπληρώνει τα έντυπα για το γιατρό. Δυστυχώς η Αιμιλία μπέρδεψε μερικά από τα αποτελέσματα. Το φύλλο αποτελεσμάτων είναι ως εξής:

Όνομα Ασθενή	Οργανισμός ευαίσθητος στα αντιβιοτικά					Διάγνωση
	Πενικιλίνη	Μεθικιλίνη	Ερυθρομυκίνη	Βανκομυκίνη	Αμοξυκιλλίνη	
Γιάννης Γεωργίου						Γρίπη
Τομ Χάρρις						Στρεπτόκοκκος
Άννα Ιωάννου						MRSA
Ράγια Νεντόμα						Σταφυλόκοκκος

(✓ ευαίσθητο – ορατή ζώνη, ✗ όχι ευαίσθητο – μη ορατή ζώνη)

Έχει καλλιεργήσει το λοιμογόνο οργανισμό, που απομονώθηκε από τον καθένα ασθενή στα τρυβλία με άγαρ. Μπορείτε να επαναλάβετε τον έλεγχο ευαισθησίας στα αντιβιοτικά και να αναγνωρίσετε ποιά διάγνωση είναι για ποιόν ασθενή;

Στην ενότητα των αποτελεσμάτων παρακάτω, συμπληρώστε το όνομα του ασθενή που ταιριάζει με την κάθε διάγνωση και ποιο αντιβιοτικό θα προτείνατε στον γιατρό να χορηγήσει.

Αποτελέσματα

Ασθενής Α: _____

Γρίπη (Ιός της γρίπης)	Ζώνη Αναστολής (σε mm)
Πενικιλίνη	
Μεθικιλίνη	
Ερυθρομυκίνη	
Βανκομυκίνη	
Αμοξυκιλλίνη	

Προτεινόμενο αντιβιοτικό:

Ασθενής Γ: _____

MRSA (Σταφυλόκοκκος ανθεκτικός στη μεθικιλίνη)	Ζώνη Αναστολής (σε mm)
Πενικιλίνη	
Μεθικιλίνη	
Ερυθρομυκίνη	
Βανκομυκίνη	
Αμοξυκιλλίνη	

Προτεινόμενο αντιβιοτικό:

Ασθενής Β: _____

Φαρυγγίτιδα (Στρεπτόκοκκος)	Ζώνη Αναστολής (σε mm)
Πενικιλίνη	
Μεθικιλίνη	
Ερυθρομυκίνη	
Βανκομυκίνη	
Αμοξυκιλλίνη	

Προτεινόμενο αντιβιοτικό:

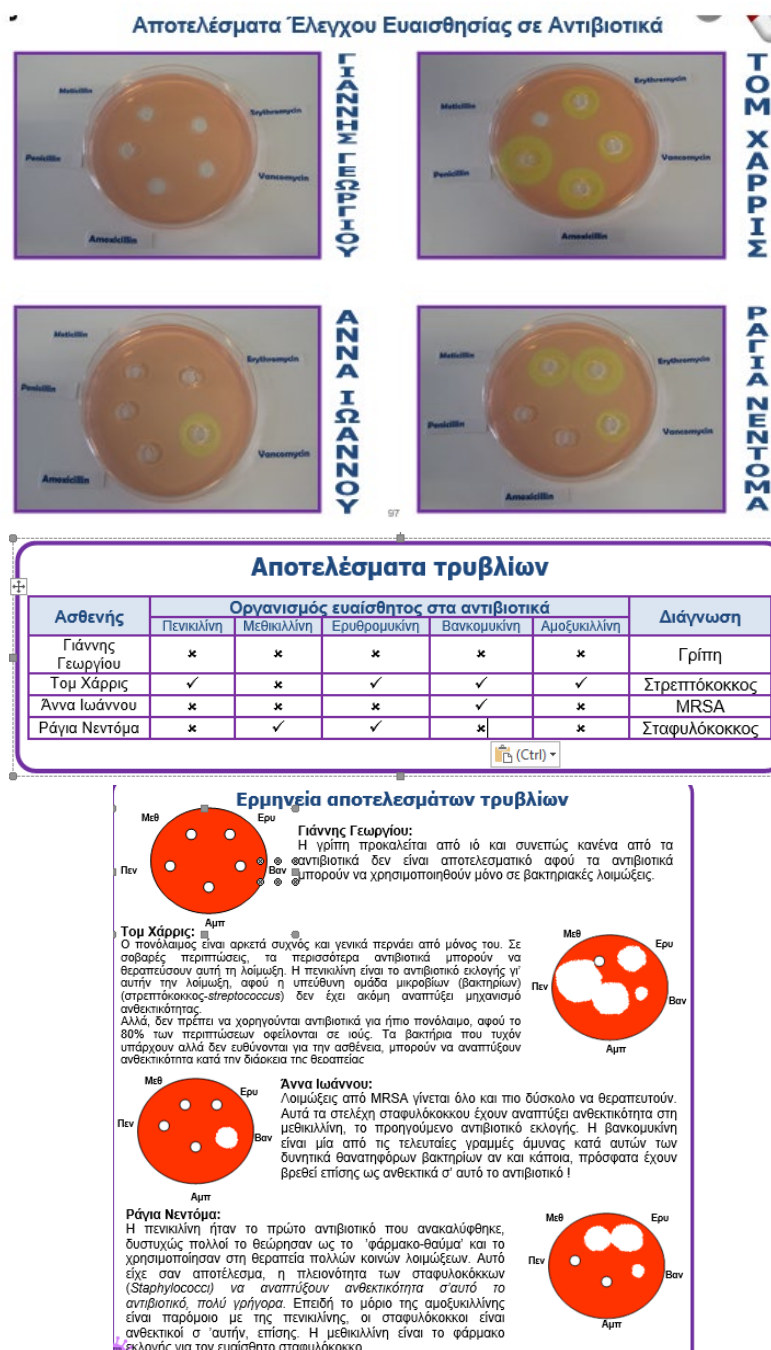
Ασθενής Δ: _____

Σταφυλοκοκκική λοίμωξη δέρματος (Σταφυλόκοκκος)	Ζώνη Αναστολής (σε mm)
Πενικιλίνη	
Μεθικιλίνη	
Ερυθρομυκίνη	
Βανκομυκίνη	
Αμοξυκιλλίνη	

Προτεινόμενο αντιβιοτικό:



Εικόνα3. Φύλλο εργασίας ΦΕ1(Εκπαιδευτικό υλικό e-bug- https://www.e-bug.eu/senior_pack.aspx?cc=gk&ss=3&t=Antibiotics%20and%20Medicine%20-%20Senior)



Εικόνα 4. Ερμηνεία των αποτελεσμάτων, που θα προβληθούν στον προτζέκτορα (Εκπαιδευτικό υλικό e-bug- https://www.e-bug.eu/senior_pack.aspx?cc=gk&ss=3&t=Antibiotics%20and%20Medicine%20-%20Senior

Το εκπαιδευτικό υλικό e-bug ανακτήθηκε από το δικτυακό τόπο https://www.e-bug.eu/gk_home.aspx?ss=1&cc=gk&t=Greece:%20Welcome%20to%20e-Bug. Για την ελληνική έκδοση ΜΕΤΑΦΡΑΣΗ - ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ: Δρ Αναστασία Μπαρμπουνή, Δρ Δήμητρα Γεννηματά, Δρ Κυριακούλα Μεράκου

Βιβλιογραφία

Αδαμαντιάδου, Σ., Γεωργιάτου, Μ., Παπιτζάκης, Χ., Λάκκα, Α., Νοταράς, Δ., Φλωρεντίν, Ν., Χατζγεωργίου, Γ., & Χαντηκώντη, Ο. (2007). *Βιολογία Γενικής Παιδείας, Γ' Ενιαίου Λυκείου*. Αθήνα: Ο.Ε.Δ.Β.

Βουγιούκας, Κ., Μπακιρτζής, Κ., Μπαλλή, Β., & Βεντούλη, Κ. (2017). Η επίδραση της

- βιωματικής μάθησης στην αυτοεκτίμηση, αυτο-αποτελεσματικότητα και προσωπική ανάπτυξη των φοιτητών. *Παιδαγωγική επιθεώρηση*, 60.
- Καμαρινού, Δ. (2000³). *Βιωματική μάθηση στο σχολείο*. Αθήνα.
- Κουνιάκης, Δ. (2018). *Τι είναι η βιωματική μάθηση*; Διαθέσιμο από την ηλεκτρονική διεύθυνση <https://mellon-gr.com/blog/191-2018-05-08-17-57-40.html>. Ανακτήθηκε 24-05-2019.
- Μπακιρτζής, Κ. (2000). Προς μια κοινωνιοψυχολογική θεώρηση της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης, Στο Παπαδημητρίου (επιμ.). *Πρακτικά του Διεθνούς Συνεδρίου «Περιβαλλοντική Εκπαίδευση στο πλαίσιο της Εκπαίδευσης του 21ου αιώνα: Προοπτικές και δυνατότητες»*, Λάρισα, 6-8.
- Νικολάου, Σ. Μ., & Ζιώγας, Η. (2016). Βιωματικές κοινωνικές παραστάσεις και αναπαραστάσεις–Αξιοποίηση της βιωματικής μάθησης στα προγράμματα της ΕΕ. *Πανελλήνιο Συνέδριο Επιστημών Εκπαίδευσης*, 2015(2), 986-1000.
- Περάκη, Β., Κωσταρίδης, Π. Α. Π., & Βαρβάρα Αξιολόγηση Χατζηκωντή, Ό. (2016). Οδηγός για τον εκπαιδευτικό: Βιολογία (Τάξεις: Α΄, Β΄, Γ΄): Γενικό Λύκειο.
- Τριλίρα Σ. & Αναγνωστοπούλου Τ. (2008). *Βιωματική Μάθηση*. Τόπος . Αθήνα

Εξελικτική Βιολογία: αξιολόγηση των γνώσεων πρωτοετών φοιτητών

Χριστίνα Α. ΒΟΓΙΑΤΖΟΓΛΟΥ¹, Αθανάσιος Δ. ΜΠΑΞΕΒΑΝΗΣ², Δημήτριος Κ. ΜΟΥΤΟΠΟΥΛΟΣ³, Θεόδωρος Ι. ΑΜΠΑΤΖΟΠΟΥΛΟΣ⁴

¹Τμήμα Βιολογίας, Σχολή Θετικών Επιστημών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, TK 54124, christian@bio.auth.gr

²Τομέας Γενετικής, Ανάπτυξης και Μοριακής Βιολογίας, Τμήμα Βιολογίας, Σχολή Θετικών Επιστημών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, TK 54124, tbaxevan@bio.auth.gr

³Τμήμα Ζωικής Παραγωγής, Αλιείας & Υδατοκαλλιεργειών, Πανεπιστήμιο Πατρών TK 26504 dmoutopo@upatras.gr

⁴Τομέας Γενετικής, Ανάπτυξης και Μοριακής Βιολογίας, Τμήμα Βιολογίας, Σχολή Θετικών Επιστημών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, TK 54124, abatzo@bio.auth.gr

Περίληψη

Η συγκεκριμένη έρευνα έχει στόχο να αξιολογήσει την γνώση των πρωτοετών φοιτητών/τριών που εισήχθησαν σε Σχολές του ΑΠΘ. Για τον σκοπό αυτό, δημιουργήθηκε ένα ερωτηματολόγιο τεσσάρων ενοτήτων που αποτελούνταν από ερωτήσεις δημογραφικού χαρακτήρα για τους φοιτητές/τριες και ερωτήσεις που αφορούσαν σε θέματα φυσικής επιλογής, καταγωγής του ανθρώπου και προέλευσης της ζωής. Η ενότητα της φυσικής επιλογής είχε το υψηλότερο ποσοστό απαντήσεων «δεν γνωρίζω/δεν απαντώ» και επηρεάζονται κυρίως από το εκπαιδευτικό περιβάλλον των φοιτητών/τριών. Οι ερωτήσεις για την καταγωγή του ανθρώπου εμφάνισαν συνολικά τα υψηλότερα ποσοστά σωστών απαντήσεων και επηρεάζονται σε πολύ μεγάλο βαθμό από τις θρησκευτικές πεποιθήσεις. Οι ερωτήσεις για την προέλευση της ζωής εμφάνισαν ως σύνολο το υψηλότερο ποσοστό λανθασμένων απαντήσεων, ενώ επηρεάζονται από εκπαιδευτικό και θρησκευτικό περιβάλλον. Το ως άνω εγχείρημα έγινε στα πλαίσια του ενδιαφέροντος της Ελληνικής Εξελικτικής Εταιρείας (ΕΛΕΞΕ, <http://hevos.nhmc.uoc.gr/el>) για την διδασκαλία της εξελικτικής βιολογίας στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση.

Λέξεις- κλειδιά: εξελικτική βιολογία, ερωτηματολόγιο, πρωτοετείς φοιτητές

Εισαγωγή

Η εξελικτική θεωρία, μετά την πολεμική και τις αμφισβητήσεις που αντιμετώπισε για πολλά χρόνια, είναι τόσο αποδεκτή από την επιστημονική κοινότητα, που γίνεται λόγος όχι για εξελικτική θεωρία, αλλά αναφέρεται ως εξελικτική βιολογία, έχοντας πλέον αναχθεί σε επιστημονικό κλάδο. Από το υπόλοιπο κοινωνικό σύνολο, όμως της συντηρητικής, μέσα σε όλη την προοδευτικότητά της, Ελλάδας, πόσο αποδεκτή είναι η Εξέλιξη; Οι άνθρωποι προσθέτουν στα γνωστικά τους αντικείμενα ιδέες και απόψεις από διαφορετικές πηγές, χωρίς αυτές να είναι απαραίτητα σωστές ή λογικές (Dagher & Boujaoude 1997). Εφόσον λοιπόν το άτομο δεν έχει διδαχθεί «Εξέλιξη» εντός εκπαιδευτικού και επιστημονικού πλαισίου, οι απόψεις του για αυτήν επηρεάζονται από μη επιστημονικές πηγές, ενώ ταυτόχρονα χάνεται το υπόβαθρο και το φίλτρο απόρριψης λανθασμένων ή ψευδών πληροφοριών. Τα άτομα αυτά λοιπόν, καταλήγουν να σχηματίζουν μια άποψη καθόλου έγκυρη επιστημονικά και γεμάτη παρανοήσεις. Τα προαναφερθέντα είναι απόρροια των έντονων επιρροών από το θρησκευτικό και οικογενειακό περιβάλλον του ατόμου, αλλά και την εκπαιδευτική διαδικασία. Άλλες επιρροές αποτελούν οι γλωσσικές -που επηρεάζουν άμεσα τον τρόπο σκέψης αλλά και συμβάλλουν σε παρανοήσεις- (Tidon & Lewontin 2003), οι πολιτισμικές, καθώς και πληροφορίες από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης, τις οποίες ο καθένας υιοθετεί επιλεκτικά, ανάλογα με τις γνώσεις του (Solomon 1987).

Για την κατανόηση λοιπόν όλων των παρανοήσεων γύρω από την Εξέλιξη, αλλά και των πλαισίων που τις δημιουργούν, έχουν γίνει αρκετές έρευνες εντός και εκτός ελλαδικού χώρου. Φαίνεται πως μέχρι τώρα ιδιαίτερη σημασία έχει δοθεί στο εκπαιδευτικό σύστημα, καθώς και στη θρησκεία,

εφόσον με αυτά φαίνεται να υπάρχει μεγαλύτερη συσχέτιση. Η ελληνική κοινωνία και το εκπαιδευτικό της σύστημα, παρουσιάζουν ενδιαφέρον σε σχέση με τη διδασκαλία της εξελικτικής βιολογίας: το μάθημα της Εξέλιξης έχει «απομακρυνθεί» από όλα τα επίπεδα της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης εδώ και πολλά χρόνια. Το κεφάλαιο της Εξέλιξης (που πλέον διδάσκεται και στην Γ' Γυμνασίου), βρίσκεται στο τέλος του βιβλίου Βιολογίας Γενικής Παιδείας Γ' Λυκείου, ήταν εκτός διδακτέας ύλης για πολλά χρόνια και δεν εξετάζονταν στις πανελλήνιες εξετάσεις, κάτι που άλλαξε πολύ πρόσφατα (συγκεκριμένα προστέθηκε στην εξεταστέα ύλη το σχολικό έτος 2015-2016). Επίσης, σε γενικές γραμμές, φαίνεται πως οι ώρες διδασκαλίας Εξέλιξης είναι ελάχιστες, σε σχέση με το συνολικό χρόνο διδασκαλίας του μαθήματος της Βιολογίας, ενώ μερικοί καθηγητές υποστηρίζουν, πως δεν έχουν χρόνο να διδάξουν το μάθημα (Tidon & Lewontin 2003). Οι Έλληνες έχουν χαρακτηριστεί από τους λιγότερο ενημερωμένους και επιμορφωμένους, σε σχέση με την Εξέλιξη, λαούς του σύγχρονου κόσμου, έχοντας ένα από τα χαμηλότερα ποσοστά αποδοχής της Εξέλιξης σε μια κλίμακα που θέσπισαν οι Miller *et al.* (2006) με μόνο δύο περιοχές να βρίσκονται χαμηλότερα (Τουρκία και ΗΠΑ) (Athanasίου & Mavrikaki 2014). Ας μην ξεχνάμε ακόμα, ότι ο κάθε μαθητής πριν διδαχθεί ένα μάθημα στο σχολείο, έχει ήδη σχηματίσει κάποιες απόψεις για αυτό είτε σωστές είτε λανθασμένες, ή δεν έχει το κατάλληλο γνωσιακό επίπεδο (Tidon & Lewontin 2003). Το θέμα της Εξέλιξης είναι δύσκολο προς διδασκαλία έτσι κι αλλιώς, πόσο μάλλον όταν οι ήδη σχηματισμένες απόψεις των μαθητών αντιτίθενται σε αυτό (Bishop & Anderson 1990).

Σημαντικό ρόλο, προφανώς, διαδραματίζουν και οι εκπαιδευτικοί. Όπως φαίνεται οι Έλληνες έχουν πρόβλημα στην κατανόηση απλών εννοιών της Εξέλιξης, με τους καθηγητές να μην μπορούν να βοηθήσουν καθώς και οι ίδιοι έχουν πολλές παρανοήσεις (Prinou *et al.* 2005). Και αυτό είναι λογικό αν σκεφτούμε πως οι παρανοήσεις των ατόμων απλά μεταφέρονται από την Δευτεροβάθμια στην Τριτοβάθμια, χωρίς να καταργούνται σύμφωνα με έρευνες που έχουν γίνει σε πανεπιστημιακό επίπεδο. Οι περισσότερες παρανοήσεις των φοιτητών, αφορούν σε τελεολογικές αντιλήψεις και το λαμαρκιανό τρόπο σκέψης, καθώς επίσης και τη σύγχυση των εννοιών ανάγκης και λειτουργίας με την προσαρμοστικότητα, που αναφέρεται στη δαρβινική θεωρία (Gregory & Ellis 2009). Στη Σκωτία, μεγάλο ποσοστό φοιτητών, δίνει απαντήσεις σχετικά με την προέλευση των ειδών, στηριγμένες σε δημιουργιστικές και τελεολογικές θεωρίες, όπως και στην Αυστραλία μετά από μια έξαρση Ευαγγελικών και Προτεσταντικών διδασκόντων (Jones 1987). Αν γίνει λόγος δε για το Πακιστάν, εκεί οι φοιτητές ιατρικής αρνούνται και το γεγονός πως ο άνθρωπος είναι προϊόν Εξέλιξης (Asfandiyar *et al.* 2011). Αυτό πιθανότατα συμβαίνει καθώς στο Πακιστάν όπου δεν υπάρχει διαχωρισμός Κράτους Εκκλησίας (όπως και στην Ελλάδα), η διδασκαλία της Εξέλιξης γίνεται σε ένα αυστηρά θρησκευτικό περιβάλλον και τα βιβλία περιλαμβάνουν τμήματα του Κορανίου όπου αναφέρεται η δημιουργία της ζωής και των ειδών από μία Ανώτερη Δύναμη (Hammed 2008).

Το εκπαιδευτικό σύστημα βέβαια, καθώς και τα μέλη που το απαρτίζουν, δέχονται την άμεση επιρροή του θρησκευτικού συστήματος κάθε χώρας, γεγονός που περιπλέκει και δυσχεραίνει την κατάσταση, θέτοντας και προβάλλοντας θεωρίες δημιουργισμού. Οι θρησκείες που αντιτίθενται και διαφωνούν εντονότερα με την Εξέλιξη είναι το Ισλάμ και ο Χριστιανισμός (Jones 1987). Οι τελεολογικές θεωρίες συμφωνούν με τη θρησκεία του Ισλάμ αλλά και τον Χριστιανισμό και φαίνεται πως η στενή σχέση με την θρησκεία παρουσιάζει αρνητική συσχέτιση με την αποδοχή της Εξέλιξης (Lawson & Worsnop 1992, Deniz *et al.* 2008). Ο κόσμος διχάζεται ανάμεσα στη θρησκεία και την Εξέλιξη (Hameed 2008), ενώ άλλοι θεωρούν πως δεν υπάρχει μεγάλη σύγκρουση, εφόσον χρέος της επιστήμης είναι να λειτουργεί χάριν της θρησκείας και επαληθευοντάς την. Έτσι δεν έχουν πρόβλημα στη διδασκαλία, καθώς τα επιστημονικά ευρήματα δεν είναι ικανά να επηρεάσουν τη θρησκεία τους, ειδικά εφόσον αυτή δεν αλλάζει σε αντίθεση με τις επιστημονικές θεωρίες (Peker *et al.* 2010). Παρ' όλα αυτά χρήζει ιδιαίτερης προσοχής η κατανόηση της θεματολογίας, που πραγματεύεται η επιστήμη και η θρησκεία. Η επιστήμη έχει ως βασικό στόχο τη μελέτη και ερμηνεία των φυσικών φαινομένων. Από την άλλη η θρησκεία

πραγματεύεται μεταφυσικά φαινόμενα και καλύπτει μια έμφυτη ανάγκη του ανθρώπου να αποδώσει οτιδήποτε ανεξήγητο, σε κάτι ανώτερο. Κακώς λοιπόν υπάρχουν επιστημονικής φύσεως άρθρα, σε περιοδικά θρησκευτικού περιεχομένου, καθώς οδηγούν τους αναγνώστες σε παρανοήσεις και αποπροσανατολισμό.

Στόχοι λοιπόν της έρευνας αυτής, όπως ήδη έχει αναφερθεί εμμέσως, είναι:

Ο έλεγχος της γνώσης άρα και κατανόησης της Εξελικτικής Βιολογίας από τους πρωτοετείς φοιτητές.

Ο εντοπισμός των πιθανών παραγόντων που συμβάλλουν στη διαμόρφωση συγκεκριμένων απόψεων από τους μαθητές πριν την εισαγωγή τους στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση.

Η σκιαγράφηση του περιβάλλοντος στο οποίο μεγαλώνουν οι Έλληνες μαθητές και της θέσης της Εξελικτικής βιολογίας μέσα σε αυτό.

Η εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια επιδιώξεων και δράσεων της Ελληνικής Εξελικτικής Εταιρείας (ΕΛΕΞΕ), όπως περιγράφονται στην ιδρυτική της διακήρυξη (Abatzopoulos *et al* 2019)

Μεθοδολογία

Για τον σκοπό της εργασίας αυτής δημιουργήθηκε ένα ερωτηματολόγιο με 31 συνολικά ερωτήσεις, 11 δημογραφικού χαρακτήρα και 20 ερωτήσεις που αφορούσαν την εξελικτική θεωρία. Οι περισσότερες ερωτήσεις ήταν κλειστού τύπου (οι πιθανές απαντήσεις είναι συγκεκριμένες). Οι δημογραφικές ερωτήσεις τέθηκαν με σκοπό την αποτύπωση του περιβάλλοντος του κάθε ατόμου που συμμετείχε στην έρευνα. Ερωτήσεις όπως η Σχολή και η κατεύθυνση (αλλά και οι θρησκευτικές πεποιθήσεις) υποδεικνύουν τον τρόπο σκέψης του κάθε συμμετέχοντος, με άμεσο αντίκτυπο στην αντίληψη πραγμάτων και θεωριών αλλά και την επεξεργασία τους. Επίσης, σε συνδυασμό με ερωτήσεις που αφορούν στην επιλογή του μαθήματος της Βιολογίας Γενικής Παιδείας, την ειδικότητα του καθηγητή που δίδαξε βιολογία κ.α, αποτυπώνεται η διάρθρωση του εκπαιδευτικού συστήματος. Ερωτήσεις όπως η καταγωγή, το επίπεδο εκπαίδευσης γονέων καθώς και οι θρησκευτικές πεποιθήσεις περιγράφουν το περιβάλλον που μεγάλωσε το άτομο και έμμεσα την κοσμοθεωρία που έχει αναπτύξει μέσω των εμπειριών του.

Όσον αφορά στις ερωτήσεις Εξελικτικής βιολογίας, αυτές δημιουργήθηκαν με σκοπό τον έλεγχο των γνώσεων τριών κεντρικών θεμάτων. Στην συγκεκριμένη έρευνα τα θέματα αυτά ήταν η φυσική επιλογή, η καταγωγή του ανθρώπου και η προέλευση της ζωής. Τα θέματα αυτά επιλέχθηκαν, ως μερικά από τα κεντρικά θέματα που αφορούν και αντιπροσωπεύουν τις βασικές αρχές της Εξελικτικής βιολογίας. Οι ερωτήσεις στο ερωτηματολόγιο δεν ήταν ομαδοποιημένες, αλλά τέθηκαν σε τυχαία σειρά. Αρχικά πραγματοποιήθηκε προέλεγχος του ερωτηματολογίου, με σκοπό να διαπιστωθεί αν αυτό ήταν κατανοητό και επιλέχθηκαν 20 άτομα, από τα οποία ζητήθηκε να το συμπληρώσουν. Μετά τον προέλεγχο του ερωτηματολογίου, έγιναν οι τελικές διορθώσεις, ώστε να λάβει την τελική του μορφή και να χρησιμοποιηθεί στην έρευνα.

Δείγμα

Το τελικό δείγμα αποτέλεσαν 306 αποκλειστικά πρωτοετείς φοιτητές Τμημάτων του ΑΠΘ (ο αριθμός ήταν μεγαλύτερος πριν την ακύρωση μερίδας ερωτηματολογίων). Το ερωτηματολόγιο ήταν διαθέσιμο στην πλατφόρμα του Google Forms από τις 20 Μαρτίου 2018 μέχρι τις 15 Μαΐου 2018, οπότε και σταμάτησε η λήψη απαντήσεων.

Ανάλυση

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων της έρευνας πραγματοποιήθηκε με το στατιστικό πακέτο IBM SPSS Statistics ver. 25 και περιλάμβανε κλασική περιγραφική στατιστική για τον υπολογισμό συχνοτήτων, ποσοστών και μέσων όρων. Παράλληλα, έγινε έλεγχος υποθέσεων ανεξαρτησίας με χ^2 κατανομή για να διερευνηθεί η πιθανή σχέση μεταξύ των δημογραφικών χαρακτηριστικών των φοιτητών και των ερωτημάτων.

Αποτελέσματα

Γενική περιγραφή δημογραφικών στοιχείων

Όπως προαναφέρθηκε το σύνολο των συμμετεχόντων ανήλθε στα 306 άτομα [215 (70,3%) γυναίκες και 91 (29,7%) άνδρες]. Η αρχική διαίρεση του συνόλου των ατόμων στα Τμήματα φοίτησής τους, ακολουθήθηκε από την ομαδοποίηση των Τμημάτων στις Σχολές στις οποίες ανήκαν: Φιλοσοφική Σχολή 45,3%, Σχολή Θετικών Επιστημών 34,4%, Θεολογική Σχολή 20,3%. Όσον αφορά στις κατευθύνσεις που είχαν επιλέξει τα άτομα κατά το τελευταίο λυκειακό τους έτος, η Θεωρητική Κατεύθυνση περιλάμβανε 64,1% του συνόλου και η Θετική Κατεύθυνση 35,6%. Η τεχνολογική περιλάμβανε μόνο ένα άτομο. Από το σύνολο των συμμετεχόντων, το 48,4% επέλεξε τη Βιολογία Γενικής Παιδείας ως εξεταζόμενο μάθημα στις Πανελλήνιες Εξετάσεις. Μεγάλο ποσοστό των καθηγητών που δίδασκαν βιολογία στην Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση ήταν βιολόγοι (80,4%), ενώ ένα μικρό ποσοστό φυσικοί (8,5%), χημικοί (7,2%) και 3,9% άλλης ειδικότητας. Σχεδόν τα 3/4 των φοιτητών διδάχθηκαν το κεφάλαιο της εξέλιξης του βοηθήματος Βιολογίας Γενικής Παιδείας (73,9%). 74,2% των φοιτητών είχαν θρησκευτικές πεποιθήσεις. Αντίθετα, το 24,2% είχε καλή σχέση με τη θρησκεία του, το 54,2% μέτρια και το 21,6% κακή.

Γενική περιγραφή αποτελεσμάτων θεωρητικών ερωτήσεων και συσχετίσεις

Όπως προαναφέρθηκε, οι μη δημογραφικές ερωτήσεις της έρευνας, που ελέγχουν τις γνώσεις των φοιτητών σχετικά με την Εξελικτική βιολογία ομαδοποιήθηκαν σε τρεις κατηγορίες: «φυσική επιλογή», «καταγωγή του ανθρώπου» και «προέλευση της ζωής». Το σκεπτικό ήταν πως αυτά τα τρία θεμελιώδη εξελικτικά θέματα καλύπτουν σε μεγάλο βαθμό τον τρόπο που κάποιος κατανοεί την Εξελικτική Βιολογία και σκιαγραφούν μέχρι ενός σημείου, τις απόψεις του. Επίσης, κάποια από αυτά τα θέματα, καλύπτει η ύλη Βιολογίας Γενικής Παιδείας στην Γ' Λυκείου. Δεν θα εμφανιστούν τα αποτελέσματα όλων των ερωτήσεων παρά μόνο τα πιο σημαντικά και αντιπροσωπευτικά της γενικής κατάστασης, καθώς και αυτά των οποίων οι απαντήσεις επηρεάζονται σημαντικά από τα δημογραφικά χαρακτηριστικά.

Φυσική Επιλογή

Η πλειονότητα των συμμετεχόντων (66,4%) έχει σχεδόν καθαρή αντίληψη του γεγονότος, ότι οι πιο προσαρμοσμένοι οργανισμοί είναι αυτοί που ευνοούνται από την φυσική επιλογή και αυτό συμβαίνει λόγω της πιο πιθανής επιβίωσης και αναπαραγωγής τους (68,6%) (Πίνακας 1). Ένα μεγάλο ποσοστό των φοιτητών της Σχολής Θετικών Επιστημών (81,1%), αλλά και της θετικής κατεύθυνσης (81,7%) απαντούν σωστά, ενώ το ίδιο συμβαίνει για τα 2/3 των ατόμων της θεωρητικής κατεύθυνσης. Τα άτομα με θρησκευτικές πεποιθήσεις τείνουν να δηλώνουν άγνοια (επιλογή δεν γνωρίζω/δεν απαντώ) πιο εύκολα.

Πίνακας 1: Αποτελέσματα (αναγράφονται οι τιμές των πιθανοτήτων P) των ελέγχων ανεξαρτησίας χ^2 μεταξύ των δημογραφικών χαρακτηριστικών των φοιτητών και του ερωτήματος της φυσικής επιλογής. Οι σκιασμένες τιμές υποδεικνύουν σημαντικές ($P < 0,05$) σχέσεις

Ε/Δ	1.Φύλο	2. Σχολή	3.Κατεύθυνση	4.Βιολογία Γενικής Παιδείας	5.Καθηγητής	6.Κεφάλαιο εξέλιξης	7.Θρησκευτικές πεποιθήσεις;	8.Σχέση με θρησκεία
11. Η Φυσική Επιλογή ευνοεί:	0,324	0	0,001	0,087	0,536	0,003	0,016	0,303
13. Η Φυσική Επιλογή είναι μια τυχαία διαδικασία;	0,035	0,007	0,002	0,737	0,241	0,045	0	0,107
16. Η καθιέρωση νέων χαρακτηριστικών διαφέρει σύμφωνα με τον Λαμάρκ και τον Δαρβίνο.	0,618	0,184	0,538	0,961	0,94	0	0,565	0,603
23. Η Φυσική Επιλογή δρα μέσω της πιθανότερης επιβίωσης και αναπαραγωγής των πιο προσαρμοσμένων σε σχέση με τους λιγότερο προσαρμοσμένους.	0,038	0	0,015	0,675	0,133	0,006	0,007	0,184
26. Οι επίκτητοι χαρακτήρες ενός ατόμου μπορούν να κληροδοτηθούν στους απογόνους του;	0,692	0,056	0,133	0,962	0,241	0,764	0,811	0,41
28. Η Φυσική Επιλογή δρα στο επίπεδο του:	0,402	0,006	0,015	0,385	0,286	0,659	0,652	0,572

Περισσότεροι από τους μισούς φοιτητές (54,6%), φαίνεται να συνειδητοποιούν πως η φυσική επιλογή δεν είναι μια τυχαία διαδικασία. Τα άτομα όλων των Σχολών και κατευθύνσεων τείνουν να απαντούν ορθά με αυτά της θεωρητικής κατεύθυνσης και Σχολών, να απαντούν πιο εύκολα «δεν γνωρίζω/δεν απαντώ»

Προβληματικό εμφανίζεται το θέμα της κληροδότησης των επίκτητων χαρακτήρων ενός ατόμου στους απογόνους του, με το οποίο λανθασμένα συμφωνεί το 31,7% του συνόλου και το οποίο δεν εμφανίζει καμία συσχέτιση με τα δημογραφικά χαρακτηριστικά.

Το 52,3% του συνόλου θεωρεί πως η φυσική επιλογή δρα στο επίπεδο του είδους, ενώ μόνο το 28,3% επιλέγει τη σωστή απάντηση του πληθυσμού. Το μεγαλύτερο ποσοστό των ατόμων όλων των Σχολών απαντούν πως η φυσική επιλογή δρα στο επίπεδο του είδους σε ποσοστά μεγαλύτερα από το 40% των συνόλων των φοιτητών σε κάθε σχολή.

Καταγωγή του Ανθρώπου

Από τις απαντήσεις των συμμετεχόντων στις ερωτήσεις της συγκεκριμένης ενότητας φαίνεται πως ένα μεγάλο ποσοστό των φοιτητών, παρόλο που θεωρεί τον άνθρωπο ως ανώτερο ον, δέχονται πως είναι προϊόν εξέλιξης (85,6%), ενώ ορθά, σε παρόμοιο ποσοστό, απαντά αρνητικά στην πρόταση πως η εξέλιξη ισχύει σε όλα τα είδη εκτός του ανθρώπου (σε ποσοστό 81%). Όπως φαίνεται και από τον Πίνακα 2 οι απαντήσεις των συγκεκριμένων ερωτήσεων επηρεάζονται σημαντικά ($P < 0,05$) από τη Σχολή που επέλεξαν να φοιτήσουν, τις θρησκευτικές πεποιθήσεις και τη σχέση με τη θρησκεία. Το υψηλότερο ποσοστό λανθασμένων απαντήσεων αφορούσε τους φοιτητές της Θεολογικής Σχολής (12,9%), οι οποίοι έδωσαν και το χαμηλότερο ποσοστό αρνητικών απαντήσεων (69,4% του συνόλου τους).

Σημαντικά μεγάλο ποσοστό των φοιτητών (71%) γνωρίζει για την εμφάνιση του σύγχρονου ανθρώπου πριν περίπου 300.000 χρόνια, παρ' όλα αυτά το 43,4% δεν γνωρίζει για την εμφάνισή του στην Αφρική. Οι απαντήσεις αυτές εμφανίζουν συσχέτιση κυρίως με την ύπαρξη θρησκευτικών πεποιθήσεων και καλής σχέσης με τη θρησκεία. Τα άτομα χωρίς θρησκευτικές πεποιθήσεις απαντούν σε πολύ μεγάλο ποσοστό ορθά (68,4%), ενώ τα άτομα που έχουν θρησκευτικές πεποιθήσεις απαντούν στο μεγαλύτερο ποσοστό τους «δεν γνωρίζω/δεν απαντώ» (49,3%).

Πίνακας 2: Αποτελέσματα (αναγράφονται οι τιμές των πιθανοτήτων P) των ελέγχων ανεξαρτησίας χ^2 μεταξύ των δημογραφικών χαρακτηριστικών των φοιτητών και του ερωτήματος της καταγωγής του ανθρώπου. Οι σκιασμένες τιμές υποδεικνύουν σημαντικές ($P < 0,05$) σχέσεις

Ε/Δ	4.Βιολογία							
	1.Φύλο	2. Σχολή	3.Κατεύθυνση	4.Γενικής Παιδείας	5.Καθηγητής	6.Κεφάλαιο εξέλιξης	7.Θρησκευτικές με πεποιθήσεις;	8.Σχέση με θρησκεία
12. Ο άνθρωπος έχει κοινό πρόγονο με τον πίθηκο	0,047	0	0,055	0,835	0,841	0,19	0,001	0
17. Ο άνθρωπος δεν αποτελεί προϊόν εξέλιξης αλλά δημιουργήθηκε εξαρχής στη σημερινή του μορφή:	0,039	0	0,078	0,595	0,28	0,394	0,001	0
19. Ο σύγχρονος άνθρωπος (Homo sapiens) εμφανίστηκε πριν από περίπου:	0,429	0,121	0	0,791	0,529	0,698	0,004	0,226
21. Ο άνθρωπος προέρχεται από τον πίθηκο;	0,004	0,001	0,137	0,329	0,186	0,381	0,598	0,042
22. Ο άνθρωπος πρωτοεμφανίστηκε στην Αφρική;	0,008	0,115	0,536	0,021	0,107	0,137	0	0
25. Ο άνθρωπος διαφέρει από τα υπόλοιπα είδη ως ανώτερο ον;	0,729	0,001	0,005	0,836	0,247	0,793	0	0,005
30. Η εξελικτική θεωρία ισχύει για όλα τα είδη εκτός από τον άνθρωπο.	0,173	0,047	0,151	0,686	0,671	0,31	0,026	0,002

Όσον αφορά τώρα στην ύπαρξη ενός κοινού προγόνου του ανθρώπου με τον πίθηκο, το 79,1% απαντά σωστά πως ο άνθρωπος και ο πίθηκος έχουν κοινό πρόγονο, ενώ αντίθετα, μόνο το 38,5% απορρίπτει την προέλευση του ανθρώπου από τον πίθηκο. Το μεγαλύτερο ποσοστό των φοιτητών της Φιλοσοφικής Σχολής απαντούν λανθασμένα (48,6%), ενώ αντίθετα αυτοί της Σχολής Θετικών Επιστημών (58,5%) και Θεολογικής Σχολής (51,6%) απαντούν σωστά. Το μεγαλύτερο μέρος των ατόμων με μέτρια σχέση με τη θρησκεία τους απαντούν λανθασμένα (45,8%) σε αντίθεση με φοιτητές με κακή ή καλή σχέση με τη θρησκεία που κατά κύριο λόγο απαντούν ορθά (33,3% και 27%, αντίστοιχα).

Προέλευση της Ζωής-Κοινός πρόγονος

Στη συγκεκριμένη ενότητα οι απαντήσεις σχετικά με την ειδογένεση και την εμφάνιση ή εξαφάνιση ειδών ήταν ιδιαίτερα ενθαρρυντικές. Όσον αφορά όμως στην ύπαρξη ενός κοινού προγόνου όλων των ειδών το 35% των φοιτητών την απορρίπτει. Σημαντική επίδραση στις απαντήσεις των φοιτητών εκτιμήθηκε από την κατεύθυνση και τη διδασκαλία του κεφαλαίου της Εξέλιξης, ενώ σε μικρότερο βαθμό από το φύλο και τη Σχολή (Πίνακας 3). Το μεγαλύτερο ποσοστό σωστών απαντήσεων δόθηκε από άτομα της Σχολής Θετικών Επιστημών (64,2 %), το οποίο είναι σχεδόν τριπλάσιο από αυτό που απάντησαν οι φοιτητές της Θεολογικής Σχολής και διπλάσιο από το αντίστοιχο της Φιλοσοφικής, καθώς σε αυτές τις σχολές οι πλειοψηφία των φοιτητών δεν συμφωνούν με την ύπαρξη ενός κοινού προγόνου. Παρόμοιο πρότυπο εκτιμήθηκε και για τις κατευθύνσεις, με τη θετική να ταυτίζεται με τις απαντήσεις της Σχολής Θετικών Επιστημών και τη θεωρητική κατεύθυνση με της Φιλοσοφικής και Θεολογικής Σχολής.

Το 44,4% των συμμετεχόντων θεωρεί πως η ζωή στον πλανήτη δημιουργήθηκε με τη σημερινή της μορφή από κάποια ανώτερη δύναμη, απαντήσεις που επηρεάζονται από τη Σχολή, την κατεύθυνση, την ύπαρξη θρησκευτικών πεποιθήσεων και τη σχέση με θρησκεία. . Ειδικότερα, περισσότερα από τα 3/4 των φοιτητών της Θεολογικής Σχολής (72,6%) τους πιστεύουν στην ύπαρξη μιας ανώτερης δύναμης που δημιούργησε τη σημερινή μορφή της ζωής (δεν συνέβη ποτέ εξέλιξη), ενώ σε μικρότερο ποσοστό αυτό παρατηρήθηκε στους φοιτητές της Φιλοσοφικής Σχολής (44,2%). Αντίθετα, Το 47,2% των φοιτητών της Σχολής Θετικών Επιστημών, δεν πιστεύουν πως συμβαίνει κάτι τέτοιο. Επίσης, οι φοιτητές που έχουν καλή σχέση με τη θρησκεία δέχονται την ύπαρξη μιας ανώτερης δύναμης σε ποσοστό 74,3%, ενώ τα άτομα με κακή σχέση αντιτίθεται σε αυτό, σε ποσοστό 62,1%.

Πίνακας 3: Αποτελέσματα (αναγράφονται οι τιμές των πιθανοτήτων P) των ελέγχων ανεξαρτησίας χ^2 μεταξύ των δημογραφικών χαρακτηριστικών των φοιτητών και του ερωτήματος της προέλευσης της ζωής-κοινού προγόνου. Οι σκιασμένες τιμές υποδεικνύουν σημαντικές ($P < 0,05$) σχέσεις

Ε/Δ	1.Φύλο	2. Σχολή	3.Κατεύθυνση	4.Βιολογία Γενικής Παιδείας	5.Καθηγητής	6.Κεφάλαιο εξέλιξης	7.Θρησκευτικές με πεποιθήσεις;	8.Σχέση θηρσκειά
14. Όλα τα υπάρχοντα είδη έχουν προκύψει από έναν κοινό πρόγονο;	0,048	0	0	0,328	0,298	0,044	0,179	0,112
15. Μία ανώτερη δύναμη δημιούργησε την ζωή στον πλανήτη όπως την ξέρουμε σήμερα.	0,095	0	0,005	0,552	0,652	0,291	0	0
18. Υπάρχουν είδη που ζούσαν παλιότερα και τώρα έχουν εξαφανιστεί;	0,523	0,198	0,488	0,714	0,96	0,563	0,566	0,491
20. Εμφανίζονται νέα είδη ακόμα και σήμερα;	0,655	0	0	0,099	0,969	0,977	0,029	0
24. Η πρώτη μορφή ζωής εμφανίστηκε πριν από περίπου:	0,162	0,063	0,186	0,1	0,759	0,583	0,312	0,774
27. Υπάρχουν σήμερα είδη που παλαιότερα δεν υπήρχαν;	0,193	0,003	0,011	0,469	0,389	0,216	0,02	0,01
29. Η γεωγραφική απομόνωση απαιτείται για την δημιουργία νέου είδους.	0,485	0,128	0,204	0,214	0,592	0,981	0,218	0,747

Συζήτηση

Φυσική Επιλογή

Η γνώση των φοιτητών σε σχέση με την φυσική επιλογή, επηρεάζεται κυρίως από το εκπαιδευτικό περιβάλλον. Αυτό είναι αρκετά λογικό αν αναλογιστεί κανείς, πως το θέμα της φυσικής επιλογής δεν εμπλέκεται με θρησκευτικές πεποιθήσεις, ούτε αντιτίθεται σε θεολογικές θεωρίες, τόσο όσο άλλα θέματα (όπως η καταγωγή του ανθρώπου) και εξαρτάται περισσότερο από επιστημονικές θεωρίες παρά από τις απόψεις του ατόμου. Σε γενικές γραμμές φάνηκε, πως η κατανόηση της δράσης της φυσικής επιλογής είναι πλήρης, καθώς και πως τα άτομα που ευνοούνται από τη φυσική επιλογή είναι τα πιο προσαρμοσμένα και όχι τα πιο δυνατά ή πιο εύρωστα. Παρ' όλα αυτά το επίπεδο δράσης της δεν είναι πλήρως κατανοητό, ίσως γιατί το είδος ως όρος ανθρώπινης δημιουργίας είναι πιο κατανοητός από τον ευρύ όρο του πληθυσμού. Προβληματική εμφανίστηκε η θεματολογία κληρονομής και καθιέρωσης χαρακτήρων. Μάλιστα φαίνεται πως οι μαθητές και οι καθηγητές εμφανίζουν παρανοήσεις ίδιου χαρακτήρα. Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί πως οι καθηγητές αποτελούν τον κρίκο, που συνδέει τη γνώση των επιστημόνων περί Εξέλιξης και την ελλιπή πληροφόρηση που εμφανίζουν οι πολίτες (Nehm & Schonfeld 2007). Όπως έχει δείχθει και από άλλες έρευνες δημιουργούνται πολλές παρανοήσεις σε σχέση με φυσική επιλογή, τον λαμαρκιανό τρόπο σκέψης και τελεολογικών θεωριών κυρίως λόγω σύγχυσης της ανάγκης με την λειτουργία και προσαρμογή (Gregory & Ellis 2009).

Καταγωγή του Ανθρώπου

Στη συγκεκριμένη ενότητα γίνεται προφανές, πως ενώ σε ένα θέμα όπως η φυσική επιλογή κύριο ρόλο διαδραματίζει κυρίως το εκπαιδευτικό περιβάλλον στο οποίο αναπτύχθηκε το άτομο, όταν το θέμα ανάγεται στον άνθρωπο, γίνεται και πιο «προσωπικό» και οι απόψεις εξαρτώνται από διαφορετικές προσλαμβάνουσες εμπειρίες (στην προκειμένη κυρίως το θρησκευτικό περιβάλλον). Είναι σχεδόν αναμενόμενο όμως, πως το θέμα της καταγωγής του ανθρώπου είναι και αυτό που προκαλεί τις περισσότερες εντάσεις (Blackwell *et al.* 2010). Γενικά, επικρατεί μια σύγχυση γύρω από το θέμα της σχέσης που συνδέει τον άνθρωπο με τον πίθηκο. Από τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας, έγινε προφανές πως 116 άτομα που πιστεύουν πως ο άνθρωπος έχει κοινό πρόγονο με τον πίθηκο στη συνέχεια απαντούν πως προέρχεται από αυτόν. Η παρανόηση που αναφέρθηκε και παραπάνω, σύμφωνα με την οποία, ο Δαρβίνος αναφέρθηκε στην προέλευση του ανθρώπου από τον πίθηκο, διαδίδεται όχι μόνο από ημιμαθείς και αμαθείς, αλλά και από «επιστημονικά άρθρα και διατριβές» ή άρθρα σε περιοδικά θρησκευτικού περιεχομένου, που

αντιτάσσονται στη δαρβινική και εξελικτική θεωρία. Είναι γνωστό πως το κύριο δόγμα της Ορθοδοξίας, αρνείται να δεχτεί την πλάνη (θεωρώντας την όμως ως Δαρβινική δυστυχώς θεωρία) πως ο άνθρωπος προέρχεται από τον πίθηκο. Είναι λογικό λοιπόν, ακόμη και σήμερα, στα μυαλά των πιστών η Εξέλιξη να συνδέεται με την αθεΐα.

Προέλευση της Ζωής-Κοινός Πρόγονος

Η ομάδα αυτών των ερωτήσεων, επηρεάζεται κυρίως από εκπαιδευτικό περιβάλλον και σε μικρότερο βαθμό από θρησκευτικό. Αυτό κάθε άλλο παρά παράλογο είναι, καθώς οι ερωτήσεις απαιτούν επιστημονική γνώση. Ωστόσο όσον αφορά την εμφάνιση της ζωής, αυτή εξαρτάται άμεσα από τις θεολογικές θεωρίες περί του θέματος που διδάσκονται από πολύ μικρή ηλικία (ξεκινώντας από την πρωτοβάθμια εκπαίδευση) και αφορούν κυρίως τον δημιουργισμό, (εξαήμερος δημιουργία, εμφάνιση και συνύπαρξη όλων των ζώων ταυτόχρονα, ύπαρξη ανώτερης δύναμης) ενώ μάλιστα όσο προχωρούν οι λυκειακές τάξεις διδάσκεται πως υπάρχει αντιστοιχία κάθε «ημέρας δημιουργίας» με κάποια εκατομμύρια χρόνια, καταλήγοντας στο συμπέρασμα (και μετά από άλλα λεγόμενα), πως όσο προχωρά η επιστήμη επιβεβαιώνονται προοδευτικά οι Γραφές. Σχετικά με το θέμα της ειδογένεσης οι απαντήσεις είναι πολύ ενθαρρυντικές. Φαίνεται λοιπόν (όπως και με την φυσική επιλογή), πως όταν τα θέματα είναι «ουδέτερα» και δεν αφορούν στον άνθρωπο, ο ανθρωποκεντρισμός απομακρύνεται, επιτρέποντας την πραγματική επιστημονική γνώση να φανεί. Η απόρριψη της ύπαρξης ενός κοινού προγόνου, είναι ουσιαστικά προϊόν της θεωρίας του δημιουργισμού, σύμφωνα με την οποία, όλα τα είδη έχουν προκύψει ξεχωριστά, χωρίς να σχετίζονται, από μια Ανώτερη Δύναμη. Επίσης όσον αφορά στην ύπαρξη μιας Ανώτερης Δύναμης και την δημιουργία της ζωής όπως είναι σήμερα, κάθε θετική απάντηση δηλώνει απόρριψη της εξέλιξης, καθώς υποβόσκει ο δημιουργισμός, με την πεποίθηση πως ο κόσμος δημιουργήθηκε όπως είναι σήμερα. Άρα εφόσον θεωρείται πως η σημερινή ποικιλότητα στη φύση είναι μια κατάσταση παγιωμένη, αυτό αυτομάτως συνεπάγεται πως δεν έχει συμβεί κάποιας μορφής εξέλιξη.

Επίλογος

Εν κατακλείδι, αυτό που συμπεραίνεται από την παρούσα έρευνα, είναι πως εξελικτικά θέματα τα οποία δεν αφορούν αποκλειστικά την επιστήμη, αλλά στα οποία εμπλέκονται και θρησκευτικο-κοινωνικά θεμελιωμένα πιστεύω, εμφανίζουν πρόβλημα όσον αφορά στην κατανόηση ή αποδοχή της Εξελικτικής Βιολογίας. Η θεματολογία της καταγωγής του ανθρώπου αποτελεί πρόκληση εδώ και αιώνες, όχι μόνο για τις θρησκευτικές πεποιθήσεις, αλλά και για την ανθρωποκεντρική υπεροψία του κάθε ατόμου. Αυτή της προέλευσης της ζωής έρχεται σε αντίθεση με τις τελεολογικές και δημιουργιστικές θεωρίες με τις οποίες γαλουχούνται οι Έλληνες. Όσον αφορά στο εκπαιδευτικό κομμάτι, το γεγονός πως τα άτομα θετικής κατεύθυνσης και Σχολής τείνουν να απαντούν ορθότερα από τα άτομα της θεωρητικής υποδηλώνει κάποια βασικά προβλήματα του εκπαιδευτικού συστήματος. Θεωρείται λοιπόν καίριο να τεθούν σ' αυτό το σημείο κάποιες προτάσεις για την βελτίωση ίσως της σχέσης των Ελλήνων με την Εξελικτική βιολογία που αφορούν κυρίως στο Εκπαιδευτικό Σύστημα:

- Προσθήκη του μαθήματος της Εξέλιξης στα Τμήματα της Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης, στα οποία φοιτούν εν δυνάμει εκπαιδευτικοί.
- Έλεγχος και αξιολόγηση των καθηγητών που διδάσκουν Εξέλιξη, είτε είναι βιολόγοι, είτε άλλης ειδικότητας.
- Δημιουργία σεμιναρίων και εκπαιδευτικών ημερίδων για τους καθηγητές οι οποίοι διδάσκουν Εξέλιξη, για την διόρθωση των παρανοήσεων που ίσως έχουν.
- Ένταξη του μαθήματος της Εξέλιξης, νωρίτερα στο Εκπαιδευτικό Πρόγραμμα (παρόλο που υπάρχει στο πρόγραμμα και στο σχολικό εγχειρίδιο της Γ' Γυμνασίου, τα Θρησκευτικά διδάσκονται από τις αρχές της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης).

Βιβλιογραφία

- Abatzopoulos T.J., Giokas S., Pafilis P., Poulakakis N., Sfenthourakis S., Zouros E. (2019). Promoting evolution: the brand new *Hellenic Evolutionary Society (HEVOS)*. JOURNAL OF BIOLOGICAL RESEARCH-THESSALONIKI, 26, 6
- Asfandiyar Y., Muhammad A., Amina N. (2011). Awareness and Acceptance of Evolution and Evolutionary Medicine Among Medical Students in Pakistan. EVOLUTION AND MEDICINE, 4, 580–588
- Athanasiou K., Mavrikaki E. (2014). Conceptual Inventory of Natural Selection as a Tool for Measuring Greek University Students' Evolution Knowledge: Differences between novice and advanced students. International Journal of Science Education, 36, 1262-1285
- Bishop B.A., Anderson C.W. (1990). Student conceptions of natural selection and its role in evolution. Journal of research in science teaching, 27, 415-427
- Blackwell W.H., Powell M.J., Dukes G.H. (2010). The problem of student acceptance of evolution. Journal of Biological Education, 37, 58-67
- Dagher Z.R., BouJaoude S. (1997). Scientific Views and Religious Beliefs of College Students: The Case of Biological Evolution. Journal of research in science teaching, 34, 429–445
- Deniz H., Donnelly L.A., Yilmaz I. (2008). Exploring the factors related to acceptance of evolutionary theory among Turkish preservice biology teachers: Toward a more informative conceptual ecology for biological evolution. Journal of Research in Science Teaching, 45, 420–443
- Gregory T.R., Ellis C.A.J. (2009). Conceptions of Evolution among Science Graduate Students. BioScience, 59, 792–799
- Jones R.E. (1987) Evolution & creationism: the consequences of an analysis for education. Interdisciplinary Science Reviews, 12, 324-332.
- Lawson A.E., Worsnop W.A. (1992). Learning about Evolution and Rejecting a Belief in Special Creation: Effects of Reflective Reasoning Skill, Prior Knowledge, Prior Belief and Religious Commitment. Journal of research in science teaching, 29, 143- 166
- Hameed S. (2008). Bracing for Islamic creationism. Science, 322, 1637-1638
- Nehm Ross H., Schonfeld I.S. (2007). Does Increasing Biology Teacher Knowledge of Evolution and the Nature of Science Lead to Greater Preference for the Teaching of Evolution in Schools? Journal of Science Teacher Education, 18, 699-723
- Peker D., Gul Comert G., Kence A. (2010). Three Decades of Anti-evolution Campaign and its Results: Turkish Undergraduates' Acceptance and Understanding of the Biological Evolution Theory. Science & Education, 19, 739–755
- Prinou L., Halkia L., Skordoulis C. (2005). Teaching the Theory of Evolution: Teacher's Attitudes, Views and Difficulties. International History, Philosophy and Science Teaching Conference. UK, Leeds.
- Solomon J. (1987). Social Influences on the Construction of Pupils' Understanding of Science. Studies in Science Education, 14, 63-82
- Tidon R., Lewontin R.C. (2003). Teaching evolutionary biology. Genetics and Molecular Biology, 27, 124-131

Οι επιπτώσεις της ρύπανσης στους θαλάσσιους ζωικούς οργανισμούς: μία πρόταση Προγράμματος Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης

Δανάη ΓΑΤΑ¹, Μαρία-Λαμπρινή ΔΕΡΟΥΓΓΕΡΗ¹, Ολυμπία ΜΠΑΖΟΥ¹, Αναστασία ΠΑΡΑΘΥΡΑ^{1,2}, Παναγιώτης ΠΗΛΙΟΥΡΑΣ³, Μαργαρίτα ΑΡΙΑΝΟΥΤΣΟΥ⁴

¹Τμήμα Βιολογίας: ΔΠΜΣ Διδακτικής της Βιολογίας, ΕΚΠΑ

²Εκπαιδευτικός 6^{ου} ΓΕΛ Γλυφάδας, natpa@biol.uoa.gr

³Υπεύθυνος Αγωγής Υγείας Διεύθυνση Α/θμιας Γ' Αθήνας, ppiliour@sch.gr

⁴Τμήμα Βιολογίας, Τομέας Οικολογίας & Ταξινόμησης, ΕΚΠΑ, marianou@biol.uoa.gr

Περίληψη

Η παρούσα εργασία συνιστά ένα απόσπασμα του Προγράμματος Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης «Οι επιπτώσεις της ρύπανσης στους θαλάσσιους ζωικούς οργανισμούς», το οποίο αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του ΔΠΜΣ «Διδακτική της Βιολογίας» του ΕΚΠΑ, κατά το ακαδημαϊκό έτος 2018-2019. Το Πρόγραμμα επικεντρώνεται στις τρεις βασικές μορφές θαλάσσιας ρύπανσης, που αφορούν την Ελλάδα: τη χημική ρύπανση, τη ρύπανση από πετρέλαιο και τη ρύπανση από θαλάσσια (στερεά) υπολείμματα, την προέλευση και τις επιπτώσεις αυτών. Παράλληλα, εστιάζει σε ομάδες ζωικών οργανισμών που ζουν στο θαλάσσιο περιβάλλον και απειλούνται από τους ρύπους. Το πρόγραμμα απευθύνεται σε μαθητές της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης και είναι σχεδιασμένο σύμφωνα με τη μέθοδο Project. Οι δραστηριότητες υλοποιούνται τόσο εντός της σχολικής τάξης, όσο και στο πεδίο, σε παράκτιες περιοχές. Σκοπός του προγράμματος είναι να βοηθήσει τους μαθητές να συνειδητοποιήσουν τη διαδραστική σχέση που διαχρονικά υφίσταται ανάμεσα στον άνθρωπο και το θαλάσσιο οικοσύστημα και τις επιπτώσεις των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων σε θαλάσσιους ζωικούς οργανισμούς.

Λέξεις-κλειδιά: θαλάσσια ρύπανση, ζωικοί οργανισμοί, Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, μέθοδος Project

Εισαγωγή

Οι συνθετικές οργανικές ουσίες, τα βαρέα μέταλλα και θρεπτικά όπως είναι το άζωτο και ο φωσφόρος, συγκαταλέγονται στους πλέον συνήθεις ρυπαντές, οι οποίοι έχουν ως κύρια προέλευση τα λύματα αστικών και βιομηχανικών περιοχών (Diaz et al., 2013; Wilhelmsson et al., 2013). Ανθρωπογενείς δραστηριότητες που μπορούν να απελευθερώσουν μεγάλες ποσότητες πετρελαίου και τοξικών παραπροϊόντων σε σύντομες χρονικές περιόδους είναι υπεύθυνες για τεράστιες τοπικές ζημιές από το -κατά τα άλλα φυσικά απαντώμενο στη θάλασσα- πετρελαϊκό έλαιο (McIntyre & He, 2018). Τα πλαστικά, το ξύλο, τα μέταλλα, το γυαλί, το καουτσούκ, τα ρούχα και το χαρτί συμπεριλαμβάνονται στα αντικείμενα θαλάσσιων απορριμμάτων που ανευρίσκονται ιδιαίτερα συχνά (Thompson et al., 2005). Μελέτες δείχνουν ότι το 80% περίπου του συνόλου (κατά μάζα) των θαλάσσιων υπολειμμάτων είναι πλαστικά (Weismann, 2007), με τα μικροπλαστικά -μικρά τεμάχια πλαστικών ρύπων <5 mm (Arthur et al., 2009)- να χαρακτηρίζονται συχνά (π.χ. McIntyre & He, 2018) ως τα πιο επικίνδυνα για τη θαλάσσια ζωή, εξαιτίας της αυξημένης βιοδιαθεσιμότητάς τους.

Όσον αφορά την κατάσταση στην Ελλάδα, οι αλλαγές σε σημαντικούς τομείς της οικονομίας, όπως βιομηχανία, ενέργεια, γεωργία, μεταφορές, τουρισμός, κατασκευή οικοδομημάτων και οδικών δικτύων, καθώς και η αστικοποίηση συνέβαλαν αρνητικά στη ρύπανση του περιβάλλοντος και στην υποβάθμιση των φυσικών πόρων (Valavanidis & Vlachogianni, 2010). Οι παράκτιες περιοχές υποστηρίζουν μεγάλο ποσοστό του πληθυσμού και των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων, λόγω της θέσης της χώρας και του μεγάλου μήκους της ακτογραμμής της. Ταυτόχρονα, η ετερογένεια του φυσικού περιβάλλοντος σε συνδυασμό με την κλιματική διαβάθμιση δημιουργεί ευρείας κλίμακας ενδιαιτήματα, τα οποία φιλοξενούν υψηλή βιοποικιλότητα (Αριανούτσου-Φαραγγιτάκη, 2016; IUCN, 2017). Εστιάζοντας στις ζωικές ομάδες, υψηλά ποσοστά

σπονδυλωτών και ασπόνδυλων κατατάσσονται σε κατηγορίες κινδύνου σύμφωνα με τα κριτήρια της IUCN, με 23 είδη να απειλούνται από τη θαλάσσια ρύπανση (Λεγάκης & Μαραγκού, 2009). Οι παραπάνω παράγοντες σε συνδυασμό με το υψηλό ενδιαφέρον των μαθητών για ανάλογα θέματα αιτιολογούν την επιλογή του θέματος του Προγράμματος της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης.

Ταυτότητα του Προγράμματος

Η επιλογή ενός θέματος με επίκεντρο το θαλάσσιο περιβάλλον και τους οργανισμούς που απαντώνται σε αυτό έγινε κυρίως λόγω της μεγάλης σημασίας που έχει η θάλασσα για την Ελλάδα. Η εμπλοκή των θαλάσσιων οργανισμών στο θέμα αναδεικνύει την σοβαρότητα του προβλήματος και ενεργοποιεί την ευαισθητοποίηση των μαθητών προς το θέμα.

Βασικός σκοπός του προγράμματος είναι να υιοθετήσουν οι μαθητές μια ολιστική αφετηρία, βασισμένη στη διεπιστημονική προσέγγιση, στην αναδημιουργία μιας συνολικής αντίληψης και θεώρησης του περιβάλλοντος, προκειμένου να αποκτήσουν την «αίσθηση της βαθιάς συνέχειας» που συνδέει τις πράξεις του σήμερα με τις μελλοντικές τους συνέπειες (Φλογαΐτη, 1998, σ. 248). Ακόμη, σκοπός του προγράμματος είναι να διαμορφώσουν οι μαθητές μια στάση σεβασμού και σωστής διαχείρισης, όχι μόνο των θαλάσσιων οικοσυστημάτων αλλά του συνόλου του φυσικού περιβάλλοντος.

Ως στόχους του προγράμματος αναγνωρίζονται οι γνωστικοί, που είναι μετρήσιμοι και ελέγξιμοι και προσδοκούν σε αλλαγές της συμπεριφοράς του μαθητή, οι συναισθηματικοί, οι οποίοι αποσκοπούν στη διαμόρφωση ενδιαφερόντων, αξιών και στάσεων και τέλος, οι ψυχοκινητικοί στόχοι αναφέρονται κυρίως σε σωματικές δεξιότητες, όπως για παράδειγμα ικανότητες χειρισμού, κατασκευής κ.τ.λ. (Κόκκοτας, 1998). Οι στόχοι αναπροσαρμόζονται καθ' όλη τη διάρκεια του προγράμματος, αναλόγως με την ανατροφοδότηση που παίρνει ο εκπαιδευτικός από τους μαθητές, κατά τη διεξαγωγή των δραστηριοτήτων.

Μεθοδολογικό πλαίσιο

Η μέθοδος Project μπορεί να θεωρηθεί ως μία από τις καλύτερες και πιο κατάλληλες μεθόδους διδασκαλίας (Stevens & Allen, 1996). Οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες, με ενεργή συμμετοχή σε όλη την πορεία σχεδιασμού και υλοποίησης του προγράμματος. Προτιμάται ως μεθοδολογική προσέγγιση για τα προγράμματα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης από τους περισσότερους εκπαιδευτικούς γιατί είναι η περισσότερο διεπιστημονική και ολιστική μέθοδος, με έντονη την παρουσία της βιωματικότητας.

Εκπαιδευτικό Πρόγραμμα

Κατά την ανάπτυξή του, το πρόγραμμα ακολουθεί τα εξής στάδια:

Πρόκληση ενδιαφέροντος και επιλογή θέματος, ανίχνευση της προϋπάρχουσας γνώσης, συγκρότηση ομάδων, σχεδιασμός και υλοποίηση της εργασίας, αξιολόγηση, παρουσίαση και κοινοποίηση. Στον πίνακα 1 παρουσιάζεται το προτεινόμενο χρονοδιάγραμμα, το οποίο χωρίζεται σε 3 φάσεις: την εισαγωγή του προγράμματος, την υλοποίηση των κυρίως δραστηριοτήτων και τέλος, την κοινοποίηση και παρουσίαση των αποτελεσμάτων. Για κάθε δραστηριότητα αναφέρεται το κύριο διδακτικό εργαλείο που χρησιμοποιείται, το θέμα της καθώς και ο χρόνος που προτείνεται να αφιερωθεί γι' αυτή.

Πίνακας 1. Χρονοδιάγραμμα Δραστηριοτήτων

Φάσεις	Δραστηριότητα: «Κύριο Διδακτικό Εργαλείο», Θέμα	Χρονική διάρκεια
Φάση 1	Εισαγωγή προγράμματος	
	Δραστηριότητα 1.1: «Προβολή ταινίας, Ομαδική συζήτηση, Καταιγισμός Ιδεών» Πρόκληση ενδιαφέροντος και επιλογή θέματος	3 ώρες
	Δραστηριότητα 1.2: «Συμπλήρωση ερωτηματολογίου» Ανίχνευση προϋπάρχουσας γνώσης	1 ώρα
Φάση 2	Υλοποίηση δραστηριοτήτων	
	Δραστηριότητα 2.1 Υποδραστηριότητα 2.1.1: «Καταιγισμός Ιδεών» Προετοιμασία συνέντευξης Υποδραστηριότητα 2.1.2: «Συνέντευξη» Καταγραφή απόψεων επαγγελματιών αλιείας	2 ώρες Ημερήσια εκδρομή
	Δραστηριότητα 2.2: «Διαδραστική αφίσα» Απειλούμενα ζώα της Ελλάδας	2 ώρες
	Δραστηριότητα 2.3: «Μελέτη περίπτωσης» Ενημέρωση για το ναυάγιο του δεξαμενόπλοιου «Αγία Ζώνη II»	2 ώρες
	Δραστηριότητα 2.4: «Μελέτη πεδίου» Παρατήρηση και καταγραφή θαλάσσιας ρύπανσης σε παράκτια περιοχή του Σαρωνικού	Ημερήσια εκδρομή
	Δραστηριότητα 2.5: «Εργαστηριακή Άσκηση» Ταξινόμηση απορριμμάτων ανάλογα με τη φύση των πρώτων υλών	2 ώρες
	Δραστηριότητα 2.6: «Κατασκευή ενυδρείου» Εικαστική δράση για τους χρόνους αποικοδόμησης απορριμμάτων	2 ώρες
	Δραστηριότητα 2.7: «Επισκόπηση» Διερεύνηση καθημερινών συνηθειών των πολιτών	2 ώρες
	Δραστηριότητα 2.8: «Χειροτεχνίες» Εικαστική δράση με θέμα την ανακύκλωση	2 ώρες
Φάση 3	Παρουσίαση, κοινοποίηση και αξιολόγηση	
	Δραστηριότητα 3.1: «Διοργάνωση ημερίδας» Οργάνωση αποτελεσμάτων, εξαγωγή συμπερασμάτων	2 ώρες
	Δραστηριότητα 3.2: «Διάλεξη» Παρουσίαση και κοινοποίηση	2 ώρες
	Δραστηριότητα 3.3: «Συζήτηση» Αξιολόγηση	2 ώρες

Ενδεικτικά αναλύονται τρεις δραστηριότητες, που βασίζονται σε κύριους διδακτικούς άξονες του προγράμματος.

Δραστηριότητα 2.2

Οι μαθητές καλούνται να εργαστούν σε ομάδες, να συλλέξουν πληροφορίες για ζώα της Ελλάδας που απειλούνται από τη θαλάσσια ρύπανση και να κατασκευάσουν μια διαδραστική αφίσα. Μέσα από το σύνολο των πληροφοριών καλούνται να αξιολογήσουν ποιο είδος είναι αντιπροσωπευτικό της κάθε ομάδας ζώων (Θηλαστικά-Πτηνά-Ερπετά-Ψάρια-Ασπόνδυλα), ώστε να ενταχθεί στην αφίσα. Το κάθε είδος θα εμφανίζεται στην αντίστοιχη περιοχή της Ελλάδας, όπου έχει κυρίαρχη παρουσία και θα συνοδεύεται από τις απαραίτητες πληροφορίες και χρήσιμες ιστοσελίδες.

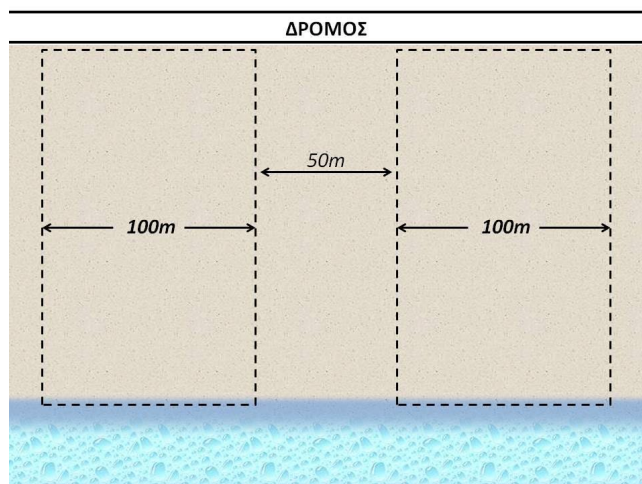


Εικόνα 1. Διαδραστική αφίσα

Δραστηριότητα 2.4

Η συγκεκριμένη δραστηριότητα περιλαμβάνει **συλλογή και ταυτοποίηση θαλάσσιων ρύπων** (υπολειμμάτων) σύμφωνα με τα μεθοδολογικά πρότυπα του OSPAR (2010), αποσκοπώντας στην εξοικείωση των μαθητών με τις ερευνητικές τεχνικές που ακολουθούνται στο πεδίο κατά τη διενέργεια μιας δειγματοληψίας. Για την πραγματοποίηση της μελέτης αυτής πεδίου απαιτείται **επίσκεψη σε κάποια παραλία της Αττικής**, η οποία μπορεί να επιλεγεί με βάση τις προτιμήσεις του εκάστοτε σχολείου αρκεί να πληροί τα βασικά κριτήρια επιλογής του OSPAR: α) Να αποτελείται από άμμο ή χαλίκι και να εκτίθεται στην ανοικτή θάλασσα. β) Να έχει ελάχιστο μήκος 100 μέτρων και, αν είναι δυνατόν, πάνω από 1 χλμ. γ) Να είναι προσβάσιμη για ευκολία απομάκρυνσης των απορριμμάτων.

Η δειγματοληψία πραγματοποιείται σε ομάδες. Κάθε ομάδα ορίζει δειγματοληπτικές επιφάνειες στην ακτή, σε μία έκταση μήκους 100 μέτρων (κατά μήκος της θάλασσας) και πλάτους όσο το πλάτος της παραλίας 72 (θάλασσα – πίσω όρια παραλίας), με 2 διαδοχικές εκτάσεις δειγματοληψίας να απέχουν ιδανικά μεταξύ τους μία απόσταση 50 μέτρων (Εικόνα 2). Με τη βοήθεια κατάλληλου οδηγού συλλογής αφαιρούνται όλα τα μη επικίνδυνα αντικείμενα απορριμμάτων, αφού προηγουμένως καταγραφούν σε κατάλληλο πίνακα ανάλογα με την κατηγορία ρύπου στην οποία ανήκουν (π.χ. βιομηχανικές συσκευασίες, γόπες, γυαλί κλπ). Στην περίπτωση άγνωστων αντικειμένων, αυτά περιγράφονται συνοπτικά στο κατάλληλο πεδίο του ίδιου πίνακα και φωτογραφίζονται επί τόπου για τη μετέπειτα ταυτοποίησή τους.



Εικόνα 2. Ορισμός δειγματοληπτικών επιφανειών

Δραστηριότητα 2.7

Οι μαθητές ενθαρρύνονται να συλλέξουν πληροφορίες από οικεία τους άτομα, σχετικά με καθημερινές συνήθειες, που σχετίζονται με την κατανάλωση, την ανακύκλωση και την επισκεψιμότητα τους σε παραλίες του νομού Αττικής. Για το σκοπό αυτό παροτρύνονται να βασιστούν κυρίως σε πρωτογενείς πληροφορίες, που θα συλλέξουν με τη βοήθεια κατάλληλα διαμορφωμένου ερωτηματολογίου από τους ίδιους. Οι μαθητές αναπτύσσουν δεξιότητες καταγραφής, ταξινόμησης και έρευνας και συνειδητοποιούν πώς η συμπεριφορά και η στάση ζωής του κάθε πολίτη διαμορφώνουν την συλλογική συνείδηση. Ένα τμήμα ενός ενδεικτικού ερωτηματολογίου παρουσιάζεται παρακάτω.

«Θαλάσσια Ρύπανση Αττικής»

Ημερομηνία:...../...../..... Όνομα μαθητή:

1. Φύλο: ☐ Άνδρας ☐ Γυναίκα

2. Ηλικία: ☐ 12 – 17 ☐ 18 – 30 ☐ 31 – 50 ☐ 51 – 60 ☐ 60 – άνω

3. Επίπεδο εκπαίδευσης: ☐ Δημοτικό ☐ Γυμνάσιο ☐ Λύκειο ☐ ΑΕΙ – ΤΕΙ,

☐ Μεταπτυχιακό ☐ Διδακτορικό.

4. Πόσο συχνά επισκέπτεστε παραλίες της Αττικής τους καλοκαιρινούς μήνες;
(καθημερινά, 2-3 φορές τη βδομάδα, μόνο τα Σαββατοκύριακα, κάτι άλλο)
.....

5. Προτιμάτε τις οργανωμένες παραλίες ή πηγαίνετε σε άλλες με δικό σας εξοπλισμό;
.....

6. Συνηθίζετε να καταναλώνετε αναψυκτικά, καφέ, αφεψήματα χρησιμοποιώντας πλαστικά ποτηράκια - καλαμάκια ή βιοδιασπώμενα;
.....

7. Πού απορρίπτετε τις ανακυκλώσιμες συσκευασίες φεύγοντας από την παραλία;

☐ στους κάδους ανακύκλωσης ☒ στους κάδους απορριμμάτων ☐ πουθενά, τις αφήνω στην παραλία όταν είναι οργανωμένη.

Η αξιολόγηση των μαθητών πραγματοποιείται σε τρεις φάσεις. Κατά την έναρξη του προγράμματος γίνεται μια αρχική **διαγνωστική και διερευνητική αξιολόγηση** που σκοπό έχει τον προσδιορισμό της προϋπάρχουσας γνώσης των μαθητών γύρω από το θέμα και την επιλογή των αντικειμενικών στόχων του προγράμματος. Κατά τη διάρκεια του προγράμματος, πραγματοποιείται η **διαμορφωτική αξιολόγηση**. Μέσω της ανατροφοδότησης από την εκπαιδευτική διαδικασία, ελέγχεται η αποτελεσματικότητα των διδακτικών στρατηγικών και επαναπροσδιορίζονται οι στόχοι και οι μέθοδοι υλοποίησης του προγράμματος. Μετά το πέρας του προγράμματος, πραγματοποιείται η **τελική εσωτερική αξιολόγηση**, κατά την οποία ελέγχεται η αλλαγή ή όχι των απόψεων και των στάσεων των μαθητών γύρω από το θέμα της θαλάσσιας ρύπανσης, τις επιπτώσεις της και το περιβάλλον γενικότερα.

Βιβλιογραφία

Αριανούτσου-Φαραγγιτάκη, Μ. (2016). *Τα Χερσαία Οικοσυστήματα της Ελλάδας*. Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.

Κόκκοτας, Π. (1998). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών*. Αθήνα: Εκδόσεις Γρηγόρη

Λεγάκις, Α. & Μαραγκού, Π. (2009) *Το Κόκκινο Βιβλίο των Απειλούμενων Ζώων της Ελλάδας*. Αθήνα: Ελληνική Ζωολογική Εταιρεία.

- Φλογαΐτη, Ε. (1998). *Περιβαλλοντική Εκπαίδευση*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
- Arthur, C., Baker, J., & Bamford, H. (2009). Proceedings of the international research workshop on the occurrence, effects and fate of microplastic marine debris. September 9-11, 2008: *NOAA Technical Memorandum NOSOR&R30*.
- Diaz, R.J., Eriksson-Hagg, H., & Rosenberg, R. (2013). Chapter 4: Hypoxia. Στο K.J., Noone, U.R., Sumaila, & R.J., Diaz (Eds.), *Managing Ocean Environments in a Changing Climate* (pp. 67-96). Elsevier.
- IUCN, (2017, February 14). Greece. Retrieved from <https://www.iucn.org/regions/europe/resources/country-focus/greece>
- McIntyre, A., & He, X. (2018). Global Marine Pollution. Στο A.D., McIntyre (Ed.), *Encyclopedia of Ocean Sciences*, 3rd Edition (pp. 67-69). Elsevier.
- OSPAR Commission. (2010). Guideline for Monitoring Marine Litter on the Beaches in the OSPAR Maritime Area, Edition 1.0.
- Stevens, R.L., & Allen, M.G. (1996). Teaching Public Values: Three Instructional Approaches. *Social Education*, 60, 155-158.
- Thompson, R., Moore, C., Andrady, A., Gregory, M., Takada, H., & Weisberg, S. (2005). New directions in plastic debris. *Science*, 310, 1117.
- Valavanidis, A., & Vlachogianni, T. (2010). The Most Important and Urgent Environmental Problems in Greece in the Last Decade (2000-2010).
- Weisman, A. (2007). *The World Without Us*. St. Martin's Thomas Dunne Books.
- Wilhelmsson, D., Thompson, R.C., Holmstrom, K., Linden, O., & Eriksson-Hagg, H. (2013). Chapter 6: Marine Pollution. Στο K.J., Noone, U.R., Sumaila, & R.J., Diaz (Eds.), *Managing Ocean Environments in a Changing Climate* (pp. 127-169). Elsevier

Διερεύνηση της “Βοτανικής Αίσθησης του Τόπου” σε συνάρτηση με το φύλο, τη βιωματική εμπειρία και το μέντορα φυτών

Κατερίνα ΤΣΙΚΑΛΑΚΗ¹, Σοφία ΡΙΖΟΠΟΥΛΟΥ²

¹Τομέας Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, ΕΚΠΑ, ktsikalaki@biol.uoa.gr

²Τομέας Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, ΕΚΠΑ, srhizop@biol.uoa.gr

Περίληψη

Η τυφλότητα απέναντι στα φυτά αποτελεί μία ανησυχητική κατάσταση για την διδασκαλία της βιολογίας και για την προστασία των φυτών. Την κατάσταση αυτή επιχείρησαν να πολεμήσουν οι Wandensee, Clary και Guzman (2006) ανιχνεύοντας την «Βοτανική Αίσθηση του Τόπου» σπουδαστών κολλεγίου με τη βοήθεια ενός υποδείγματος γραφής. Στην παρούσα έρευνα, το υπόδειγμα γραφής αποδόθηκε την Ελληνική γλώσσα και χρησιμοποιήθηκε για να ανιχνεύσει την πιθανή σχέση της έκτασης της Βοτανικής Αίσθησης του Τόπου ανθρώπων που κατοικούν στην Ελλάδα με το φύλο, την βιωματική εμπειρία και την παρουσία μέντορα των φυτών.

Λέξεις κλειδιά: τυφλότητα απέναντι στα φυτά, plantblindness, αίσθηση του τόπου, βοτανική, εποικοδομητισμός

Εισαγωγή- Περί τυφλότητας απέναντι στα φυτά

Ο όρος «τυφλότητα απέναντι στα φυτά» εισήχθηκε από τον James Wandersee και την Elisabeth Schussler το 1999 για να περιγράψει ένα φαινόμενο που παρατηρήθηκε και κατά το οποίο οι άνθρωποι δεν «βλέπουν» τον κόσμο των φυτών. Συνοπτικά, η εξήγηση που έδωσαν ήταν ότι *το οπτικό σύστημα και ο εγκέφαλος, μαζί με μία ισχυρή δόση κουλτούρας, κάνουν τους ανθρώπους «τυφλούς» απέναντι στα φυτά* (Schussler, 2014). Ο Wandersee και η Schussler (1999) όρισαν την τυφλότητα απέναντι στα φυτά ως: (α) την αδυναμία να δει ή να προσέξει κάποιος τα φυτά στο περιβάλλον του, (β) την αδυναμία να αναγνωρίσει κάποιος τη σημασία των φυτών στη βίωση και τις ανθρώπινες ανάγκες, (γ) την αδυναμία να εκτιμήσει κάποιος την αισθητική και τα μοναδικά βιολογικά χαρακτηριστικά των μορφών ζωής που ανήκουν στο Βασίλειο των Φυτών και (δ) την αποπροσανατολισμένη ανθρωποκεντρική ιεράρχηση των φυτών ως υποδεέστερων των ζώων και έτσι ανάξιων προς μελέτη (Wandersee & Schussler, 1999). Ο Frisch (2010) αναφέρει ότι ο Hershey έγραψε το 1993 και το 1996 για την παραμέληση των φυτών (plantneglect) ότι: «οι δάσκαλοι φυσικών επιστημών αφιερώνουν μικρό χρονικό διάστημα για να διδάξουν για τα φυτά στην τάξη τους» και εξήγησε ότι αυτό δεν είναι νέο πρόβλημα φέρνοντας ως παράδειγμα παλαιότερα δεδομένα από τον Nichols (1919). Μάλιστα το φαινόμενο υπάρχει για πολύ καιρό ώστε, όπως και πολλά άλλα εκπαιδευτικά ζητήματα, έχει επαναπροσδιοριστεί και μετονομαστεί αρκετές φορές, σαν παραμέληση των φυτών (plantneglect), σαν ζωοσωβινισμός (zoochauvinism) και ζωοκεντρισμός (zoocentrism). Η γενική αναφορά του προβλήματος φαίνεται να σχετίζεται με το γεγονός ότι οι καθηγητές Βιολογίας λαμβάνουν λίγη εκπαίδευση Βοτανικής με συνέπεια να μην διδάσκουν πολλά προς την κατεύθυνση της βοτανικής και οι ίδιοι (Frisch et al., 2010). Ο Wandersee (1986) πρότεινε ότι αυτή η προτίμηση οφείλεται στην τάση των μαθητών να εκτιμούν τα ανθρωπομορφικά χαρακτηριστικά, κι έτσι να συνδέονται περισσότερο με τα ζώα, καθώς και σε πολιτισμικές επιρροές, όπως τα κινούμενα σχέδια, τα βιβλία και οι τηλεοπτικές εκπομπές, που εστιάζουν περισσότερο στα ζώα παρά στα φυτά. Εντούτοις, η τυφλότητα απέναντι στα φυτά δεν είναι μία ακόμη λέξη που έρχεται να περιγράψει το ίδιο φαινόμενο, αλλά μία προσπάθεια να φτάσουμε στη ρίζα του προβλήματος της τάσης μας να παραβλέπουμε τα φυτά (Frisch et al., 2010).

Αιτίες της τυφλότητας απέναντι στα φυτά

Οι Balas και Momsen (2014) χρησιμοποίησαν μια μέθοδο οπτικής επίγνωσης (visual cognition), τον βλεφαρισμό προσήλωσης (attentional blink), ώστε να συγκρίνουν τον βαθμό στον οποίο εικόνες φυτών και ζώων αιχμαλωτίζουν την προσοχή. Οι συμμετέχοντες/ουσες φάνηκε να έχουν μεγαλύτερη ικανότητα να εντοπίζουν ζώα απ' ό,τι φυτά σε προβολές γρήγορης εναλλαγής εικόνων. Οι συμμετέχοντες/ουσες ήταν πιο επιρρεπείς στο να μην προσέχουν εικόνες φυτών που παρουσιάζονταν μπροστά τους και να αναφέρουν λανθασμένα ότι είδαν ένα φυτό όταν αυτό δεν είχε συμπεριληφθεί στις εικόνες που είχαν προβληθεί. Τα αποτελέσματα αυτά υποστηρίζουν την ύπαρξη πραγματικής διαφοράς μεταξύ της ανθρώπινης αντίληψης για τα φυτά και εκείνης για τα ζώα και ενισχύουν τον ορισμό της τυφλότητας απέναντι στα φυτά που αφορά την οπτική πρόσληψη που έχει ως αποτέλεσμα την αντίληψη, όπως διατυπώθηκε από τους Wandersee και Schussler (1999, 2001).

Το άρθρο των Wandersee και Schussler «Towards a theory of Plant Blindness» (2001) έκανε ιδιαίτερη αίσθηση και ο λόγος δόθηκε στον David Hershey για να εξετάσει τις διάφορες διαστάσεις και τα επιχειρήματα που έθεσαν οι εισηγητές της θεωρίας της τυφλότητας απέναντι στα φυτά. Ο συγγραφέας αναγνωρίζει τις δύο πτυχές του ορισμού της τυφλότητας απέναντι στα φυτά από τον Wandersee και την Schussler (1999): α) την «ευρέως διαδεδομένη έλλειψη επίγνωσης για τα φυτά και την παραμέληση των φυτών και την απουσία της Βοτανικής από την διδασκαλία της Βιολογίας και τον γενικό πληθυσμό» και β) πρόκειται για μία «σχεδόν κυριολεκτικά προεπιλεγμένη ανθρώπινη κατάσταση λόγω των περιορισμών της ανθρώπινης οπτικής αντίληψης για τα φυτά». Ο Hershey θεωρεί την φυτική παραμέληση (plant neglect) και τον ζωοσωβινισμό (zoochaunism) ως αιτίες για την τυφλότητα απέναντι στα φυτά που εξακολουθούν να παραμένουν, παρόλα τα επιχειρήματα για την ανθρώπινη οπτική αντίληψη.

Μάλιστα ο Hershey αποδίδοντας στον ζωοσωβινισμό την φυτική παραμέληση και κατόπιν την τυφλότητα απέναντι στα φυτά, φτάνει στις απαρχές της σύζευξης της Ζωολογίας με την Βοτανική, αναφερόμενος στον Nichols (1919). Ο Nichols περιέγραψε πώς οι ζωολόγοι ήταν οι πρώτοι που συνδύασαν τα ξεχωριστά μαθήματα της Ζωολογίας και της Βοτανικής σε μαθήματα Βιολογίας, πιθανότατα με τις καλύτερες προθέσεις. Παρόλα αυτά, ολοένα και περισσότεροι ζωολόγοι έγραφαν τα πιο πολλά εγχειρίδια Βιολογίας και δίδασκαν τα πιο πολλά μαθήματα Βιολογίας, δίνοντας μία εξήγηση για την τάση των μαθημάτων Βιολογίας να αγνοούν τη Βοτανική και να δίνουν μεγαλύτερη βάση στη Ζωολογία (Hershey 2002).

Ο Hershey (2002) αποδίδει ένα μεγάλο μέρος της ευθύνης για την τυφλότητα απέναντι στα φυτά στους ίδιους τους βοτανικούς επιστήμονες. Θεωρεί ότι οι περισσότεροι βοτανικοί και οι βοτανικές εταιρείες δεν εργάζονται αρκετά ώστε να προωθήσουν τη Βοτανική ή την διδασκαλία της Βοτανικής. Εξ' ουκαιοτίτλος του άρθρου του «Plant Blindness: "We Have Met the Enemy and He is Us"». Ένα τρανταχτό παράδειγμα που μας δίνει ο Hershey είναι τα έγχρωμα εξώφυλλα του American Biology Teacher: μέχρι το 2002, από τα τελευταία 100 εξώφυλλα που απεικόνιζαν ζώα ή φυτά, 21 απεικόνιζαν φυτά, ενώ 7 περιείχαν ένα ζώο και ένα φυτό. Τα υπόλοιπα 72 απεικόνιζαν ζώα, με μερικά είχαν κάποιο φυτό στο φόντο, συχνά με μεγαλύτερη έκταση στην εικόνα από το ζώο, αλλά χωρίς να αναφέρεται το είδος.

Επιπτώσεις

Σύμφωνα με τον Allen (2003), αν οι περισσότεροι άνθρωποι δεν δίνουν σημασία στα φυτά και τον θεμελιώδη ρόλο τους στην διατήρηση της ζωής, η κοινωνία πιθανότατα δεν θα αναγνωρίσει ότι η προστασία των φυτών είναι ένα από τα κρίσιμα ζητήματα της ανθρωπότητας, πόσο μάλλον να υποστηρίξει την έρευνα και την εκπαίδευση για τα φυτά. Ο Allen αναφέρεται σε εκτιμήσεις ότι το 1/8 των φυτικών ειδών απειλείται με εξαφάνιση, ενώ ο φυτο-εξαρτώμενος ανθρώπινος πληθυσμός συνεχίζει να αυξάνεται.

Όπως αναφέρεται από τον Balding και την Williams (2016), οι πρωτοβουλίες διατήρησης και προστασίας μεροληπτούν εναντίον των φυτών και υπέρ των θηλαστικών και των πτηνών, ιδιαίτερα για τα καλά μελετημένα μεγάλωσυμα είδη θηλαστικών με μάτια στο μπροστινό μέρος του προσώπου. Η έκταση της μεροληψίας εναντίον των φυτών ως προς την προστασία υπογραμμίζεται από τα δεδομένα που αφορούν στις ΗΠΑ, όπου φαίνεται ότι παρόλο που τα φυτά αποτελούν την πλειοψηφία στην ομοσπονδιακή λίστα των ειδών προς εξαφάνιση (57%), το 2011 έλαβαν χρηματοδότηση μικρότερη από το 3,86% των ομοσπονδιακών δαπανών για τα προστατευόμενα είδη. Οι ερευνητές αναφέρουν επίσης μια ιδιαίτερα εκτενή έλλειψη σε βοτανικούς δημόσιους υπάλληλους. Η συνεχιζόμενη απώλεια φυτικής ποικιλότητας αγνοείται από τους πολιτικούς και τα μέσα μαζικής ενημέρωσης. Οι ερευνητές θεωρούν ότι η εκτίμηση των φυτών από την πλευρά των ανθρώπων παίζει κομβικό ρόλο στην έλλειψη κονδυλίων και υποστήριξης της προστασίας των φυτών. Οι άνθρωποι είναι πολύ πιο πιθανό να υποστηρίξουν κάποια καμπάνια που ενεργοποιεί την ενσυναίσθησή τους για είδη που βρίσκουν ενδιαφέροντα, ενώ γενικά υπάρχει πολύ μεγαλύτερη ευαισθητοποίηση για την προστασία της πανίδας σε σχέση με την χλωρίδα (Balding & Williams, 2016).

Η άποψη των Schussler και Wandersee (2001) ήταν ότι η έγκαιρη και επαναλαμβανόμενη, καλά σχεδιασμένη, ουσιαστική και προσεκτική εκπαίδευση για τα φυτά, επιστημονική και κοινωνική, συνδυασμένη με ποικίλες προσωπικές, καθοδηγούμενες, άμεσες εμπειρίες καλλιέργειας φυτών, ίσως να είναι ο καλύτερος τρόπος να ξεπεραστεί η τυφλότητα απέναντι στα φυτά, που χαρακτηρίζεται ως προεπιλεγμένη ανθρώπινη κατάσταση (Schussler & Wandersee, 2001).

Σύμφωνα με την Frisch (2010), ένας βασικός δείκτης πρόβλεψης για την επίγνωση, γνώση και εκτίμηση των φυτών είναι η παρουσία ενός μέντορα για τα φυτά, δηλαδή, όπως αναφέρεται από τον Wandersee και την Clary, «κάποιος ο οποίος βοηθά τον μαθητεύόμενο να παρατηρήσει, να φυτέψει, να καλλιεργήσει και να φροντίσει ζωντανά φυτά» (2006).

Ο David Hershey στο editorial της PlantScienceBulletin (2002) για την τυφλότητα απέναντι στα φυτά, αναγνωρίζει ως λογικό το ότι να έχει κανείς έναν μέντορα για τα φυτά μπορεί να λειτουργεί ως ο παράγοντας κλειδί για την πρόληψη και την αντιμετώπιση της τυφλότητας απέναντι στα φυτά. Οι μέντορες μπορούν να εμφυσήσουν το ενδιαφέρον για τα φυτά έτσι ώστε να ξεπεραστεί η παραμέληση των φυτών (plantneglect) και ο ζωοσωβινισμός (zoochauvinism).

Η Frisch (2010) υποστηρίζει ότι ο στόχος της εκπαίδευσης για τα φυτά δεν είναι η στείρα αποστήθιση, αλλά η εκτίμηση της αξίας και η κατανόηση των φυτών. Πιστεύει ότι ένας καλός μέντορας για τα φυτά είναι σημαντικός για την επίτευξη αυτού του στόχου. Ένας καλός μέντορας μπορεί να είναι ο/η οποιο/ασδήποτε δάσκαλος/α που βοηθά τους μαθητές να μάθουν για τα φυτά. Βασική ιδέα της Frisch είναι η εστίαση στη μελέτη των φυτών του τόπου όπου ζουν οι μαθητές.

Η Βοτανική Αίσθηση του Τόπου

Η μοναδική «Βοτανική Αίσθηση του Τόπου» του κάθε ανθρώπου προσδιορίστηκε από τους Wandersee, Clary και Guzman (2006) ως μία συγκινησιακή και νοητική κατάσταση, που μπορεί να διερευνηθεί από το *υπόδειγμα γραφής* της Βοτανικής Αίσθησης του Τόπου που οι ίδιοι κατασκεύασαν. Η Βοτανική Αίσθηση του Τόπου συνίσταται από τις μνήμες που ο μαθητής ανασύρει, σχετικές με συγκεκριμένα μέρη και είδη φυτών που του έκαναν έντονη εντύπωση κατά τη διάρκεια της παιδικής του ηλικίας. Μόλις γίνουν προσβάσιμες μέσω της γραφής, αυτές οι πληροφορίες είναι χρήσιμες και για τον δάσκαλο και για τον μαθητή ως βάση για να μάθει περισσότερα για την βιολογία των φυτών. Αυτό το υπόδειγμα γραφής (writingtemplate) επιτρέπει σε τους εκπαιδευτικούς διαφορετικών σχολείων να χρησιμοποιήσουν ένα κοινό εργαλείο για την διερεύνηση και τη σύγκριση του βοτανικού υποβάθρου των μαθητών διαφορετικών τάξεων.

Η αξία της χρήσης του υποδείγματος γραφής στηρίζεται στη θεωρία μάθησης του εποικοδομητισμού (constructivism). Κατά τον εποικοδομητισμό, η νέα γνώση που συναντά ο μαθητής κατά τη διδασκαλία της βιολογίας θα πρέπει να συνδέεται με ουσιώδη τρόπο με την προηγούμενη γνώση του μαθητή. Έτσι, η εξακρίβωση των προηγούμενων γνώσεων και εμπειριών των μαθητών με τα φυτά θεωρήθηκε καλή προετοιμασία για αποτελεσματική διδασκαλία της βοτανικής. Οι συγγραφείς υποστηρίζουν ότι το υπόδειγμα γραφής για την Βοτανική Αίσθηση του Τόπου μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές να γίνουν πιο ενδοσκοπικοί και στοχαστικοί, χρησιμοποιώντας τη συγγραφή για να ενισχύσουν τη μετα-γνώση, δηλαδή την αυτοαξιολόγηση της κατανόησης από τον ίδιο τον μαθητή, καθώς προχωρεί η διδασκαλία (Wandersee et al., 2006).

Το υπόδειγμα γραφής της Βοτανικής Αίσθησης του Τόπου (**Εικόνα 1**) αποτελείται από 17 ερωτήσεις μνήμης, 5 γραπτά θέματα και τρεις συνδέσεις με βιολογικές βοτανικές έννοιες. Κάθε στοιχείο του υποδείγματος βασίστηκε σε βιβλιογραφική έρευνα, όχι μόνο στην διδασκαλία των φυσικών επιστημών, αλλά επίσης στην διδασκαλία της γεωγραφίας και της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, όπου η έννοια της *Αίσθησης του Τόπου* είναι ήδη γνωστή. Ο σκοπός του υποδείγματος είναι να βοηθήσει τους μαθητές να προσέξουν, να δουν τη σημασία και να στοχαστούν σχετικά με τους φυτικούς οργανισμούς (και το τοπίο) που τους περιβάλλουν. Οι συγγραφείς μάλιστα λαμβάνοντας υπόψη τις δύο διαστάσεις του τοπίου, γεωλογική και βιολογική, σχεδίασαν και δοκίμασαν παράλληλα ένα πρότυπο γραφής για τη *γεωλογική αίσθηση του τόπου* για τα μαθήματα της γεωλογίας και των επιστημών Γης.

Μεθοδολογία

Το Υπόδειγμα Γραφής για την Βοτανική Αίσθηση του Τόπου συντάχθηκε με σκοπό να βοηθήσει καθηγητές να ανιχνεύσουν τις προηγούμενες γνώσεις των φοιτητών τους και να διαφοροποιήσουν το μάθημα προσαρμόζοντας τα παραδείγματά τους στις εμπειρίες τους, σε μία προσπάθεια για πιο αποτελεσματική διδασκαλία της βιολογίας των φυτών και μείωση της τυφλότητας απέναντι στα φυτά. Εμείς επιχειρήσαμε να προσαρμόσουμε το εργαλείο αυτό στην Ελληνική γλώσσα και να το χρησιμοποιήσουμε για να ανιχνεύσουμε ποιοτικά και να ποσοτικά την Βοτανική Αίσθηση του Τόπου των ανθρώπων που κατοικούν στην Ελλάδα.

Μετά τη μετάφραση του υποδείγματος γραφής των Wandersee και συνεργατών (2006), επιδιώξαμε να διερευνήσουμε την σχέση της έκτασης της Βοτανικής Αίσθησης του Τόπου των ανθρώπων που ζουν στην Ελλάδα με το φύλο, την βιωματική εμπειρία με τη φροντίδα και την καλλιέργεια των φυτών και την παρουσία ενός μέντορα των φυτών κατά την παιδική ηλικία. Τα βήματα 1 και 2 του υποδείγματος γραφής συμπληρώθηκαν από ενήλικες (N=39) και μαθητές/τριες Λυκείου (N=33) που κατοικούν στην Ελλάδα. Το βήμα 3 είναι χρήσιμο μόνο μετά από διδασκαλία της βιολογίας φυτών και έτσι παραλήφθηκε. Οι απαντήσεις κωδικοποιήθηκαν με ανάλυση περιεχομένου και τα δεδομένα που προέκυψαν χρησιμοποιήθηκαν για τον έλεγχο των υποθέσεων.

Η έκταση της Βοτανικής Αίσθησης του Τόπου προσεγγίστηκε με δύο δείκτες: τον Δείκτη Ποικιλότητας που υπολογίζεται για κάθε άτομο από τον αριθμό των διαφορετικών φυτών που ανέφερε στις απαντήσεις του, και τον Δείκτη Εμβάθυνσης που υπολογίζεται από το πλήθος των βοτανικών εννοιών, φυτικών δομών, φαινομένων και διεργασιών που αναφέρθηκαν από το κάθε άτομο.

Αποτελέσματα –Συζήτηση

Η υπόθεση εργασίας 1 «Τα κορίτσια θα έχουν πιο εκτεταμένη Βοτανική Αίσθηση του Τόπου σε σχέση με τα αγόρια» εξετάστηκε στους ενήλικες με τη χρήση του Mann-Whitney Test και διαπιστώθηκε ότι στο δείκτη ποικιλίας δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ

αγοριών και κοριτσιών [Asymp.Sig.(2-tailed) 0,114>0,05], ενώ το ίδιο διαπιστώθηκε και στο δείκτη εμβάθυνσης [Asymp. Sig. (2-tailed) 0,901>0,05].

Figure 1.

The *Botanical Sense of Place* Writing Template was developed to ascertain students' affective and intellectual botanical history. *ABT* readers are granted permission to use the BSP in their own classrooms without modification.

The *Botanical Sense of Place* Writing Template © 2003 J. H. Wandersee, R. M. Clary & S. M. Guzman

Name: _____

The goal of this learning tool is first, to help you recall, and second, to help you connect the experiences you had with plants as a youth with the concepts you are learning about plant biology in this course.

STEP ONE: Write short answers to each of the 17 "memory probes" below.

1. Which plant was an important part of "play time" in your yard?
2. What part of a plant interested you the most as a child?
3. Was there a particular food item that you enjoyed picking and eating directly from the plant during your childhood?
4. Did you have a particular job as a youth that involved plants?
5. Was there a favorite tree you used to sit under or love to climb in your neighborhood?
6. As a youth, what was your favorite plant to smell?
7. Did any of your childhood crafts involve making things from plant parts?
8. Which plant had a texture you enjoyed touching as a youth?
9. What was the most unusual native plant you encountered as a child?
10. Did you tend your own garden plants or houseplants? If so, which ones?
11. What crop was your town or geographic area most famous for?
12. Which plant did you most carefully avoid as a child?
13. What exotic plant (such as a cactus) made a big impression on you as a child?
14. Were there any plants that made sounds you can remember from your childhood?
15. Did you have a person in your youth who was your plant mentor and what did you learn from her/him about growing or identifying plants?
16. What was your favorite flower as a child, and why?
17. When you hear the word "green," which plant's shade/hue of green defines that color?

STEP TWO: Complete two mini-essays using memories that you've "tapped into" during STEP ONE. Choose any of these "take-off sentences" to begin each essay you write. Use the two attached blank pages for the actual essay-writing.

CHOICES

- 2A. It was one of the very best days of my childhood, and it involved the plant called _____.
- 2B. The plant I learned the most about from practical experiences in my childhood was _____.
- 2C. I had been warned about the _____ plant, but I didn't ...
- 2D. When I think of my (grandfather/grandmother/father/mother—circle one), the plant I associate most with that person is the _____ . My memories revolve around ...
- 2E. From my youth, I remember this plant, featured in a story [_____], most prominently — of all the children's books that I read — because ...

STEP THREE: What connections do you NOW see between your own memories of your botanical sense of place and three selected plant biology concepts that you are learning about in this biology course?

- Biology concept A. _____ Connection: _____
- Biology concept B. _____ Connection: _____
- Biology concept C. _____ Connection: _____

420 THE AMERICAN BIOLOGY TEACHER, VOLUME 68, NO. 7, SEPTEMBER 2006

Εικόνα 1. Υπόδειγμα γραφής για την διερεύνηση της Βοτανικής Αίσθησης του Τόπου (Wandersee et al., 2006)

Η υπόθεση εργασίας 2: «Οι ερωτώμενοι/ες που είχαν κατά την παιδική τους ηλικία ένα πρόσωπο που τους/τις καθοδήγησε σχετικά με τα φυτά, θα έχουν πιο εκτεταμένη Βοτανική Αίσθηση του Τόπου» εξετάστηκε στους ενήλικες με τη χρήση του Mann-WhitneyTest και διαπιστώθηκε ότι ως προς τον δείκτη της Ποικιλότητας, δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ατόμων που είχαν και των ατόμων που δεν είχαν μέντορα των φυτών [Asymp.Sig.(2-tailed) 0,985>0,05]. Όμως κατά την εξέταση του δείκτη Εμβάθυνσης, διαπιστώθηκε ότι οι ερωτώμενοι/ες που είχαν μέντορα των φυτών, ανέφεραν στατιστικά σημαντικά πιο πολλές βοτανικές έννοιες στις

απαντήσεις τους σε σχέση με τους/τις ερωτώμενους/ες που δεν είχαν μέντορα για τα φυτά [Asymp. Sig. (2-tailed) 0,009<0,05].

Η υπόθεση εργασίας 3: «Οι ερωτώμενοι/ες που είχαν κάποια βιωματική εμπειρία με τα φυτά, όπως η καλλιέργεια και η φροντίδα των φυτών, θα έχουν πιο εκτεταμένη Βοτανική Αίσθηση του Τόπου» εξετάστηκε στο δείγμα των ενηλίκων με Mann-WhitneyTest και διαπιστώθηκε ότι ως προς τον δείκτη ποικιλότητας υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά [Asymp.Sig.(2-tailed) 0,001<0,05] μεταξύ των ατόμων που είχαν και των ατόμων που δεν είχαν βιωματική εμπειρία με τα φυτά. Επίσης, διαπιστώθηκε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στο δείκτη Εμβάθυνσης των ενηλίκων ατόμων που είχαν βιωματική εμπειρία με τα φυτά σε σχέση με εκείνων που δεν είχαν [Asymp. Sig. (2-tailed) 0,001<0,05].

Από τα αποτελέσματα που προέκυψαν εκτιμάμε ότι το ερευνητικό μας ερώτημα έχει μία προσωρινή απάντηση μέσα από τη διερεύνησή μας:

Η έκταση της Βοτανικής Αίσθησης του Τόπου φαίνεται να επηρεάζεται από την βιωματική εμπειρία με τα φυτά κατά την παιδική ηλικία και ο μέντορας των φυτών φαίνεται να επιδρά στον Δείκτη Εμβάθυνσης, ενώ δεν διαπιστώθηκε κάποια επίδραση του φύλου.

Η βιβλιογραφία επιμένει ότι ο/η μέντορας των φυτών είναι σημαντικός/η για την μείωση της τυφλότητας απέναντι στα φυτά. Εμείς βρήκαμε στατιστικά σημαντική σχέση της παρουσίας του μέντορα μόνο στο Δείκτη Εμβάθυνσης των ενηλίκων. Αυτό το γεγονός μπορεί να εξηγηθεί από το ότι οι μέντορες συνεισφέρουν σε έναν «**βοτανικό εγγραμματισμό**» στον οποίο οι άνθρωποι που δεν είχαν μέντορα για τα φυτά υστερούν.

Αυτά τα συμπεράσματα προέκυψαν από τα αποτελέσματα των ενηλίκων καθώς δεν διαπιστώσαμε καμία συσχέτιση των παραγόντων που εξετάσαμε με τους Δείκτες Ποικιλότητας και Εμβάθυνσης των μαθητών και των μαθητριών. Εκτιμάμε παρόλα αυτά ότι το Υπόδειγμα Γραφής για την Βοτανική Αίσθηση του Τόπου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να βοηθήσει στην διαμόρφωση της Βιολογίας των φυτών που διδάσκεται στις διάφορες τάξεις του σχολείου να γίνει πιο σχετική με τις εμπειρίες των μαθητών/τριών.

Βιβλιογραφία

- Allen, W. (2003). Plant blindness. *Bioscience*, 53(10), 926-926.
- Balas, B., Momsen J. L. (2014). Attention "Blinks" Differently for Plants and Animals. *Life Sciences Education*, 13, 437-443, DOI: 10.1187/cbe.14-05-0080.
- Balding, M., Williams, K. J. H. (2016). Plant blindness and the implications for plant conservation. *Conservation Biology*, 30(6), 1192-1199, DOI: 10.1111/cobi.12738.
- Frisch, J. K., Unwin, M. M., Saunders, G. W. (2010). Name That Plant! Overcoming Plant Blindness and Developing a Sense of Place Using Science and Environmental Education. In A. M. Bodzin, B. S. Klein, & S. Weaver (Eds.), *The Inclusion of Environmental Education in Science Teacher Education* (pp. 143-157). <https://doi.org/10.1007/978-90-481-9222-9>.
- Hershey, D. R. (2002) Plant Blindness: "We have Met the Enemy and He is Us.", *Plant Science Bulletin*, 48(3), 78-84.
- Schussler, E. E. (2014). In memorium: James Howard Wandersee, Botanical Educator (1946-2014). *Plant Science Bulletin*, 8-10.
- Schussler, E. E., Wandersee, J. H. (2001). Toward a Theory of Plant Blindness. *Plant Science Bulletin*, 47(1), 2-9.
- Wandersee, J. H., Clary, R. M., Guzman, S. M. (2006). A writing template for probing students' Botanical Sense of Place. *The American Biology Teacher*, 68(7), 419-422.
- Wandersee, J. H., Schussler, E. E. (1999). Preventing Plant Blindness. *The American Biology Teacher*, 61(2), 82-86. <https://doi.org/10.2307/4450624>.

Εκπαιδευτικό Πρόγραμμα για τη Βιολογία Διατήρησης στο Μουσείο Ζωολογίας

Μαρία Λαμπρινή ΔΕΡΟΥΓΓΕΡΗ^{1,2}, Ευστράτιος ΒΑΛΑΚΟΣ^{2,3}, Ισιδώρα ΠΑΠΑΣΙΔΕΡΗ⁴,
Μάρθα ΓΕΩΡΓΙΟΥ⁵

liladerou@biol.uoa.gr, evalakos@biol.uoa.gr, ipapasid@biol.uoa.gr, martgeor@biol.uoa.gr

¹Τμήμα Βιολογίας: ΔΠΜΣ Διδακτικής της Βιολογίας, ΕΚΠΑ

²Τμήμα Βιολογίας :Μουσείο Ζωολογίας, ΕΚΠΑ

³Τμήμα Βιολογίας:Τομέας Φυσιολογίας Ζώων& Ανθρώπου, ΕΚΠΑ

⁴Τμήμα Βιολογίας:Τομέας Βιολογίας Κυττάρου & Βιοφυσικής,ΕΚΠΑ

⁵Τμήμα Βιολογίας, ΕΚΠΑ

Περίληψη

Το παρόν πρόγραμμα στοχεύει στην προσέγγιση της Βιολογίας Διατήρησης μέσω μεθόδων μη τυπικής εκπαίδευσης, και για το λόγο αυτό, λαμβάνει χώρα στο Μουσείο Ζωολογίας του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών. Αφορά μαθητές Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και συγκεκριμένα μαθητές Γυμνασίου. Βασικός στόχος του προγράμματος είναι η εξοικείωση των μαθητών με τις κατηγορίες κινδύνου των ειδών όπως αυτοί ορίζονται από την IUCN. Επίσης στοχεύει στην ανάδειξη της αλληλεξάρτησης και της συμβίωσης του ανθρώπου με τις ζωικές ομάδες και τις επιπτώσεις της ανθρώπινης δραστηριότητας σε αυτές, όπως και λοιπών παραγόντων που επηρεάζουν την επιβίωση τους. Το βασισμένο στην ανακαλυπτική μάθηση και διαμορφωμένο με παιγνιώδη τρόπο έντυπο υλικό έχει σχεδιαστεί ώστε να, βοηθά τους μαθητές να περιηγηθούν μόνοι τους μέσα στο μουσείο και να ανακαλύψουν πληροφορίες για επιλεγμένα είδη ζώων της Ελλάδας.

Λέξεις Κλειδιά: Μη Τυπική Εκπαίδευση, Μουσείο Ζωολογίας, Απειλούμενα είδη ζώων, Βιολογία Διατήρησης.

Εισαγωγή

Μη Τυπική Εκπαίδευση και Εκπαίδευση στο Μουσείο

Τα παιδιά κατακλύζονται καθημερινά από πληροφορίες που προέρχονται από ένα πλήθος άτυπων και μη τυπικών πηγών επιστημονικής πληροφορίας (Χαλκιά 2012). Οι πηγές μη τυπικής εκπαίδευσης, όπου η μάθηση προκύπτει μέσα από οργανωμένα σχήματα εκπαίδευσης (π.χ. επισκέψεις σε μουσεία, κέντρα επιστήμης, πλανητάρια, κ.λπ.), προσφέρουν εκπαιδευτικά προγράμματα βασισμένα σε ένα άτυπο αναλυτικό πρόγραμμα (Κολιόπουλος 2005).

Είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι το περιβάλλον στο οποίο διεξάγεται η μάθηση φαίνεται να είναι καθοριστικός παράγοντας για το είδος των γνωσιακών λειτουργιών που ενεργοποιούνται στους μαθητές. Ως αποτέλεσμα, παρατηρείται ότι με την αλλαγή του εκπαιδευτικού περιβάλλοντος (π.χ. σχολείο, μουσείο ή σπίτι), διαφοροποιούνται και οι γνωσιακές λειτουργίες, οι αλληλεπιδράσεις και τα εργαλεία που χρησιμοποιούν οι μαθητές για την επίλυση ενός προβλήματος (Beach 1995).

Η μη τυπική εκπαίδευση σε έναν χώρο κύρους όπως είναι το μουσείο, θέτει το υπόβαθρο για την βελτίωση των γνώσεων των μαθητών, την κινητοποίηση τους σε επιστημονικά θέματα, και τη σύνδεση με την καθημερινή ζωή (Martin 2016). Ακόμη, υποστηρίζεται έντονα ότι η επίσκεψη στο μουσείο δημιουργεί την ικανότητα ανάκλησης του περιεχομένου ύστερα από μακρά περίοδο (Falk and Dierking, 1997 ; Bell, 2009). Ο λόγος που συμβαίνει αυτό είναι κυρίως γιατί η διαδικασία της μάθησης σε χώρους μη τυπικής εκπαίδευσης, επιτυγχάνεται μέσω της περιέργειας, της παρατήρησης και της δραστηριοποίησης των μαθητών και γενικότερα των επισκεπτών (Ahman et al.2015).

Η Βιολογία Διατήρησης

Η βιολογία της διατήρησης στοχεύει στη μελέτη και διατήρηση της βιοποικιλότητας του πλανήτη. Περιγράφει τη βιοποικιλότητα, εντοπίζει τις απειλές που αυτή αντιμετωπίζει εξαιτίας των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων και αναπτύσσει μεθόδους για την προστασία και την αποκατάσταση της (Primack 2017). Με βάση τα παρακάτω κριτήρια τα απειλούμενα είδη κατατάσσονται σε μια από τις κατηγορίες κινδύνου (Κρισίμως Κινδυνεύοντας CR, Κινδυνεύοντας EN, τρωτά VU), όπως ορίζονται από την IUCN (International Union for Conservation of Nature).

Τα κριτήρια είναι:

1. Μείωση πληθυσμού (στο παρελθόν, στο παρόν ή και αναμενόμενη στο μέλλον).
2. Περιοχή γεωγραφικής εξάπλωσης, κατακερματισμός, συρρίκνωση ή έντονες αυξομειώσεις.
3. Μικρό μέγεθος πληθυσμού, κατακερματισμός, συρρίκνωση ή έντονες αυξομειώσεις.
4. Πολύ μικρός πληθυσμός ή πολύ περιορισμένη εξάπλωση.
5. Ποσοτική ανάλυση του κινδύνου εξαφάνισης (π.χ. Population Viability Analysis) (Λεγάκης & Μαραγκού 2009).

Στις μέρες μας όλο και περισσότερα είδη απειλούνται προς εξαφάνιση, εξαιτίας των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων που οδηγούν στη συνεχή κατακρήμνιση των ενδιαιτημάτων και την κλιματική αλλαγή (Primack 2017). Πολλοί μιλούν για μια νέα μαζική εξαφάνιση καθώς τα αποδεικτικά στοιχεία από το αρχείο των απολιθωμάτων και οι σύγχρονοι ρυθμοί εξαφανίσεων δείχνουν ότι βρισκόμαστε στα πρόθυρα ενός επεισοδίου μαζικής εξαφάνισης των ειδών (Barnosky 2011).

Στην Ελλάδα παρατηρείται έντονα το φαινόμενο με πάρα πολλά από τα είδη που αποτελούν την πανίδα της να εντάσσονται στις παραπάνω κατηγορίες. Πιο συγκεκριμένα το 15% του συνόλου των σπονδυλοζώων που απαντάται στην Ελλάδα εντάσσεται σε κάποια κατηγορία κινδύνου, και μάλιστα 41 είδη αξιολογούνται ως σχεδόν απειλούμενα (Λεγάκης & Μαραγκού 2009). Όσον αφορά τα ασπόνδυλα, οι αξιολογήσεις περιλαμβάνουν μικρό κλάσμα του συνολικού πλούτου των ειδών που απαντούν στην Ελλάδα, παρόλα αυτά η κατάστασή των περισσότερων μπορεί να χαρακτηριστεί κρίσιμη. Πιο συγκεκριμένα, από τα 591 είδη που αξιολογήθηκαν τα 297 (50,25%) εντάχθηκαν σε κατηγορία κινδύνου (Λεγάκης & Μαραγκού 2009). Επίσης συγκρίνοντας τα είδη της κατηγορίας Κινδυνεύοντα της Ελλάδας με της κατάστασης τους σε Παγκόσμιο επίπεδο προκύπτει ότι:

- το 52% των ειδών της Ελλάδας, διεθνώς εντάσσονται σε χαμηλότερη κατηγορία,
- το 38% θεωρούνται και διεθνώς Κινδυνεύοντας (Λεγάκης & Μαραγκού 2009).

Το εκπαιδευτικό πρόγραμμα του μουσείου

Το συγκεκριμένο πρόγραμμα έχοντας ως αντικείμενο τα απειλούμενα είδη ζώων της Ελλάδας, στοχεύει στην γνωριμία των παιδιών με τις απειλούμενες ζωικές ομάδες της χώρας μας, στην ανάδειξη της αλληλεξάρτησης και της συμβίωσης του ανθρώπου με αυτές και τις επιπτώσεις που έχουν οι ανθρώπινες δραστηριότητες σε αυτές. Το πρόγραμμα βασίστηκε στις αρχές της αποκαλυπτικής μάθησης. Θέλοντας να επιτευχθεί διέγερση του ενδιαφέροντος των μαθητών, δημιουργήθηκε έντυπο υλικό με παιχνιδιές και διασκεδαστικές δραστηριότητες που στοχεύουν στη μάθηση μέσα από την ψυχαγωγία.

Χαρακτηριστικά του προγράμματος

Το παρόν πρόγραμμα δημιουργήθηκε για το Μουσείο Ζωολογίας στο Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών. Πρόκειται για ένα μουσείο που βρίσκεται εν ενεργεία περίπου 160 χρόνια και το οποίο διαθέτει μια από τις πληρέστερες συλλογές ειδών στην Ελλάδα. Το πρόγραμμα απευθύνεται σε μαθητές που φοιτούν στο Γυμνάσιο. Υποστηρίζεται ότι το ενδιαφέρον των παιδιών για τη βιολογία αυξάνεται από την αρχή της εφηβείας (Ζάχου 2017),

συνεπώς η επιλογή της ηλικιακής ομάδας δεν ήταν τυχαία. Πιο συγκεκριμένα ένας μαθητής ξεκινά να έχει επιστημονικές διερευνήσεις στην ηλικία των 10 ετών (Martin 2016). Μάλιστα έχει βρεθεί πως το ενδιαφέρον τους κορυφώνεται στην ηλικία των 14 ετών (Martin 2016) και ακολουθεί φθίνουσα πορεία από την ηλικία των 15 (Ζάχου 2017).

Στην επιλογή του θέματος συνέβαλλε η επικαιρότητα, οι εμφανείς επιπτώσεις της ανθρωπογενούς δραστηριότητας στις άλλες μορφές ζωής και η ανάγκη ύπαρξης ενημερωμένων και ενεργών μελλοντικών πολιτών. Επιπροσθέτως, πολύ συχνά δημιουργείται η εντύπωση ότι η έννοια της βιοποικιλότητας δεν είναι ιδιαίτερα δύσκολη για τους μαθητές, ωστόσο, από την ανασκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας προκύπτει ότι τόσο αυτή όσο και οι οικολογικές αρχές που εκφράζονται μέσα από αυτή (κληρονομικότητα, εξαφάνιση ειδών κ.α.) παρουσιάζουν ιδιαίτερη δυσκολία για τα παιδιά (Ζάχου 2017).

Σκοπός και στόχοι του προγράμματος

Βασικός σκοπός του συγκεκριμένου εκπαιδευτικού προγράμματος είναι να βοηθήσει του μαθητές να συνειδητοποιήσουν την σημασία της διατήρησης της βιοποικιλότητας και την επίδραση των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων στην απώλεια αυτής. Ακόμη αποσκοπεί στο να καλλιεργήσει στους μαθητές μια στάση σεβασμού προς το περιβάλλον και να αποκτήσουν την αίσθηση συνέχειας των παροντικών τους πράξεων σε σχέση με τις μελλοντικές συνέπειες αυτών.

Ενδεικτικά αναφέρονται κάποιοι στόχοι του προγράμματος. Έτσι με την ολοκλήρωση του προγράμματος επιδιώκεται οι μαθητές να μπορούν :

1. Να αναφέρουν παραδείγματα απειλούμενων ειδών της Ελλάδας
2. Να αναγνωρίζουν τα αίτια που οδηγούν στην απειλή εξαφάνισης κάποια ενδημικά είδη.
3. Να αναπτύξουν συναίσθημα φροντίδας προς τα απειλούμενα είδη.
4. Να ευαισθητοποιηθούν απέναντι σε φαινόμενα και δράσεις που οδηγούν σε εξαφάνιση ειδών.

Περιγραφή δραστηριοτήτων του Προγράμματος

Οι μαθητές χωρίζονται σε ομάδες των 4 ή 5 ατόμων. Σε όλες τις ομάδες μοιράζονται τρία έντυπα, δύο εγχειρίδια δραστηριοτήτων και ένα φύλλο καταγραφής στοιχείων. Το πρώτο έχει τίτλο “Ψάξτε-ψάξτε στο Μουσείο, για να βρείτε έναν σας Φίλο”, και έχει δημιουργηθεί ώστε να έχει παιγνιώδη και διασκεδαστικό χαρακτήρα. Ταυτόχρονα περιέχει πληροφορίες που καθοδηγούν τους μαθητές να πλοηγηθούν μέσα στο μουσείο από είδος σε είδος οργανισμού. Φτάνοντας οι μαθητές στο αντίστοιχο έκθεμα, πρέπει να ανατρέξουν στο δεύτερο εγχειρίδιο με τίτλο “Εύρηκα”, όπου υπάρχουν γενικές πληροφορίες για κάθε είδος και τις ανάλογες απειλές, ώστε να συμπληρώσουν τον πίνακα καταγραφής δεδομένων. Καθόλη την διάρκεια του προγράμματος οι μαθητές θα καταγράψουν 12 είδη ζώων, θα δουν το χάρτη κατανομής καθενός στην Ελλάδα, θα διαβάσουν τους κύριους παράγοντες που επηρεάζουν την επιβίωση τους και θα πληροφορηθούν για τις κατηγορίες κινδύνου στις οποίες κατατάσσουμε τα είδη. Τελικός σταθμός της περιήγησης των παιδιών είναι μια ειδικά διαμορφωμένη προθήκη με απειλούμενα είδη ζώων της Ελλάδας, όπου γίνεται σύντομη συζήτηση για το περιεχόμενο του προγράμματος, ανακεφαλαίωση και επισήμανση των σημαντικότερων πληροφοριών του προγράμματος.

Ο γυπαετός είναι ένα σπάνιο είδος γύπα που στην Ελλάδα βρίσκεται στην Κρήτη. Ο συνολικός του πληθυσμός δεν ξεπερνά τα 30 άτομα στην Ελλάδα, εκ των οποίων το 1/3 είναι ανώριμα άτομα. Τους χειμώνες απαντάται σε κοιλάδες και τα καλοκαίρια στην αλπική ζώνη των βουνών (Λεγάκης & Μαραγκού 2009). Τρέφεται με κόκκαλα νεκρών ζώων μεσαίου και μικρού μεγέθους. Γεννά 1-2 αυγά από τα μέσα του Νοεμβρίου έως τα τέλη Ιανουαρίου. Ο μοναδικός νεοσσός που επιζεί αφήνει την φωλιά του μετά από 120-130 ημέρες (Λεγάκης & Μαραγκού 2009).

Παράδειγμα Σελίδας Οδηγού “Εύρηκα” για το Γυπαετό

Κοινή Ονομασία: Γυπαετός

Επιστημονική Ονομασία: *Gypaetus barbatus*

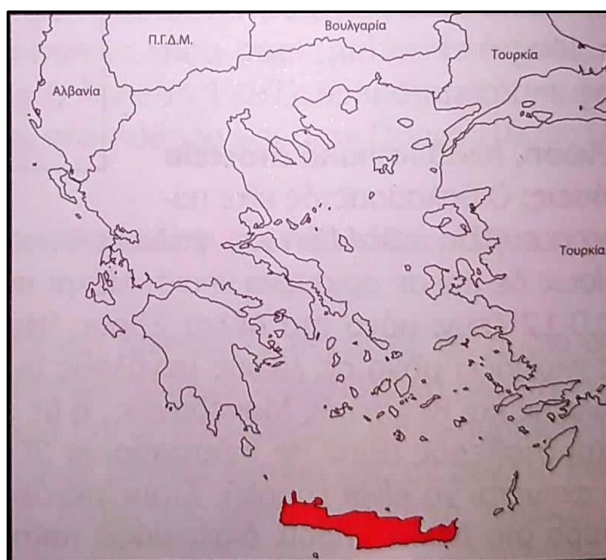
Γνώρισε με!

Εμένα που με βλέπεις εδώ μαντινάδα δεν θα πω!

Στην Κρήτη μόνο θα με βρεις, αλλά μην καθυστερείς γιατί είμαστε λίγοι πλέον εμείς!!



Εικόνα 1. Φωτογραφία εκθέματος Μουσείου



Εικόνα 2. Χάρτης κατανομής είδους στην Ελλάδα

Γιατί μείναμε λίγοι ;!

Η πρώτη συμφορά μας έχεις βρει από τον εξολοθρευτή!

Η βασική αιτία εξαφάνισης και θνησιμότητας είναι η χρήση δολωμάτων, που στόχο έχει την εξολόθρευσή κορακιών και αδέσποτων σκύλων .

Λίγοι μείναμε στον τόπο αυτό, την ξαδέρφη μου θα παντρεντώ!

Η ενδογαμία, λόγω του μικρού πληθυσμού αποτελεί μια ακόμα απειλή.

Τόπο που θα βρω να αφήσω το αυγό !

Η όχληση σε περιοχές και κατά την περιόδους αναπαραγωγής από ανθρωπογενής δραστηριότητες (ανεξέλεγκτη διάνοιξη αγροτικών δρόμων, υποβάθμιση βιοτόπων φωλιάσματος και τροφοληψίας, τουριστική και οικιστική πίεση στις ορεινές περιοχές).

Το αυγό έχει εκκολαφτεί και δεν βρίσκω την τροφή!

Έλλειψη τροφής την περίοδο της εκκόλαψης του νεοσσού, όταν αυτός δεν μπορεί ακόμα να

τραφεί με κόκκαλα.
(Λεγάκις & Μαραγκού 2009)
Κατηγορία Κινδύνου στην Ελλάδα(IUCN): **Κρισίμως Κινδυνεύον CR**

Εφαρμογή του προγράμματος

Όπως προαναφέρθηκε το Πρόγραμμα απευθύνεται σε μαθητές Γυμνασίου και έχει ημερήσια διάρκεια. Με την ολοκλήρωση του προγράμματος αναμένεται οι μαθητές να έχουν εξοικειωθεί με έννοιες της Βιολογίας Διατήρησης μέσα από μία παιγνιώδη κι διασκεδαστική προσέγγιση που μπορεί να προσφερθεί μέσω του Μουσείου Ζωολογίας.

Βιβλιογραφία

- Ζάχου, Π. (2017). *Εκπαίδευση μελλοντικών δασκάλων σε Ανοιχτά Διερευνητικά Περιβάλλοντα Μάθησης: οι αντιλήψεις τους για τον επιστημονικό γραμματισμό* (Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας. Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης).
- Κολιόπουλος, Δ. (2005). *Η διδακτική προσέγγιση του μουσείου φυσικών επιστημών*. Αθήνα: Μεταίχμιο.
- Λεγάκις Α., Μαραγκού Π. (2009). *Το Κόκκινο Βιβλίο των Απειλούμενων Ζώων της Ελλάδας*. Αθήνα: Ελληνική Ζωολογική Εταιρεία
- Χαλκιά, Κ. (2012). *Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες: θεωρητικά ζητήματα, προβληματισμοί, προτάσεις*. Αθήνα: Πατάκης
- Primack, R.B., Αριανούτσου Μ., Δημητρακόπουλος Π. (2017). *Βιολογία της Διατήρησης: Μία εισαγωγή*. Θεσσαλονίκη: University Studio Press
- Ahmad, S., Abbas, M. Y., Yusof, W. Z. M., & Taib, M. Z. M. (2015). Adapting museum visitors as participants benefits their learning experience?. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 168, 156-170.
- Ahmad, S., Abbas, M. Y., Yusof, W. Z. M., & Taib, M. Z. M. (2013). Museum learning: using research as best practice in creating future museum exhibition. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 105, 370-382.
- Barnosky, A. D., Matzke, N., Tomiya, S., Wogan, G. O., Swartz, B., Quental, T. B., ... & Mersey, B. (2011). Has the Earth's sixth mass extinction already arrived?. *Nature*, 471(7336), 51.
- Beach, K. (1995). Sociocultural change, activity, and individual development: Some methodological aspects. *Mind, Culture, and Activity*, 2(4), 277-284.
- Bell, P., Lewenstein, B., Shouse, A. W., & Feder, M. A. (2009). Learning science in informal environments. Washington, DC: *National Academies Press*.
- Falk, J. H., & Dierking, L. D. (1997). School field trips: Assessing their long-term impact. *Curator: The Museum Journal*, 40(3), 211-218.
- Martin, A. J., Durksen, T. L., Williamson, D., Kiss, J., & Ginns, P. (2016). The role of a museum-based science education program in promoting content knowledge and science motivation. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(9), 1364-1384.
- National Research Council. (2009). Learning science in informal environments: People, places, and pursuits. *National Academies Press*.
- <http://www.biol.uoa.gr/moyseia-kipoi/moyseio-zwologias.html>

Διερεύνηση και αποσαφήνιση όρων και διαδικασιών του σχολικού εγχειριδίου της Βιολογίας Προσανατολισμού Γ΄τάξης

Ευγενία ΜΠΟΛΑΝΑΚΗ¹, Παρασκευή ΚΑΡΑΠΑΝΑΓΟΥ², Βασιλική ΓΕΩΡΓΙΟΥ³, Νίκη ΜΑΡΓΑΡΙΤΗ⁴

¹Εκπαιδευτικός, 2^ο ΓΕΛ Χαλκίδας, eugenibolanaki@yahoo.com

²Εκπαιδευτικός, 2^ο ΓΕΛ Χαλκίδας

³Εκπαιδευτικός Γερμανικής Σχολής Αθηνών (DSA)

⁴Ιδιωτικός Εκπαιδευτικός, nikoletta.margariti@gmail.com

Περίληψη

Την τελευταία 20ετία, η έρευνα στην Βιολογία έχει αποδώσει πολλά νέα δεδομένα, έχει προσθέσει επιστημονικές ανακαλύψεις που πολλές φορές αντικρούουν τα δεδομένα της εποχής συγγραφής του σχολικού βιβλίου της βιολογίας θετικού προσανατολισμού με αποτέλεσμα παράγραφοι ή και ολόκληρα κεφάλαια του σχολικού βιβλίου να αντικρούουν τη σύγχρονη γνώση ή να περιέχουν ελλείψεις. Στη συγκεκριμένη μελέτη διερευνήθηκε το σχολικό εγχειρίδιο, και σε συνδυασμό με την εκπαιδευτική εμπειρία στην τάξη έγινε μία προσπάθεια να αποσαφηνιστούν σημεία που εδώ και πολλά χρόνια προβληματίζουν τους διδάσκοντες ως προς τον τρόπο διδασκαλίας τους, το βαθμό στον οποίο μπορούν ή πρέπει να εμβαθύνουν με βάση τη σύγχρονη γνώση και πιθανώς τις αντικρουόμενες αντιλήψεις - παρανοήσεις που μπορεί να υφίστανται σε ορισμένα από τα σημεία αυτά. Επίσης, αναζητήθηκαν όροι, έννοιες και βιολογικές διαδικασίες στις οποίες υπάρχει σύγκρουση με τις υφιστάμενες βιβλιογραφίες δημιουργώντας απορίες, μαθησιακές δυσκολίες και παρανοήσεις στους μαθητές. Τέτοια σημεία, που προβληματίζουν καθημερινά τους διδάσκοντες, όπως η διδασκαλία των όρων χρωματίνη – χρωμόσωμα, ο όρος κεντρομερίδιο, η θέση δράσης της DNA δεσμάσης, το οπερόνιο της λακτόζης, η κλειστή και η συνεχής καλλιέργεια κ.α. καθιστούν επιτακτική την ανάγκη διεξαγωγής μιας συζήτησης από θεσμικούς παράγοντες της εκπαίδευσης με σκοπό τον εκσυγχρονισμό του σχολικού εγχειριδίου είτε αυτό περιλαμβάνει τη συμπλήρωσή του με πιο πρόσφατα και κοινώς αποδεκτά δεδομένα είτε την αντικατάσταση κάποιων κεφαλαίων προκειμένου αποτελεί μία αξιόπιστη πηγή γνώσης και αξιολόγησης για τους μελλοντικούς μαθητές.

Λέξεις – Κλειδιά: Βιολογία, Εκπαίδευση, Θετικού Προσανατολισμού, Παρανοήσεις

Εισαγωγή

Σκοπός της συγκεκριμένης μελέτης υπήρξε η διερεύνηση από άποψη επιστημονική και παιδαγωγική ορισμένων κρίσιμων παραγράφων του σχολικού εγχειριδίου της βιολογίας θετικού προσανατολισμού, προκειμένου να αποσαφηνιστούν όροι, έννοιες και βιολογικές διαδικασίες, που εδώ και πολλά χρόνια προβληματίζουν τους εκπαιδευτικούς της 2οβάθμιας δημόσιας και ιδιωτικής εκπαίδευσης, ως προς τον τρόπο διδασκαλίας τους και συγκεκριμένα το βαθμό στον οποίο μπορούν ή πρέπει να εμβαθύνουν με βάση τη σύγχρονη γνώση, και πιθανώς τις αντικρουόμενες αντιλήψεις - παρανοήσεις που μπορεί να γεννούν στους μαθητές τους. Αυτή η διερεύνηση, μπορεί να λειτουργήσει ως έναυσμα για ένα επιχείρημα επικαιροποίησης του γνωστικού υποβάθρου των ίδιων των εκπαιδευτικών του μαθήματος, αλλά και βελτίωσης της ίδιας της εκπαιδευτικής διαδικασίας και αξιολόγησης των μαθητών.

Υλικό και μέθοδος

Μελετήθηκαν ορισμένα κεφάλαια του σχολικού εγχειριδίου, συγκρίθηκαν με έγκυρες διεθνείς βιβλιογραφίες, ξενόγλωσσα ή μεταφρασμένα επιστημονικά εγχειρίδια και αναζητήθηκαν βήμα προς βήμα ορισμένα από τα σημεία που παρουσιάζουν μεγαλύτερη δυσχέρεια. Διερευνήθηκαν τα τμήματα του βιβλίου εκείνα, όπου, λόγω έλλειψης αναλυτικής πληροφορίας, ή λόγω της συνεχούς εξέλιξης της επιστήμης μας, οι διδάσκοντες αναγκάζονται, συχνά, να ξεφεύγουν από τα όρια του διδακτέου κειμένου, προκειμένου να εξηγήσουν αποτελεσματικά στον μαθητή έννοιες, όρους ή

και πειραματικές διαδικασίες. Επίσης αναζητήθηκαν σημεία στα οποία υπάρχει πλέον διαφωνία ή αντιφάσεις συγκριτικά με τις υφιστάμενες σύγχρονες βιβλιογραφίες, δημιουργώντας απορίες – παρανοήσεις στους μαθητές. Οι προαναφερόμενες παρανοήσεις, συζητήθηκαν και συγκρίθηκαν μεταξύ εκπαιδευτικών της δημόσιας και ιδιωτικής εκπαίδευσης, προκειμένου να εκτιμηθεί η υπόσταση του προβλήματος σε κάθε τμήμα του εγχειριδίου, με βάση την εκπαιδευτική τους εμπειρία.

Αποτελέσματα

1^ο κεφάλαιο:

A. Ποια πειράματα θεωρούνται in vivo και ποια in vitro και γιατί.

Σε διάφορα εξωδιδασκτικά συγγράμματα όπως και σε θέματα του Πανελλήνιου διαγωνισμού βιολογίας και των Πανελλαδικών εξετάσεων, περιλαμβάνονται ερωτήσεις σχετικά με τον διαχωρισμό κάποιων πειραματικών διαδικασιών σε in vitro ή in vivo. Στο συγκεκριμένο τμήμα παρατηρούνται συχνά από τους διδάσκοντες αδυναμίες κατανόησης από τους μαθητές. Οι μαθητές διδάσκονται τον εξής ορισμό: «Η έκφραση in vivo χρησιμοποιείται για την περιγραφή μιας βιολογικής διαδικασίας όταν αυτή πραγματοποιείται σε ένα ζωντανό οργανισμό.

Η έκφραση in vitro χρησιμοποιείται για την περιγραφή μιας βιολογικής διαδικασίας όταν αυτή πραγματοποιείται στο δοκιμαστικό σωλήνα (προφανώς χωρίς την παρουσία ζωντανού κυττάρου).

Ένα τυπικό in vivo παράδειγμα είναι η απόδειξη του ημισυντηρητικού μηχανισμού της αντιγραφής του DNA. Αντίστοιχο in vitro παράδειγμα είναι η ανάλυση των ενζύμων της αντιγραφής του DNA.»

Δίνοντας τους προαναφερόμενους ορισμούς το σχολικό βιβλίο ορίζει το πείραμα των Avery, McLeod και McCarthy ως in vitro. Το κριτήριο γι' αυτό το χαρακτηρισμό είναι προφανώς το γεγονός ότι χρησιμοποιήθηκαν καλλιέργειες βακτηρίων, και συνάδει με αρκετές διεθνείς βιβλιογραφίες στις οποίες πειράματα με καλλιέργειες κυττάρων θεωρούνται in vitro (Cooper and Hausman, 2007) αλλά έρχονται σε αντίθεση καταρχάς με τον ίδιο τον ορισμό που δίνεται από το ίδιο το σχολικό εγχειρίδιο στους μαθητές καθώς και με πολλές άλλες βιβλιογραφίες όπου αναφέρεται ότι τα πειράματα in vitro γίνονται έξω από ζωντανά κύτταρα (Griffith et al., 2012) ή ότι: «Τα πειράματα σε καλλιέργειες κυττάρων λέγεται ότι διεξάγονται in vitro (κατά κυριολεξία «στο γυαλί») σε αντίθεση με τα πειράματα σε ακέραιους οργανισμούς, που λέγεται ότι διεξάγονται in vivo (κατά κυριολεξία, «εν ζωή»). Αυτοί οι όροι μπορεί να προκαλέσουν σύγχυση, επειδή συχνά χρησιμοποιούνται με εντελώς διαφορετική έννοια. Οι βιοχημικοί με τον όρο in vitro αναφέρονται σε αντιδράσεις που διεξάγονται σ' ένα δοκιμαστικό σωλήνα απουσία κυττάρων, ενώ με τον όρο in vivo χαρακτηρίζουν κάθε αντίδραση που συμβαίνει μέσα σ' ένα ζωντανό κύτταρο, ακόμα και σε καλλιέργεια (Alberts et al., 2014).

Μία άλλη αντίφαση που παρατηρείται είναι ότι το πείραμα των Messelson and Stahl, δηλαδή η απόδειξη του ημισυντηρητικού τρόπου αντιγραφής του DNA, στο οποίο επίσης χρησιμοποιήθηκαν καλλιέργειες βακτηρίων, χαρακτηρίζεται ως in vivo και μάλιστα αναφέρεται από το σχολικό εγχειρίδιο ως παράδειγμα in vivo πειράματος. Εδώ ο χαρακτηρισμός συνάδει με τον ορισμό που δίνεται για τα in vivo πειράματα από τους βιοχημικούς και από το σχολικό εγχειρίδιο, αλλά δεν γίνεται αντιληπτό από τον μαθητή γιατί χαρακτηρίζεται ως in vivo ένα πείραμα στο οποίο, όπως και στο αντίστοιχο των Avery et al., χρησιμοποιούνται καλλιέργειες βακτηρίων. Καταλήγοντας, εφόσον ο ίδιος ο ορισμός χρησιμοποιείται με διαφορετικό τρόπο ακόμη και από διαφορετικούς βιοεπιστήμονες θα πρέπει να αποφασηφιστεί μεταξύ των συναδέλφων διδασκόντων του μαθήματος πως θα χαρακτηρίζεται κάθε πείραμα που συναντάται στο σχολικό βιβλίο και γιατί, ώστε να μην δημιουργούνται παρανοήσεις στους μαθητές.

B. Χρωματίνη – χρωμόσωμα – αδελφή χρωματίδα

B1. Αρχικά, ο όρος χρωμόσωμα στο σχολικό βιβλίο αποδίδεται μόνο στους ευκαρυωτικούς οργανισμούς, ενώ στη διεθνή βιβλιογραφία αναφέρεται και στους προκαρυωτικούς (Alberts et al., 2014). Είναι γνωστό ότι οι προκαρυωτικοί οργανισμοί διαθέτουν ένα μικρό, κυκλικό χρωμόσωμα, ενώ οι ευκαρυωτικοί από πολλά, διαφορετικά, γραμμικά χρωμοσώματα, διαφορετικής σύστασης από το χρωμόσωμα του προκαρυωτικού (Alberts et al., 2014). Αντίθετα, οι μαθητές διδάσκονται ότι χρωμόσωμα έχουν μόνο οι ευκαρυωτικοί οργανισμοί ενώ διδάσκονται ότι το βακτηριακό DNA επίσης συσπειρώνεται σε βαθμό μάλιστα 1000:1, χωρίς όμως να γίνεται καμία αναφορά για το πως πραγματοποιείται αυτό.

Επιπρόσθετα, στο σχολικό βιβλίο οι όροι «Χρωματίνη – χρωμόσωμα – αδελφή χρωματίδα» αποδίδονται ως διαφορετικές όψεις του ίδιου νομίσματος στη διάρκεια του κυτταρικού κύκλου. Αρχικά, οι μαθητές δεν διδάσκονται, με την παρούσα τουλάχιστον ύλη, τις διαφορετικές φάσεις του κυτταρικού κύκλου, η γνώση που έχουν αποκτήσει από τη β' λυκείου δεν αρκεί για να μπορούν να κατανοήσουν τις μεταβολές που υφίσταται το γενετικό υλικό, αλλά ωστόσο εξετάζονται σε αυτές.

Επίσης, μέχρι το σημείο όπου δεν ζητείται από τους μαθητές ακριβώς τότε συναντάμε στο κύτταρο την κάθε όψη, και ποιος είναι ο βαθμός συσπείρωσης καθεμίας, ο όρος είναι σαφής και μπορεί να χρησιμοποιηθεί πιο γενικά για να περιγράψει τις διαφορετικές φάσεις συσπείρωσης της χρωματίνης. Ωστόσο, στο κείμενο και στην εικόνα που εξετάζονται στις Πανελλαδικές εξετάσεις μπορεί να δημιουργηθούν παρανοήσεις. Για παράδειγμα στο σχολικό βιβλίο αποδίδεται συγκεχυμένα σε πολλά σημεία ο βαθμός συσπείρωσης της χρωματίνης. Συγκεκριμένα αναφέρεται ότι: «Κατά τη μεσόφαση το γενετικό υλικό έχει μικρό βαθμό συσπείρωσης και σχηματίζει δίκτυο ινιδίων χρωματίνης». Δεν γίνεται καμία αναφορά για τις δύο πιθανές μορφές που μπορεί να συναντηθεί η χρωματίνη (ευχρωματίνη – ετεροχρωματίνη) και οι οποίες δεν είναι ίδιας συμπίκνωσης. Αν ξεπεράσουμε το γεγονός ότι μία τέτοια παράλειψη είναι βασική για την περαιτέρω κατανόηση των μηχανισμών της γονιδιακής ρύθμισης στους ευκαρυωτικούς που εισάγεται στο 2^ο κεφάλαιο (Kolata et al., 1981, Μαργαρίτης και συνεργάτες 2004), δεν μπορούμε παρά να σταθούμε στο γεγονός ότι με μία τόσο γενική περιγραφή οι μαθητές αποκτούν την εντύπωση ότι σε όλη τη διάρκεια της μεσόφασης, η χρωματίνη είναι ένα ινίδιο πάχους 30 nm, με τις γνωστές αναδιπλώσεις που απεικονίζονται στην εικόνα της σελ. 23. Ωστόσο, πιο πρόσφατες βιβλιογραφίες έχουν δείξει ότι το μεγαλύτερο ποσοστό της ευχρωματίνης στον μεσοφασικό πυρήνα είναι με τη μορφή ινιδίων πάχους 30nm ή πιο συσπειρωμένων ινιδίων πάχους 60-130 nm (Alberts et al., 2014, Μαργαρίτης και συνεργάτες 2004). Τα γονίδια που μεταγράφονται ενεργά, βρίσκονται σε μία πιο αποσυσπειρωμένη κατάσταση που καθιστά το DNA προσβάσιμο από το μηχανοστάσιο της μεταγραφής. Αντίθετα, περίπου το 10% της μεσοφασικής χρωματίνης, που ονομάζεται ετεροχρωματίνη, είναι μία πολύ υψηλά συσπειρωμένη δομή που προσομοιάζει τη χρωματίνη των κυττάρων σε κατάσταση μίτωσης. Η ετεροχρωματίνη είναι μεταγραφικά ανενεργή και περιέχει συχνά επαναλαμβανόμενες αλληλουχίες DNA, όπως αυτές που είναι παρούσες στα κεντρομερίδια και στα τελομερή. Μάλιστα, ακόμη πιο πρόσφατα έχει δείχθει ότι οι χρωματίνες δεν παρουσιάζει το αυστηρά κανονικά πακετάρισμα που μέχρι σήμερα γνωρίζαμε αλλά σχηματίζει εύκαμπτες αλυσίδες διαμέτρου 5 έως 24 nm. Στη διάρκεια της μίτωσης οι αλυσίδες αυτές αναδιπλώνονται γύρω από τον εαυτό τους για να πακεταριστούν με πολύ μεγάλη πυκνότητα, ενώ κατά τη διάρκεια της μεσόφασης παρουσιάζουν μικρότερη αναδίπλωση (Ouet al., 2017).

B2. Αν οι όροι χρωματίνη – χρωματίδες – χρωμοσώματα αποτελούν όντως διαφορετικές όψεις του ίδιου νομίσματος, τότε θα μπορούσαμε να χρησιμοποιούμε τον όρο χρωματίδες στη μεσόφαση, για να περιγράψουμε τα ινίδια χρωματίνης πριν την αντιγραφή του γενετικού υλικού ή και τον όρο ινίδια χρωματίνης μετά την αντιγραφή του DNA, για να περιγράψουμε τις χρωματίδες. Ωστόσο, είναι σαφές από το ίδιο βιβλίο, δηλ. το σχολικό εγχειρίδιο, ότι ο όρος αδελφές χρωματίδες χρησιμοποιείται για να περιγράψει τα διπλασιασμένα χρωμοσώματα κατά το

χρονικό διάστημα που είναι συνδεδεμένα στο κεντρομερίδιο, εννοώντας βέβαια τα δύο ήμισυ του διπλασιασμένου χρωμοσώματος. Άρα, μετά την αντιγραφή του DNA ο όρος χρωματίνη είθισται να αντικαθίσταται από τον όρο χρωματίδες, οι οποίες παραμένουν μέχρι τον αποχωρισμό τους κατά την ανάφαση, οπότε μιλάμε πάλι για ινίδια χρωματίνης. Επίσης διεθνώς, μετά την αντιγραφή του DNA κατά τη μεσόφαση, κάθε διπλασιασμένο μιτωτικό χρωμόσωμα περιέχει δύο πανομοιότυπα θυγατρικά DNA μόρια. Καθένα από αυτά τα μόρια καλείται χρωματίδα (ή χρωματίδη). Όταν οι δύο αδελφές χρωματίδες αποχωριστούν, καθεμία αποτελεί ένα αυτόνομο χρωμόσωμα (Alberts et al, 2014). Ως χαρακτηριστικό παράδειγμα παρανόησης, μπορεί να δοθεί εδώ το θέμα Γ1 στις πανελλαδικές εξετάσεις των εσπερινών 2018, όπου πολλοί μαθητές, στο ερώτημα που ζητούσε τον αριθμό των ινιδίων χρωματίνης που υπάρχουν στην αρχή της μεσόφασης και στο τέλος της, απάντησαν ότι δεν υπάρχουν ινίδια χρωματίνης στο τέλος της μεσόφασης, αλλά χρωματίδες. Ωστόσο, απάντηση του υπουργείου ήταν 92 ινίδια χρωματίνης.

B3. Σε ποιες δομές της οργάνωσης του γενετικού υλικού αποδίδεται ο όρος κεντρομερίδιο. Σε πολλές βιβλιογραφίες (Μαργαρίτης και συνεργάτες, 2004) ο όρος κεντρομερίδιο αποδίδεται ως περιοχή σύσφιξης του μιτωτικού χρωμοσώματος (όπως και στο σχολικό εγχειρίδιο γ' τάξης) που συμμετέχει στην κίνηση των χρωμοσωμάτων και σε άλλες, ο όρος κεντρομερίδιο αποτελεί δομική περιοχή των ινιδίων χρωματίνης ήδη πριν τον διπλασιασμό τους που αντιστοιχεί σε θέση με μεγαλύτερη συσπείρωση και ειδική επανάληψη αζωτούχων βάσεων, όπου εκεί θα συσταθεί η δομή όπου θα συνδεθούν, μετά την αντιγραφή του DNA, οι αδελφές χρωματίδες και κατάλληλες πρωτεΐνες της ατράκτου, προκειμένου να εισχωρήσουν τα ινίδια της ατράκτου και να διαχωρισθούν οι αδελφές χρωματίδες (Alberts et al., 2014). Κάτι τέτοιο άλλωστε σημειώνεται και στο σχολικό βιβλίο της Β λυκείου (Α' τόμος), όπου αναφέρεται ότι : «κατά την ανάφαση της μίτωσης διαιρείται το κεντρομερίδιο κάθε χρωμοσώματος». Επιπρόσθετα στην εικόνα 5.7 του σχολικού εγχειριδίου της γ' τάξης υποδεικνύεται ότι οι διαχωρισμένες αδελφές χρωματίδες και προφανώς τα ινίδια χρωματίνης στα νεοσχηματισθέντα θυγατρικά κύτταρα διαθέτουν κεντρομερίδιο. Το πρόβλημα είναι καθαρά εννοιολογικό και δεν θα τίθετο ζήτημα αν δεν ρωτούνταν συχνά οι μαθητές τόσο από τους διδάσκοντες όσο και από τα βοηθητικά συγγράμματα που κυκλοφορούν εάν υπάρχουν και πόσα είναι κεντρομερίδια στα ινίδια χρωματίνης (όπου οι περισσότεροι μαθητές, με βάση την γνώση του σχολικού εγχειριδίου απαντούν όχι ή μηδέν) ή πόσα είναι τα κεντρομερίδια κατά τη μετάφαση (ή γενικότερα μετά την αντιγραφή του DNA) όπου ακόμη και οι διδάσκοντες εμφανίζονται διχασμένοι απαντώντας άλλοτε 46 και άλλοτε 92.

2ο κεφάλαιο

A. Αντιγραφή DNA:

A1. Στο σχήμα της αντιγραφής αποδίδονται με κόκκινα ημικύκλια οι πρωτεΐνες που διατηρούν «ανοιχτό» το δίκλωνο μόριο DNA που έχει αποδιαταχτεί από τις DNA ελικάσες. Προφανώς η εικόνα αποδίδει τις πρωτεΐνες SSB (singlestrandedbindingproteins) οι οποίες σταθεροποιούν τους διαχωρισμένους κλώνους και προσδένονται στο DNA. Ωστόσο, για τις συγκεκριμένες πρωτεΐνες δεν γίνεται κάποια αναφορά στο κείμενο οπότε τίθεται το ερώτημα εάν πρέπει ο διδάσκων να επεκταθεί σε αυτές κατά την περιγραφή της διαδικασίας της αντιγραφής ή ακόμη περισσότερο αν αποτελούν εξεταστέο κομμάτι της ύλης. Μάλιστα κρίνεται απαραίτητο στο σημείο αυτό να τονιστεί το πρόβλημα που υφίσταται γενικότερα με τα σχήματα του βιβλίου όπου σε άλλες περιπτώσεις περιλαμβάνονται πληροφορίες που δεν εξηγούνται επαρκώς στο κείμενο (ωστόσο οι μαθητές οφείλουν να γνωρίζουν καθώς εξετάζονται πανελλαδικώς σε αυτές) και σε άλλες περιπτώσεις υποδεικνύονται δομές που δεν ονομάζονται.

Επιπλέον, ένα θέμα που προβληματίζει συχνά είναι η θέση δράσης της DNA δεσμάσης η οποία αποδίδεται σε πολλά εξωδιδακτικά βοηθήματα να συνδέει τα ασυνεχή τμήματα μεταξύ τους. Είναι γνωστό βιβλιογραφικά ότι η DNA δεσμάση αποτελεί ένζυμο που συνδέει με φωσφοδιεστερικό δεσμό το 3'-OH άκρο ενός κλώνου DNA με το 5'-μονοφωσφορικό άκρο του ίδιου ή διαφορετικού κλώνου DNA. Συνεπώς το ένζυμο αυτό συνδέει τα ασυνεχή τμήματα DNA που προκύπτουν από

την αντιγραφή του DNA καθώς και τα σημεία όπου συναντώνται οι διχάλες της αντιγραφής, αφού προηγουμένως η DNA πολυμεράση I έχει αντικαταστήσει τα πρωταρχικά τμήματα RNA με DNA. Τέλος, η DNA δεσμάση συνδέει τα σπασίματα του ενός κλώνου DNA στο δίκλωνο μόριο DNA όταν αυτά προκύπτουν από την επιδιόρθωσή του. Όσον αφορά τα ασυνεχή τμήματα, η δεσμάση δρα μία μόνο φορά σε κάθε κομμάτι Okazaki συνδέοντας τελευταίο δεοξυνουκλεοτίδιο που αντικατέστησε το τελευταίο ριβονουκλεοτίδιο του πρωταρχικού τμήματος με το πρώτο δεοξυνουκλεοτίδιο που είχε επιμηκύνει νωρίτερα αυτό το πρωταρχικό τμήμα. Η DNA δεσμάση δρα με όμοιο τρόπο μία μόνο φορά και σε κάθε κλώνα που συντίθεται συνεχώς μετά την αντικατάσταση των ριβονουκλεοτιδίων του πρωταρχικού τμήματος από το οποίο ξεκίνησε η συνεχής νεοσυντιθέμενη αλυσίδα DNA. Είναι απαραίτητο να διευκρινιστεί ότι όλες οι πολυμεράσες απαιτούν να είναι τριφωσφορυλιωμένα τα ελεύθερα νουκλεοτίδια που πρόκειται να προσθέσουν στις αναπτυσσόμενες νουκλεοτιδικές αλυσίδες που συνθέτουν δημιουργώντας $3' \rightarrow 5'$ φωσφοδιεστερικούς δεσμούς μεταξύ των νουκλεοτιδίων. Οι πολυμεράσες καταναλώνουν κατά τη δημιουργία του φωσφοδιεστερικού δεσμού τις δύο από τις τρεις φωσφορικές ομάδες του προστιθέμενου νουκλεοτιδίου. Αντίθετα, η DNA δεσμάση μπορεί να δημιουργεί $3' \rightarrow 5'$ φωσφοδιεστερικό δεσμό με χαμηλότερο ενεργειακό κόστος, συνδέοντας μονοφωσφορυλιωμένα νουκλεοτίδια, δηλαδή νουκλεοτίδια που φέρουν μία μόνο φωσφορική ομάδα στο $5'$ άκρο τους (Lewin 2000, Campbell 2017)

B. Μεταγραφή

B1. Στο σχολικό εγχειρίδιο αναφέρεται ότι πολλά μόρια mRNA μπορούν να μεταγράφονται από ένα γονίδιο. Ωστόσο παραλείπεται να διευκρινιστεί ότι μεταγραφή ενός γονιδίου μπορεί να πραγματοποιείται ταυτόχρονα από πολλές RNA πολυμεράσες γεγονός που συμβάλλει στη γρήγορη παραγωγή μεγάλης ποσότητας μιας επιθυμητής πρωτεΐνης, όπως έμμεσα αναφέρεται στο κείμενο της ρύθμισης της γονιδιακής έκφρασης αλλά δεν επεξηγείται στους μαθητές, και όπου η γρήγορη παραγωγή μεγάλης ποσότητας πρωτεΐνης αποδίδεται μόνο στη σύσταση του πολυσώματος.

B2. Ένα ενδιαφέρον ζήτημα αποτελούν και οι αλληλουχίες λήξης της μεταγραφής, οι οποίες αποτελούν ειδικές, συντηρημένες κατά την εξέλιξη των οργανισμών, αλληλουχίες του DNA. Βρίσκονται στο τέλος του κάθε γονιδίου ή οπερονίου και επιτρέπουν την απελευθέρωση του συντιθέμενου μορίου RNA και της RNA πολυμεράσης, τερματίζοντας τη διαδικασία της μεταγραφής του γονιδίου. Είναι γνωστό ότι οι ίδιες οι αλληλουχίες μεταγράφονται αλλά δεν αντιπροσωπεύονται στο πρόδρομο μετάγραφο καθώς απομακρύνονται από το παραγόμενο αρχικό προϊόν μεταγραφής με τη βοήθεια κατάλληλων ενζύμων (Campbell 2017). Η πληροφορία που δίνεται στο σχολικό εγχειρίδιο, όπου σημειώνεται ότι: «η σύνθεση του RNA σταματά στο τέλος του γονιδίου, όπου ειδικές αλληλουχίες οι οποίες ονομάζονται αλληλουχίες λήξης της μεταγραφής, επιτρέπουν την απελευθέρωσή του», οδηγεί μαθητές και διδάσκοντες στην εντύπωση ότι δεν μεταγράφονται οι ίδιες οι αλληλουχίες και λειτουργούν ως σήμα διακοπής της μεταγραφής.

B3. Όσον αφορά την 3' αμετάφραστη περιοχή του mRNA παραλείπονται κρίσιμα, για την κατανόηση των εικόνων και της ίδιας της ρύθμισης της γονιδιακής έκφρασης σημεία. Ιδιαίτερα αναφέρεται ότι, ενώ στην εικόνα 2.5β του σχολικού εγχειριδίου υποδεικνύεται η πολυαδενυλίωση της, στο κείμενο δεν αναφέρεται αυτή η μετα-μεταγραφική τροποποίηση ενώ, επιπρόσθετα, στο τμήμα της ρύθμισης της γονιδιακής έκφρασης οι μαθητές καλούνται να διδαχθούν για το ρόλο του χρόνου παραμονής του mRNA στο κυτταρόπλασμα χωρίς αναφορά της συμμετοχής 3' αμετάφραστης στο ρόλο αυτό (Alberts et al., 2015).

Γ. Μετάφραση

Ένα σημαντικό ζήτημα αφορά η παράλειψη του παράγοντα απελευθέρωσης από το κυρίως κείμενο και η επεξήγηση του ρόλου του, ενώ περιλαμβάνεται στην αντίστοιχη εικόνα του

σχολικού εγχειριδίου (εικόνα 2.11). Στην ίδια, δε, εικόνα παρουσιάζεται ασαφώς η δημιουργία του πεπτιδικού δεσμού και μάλιστα απεικονίζεται η πραγματοποίησή του έξω από τη μεγάλη ριβοσωμική υπομονάδα, ενώ είναι γνωστό ότι το 23S rRNA της μεγάλης ριβοσωμικής υπομονάδας καταλύει τη δημιουργία του πεπτιδικού δεσμού, αφού το πλησιέστερο αμινοξύ απέχει πολύ και δε μπορεί να έλθει σε επαφή ούτε με το εισερχόμενο αμινοακυλο-tRNA ούτε με την αυξανόμενη πεπτιδική αλυσίδα (Alberts et al. 2014). Τέλος, ο όρος πολύσωμα, ο οποίος αναφέρεται στο τέλος της περιγραφής της διαδικασίας της μετάφρασης των ευκαρυωτικών οργανισμών δεν αποδίδεται και στους προκαρυωτικούς όπως είναι γνωστό ότι ισχύει και οφείλει να διδάσκεται στους μαθητές.

Δ. Οπερόνιο της λακτόζης

Το οπερόνιο αποτελεί, ως γνωστόν, μία συστοιχία γονιδίων, τα οποία ονομάζονται δομικά, που υπόκεινται σε κοινό έλεγχο της ρύθμισής τους από τον υποκινητή και τον χειριστή. Όταν οι συνθήκες είναι κατάλληλες, η μεταγραφή οδηγεί σε ένα μόριο mRNA (πολυσιστρονικό), στο οποίο περιέχονται διαδοχικά τα ανοιχτά πλαίσια ανάγνωσής των γονιδίων (μεταφράσιμες αλληλουχίες). Κάθε γονίδιο ενός πολυσιστρονικού mRNA φέρει τη δική του 5' αμετάφραστη, το δικό του κωδικόνιο έναρξης και το δικό του κωδικόνιο λήξης. Στο τέλος του πολυσιστρονικού mRNA υπάρχει μόνο μία 3' αμετάφραστη περιοχή. Τα ζητήματα που αναφέρονται στο οπερόνιο είναι αρκετά και περιλαμβάνουν κυρίως το ρόλο αυτών των αμετάφραστων περιοχών που παρεμβάλλονται μεταξύ των γονιδίων στο πολυσιστρονικό mRNA, καθώς χωρίς να αναφέρεται στο κείμενο ή να υποδεικνύεται στην εικόνα, οι μαθητές έχουν βρεθεί να αντιμετωπίζουν ζητήματα που ρωτούν για το ρόλο τους. Επιπρόσθετα ένα σημαντικό ζήτημα διαφωνίας μεταξύ των διδασκόντων αποτελεί το εάν ανήκει ή όχι το ρυθμιστικό γονίδιο και ο υποκινητής τους σε αυτό καθαυτό το οπερόνιο. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι σύμφωνα με το ίδιο το σχολικό εγχειρίδιο: «στο οπερόνιο περιλαμβάνονται και οι αλληλουχίες DNA που ρυθμίζουν τη μεταγραφή των δομικών γονιδίων, δηλαδή ο υποκινητής ο χειριστής και το ρυθμιστικό γονίδιο. Ωστόσο σε επόμενη παράγραφο αναφέρεται ότι τα γονίδια του οπερονίου δεν μεταγράφονται όταν απουσιάζει η λακτόζη, λαμβάνοντας υπόψη μόνο τα δομικά γονίδια δηλ. μια μονάδα διαδοχικών γονιδίων (συστοιχία γονιδίων) που ονομάζονται δομικά, μαζί με τις αλληλουχίες που ρυθμίζουν τη μεταγραφή τους (υποκινητής-χειριστής). Τα δομικά γονίδια υπόκεινται σε κοινό έλεγχο της έκφρασής τους από τον κοινό υποκινητή τους. Μεταγράφονται σε ένα μόριο mRNA (πολυκιστρωνικό mRNA) στο οποίο περιέχονται διαδοχικά τα ανοιχτά πλαίσια ανάγνωσής τους (μεταφράσιμες αλληλουχίες). Κάθε γονίδιο ενός πολυκιστρωνικού mRNA φέρει τη δική του 5' AM περιοχή, το δικό του κωδικόνιο έναρξης, το δικό του κωδικόνιο λήξης. Όμως το πολυκιστρωνικό mRNA φέρει μία μόνο 3' AM. Ορισμένοι θεωρούν επίσης ως τμήμα του οπερονίου και το λεγόμενο ρυθμιστικό γονίδιο, το οποίο κωδικοποιεί μια πρωτεΐνη που ρυθμίζει την έκφραση των δομικών γονιδίων. (Σύμφωνα με τους F. Jacob και J. Monod, το οπερόνιο είναι ένα τμήμα DNA που συνιστά μία γενετική μονάδα συντονισμένης έκφρασης. Για το οπερόνιο της λακτόζης, αυτή η μονάδα συνίσταται από τον χειριστή και τα τρία δομικά γονίδια).

Οπερόνια απαντώνται μόνο στο γονιδίωμα των προκαρυωτικών κυττάρων και των ιών που προσβάλλουν προκαρυωτικά κύτταρα

Δ1. Τελικά στο οπερόνιο ανήκει το ρυθμιστικό γονίδιο και επομένως και ο υποκινητής του; Όχι αυτό δεν ισχύει. Τι κάνουμε στην περίπτωση αυτή;

Δ2. Η αλληλουχία του χειριστή είναι τμήμα του υποκινητή και μεταγράφεται. Το διδάσκουν σε σχολείο των νότιων προαστίων. Τί λέμε εδώ;

Δ3. Κάθε δομικό γονίδιο έχει την δική του αλληλουχία Shine-Dalgarno και επομένως μεταφράζεται ανεξάρτητα από τα άλλα γονίδια. Επομένως, ταυτόχρονα με την μεταγραφή γίνεται και η μετάφραση από ριβοσώματα που συνδέονται στις διαφορετικές αλληλουχίες S/D των τριών δομικών γονιδίων.

4ο κεφάλαιο

A. Ο όρος ανασυνδυασμένο DNA:

Ο όρος ανασυνδυασμένο DNA αναφέρεται ως: «ένα τεχνητό μόριο DNA, που περιέχει γονίδια από δύο ή και περισσότερους οργανισμούς». Ο ορισμός αυτός παρακάτω, στο ίδιο κεφάλαιο αναιρείται για να συμπεριλάβει, στη διαδικασία κατασκευής γονιδιωματικής βιβλιοθήκης, φορείς που μπορεί να περιέχουν γονίδια αλλά και τμήματα γονιδίων ή αλληλουχίες που δεν αντιστοιχούν σε γονίδια. Επίσης σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία : το ανασυνδυασμένο DNA είναι ένα μόριο που προκύπτει μέσω εργαστηριακών τεχνικών για να συνδεθούν τμήματα γενετικού υλικού από διαφορετικές πηγές (Griffithsetal, 2012).

B. Ο όρος μετασχηματισμός: Στο σχολικό εγχειρίδιο αποδίδεται ως «Η εισαγωγή του DNA σε βακτηριακό κύτταρο-ξενιστή». Σε επόμενη σελίδα αναφέρεται ότι «Για να μπει ένα πλασμίδιο μέσα στο βακτήριο, τα τοιχώματα του βακτηρίου γίνονται παροδικά διαπερατά σε μακρομόρια, μετά από κατάλληλη κατεργασία (μετασχηματισμός)». Στο γλωσσάρι του σχολικού πάλι ο όρος αποδίδεται ως εξής: «Η γενετική αλλαγή των ιδιοτήτων ενός βακτηριακού κυττάρου μετά από εισαγωγή DNA στο γονιδίωμά του, (Ο ίδιος όρος χρησιμοποιείται για να περιγράψει τη μετατροπή των φυσιολογικών κυττάρων ενός ευκαρυωτικού οργανισμού σε καρκινικά). Τίθεται λοιπόν το ερώτημα αν ο μετασχηματισμός αφορά την εισαγωγή ξένου DNA μόνο σε βακτήρια καθώς σε πολλές βιβλιογραφίες (Griffithsetal., 2012) ο όρος επεκτείνεται για να περιγράψει τη μεταφορά γενετικού υλικού και σε ευκαρυωτικά κύτταρα και το ζήτημα της παρανόησης που δημιουργείται στους μαθητές από τον 2° ορισμό του βιβλίου καθώς η θέση της παρένθεσης δημιουργεί την εντύπωση ότι ο μετασχηματισμός αποτελεί την ίδια την κατεργασία για να εισαχθεί το ξένο γενετικό υλικό στα βακτήρια.

Γ. Η διαδικασία επιλογής κλώνων βακτηρίων με ανασυνδυασμέναπλασμίδια.

Η διαδικασία αυτή περιγράφεται στο σχολικό βιβλίο μόνο στην εικόνα 4.1 περιλαμβάνοντας μόνο μία πιθανή μέθοδο επιλογής, αυτή της διαφοροποίησης του χρώματος των επιθυμητών κλώνων λόγω της καταστροφής του γονιδίου της β-γαλακτοσιδάσης. Ωστόσο, στην ερώτηση του σχολικού 12 του ίδιου κεφαλαίου, η οποία ορίζεται σαφώς εκτός ύλης από το βιβλίο του καθηγητή, αλλά τέθηκε ως ζήτημα στις πανελλαδικές 2018, προβληματίζοντας μαθητές και βαθμολογητές, ζητείται από τους μαθητές η επιλογή των κλώνων που περιέχουν το ανασυνδυασμένο DNA με βάση την ικανότητα επιβίωσης σε δύο αντιβιοτικά. Στο σημείο αυτό μπορεί επίσης να αναφερθεί το ζήτημα των γενικότερων ελλείψεων και συνεπαγόμενων αποριών που δημιουργούνται στον μαθητή ως προς κρίσιμες διαδικασίες και τεχνικές της τεχνολογίας του ανασυνδυασμένου DNA οι οποίες αναγκάζουν τους διδάσκοντες να ξεφεύγουν αρκετά από τη διδακτέα ύλη για να καθοδηγήσουν τους μαθητές στην πραγματική γνώση και να είναι βέβαια επαρκείς όσον αφορά θέματα των Πανελλαδικών που απαιτούν τέτοια γνώση.

5° κεφάλαιο

A. Σε ποια έκταση πρέπει να διδάσκονται περιπτώσεις γονιδίων, που αναφέρονται μεν στο σχολικό εγχειρίδιο, αλλά δεν περιγράφονται αναλυτικά παραδείγματα ή ασκήσεις του τρόπου κληρονομιάς τους.

Κάποιες περιπτώσεις γονιδίων είτε απλά αναφέρονται στο σχολικό εγχειρίδιο είτε απλά προκύπτουν έμμεσα κατά την περιγραφή των νόμων.

Παραδείγματα: Α) Θνησιγόνα γονίδια: περιγράφονται ως υπολειπόμενα (συνήθως) χωρίς να διευκρινίζεται ο τρόπος συμβολισμού τους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, κατά τη διερεύνηση προβλημάτων γενετικής, να συμβολίζονται από τους μαθητές ως επικρατή ή ως ατελώς επικρατή. Στη διεθνή βιβλιογραφία ο συμβολισμός ποικίλλει (Albertsetal, 2014, Γκελή – Δούκα και Τύπας 1986, Μαργαρίτης και συνεργάτες 2004, Τριανταφυλλίδης 1992) γεγονός που αφενός προβληματίζει του διδάσκοντες ως προς την επιλογή του τρόπου συμβολισμού, αλλά και ως προς την αντικειμενική διόρθωση θεμάτων πανελληνίων.

Β) Συνδεδεμένα γονίδια: Ο όρος απλά προκύπτει κατά τη διατύπωση του 2^{ου} νόμου Mendel και δεν διδάσκεται ως περίπτωση γονιδίων από τους περισσότερους εκπαιδευτικούς. Ωστόσο αυτός το τρόπος κληρονομής αποτέλεσε αντικείμενο αξιολόγησης των μαθητών στις επαναληπτικές Πανελλήνιες 2019.

Με βάση τις παραπάνω περιπτώσεις προκύπτει προβληματισμός, για το εάν ή όχι πρέπει να διδάσκονται στην τάξη και άλλες περιπτώσεις κληρονομής, που υπονοούνται στην έκταση του 5^{ου} κεφαλαίου όπως οι περιπτώσεις χιασματυπίας, οι πολυγονιδιακοί χαρακτήρες, χαρακτήρες που επηρεάζονται από το περιβάλλον κ.α.

6^ο κεφάλαιο:

Διάκριση της γονιδιακής μετάλλαξης από τη δομική χρωμοσωμική ανωμαλία:

Στην εισαγωγή του 6^{ου} κεφαλαίου ορίζονται τα εξής: «Οι γενετιστές κατατάσσουν τις μεταλλάξεις σε δύο μεγάλες κατηγορίες: Τις γονιδιακές και τις χρωμοσωμικές. Ο τυπικός αυτός διαχωρισμός σχετίζεται με την έκταση της αλλαγής. Αν αυτή αφορά μικρό αριθμό βάσεων, στις οποίες συμβαίνει αντικατάσταση, προσθήκη ή έλλειψη, τότε ονομάζεται γονιδιακή μετάλλαξη. Αν αφορά αλλαγές σε μεγαλύτερο τμήμα του χρωμοσώματος, ονομάζεται χρωμοσωμική ανωμαλία». Ωστόσο σε κανένα σημείο του βιβλίου, ούτε σε άλλα συγγράμματα δεν προκύπτει το όριο των νουκλεοτιδικών βάσεων, πέρα από το οποίο η γονιδιακή μετάλλαξη θεωρείται χρωμοσωμική. Ως εκ τούτου υπάρχει προβληματισμός μεταξύ των διδασκόντων για τον χαρακτηρισμό της α θαλασσαιμίας, η οποία στο σχολικό εγχειρίδιο δεν χαρακτηρίζεται ως γονιδιακή μετάλλαξη ή χρωμοσωμική ανωμαλία, τοποθετείται ωστόσο πριν την περιγραφή των χρωμοσωμικών ανωμαλιών. Επίσης, μπορεί να αναφερθεί ως χαρακτηριστικό παράδειγμα το θέμα Δ των Πανελλαδικών του 2015 όπου περιγράφηκε ως δομική χρωμοσωμική ανωμαλία η ανταλλαγή λιγότερων από 10 ζευγών, βάσεων ζητώντας από τους μαθητές μάλιστα να εξηγήσουν την μεταβολή του καρυότυπου.

7^ο κεφάλαιο

Στο κεφάλαιο 7 με τίτλο «αρχές και μέθοδοι της βιοτεχνολογίας» του σχολικού βιβλίου (β' τόμος) της βιολογίας θετικού προσανατολισμού, τίθεται το κύριο ζήτημα της έλλειψης ουσιαστικής βιβλιογραφίας πάνω στο αντικείμενο με αποτέλεσμα η αναζήτηση επιστημονικής βοήθειας για την διδασκαλία του να είναι επίπονη και να απαιτείται εξειδικευμένη γνώση (Aggeliset al., 2000). Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται, καταρχάς, για πρώτη φορά αναφορά σε όλα τα σχολικά εγχειρίδια όλων των τάξεων της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, των δυο συνηθέστερων μεθόδων μικροβιακών ζυμώσεων. Οι ζυμώσεις αυτές είναι, η κλειστή και η συνεχής καλλιέργεια μονοκύτταρων μικροοργανισμών σε μονοβάθμια συστήματα. Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, οι κλειστές καλλιέργειες μονοκύτταρων μικροοργανισμών είναι ζυμώσεις, στις οποίες ο ρυθμός αύξησης της βιομάζας τείνει να μηδενιστεί σε ένα συνεχώς μεταβαλλόμενο (προς δυσμενέστερες συνθήκες) περιβάλλον. Σε αυτές τις ζυμώσεις, δυο είναι οι κυρίαρχες φάσεις αύξησης του μικροβιακού πληθυσμού, η εκθετική και η στατική.

Η εκθετική φάση αύξησης περιγράφεται μαθηματικά από τον τύπο της λογαριθμικής αύξησης ($\chi = \chi_0 e^{\mu t}$, με χ τη βιομάζα των κυττάρων και μ τον ειδικό ρυθμό αύξησης της βιομάζας) ενώ η στατική φάση δεν μπορεί να περιγραφεί μαθηματικά. Κατά την εκθετική αύξηση, τα κύτταρα αυξάνονται με τον μέγιστο ρυθμό αύξησης σε περιβάλλον με επάρκεια θρεπτικών συστατικών, χωρίς συσσώρευση μεταβολικών προϊόντων ικανή να προκαλέσει οποιαδήποτε παρεμπόδιση της αύξησης, σε δεδομένες συνθήκες (όχι απαραίτητα ιδανικές) θερμοκρασίας, ενεργού οξυγόνου νερού και αερισμού.

Κατά την στατική φάση, ο ρυθμός αύξησης είναι μηδενικός και συμβαίνει επανοργάνωση ή αποικοδόμηση της δομής των κυττάρων, όπως για παράδειγμα η δημιουργία ενδοσπορίων για

σποριογόνα βακτηριακά είδη. Από την άλλη πλευρά, στο σχολικό βιβλίο, αναφέρεται ότι στην στατική φάση ο πληθυσμός των βακτηρίων δεν αυξάνεται εξαιτίας της εξάντλησης κάποιου θρεπτικού συστατικού ή λόγω της συσσώρευσης τοξικών προϊόντων του μεταβολισμού των μικροβίων.

Σε αυτή την γενική αναφορά, δεν διευκρινίζεται ότι αλλάζει η φυσιολογία του πληθυσμού, αφού τα κύτταρα αλλάζουν μεταβολισμό υπό τις συνθήκες STRESS που επικρατούν στο περιβάλλον του πληθυσμού. Έτσι γίνεται πολύ συχνά παρανόηση τόσο από τους μαθητές όσο και από πολλούς διδάσκοντες (ακόμη και βιοεπιστήμονες) για το τι ακριβώς συμβαίνει σε αυτή τη φάση της κλειστής καλλιέργειας. Μάλιστα, σχεδόν το σύνολο των εκπαιδευτικών βιβλίων που έχουν γραφεί και κυκλοφορούν ως εκπαιδευτικά βοηθήματα για το συγκεκριμένο σχολικό εγχειρίδιο, μπορεί να αποπροσανατολίσουν μαθητές και καθηγητές, καθώς αναφέρουν ότι ο πληθυσμός των κυττάρων κατά την στατική φάση, παραμένει σταθερός, επειδή όσα κύτταρα γεννιούνται τόσα κύτταρα πεθαίνουν, χωρίς να λαμβάνουν υπόψη τους ότι αυτό που συμβαίνει είναι η εν γένει αλλαγή του μεταβολισμού των κυττάρων του πληθυσμού σε αυτή τη φάση, λόγω των στρεσογόνων συνθηκών του περιβάλλοντος, ούτε αναφέρουν την διαφοροποίηση των κυττάρων σε αυτή τη φάση δημιουργώντας παρανόηση.

Ο δεύτερος τύπος μικροβιακής ζύμωσης που αναφέρεται χωρίς επαρκή ανάλυση από το σχολικό εγχειρίδιο της γ' λυκείου είναι αυτή της συνεχούς καλλιέργειας. Το σχολικό βιβλίο αναφέρει: «σε αυτόν το τύπο καλλιέργειας οι μικροοργανισμοί τροφοδοτούνται συνεχώς με θρεπτικά συστατικά. Ταυτόχρονα, απομακρύνονται από την καλλιέργεια κύτταρα και άχρηστα προϊόντα. Με αυτό τον τρόπο οι μικροοργανισμοί βρίσκονται διαρκώς σε ανάπτυξη». Αντίθετα, με βάση τη διεθνή βιβλιογραφία (Pirt 1975, Stanier et al., 1995), στην συνεχή καλλιέργεια μπορούμε να επιτύχουμε οποιοδήποτε ρυθμό αύξησης για οποιοδήποτε εύρος περιβαλλοντικών συνθηκών που πρόκειται να μελετηθούν. Οποιοσδήποτε συνθήκες και αν επιλεγούν μπορούν να διατηρηθούν σταθερές στο δοχείο καλλιέργειας (μονοβάθμιος χημειοστάτης), ώστε να μελετήσουμε τον ρυθμό αύξησης της καλλιέργειας για αυτές τις συνθήκες. Με αυτό τον τρόπο σε ένα βιοαντιδραστήρα συνεχούς λειτουργίας, ο πληθυσμός των κυττάρων διατηρείται διαρκώς στην εκθετική φάση (με αυτό τον τρόπο οι μικροοργανισμοί βρίσκονται διαρκώς σε ανάπτυξη, όπως αναφέρει το σχολικό), ενώ ο αριθμός των κυττάρων μέσα στο δοχείο παραμένει σταθερός με το χρόνο. Αυτό συμβαίνει επειδή ο ρυθμός αύξησης της βιομάζας (ή του πληθυσμού των κυττάρων) που επιτυγχάνεται με τον συνεχή σταθερό ρυθμό εισροής φρέσκου στείρου θρεπτικού υλικού ορισμένης και σταθερής σύστασης, αντισταθμίζεται ακριβώς με την απομάκρυνση ίσου όγκου βιομάζας (ή πλήθους κυττάρων) από το δοχείο καλλιέργειας με τον ίδιο σταθερό ρυθμό. Κατά αυτό τον τρόπο ο πληθυσμός διατηρείται σταθερός σε κατάσταση δυναμικής ισορροπίας. Σε αυτήν την κατάσταση της καλλιέργειας όσα κύτταρα παράγονται στην μονάδα του χρόνου, ακριβώς τόσα απομακρύνονται στην ίδιο χρόνο από το σύστημα εκροής του βιοαντιδραστήρα και το ίδιο ισχύει και για τα μεταβολικά προϊόντα των κυττάρων της καλλιέργειας. Άρα στη συγκεκριμένη φάση (η συνεχής καλλιέργεια έχει μόνο εκθετική φάση πριν από την επίτευξη της δυναμικής ισορροπίας και κατά την διάρκεια αυτής), η καμπύλη μεταβολής του πληθυσμού της καλλιέργειας σε συνάρτηση με τον χρόνο, είναι μια ευθεία παράλληλη προς τον άξονα του χρόνου, χωρίς αισθητές αυξομειώσεις.

Η παραπάνω λοιπόν συνοπτική αναφορά του σχολικού εγχειρίδιου για την συνεχή καλλιέργεια μικροοργανισμών, μπορεί βεβαίως να περιγράψει ακριβώς (παρατηρούμε τις λέξεις συνεχώς και ταυτόχρονα, στον ορισμό του σχολικού βιβλίου) αυτό που πράγματι συμβαίνει σε έναν βιοαντιδραστήρα συνεχούς λειτουργίας, δύσκολα ωστόσο μπορεί αυτό να γίνει αντιληπτό και κατανοητό, τόσο βεβαίως από τους μαθητές όσο ακόμα και από τους διδάσκοντες (ακόμη και βιοεπιστήμονες) που δεν έχουν σχετική εργαστηριακή εμπειρία ή εμπειρία από την βιομηχανία. Επιπρόσθετα, η εγχώρια βιβλιογραφία εκπαιδευτικών βοηθημάτων, αναπαράγοντας ουσιαστικά το απόσπασμα του σχολικού βιβλίου οδηγείται σε λάθη ως προς και την καμπύλη

μεταβολής του πληθυσμού σε συνάρτηση με το χρόνο, παριστάνοντας τη είτε ως μια έντονη αυξομειώση σε συνάρτηση με το χρόνο είτε με μορφή μαθηματικής υπερβολής που τείνει στο άπειρο (χωρίς να λαμβάνεται υπόψη ότι αν ίσχυε αυτός ο ρυθμός γρήγορα θα οδηγούμασταν σε υπερχύλιση του βιοαντιδραστήρα λόγω του πλήρους των μικροβίων) (Aggelisetal., 2000, Gerhardtetal., 1994, Pirtetal., 1975, Staniereta., 1995).

8^ο κεφάλαιο

Γονιδιακή Θεραπεία

Ένα από τα σημαντικότερα ίσως κεφάλαια του βιβλίου, όπου η γνώση έχει προχωρήσει τόσο ώστε να καταργεί την υπάρχουσα πληροφορία, είναι αυτό της εχνίνο και ιπνίνο γονιδιακής θεραπείας. Σύμφωνα με την πληροφορία που δίνεται στο σχολικό εγχειρίδιο «δε γίνεται αντικατάσταση του μεταλλαγμένου γονιδίου στα κύτταρα του οργανισμού αλλά ενσωμάτωση του φυσιολογικού αντιγράφου του στο γονιδίωμα συγκεκριμένων σωματικών κυττάρων». Η παρατήρηση αυτή, αναγκάζει τους διδάσκοντες να οδηγούν τους μαθητές σε εσφαλμένα συμπεράσματα όπως είναι η πεποίθηση ότι η γονιδιακή θεραπεία ασθενειών με επικρατή τύπο κληρονομικότητας δεν είναι εφικτή. Επίσης η ίδια η μεθοδολογία γονιδιακής θεραπείας έχει πλέον εξελιχθεί σε τέτοιο βαθμό, ώστε να είναι πρακτικά αδύνατο να διδαχθεί στους μαθητές χωρίς να γίνονται παραπομπές σε σύγχρονες μεθοδολογίες. Είναι γνωστό ότι τα τελευταία χρόνια υπάρχει ραγδαία εξέλιξη στις τεχνολογίες που επιτρέπουν την παρέμβαση στην γονιδιακή έκφραση. Ενδεικτικά αναφέρεται η τεχνική CRISPR-Cas9, η οποία αποτελεί μία πολλά υποσχόμενη, φθηνή και ακριβής τεχνική παρέμβασης στο γονιδίωμα των οργανισμών (Kangetal., 2019, Liangetal., 2019).

Συμπεράσματα

Το σχολικό βιβλίο της Βιολογίας Θετικού Προσανατολισμού (το φετινό Β' τεύχος) έχει ήδη διαγράψει μία πορεία 19 ετών, χρονικό διάστημα στο οποίο η ύλη του έχει διδαχθεί από τους καθηγητές της δημόσιας και της ιδιωτικής εκπαίδευσης, των οποίων η προσπάθεια απέδωσε ένα σπουδαίο έργο, στο οποίο περιλαμβάνεται και ο βιολογικός γραμματισμός των μαθητών ώστε να έρθουν αυτοί σε άμεση επαφή με το περιεχόμενό του και την εξεταστέα για τις πανελλαδικές εξετάσεις ύλη αυτού του Σχολικού εγχειριδίου. Ωστόσο κατά την τελευταία 20ετία, η έρευνα στην Βιολογία έχει αποδώσει πολλά νέα δεδομένα και έχει προσθέσει επιστημονικές ανακαλύψεις, που πολλές φορές αντικρούουν τα δεδομένα της εποχής συγγραφής, του σχολικού βιβλίου.

Επιπλέον, πέρα από τις νέες ανακαλύψεις, υπάρχουν πολλά ακόμη κεφάλαια του βιβλίου αυτού, που χρήζουν επεξήγησης παρά την επιστημονική εγκυρότητα που υφίσταται. Οι επεξηγήσεις αυτές είναι συχνά αναγκαίες τόσο κατά την διάρκεια του σχολικού έτους, όπου οι μαθητές αποκτούν εύλογες απορίες από ορισμένα σημεία του σχολικού βιβλίου που δεν επεξηγούνται επαρκώς, αλλά και κατά την κρίσιμη στιγμή των εξετάσεων, όπου τα θέματα μπορεί να αγγίζουν ατυχώς τέτοια «επικίνδυνα» σημεία. Καταλήγοντας, το συγκεκριμένο άρθρο δεν αποτελεί μία προσπάθεια αξιολόγησης και απόρριψης ως κατακριτέου του σχολικού εγχειριδίου που διδάσκονται οι μαθητές της Γ' λυκείου αλλά μία προσπάθεια αξιολόγησης της ανάγκης πραγματοποίησης μιας θεσμικής συζήτησης με θέμα τον εκσυγχρονισμό της διδασκαλίας της Βιολογίας στο Λύκειο είτε αυτό απαιτεί την συμπλήρωση του βιβλίου με σημειώσεις που δεν θα έρχονται σε σύγκρουση με τα σύγχρονα δεδομένα της Βιολογίας, θα διαφωτίζουν τα σημεία που δημιουργούν απορίες σε μαθητές και διδάσκοντες ώστε η διδασκαλία του μαθήματος να πραγματοποιείται ενιαία σε όλα τα λύκεια και κυρίως να αποτελεί μία αξιόπιστη πηγή γνώσης και αξιολόγησης για τους μελλοντικούς μαθητές.

Βιβλιογραφία

Αλεπόρου-Μαρίνου Β, Αργυροκαστρίτης Α., Κομητοπούλου Α., Πιαλόγλου Π., Σγουρίτσα Β. (1999). Βιολογία Θετικής Κατεύθυνσης Γ' τάξης ενιαίου λυκείου. Αθήνα: Οργανισμός εκδόσεως διδακτικών βιβλίων.

- Γκελτή – Δούκα Ε., Τύπας Μ., (1986). Βασική Γενετική. Αθήνα: Ερατώ
- Μαργαρίτης Λ.Χ, Γαλανόπουλος Β.Κ., Κεραμάρης Κ.Ε., Μαρίνος Ε.Σ., Παπασιδέρη Ι.Σ., Στραβοπόδης Δ.Ι, Τρουγκάκος Ι.Π, (2004). Βιολογία Κυττάρου. Αθήνα: Ιατρικές εκδόσεις Λίτσας.
- Τριανταφυλλίδης Κ., (1992). Κλασική και Μοριακή Γενετική. Θεσσαλονίκη: Αδελφοί Κυριακίδη.
- AggelisG., MargaritiN., KralliC., FlouriF., (2000). Growth of *Candida boidini* on methanol and the activity of methanol-degrading enzymes as affected from formaldehyde and methylfomate, *Journal of Biotechnology*, 80(2): 119-125.
- Alberts B., Bray D., Hopkin K., Johnson A., Lewis J., Raff M., Roberts K., Walter P., (2014). *Essential cell Biology*, 4th ed. USA: Garland Science.
- Alberts B, Johnson A., Lewis J., Morgan D., Raff M., Roberts K. (2015). *Molecular Biology of the Cell*, 6th ed. USA: Garland .
- Cooper G, Hausman R. (2007). *The Cell: A molecular Approach*, 4th ed. USA: ASM Press.
- Fyodorov D.V., Zhou B.R., Skoultchi Al., Bai Y., (2018). Emerging roles of linker histones in regulating chromatin structure and function. *Nat Rev Mol Cell Biol.* 19(3). :192-206.
- Gerhardt P., Murray R., Wood W., Krieg N.,(1994). *Methods for General and molecular Bacteriology*. Washington: American Society for Microbiology.
- Griffiths J.F. A., Wessler R. S., Carrol B. S., Doebley J.,. (2012). *Introduction to genetic analysis*, 10th ed. New York: W.H. Freeman and Company.
- Kang JG, Park JS, Ko JH, Kim YS. (2019). Regulation of **gene** expression by altered promoter methylation using a **CRISPR/Cas9**-mediate epigenetic **editing** system. *Sci Rep.* 19;9(1):11960.
- Kolata JB. (1981). Genes regulated through chromatin structure. *Science.* 214(4522):775-6.
- Liang Y, Jiao S, Wang M, Yu H, Shen Z. (2019). A CRISPR/Cas9-based genome editing system for *Rhodococcus ruber* TH. *Metab Eng.* 7176(19): 30266-6.
- Meselson M., Stahl FW., (1958). The replication of DNA in *Escherichia coli*. *Proc Natl Acad Sci.* 44(7):671-82.
- Ou HD, Phan S, Deerinck TJ, Thor A, Ellisman MH, O'Shea CC., (2017). ChromEMT: Visualizing 3D chromatin structure and compaction in interphase and mitotic cells. *Science.* 28;357-369.
- Pirt J., (1975). *Principles of Microbe and Cell Cultivation*. New York: John Wiley & sons.
- Stanier R., Ingraham J., Wheelis M., Painter P. (1995). *General Microbiology* (fifth edition). London: MacMillan Press LTD.
- Wolffe A. (2000). *Chromatin structure and function*, 3d edition. UK: Academic Press.

Σύγχρονη ανασκόπηση όρων και προοπτικών σχετικά με την Εκπαίδευση για την Βιώσιμη Ανάπτυξη

Χαρίκλεια ΟΡΦΑΝΙΔΟΥ¹, Αικατερίνη ΚΕΔΡΑΚΑ²

¹Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, xaraorf@gmail.com

²Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, kkedraka@mbg.duth.gr

Περίληψη

Η εκπαίδευση έχει αναγνωριστεί ως αναφαίρετο ανθρώπινο δικαίωμα και αποτελεί έναν από τους στόχους της «2030 Ατζέντα για την Βιώσιμη Ανάπτυξη» της UNESCO. Ταυτόχρονα, αναγνωρίζεται ως το μέσο-κλειδί για την επίτευξη και των υπόλοιπων στόχων της Βιώσιμης Ανάπτυξης. Οι μεταβάσεις που συντελούνται στη χρήση των όρων στο πεδίο της εκπαίδευσης καθορίζουν την αντίληψη για τις εμπλεκόμενες έννοιες και επηρεάζουν τις προοπτικές αξιοποίησής τους. Στην παρούσα εργασία επιχειρείται η διερεύνηση των μεταβάσεων από την «εκπαίδευση ενηλίκων» και τη «συνεχιζόμενη εκπαίδευση» στη «διά βίου μάθηση», ο οποίος αποτελεί ομπρέλα για ένα ευρύ φάσμα μορφών μάθησης, από την «περιβαλλοντική εκπαίδευση» στην «εκπαίδευση για τη βιώσιμη ανάπτυξη» και από την «αγωγή υγείας» στον «υγειονομικό γραμματισμό», με σκοπό την ενδυνάμωση των Βιοεπιστημόνων στην εκπλήρωση του εκπαιδευτικού ρόλου τους.

Λέξεις-κλειδιά: διά βίου μάθηση, εκπαίδευση για βιώσιμη ανάπτυξη, περιβαλλοντική εκπαίδευση, αγωγή υγείας, υγειονομικός γραμματισμός.

Εισαγωγή

Η έννοια της διά βίου μάθησης (ΔΒΜ) άρχισε να κατέχει σημαντικό ρόλο στην εκπαιδευτική πολιτική από τη δεκαετία του '70. Παρόλο που η αντίληψη πως η μάθηση είναι μία διαδικασία που (μπορεί και πρέπει να) διέπει τη ζωή όλων δεν είναι καινούρια, ο όρος «διά βίου μάθηση» καθιερώθηκε από την United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) το 1972 (Volles, 2016) και έκτοτε η χρήση του έχει επεκταθεί. Το ερευνητικό ενδιαφέρον, όπως καταδεικνύεται από την πληθώρα επιστημονικών άρθρων στο πεδίο της ΔΒΜ, καθώς και η θέση που κατέχει σε δημοσιεύσεις Διεθνών Οργανισμών υψηλού κύρους, όπως η UNESCO, ο Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ) και η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ), καθιστούν την ΔΒΜ καίριο στόχο και απαραίτητο μέσο για κάθε είδους ανάπτυξη. Η βιώσιμη ανάπτυξη (ΒΑ) αποτελεί επίσης όρο που έχει προσελκύσει το ενδιαφέρον, καθώς έχει αναδειχθεί στον πρωταρχικό στόχο παγκοσμίως για ολόκληρη την ανθρωπότητα και τον πλανήτη μέσα από την «2030 Ατζέντα για την Βιώσιμη Ανάπτυξη» της UNESCO (2015). Η UNESCO από το 1972 αναπτύσσει δράσεις για την προστασία της πολιτιστικής και φυσικής κληρονομιάς και αναφέρεται στη «Βιώσιμη Ανάπτυξη» το 1998 (UNESCO, 2018). Με βάση το χρονοδιάγραμμα που παρουσιάζει η UNESCO για τη δράση στο πεδίο (UNESCO, 2018:8) παρατηρείται ότι η εμφάνιση του όρου «ανάπτυξη» προηγείται του όρου «βιώσιμη». Αρχικά σημειώνεται αλλαγή στη χρονική προοπτική, η οποία με τον όρο ανάπτυξη δείχνει μια συνεχή και διαρκή διαδικασία και στη συνέχεια με τον όρο «βιώσιμη» καταδεικνύεται ο μετασχηματισμός στο περιεχόμενο και το πλαίσιο αυτής.

Η Διά Βίου Μάθηση και η Βιώσιμη Ανάπτυξη αποτελούν όρους στενά συνδεδεμένους. Η αξία της ΔΒΜ αναγνωρίζεται σήμερα πιθανώς περισσότερο από κάθε άλλη φορά μέσα από την «2030 Ατζέντα για την Βιώσιμη Ανάπτυξη» της UNESCO, καθώς η εκπαίδευση αναδεικνύεται σε καταλυτικό παράγοντα για την επίτευξη όλων των στόχων για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη, ενώ ορίζεται και ως ξεχωριστός στόχος της Ατζέντας (UNESCO, 2015). Η Ατζέντα της UNESCO, η οποία έγινε αποδεκτή από τη Γενική Συνέλευση των Ηνωμένων Εθνών το 2015, περιλαμβάνει 17 στόχους επιδιώκοντας την εξάλειψη της φτώχειας και της πείνας και τη διασφάλιση μιας ειρηνικής,

ισότιμης και ποιοτικής ζωής για όλους ως το 2030. Ο τέταρτος στόχος της Ατζέντας αφορά την Ποιοτική Εκπαίδευση με έμφαση στη Διά Βίου Μάθηση (ΔΒΜ), τη διασφάλιση μιας ισότιμης και με συμπερίληψη ποιοτικής εκπαίδευσης και την προώθηση ευκαιριών ΔΒΜ (lifelong learning) για όλους (UNESCO, 2015:11). Η ΔΒΜ δεν αναφέρεται παρά μόνο στον τίτλο του στόχου, αλλά ως έννοια σκιαγραφείται μέσα από τους επιμέρους στόχους που καθορίζονται από την UNESCO. Παρόλο που χρησιμοποιείται κυρίως ο όρος εκπαίδευση, η αναφορά σε όλο το φάσμα της τυπικής εκπαίδευσης (προσχολική, πρωτοβάθμια, δευτεροβάθμια και τριτοβάθμια), της μη-τυπικής και της άτυπης εκπαίδευσης (στόχοι 4.1, 4.2 και 4.3), καθώς και η ανάπτυξη αξιών και συμπεριφορών που διέπουν την ανθρώπινη ζωή (στόχοι 4.4., 4.5. και 4.7), παραπέμπουν στην έννοια της ΔΒΜ, της μαθησιακής διεργασίας που καλύπτει ολόκληρο το εύρος και το μήκος της ζωής του ανθρώπου, από τη γέννηση ως τον θάνατό του. Πρόκειται για μια μετάβαση «από τη διδασκαλία στη μάθηση» (UNESCO, 2015:12).

Ιδιαίτερα ο στόχος 4.7 είναι δηλωτικός του ολιστικού χαρακτήρα της ΔΒΜ και της σημασίας της στην επίτευξη της Βιώσιμης Ανάπτυξης: «Μέχρι το 2030, να εξασφαλιστεί ότι όλοι οι μαθησόντες θα αποκτήσουν τις γνώσεις και δεξιότητες που χρειάζονται για την προώθηση της βιώσιμης ανάπτυξης, μέσω, μεταξύ άλλων, της εκπαίδευσης για βιώσιμη ανάπτυξη και βιώσιμο τρόπο ζωής, ανθρώπινα δικαιώματα, ισότητα των φύλων, προώθηση μιας ειρηνικής και μη βίαιης κουλτούρας, ιδιότητα παγκόσμιου πολίτη και εκτίμηση της πολιτισμικής ποικιλομορφίας και της συμβολής του πολιτισμού στην βιώσιμη ανάπτυξη» (UNESCO, 2015:21). Η συμβολή των Βιοεπιστημών, σε συνεργασία με άλλους επιστήμονες, στην επίτευξη όλων των στόχων της Ατζέντας είναι ιδιαιτέρως σημαντική, ενώ ο εκπαιδευτικός ρόλος τους στο πλαίσιο της ΔΒΜ κρίνεται κρίσιμος για την κατανόηση απαραίτητων εννοιών και την υιοθέτηση συμπεριφορών που σχετίζονται με τους στόχους.

Η ΔΒΜ και η ΒΑ έχουν εξελιχθεί με την πάροδο του χρόνου έως ότου αποκτήσουν το σημερινό τους νόημα. Η αντίληψη για τους ίδιους τους όρους, όπως επισημαίνει ο Field (2012) μετασχηματίζεται κατά τη διάρκεια της ζωής των ατόμων με βάση τις εμπειρίες τους και τις κοινωνικές μεταβάσεις. Επομένως, οι έννοιες πρέπει να προσεγγίζονται και να διερευνώνται πολύπλευρα για να γίνουν κατανοητές: πώς και γιατί συντελούνται μέσα από τις μεταβάσεις, προς την επίτευξη μεταβάσεων και σχετικά με τις ίδιες τις μεταβάσεις (Field, 2012). Δεδομένης της κεντρικής θέσης της ΔΒΜ και της ΒΑ στη ζωή και την ανθρώπινη ευημερία, την εξελικτική δυναμική των δύο όρων, η οποία ενισχύεται από τη σύμπραξή τους και με στόχο την καλύτερη κατανόησή τους, η οποία θα συμβάλει στην αποτελεσματικότερη εκπλήρωση του εκπαιδευτικού ρόλου των Βιοεπιστημών, κρίθηκε σκόπιμη η διερεύνηση α) των μεταβάσεων από τη χρήση άλλων όρων, όπως η εκπαίδευση ενηλίκων, η συνεχιζόμενη (επαγγελματική) εκπαίδευση και η διά βίου εκπαίδευση στην επικράτηση του όρου ΔΒΜ, β) η μετάβαση από την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση στην Εκπαίδευση για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη (ΕΒΑ) και γ) η μετάβαση από την Αγωγή Υγείας στον Υγειονομικό Γραμματισμό.

Μεθοδολογία

Μέσα από τη μελέτη και ανάλυση πρωτογενών και δευτερογενών πηγών, επιχειρείται η ανασκόπηση όρων που σχετίζονται με την ΔΒΜ και τον ρόλο της στην Βιώσιμη Ανάπτυξη. Οι πρωτογενείς πηγές αναζητήθηκαν μέσω διαδικτύου σε αναγνωρισμένους διεθνείς φορείς που εμπλέκονται στο πεδίο της εκπαίδευσης και της ΒΑ (UNESCO, ΟΟΣΑ, ΕΕ) και την ελληνική νομοθεσία. Υπό το πρίσμα της ερμηνευτικής προσέγγισης όρων που επισημάνθηκαν ως σημαντικοί, ακολούθησε η αναζήτηση λέξεων από δευτερογενείς πηγές και επιδιώχθηκε η αποτύπωση των τάσεων που επικρατούν την παρούσα χρονική περίοδο στον χώρο της ΕΒΑ. Οι όροι που αναζητήθηκαν είναι: «εκπαίδευση ενηλίκων», «διά βίου εκπαίδευση», «διά βίου μάθηση», «εκπαίδευση για βιώσιμη ανάπτυξη», «περιβαλλοντική εκπαίδευση», «αγωγή υγείας» και «υγειονομικός γραμματισμός».

Η εξέλιξη της Διά Βίου Μάθησης μέσα από τις μεταβάσεις στη χρήση όρων

Για τον όρο «ΔΒΜ» έχουν διατυπωθεί πολλοί ορισμοί, χωρίς κάποιος από αυτούς να έχει επικρατήσει ως σήμερα. Σε αυτό συμβάλει αφενός η ίδια η φύση του όρου, που δηλώνει μια διαρκώς εξελισσόμενη διεργασία, αφετέρου δε η ποικιλία και η πολυπλοκότητα των στοιχείων από τα οποία αποτελείται (Laal, 2011). Ενδεικτικά, στην ελληνική νομοθεσία δίνεται ένας σχετικά πλήρης ορισμός: «Όλες οι μορφές μαθησιακών δραστηριοτήτων στη διάρκεια της ζωής του ανθρώπου, που αποσκοπούν στην απόκτηση ή την ανάπτυξη γνώσεων, δεξιοτήτων και ικανοτήτων, οι οποίες συμβάλλουν στη διαμόρφωση μιας ολοκληρωμένης προσωπικότητας, στην επαγγελματική ένταξη και εξέλιξη του ατόμου, στην κοινωνική συνοχή, στην ανάπτυξη της ικανότητας ενεργού συμμετοχής στα κοινά και στην κοινωνική, οικονομική και πολιτιστική ανάπτυξη. Περιλαμβάνει την τυπική εκπαίδευση, τη μη τυπική εκπαίδευση και την άτυπη μάθηση» (Νόμος 3879/2010, άρ.2, παρ.1). Με βάση τα παραπάνω, οι Βιοεπιστήμονες, όπως όλοι οι επιστήμονες που δραστηριοποιούνται σε ποίκιλα επιστημονικά πεδία, καλούνται να αναπτύξουν μαθησιακές δραστηριότητες σε όλο το φάσμα της ΔΒΜ, κατάλληλες για όλους τους ενδιαφερόμενους και για όλες τις ηλικίες και ανάγκες.

Στη συνέχεια, διερευνώνται τα αίτια της μετατόπισης του λεξιλογίου από την εκπαίδευση (ενηλίκων και συνεχιζόμενη) στη (διά βίου) μάθηση, παρουσιάζονται οι αλλαγές που σηματοδότησε στη μετατόπιση της ευθύνης για την εκπαίδευση από το κράτος στο άτομο και την ανακατεύθυνση των στόχων της μάθησης από την οικονομική ανάπτυξη προς την ανθρώπινη ευημερία.

Από την Εκπαίδευση Ενηλίκων και τη Συνεχιζόμενη Εκπαίδευση στη ΔΒΜ

Τόσο από την UNESCO όσο και από άλλους διεθνείς φορείς, όπως ο ΟΟΣΑ και η ΕΕ, παρατηρείται μια εννοιολογική μετάβαση από την Εκπαίδευση Ενηλίκων στη ΔΒΜ, υπό το πρίσμα της συνεχιζόμενης διεργασίας της μάθησης από την γέννηση ως τον θάνατο του ανθρώπου (Borg & Mayo 2005, όπως αναφ. στο Volles, 2016). Με την ευρεία αυτή αντίληψη, ο όρος «διά βίου» υπερκαλύπτει και αντικαθιστά τους όρους «επαναλαμβανόμενη» (recurrent) και «συνεχιζόμενη» (continuing) εκπαίδευση και έχει οδηγήσει σε περιορισμένη πλέον χρήση τους. Μια δεύτερη αξιοσημείωτη στροφή στον εκπαιδευτικό λόγο αποτελεί η σταδιακή αντικατάσταση του όρου «εκπαίδευση» από τον όρο «μάθηση» (Borg & Mayo, 2005, όπως αναφ. στο Volles, 2016). Αυτό σημειώνεται σε δύο κυρίως άξονες: α) η οργανωμένη εκπαίδευση μέσα σε σαφές εκπαιδευτικό πλαίσιο αποτελεί έναν μόνο «χώρο» από τους πολλούς, μέσα στον οποίο μπορεί το άτομο να μάθει, ενώ η μάθηση συντελείται κάθε στιγμή μέσα στην καθημερινή ζωή και β) η ευθύνη για τη μάθηση μετατοπίζεται από το κράτος και τα εκπαιδευτικά ιδρύματα στο ίδιο το άτομο (Borg & Mayo 2005, όπως αναφ. στο Volles, 2016).

Η Volles (2016) χαρτογραφεί την εξέλιξη της ορολογίας του πεδίου στα κείμενα της UNESCO, του ΟΟΣΑ και της ΕΕ, ως εξής: η «Εκπαίδευση Ενηλίκων» εμφανίζεται αρχικά μόνο στα κείμενα της UNESCO, κατά τις δεκαετίες του '40 και του '50. Το '60 αρχίζουν να χρησιμοποιούνται από την UNESCO, αλλά και από τον ΟΟΣΑ και την ΕΕ, οι όροι «συνεχιζόμενη» και «επαναλαμβανόμενη» εκπαίδευση. Στη δεκαετία του '70 εμφανίζεται στα κείμενα και των τριών οργανισμών ο όρος «Διά Βίου Εκπαίδευση» (lifelong education), ενώ η «Επαναλαμβανόμενη Εκπαίδευση» παραμένει σε χρήση και κατά τη δεκαετία του '80. Από τη δεκαετία του '90 ο όρος «Διά Βίου Μάθηση» αρχίζει πλέον να κυριαρχεί. Επισημαίνεται ότι πρώτα συντελέστηκε η μετάβαση από την εκπαίδευση «ενηλίκων» σε «συνεχιζόμενη» και τελικά σε «διά βίου», δηλαδή η αντίληψη σχετικά με τον χρόνο κατά τον οποίο λαμβάνει χώρα, και αργότερα επήλθε η μετάβαση από την «εκπαίδευση», η οποία υποδηλώνει την οργανωτική δομή της διεργασίας, στη «μάθηση» ως πιο ολιστική προσέγγιση, αναφερόμενη σε όλες τις μορφές και τους τύπους μάθησης. Εκτός από τα κείμενα Διεθνών Οργανισμών, οι ίδιες εννοιολογικές μεταβάσεις παρατηρούνται και σε

επιστημονικές δημοσιεύσεις (Barros 2012, Volles 2016).

Ο Edgar Faure, κατά την 3η Διεθνή Διάσκεψη της UNESCO στο Τόκιο, εισάγει την «Διά Βίου Εκπαίδευση» με το έργο του *Learning to Be* (1972). Ο κοινωνικός και απελευθερωτικός χαρακτήρας της «Διά Βίου Εκπαίδευσης» θεωρείται ότι συνέβαλλε ιδιαίτερα, μαζί με άλλες κοινωνικές πολιτικές, στην προσπάθεια δημιουργίας ενός κράτους δικαίου σε πολλές χώρες (Lima 2003:129, όπως αναφ. στο Barros, 2012). Στο σημείο αυτό παρατηρείται ότι, ενώ η UNESCO προσέδιδε έναν ανθρωπιστικό χαρακτήρα στη «Διά Βίου Εκπαίδευση», ο ΟΟΣΑ την προσέγγιζε ως τρόπο ανάπτυξης του ανθρωπίνου κεφαλαίου (Schultz, 1961, όπως αναφ. στο Volles, 2016) και συνέβαλε στην εισαγωγή στρατηγικών για την «Διά Βίου Μάθηση», όπως φαίνεται και στην έκθεσή του *Recurrent Education: A Strategy for Lifelong Learning* (Kallen & Bengtsson, 1973). Η «Διά Βίου Μάθηση» στην έκθεση αυτή αναφέρεται σε κάθε μαθησιακή δραστηριότητα με στόχο τη συνεχή βελτίωση των γνώσεων, των δεξιοτήτων και των ικανοτήτων. Η χρήση του όρου «διά βίου» γίνεται αντιληπτή σε δύο διακριτές διαστάσεις: στη μία δίνεται έμφαση στον χρόνο (lifelong) και αφορά τη μάθηση κατά τη διάρκεια της ζωής, συνεχόμενα ή περιοδικά, και στην άλλη η έμφαση δίνεται στο εύρος (lifewide), σε όλες δηλαδή τις πτυχές της ζωής όπου η μάθηση (μπορεί να) λαμβάνει χώρα (Comissão das Comunidades Europeias, 2000:3, όπως αναφ. στο Barros, 2012).

Η Barros υποστηρίζει πως η ΔΒΜ χρησιμοποιήθηκε «...ως εργαλείο διαχείρισης του εργατικού δυναμικού, ως μέσο πρόληψης μορφών κοινωνικών συγκρούσεων και ως εργαλείο προσαρμοστικότητας» (Barros, 2012:125-126). Η Εκπαίδευση Ενηλίκων αναφέρεται σήμερα ως μέρος της ΔΒΜ. Η σχέση των δύο εννοιών όμως είναι πιο εγγενής, καθώς η ΔΒΜ φαίνεται να δημιουργήθηκε κατά την εξέλιξη του πεδίου της Εκπαίδευσης Ενηλίκων (Volles, 2016). Στην Ατζέντα της UNESCO η Εκπαίδευση Ενηλίκων έχει ένα ιδιαίτερο νόημα, που παραπέμπει στον ανθρωπιστικό χαρακτήρα της πρώτης περιόδου ανάπτυξής της, και αφορά τον γραμματισμό των ενηλίκων που δεν έχουν λάβει/ολοκληρώσει τη βασική εκπαίδευση, όπως παρουσιάζεται στον στόχο 4.6 (UNESCO, 2015:21).

Από ένα μοντέλο οικονομικής ανάπτυξης σε ένα μοντέλο ανάπτυξης ανθρώπινης ευημερίας

Η ΔΒΜ αποτελεί απάντηση στην οικονομική κρίση της δεκαετίας του '90 και τη σημαντική εξέλιξη της τεχνολογίας και των επιστημών, προς μια κατεύθυνση ανάπτυξης ικανοτήτων, του εργατικού κυρίως δυναμικού, οι οποίες συνδέονται με την απασχόληση (Volles, 2016). Σε έκθεση των Ηνωμένων Εθνών το 1990 επισημαίνεται ότι το σύγχρονο μοντέλο οικονομικής ανάπτυξης, εκτός από τις ανισότητες που γεννά, δε συμβάλλει και στην ανθρώπινη πρόοδο και ευημερία, καθώς αποτελεί απειλή για το περιβάλλον και τη βιωσιμότητα του πλανήτη, ενώ έχει επηρεάσει και τη φύση της εργασίας με αρνητικά για την κοινωνία αποτελέσματα (Χριστοδούλου, 2012). Για τον λόγο αυτό, μετατοπίζει το βάρος της ανάπτυξης από την οικονομία στον άνθρωπο.

Κομβικό σημείο αποτελεί η Έκθεση Ντελór (Delor, 1996, όπως αναφ. στο Νόβα-Καλτσούνη, 2010: 37), όπου εξετάζεται η συμβολή της εκπαίδευσης όχι μόνο στην οικονομική ανάπτυξη, αλλά και στην ανάπτυξη και ευημερία του ανθρώπου (Χριστοδούλου, 2012) δίνοντας νέες προοπτικές στους τομείς της ανθρώπινης ζωής που αφορά η μάθηση. Προστίθεται η διάσταση της ηθικής και πολιτιστικής ανάπτυξης και διαμορφώνεται σταδιακά το πλαίσιο για την ολιστική πρόοδο και την ευημερία του ανθρώπου, με κύριες δυνάμεις την επιστήμη και την εκπαίδευση. Αυτό συνεπάγεται ανακατεύθυνση της εκπαίδευσης προς μια εκπαίδευση αξιών, η οποία, σύμφωνα με τον ορισμό της ΕΕ για τη ΔΒΜ (ΕΕ, 2001, όπως αναφ. στο Volles, 2016), περιλαμβάνει όλες τις μορφές μάθησης, καθ' όλη τη διάρκεια και σε όλο το εύρος της ανθρώπινης ζωής.

Ενώ, λοιπόν, η σκοπιμότητα της μάθησης με προσανατολισμό κυρίως οικονομικής και κοινωνικής ανάπτυξης παραμένει, λόγω των κοινωνικών και τεχνολογικών εξελίξεων που εγείρουν το αίτημα για διαρκή ανανέωση γνώσεων και δεξιοτήτων για την απασχόληση των εργαζομένων καθ' όλη τη διάρκεια της επαγγελματικής τους ζωής (ΟΟΣΑ, 2007), τα άτομα καλούνται να ανταποκριθούν

και σε πληθώρα κοινωνικών και προσωπικών προκλήσεων, που ποικίλλουν από την διαπολιτισμικότητα ως την αξιοποίηση του ελεύθερου χρόνου και την προσωπική ευημερία (Field, 2012). Στην Ατζέντα της UNESCO ο στόχος 4.4 φανερώνει ότι η εξασφάλιση απασχόλησης αποτελεί μεν επιδίωξη της βιώσιμης ανάπτυξης, εμπλουτίζεται δε με την ταυτόχρονη ανάπτυξη αξιών (UNESCO, 2015).

Η μετατόπιση της ευθύνης για τη μάθηση στο άτομο

Μια πρώτη αναφορά στη μετατόπιση της ευθύνης για τη μάθηση από τους κρατικούς και εκπαιδευτικούς φορείς στο ίδιο το άτομο γίνεται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, η οποία επισημαίνει την «... ανάγκη προώθησης μεγαλύτερης προσωπικής ευθύνης για την απόκτηση νέων γνώσεων και δεξιοτήτων» (Council of Europe 1996, §2, όπως αναφ. στο Volles, 2016). Η μετάβαση από τον όρο «εκπαίδευση» στον όρο «μάθηση», όπως υποστηρίζει η Barros (2012:120) αφορά ουσιαστικά τη μετακίνηση από μια συλλογική διαδικασία με κρατική εμπλοκή σε μια ατομική διαδικασία με προσωπική ευθύνη. Από δικαίωμα των πολιτών μετατρέπεται σε ατομική ευθύνη. Καθώς η ευθύνη για την απασχόληση έχει μεταβιβαστεί στο άτομο, το ίδιο συμβαίνει και με την ευθύνη για τη ΔΒΜ (Barros, 2012).

Βέβαια, η άνιση κατανομή των γνωστικών πηγών δυσχεραίνει την ανάπτυξη και ιδιαίτερα την ικανότητα των ατόμων να αυτοεξελίσσονται (Χριστοδούλου, 2012). Ο Οργανισμός έχει καθιερώσει τη χαρτογράφηση της πρόσβασης σε γνωστικές πηγές και εκδίδει περιοδικά σχετικές αναφορές (όπως π.χ. η αναφορά «SDG 4 Data Digest 2018, Data to Nurture Learning»). Από τη φύση των παιδαγωγικών προσεγγίσεων που προτείνει η UNESCO α) αλλάζει ο ρόλος του εκπαιδευτ(ικ)ού: από το κέντρο της εκπαιδευτικής διαδικασίας μετατρέπεται σε διευκολυντή της μάθησης των εκπαιδευομένων, φροντίζοντας να δημιουργήσει τις κατάλληλες συνθήκες για τη μάθηση, και β) ενδυναμώνονται οι εκπαιδευόμενοι, οι οποίοι πλέον τίθενται στο κέντρο της μαθησιακής διαδικασίας, ώστε να καταστούν αυτοδύναμοι, υπεύθυνοι και αποτελεσματικοί μαθησόντες (UNESCO, 2017a:60). Η νέα αντίληψη για τη ΔΒΜ με ευθύνη του ίδιου του μαθησόντα, όπου η κοινωνία δεν επιβάλλει τη μάθηση, αλλά δημιουργεί τις ευκαιρίες για μάθηση, έχει οδηγήσει σε αυξημένο ενδιαφέρον για νέες μορφές μάθησης, όπως η αυτο-κατευθυνόμενη (self-directed).

Με βάση τους παραπάνω συλλογισμούς, θα μπορούσαμε να πούμε πως η χρήση του όρου «εκπαίδευση» συχνότερα από εκείνον της «μάθησης» στην Ατζέντα 2030 της UNESCO, γίνεται σκόπιμα, καθώς αναγνωρίζεται πως τα άτομα δεν είναι ακόμη έτοιμα να αυτονομηθούν πλήρως και θα πρέπει ο βαθμός και ο τρόπος εμπλοκής των φορέων να αλλάζει με βάση τις κατά τόπους ανάγκες. Σε αυτή την άποψη συνηγορούν επίσης οι σαφείς αναφορές σε συμμετοχή, παρά τις όποιες αλλαγές προτείνονται, των ιδρυμάτων και των εκπαιδευτ(ικ)ών στην εκπαίδευση, καθώς και στην αναπροσαρμογή της εκπαιδευτικής πολιτικής των χωρών και των προγραμμάτων σπουδών. Τέλος, όσο η μάθηση γίνεται ολοένα και περισσότερο αντιληπτή ως μια καθαρά εξατομικευμένη πορεία με προσωπική ευθύνη, εγείρεται ένα σημαντικό ζήτημα για την εκπαιδευτική πολιτική, εκείνο της πιστοποίησης και αναγνώρισης της μη-τυπικής και της άτυπης μάθησης και η σύνδεσή της με την τυπική (Barros, 2012).

Από την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση στην Εκπαίδευση για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη

Σημαντική στροφή παρατηρήθηκε στον εκπαιδευτικό λόγο από την «Περιβαλλοντική Εκπαίδευση» (ΠΕ) στην «Εκπαίδευση για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη» (ΕΒΑ). Η ΠΕ έγινε ευρέως γνωστή το 1972 στη συνάντηση της Διεθνούς Ένωσης για τη Διατήρηση της Φύσης και των φυσικών πόρων και τη διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών το 1972 στη Στοκχόλμη για το Περιβάλλον του ανθρώπου, ως διεπιστημονική προσέγγιση εντός και εκτός εκπαιδευτικού συστήματος, σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης. Στη συνέχεια, οι αναφορές της ΠΕ στα κείμενα της UNESCO πληθαίνουν και σταδιακά προστίθενται κι άλλες προοπτικές της βιωσιμότητας, που

αφορούν τον πληθυσμό (1994), την κοινωνική ανάπτυξη και τις γυναίκες (1995), την ανθρώπινη στέγαση (1996) (Agbedahin, 2018).

Ο όρος ΒΑ παρουσιάστηκε αρχικά το 1987 στην έκθεση Brundtland της Παγκόσμιας Επιτροπής για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη ως απάντηση στην ανάγκη εξισορρόπησης της κοινωνικο-οικονομικής ανάπτυξης με την διαχείριση του περιβάλλοντος (Hattingh 2002, UNESCO 2002, 2005, όπως αναφ. στο Agbedahin, 2018), ικανοποιώντας τις ανάγκες του παρόντος με τρόπο που δεν θέτει σε κίνδυνο την ικανότητα των επόμενων γενεών να ανταποκριθούν στις δικές τους. Η ΒΑ στοχεύει να κληροδοτήσει στις επόμενες γενιές όχι μόνο φυσικούς πόρους, μα και αξίες και ελευθερίες. Θέτει δηλαδή μια προσέγγιση ανθρώπινης ανάπτυξης και όχι απλώς προστασία του περιβάλλοντος και των φυσικών πόρων. Η έννοια της ΕΒΑ ορίστηκε το 1992 με το Κεφάλαιο 36 της Ατζέντας 21 στη Διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη, σε μια προσπάθεια προώθησης της ΒΑ μέσω της εκπαίδευσης (Agbedahin, 2018). Στην Ατζέντα 21 ο όρος ΠΕ αναφέρεται μόνο μία φορά και προτιμάται ο όρος «Εκπαίδευση για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη» (Knapp, 2000, όπως αναφ. στο Agbedahin, 2018).

Σημαντική μετατόπιση στο λεξιλόγιο από την ΠΕ στην ΕΒΑ σημειώθηκε ακολούθως στο κείμενο της *Διακήρυξης της Θεσσαλονίκης* της UNESCO το 1997, όπου μόνο δύο από τις 29 δηλώσεις αναφέρονταν στην ΠΕ, ενώ μία από αυτές αναφέρεται στην «Εκπαίδευση για το Περιβάλλον και την Αειφορία» (Knapp, 2000:32, όπως αναφ. στο Agbedahin, 2018). Η μεγάλη στροφή που σημειώθηκε από το 2005 αποδίδεται στην αδυναμία της ΠΕ να ανταποκριθεί στις κοινωνικές και οικονομικές διαστάσεις που πλέον έχουν αναπτυχθεί στο πλαίσιο της ΒΑ και η μεταξύ τους σχέση σταδιακά αποδυναμώνεται (McKeown & Hopkins, 2003, όπως αναφ. στο Agbedahin, 2018). Όπως παρατηρεί ο Lotz-Sisitka (2007, όπως αναφ. στο Agbedahin, 2018) κάποιοι χρησιμοποιούν εναλλακτικά και τους δυο όρους, άλλοι διαχωρίζουν το περιβάλλον από την ΒΑ και άλλοι θεωρούν την ΠΕ ως όχημα για την επίτευξη της ΕΒΑ. Η συμβολή της ΠΕ στην ανάπτυξη της ΕΒΑ αναγνωρίστηκε το 2012 στην Διακυβερνητική Διάσκεψη για την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση. «Είναι σαφές ότι οι ρίζες της εκπαίδευσης για τη βιώσιμη ανάπτυξη βρίσκονται στην περιβαλλοντική εκπαίδευση. Ενώ η περιβαλλοντική εκπαίδευση δεν είναι ο μόνος τομέας με ισχυρό ρόλο στη διαδικασία αναπροσανατολισμού, υπήρξε ένας σημαντικός σύμμαχος» (UNESCO, 1997, όπως αναφ. στο Agbedahin, 2018:673).

Η Ατζέντα 2030 προχωράει περισσότερο και επισημαίνει ότι η εκπαίδευση αποτελεί, όχι μόνο έναν από τους στόχους της Ατζέντας, αλλά και απαραίτητο παράγοντα για την επίτευξη των υπόλοιπων στόχων και κατ' επέκταση συστατικό στοιχείο της ίδιας της ανάπτυξης (UNESCO 2017a, UNESCO 2015:12). Η ΕΒΑ απαιτεί το συνδυασμό της εκπαίδευσης και της ΒΑ. Δεν ανήκει σε ένα επιστημονικό πεδίο, αλλά όλες οι επιστήμες μπορούν να συμβάλλουν σε αυτήν και επομένως είναι διεπιστημονική. Οι πέντε πυλώνες της είναι ο άνθρωπος, ο πλανήτης (το περιβάλλον), η ευημερία, η ειρήνη και η συνεργασία (UNESCO, 2018). Στόχος της η ενδυνάμωση των ατόμων ώστε να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις και να δρουν με υπευθυνότητα. Για να μετασχηματιστεί ο τρόπος που σκέφτονται και ενεργούν τα άτομα, ώστε να αποτελέσουν φορείς αλλαγής για τη βιωσιμότητα, απαιτείται η απόκτηση γνώσεων, δεξιοτήτων, αξιών και συμπεριφορών μέσω της εκπαίδευσης (UNESCO, 2015:12). Η ενδυνάμωση των ατόμων, ώστε να ανταποκρίνονται επιτυχώς σε σύνθετες καταστάσεις, θα επιτευχθεί μέσα από την ανάπτυξη ικανότητας αναστοχασμού (reflection) για τον τρόπο δράσης τους (UNESCO, 2015:12).

Η εκπαίδευση προτείνεται να προσεγγιστεί ολιστικά, με αλλαγές στο περιεχόμενο, τα μαθησιακά αποτελέσματα, την παιδαγωγική και τα μαθησιακά περιβάλλοντα και με εμπλοκή των εκπαιδευτικών ιδρυμάτων τόσο στην τυπική εκπαίδευση (από την προσχολική ως και την τριτοβάθμια), όσο και στην μη-τυπική και την άτυπη, ενώ και η σύνδεση της άτυπης με την τυπική μάθηση θεωρείται πλέον απαραίτητη. Το μαθητοκεντρικό μοντέλο εκπαίδευσης, η αυτοκατευθυνόμενη μάθηση, η επίλυση προβλήματος, ο κριτικός στοχασμός, η

διεπιστημονικότητα, η συνεργατικότητα, η μετασχηματίζουσα και προσανατολισμένη στη δράση μάθηση αναδεικνύονται μέσα σε αυτό το πλαίσιο (UNESCO, 2017a:7). Ο Οργανισμός προτείνει εκπαιδευτικούς στόχους, θεματικές και δραστηριότητες (με προτεινόμενες διδακτικές τεχνικές κατά περίπτωση) για την επίτευξη των στόχων της, διατυπωμένα με έναν γενικό τρόπο, ώστε να ανταποκρίνονται σε κάθε άτομο. Η πρόκληση είναι μεγάλη για τους Βιοεπιστήμονες που ασχολούνται με την εκπαίδευση, καθώς θα πρέπει όχι μόνο να προσαρμοστούν οι ίδιοι στις αλλαγές, αλλά και να αποκτήσουν τις απαραίτητες ικανότητες ώστε να υποστηρίξουν τους εκπαιδευόμενους τους στην δική τους προσαρμογή. Σε κάθε περίπτωση, η εκπαίδευση θα πρέπει να αξιοποιηθεί στο μέγιστο για την επίτευξη των στόχων της Βιώσιμης Ανάπτυξης και να μετασχηματιστεί και η ίδια σε μια πιο βιώσιμη μορφή, με μεταρρυθμίσεις σε εκπαιδευτική πολιτική και προσαρμογή των προγραμμάτων σπουδών.

Από την Αγωγή Υγείας στον Υγειονομικό Γραμματισμό

Για τους Βιοεπιστήμονες και γενικότερα για τους Επαγγελματίες Υγείας, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει ο Στόχος 3 της Ατζέντας, ο οποίος κάνει λόγο για «εξασφάλιση υγιεινών ζώων (healthy lives) και προώθηση της ευεξίας (well-being) για όλους σε όλες τις ηλικίες» (UNESCO, 2015:20). Η υγεία και η εκπαίδευση συνδυάζονται σε μια προσπάθεια να εξασφαλιστεί πρόσβαση σε μαθησιακά περιβάλλοντα, τα οποία θα είναι ασφαλή, δεν θα αποκλείουν κανέναν και θα στοχεύουν στην προαγωγή της υγείας, παρέχοντας και ολοκληρωμένη σεξουαλική διαπαιδαγώγηση (UNESCO, 2017c:8). Ουσιαστικά, ο Στόχος 3 αναφέρεται στον Υγειονομικό Γραμματισμό (ΥΓ).

Υπό την επιρροή των μεταβάσεων που αναπτύχθηκαν προηγουμένως στον ευρύτερο χώρο της μάθησης, παρατηρούνται ανάλογες αλλαγές και στο εξειδικευμένο πεδίο της μάθησης για την υγεία. Ο όρος Αγωγή Υγείας (health education) χρησιμοποιήθηκε εκτενώς, αναφερόμενος στις οργανωμένες δραστηριότητες της τυπικής και μη-τυπικής μάθησης. Ακόμη και σήμερα χρησιμοποιείται ευρέως, αλλά τείνει να ενσωματωθεί στον όρο ΥΓ (health literacy). Παρά το μεγάλο ερευνητικό ενδιαφέρον για τον ΥΓ, δεν έχει ακόμη επικρατήσει ένας ορισμός γι' αυτόν, πρόβλημα που σημειώθηκε και για τη ΔΒΜ. «Ο υγειονομικός γραμματισμός των ατόμων ορίζεται ως η δυνατότητα πρόσβασης, κατανόησης και χρήσης πληροφοριών υγείας για τη λήψη κατάλληλων αποφάσεων στον τομέα της υγείας» (Institute of Medicine, 2004, όπως αναφ. στο Feinberg et al., 2018), δηλαδή συνδέεται με την άνοδο του επιπέδου υγείας των ατόμων, σε μια εποχή όπου οι άνθρωποι καλούνται «...να αντιμετωπίζουν τις συχνά περίπλοκες απαιτήσεις της υγείας σε μια σύγχρονη κοινωνία» (Kickbusch and Maag, 2008, όπως αναφ. στο Peralta et al., 2017:788).

Πρόκειται για μια μετατόπιση στο λεξιλόγιο, η οποία αντικατοπτρίζει τον ολιστικό τρόπο με τον οποίο πρέπει να προσεγγίζεται η υγεία και η μάθηση για την υγεία. Αυτό βρίσκεται σε συμφωνία με τις σύγχρονες τάσεις στη μάθηση και ως εκ τούτου το άτομο δεν θα πρέπει απλώς να αυξάνει τις γνώσεις και δεξιότητές του σε θέματα υγείας, αλλά να είναι ικανό να αναλάβει την ευθύνη για τη μάθησή του, να αναστοχάζεται κριτικά για την υγεία και να αναλάβει ενεργό ρόλο και πρωτοβουλίες που θα προωθήσουν την υγεία σε ατομικό και παγκόσμιο επίπεδο (ESD Expert Net, 2018). Οι δράσεις της Αγωγής Υγείας αποτελούν πλέον ένα μονοπάτι, ένα εργαλείο το οποίο συμβάλλει στον Υγειονομικό Γραμματισμό και οι επαγγελματίες υγείας που εφαρμόζουν τέτοιες δράσεις θα πρέπει να κατέχουν το ανάλογο παιδαγωγικό υπόβαθρο για να ανταποκριθούν στον εκπαιδευτικό ρόλο τους (Peralta et al., 2017).

Για τον Υγειονομικό Γραμματισμό, η UNESCO προτείνει έρευνα και κατάρτιση στις επιστήμες ζωής, τις κλιματικές αλλαγές, τις φυσικές καταστροφές και την ποιότητα των υδάτων (UNESCO, 2017c). Ο αναστοχασμός σε θέματα σχετικά με τη συμβολή της υγείας στην ποιότητα ζωής, τον ρόλο των συστημάτων υγείας και της φτώχειας και τον τρόπο με τον οποίο θα μπορούσαν οι

εκπαιδευόμενοι να συνεισφέρουν στην ανάπτυξη δράσεων στις κοινότητές τους θεωρείται απαραίτητος για τον μετασχηματισμό των ατόμων (ESD Expert Net, 2018:20), ενώ απαιτείται ο συνδυασμός βασικών (π.χ. αριθμητικός γραμματισμός) και σύνθετων δεξιοτήτων (π.χ. επίλυση προβλήματος). Η έννοια της ατομικής ευθύνης γίνεται εμφανής μέσα από την αυτονομία των ατόμων να λαμβάνουν αποφάσεις για την υγεία, αλλά στην περίπτωση αυτή υπογραμμίζεται η αναγκαιότητα συνεργασίας με την κοινότητα, τα συστήματα υγείας και άλλους φορείς.

Καθώς ο Υγειονομικός Γραμματισμός δεν αφορά μόνο τη μάθηση, αλλά και την επιστήμη, θα πρέπει να αξιοποιηθεί η συνεργασία μεταξύ επιστημόνων, του ίδιου (disciplinary), συναφών (interdisciplinary), π.χ. επιστήμονες υγείας, και διαφορετικών επαγγελματιών (transdisciplinary), π.χ. πληροφορικής, για τη διασφάλιση μιας Βιώσιμης προσέγγισης της Επιστήμης (ESD Expert Net, 2018). Επίσης, προτείνεται συνεργασία μεταξύ των επαγγελματιών υγείας, προγραμμάτων εκπαίδευσης ενηλίκων και οργανισμών υγείας της κοινότητας (Feinberg et al., 2018). Παρόλα αυτά, η παιδαγωγική εκπαίδευση των επαγγελματιών υγείας σχετικά με τεχνικές και καλές πρακτικές για τον Υγειονομικό Γραμματισμό εμφανίζεται υποβαθμισμένη στα προγράμματα σπουδών τους (Saunders, Palesy & Lewis, 2018). Ο Υγειονομικός Γραμματισμός, εκτός της αύξησης του επιπέδου υγείας, θα συμβάλει και στη μείωση των διακρίσεων (κοινωνικών, οικονομικών, κ. ά.) που σημειώνονται και στον τομέα της υγείας (Feinberg et al., 2018).

Συμπεράσματα

Οι μεταβάσεις στον εκπαιδευτικό λόγο σκιαγραφούν την εξέλιξη της ΔΒΜ, της ΕΒΑ και του ΥΓ και επιτρέπουν τη βαθύτερη κατανόηση της σύγχρονης αντίληψης των όρων. Παρατηρείται ότι οι όροι εξελίσσονται παράλληλα, ως αποτέλεσμα των ίδιων κοινωνικών, οικονομικών, επιστημονικών και τεχνολογικών αλλαγών. Οι μεταβάσεις συντελούνται σε προσωπικό (βιολογική ωρίμανση, μαθησιακές εμπειρίες, μετάβαση από την εκπαίδευση στην εργασία, κ.ά.) και κοινωνικό (εκπαιδευτικό σύστημα, φύση της εργασίας, αγορά εργασίας, κ.ά.) επίπεδο, ο τρόπος όμως με τον οποίο βιώνεται ο συνδυασμός αυτών είναι απολύτως εξατομικευμένος, γεγονός που δίνει έμφαση στην ανάληψη ευθύνης από το ίδιο το άτομο για τον σχεδιασμό της ζωής του (Field, 2012). Η μάθηση, υπό αυτή την προοπτική, δεν είναι μόνο η αντίδραση στις αλλαγές, αλλά και παράγοντας ο οποίος δύναται να μετασχηματίσει. Κατά συνέπεια, κάθε Βιοεπιστήμονας θα πρέπει να μετασχηματιστεί πρώτα ο ίδιος σε διά βίου μαθητόντα και φορέα της αλλαγής για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη και στη συνέχεια να δημιουργήσει τις προϋποθέσεις για την ανάπτυξη της ίδιας αυτής ταυτότητας και για τους εκπαιδευομένους του.

Η ΕΒΑ δεν θα πρέπει να αποτελεί απλώς έναν ακόμη διδακτικό στόχο, αλλά να έχει ολιστικό και μετασχηματιστικό χαρακτήρα, να προσεγγίζεται διεπιστημονικά και να διέπει όλα τα διδακτικά πεδία. Αυτό θα πρέπει να εφαρμόζεται σε όλους τους στόχους, όπως και στον ΥΓ. Στις λιγότερο αναπτυγμένες χώρες, ο όρος ΔΒΜ έχει περισσότερο τον ανθρωπιστικό και απελευθερωτικό χαρακτήρα της Εκπαίδευσης Ενηλίκων και προτεραιότητά της είναι ο αλφαριθμητικός και αριθμητικός γραμματισμός. Στις αναπτυγμένες χώρες, τίθεται το ερώτημα «ποιες είναι οι βασικές δεξιότητες σε μια τόσο γρήγορα εξελισσόμενη κοινωνία;» και η πρόκληση συνίσταται στην διαρκή αναθεώρηση των δεξιοτήτων αυτών και στην προετοιμασία των ατόμων να ανταποκριθούν στις αλλαγές ικανοποιητικά, αλλά και με σεβασμό σε παγκόσμιες αξίες.

Σε μια πιο ευρεία αντίληψη της μάθησης, η απόκτηση δεξιοτήτων θα πρέπει να εμπλουτιστεί με τη δημιουργία πληθώρας και ποικιλίας ευκαιριών για τη ΔΒΜ (Brown, 2018). Ανησυχίες εγείρει όμως η άποψη πως η διά βίου εκπαίδευση υποστήριζε την κοινωνική δικαιοσύνη, ενώ η διά βίου μάθηση υποστηρίζει την κοινωνική ειρήνη, η οποία τη μετατρέπει σε μια νέα μορφή καταπίεσης (Barros, 2012). Οι δύο τελευταίες παράμετροι χρήζουν περαιτέρω ερευνητικής μελέτης, ώστε να εξασφαλιστεί η βιωσιμότητα της εκπαίδευσης και η επίτευξη των Στόχων της Ατζέντας, η οποία θα σημαίνει «ότι όλα τα ανθρώπινα όντα μπορούν να εκπληρώσουν τις δυνατότητές τους με

αξιοπρέπεια και ισότητα και σε ένα υγιές περιβάλλον» (UNESCO, 2015:5).

Βιβλιογραφία

- Νόβα-Καλτσούνη, Χ. (2010). *Κοινωνιολογία της εκπαίδευσης*. Αθήνα: Gutenberg.
- Νόμος 3879/2010, «Ανάπτυξη της Δια Βίου Μάθησης και λοιπές διατάξεις», ΦΕΚ 163, τ. Α/21-9-2010.
- ΟΟΣΑ. (2007). *Διεσόδους. Ανθρώπινο κεφάλαιο: Πώς η γνώση καθορίζει τη ζωή μας*. Περίληψη στα ελληνικά. OECD. Ανακτήθηκε στις 29/9/2019 από <https://www.oecd.org/insights/38430453.pdf>
- Χριστοδούλου, Α. (2012). Παιδεία, εκπαίδευση και Αξίες. Μια σημειωτική προσέγγιση, Θεσσαλονίκη: University Studio Press.
- Agbedahin, A.V. (2018). Sustainable development, Education for Sustainable Development, and the 2030 Agenda for Sustainable Development: Emergence, efficacy, eminence, and future. *Sustainable Development*, 27, 669–680. DOI: 10.1002/sd.1931.
- Barros, R. (2012). From lifelong education to lifelong learning. Discussion of some effects of today's neoliberal policies. *European Journal for Research on the Education and Learning of Adults*, 3(2), 119-134. DOI 10.3384/rela.2000-7426.rela0071.
- Brown, T. (2018). Lifelong learning: An organising principle for reform. *Australian Journal of Adult Learning*, 58(3), 314-337.
- ESD Expert Net. (2018). Teaching the Sustainable Development Goals. Bonn: Engagement Global gGmbH. Ανακτήθηκε στις 7/9/2019 από https://www.iau-hesd.net/sites/default/files/documents/teaching_the_sustainable_development_goals.pdf
- Faure, E., Herrera, F., Kaddoura, A.R., Lopes, H., Petrovsky, A.V., Rahnema, M., Champion Ward, F. (1972). *Learning to be*. Paris: UNESCO.
- Feinberg, I., Tighe, E.L., Greenberg, D. & Mavreles, M. (2018). Health Literacy and Adults With Low Basic Skills. *Adult Education Quarterly*, 68(4), 297–315. DOI: 10.1177/0741713618783487
- Field, J. (2012). Transitions and lifelong learning: signposts, pathways, road closed?. *Lifelong Learning in Europe*, 1, 5-11.
- Kallen, D. & Bengtsson, J. (1973). *Recurrent Education: A Strategy for Lifelong Learning*. Washington: OECD. Ανακτήθηκε στις 8/5/2019 από <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED083365.pdf>
- Laal, M. (2011). Lifelong learning: what does it mean? *Journal of Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 28, 470-474.
- Milana, M. (2012). Political globalization and the shift from adult education to lifelong learning. *European Journal for Research on the Education and Learning of Adults*, 3(2), 103-117. DOI 10.3384/rela.2000-7426.rela0070.
- Peralta, L., Rowling, L., Samdal, O., Hipkins, R. & Dudley, D. (2017). Conceptualising a new approach to adolescent health literacy. *Health Education Journal*, 76(7), 787 –801.
- Saunders, C., Palesy, D., Lewis, J. (2017). Systematic Review and Conceptual Framework for Health Literacy Training in Health Professions Education. *Health Profession Education*, 5, 13–29.
- UNESCO. (2015). *Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. A/RES/70/1. Ανακτήθηκε στις 7/5/2019 από sustainabledevelopment.un.org.
- UNESCO. (2017a). *Education for Sustainable Development Goals. Learning Objectives*. Paris: UNESCO. Ανακτήθηκε στις 31/7/2019 από <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247444>
- UNESCO. (2017b). *Guidelines on Sustainability Science in Research and Education*. Paris: UNESCO. Ανακτήθηκε στις 31/7/2019 από <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000260600>
- UNESCO. (2017c). *Moving forward the 2030 Agenda for Sustainable Development*. Paris: UNESCO. Ανακτήθηκε στις 31/7/2019 από <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000260600>

<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247785>

Volles, N. (2016). Lifelong learning in the EU: changing conceptualisations, actors, and policies. *Studies in Higher Higher Education*, 41(2), 343-363. DOI:10.1080/03075079.2014.927852.

Έννοιες και μοντέλα για τη γενετική σε αντιλήψεις μαθητών και εκπαιδευτικών

Δέσποινα ΤΣΟΠΟΓΛΟΥ-ΓΚΙΝΑ¹, Πηνελόπη ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΥ²¹Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, disopoglou@uowm.gr²Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, ppapadopoulou@uowm.gr**Περίληψη**

Στους πρωταρχικούς στόχους της εκπαίδευσης διεθνώς, σημαντικό ρόλο διαδραματίζει ο επιστημονικός γραμματισμός, με σημαντικό τον γραμματισμό σε θέματα γενετικής. Στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας, συλλέχθηκε βιβλιογραφία σχετική με τις αντιλήψεις μαθητών και εκπαιδευτικών για το γονίδιο, και πραγματοποιήθηκε μετα-ανάλυση των αποτελεσμάτων έτσι ώστε να ανιχνευθούν τα πέντε ιστορικά πολλαπλά μοντέλα για το γονίδιο και τη λειτουργία του σε αυτές. Παρά την αυξανόμενη ανάγκη για επιστημονικά εγγράμματος πολίτες, η βιβλιογραφία παρουσιάζει συστηματικές δυσκολίες και παρανοήσεις μαθητών και εκπαιδευτικών στη γενετική, και αντιλήψεις στις οποίες αντικατοπτρίζονται παλαιότερα ιστορικά μοντέλα του γονιδίου και της λειτουργίας του, με σύγχρονες έννοιες να εκλείπουν.

Λέξεις-κλειδιά: αντιλήψεις μαθητών, αντιλήψεις εκπαιδευτικών, εναλλακτικές ιδέες, έννοια γονιδίου, ιστορικά μοντέλα γονιδίου

Εισαγωγή

Σε μια κοινωνία εμποτισμένη με επιστημονικά και τεχνολογικά επιτεύγματα που αποτελούν μεγάλο μέρος της σύγχρονης καθημερινότητας, οι πολίτες καλούνται να συμμετέχουν σε δημοκρατικές διαδικασίες λήψεων αποφάσεων που συχνά διέπονται από βαθιά κατανόηση της επιστήμης. Συνεπώς, είναι καίρια η συμπερίληψη των βασικών εννοιών και δυνατοτήτων που προσφέρουν τα σύγχρονα επιστημονικά επιτεύγματα, στην εκπαίδευση των μαθητών για τον μελλοντικό τους ρόλο ως πολίτες (Gericke & Hagberg 2010a). Μία σημαντική πτυχή του επιστημονικού αυτού γραμματισμού καταλαμβάνει ο τομέας της γενετικής, εφόσον ο σύγχρονος πολίτης καλείται να αντιμετωπίσει ζητήματα που σχετίζονται με την γονιδιακή θεραπεία, τον γονιδιακό έλεγχο, την αναπαραγωγή, την κληρονομικότητα, τη συμπεριφορά, αλλά ακόμα και πιο κοινωνικά θέματα όπως αυτά που αφορούν την καταγωγή και τη φυλή (Ahmedetal. 2018, Aldahmash, Alshaya&Asiri 2012, Stern&Kampourakis 2017). Στη σημασία αυτών των κοινωνικοεπιστημονικών ζητημάτων ως κίνητρο μάθησης των φυσικών επιστημών και ιδιαίτερα στη διδασκαλία της βιολογίας αναφέρεται και ο Γιασεμής στη διδακτορική του διατριβή (2011), όπου αναφέρει ότι «η καλύτερη γνώση της βασικής [στη γενετική] έννοιας του γονιδίου θα μπορούσε να συνδέεται με καλύτερη κατανόηση των τεχνικών της βιοτεχνολογίας και εν συνεχεία με έκφραση στάσης των μαθητών με βάση τη γνώση». Έτσι, οι κοινωνικοπολιτισμικές διδακτικές προσεγγίσεις υιοθετούν τον επιστημονικό γραμματισμό και οι στόχοι της εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες επικεντρώνονται εκτός από την απόκτηση επιστημονικών γνώσεων, απόκτηση δεξιοτήτων όπως η συνεργασία, η ικανότητα επιχειρηματολογίας και η κριτική στάση. Με αυτόν τον τρόπο υπάρχει η δυνατότητα σύνδεσης των μαθησιακών εμπειριών με πραγματικά ζητήματα που μπορεί να αφορούν τους μαθητές σε λήψη (μελλοντικών) προσωπικών αποφάσεων, που σχετίζονται άμεσα με τη σύγχρονη επιστήμη (Γιασεμής 2011).

Εκτός από αναπόσπαστο κομμάτι της σύγχρονης βιολογίας, η γενετική, αποτελεί και σημαντικό μέρος των αναλυτικών προγραμμάτων της δευτεροβάθμιας και τριτοβάθμιας εκπαίδευσης (Agorrametal. 2010, Dorji, Tshering&Dorji 2017, Gericke&Hagberg 2007). Παρά την κεντρική θέση της, όμως, στην εκπαίδευση, συνιστά μία από τις πιο προβληματικές θεματικές της βιολογίας, αφού περιλαμβάνει εννοιολογικές και γλωσσολογικές δυσκολίες για τους μαθητές, όπως έχει αποδειχθεί από έρευνες ανά τον κόσμο (Gericke & Hagberg 2007). Αποτέλεσμα των δυσκολιών αυτών είναι οι μαθητές να αποκτούν εναλλακτικές αντιλήψεις ή παρανοήσεις για

έννοιες τις γενετικής, που ενισχύονται από την χαμηλή ποιότητα και έλλειψη συνοχής των διδακτικών εγχειριδίων, τα προβλήματα στο μετασχηματισμό της επιστημονικής σε σχολική γνώση από τους εκπαιδευτικούς. Οι εναλλακτικές αντιλήψεις οφείλονται κυρίως στα προαναφερόμενα, αλλά επηρεάζονται και από τα μέσα μαζικής επικοινωνίας πριν ακόμα από την διδασκαλία των ανάλογων εννοιών (Stern & Kampourakis 2017). Επομένως, αναγνωρίζεται η αναγκαιότητα να επανεξετασθεί το περιεχόμενο των αναλυτικών προγραμμάτων παγκοσμίως (Aívelo & Uitto 2015), με απαραίτητη προϋπόθεση τη διερεύνηση των αντιλήψεων των μαθητών και εκπαιδευτικών (Osman, BouJaoude & Hamdan 2017).

Σκοπός της παρούσας έρευνας αποτέλεσε η διερεύνηση των αντιλήψεων των μαθητών και εκπαιδευτικών για το γονίδιο και τη λειτουργία του στην παγκόσμια βιβλιογραφία. Όσον αφορά στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα, έχουν πραγματοποιηθεί εργασίες κυρίως σε επίπεδο μεταπτυχιακών διπλωματικών και διδακτορικών διατριβών (Αλεξόπουλος 2015, Γιασεμής 2011, Κεμεντισιετζίδου 2009, Κουμπάρου, Κυριακούδη & Αθανασίου 2011, Φόλλας 2017) που μελετούν τις αντιλήψεις μαθητών της Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και τα αποτελέσματά τους έρχονται σε συμφωνία με τα παγκόσμια δεδομένα, αναγνωρίζοντας μια εννοιολογική σύγχυση σε σχέση με τις έννοιες της γενετικής.

Η παρούσα εργασία έχει ως επιπρόσθετο και κύριο στόχο, τη μετα-ανάλυση των αποτελεσμάτων έτσι ώστε να ανιχνευθούν στις αντιλήψεις εκπαιδευόμενων και εκπαιδευτικών τα πέντε ιστορικά πολλαπλά μοντέλα για το γονίδιο και τη λειτουργία του που ανέπτυξαν οι Gericke και Hagberg (2007) (Μεντελικό, κλασικό, βιοχημικό-κλασικό, νεοκλασικό και σύγχρονο), τα οποία αναπαριστούν όλο το εύρος της εννοιολογικής ποικιλότητας της έννοιας και λειτουργίας του γονιδίου (Gericke & Hagberg 2010b). Σε αυτό το πλαίσιο εκπονείται διδακτορική έρευνα για τη διερεύνηση των εννοιών, αναπαραστάσεων και ιστορικών αυτών μοντέλων για τη γενετική και τις βιοτεχνολογικές εφαρμογές στα σχολικά εγχειρίδια της βιολογίας της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (Χρηστίδου & Παπαδοπούλου 2017), που συμπληρωματικά με την παρούσα εργασία αποτελούν τα πρώτα βήματα για ανάλογη μελέτη στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα.

Καθώς ένας από τους πρωταρχικούς στόχους του επιστημονικού γραμματισμού αποτελεί η κατανόηση και προώθηση των επιστημονικών εννοιών και διαδικασιών, έτσι ώστε να βοηθηθούν οι μαθητές να κατανοήσουν τα σύγχρονα επιστημονικά πορίσματα, θεωρούμε καίρια τη διερεύνηση της χρήσης όλου του φάσματος εννοιών του γονιδίου και των λειτουργιών του, και συνεπώς την αντιπροσώπευσή του στις αντιλήψεις των μαθητών και εκπαιδευτικών.

Μεθοδολογία

Πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική ανασκόπηση για τις αντιλήψεις των μαθητών και εκπαιδευτικών, κυρίως στις βαθμίδες Γυμνασίου και Λυκείου, σε θέματα γενετικής, και, συγκεκριμένα, για την έννοια του γονιδίου και τη λειτουργία του. Οι λέξεις-κλειδιά που χρησιμοποιήθηκαν στην εκτεταμένη έρευνα άρθρων δημοσιευμένων σε 105 επιστημονικά περιοδικά για την εκπαίδευση παγκοσμίως, ήταν οι *students'/teachers' conceptions, genetics, alternative ideas, gene concept*.

Η προσπάθεια μετα-ανάλυσης των δημοσιευμένων εργασιών βασίστηκε στα πέντε ιστορικά πολλαπλά μοντέλα για το γονίδιο και τη λειτουργία του που ανέπτυξαν οι Gericke και Hagberg (2007) (Μεντελικό, κλασικό, βιοχημικό-κλασικό, νεοκλασικό και σύγχρονο). Χρησιμοποιώντας τα δευτερεύοντα γνωρίσματα (*secondary attributes*) των ιστορικών μοντέλων, που περιγράφονται από τα επιστημολογικά χαρακτηριστικά-μεταβλητές όπως παρουσιάζονται στον Πίνακα 1, επιτεύχθηκε η ανάλυση και κατηγοριοποίηση των αντιλήψεων στα αντίστοιχα ιστορικά μοντέλα (Πίνακας 2). Από όλες τις έρευνες που μελετήθηκαν, ένα σύνολο 45 άρθρων συμπεριλήφθηκαν στη μετα-ανάλυση (Πίνακας 3), με έμφαση στο μέρος των αποτελεσμάτων και

συζήτησης κάθε άρθρου με σκοπό την εύρεση λέξεων και φράσεων που αντιστοιχούν στο κάθε μοντέλο. Για παράδειγμα, οι αντιλήψεις των μαθητών γυμνασίου που διερεύννησαν οι Donovan και Venville(2012)διέπονταν από τη ντετερμινιστική πεποίθηση ότι τα γονίδια ορίζονται από τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά που κωδικοποιούν, ή ακόμα,δεν υπήρχε διαχωρισμός μεταξύ των γονιδίων και των χαρακτηριστικών. Αυτή η πεποίθηση κωδικοποιείται από το επιστημολογικό χαρακτηριστικό που εξηγεί τη σχέση μεταξύ γενοτύπου και φαινοτύπου (συμβολίζεται ως 4a, Πίνακας 1) και ανήκει στην περιγραφή του Μεντελικού μοντέλου γονιδιακής λειτουργίας (Πίνακας 2). Ακόμα, οι δύο ερευνητές βρήκαν πως η εκτίμηση των μαθητών για τη μορφή των περιείχε αναφορά σε κληρονομήσιμα σωματίδια είτε απροσδιόριστης υλικής δομής (1a – Μεντελικό μοντέλο) ή τμημάτων DNA (1c – νεοκλασικό μοντέλο). Επομένως, οι αντιλήψεις των μαθητών όπως ερευνήθηκαν από τους Donovan και Venville (2012) κατατάχθηκαν ως υβριδικές, καθώς υπάρχει συνύπαρξη επιστημολογικών χαρακτηριστικών διαφορετικών ιστορικών μοντέλων.

Πίνακας 1. Περιγραφή των επιστημολογικών χαρακτηριστικών-μεταβλητών που χρησιμοποιήθηκαν στην ανάλυση των διδακτικών εγχειριδίων (Gericke & Hagberg 2010a)

Επιστημολογικά χαρακτηριστικά Εξήγηση	
1	Η σχέσηδομής και λειτουργίας του γονιδίου 1a Το γονίδιοείναι μια αφηρημένηοντότητα και δεν έχειδομή. 1b Το γονίδιοείναιένασωματίδιοπάνω στο χρωμόσωμα. 1c Το γονίδιοείναιένατμήμαDNA. 1d Το γονίδιοαποτελείταιαπό ένα ή περισσότεραDNAτμήματα με διάφορουςσκοπούς.
2I	Η σχέσημεταξύ οργανωτικού επιπέδου και καθορισμού προς γονιδιακήλειτουργίας 2Ia Το μοντέλοέχειοντότητες στο μακρο- και συμβολικό επίπεδο. 2Ib Το μοντέλοέχειοντότητες στο μακρο- και κυτταρικό επίπεδο. 2Ibx Το μοντέλοέχειοντότητες στο μάρκο-, κυτταρικό- και μοριακό επίπεδο. 2Ic Το μοντέλοέχειοντότητες στο μοριακό επίπεδο. 2Icx Το μοντέλοέχειοντότητες στο κυτταρικό- και μοριακό επίπεδο.
2II	Η σχέσημεταξύ οργανωτικού επιπέδου και καθορισμού προς γονιδιακήλειτουργίας 2IIa Η αντιστοιχίαμεταξύ ενόςγονιδίου και μιας γονιδιακήςλειτουργίαςείναιένα-προς-ένα. 2IIb Η αντιστοιχίαμεταξύ ενόςγονιδίου και μιας γονιδιακήςλειτουργίαςείναιπολλά-προς-πολλά.
3	Η «πραγματική» προσέγγιση στον καθορισμό προς γονιδιακήλειτουργίας 3a Η λειτουργία του γονιδίουορίζεταιαπό πάνω προς τα κάτω (top-down). 3b Η λειτουργία του γονιδίουορίζεταιαπό κάτω προς τα πάνω (bottom-up). 3c Η λειτουργία του γονιδίουορίζεταιμέσω μιας διαδικασίας.
4	Η σχέσημεταξύ γενοτύπου και φαινοτύπου 4a Δεν υπάρχειδιαχωρισμόςμεταξύ γενοτύπου και φαινοτύπου. 4b Υπάρχειδιαχωρισμός, χωρίζεπεξήγηση, μεταξύ γενοτύπου και φαινοτύπου. 4c Υπάρχειδιαχωρισμόςμεταξύ γενοτύπου και φαινοτύπου με έναένζυμο ως διαμεσολαβητή. 4d Υπάρχειδιαχωρισμόςμεταξύ γενοτύπου και φαινοτύπου, που εξηγείται με βιοχημικέςδιαδικασίες.
5I	Οι ιδεαλιστικέςέναντι των νατουραλιστικώνσχέσεις στα μοντέλα 5Ia Οι σχέσεις στο μοντέλο είναι ιδεαλιστικές.

5II	5Ib Οι σχέσεις στο μοντέλο είναι νατουραλιστικές.
	Οι ιδεαλιστικές έναντι των νατουραλιστικών σχέσεις στα μοντέλα
	5IIa Οι σχέσεις στο μοντέλο είναι αιτιακές και μηχανιστικές.
	5IIb Οι σχέσεις στο μοντέλο διέπονται από μια διαδικασία και είναι ολιστικές.
6	Το πρόβλημα της επαγωγικής ερμηνείας
	6a Υπάρχει επαγωγική ερμηνεία από το μακρο- επίπεδο στο συμβολικό επίπεδο.
	6b Υπάρχει επαγωγική ερμηνεία από το μακρο- επίπεδο στο κυτταρικό επίπεδο.
	6bx Υπάρχει επαγωγική ερμηνεία από το μακρο- επίπεδο στο μοριακό επίπεδο.
	6c Δεν υπάρχει επαγωγική ερμηνεία.
7	Η σχέση μεταξύ περιβαλλοντικών και γενετικών παραγόντων
	7a Δεσυμπεριλαμβάνονται περιβαλλοντικά στοιχεία.
	7ax Περιβαλλοντικά και γενετικά στοιχεία οδηγούν σε ένα γνώρισμα / προϊόν / λειτουργία.
	7b Περιβαλλοντικά στοιχεία υπονοούνται από το αναπτυξιακό σύστημα.
	7c Περιβαλλοντικά στοιχεία εμφανίζονται ως μέρος μιας διαδικασίας.

Πίνακας 2. Τα μοντέλα γονιδιακής λειτουργίας και τα επιστημολογικά χαρακτηριστικά-μεταβλητές που τα περιγράφουν (N. M. Gericke & Hagberg, 2010a)

Μοντέλα γονιδιακής λειτουργίας	Επιστημολογικά χαρακτηριστικά-μεταβλητές								
	1	2I	2II	3	4	5I	5II	6	7
Μεντελικό μοντέλο	1a	2Ia	2IIa	3a	4a	5Ia	5IIa	6a	7a
Κλασικό μοντέλο	1b	2Ib	2IIb	3a	4b	5Ia	5IIa	6b	7a
Βιοχημικό-κλασικό μοντέλο	1b	2Ib	2IIa & 2IIb	3a & 3b	4c	5Ia	5IIa	6b	7a
Νεοκλασικό μοντέλο	1c	2Ic	2IIa	3b	4d	5Ib	5IIa	6c	7b
Σύγχρονο μοντέλο	1d	2Ic	2IIb	3c	4d	5Ib	5IIb	6c	7c
Αταξινόμητα χαρακτηριστικά		2Ibx, 2Icx						6b x	7a x

*τα αταξινόμητα χαρακτηριστικά δεν κατηγοριοποιούνται σε κάποιο ιστορικό μοντέλο, προκύπτουν από την ανάλυση διδακτικών εγχειριδίων των Gericke & Hagberg (2010a)

Στην πλειοψηφία των ερευνών που αναλύθηκαν η διερεύνηση των ιδεών των μαθητών και εκπαιδευτικών περί γενετικής διεξήχθη μέσω γραπτού ερωτηματολογίου και συνεντεύξεων, ενώ οι κυριότερες κατηγορίες γνωρισμάτων των μοντέλων που εντοπίστηκαν σε αυτές αφορούσαν στην υλική (ή μη) θεώρηση του γονιδίου, στον ορισμό του γονιδίου από ένα (φαινοτυπικό) χαρακτηριστικό, στην περιγραφή των διαδικασιών μέσα στο μοντέλο, καθώς και στον τρόπο λειτουργίας του. Τέλος, η κατάταξη των αντιλήψεων σε μοντέλα πραγματοποιήθηκε με τα διαθέσιμα επιστημολογικά χαρακτηριστικά που βρέθηκαν στα άρθρα που μελετήθηκαν, καθώς οι καταγραφές των αντιλήψεων που μελετήθηκαν δεν περιείχαν το σύνολο των επιστημολογικών χαρακτηριστικών που προσδιορίζουν ένα μοντέλο.

Πίνακας 3. Σύνολο επιστημονικών άρθρων που αναλύθηκαν κατά τη μετα-ανάλυση για τις αντιλήψεις μαθητών και εκπαιδευτικών.

Άρθρα για αντιλήψεις μαθητών	Άρθρα για αντιλήψεις εκπαιδευτικών
Agorram et al. 2010, Ahmed et al. 2018, Aivelo&Uitto 2015, Banet & Ayuso 2000, Chin & Teou 2010, Clough & Wood-Robinson 1985, Donovan & Venville 2012, Dorji, Tshering&Dorji 2017, Dorji et al. 2017, Duncan et al. 2011, Duncan & Reiser 2007, Duncan & Tseng 2011, El-Hani et al. 2014, Gericke & Hagberg 2007, Gericke & Wahlberg 2013, Halldén 1988, Haskel-Ittah&Yarden 2017, Haskel-Ittah, Yarden& Spell 2018, Koers 2016, LeVaughn 2016, Lewis 2014, Lewis & Kattmann 2004, Lewis, Leach, & Wood-Robinson 2000, Lewis & Wood-Robinson 2000, Marbach-Ad 2001, Marbach-Ad & Stavy 2000, Osman et al. 2017, Saka et al. 2006, Tsui&Treagust 2010, Venville, Gribble, & Donovan 2005, Venville&Treagust 1998, Wood-Robinson, Lewis, & Leach 2000, Γιασεμήζ 2011, Κεμεντισιετζίδου 2009, Κουμπάρου et al. 2011	Antonelli-Pontietal., 2018, Dikmenli, Cardak, & Kiray 2011, Forissier&Clément 2003, Gericke&Hagberg 2007, Kampourakis, Silveira, & Strasser 2016, Marbach-Ad 2001, Martins&Ogborn 1997, Venville&Treagust 1998, Walker&Plomin 2005

Αποτελέσματα

Αντιλήψεις μαθητών

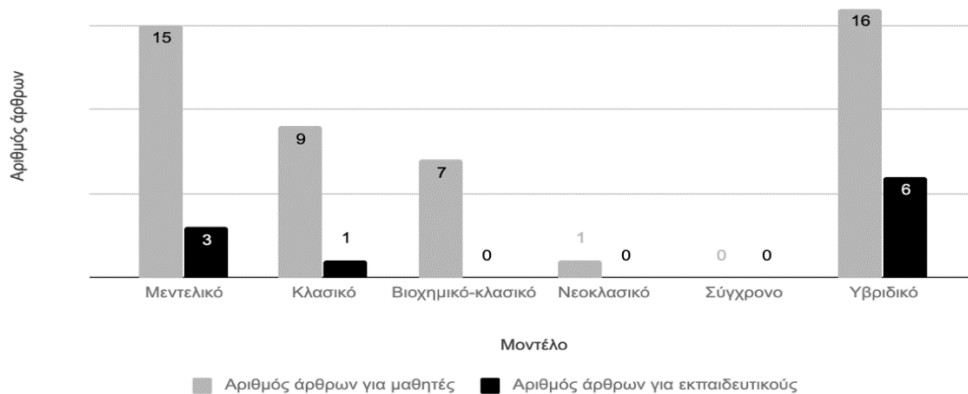
Από το σύνολο των άρθρων που αναλύθηκαν, βρέθηκαν 36, σε 17 χώρες, στα οποία ήταν εφικτό να κατηγοριοποιηθούν οι αντιλήψεις των μαθητών σύμφωνα με τα μοντέλα για την έννοια και λειτουργία του γονιδίου των Gericke και Hagberg (2007). Τα επικρατέστερα μοντέλα στις αντιλήψεις των μαθητών ήταν το Μεντελικό και το κλασικό, μεμονωμένα ή σε συνδυασμό (υβριδικά), με στοιχεία του βιοχημικού-κλασικού και νεοκλασικού να εμφανίζονται σε ελάχιστα δείγματα και πάντα σε υβριδισμό με άλλα μοντέλα, όπως φαίνεται στην Εικόνα 2. Ακόμα, οι αντιλήψεις των μαθητών διέπονται από γενετικό ντετερμινισμό που αντικατοπτρίζεται κυρίως από την αιτιολογική σχέση μεταξύ γονιδίου-χαρακτηριστικού που αποτελεί δύσκολο εννοιολογικό πυρήνα στη διδασκαλία της γενετικής (Wahlberg et al. 2018), αλλά και πολλές εναλλακτικές αντιλήψεις/παρανοήσεις ως αποτέλεσμα αυτού. Εκτεταμένη βρέθηκε η έλλειψη του σύγχρονου μοντέλου, όπου το γονίδιο δεν θεωρείται ένα σταθερό σημείο στο χρωμόσωμα που παράγει ένα μοναδικό μόριο mRNA και η λειτουργία του παρουσιάζει αυξημένη πολυπλοκότητα, όπως για παράδειγμα κάποια ευκαρυωτικά γονίδια που αποτελούνται από διάσπαρτες αλληλουχίες DNA που παράγουν συχνά παραπάνω από ένα μόριο mRNA. Επίσης περιπτώσεις όπου το πρώτο μόριο mRNA τροποποιείται πριν την μετάφραση χρησιμοποιώντας πληροφορία από διαφορετικές μονάδες, όπως και η ύπαρξη ένθετων γονιδίων (nested genes) που καταρρίπτουν την αντιστοιχία ένα προς ένα γονιδίου-mRNA (Portin&Wilkins 2017).

Αντιλήψεις εκπαιδευτικών

Αναλογικά με τη βιβλιογραφία για τις αντιλήψεις των μαθητών σε θέματα γενετικής, τα άρθρα που διερευνούν αυτές των εκπαιδευτικών ή μελλοντικών εκπαιδευτικών (pre-service teachers) είναι τα πολύ λιγότερα (9 άρθρα σε 10 χώρες). Η εικόνα, ωστόσο, που παρουσιάζεται ακολουθεί τα πρότυπα των μαθητών (Εικόνα 2), εφόσον και στις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών κυρίαρχα μοντέλα εξήγησης του γονιδίου και της λειτουργίας του υπήρξαν το Μεντελικό, το κλασικό και το βιοχημικό-κλασικό, ενώ παρατηρήθηκε κι εδώ προβληματική χρήση εννοιών του σύγχρονου μοντέλου (Thörne, Gericke&Hagberg 2013) ή έλλειψη αυτού.



Εικόνα 1. Χάρτης αποτελεσμάτων της βιβλιογραφικής ανασκόπησης που χρησιμοποιήθηκαν στη μετα-ανάλυση. Απεικονίζονται οι έρευνες για τις αντιλήψεις μαθητών (με γκρι χρώμα) και για τις αντιλήψεις εκπαιδευτικών (με μαύρο χρώμα) ανά χώρα διεξαγωγής.



Εικόνα 2. Τα μοντέλα γονιδιακής λειτουργίας που ανιχνεύτηκαν στα άρθρα για τις αντιλήψεις μαθητών και εκπαιδευτικών σύμφωνα με τα επιστημολογικά χαρακτηριστικά-μεταβλητές όπως τα περιγράφουν οι Gericke και Hagberg(2007). (Η ανίχνευση πολλαπλών μοντέλων σε ένα άρθρο έχει ως αποτέλεσμα το σύνολο των μοντέλων στο διάγραμμα (48) να υπερβαίνει το σύνολο των άρθρων που αναλύθηκαν (36)).

Συζήτηση

Συνοψίζοντας την βιβλιογραφική επισκόπηση προκύπτουν ορισμένες βασικές επισημάνσεις. Από το σύνολο των άρθρων που αναλύθηκαν τα 36 αναφέρονται σε έρευνες που πραγματοποιήθηκαν για μαθητές της δευτεροβάθμιας, ενώ μόνο 9 σε έρευνες για εκπαιδευτικούς και μάλιστα για εκπαιδευόμενους καθηγητές ή δασκάλους πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Όλες οι έρευνες εντοπίζουν παρανοήσεις που υπάρχουν ευρέως σε μαθητές, και είναι σημαντικό να γνωρίζουν οι εκπαιδευτικοί όταν οργανώνουν το διδακτικό σχεδιασμό, καθώς και σύγχυση διαφορετικών μοντέλων για το γονίδιο και τη λειτουργία του, γεγονός που δηλώνει τη δυσκολία στην κατανόηση και χρήση των μοντέλων αυτών. Η εννοιολογική ποικιλιότητα, που είναι αποτέλεσμα της χρήσης πολλαπλών ιστορικών μοντέλων, δεν είναι από μόνη της προβληματική, αφού είναι χρήσιμη στους επιστήμονες (Aivelo & Uitto 2015), αλλά είναι δύσκολη η συνειδητοποίηση από μαθητές και εκπαιδευτικούς ότι διαφορετικές πτυχές της γονιδιακής λειτουργίας μπορούν να παρουσιαστούν με διαφορετικούς τρόπους, οδηγώντας σε υβριδισμό ιδεών σχετικά με τα διαφορετικά μοντέλα

(El-Hani et al. 2014).

Συνοψίζοντας, η διεθνής βιβλιογραφία παρουσιάζει συστηματικές δυσκολίες και παρανοήσεις μαθητών και εκπαιδευτικών που είναι απαραίτητο να αντιμετωπιστούν, έτσι ώστε να ανανεωθούν και τα παρωχημένα μοντέλα διδασκαλίας που στερούνται σύγχρονες έννοιες γενετικής.

Βιβλιογραφία

- Αλεξόπουλος, Π. (2015). *Η κατανόηση της ροής της γενετικής πληροφορίας από τους μαθητές της Γ' Γυμνασίου*. Βιβλιοθήκη Σχολής Θετικών Επιστημών, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Γιασεμής, Η. (2011). *Μελέτη γνώσεων και στάσεων μαθητών λυκείου έναντι θεμάτων βιοτεχνολογίας και γενετικής* (Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Πατρών. Σχολή Ανθρωπιστικών και Κοινωνικών Επιστημών. Τμήμα Επιστημών της Εκπαίδευσης και της Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία).
- Κεμεντισιετζίδου, Σ. Ε. (2009). *Διερεύνηση γνώσεων, απόψεων και στάσεων μαθητών Μέσης Εκπαίδευσης Δυτικής Θεσσαλονίκης, σε θέματα Γενετικής και Βιοτεχνολογίας*. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Κουμπάρου, Ε., Κυριακούδη, Μ., & Αθανασίου, Κ. (2011). Εξέλιξη των ιδεών των Ελλήνων μαθητών για τη Γενετική και την Κληρονομικότητα. *Αλληλεπιδράσεις Εκπαιδευτικής Έρευνας Και Πράξης Στις Φυσικές Επιστήμες*. Presented at the 7ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ένωσης για την Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία, Αλεξανδρούπολη.
- Φόλλας, Θ. (2017). *Εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης στη Γενετική* (Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο)
- Χρηστίδου, Α., & Παπαδοπούλου, Π. (2017). Σύγχρονες τάσεις της εκπαιδευτικής έρευνας για τα πεδία της γενετικής και της βιοτεχνολογίας: Μια βιβλιογραφική επισκόπηση. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 9(3), 123–136.
- Agorram, B., Clement, P., Selmaoui, S., Khzami, S. E., Chafik, J., & Chiadli, A. (2010). University students' conceptions about the concept of gene: Interest of historical approach. *US-China Education Review, ISSN 1548-6613, USA*, 7(2), 9–15.
- Ahmed, M. A., Opatola, Y. M., Yahaya, L., & Sulaiman, M. M. (2018). Identification of Alternative Conceptions of Genetics held by Senior School Students in Ilorin, Nigeria, Using a Three-Tier Diagnostic Test. *KIU Journal of Social Sciences*, 4(1), 97–104.
- Aivelo, T., & Uitto, A. (2015). Genetic determinism in the Finnish upper secondary school biology textbooks. *Nordic Studies in Science Education*, 11(2), 139–152.
- Aldahmash, A. H., Alshaya, F. S., & Asiri, A. A. (2012). Secondary school students' Alternative conceptions about genetics. *Electronic Journal of Science Education*, 16(1). Retrieved from <http://ejse.southwestern.edu/article/view/7401>
- Antonelli-Ponti, M., Versuti, F. M., Da Silva, J. A., Antonelli-Ponti, M., Versuti, F. M., & Da Silva, J. A. (2018). Teachers' perception about genes and behavior. *Estudos de Psicologia (Campinas)*, 35(4), 421–431.
- Banet, E., & Ayuso, E. (2000). Teaching genetics at secondary school: A strategy for teaching about the location of inheritance information. *Science Education*, 84(3), 313–351.
- Chin, C., & Teou, L.-Y. (2010). Formative Assessment: Using Concept Cartoon, Pupils' Drawings, and Group Discussions to Tackle Children's Ideas about Biological Inheritance. *Journal of Biological Education*, 44(3), 108–115.
- Clough, E. E., & Wood-Robinson, C. (1985). Children's understanding of inheritance. *Journal of Biological Education*, 19(4), 304–310.
- Dikmenli, M., Cardak, O., & Kiray, S. A. (2011). Science Student Teachers' Ideas about the 'Gene' Concept. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 15(Supplement C), 2609–2613.
- Donovan, J., & Venville, G. (2012). Exploring the influence of the mass media on primary students' conceptual understanding of genetics. *Education 3-13*, 40(1), 75–95.

- Dorji, K., Tshering, P., Chettri, R. K., & Dorji, L. (2017). *Conceptual Understanding of Genetic Phenomena by Higher Secondary School Students: A Case of Samtse Dzongkhag*. 21.
- Dorji, K., Tshering, P., & Dorji, U. (2017). *Understanding of Genetic Entities: Exploration of Bhutanese Students' Conceptual Status*.
- Duncan, R. G., Freidenreich, H. B., Chinn, C. A., & Bausch, A. (2011). Promoting Middle School Students' Understandings of Molecular Genetics. *Research in Science Education*, 41(2), 147–167.
- Duncan, R. G., & Reiser, B. J. (2007). Reasoning across ontologically distinct levels: Students' understandings of molecular genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(7), 938–959.
- Duncan, R. G., & Tseng, K. A. (2011). Designing project-based instruction to foster generative and mechanistic understandings in genetics. *Science Education*, 95(1), 21–56.
- El-Hani, C. N., Almeida, A. M. R. de, Bomfim, G. C., Joaquim, L. M., Magalhães, J. C. M., Meyer, L. M. N., ... Santos, V. C. dos. (2014). The Contribution of History and Philosophy to the Problem of Hybrid Views About Genes in Genetics Teaching. In *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching* (pp. 469–520).
- Forissier, T., & Clément, P. (2003). Teaching 'biological identity' as genome/environment interactions. *Journal of Biological Education*, 37(2), 85–90.
- Gericke, N. M., & Hagberg, M. (2007). Definition of historical models of gene function and their relation to students' understanding of genetics. *Science & Education*, 16(7–8), 849–881.
- Gericke, N. M., & Hagberg, M. (2010a). Conceptual Incoherence as a Result of the use of Multiple Historical Models in School Textbooks. *Research in Science Education*, 40(4), 605–623.
- Gericke, N. M., & Hagberg, M. (2010b). Conceptual Variation in the Depiction of Gene Function in Upper Secondary School Textbooks. *Science & Education*, 19(10), 963–994.
- Gericke, N., & Wahlberg, S. (2013). Clusters of concepts in molecular genetics: A study of Swedish upper secondary science students understanding. *Journal of Biological Education*, 47(2), 73–83.
- Halldén, O. (1988). The evolution of the species: Pupil perspectives and school perspectives. *International Journal of Science Education*, 10(5), 541–552.
- Haskel-Ittah, M., & Yarden, A. (2017). Toward Bridging the Mechanistic Gap Between Genes and Traits by Emphasizing the Role of Proteins in a Computational Environment. *Science & Education*, 26(10), 1143–1160.
- Haskel-Ittah, M., Yarden, A., & Spell, R. (2018). Students' Conception of Genetic Phenomena and Its Effect on Their Ability to Understand the Underlying Mechanism. *CBE—Life Sciences Education*, 17(3), ar36.
- Kampourakis, K., Silveira, P., & Strasser, B. J. (2016). How Do Preservice Biology Teachers Explain the Origin of Biological Traits?: A Philosophical Analysis. *Science Education*, 100(6), 1124–1149.
- Koers, A. L. (2016, March 1). Which meaning do students, with knowledge of genetics on upper secondary school biology level, attribute to the concept 'hereditary trait'? [Master thesis].
- LeVaughn, J. (2016). WHAT'S IN A GENE: UNDERGRADUATES' IDEAS AND MISCONCEPTIONS ABOUT GENE FUNCTION. *Theses and Dissertations--Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education*.
- Lewis, J. (2014). From FlavrSavr Tomatoes to Stem Cell Therapy: Young People's Understandings of Gene Technology, 15 Years on. *Science & Education*, 23(2), 361–379.
- Lewis, J., & Kattmann, U. (2004). Traits, genes, particles and information: Re-visiting students' understandings of genetics. *International Journal of Science Education*, 26(2), 195–206.
- Lewis, J., Leach, J., & Wood-Robinson, C. (2000). All in the genes? — Young people's understanding of the nature of genes. *Journal of Biological Education*, 34(2), 74–79.
- Lewis, J., & Wood-Robinson, C. (2000). Genes, chromosomes, cell division and inheritance—Do students see any relationship? *International Journal of Science Education*, 22(2), 177–195.

- Marbach-Ad, G. (2001). Attempting to break the code in student comprehension of genetic concepts. *Journal of Biological Education*, 35(4), 183–189.
- Marbach-Ad, G., &Stavy, R. (2000). Students' cellular and molecular explanations of genetic phenomena. *Journal of Biological Education*, 34(4), 200–205.
- Martins, I., &Ogborn, J. (1997). Metaphorical reasoning about genetics. *International Journal of Science Education*, 19(1), 47–63.
- Osman, E., BouJaoude, S., & Hamdan, H. (2017). An Investigation of Lebanese G7-12 Students' Misconceptions and Difficulties in Genetics and Their Genetics Literacy. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(7), 1257–1280.
- Saka, A., Cerrah, L., Akdeniz, A. R., &Ayas, A. (2006). A Cross-Age Study of the Understanding of Three Genetic Concepts: How Do They Image the Gene, DNA and Chromosome? *Journal of Science Education and Technology*, 15(2), 192–202.
- Stern, F., &Kampourakis, K. (2017). Teaching for genetics literacy in the post-genomic era. *Studies in Science Education*, 53(2), 193–225.
- Thörne, K., Gericke, N. M., & Hagberg, M. (2013). Linguistic Challenges in Mendelian Genetics: Teachers' Talk in Action. *Science Education*, 97(5), 695–722.
- Tsui, C.-Y., &Treagust, D. (2010). Evaluating secondary students' scientific reasoning in genetics using a two-tier diagnostic instrument. *International Journal of Science Education*, 32(8), 1073–1098.
- Venville, G., Gribble, S. J., & Donovan, J. (2005). An exploration of young children's understandings of genetics concepts from ontological and epistemological perspectives. *Science Education*, 89(4), 614–633.
- Venville, G. J., &Treagust, D. F. (1998). Exploring conceptual change in genetics using a multidimensional interpretive framework. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(9), 1031–1055.
- Walker, S. O., & Plomin, R. (2005). The Nature–Nurture Question: Teachers' perceptions of how genes and the environment influence educationally relevant behaviour. *Educational Psychology*, 25(5), 509–516.
- Wood-Robinson, C., Lewis, J., & Leach, J. (2000). Young people's understanding of the nature of genetic information in the cells of an organism. *Journal of Biological Education*, 35(1), 29–36.

Διαδοχή και σύνδεση των γονιδιακών μοντέλων μέσα από τις λογικοσημασιολογικές σχέσεις στα ελληνικά διδακτικά εγχειρίδια βιολογίας

Ακριβή ΧΡΗΣΤΙΔΟΥ¹, Αναστασία ΣΤΑΜΟΥ², Πηνελόπη ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΥ³

¹Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, achristidou@uowm.gr

²Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, anstamou@del.auth.gr

³Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, ppapadopoulou@uowm.gr

Περίληψη

Έχει βρεθεί μεγάλη εννοιολογική ποικιλότητα στην περιγραφή της έννοιας του γονιδίου και των λειτουργιών του τόσο σε διεθνή όσο και στα ελληνικά διδακτικά εγχειρίδια βιολογίας της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Τα γονιδιακά μοντέλα που αντικατοπτρίζουν την ιστορική ανάπτυξη της έννοιας του γονιδίου είναι το Μεντελικό, το Κλασικό, το Βιοχημικό-κλασικό, το Νεοκλασικό και το Σύγχρονο μοντέλο. Στην παρούσα εργασία εξετάζεται αν στα ελληνικά διδακτικά εγχειρίδια βιολογίας, η παράλληλη ύπαρξη των γονιδιακών μοντέλων, που αποτελεί πιθανή πηγή εναλλακτικών αντιλήψεων, αντικατοπτρίζεται στη συνοχή και συνεκτικότητα του κειμένου, στις ενότητες της γενετικής. Η Κριτική Ανάλυση Λόγου έδειξε ότι οι λογικοσημασιολογικές σχέσεις μεταξύ των παραγράφων αφορούν κυρίως προσθήκη πληροφορίας, χωρίς ιδιαίτερες αντιθέσεις. Συνεπώς, η διαδοχή και η σύνδεση των ιστορικών μοντέλων για το γονίδιο μέσα στο κείμενο είναι ομαλή και συμπληρωματική χωρίς αντιφάσεις και αναιρέσεις. Αυτά τα ευρήματα δε φαίνεται να συμβάλλουν σε προβλήματα στη μάθηση από τους μαθητές.

Λέξεις-κλειδιά: διδακτικά εγχειρίδια, βιολογία, δευτεροβάθμια εκπαίδευση, ιστορικά γονιδιακά μοντέλα, λογικοσημασιολογικές σχέσεις.

Εισαγωγή

Η εξέλιξη της κατανόησης της γονιδιακής λειτουργίας από τους ερευνητές, στις διαφορετικές ιστορικές περιόδους ανάπτυξης των βιολογικών επιστημών, έχει ομαδοποιηθεί σε πέντε μοντέλα που περιγράφουν την έννοια του γονιδίου και των λειτουργιών του και αντικατοπτρίζουν τις εκάστοτε επιστημονικές αντιλήψεις (Albuquerque, Almeida & El-Hani 2008, Flodin 2009). Τα ιστορικά μοντέλα για το γονίδιο είναι το Μεντελικό μοντέλο, το Κλασικό μοντέλο, το Βιοχημικό-κλασικό μοντέλο, το Νεοκλασικό μοντέλο και το Σύγχρονο μοντέλο (Gericke & Hagberg 2007). Πιο συγκεκριμένα και σύμφωνα με τους Gericke και Hagberg (2007), στο Μεντελικό μοντέλο, το γονίδιο αναφέρεται ως χαρακτηριστικό ή αλληλόμορφο, που εντοπίζεται σε ορισμένο γενετικό τόπο και χρησιμοποιείται στη Μεντελική γενετική. Στο Κλασικό μοντέλο, το γονίδιο αποτελεί πληροφορία, είναι συνώνυμο της νουκλεοτιδικής ακολουθίας, παρέχει οδηγίες, εκφράζεται και ρυθμίζεται, και απαντάται στη μοριακή βιολογία. Στο Βιοχημικό-κλασικό μοντέλο, το γονίδιο παρουσιάζεται ως παράγοντας ή DNA που αλληλεπιδρά, διπλασιάζεται και μετατοπίζεται, στο πεδίο της γενωμικής. Στο Νεοκλασικό μοντέλο, ως ρυθμιστής, το DNA ελέγχει και κατευθύνει την έκφραση στην αναπτυξιακή βιολογία. Και τέλος, στο Σύγχρονο μοντέλο, το γονίδιο ή αλληλόμορφο χρησιμοποιείται ως δείκτης που εμφανίζεται σε ορισμένες συχνότητες, μπορεί να είναι σταθερό ή να προστίθεται, συναντάται στη γενετική πληθυσμών.

Σε διδακτικά εγχειρίδια βιολογίας και χημείας, Δευτεροβάθμιας και Πανεπιστημιακής εκπαίδευσης, διαφόρων χωρών, χρησιμοποιήθηκαν από ορισμένους ερευνητές τα ιστορικά γονιδιακά μοντέλα ως εργαλείο ανάλυσης για να προσδιοριστεί το είδος των μοντέλων που αναπαριστούν τη γονιδιακή λειτουργία. Η ανάλυση κειμένου των διδακτικών εγχειριδίων βασίστηκε στα επιμέρους επιστημολογικά χαρακτηριστικά που περιγράφουν τα ιστορικά μοντέλα και αφορούν κυρίως τις σχέσεις δομής και λειτουργίας του γονιδίου, του οργανωτικού επιπέδου και της γονιδιακής λειτουργίας, του γενότυπου και του φαινότυπου, καθώς και των περιβαλλοντικών και γενετικών παραγόντων (Gericke & Hagberg 2010a & b, Santos, Joaquim &

El-Hani 2012). Βρέθηκε ότι, στα διδακτικά εγχειρίδια της Σουηδίας (Gericke & Hagberg 2010a & b) και της Βραζιλίας (Santos, Joaquim & El-Hani 2012) το ιστορικό μοντέλο που αναπαριστά σε μεγαλύτερο ποσοστό το γονίδιο και τις λειτουργίες του είναι το Νεοκλασικό, ενώ στα διδακτικά εγχειρίδια αγγλόφωνων χωρών αναγνωρίζεται συχνά και το Βιοχημικό-κλασικό μοντέλο (Gericke & Hagberg 2010a & b). Στα φινλανδικά διδακτικά εγχειρίδια κυριότερος αντιπρόσωπος είναι το Μεντελικό μοντέλο (Aivelo & Uitto 2015). Στις μελέτες που προαναφέρθηκαν, τα στοιχεία του Σύγχρονου μοντέλου είναι περιορισμένα σε όλα τα διδακτικά εγχειρίδια που αναλύθηκαν.

Σε προηγούμενες εργασίες μας, δημοσιεύτηκε η ανάλυση περιεχομένου των διδακτικών εγχειριδίων βιολογίας του ελληνικού σχολείου για τις αναπαραστάσεις της έννοιας του γονιδίου και των λειτουργιών του. Οι μελέτες βασίστηκαν στους θεματικούς άξονες που ορίζουν τα ιστορικά μοντέλα για το γονίδιο και στις προκαθορισμένες κατηγορίες των επιστημολογικών τους χαρακτηριστικών, όπως έχουν οριστεί από τους Gericke & Hagberg 2010a & b και Santos, Joaquim & El-Hani 2012, με μικρές τροποποιήσεις. Τα αποτελέσματα μας έδειξαν ότι τα επιστημολογικά χαρακτηριστικά του Βιοχημικού-κλασικού μοντέλου, που περιλαμβάνει ορισμένες εσωτερικές ασυμβατότητες ως προς τη γονιδιακή λειτουργία, κυριαρχούν (25,9%), ενώ εκείνα του Σύγχρονου μοντέλου είναι τα λιγότερο συχνά (9%), στο σύνολο των ελληνικών σχολικών εγχειριδίων βιολογίας. Η συμπερίληψη στην ανάλυση μας του σχολικού εγχειριδίου της ΣΤ΄ δημοτικού που περιλαμβάνει έμμεσα την έννοια του γονιδίου στο κεφάλαιο του Αναπαραγωγικού συστήματος και απευθύνεται σε μαθητές μικρότερης ηλικίας, 12 ετών, αποτελεί διαφοροποιητικό στοιχείο από τις υπόλοιπες διεθνείς έρευνες (Χρηστίδου & Παπαδοπούλου 2017a & b, Christidou & Papadopoulou 2018). Η βαθύτερη ανάλυση της συγκρότησης των γονιδιακών μοντέλων στα ελληνικά σχολικά εγχειρίδια βιολογίας, έδειξε ότι η παρουσία του Βιοχημικού-κλασικού μοντέλου βασίζεται κυρίως (περίπου 94%) στα κοινά του επιστημολογικά χαρακτηριστικά με τα υπόλοιπα ιστορικά μοντέλα. Όσον αφορά το Μεντελικό και το Σύγχρονο μοντέλο, αυτά επίσης εμφανίζονται μόνο μέσω των μη αποκλειστικών τους επιστημολογικών χαρακτηριστικών (περίπου 90%, έκαστο). Ωστόσο, τόσο η παρουσία του Κλασικού όσο και του Νεοκλασικού μοντέλου, φαίνεται να οφείλεται στα μοναδικά τους επιστημολογικά χαρακτηριστικά (Χρηστίδου & Παπαδοπούλου 2018).

Σε όλες τις έρευνες τονίζεται η ταυτόχρονη παρουσία πολλαπλών/υβριδικών μοντέλων. Παρατηρείται δηλαδή εννοιολογική ποικιλότητα στην περιγραφή της έννοιας του γονιδίου και των λειτουργιών του, και μάλιστα τα επιμέρους επιστημολογικά χαρακτηριστικά που αναγνωρίζονται στα διδακτικά εγχειρίδια δεν ταυτίζονται πλήρως με εκείνα που περιγράφουν τα ιστορικά γονιδιακά μοντέλα. Η εννοιολογική πολυφωνία στα ελληνικά διδακτικά εγχειρίδια βιολογίας οφείλεται κυρίως στο Κλασικό μοντέλο και στο Νεοκλασικό μοντέλο, που εμφανίζονται μέσω των μοναδικών τους χαρακτηριστικών (Χρηστίδου & Παπαδοπούλου 2018). Ωστόσο, η εννοιολογική ποικιλότητα από μόνη της δεν αποτελεί πρόβλημα εφόσον είναι χρήσιμο εργαλείο για τους επιστήμονες (Flodin 2017). Είναι όμως πιθανό, οι μαθητές που εκτίθενται σε αυτό το περιεχόμενο των διδακτικών εγχειριδίων να σχηματίσουν εναλλακτικές αντιλήψεις για τη φύση του γονιδίου και το ρόλο του στα έμβια συστήματα. Αυτό μπορεί να συμβεί ιδίως όταν δεν διευκρινίζεται πως δύναται η έννοια του γονιδίου να διαφοροποιείται ανάλογα με το μοντέλο μέσα στο οποίο χρησιμοποιείται. Επιπλέον, τα μοντέλα που αναπαριστούν τη γονιδιακή λειτουργία μπορεί να διαφέρουν στις εκάστοτε θεματικές ενότητες εξυπηρετώντας τους αντίστοιχους διδακτικούς στόχους. Οι παρανοήσεις συνδέονται τόσο με προβλήματα στη μάθηση από τους μαθητές σε ανώτερες εκπαιδευτικές βαθμίδες, όσο και με την ενίσχυση αντιλήψεων γενετικού ντετερμινισμού που φαίνεται να διαπερνούν τις περισσότερες κοινωνίες και έχουν σοβαρές πολιτικές και κοινωνικο-οικονομικές επιπτώσεις. Για παράδειγμα, συχνά απαντώνται οι αντιλήψεις ότι ο γενότυπος ταυτίζεται με τον φαινότυπο και ότι οι περιβαλλοντικοί παράγοντες δεν επιδρούν στα χαρακτηριστικά (Aivelo & Uitto 2015, Gericke et al. 2014, Santos, Joaquim & El-Hani 2012).

Στην παρούσα εργασία, εφαρμόζεται η Κριτική Ανάλυση Λόγου, δηλαδή πραγματοποιείται περιγραφική ανάλυση των γλωσσικών στοιχείων του κειμένου. Συγκεκριμένα, εξετάζεται αν στα ελληνικά σχολικά εγχειρίδια βιολογίας, η παράλληλη ύπαρξη των γονιδιακών μοντέλων για την αναπαράσταση της έννοιας του γονιδίου και των λειτουργιών του, που αποτελεί πιθανή πηγή εναλλακτικών αντιλήψεων, αντικατοπτρίζεται στη συνοχή και συνεκτικότητα του κειμένου, στις ενότητες της γενετικής.

Μεθοδολογία /Ερευνητικά Ερωτήματα

Το ερευνητικό ερώτημα που προκύπτει αφορά τη συνοχή, τη διαδοχή και τη σύνδεση των ιστορικών μοντέλων για το γονίδιο μέσα στο κείμενο, σε επιλεγμένες θεματικές ενότητες των ελληνικών διδακτικών εγχειριδίων βιολογίας.

Το υλικό ανάλυσης της συγκεκριμένης έρευνας περιλαμβάνει τα κεφαλαία που πραγματεύονται αντίστοιχα θέματα γενετικής, μεταξύ των διδακτικών εγχειριδίων βιολογίας της Β΄ - Γ΄ γυμνασίου και της Γ΄ λυκείου της ομάδας προσανατολισμού θετικών σπουδών (Πίνακας 1). Ειδικότερα, από το εγχειρίδιο της Γ΄ γυμνασίου αναλύθηκαν η 5.2 ενότητα που αφορά τη «ροή της γενετικής πληροφορίας», η ενότητα 5.5 για την «κληρονομικότητα» και οι «μεταλλάξεις» στην 5.6 ενότητα. Από το εγχειρίδιο της Γ΄ λυκείου, αναλύθηκαν οι ενότητες για την «έκφραση της γενετικής πληροφορίας» και «γονιδιακή ρύθμιση: ο έλεγχος της γονιδιακής ρύθμισης» από το 2^ο κεφάλαιο, τρεις ενότητες του 5^{ου} κεφαλαίου για τη Μενδελική κληρονομικότητα που αφορούν τον 1^ο νόμο του Μέντελ, τη μείωση και τον 2^ο νόμο του Μέντελ και τέλος, τρεις ενότητες του 6^{ου} κεφαλαίου για τις «μεταλλάξεις». Ως μονάδες ανάλυσης χρησιμοποιήθηκαν οι παράγραφοι που συγκροτούν την κάθε ενότητα.

Πίνακας 1: Το υλικό ανάλυσης από τα διδακτικά εγχειρίδια βιολογίας της Β΄ - Γ΄ γυμνασίου και της Γ΄ λυκείου της ομάδας προσανατολισμού θετικών σπουδών.

Διδακτικό εγχειρίδιο βιολογίας Β΄ - Γ΄ γυμνασίου	Διδακτικό εγχειρίδιο βιολογίας Γ΄ λυκείου ομάδας προσανατολισμού θετικών σπουδών
Κεφ. 5.2. Η ροή της γενετικής πληροφορίας	Κεφ. 2. Έκφραση της γενετικής πληροφορίας & Γονιδιακή ρύθμιση: Ο έλεγχος της γονιδιακής ρύθμισης
Κεφ. 5.5. Κληρονομικότητα	Κεφ. 5. Μενδελική κληρονομικότητα
Κεφ. 5.6. Μεταλλάξεις	Κεφ. 6. Μεταλλάξεις

Ως πλαίσιο ανάλυσης χρησιμοποιήθηκε η Κριτική Ανάλυση Λόγου, που είναι κειμενοκεντρική και με κριτική διάσταση (Στάμου 2014). Ειδικότερα, η ανάλυση του κειμένου βασίστηκε στη Συστημική Λειτουργική Γλωσσολογία του Halliday που εστιάζει στη μετα-λειτουργική σημασία του κειμένου, δηλαδή το πώς λειτουργεί η γλώσσα μέσα στο περικείμενο (context) (Knain 2001). Αυτό το πλαίσιο ανάλυσης βασίζεται σε μια κοινωνιοπολιτισμική προσέγγιση της γλώσσας κατά τον Fairclough (Ngongo 2018). Υπάρχουν τρία επίπεδα ανάλυσης, η περιγραφική, η ερμηνευτική και η επεξηγηματική, όπου ο λόγος μελετάται ως κείμενο, πρακτική λόγου και κοινωνική πρακτική, αντίστοιχα (Στάμου 2014). Επιπλέον, αναγνωρίζονται τρεις κατηγορίες μετα-λειτουργικής σημασίας της χρήσης της γλώσσας που πραγματώνονται μέσω συγκεκριμένων λεξικογραμματικών επιλογών: η αναπαραστατική λειτουργία (ideational) μέσω του συστήματος της μεταβιβαστικότητας (transitivity), η διαπροσωπική λειτουργία (interpersonal) μέσω του συστήματος της διάθεσης/ δομής (mood/ structure) και η κειμενική λειτουργία (textual) μέσω του συστήματος του θέματος/ ρήματος (theme/ rheme), κατά τις οποίες οι προτάσεις μέσα στο κείμενο χρησιμοποιούνται ως αναπαραστάσεις ανταλλαγής μηνύματος (Ngongo 2018).

Σε αυτήν την εργασία η ανάλυση επικεντρώνεται στις λογικοσημασιολογικές σχέσεις του κειμένου, και συνδέεται με την κειμενική λειτουργία της γλώσσας. Εξετάζεται δηλαδή η σχέση μεταξύ των παραγράφων και η διαδοχή των γονιδιακών μοντέλων που αναπαριστούν την έννοια

του γονιδίου και των λειτουργιών του μέσα στο κείμενο. Στο επιλεγμένο υλικό ανάλυσης βρέθηκε το είδος της μετάβασης της σχολικής πληροφορίας και των αντίστοιχων γονιδιακών μοντέλων που την αναπαριστούν, από την μία παράγραφο στην επόμενη. Η σύνδεση των ιδεών/ προτάσεων μέσα στο κείμενο έχει σημασιολογική λειτουργία που συνθέτει λογικά τη γλώσσα. Υπάρχουν δύο είδη λογικοσημασιολογικών σχέσεων, η διεύρυνση (expansion) της σημασίας μιας αρχικής πρότασης και η προβολή (projection) με τη διατύπωση μιας ιδέας ή ενός γεγονότος. Η διεύρυνση εμφανίζεται μέσα στο κείμενο με επεξεργασία (elaboration), επέκταση (extension) ή ενίσχυση (enhancement) της πληροφορίας (Ngongo 2018). Η επεξεργασία της πληροφορίας μπορεί να γίνει μέσω προσδιορισμού, επαναδιατύπωσης και επεξήγησης με κάποιο παράδειγμα. Η επέκταση της πληροφορίας πραγματώνεται μέσω προσθήκης και αντίθεσης και τέλος η ενίσχυση μπορεί να εκφραστεί με χρονική, υποθετική, αιτιολογική, χωρική, παραχωρητική, ή διαδοχική σχέση. Σε κάθε περίπτωση χρησιμοποιούνται κατάλληλες μεταβατικές λέξεις ή φράσεις (Campbell, Buckhoff & Dowell 1994, Halliday & Hasan 1976).

Αποτελέσματα

Ως παράδειγμα, παρουσιάζονται αναλυτικά τα ευρήματα από την ανάλυση του κεφαλαίου για τη ροή της γενετικής πληροφορίας του εγχειριδίου της Β' - Γ' γυμνασίου. Σε αυτό το κεφάλαιο περιλαμβάνεται η δομή των νουκλεϊκών οξέων-αποθήκευση της γενετικής πληροφορίας με τρεις παραγράφους, η αντιγραφή του DNA-διατήρηση και μεταβίβαση της γενετικής πληροφορίας με τέσσερις παραγράφους και η μεταγραφή, μετάφραση-έκφραση της γενετικής πληροφορίας με έξι παραγράφους. Το πλήρες κείμενο παρατίθεται στο Παράρτημα.

Στην πρώτη ενότητα, η πρώτη παράγραφος, στην οποία αρχικά γίνεται επεξεργασία/αναδιατύπωση (elaboration-restatement) της πληροφορίας καθώς ξεκινάει με την πρόταση: *«Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, τα νουκλεϊκά οξέα δομούνται από απλούστερες επαναλαμβανόμενες μονάδες, τα νουκλεοτίδια.»*, περιγράφεται παράλληλα από όλα τα γονιδιακά μοντέλα Μεντελικό, Κλασικό, Βιοχημικό, Νεοκλασικό και Σύγχρονο. Στη δεύτερη και τρίτη παράγραφο γίνεται προσθήκη πληροφορίας (extension-and) με τις φράσεις: *«Δύο πολυνουκλεοτιδικές αλυσίδες ενώνονται με ασθενείς χημικούς δεσμούς που σχηματίζονται ανάμεσα στις αζωτούχες βάσεις τους.»* και *«Τα νουκλεοτίδια που δομούν το RNA ονομάζονται ριβονουλεοτίδια.»*, αντίστοιχα, και το περιεχόμενο αναπαρίσταται από τα μοντέλα Νεοκλασικό και Σύγχρονο.

Η δεύτερη ενότητα αποτελείται από τέσσερις παραγράφους. Στην πρώτη παράγραφο προστίθεται πληροφορία (extension-and) με την πρόταση *«Το DNA κάθε κυττάρου περιέχει γενετικές πληροφορίες που είναι απαραίτητες για τη δομή και τη λειτουργία του.»* και οι έννοιες του γονιδίου αναπαρίστανται από το Νεοκλασικό μοντέλο. Στις επόμενες παραγράφους προστίθεται στο Νεοκλασικό και το Σύγχρονο μοντέλο. Στη δεύτερη παράγραφο που ξεκινάει ως εξής: *«Κατ' αρχάς, η διπλή έλικα ανοίγει σε συγκεκριμένες θέσεις, ...»*, ενισχύεται η πληροφορία μέσω χρονικής σχέσης (enhancement-temporal). Στην τρίτη και στην τέταρτη παράγραφο ενισχύεται η πληροφορία με αιτιώδη σχέση συνέπειας στη μεν (causal-consequence), και επίδρασης/αποτελέσματος στη δε (causal-effect/result). Οι μεταβάσεις αντίστοιχα γίνονται: *«Έτσι, οι βάσεις της κάθε αλυσίδας μένουν αζεωγάρωτες.»* και *«Το αποτέλεσμα της αντιγραφής είναι ο σχηματισμός δύο δίκλωνων μορίων DNA, ...»*.

Η τρίτη και τελευταία ενότητα αποτελείται από έξι παραγράφους. Στην πρώτη παράγραφο αρχικά γίνεται επανάληψη, επεξεργασία/αναδιατύπωση (elaboration-restatement) της πληροφορίας με τη φράση: *«Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, η σειρά των αμινοξέων στις πρωτεΐνες καθορίζεται από τις γενετικές πληροφορίες που περιέχονται σε συγκεκριμένα τμήματα του DNA, τα γονίδια.»*, ενώ αναγνωρίζονται όλα τα γονιδιακά μοντέλα μέσα στο κείμενο. Η μετάβαση στη δεύτερη παράγραφο και στα μοντέλα Βιοχημικό, Νεοκλασικό και Σύγχρονο, γίνεται με προσθήκη

πληροφορίας (extension-and) με τη φράση: «*Το mRNA που συντίθεται πρέπει να περιέχει τη γενετική πληροφορία για τη σειρά των αμινοξέων της συγκεκριμένης πρωτεΐνης.*». Στην τρίτη παράγραφο προστίθεται η πληροφορία με εναντίωση (extension-but), «*Με τη μεταγραφή όμως δεν παράγεται μόνο mRNA.*», και προστίθεται στα προηγούμενα και το Μεντελικό μοντέλο για την αναπαράσταση της γονιδιακής λειτουργίας. Η τέταρτη παράγραφος περιγράφεται από τα μοντέλα Βιοχημικό και Νεοκλασικό και η προσθήκη πληροφορίας (extension-and) γίνεται με τη φράση: «*Το mRNA που προκύπτει από τη μεταγραφή προσδένεται σε ένα ριβόσωμα...*». Στην πέμπτη παράγραφο γίνεται μετάβαση στα μοντέλα Μεντελικό, Βιοχημικό, Νεοκλασικό, Σύγχρονο, επίσης με προσθήκη πληροφορίας (extension-and): «*Στην πρωτεϊνοσύνθεση είναι απαραίτητη η συμμετοχή και των τριών ειδών RNA που αναφέραμε.*». Τελειώνοντας, στην έκτη παράγραφο γίνεται γενίκευση-σύνοψη (elaboration/ sequential-summation) με τη φράση: «*Οι διαδικασίες της αντιγραφής, της μεταγραφής και της μετάφρασης γίνονται με τη βοήθεια ειδικών ενζύμων. Οι διαδικασίες αυτές συνοψίζονται στο Κεντρικό Δόγμα της βιολογίας,...*» όπου αναγνωρίζονται τα μοντέλα Βιοχημικό και Νεοκλασικό.

Τα παραπάνω ευρήματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 2. Στο κεφάλαιο αυτό, η πληροφορία και αντιστοίχως τα μοντέλα που την αναπαριστούν προστίθεται ομαλά στις περισσότερες παραγράφους, αναγνωρίζονται ορισμένες περιπτώσεις αιτιολογικής ενίσχυσης της πληροφορίας, καταλήγοντας με μία γενίκευση. Το περιεχόμενο της γενετικής αναπαρίσταται σε όλες τις περιπτώσεις από το Νεοκλασικό μοντέλο. Κατά περίπτωση προστίθενται ή αφαιρούνται χαρακτηριστικά και από άλλα μοντέλα, συνηθέστερα αναγνωρίζονται και στοιχεία του σύγχρονου μοντέλου. Αξίζει να σημειωθεί, η προσθήκη του Μεντελικού μοντέλου στην τρίτη παράγραφο της ενότητας της μεταγραφής/μετάφρασης, με αντίθεση.

Παρομοίως, αναλύθηκε το σύνολο του υλικού και βρέθηκε η διαδοχή και η σύνδεση των ιστορικών μοντέλων για το γονίδιο μέσα στα κείμενα. Στην ενότητα για τη Μενδελική κληρονομικότητα του εγχειριδίου βιολογίας της Β΄- Γ΄ γυμνασίου, η πληροφορία αρχικά εντάσσεται στο κείμενο με το Μεντελικό μοντέλο και έπειτα γίνεται προσθήκη πληροφορίας και επεξηγήσεις (ειδικές περιπτώσεις, παραδείγματα) και με τα υπόλοιπα γονιδιακά μοντέλα. Ακολουθεί συμπέρασμα, όπου η μετάβαση σε αυτό γίνεται με ενίσχυση και αναπαρίσταται από το Κλασικό μοντέλο. Στο τέλος γίνεται γενίκευση-σύνοψη και αναγνωρίζεται το Μεντελικό μοντέλο. Το θέμα των μεταλλάξεων στο εγχειρίδιο βιολογίας της Β΄- Γ΄ γυμνασίου περιγράφεται αρχικά από χαρακτηριστικά που δεν αντιστοιχούν στα ιστορικά μοντέλα για το γονίδιο, στη συνέχεια όμως καθώς προστίθεται και ενισχύεται η πληροφορία αναγνωρίζονται όλα τα γονιδιακά μοντέλα, γίνεται επεξήγηση με το Μεντελικό, Κλασικό και Βιοχημικό, ενώ η μετάβαση στην τελευταία παράγραφο γίνεται με αντίθεση που περιγράφεται από το Μεντελικό, το Βιοχημικό, το Νεοκλασικό και το Σύγχρονο.

Όσο αφορά το διδακτικό εγχειρίδιο βιολογίας της Γ΄ λυκείου, στις ενότητες για τη ροή της γενετικής πληροφορίας και τη γονιδιακή ρύθμιση, βρέθηκε μεγαλύτερη ποικιλία στις λογικοσημασιολογικές σχέσεις κατά τη μετάβαση από τη μία παράγραφο στην επόμενη. Το Νεοκλασικό μοντέλο φαίνεται ότι αναπαριστά την περισσότερη πληροφορία με ανάμειξη και των υπόλοιπων μοντέλων στις διάφορες παραγράφους, εκτός του Κλασικού. Παρόμοια είναι τα ευρήματα στα αποσπάσματα από το κεφάλαιο για τη Μενδελική κληρονομικότητα του ίδιου διδακτικού εγχειριδίου, καθώς αναγνωρίζεται προσθήκη πληροφορίας, σχέσεις χρόνου, τρόπου και αιτιολογικές σχέσεις συνέπειας και προϋπόθεσης. Μάλιστα, τα μοντέλα που κυρίως απαντώνται είναι το Μεντελικό, το Κλασικό, το Βιοχημικό και το Νεοκλασικό. Τέλος, το θέμα των μεταλλάξεων σε αυτό το σχολικό εγχειρίδιο απεικονίζεται και από τα πέντε γονιδιακά μοντέλα και οι μεταβάσεις μεταξύ των παραγράφων περιλαμβάνουν κυρίως γενικεύσεις.

Πίνακας 2: Οι λογικοσημασιολογικές σχέσεις και τα γονιδιακά μοντέλα που αναπαριστούν την έννοια του γονιδίου και των λειτουργιών του στην ενότητα για τη ροή της γενετικής πληροφορίας στο διδακτικό εγχειρίδιο βιολογίας της Β΄ - Γ΄ γυμνασίου.

Κεφάλαιο 5: §5.2 Η ροή της γενετικής πληροφορίας σελ. 99-101			
Παράγραφοι	Η δομή των νουκλεϊκών οξέων – Αποθήκευση της γενετικής πληροφορίας	Γλωσσική διατύπωση	Λογικοσημασιολογικές σχέσεις
1 ^η παράγραφος	Μεντελικό, Κλασικό, Βιοχημικό, Νεοκλασικό, Σύγχρονο	«Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, τα νουκλεϊκά οξέα δομούνται...»	Επεξεργασία/αναδιατύπωση (elaboration-restatement)
2 ^η παράγραφος	Νεοκλασικό, Σύγχρονο	«Δύο πολυνουκλεοτιδικές αλυσίδες ενώνονται με...»	Προσθήκη πληροφορίας (extension-and)
3 ^η παράγραφος	Νεοκλασικό, Σύγχρονο	«Τα νουκλεοτίδια που δομούν το RNA ονομάζονται...»	Προσθήκη πληροφορίας (extension-and)
Παράγραφοι	Αντιγραφή του DNA – Διατήρηση και μεταβίβαση της γενετικής πληροφορίας	Γλωσσική διατύπωση	Λογικοσημασιολογικές σχέσεις
1 ^η παράγραφος	Νεοκλασικό	«Το DNA κάθε κυττάρου περιέχει γενετικές πληροφορίες...»	Προσθήκη πληροφορίας (extension-and)
2 ^η παράγραφος	Νεοκλασικό, Σύγχρονο	«Κατ' αρχάς η διπλή έλικα ανοίγει σε συγκεκριμένες θέσεις, ...»	Προσθήκη/χρονική ενίσχυση πληροφορίας (enhancement-temporal)
3 ^η παράγραφος	Νεοκλασικό, Σύγχρονο	«Έτσι, οι βάσεις της κάθε αλυσίδας μένουν αξενγάρωτες...»	Προσθήκη/ενίσχυση πληροφορίας μέσω αιτιώδους σχέσης συνέπειας (causal-consequence)
4 ^η παράγραφος	Νεοκλασικό, Σύγχρονο	«Το αποτέλεσμα της αντιγραφής είναι ο σχηματισμός δύο δίκλωνων μορίων DNA ...»	Προσθήκη/ενίσχυση πληροφορίας μέσω αιτιώδους σχέσης επίδρασης/αποτελέσματος (causal-effect/result)
Παράγραφοι	Μεταγραφή, μετάφραση – Έκφραση της γενετικής πληροφορίας	Γλωσσική διατύπωση	Λογικοσημασιολογικές σχέσεις
1 ^η παράγραφος	Μεντελικό, Κλασικό, Βιοχημικό, Νεοκλασικό, Σύγχρονο	«Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, η σειρά των αμινοξέων στις πρωτεΐνες καθορίζεται από ...»	Επεξεργασία/αναδιατύπωση (elaboration-restatement)
2 ^η παράγραφος	Βιοχημικό, Νεοκλασικό, Σύγχρονο	«Το mRNA που συντίθεται πρέπει να περιέχει...»	Προσθήκη πληροφορίας (extension-and)
3 ^η παράγραφος	Μεντελικό, Βιοχημικό, Νεοκλασικό, Σύγχρονο	«Με τη μεταγραφή όμως δεν παράγεται μόνο mRNA.»	Προσθήκη πληροφορίας/αντίθεση (extension-but)
4 ^η παράγραφος	Βιοχημικό, Νεοκλασικό	«Το mRNA που προκύπτει από τη μεταγραφή προσδένεται σε...»	Προσθήκη πληροφορίας (extension-and)
5 ^η	Μεντελικό, Βιοχημικό,	«Στην πρωτεϊνοσύνθεση	

παράγραφος	Νεοκλασικό, Σύγχρονο	είναι απαραίτητη η συμμετοχή...»	Προσθήκη πληροφορίας (extension-and) Γενίκευση-διαδοχή (elaboration/sequential-summation)
6 ^η παράγραφος	Βιοχημικό, Νεοκλασικό	«Οι διαδικασίες της αντιγραφής, της μεταγραφής και της μετάφρασης ... συνοψίζονται...»	

Συζήτηση

Η Κριτική Ανάλυση Λόγου αποτελεί μια προσέγγιση κοινωνικής μελέτης της γλώσσας και επιχειρεί να αποκαλύψει τον τρόπο με τον οποίο συνδέονται η γλώσσα, η κοινωνία και η ιδεολογία, συνδυάζοντας τη μικρο-ανάλυση των κειμένων με τη μακρο-ανάλυση των κοινωνικών δομών με τις οποίες μπλέκονται τα κείμενα (Στάμου 2014). Από την ανάλυση του συνόλου του υλικού, προκύπτει ότι οι μεταβάσεις μεταξύ των παραγράφων στο σχολικό εγχειρίδιο βιολογίας της Β' - Γ' γυμνασίου παρουσιάζουν ομοιομορφία καθώς στις περισσότερες περιπτώσεις γίνεται διαδοχικά η προσθήκη νέας πληροφορίας και μάλιστα συνήθως με πρόσθεση (**extension-and**). Αντίστοιχα με το περιεχόμενο, η προσθήκη ή αφαίρεση των γονιδιακών μοντέλων που αναπαριστούν την έννοια του γονιδίου και των λειτουργιών του φαίνεται να γίνεται ομαλά και χωρίς ιδιαίτερες αντιφάσεις. Αυτό μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι τα μοντέλα προστίθενται αθροιστικά ως γνώση στον μαθητή.

Στο σχολικό εγχειρίδιο βιολογίας της Γ' λυκείου της ομάδας προσανατολισμού θετικών σπουδών παρατηρείται μεγαλύτερη ποικιλία των λογικοσημασιολογικών σχέσεων κατά τη μετάβαση από μία παράγραφο στην επόμενη. Ωστόσο, και σε αυτήν την περίπτωση η διαδοχή των γονιδιακών μοντέλων στην ακολουθία των παραγράφων, με τις διάφορες προσθέσεις και αφαιρέσεις μοντέλων, φαίνεται ομαλή και συμπληρωματική. Τα περισσότερα είδη λογικοσημασιολογικών σχέσεων που βρέθηκαν αντικατοπτρίζονται στην αναμενόμενη πολυπλοκότερη επιστημονική πληροφορία που έχει μετασχηματιστεί σε σχολική γνώση, στα διδακτικά εγχειρίδια των μεγαλύτερων σχολικών βαθμίδων.

Συμπερασματικά, σε επίπεδο του κειμένου, η ποικιλομορφία στην παρουσίαση της έννοιας του γονιδίου και των λειτουργιών του στα σχολικά εγχειρίδια βιολογίας του γυμνασίου και του λυκείου, με πολλαπλά γονιδιακά μοντέλα, δεν φαίνεται να περιέχει αντιφάσεις. Η χρήση των πολλαπλών γονιδιακών μοντέλων φαίνεται να εξυπηρετεί την ερμηνεία του ενός από το άλλο, με αποτέλεσμα να συσσωρεύεται η γνώση, καθώς το ένα ακολουθεί το άλλο με σχέση προσθήκης. Εφόσον λοιπόν, η πρόσθεση ή αφαίρεση ενός ή περισσότερων γονιδιακών μοντέλων μέσα στο κείμενο δεν ακυρώνει την παρουσία των γονιδιακών μοντέλων που υπάρχουν σε προηγούμενη παράγραφο, αλλά επεξηγεί και συμπληρώνει την πληροφορία, τότε είναι πιθανό η εννοιολογική ποικιλότητα να μη συμβάλλει στην ενίσχυση των εναλλακτικών αντιλήψεων. Κάτι το οποίο βέβαια μπορεί να διαπιστωθεί μόνο με ανάλυση της πρόσληψης των κειμένων από μαθητές.

Ευχαριστίες

Η έρευνα που παρουσιάζεται σε αυτή την εργασία αποτελεί μέρος εκπονούμενου διδακτορικού το οποίο χρηματοδοτείται από τη Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας (ΓΓΕΤ) και το Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας και Καινοτομίας (ΕΛΙΔΕΚ).

Βιβλιογραφία

Στάμου Α. (2014). Η κριτική ανάλυση λόγου: Μελετώντας τον ιδεολογικό ρόλο της γλώσσας. Στο Μ., Γεωργαλίδου, Μ., Σηφιανού & Β., Τσάκωνα (επιμ.), *Ανάλυση λόγου: θεωρία και εφαρμογές*, 149-187. Αθήνα: Νήσος. ISBN : 978-960-9535-85-4.

Χρηστίδου Α. & Παπαδοπούλου Π. (2017). Αναπαραστάσεις γονιδιακών μοντέλων στα σχολικά εγχειρίδια Βιολογίας: Το εγχειρίδιο της Γ' Γυμνασίου. Στο Δ., Σταύρου, Α., Μιχαηλίδη & Α.,

- Κοκολάκη (επιμ.) *Πρακτικά εργασιών 10^{ου} Πανελλήνιου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση «Γεφυρώνοντας το Χάσμα μεταξύ Φυσικών Επιστημών, Κοινωνίας και Εκπαιδευτικής Πράξης*, 446-454. Ρέθυμνο: Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Εργαστήριο Διδακτικής Θετικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Κρήτης. ISBN 978-960-86978-3-6. a
- Χρηστίδου Α. & Παπαδοπούλου Π. (2017). Αναπαραστάσεις γονιδιακών μοντέλων στα σχολικά εγχειρίδια Βιολογίας του Γυμνασίου: Μια σύγκριση. Στο Α., Πολύζος, Λ., Άνθης (επιμ.) *Πρακτικά εργασιών 4^{ου} Πανελλήνιου Συνεδρίου «Η Βιολογία στην Εκπαίδευση»*, 133-142. Πειραιάς: Πανελλήνια Ένωση Βιοεπιστημόνων. ISBN: 978-618-81159-5-8. b
- Aivelo, T., & Uitto, A. (2015). Genetic determinism in the Finnish upper secondary school biology textbooks. *Nordic Studies in Science Education*, 11(2), 139–152.
- Albuquerque, P. M., de Almeida, A. M. R., El-Hani, N. C. (2008). Gene Concepts in Higher Education Cell and Molecular Biology Textbooks. *Science Education International*, 19(2), 219-234.
- Campbell G., Buckhoff M. & Dowell J. A. from MSU – Michigan State University (1994) @ <https://www.msu.edu/user/jdowell/135/transw.html>
- Christidou, A., & Papadopoulou, P. (2018). Representations of gene models in Greek secondary school biology textbooks. *ERIDOB 2018: XII Conference of European of Researchers in Didactics of Biology*, Zaragoza, Spain.
- Flodin, V. S. (2009). The necessity of making visible concepts with multiple meanings in science education: The use of the gene concept in a biology textbook. *Science and Education*, 18(1), 73–94.
- Flodin, V. S. (2017). Characterisation of the Context-Dependence of the Gene Concept in Research Articles. *Science and Education*, 26, 141–170.
- Gericke, N. M., Hagberg, M., dos Santos, V. C., Joaquim, L. M., & El-Hani, C. N. (2014). Conceptual Variation or Incoherence? Textbook Discourse on Genes in Six Countries. *Science and Education*, 23(2), 381-416.
- Gericke, N. M., & Hagberg, M. (2010). Conceptual incoherence as a result of the use of multiple historical models in school textbooks. *Research in Science Education*, 40(4), 605–623. a
- Gericke, N. M., & Hagberg, M. (2010). Conceptual Variation in the Depiction of Gene Function in Upper Secondary School Textbooks. *Science and Education*, 19(10), 963–994. b
- Gericke, N. M., & Hagberg, M. (2007). Definition of historical models of gene function and their relation to students' understanding of genetics. *Science and Education*, 16, 849-881.
- Halliday, M.A.K. & Hasan, R. (1976). *Cohesion in English*. London: Longman Group Limited.
- Knain, E. (2001). Ideologies in school science textbooks, *International Journal of Science Education*, 23(3), 319-329.
- Ngongo, M. (2018). Taxis and Logico - Semantic Relation in Undergraduate Students' English Theses Writing Text : A Systemic Functional Linguistics Approach, *Journal of Arts, Science and Commerce*, IX(2), 146–152.
- Santos, V. C., Joaquim, L. M., & El-Hani, C. N. (2012). Hybrid Deterministic Views about Genes in Biology Textbooks: A Key Problem in Genetics Teaching. *Science and Education*, 21(4), 543–578.

Παράρτημα

Κεφάλαιο 5.2 §Η δομή των νουκλεϊκών οξέων-Αποθήκευση της γενετικής πληροφορίας

«Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, τα νουκλεϊκά οξέα δομούνται από απλούστερες επαναλαμβανόμενες μονάδες, τα νουκλεοτίδια. Τα νουκλεοτίδια που δομούν το DNA ονομάζονται δεοξυριβονουκλεοτίδια και ενώνονται μεταξύ τους με ισχυρούς χημικούς δεσμούς, σχηματίζοντας μια αλυσίδα. Η αλληλουχία των νουκλεοτιδίων στην αλυσίδα του DNA είναι αυτή που καθορίζει, όπως θα δούμε παρακάτω, τη γενετική πληροφορία.

Δύο πολυνουκλεοτιδικές αλυσίδες ενώνονται με ασθενείς χημικούς δεσμούς που σχηματίζονται ανάμεσα στις αζωτούχες βάσεις τους. Η ένωση αυτή δεν είναι τυχαία: όπου υπάρχει αδενίνη (Α) στη μία αλυσίδα ενώνεται με θυμίνη (Τ), που υπάρχει στην απέναντι αλυσίδα, και όπου υπάρχει γουανίνη (Γ) ενώνεται με κυτοσίνη (C). Αυτό συμβαίνει επειδή η αδενίνη είναι συμπληρωματική της θυμίνης και η γουανίνη συμπληρωματική της κυτοσίνης. Έτσι προκύπτει ένα δίκλωνο μόριο, το οποίο στη συνέχεια περιελίσσεται στον χώρο, σχηματίζοντας τελικά μία διπλή έλικα,

το DNA.

Τα νουκλεοτίδια που δομούν το RNA ονομάζονται ριβονουκλεοτίδια. Οι βάσεις των ριβονουκλεοτιδίων είναι η αδενίνη, η ουρακίλη (U) (αντί της θυμίνης), η γουανίνη και η κυτοσίνη. Η ουρακίλη είναι συμπληρωματική με την αδενίνη. Τα ριβονουκλεοτίδια ενώνονται μεταξύ τους με χημικούς δεσμούς και σχηματίζουν αλυσίδες. Το RNA είναι μονόκλωνο, δεν σχηματίζει δηλαδή διπλή έλικα. Υπάρχουν διαφορετικά είδη RNA, το αγγελιαφόρο ή mRNA, το μεταφορικό ή tRNA και το ριβοσωμικό ή rRNA, των οποίων τους βιολογικούς ρόλους θα γνωρίσουμε παρακάτω.

§Αντιγραφή του DNA -Διατήρηση και μεταβίβαση της γενετικής πληροφορίας

Το DNA κάθε κυττάρου περιέχει γενετικές πληροφορίες που είναι απαραίτητες για τη δομή και τη λειτουργία του. Κατά τη διαίρεση ενός κυττάρου προκύπτουν θυγατρικά κύτταρα στα οποία περιέχονται οι ίδιες γενετικές πληροφορίες. Αυτό επιτυγχάνεται χάρη στην ικανότητα του DNA να διπλασιάζεται με μια διαδικασία που ονομάζεται αντιγραφή. Η αντιγραφή προηγείται της κυτταρικής διαίρεσης, ώστε κάθε νέο κύτταρο να περιέχει ένα αντίγραφο του DNA του αρχικού κυττάρου.

Κατ' αρχάς, η διπλή έλικα ανοίγει σε συγκεκριμένες θέσεις, καθώς σπάνε οι δεσμοί που συγκρατούν τις συμπληρωματικές αζωτούχες βάσεις.

Έτσι, οι βάσεις της κάθε αλυσίδας μένουν αζευγάρωτες. Αυτό επιτρέπει τον σχηματισμό δεσμών με συμπληρωματικές βάσεις άλλων ελεύθερων δεοξυριβονουκλεοτιδίων. Τα νουκλεοτίδια αυτά ενώνονται αφενός με τις αζευγάρωτες βάσεις της παλιάς νουκλεοτιδικής αλυσίδας και αφετέρου μεταξύ τους, σχηματίζοντας μία νέα συμπληρωματική αλυσίδα.

Το αποτέλεσμα της αντιγραφής είναι ο σχηματισμός δύο δίκλωνων μορίων DNA, καθένα από τα οποία αποτελείται από μία παλιά και μία νέα αλυσίδα. Αυτά τα μόρια σε περίπτωση που δεν έχει συμβεί κάποιο «λάθος» στη συμπληρωματικότητα των βάσεων είναι πανομοιότυπα τόσο μεταξύ τους όσο και με το αρχικό μόριο, δηλαδή έχουν την ίδια αλληλουχία νουκλεοτιδίων και συνεπώς τις ίδιες γενετικές πληροφορίες.»

§Μεταγραφή, μετάφραση -Εκφραση της γενετικής πληροφορίας

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, η σειρά των αμινοξέων στις πρωτεΐνες καθορίζεται από τις γενετικές πληροφορίες που περιέχονται σε συγκεκριμένα τμήματα του DNA, τα γονίδια. Η σύνθεση των πρωτεϊνών γίνεται στα ριβοσώματα του κυττάρου. Δεν είναι δυνατόν όμως να μεταφέρεται ολόκληρο το DNA στα ριβοσώματα, κάθε φορά που το κύτταρο συνθέτει μία συγκεκριμένη πρωτεΐνη. Η συγκεκριμένη γενετική πληροφορία μεταφέρεται από το DNA στα ριβοσώματα μέσω του mRNA. Κάθε φορά, δηλαδή, που απαιτείται η σύνθεση μιας πρωτεΐνης, το τμήμα του DNA που φέρει την πληροφορία για τη σύνθεσή της αρχικά μεταγράφεται σε mRNA.

Το mRNA που συντίθεται πρέπει να περιέχει τη γενετική πληροφορία για τη σειρά των αμινοξέων της συγκεκριμένης πρωτεΐνης. Για να γίνει αυτό, το συγκεκριμένο τμήμα του DNA ξετυλίγεται και η μία αλυσίδα απομακρύνεται από την άλλη. Απέναντι από τις αζευγάρωτες πλέον αζωτούχες βάσεις των δεοξυριβονουκλεοτιδίων της μιας αλυσίδας τοποθετούνται, κατά μία συγκεκριμένη φορά, ελεύθερα ριβονουκλεοτίδια που διαθέτουν τις συμπληρωματικές αζωτούχες βάσεις. Έτσι, απέναντι από την αδενίνη, τη θυμίνη, τη γουανίνη και την κυτοσίνη του DNA τοποθετούνται ελεύθερα ριβονουκλεοτίδια που φέρουν αντίστοιχα ουρακίλη, αδενίνη, κυτοσίνη και γουανίνη. Στη συνέχεια, τα ριβονουκλεοτίδια ενώνονται μεταξύ τους, σχηματίζοντας ένα μόριο mRNA στο οποίο έχει πλέον καταγραφεί η γενετική πληροφορία ως αλληλουχία ριβονουκλεοτιδίων. Το μόριο αυτό απομακρύνεται και οι συμπληρωματικές αζωτούχες βάσεις των δύο αλυσίδων του DNA ενώνονται και πάλι.

Με τη μεταγραφή όμως δεν παράγεται μόνο mRNA. Διάφορα τμήματα του DNA μεταγράφονται με τον ίδιο τρόπο, για να συντεθούν και άλλα μόρια RNA, το μεταφορικό RNA (tRNA), το ριβοσωμικό RNA (rRNA). Κάθε τμήμα του μορίου DNA που έχει τη δυνατότητα να μεταγράψει ονομάζεται γονίδιο. Τα περισσότερα γονίδια περιέχουν την πληροφορία για τη σύνθεση μιας πρωτεΐνης. Το γονίδιο αποτελεί τη στοιχειώδη μονάδα της γενετικής πληροφορίας που μεταβιβάζεται από τους γονείς στα παιδιά τους.

Το mRNA που προκύπτει από τη μεταγραφή προσδένεται σε ένα ριβόσωμα, για να ξεκινήσει η διαδικασία της μετάφρασης (πρωτεϊνοσύνθεση), από την οποία θα προκύψει τελικά η πρωτεΐνη.

Στην πρωτεϊνοσύνθεση είναι απαραίτητη η συμμετοχή και των τριών ειδών RNA που αναφέραμε. Το ένα άκρο του mRNA συνδέεται με μια περιοχή του rRNA του ριβοσώματος χάρη στη συμπληρωματικότητα των αζωτούχων βάσεων. Στη συνέχεια, κατάλληλα μόρια tRNA, τα οποία εμφανίζουν επίσης συμπληρωματικότητα με το mRNA, μεταφέρουν διαδοχικά στο ριβόσωμα συγκεκριμένα αμινοξέα. Κάθε αμινοξύ συνδέεται με χημικό δεσμό με το επόμενο και έτσι σχηματίζεται η συγκεκριμένη πρωτεΐνη.

Οι διαδικασίες της αντιγραφής, της μεταγραφής και της μετάφρασης γίνονται με τη βοήθεια ειδικών ενζύμων. Οι διαδικασίες αυτές συνοψίζονται στο Κεντρικό Δόγμα της βιολογίας, που περιγράφει τη ροή της γενετικής πληροφορίας.»

Το παιχνίδι στη διδασκαλία της Βιολογίας

Μαρίνα ΠΑΝΔΗ¹, Μάρθα ΓΕΩΡΓΙΟΥ², Ισιδώρα ΠΑΠΑΣΙΔΕΡΗ³

¹ΔΙΠΜΣ Διδακτικής της Βιολογίας, Τμήμα Βιολογίας, ΕΚΠΑ marina.pandi@yahoo.gr

²Ε.ΔΙ.Π., Τμήμα Βιολογίας ΕΚΠΑ martgeor@biol.uoa.gr

³Καθηγήτρια, Τομέας Βιολογίας Κυττάρου & Βιοφυσικής, Τμήμα Βιολογίας ΕΚΠΑ ipapasid@biol.uoa.gr

Περίληψη

Τις τελευταίες δεκαετίες η αυξανόμενη χρήση κυρίως ψηφιακών παιχνιδιών από τους μαθητές όλων των εκπαιδευτικών βαθμίδων, έχει προσελκύσει το ενδιαφέρον πολλών ερευνητών, σχετικά με τη επίδραση των παιχνιδιών στη μάθηση. Έντονο επίσης είναι το ενδιαφέρον που υπάρχει διεθνώς για τη χρήση εκπαιδευτικών παιχνιδιών στη διδασκαλία της Βιολογίας, ενώ στη χώρα μας ο αριθμός αντίστοιχων ερευνών είναι περιορισμένος. Σκοπός της παρούσας ερευνητικής εργασίας ήταν να εξετάσει την επίδραση που θα έχει το παιχνίδι στη μάθηση των εννοιών της Γενετικής από μαθητές Γ' Γυμνασίου. Το δείγμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν 32 μαθητές που χωρίστηκαν σε δύο ομάδες. Στη μία ομάδα η διδακτική προσέγγιση που επιλέχθηκε, βασίστηκε στην παραδοσιακή μέθοδο διδασκαλίας και στην άλλη ομάδα βασίστηκε στην ομαδοσυνεργατική μέθοδο που αξιοποιεί ένα εκπαιδευτικό παιχνίδι Γενετικής με κάρτες. Οι μαθητές και των δύο ομάδων συμπλήρωσαν το ίδιο τεστ αξιολόγησης πριν τις διδακτικές παρεμβάσεις, και αμέσως μετά. Με βάση τα αποτελέσματα διαπιστώθηκε ότι και οι δύο προσεγγίσεις απέφεραν στατιστικά όμοια μαθησιακά αποτελέσματα με τη διδασκαλία μέσω του παιχνιδιού να παρουσιάζει κατά μέσο όρο καλύτερες επιδόσεις από την ομάδα ελέγχου.

Λέξεις-κλειδιά: Γενετική, εκπαιδευτικό παιχνίδι, παραδοσιακή διδασκαλία, μάθηση, αξιολόγηση

Εισαγωγή

Η αυξανόμενη υιοθέτηση της καθημερινής χρήσης κυρίως ψηφιακών παιχνιδιών από τα παιδιά εκτός του σχολικού χώρου, έχει προσελκύσει το ενδιαφέρον των ερευνητών, παιδαγωγών και σχεδιαστών αναλυτικών προγραμμάτων. Για το λόγο αυτό υπάρχει μια πληθώρα ερευνών σχετικά με τη χρήση και την αποτελεσματικότητα παιχνιδιών στην εκπαιδευτική διαδικασία (Αγγελίδου 2011, Γουργιώτου 2009, Παπάζογλου 2016, Hwang et al 2012, Li & Tsai 2013, Papadakis 2018, Sadler et al. 2013, Sung et al 2013). Οι έρευνες δείχνουν ότι κάτι τέτοιο θα επιφέρει θετικά αποτελέσματα τόσο για τους εκπαιδευτικούς όσο και για τους μαθητές σε όλες τις εκπαιδευτικές βαθμίδες, χωρίς όμως να λείπουν και οι επιφυλάξεις διαφόρων ερευνητών σχετικά με το μαθησιακό όφελος, που προκύπτει από τη χρήση τους (Ονησιφόρου 2014, Annetta et al. 2009). Ίσως το μυστικό επιτυχίας από τη χρήση των παιχνιδιών να βρίσκεται στον προσεκτικό σχεδιασμό ή στην επιλογή του κατάλληλου παιχνιδιού, που να αρμόζει στους μαθησιακούς στόχους (Rastegarpour 2011) καθώς και στην αξιολόγηση, η οποία αν ταιριάζει ακριβώς με το αντικείμενο που διδάσκει το παιχνίδι, θα μπορεί να αναδείξει το κέρδος που έλαβαν οι μαθητές από αυτό (Hogle 1996).

Εκπαιδευτικά Παιχνίδια

Τι είναι τα Εκπαιδευτικά Παιχνίδια και πως χρησιμοποιούνται στην εκπαιδευτική διαδικασία

Σήμερα, ένας πολύ δημοφιλής όρος που αναφέρεται σε κάθε είδους μάθηση και εκπαίδευση, που βασίζεται σε ψηφιακά παιχνίδια (π.χ. επιχειρήσεων, στρατιωτικά, ιατρικά, μάρκετινγκ κλπ.) (Cheng et al. 2015) είναι ο όρος *serious games*, τον οποίο θα αποδώσουμε διασταλτικά στην παρούσα εργασία με τον διευρυμένο όρο *εκπαιδευτικά παιχνίδια*. Την εποχή που ο Abt (1970) εισήγαγε τον όρο αυτό, αναφερόταν κυρίως σε επιτραπέζια παιχνίδια και παιχνίδια με κάρτες (πριν την εμφάνιση των ψηφιακών παιχνιδιών, μετά το 2002) τα οποία δεν είχαν ψυχαγωγικό σκοπό, αλλά προωθούσαν κάποιο σοβαρό σκοπό (Τεντολούρη 2015, Cheng et al. 2015). Με βάση τους

Shute et al, «πρόκειται για παιχνίδια που έχουν έναν σαφή και προσεκτικά μελετημένο εκπαιδευτικό στόχο και δεν προορίζονται πρωτίστως για διασκέδαση» (Τεντολούρη Α., Μ., 2015).

Ο Hays (2005) αναφέρει σε ποιες περιπτώσεις και για ποιους λόγους μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα παιχνίδια στην διδασκαλία Έτσι, τα παιχνίδια θα μπορούσαν:

- να χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση του γνωστικού επιπέδου των μαθητών κατά την εισαγωγή τους σε μια εκπαιδευτική βαθμίδα
- να μετρήσουν την απόδοση σε κριτήρια αξιολόγησης
- να παρέχουν συγκεκριμένες γνώσεις και δεξιότητες
- να βοηθήσουν στην αλλαγή στάσεων
- να λειτουργήσουν σαν προοργανωτής πριν από άλλες μορφές διδασκαλίας
- να αντικαταστήσουν άλλες μορφές διδασκαλίας για να διδαχθούν γεγονότα, πληροφορίες, δεξιότητες
- να χρησιμοποιηθούν σαν μέσο εξάσκησης και επίλυσης ασκήσεων
- να βοηθήσουν στην ενσωμάτωση και στη διατήρηση γνώσεων και δεξιοτήτων

Η σημασία της χρήσης των παιχνιδιών στη διδασκαλία της Βιολογίας

Η Βιολογία μελετά τα έμβια όντα τα οποία διαθέτουν δομές και λειτουργίες, που εξελίσσονται και έχουν την ικανότητα να αποκρίνονται και να προσαρμόζονται στις αλλαγές αλλά και στις απαιτήσεις του φυσικού περιβάλλοντος. Οι αλληλεπιδράσεις των έμβιων όντων, δημιουργούν μεγάλη πολυπλοκότητα η οποία είναι δύσκολα διαχειρίσιμη τόσο για την ίδια την επιστήμη της Βιολογίας όσο και για τη Διδακτική. Στο μάθημα της Βιολογίας, αυτή η συσσώρευση πληροφοριών συχνά αποθαρρύνει τους μαθητές. Η μάθηση που βασίζεται στο παιχνίδι είναι μια προσέγγιση που σχετίζεται με τη θεωρία του εποικοδομισμού, καθώς στηρίζεται σε μεγάλο ποσοστό στη συνεργασία μεταξύ των μαθητών. Οι μαθητές μαθαίνουν όχι μόνο από τους εαυτούς τους, αλλά και από τους ομοίους τους (Athanasίου 2015). Έτσι για να ενισχυθεί η γνώση πληθώρας εννοιών της Βιολογίας, θα μπορούσαν να εισαχθούν μερικά προσεκτικά επιλεγμένα παιχνίδια, μόλις οι μαθητές διδαχθούν τα βασικά συστατικά ενός συγκεκριμένου μαθήματος (Spiegel et al. 2008).

Σκοπός της έρευνας και ερευνητικά ερωτήματα

Η παρούσα ερευνητική εργασία έχει σκοπό να εξετάσει την μάθηση των εννοιών της Γενετικής από τους μαθητές της Γ' Γυμνασίου, οι οποίες προσεγγίζονται με δύο διαφορετικούς τρόπους: η μία προσέγγιση βασίζεται στην παραδοσιακή μέθοδο διδασκαλίας και η άλλη στην ομαδοσυνεργατική μέθοδο η οποία αξιοποιεί ένα εκπαιδευτικό παιχνίδι Γενετικής με κάρτες που δομείται γύρω από το διυβριδισμό. Πιο συγκεκριμένα το ερευνητικό ερώτημα που προκύπτει είναι το εξής: μπορεί η διδασκαλία εννοιών της Γενετικής μέσω ενός εκπαιδευτικού παιχνιδιού με κάρτες να αποφέρει καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα από την παραδοσιακή διδασκαλία;

Μεθοδολογία

Στην έρευνά μας εξετάσαμε αν υπάρχει κάποια σχέση ανάμεσα στην ανεξάρτητη μεταβλητή (διδακτική προσέγγιση: παραδοσιακή vs παιχνίδι) και στην εξαρτημένη μεταβλητή (επίδοση των μαθητών) (Elliot 2008). Για να εξασφαλιστεί η αντικειμενικότητα της έρευνας διατηρήθηκαν όλοι οι παράγοντες της έρευνας σταθεροί: οι διδακτικοί στόχοι του μαθήματος, το τεστ αξιολόγησης, η χρονική διάρκεια των διδακτικών παρεμβάσεων, η εκπαιδευτικός που πραγματοποίησε τις παρεμβάσεις, ενώ διαφοροποιήθηκε μόνο η διδακτική προσέγγιση.

Δείγμα της έρευνας

Το δείγμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν ένα βολικό δείγμα μαθητών της Γ' γυμνασίου. Συνολικά στην έρευνα συμμετείχαν 32 μαθητές από δύο τμήματα της Γ' τάξης ενός δημόσιου Γυμνασίου

της Αθήνας.

- 16 μαθητές/μαθήτριες (ισοκατανομή στα φύλα) του ενός τμήματος αποτέλεσαν την πειραματική ομάδα (διδασκαλία με παιχνίδι Γενετικής-game group -gg)
- 16 μαθητές/ μαθήτριες (ισοκατανομή στα φύλα) του άλλου τμήματος αποτέλεσαν την ομάδα ελέγχου (παραδοσιακή διδασκαλία- traditional group- tg)

Ερευνητικό εργαλείο συλλογής δεδομένων

Το εργαλείο συλλογής δεδομένων ήταν ένα τεστ αξιολόγησης που περιλάμβανε 22 ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, οι οποίες δομήθηκαν με βάση τους διδακτικούς στόχους κατά Bloom που είχαμε αρχικά θέσει, και αναφέρονταν στα θέματα που επρόκειτο να διδαχθούν οι μαθητές. Κάθε ερώτηση είχε μία σωστή απάντηση, ανάμεσα σε τέσσερις πιθανές απαντήσεις. Όλοι οι μαθητές έπρεπε να δηλώσουν πόσο σίγουροι ήταν για την απάντησή τους, επιλέγοντας μία από τις τρεις επιλογές: Π=πολύ, Μ=μέτρια ή Κ=καθόλου σίγουροι, ώστε να αποφευχθεί οποιαδήποτε τυχαιότητα στις επιλογές των μαθητών.

Το τεστ συμπληρώθηκε αρχικά για τον έλεγχο των γνώσεων των μαθητών των δύο ομάδων – gg και tg και επίσης αμέσως μετά την ολοκλήρωση των διδακτικών παρεμβάσεων. Οι απαντήσεις που θεωρήθηκαν σωστές, ήταν αυτές που οι μαθητές έδωσαν επιστημονικά σωστή απάντηση και παράλληλα ήταν πολύ σίγουροι για την απάντησή τους.

Διεξαγωγή της έρευνας

Η έρευνα διεξήχθη κατά τους μήνες Απρίλιο-Μάιο του σχολικού έτους 2018-2019. Για την εφαρμογή της έρευνας χρειάστηκαν 5 διδακτικές ώρες για κάθε τμήμα ανεξάρτητα από τη διδακτική μέθοδο που ακολουθήθηκε.

Πορεία της διδασκαλίας

Οι μαθητές/μαθήτριες και από τις δύο ομάδες κλήθηκαν την 1^η διδακτική ώρα να συμπληρώσουν το τεστ αξιολόγησης ώστε να ελεγχθούν οι αρχικές γνώσεις τους. Τη 2^η διδακτική ώρα και οι δύο ομάδες παρακολούθησαν την ίδια παρουσίαση Power Point που πραγματευόταν έννοιες Γενετικής όπως αυτές αναφέρονται στις αντίστοιχες ενότητες του σχολικού εγχειριδίου. Η διδακτική ενότητα της Βιολογίας που επιλέχθηκε προερχόταν από το κεφάλαιο «Διατήρηση και συνέχιση της ζωής» του σχολικού εγχειριδίου Βιολογίας της Γ' Γυμνασίου και συγκεκριμένα οι έννοιες, που αναφέρονται στα αλληλόμορφα και στην κληρονομικότητα (Μαυρικάκη κ.ά. 2007). Την 3^η και 4^η ώρα η μία ομάδα- gg- έπαιξε το παιχνίδι Γενετικής ενώ η άλλη- tg- συμπλήρωσε το φύλλο εργασίας. Την 5^η διδακτική ώρα και οι δύο ομάδες συμπλήρωσαν το ίδιο τεστ αξιολόγησης με αυτό που συμπλήρωσαν την 1^η διδακτική ώρα (Πίνακας 1).

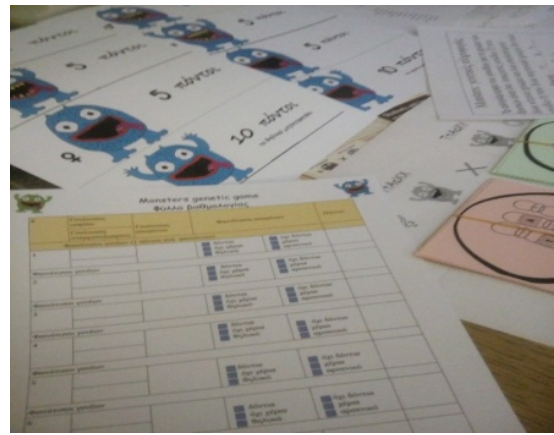
Πίνακας 1: Πορεία διδασκαλίας

Ομάδες	1 ^η διδακτική ώρα	2 ^η διδακτική ώρα	3 ^η διδακτική ώρα	4 ^η διδακτική ώρα	5 ^η διδακτική ώρα
Traditional group tg	Τεστ αξιολόγησης	Παρουσίαση ppt	Φύλλο εργασίας	Φύλλο εργασίας	Τεστ αξιολόγησης
Game group gg	Τεστ αξιολόγησης	Παρουσίαση ppt	Παιχνίδι Γενετικής	Παιχνίδι Γενετικής	Τεστ αξιολόγησης

Παιχνίδι «τα τερατάκια της Γενετικής»

Η πειραματική ομάδα (gg) προσέγγισε τις έννοιες της Γενετικής με χρήση του παιχνιδιού «τα τερατάκια της Γενετικής» (εικόνα. 1). Οι μαθητές

της πειραματικής ομάδας έπαιξαν το παιχνίδι Γενετικής σε τετραμελείς ομάδες. Μέσα στην κάθε τετραμελή ομάδα συγκροτήθηκαν δύο αντίπαλες δυνάμεις, που έπαιζαν το παιχνίδι εναλλάξ, καθώς δύο ήταν οι παίκτες κάθε φορά και δύο οι παρατηρητές και τηρητές των κανόνων και του σκορ. Για την ακρίβεια κάθε ομάδα προσπαθούσε να προσδιορίσει το φαινότυπο ή/και γονότυπο των «τεράτων» της κάρτας που τραβούσε στην τύχη ενώ η αντίπαλη ομάδα έπρεπε να ελέγχει το αποτέλεσμα προκειμένου να πιστώσει τους ανάλογους πόντους. Κερδισμένη ήταν η ομάδα με τους περισσότερους πόντους στο τέλος ανάγνωσης όλων των καρτών.



Εικόνα 1. Το παιχνίδι «τα τερατάκια της Γενετικής»

Παραδοσιακή μέθοδος διδασκαλίας

Στην ομάδα ελέγχου ακολουθήθηκε η παραδοσιακή μέθοδος διδασκαλίας. Έτσι κατά την 3^η και 4^η διδακτική ώρα οι μαθητές της ομάδας ελέγχου (traditional group) κάλυψαν τις ίδιες έννοιες με την πειραματική ομάδα, χρησιμοποιώντας ένα έντυπο φύλλο εργασίας. Η επεξεργασία του φύλλου εργασίας έγινε ατομικά μέσα στις δύο αυτές διδακτικές ώρες. Στη συνέχεια παρατίθεται τμήμα από το φύλλο εργασίας:

1. Στον άνθρωπο τα αλληλόμορφα του γονιδίου για το χρώμα μαλλιών είναι ένα επικρατές γονίδιο (T) που δημιουργεί μαύρα μαλλιά και ένα υπολειπόμενο γονίδιο (t) που δημιουργεί κόκκινα μαλλιά.
Γονότυποι για μαύρα μαλλιά.....ή.....
Γονότυπος για κόκκινα μαλλιά
2. Τα αλληλόμορφα του γονιδίου για το χρώμα ματιών είναι ένα επικρατές γονίδιο (A) που δημιουργεί καστανά μάτια και ένα υπολειπόμενο (a) που σχηματίζει μπλε μάτια
Γονότυπος για καστανά μάτια.....ή.....
Γονότυπος για μπλε μάτια.....
3. Παρακάτω δίνονται ένα ωάριο και ένα σπερματοζωάριο (Εικόνα 3) α. Ποιος είναι ο γονότυπος και ο φαινότυπος του απόγονου που θα προκύψει αν γίνει γονιμοποίηση μεταξύ τους; ποιο είναι το φύλο του παιδιού; (T,t= αλληλόμορφα για το χρώμα των μαλλιών και A, a αλληλόμορφα για το χρώμα των ματιών)
γονότυποςφαινότυπος.....φύλο.....

Αποτελέσματα

Για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων έγινε στατιστική επεξεργασία των απαντήσεων των μαθητών με τη βοήθεια του στατιστικού πακέτου SPSS. Προκειμένου να απαντηθούν το ερευνητικό ερώτημα της έρευνας μας, πραγματοποιήθηκε περιγραφική στατιστική (μέσος όρος, τυπική απόκλιση κλπ.) αλλά αξιοποιήθηκε ο στατιστικός έλεγχος μέσω των όρων για δύο ανεξάρτητες ομάδες (independent samples t-test) προκειμένου να υπάρχει μία αρχική σύγκριση αν και ο αριθμός των μαθητών/μαθητριών του δείγματος ήταν σχετικά μικρός.

Σύγκριση των τεστ μετά την παρέμβαση μεταξύ της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου
Πραγματοποιήσαμε στατιστικό έλεγχο των μέσων όρων των απαντήσεων στα τεστ αξιολόγησης μετά την παρέμβαση των δύο ομάδων (independent samples t-test) για να γίνει σύγκριση των επιδόσεών τους ως προς την αποτελεσματικότητα της μεθόδου διδασκαλίας. Οι Πίνακες 2, 3

παρουσιάζουν την ανάλυση των δεδομένων από τα τεστ μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις, όπου δε διαπιστώνεται στατιστικά σημαντική διαφορά των επιδόσεων των μαθητών μετά την παρέμβαση, μεταξύ της ομάδας που διδάχτηκε με τον παραδοσιακό τρόπο (tg) και της ομάδας που έπαιξε το παιχνίδι (gg). Η ομάδα που έπαιξε το παιχνίδι έτεινε να έχει κατά μέσο όρο καλύτερες επιδόσεις από την ομάδα ελέγχου

Πίνακας 2: Group Statistics

	Teaching method	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
POST	TRADITIONAL GROUP	16	9,75	5,675	1,419
	GAME GROUP	16	11,31	3,962	0,990

Πίνακας 3: Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
POST	Equal variances assumed	4,948	0,034	-0,903	30	0,374	-1,563	1,730	-5,096	1,971
	Equal variances not assumed			-0,903	26,816	0,375	-1,563	1,730	-5,114	1,989

Συζήτηση- Συμπεράσματα

Η παρούσα έρευνα αποτελεί τμήμα μίας ευρύτερης έρευνας. Έτσι, είχε πρωτίστως ελεγχθεί ξεχωριστά η αποτελεσματικότητα καθεμιάς από τις διδακτικές προσεγγίσεις και προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά πριν και μετά τις παρεμβάσεις ως προς τα μαθησιακά αποτελέσματα. Με άλλα λόγια φάνηκε πως και οι δύο μέθοδοι μπορούν να επιτύχουν τους γνωστικούς στόχους που είχαν αρχικά τεθεί. Στο σημείο αυτό όμως θέλαμε να διαπιστώσουμε αν συγκριτικά υπάρχουν διαφορές ανάμεσα στο βαθμό επιτυχίας των μαθησιακών αποτελεσμάτων αναλόγως διδακτικής προσέγγισης. Τα ευρήματα της παρούσας έρευνας έδειξαν ότι οι μαθητές που έπαιζαν το παιχνίδι Γενετικής είχαν στατιστικά ίδιες επιδόσεις σε σχέση με την ομάδα ελέγχου αμέσως μετά την παρέμβαση αν και έτειναν σε καλύτερα κατά μέσο όρο μαθησιακά αποτελέσματα.

Το διδακτικό περιεχόμενο και οι δραστηριότητες όπως αυτά ήταν διαμορφωμένα μέσα από το παιχνίδι, οι διαπροσωπικές διεργασίες και σχέσεις που αναπτύχθηκαν μεταξύ των μαθητών κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού και το ευχάριστο κλίμα μέσα στην τάξη ενδέχεται να επέδρασαν με τέτοιο τρόπο ώστε να καταγράψουμε μια θετική τάση υπέρ αυτής της μορφής προσέγγισης. Από την άλλη πλευρά ο τρόπος που μαθαίνουν οι μαθητές, δηλαδή κάποιοι φτάνουν ευκολότερα στη μάθηση μέσω παιχνιδιού ενώ άλλοι όχι, κάποιοι προτιμούν να εργάζονται σε ομάδες ενώ άλλοι ατομικά (Hogle 1996), αλλά και το γεγονός ότι οι μαθητές, τουλάχιστον στον ελληνικό χώρο, είναι συνηθισμένοι περισσότερο στον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας, μπορεί να επέδρασε με τέτοιο τρόπο ώστε να μη σημειωθεί στατιστικά σημαντική απόκλιση στις επιδόσεις των μαθητών της πειραματικής ομάδας σε σχέση με την ομάδα ελέγχου. Από την άλλη ο αριθμός των μαθητών

του δείγματος ήταν μικρός, πράγμα που επίσης ίσως έπαιξε ρόλο στα αποτελέσματά μας και ίσως μας περιορίζει να δεχτούμε κυρίως τα ευρήματα περιγραφικής στατιστικής ώστε να διευρύνουμε το δείγμα μας μελλοντικά ώστε με μεγαλύτερη βεβαιότητα να καταλήξουμε και σε συμπεράσματα ύστερα από στατιστικό έλεγχο σημαντικότητας.

Εν κατακλείδι, σύμφωνα με τον Telner et al. (2010) «η εμπλοκή σε αυτή τη μορφή μάθησης, καθιστά τα παιχνίδια μια πολλά υποσχόμενη μορφή εκπαίδευσης στη διδασκαλία της Βιολογίας» θα μπορούσαμε μελλοντικά να επενδύσουμε σε αυτά και να επανεξετάσουμε τα μαθησιακά αποτελέσματα που αποφέρουν.

Βιβλιογραφία

- Αγγελίδου, Μ. (2011). Η χρήση των εκπαιδευτικών παιχνιδιών στη διδασκαλία, τη μάθηση και την κατάρτιση, η άποψη των εκπαιδευτικών.
- Αθανασίου, Κ. (2015). Διδακτική των Φυσικών Επιστημών-Εποικοδομητισμός
- Γουργιώτου, Ε. (2009). Παιχνίδι και μάθηση: Αδιαχώριστες έννοιες στην προσχολική πρακτική. *Δελτίο, τ, 42*, 3-7. 898
- Μαυρικάκη, Ε., Γκούβρα, Μ., & Καμπούρη, Α. (2007). Βιολογία Γ' Γυμνασίου. *ΟΕΔΒ Αθήνα*.
- Ονησιφόρου, Μ. (2014). *Ψηφιακά παιχνίδια στην εκπαίδευση: αύξηση κινήτρων και μάθηση* (Bachelor's thesis, Τμήμα Επικοινωνίας και Σπουδών Διαδικτύου, Σχολή Επικοινωνίας και Μέσων Ενημέρωσης, Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου).
- Παπάζογλου, Μ. (2016). *Η αξιοποίηση του επιτραπέζιου παιχνιδιού στη διδασκαλία εννοιών της φυσικής στο δημοτικό σχολείο: διερευνώντας τις επιδράσεις στην επίδοση και στα κίνητρα* (Master's thesis).
- Στασινάκης, Π., (2016) Οι ιδιαιτερότητες της Βιολογίας ως πρόκληση για τη χρήση των ΤΠΕ στη Διδακτική της Βιολογίας
- Τεντολούρη, Α. Μ. (2015). *Χαρακτηρισμός Σοβαρών Παιχνιδιών με εκπαιδευτικά μεταδεδομένα* (Master's thesis, Πανεπιστήμιο Πειραιώς).
- Abt, C. (1970). *Serious games*. New York: The Viking Press.
- Annetta, L. A., Minogue, J., Holmes, S. Y., & Cheng, M. T. (2009). Investigating the impact of video games on high school students' engagement and learning about genetics. *Computers & Education, 53*(1), 74-85.
- Cheng, M. T., Chen, J. H., Chu, S. J., & Chen, S. Y. (2015). The use of serious games in science education: a review of selected empirical research from 2002 to 2013. *Journal of Computers in Education, 2*(3), 353-375.
- Elliott, S.N. et al (2008). Εκπαιδευτική ψυχολογία: αποτελεσματική διδασκαλία, αποτελεσματική μάθηση. Εκδόσεις Gutenberg
- Hays, R. T. (2005). *The effectiveness of instructional games: A literature review and discussion* (No. NAWCTSD-TR-2005-004). Naval Air Warfare Center Training Systems Div Orlando FL.
- Hogle, J. G. (1996). Considering games as cognitive tools: In search of effective" edutainment.". ERIC Clearinghouse.
- Hwang, G. J., Sung, H. Y., Hung, C. M., Yang, L. H., & Huang, I. (2013). A knowledge engineering approach to developing educational computer games for improving students' differentiating knowledge. *British journal of educational technology, 44*(2), 183-196..
- Li, M. C., & Tsai, C. C. (2013). Game-based learning in science education: A review of relevant research. *Journal of Science Education and Technology, 22*(6), 877-
- Pavlidis, G. P., & Markantonatou, S. (2018). Playful education and innovative gamified learning approaches. In *Handbook of Research on Educational Design and Cloud Computing in Modern Classroom Settings* (pp. 321-341). IGI Global.
- Rastegarpour, H., & Marashi, P. (2012). The effect of card games and computer games on learning of chemistry concepts. *Procedia-Social and Behavioral Sciences, 31*, 597-601.
- Sadler, T. D., Romine, W. L., & Stuart, P. E. (2013). Game-Based Curricula in Biology Classes:

Multi-Level Assessment of Science Learning.

- Spiegel, C. N., Alves, G. G., Cardona, T. D. S., Melim, L. M., Luz, M. R., Araújo-Jorge, T. C., & Henriques-Pons, A. (2008). Discovering the cell: an educational game about cell and molecular biology. *Journal of Biological Education*, 43(1), 27-36.
- Sung, H. Y., & Hwang, G. J. (2013). A collaborative game-based learning approach to improving students' learning performance in science courses. *Computers & education*, 63, 43-51.
- Telner, D., Bujas-Bobanovic, M., Chan, D., Chester, B., Marlow, B., Meuser, J., ... & Harvey, B. (2010). Game-based versus traditional case-based learning: comparing effectiveness in stroke continuing medical education. *Canadian Family Physician*, 56(9), e345-e351

Γνώσεις μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για την ανθεκτικότητα των βακτηρίων στα αντιβιοτικά

Μαρία-Ιωάννα ΣΤΑΦΥΛΑΚΗ¹, Ευαγγελία ΜΑΥΡΙΚΑΚΗ²,

¹Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, φοιτήτρια ΔΠΜΣ «Διδακτική της Βιολογίας»,
mariannaki.st9@gmail.com

²Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αναπλ. Καθηγήτρια Βιολογίας και Αγωγής Υγείας,
ΠΤΔΕ, emavrikaki@primedu.uoa.gr

Περίληψη

Τα τελευταία 70 χρόνια η ανακάλυψη των αντιβιοτικών έδωσε στους ανθρώπους τα απαραίτητα όπλα για την θεραπεία και εξάλειψη ασθενειών και έχει σώσει αμέτρητες ζωές. Ωστόσο, τα βακτήρια είναι ικανά να παρουσιάσουν μηχανισμούς ανθεκτικότητας στα αντιβιοτικά δημιουργώντας την ανάγκη για συνεχή ανακάλυψη νέων αντιβιοτικών. Η κατάχρηση των αντιβιοτικών δημιούργησε τις κατάλληλες επιλεκτικές πιέσεις ώστε τα βακτήρια που φέρουν μηχανισμούς ανθεκτικότητας να εξαπλωθούν σε τέτοιο βαθμό όπου πλέον μπαίνουν σε κίνδυνο τα επιτεύγματα της σύγχρονης ιατρικής και χιλιάδες ζωές χάνονται ετησίως λόγω μη επίδρασης των αντιβιοτικών στα ανθεκτικά αυτά στελέχη. Σε αυτό το μείζον πρόβλημα της δημόσιας υγείας, καίριας σημασίας είναι ο ρόλος της εκπαίδευσης και η καλλιέργεια του επιστημονικού εγγραμματισμού. Ειδικά για το φαινόμενο της ανθεκτικότητας στα αντιβιοτικά κρίνεται απαραίτητη η καλλιέργεια του βιολογικού εγγραμματισμού και η σύνδεση του φαινομένου με τη Θεωρία της Εξέλιξης ώστε να μπορεί να κατανοηθεί και να διαμορφωθούν δια βίου συμπεριφορές που να προωθούν τη συνετή χρήση των αντιβιοτικών και την αποφυγή πρακτικών που το επιδεινώνουν. Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η αποτύπωση των γνώσεων πάνω στα αντιβιοτικά και την ανθεκτικότητα των βακτηρίων στα αντιβιοτικά, καθώς και των συμπεριφορών ως προς τη χρήση των αντιβιοτικών και την αντίληψη των συμπεριφορών αυτών σε σχέση με το φαινόμενο της ανθεκτικότητας. Τα ευρήματα της παρούσας εργασίας ενισχύουν την ανάγκη για την καλλιέργεια του επιστημονικού εγγραμματισμού κατά τα σχολικά έτη φοίτησης, ώστε οι μελλοντικές γενιές να αποτελούνται από επιστημονικά εγγράμματος, κριτικά σκεπτόμενους πολίτες και ευαισθητοποιημένους ανθρώπους.

Λέξεις-κλειδιά

Αντιβιοτικά, Ανθεκτικότητα, Βακτήρια, Γνώσεις, Μαθητές

Εισαγωγή

Για χιλιετίες οι άνθρωποι ήταν έρμαια διαφόρων λοιμώξεων, οι οποίες συχνά έφταναν τα επίπεδα επιδημίας και κόστιζαν τη ζωή εκατομμυρίων ανθρώπων (Mohr, 2016). Τα τελευταία 70 χρόνια τέθηκαν τα πρώτα ορόσημα στην ιστορία της έρευνας για τα αντιβιοτικά, τα οποία έχουν σώσει αμέτρητες ζωές και έχουν συμβάλει σημαντικά στον έλεγχο μολυσματικών ασθενειών (Aminov2010).

Τα αντιβιοτικά είναι από τα πιο επιτυχημένα φάρμακα που έχουν αναπτυχθεί. Όμως, σε μικρό χρονικό διάστημα μετά την ανακάλυψή τους έγινε εμφανές ότι τα βακτήρια είναι ικανά να παρουσιάσουν ανθεκτικότητα σε αυτά (Antonovics2016). Η εκτεταμένη και ανορθολογική χρήση των αντιμικροβιακών φαρμάκων έχει οδηγήσει στην ταχύτατη εμφάνιση στελεχών νοσογόνων μικροοργανισμών με εξειδικευμένη αντιβιοτική ανθεκτικότητα (Madigan, Martinko, & Parker2003) ως αποτέλεσμα της ισχυρής επιλεκτικής πίεσης από την χρήση των αντιβιοτικών (Antonovics2016). Η εμφάνιση και ταχεία διάδοση ολοένα και περισσότερων ανθεκτικών παθογόνων αποτελεί πρωτοφανές πρόβλημα της δημόσιας υγείας (Bengtsson-Palme, Kristiansson, & Larsson2018; Durand, Raoult, & Dubourg2019; Livermore2009; Naeem, et al.2016; WHO 2014).

Η δραματική αύξηση της ανθεκτικότητας των παθογόνων βακτηρίων στα αντιβιοτικά που

παρατηρούνται σε νοσοκομειακά περιβάλλοντα παγκοσμίως έχει οδηγήσει σε περισσότερες επιπλοκές στη θεραπεία των ενδονοσοκομειακών λοιμώξεων, στην αποτυχία της θεραπείας και την αύξηση των θανάτων (Kritsotakisetal. 2017).

Στην Ευρώπη η Ελλάδα κατέχει την πρώτη θέση στην κατανάλωση αντιβιοτικών (ECDC2017) που οφείλεται κυρίως στην ακατάλληλη συνταγογράφηση (Plachourasetal.2010) και στην αυτοθεραπεία των ασθενών, η οποία συνοψίζεται στην απόκτηση αντιβιοτικών χωρίς ιατρική συνταγή, στη χρήση αντιβιοτικών από προηγούμενους κύκλους θεραπείας και στην διακοπή της αγωγής με την υποχώρηση των συμπτωμάτων (Grigoryanetal. 2008). Επακόλουθο της κατάχρησης των αντιβιοτικών είναι η Ελλάδα να κατέχει και την πρώτη θέση σε μεγάλο αριθμό πολυανθεκτικών παθογόνων βακτηρίων (European Centre for Disease Prevention and Control 2018).

Σε ένα τέτοιο μείζον ζήτημα της δημόσιας υγείας, έμφαση πρέπει να δοθεί στον ρόλο της επιστημονικής εκπαίδευσης και της καλλιέργειας του επιστημονικού εγγραμματισμού, μέσω της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών (Osborne, Erduran, &Simon2004). Στη σύγχρονη κοινωνία παρατηρείται η ανάγκη εκπαίδευσης τόσο των πολιτών που θα ασχοληθούν σε επαγγελματικό επίπεδο με ζητήματα επιστήμης, όσο και αυτών που θα χρησιμοποιήσουν την επιστημονική μεθοδολογία και γνώση τους στην καθημερινή ζωή (Archer-Bradshaw2017). Συνεπώς, κρίνεται σκόπιμο ο επιστημονικός εγγραμματισμός να οικοδομείται κατά τη διάρκεια των σχολικών χρόνων, με τη φύση και τη δυσκολία της επιστήμης να μεταβάλλονται σε κάθε βαθμίδα της εκπαίδευσης, καθιστώντας τη περιπλοκότερη με το πέρασμα των χρόνων (Jones, Wheeler, &Centurino2013). Ειδικότερα, για να αντιμετωπιστεί το ζήτημα της ανθεκτικότητας και να εκπαιδευτούν οι μαθητές/τριες πάνω στην ανθεκτικότητα των αντιβιοτικών, απαιτείται η γνώση και η κατανόηση της Θεωρίας της Εξέλιξης των Ειδών μέσω φυσικής επιλογής, ώστε να γίνει η απαραίτητη εννοιολογική σύνδεση μεταξύ εξελικτικής βιολογίας και της βιολογίας των λοιμωδών νόσων και συγκεκριμένα ποια η σχέση της αλόγιστης χρήσης αντιβιοτικών και του φαινομένου της ανθεκτικότητας (Antonovics2016; Peeletal.2019).

Σκοπός της παρούσας ερευνητικής εργασίας ήταν να αποτυπωθούν οι γνώσεις και οι συμπεριφορές σε σχέση με τα αντιβιοτικά φάρμακα και η κατανόηση ως προς το φαινόμενο της ανθεκτικότητας στα αντιβιοτικά από τους νέους και τις νέες που μόλις έχουν ολοκληρώσει τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση καθώς θα αποτελέσουν τις μελλοντικές γενιές επιστημόνων και ασθενών, που θα αποφασίζουν για τη συνταγογράφηση και τη λήψη αντιβιοτικών αντίστοιχα. Επίσης να αποτυπωθούν και οι γνώσεις που υπάρχουν από φοιτητές που οι γνώσεις Βιολογίας που κατέχουν είναι όσες απέκτησαν κατά την Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση και ήδη κάνουν χρήση αντιβιοτικών με δική τους πρωτοβουλία. Η παρούσα μελέτη είναι μια προσπάθεια επεξήγησης των λόγων που η Ελλάδα είναι ανάμεσα στις πρώτες χώρες στην Ευρώπη στην ανθεκτικότητα που παρουσιάζουν τα βακτήρια στα αντιβιοτικά.

Η μέθοδος που ακολουθήθηκε ήταν ποσοτικού χαρακτήρα. Η συλλογή στοιχείων για την παρούσα έρευνα έγινε τους μήνες Σεπτέμβριο και Οκτώβριο του 2019 σε πρωτοετείς και μεγαλύτερους φοιτητές/τριες των Πανεπιστημίων της Αττικής. Ακολουθήθηκαν όλοι οι κανόνες δεοντολογίας, με αρχική ενημέρωση των συμμετεχόντων για το σκοπό και την χρησιμότητα της μελέτης. Επίσης το ερωτηματολόγιο ήταν ανώνυμο για την τήρηση των προσωπικών δεδομένων και του ιατρικού απορρήτου, ενέργειες που αποσκοπούσαν στην εγκυρότητα και αξιοπιστία της έρευνας (Αθανασίου 2007). Το μεθοδολογικό εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε ήταν το ερωτηματολόγιο, το οποίο περιελάμβανε μια σειρά δομημένων ερωτήσεων, στις οποίες οι ερωτηθέντες έπρεπε να επιλέξουν απαντήσεις σε ερωτήσεις και να εκφραστούν γραπτώς με μία συγκεκριμένη σειρά (Παρασκευόπουλος 1999).

Η διανομή των ερωτηματολογίων έγινε μέσα από ομάδες γνωστού μέσου κοινωνικής δικτύωσης, που εκπροσωπούν διαφορετικές σχολές των Πανεπιστημίων της Αττικής (π.χ. Οικονομικό

Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Φιλολογίας Ε.Κ.Π.Α., Τμήμα Βιολογίας Ε.Κ.Π.Α., Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο κ.α.), καθώς και από αντίστοιχα διαδικτυακά fora Πανεπιστημιακών Σχολών και προετοιμασίας Πανελληνίων. Αυτή η επιλογή έγινε γιατί ήταν λιγότερο χρονοβόρα και περισσότερο φιλική προς το περιβάλλον, καθώς δεν χρειάστηκε να υπάρχει σε έντυπη μορφή ο μεγάλος αριθμός των ερωτηματολογίων που απαιτήθηκε. Στο μήνυμα που συνόδευε το ερωτηματολόγιο διευκρινίστηκε ότι το ερωτηματολόγιο αφορά τους/τις πρωτοετείς φοιτητές/τριες του ακαδημαϊκού έτους 2019-2020, δηλαδή που μόλις αποφοίτησαν από τη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση και όσους/ες φοιτητές/τριες δεν έχουν παρακολουθήσει μαθήματα Βιολογίας στο Πανεπιστήμιο. Σκοπός αυτής της επιλογής ήταν να εξασφαλίσουμε ότι όσες απαντήσεις δόθηκαν στο ερωτηματολόγιο ήταν με γνώσεις Βιολογίας της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Το ερωτηματολόγιο απαντήθηκε από 202 πρωτοετείς και μεγαλύτερους φοιτητές/τριες Πανεπιστημίων της Αττικής, ηλικίας από 17 έως 40 ετών.

Το εργαλείο δειγματοληψίας της έρευνας που χρησιμοποιήθηκε ήταν το ερωτηματολόγιο από τη διδακτορική διατριβή της Αριάδνης Κωνσταντοπούλου με τίτλο «Συστηματική μελέτη και διερεύνηση της χρήσης και κατάχρησης των αντιβιοτικών σκευασμάτων στη δημόσια υγεία» (Κωνσταντοπούλου, 2016), με κάποιες προσθήκες και τροποποιήσεις ώστε να ταιριάζει στον σκοπό και στο δείγμα της παρούσας έρευνας.

Το ερωτηματολόγιο ήταν ανώνυμο, σύμφωνα με τις νέες νομικές διατάξεις για την προστασία των προσωπικών δεδομένων και συνολικά αποτελείτο από 21 ερωτήσεις. Για τη δημιουργία του χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Φόρμες του Google. Οι τρεις πρώτες ερωτήσεις αποτελούν ερωτήσεις ταυτότητας (ηλικία, φύλο, εθνικότητα). Η τέταρτη είναι ερώτηση για την ομάδα προσανατολισμού την οποία ολοκλήρωσαν οι ερωτηθέντες κατά τη Δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Οι υπόλοιπες 17 ερωτήσεις είχαν σα σκοπό να διερευνήσουν τις γνώσεις και την συμπεριφορά στη χρήση των αντιβιοτικών καθώς και την κατανόηση των ερωτηθέντων ως προς το φαινόμενο της ανθεκτικότητας στα αντιβιοτικά. Κάθε ερώτηση που αφορά τη χρήση των αντιβιοτικών, ακολουθείται από μια ερώτηση κατανόησης της χρήσης ως προς το φαινόμενο της ανθεκτικότητας. Το είδος των ερωτήσεων ήταν πολλαπλής επιλογής, με μόνο την πρώτη και την τελευταία ερώτηση να είναι σύντομης απάντησης.

Μετά τη συγκέντρωση των συμπληρωμένων ερωτηματολογίων ακολούθησε η καταγραφή των απαντήσεων στο πρόγραμμα Excel του MicrosoftOffice. Λόγω του μικρού μεγέθους του δείγματος χρησιμοποιήθηκε περιγραφική στατιστική για την ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Όλες οι απαντήσεις στις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου μετατράπηκαν σε εκατοστιαία ποσοστά και χρησιμοποιήθηκαν κατάλληλα γραφήματα για το είδος της στατιστικής ανάλυσης (πίτες, στήλες, ραβδογράμματα).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας ερευνητικής εργασίας το 95% των Ελλήνων πρώην μαθητών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης και μελλοντικών φοιτητών Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης και των φοιτητών/τριων που δεν έχουν γνώσεις Βιολογίας πέραν της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης που έλαβαν μέρος στην παρούσα μελέτη ισχυρίζεται ότι γνωρίζει τι είναι τα αντιβιοτικά και έχει κάνει χρήση τους. Ωστόσο η πραγματική γνώση ως προς το ότι ο βιολογικός στόχος των αντιβιοτικών είναι τα βακτήρια περιορίζεται στο 53,4% ενώ σε ποσοστό 21% οι Έλληνες απόφοιτοι και φοιτητές πιστεύουν πως τα αντιβιοτικά καταπολεμούν τόσο βακτήρια όσο και ιούς και το 16% των ερωτηθέντων πιστεύει πως τα αντιβιοτικά καταπολεμούν μόνο ιούς.

Αν και οι Έλληνες απόφοιτοι Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης και φοιτητές Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης ισχυρίζονται ότι γνωρίζουν τι είναι η ανθεκτικότητα των μικροοργανισμών στα αντιβιοτικά σε ποσοστό 82,7%, παρ' όλ' αυτά επιδεικνύουν τις συμπεριφορές που οδηγούν στην εμφάνιση και εξάπλωση της ανθεκτικότητας:

- Από τις αιτίες λήψης αντιβιοτικών μόνο το 26% πήρε αντιβιοτικά για ορθή αιτιολογία (λοίμωξη του ουροποιητικού, ύστερα από εγχείρηση, αμυγδαλίτιδα κ.α), ενώ πρώτη αιτία σε ποσοστό 39% ήταν η λοίμωξη του αναπνευστικού, η οποία συνήθως είναι ιογενούς αιτιολογίας και τρίτη αιτία ο πυρετός, για τον οποίο πρέπει να λαμβάνονται αντιπυρετικά.
- Στην περίπτωση του απλού κρυολογήματος οι Έλληνες απόφοιτοι και φοιτητές παίρνουν αντιβιοτικά σε ποσοστά 26% με συνταγή γιατρού και σε ποσοστό 9% χωρίς συνταγή και με προτροπή γονέα, ενώ το 58% δεν παίρνει αντιβιοτικά για αυτά τα συμπτώματα. Από τους ερωτηθέντες που λάμβαναν αντιβιοτικά για το απλό κρυολόγημα, το 84% αντιλαμβάνονταν ότι η πράξη αυτή επηρεάζει την εμφάνιση ανθεκτικότητας.
- Αν και το 52% των Ελλήνων αποφοίτων Δευτεροβάθμιας και φοιτητών Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης που απάντησαν στο ερωτηματολόγιο δεν έχει πάρει ποτέ αντιβιοτικά χωρίς συνταγή, το υπόλοιπο 48% έχει πάρει έστω και σπάνια. Από το 48% που έχει λάβει αντιβιοτικό χωρίς συνταγή (αυτοθεραπεία), το 75,6% αναγνωρίζει ότι η πράξη αυτή συμβάλλει στην ανθεκτικότητα στα αντιβιοτικά.
- Ως προς τη διακοπή της προτεινόμενης διάρκειας θεραπείας με την υποχώρηση των συμπτωμάτων, οι Έλληνες απόφοιτοι Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης και φοιτητές Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης που πήραν μέρος απάντησαν σε ποσοστό 43% πως έχουν έστω και σπάνια διακόψει τη θεραπεία. Από τους Έλληνες ερωτηθέντες που διακόπτουν την θεραπεία πριν την ολοκλήρωση της, το 59,8% αντιλαμβάνονταν ότι η πράξη αυτή επηρεάζει την ανθεκτικότητα στα αντιβιοτικά.
- Μια πτυχή σχετικά άγνωστη στους Έλληνες απόφοιτους και φοιτητές ήταν η διαχείριση των αχρησιμοποίητων/εκπνευσμένων αντιβιοτικών, οι οποίοι σε ποσοστό 61% τα απορρίπτουν στα σκουπίδια και μόνο το 23% τα επιστρέφει στο φαρμακείο, ενώ υπάρχει και ένα 3% που τα χρησιμοποιεί και μετά τη λήξη τους. Στο σύνολο των ερωτηθέντων, το 41,1% δεν γνωρίζει ότι ο τρόπος διαχείρισης των αντιβιοτικών επηρεάζει την ανθεκτικότητα στα αντιβιοτικά και μόνο το 31,1% πιστεύει πως έχει σημασία η διαχείριση.

Στο σύνολο των ερωτηθέντων το 75,2% είχε γνώση ότι το φαινόμενο της ανθεκτικότητας των μικροοργανισμών στα αντιβιοτικά αποτελεί πρόβλημα της δημόσιας υγείας.

Επίσης το 82,2% των Ελλήνων αποφοίτων και φοιτητών που απάντησαν στο ερωτηματολόγιο ενημερώνεται για θέματα υγείας. Από τους ερωτηθέντες που ενημερώνονται, πρώτη επιλογή ενημέρωσης με ποσοστό 64% ήταν το διαδίκτυο και τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, στη δεύτερη θέση με ποσοστό 21% τα επιστημονικά άρθρα και βιβλία και ακολουθεί με 9% το σπίτι και οι συγγενείς, με μόλις το 2% να ενημερώνεται από το σχολείο. Εφαρμόζοντας έναν διαχωρισμό μεταξύ όσων γνώριζαν ορθά τον ορισμό του αντιβιοτικού και όσων τον γνώριζαν λανθασμένα, βρέθηκε ότι και οι δύο ομάδες ενημερώνονται στον ίδιο βαθμό από τις ίδιες πηγές, πρώτον από το διαδίκτυο, δεύτερον από επιστημονικά άρθρα και τρίτον από το σπίτι τους, ένδειξη ότι υπάρχει αδυναμία στην κατανόηση των πληροφοριών που λαμβάνουν και την κριτική σκέψη, σημάδια έλλειψης επιστημονικού εγγραμματισμού.

Τέλος, οι Έλληνες απόφοιτοι και φοιτητές που έλαβαν μέρος γνώριζαν σε ποσοστό 40,1% ότι η θεωρία που διέπει το φαινόμενο της ανθεκτικότητας ήταν η Θεωρία της Εξέλιξης και σε ποσοστό 41,1% δεν γνώριζαν καθόλου.

Ως προς τις γνώσεις σχετικά με τα αντιβιοτικά και τη χρήση τους, εμφάνισαν υψηλότερα ποσοστά οι ερωτηθέντες της ομάδας προσανατολισμού Θετικών Επιστημών και μετά ακολουθούν της ομάδας Ανθρωπιστικών Σπουδών και Οικονομίας & Πληροφορικής. Ως προς την κατανόηση των συμπεριφορών που επηρεάζουν την ανθεκτικότητα των μικροοργανισμών στα αντιβιοτικά, είχαν τα υψηλότερα ποσοστά οι ερωτηθέντες της ομάδας προσανατολισμού Θετικών Επιστημών και ύστερα βρίσκονταν οι ερωτηθέντες της ομάδας Σπουδών Οικονομίας & Πληροφορικής και μετά των Ανθρωπιστικών Σπουδών.

Τα ευρήματα της παρούσας ερευνητικής εργασίας, αν και δεν μπορούν να γενικευτούν λόγω του

μεγέθους του δείγματος, μπορούν ωστόσο να δημιουργήσουν μια πρωταρχική εικόνα ως προς τις κύριες αιτίες που φέρνουν την Ελλάδα στην 1^η θέση Ευρωπαϊκά στην κατανάλωση αντιβιοτικών και την εμφάνιση και εξάπλωση της ανθεκτικότητας των βακτηρίων στα αντιβιοτικά.

Αν αναλογιστούμε ότι η πιο εύπλαστη ομάδα σε μια κοινότητα είναι οι μαθητές και μελλοντικοί απόφοιτοι Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης (Kotwani, Wattal, Joshi, & Holloway, 2016), καθώς τα εφηβικά χρόνια είναι μια βασική περίοδος για την ανάπτυξη των συμπεριφορών και τη δια βίου μάθηση σε ζητήματα υγείας και λήψης αποφάσεων πάνω σε αυτά (Hawkingetal., 2017), κατανοούμε τη μεγάλη σημασία που έχουν τα έτη σχολικής φοίτησης στο χτίσιμο επιστημονικά εγγράμματων, κριτικά σκεπτόμενων πολιτών και ευαισθητοποιημένων ανθρώπων.

Βιβλιογραφία

- Αθανασίου, Κ. (2007). Αγωγή υγείας. Εκδόσεις Γρηγόρη.
- Κωνσταντοπούλου, Α. (2016). *Συστηματική μελέτη και διερεύνηση της χρήσης και κατάχρησης των αντιβιοτικών σκευασμάτων στη δημόσια υγεία* (Doctoral dissertation).
- Παρασκευόπουλος Ι. (1999). Ερωτηματολόγιο διαπροσωπικής και ενδοπροσωπικής προσαρμογής. ΕλληνικάΓράμματα.
- Aminov, R. I. (2010). A brief history of the antibiotic era: Lessons learned and challenges for the future. *Frontiers in Microbiology*, 1(DEC), 1–7. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2010.00134>
- Antonovics, J. (2016). The Value of Concept: Lessons from the Evolution of Antibiotic Resistance. *Global Policy*. <https://doi.org/10.1111/17585899.12278>
- Archer-Bradshaw, R. E. (2017). Teaching for Scientific Literacy? An Examination of Instructional Practices in Secondary Schools in Barbados. *Research in Science Education*. <https://doi.org/10.1007/s11165-015-9490-x>
- Bengtsson-Palme, J., Kristiansson, E., & Larsson, D. G. J. (2018). Environmental factors influencing the development and spread of antibiotic resistance. *FEMS Microbiology Reviews*, 42(1), 68–80. <https://doi.org/10.1093/femsre/fux053>
- Durand, G. A., Raoult, D., & Dubourg, G. (2019). Antibiotic discovery: history, methods and perspectives. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 53(4), 371–382. <https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2018.11.01>
- ECDC. (2017). Antibiotic consumption in Europe. In ECDC.
- European Centre for Disease Prevention and Control. (2018). Surveillance of antimicrobial resistance in Europe Annual report of the European Antimicrobial Resistance Surveillance Network (EARS-Net) 2017. In ECDC: *Surveillance Report*. <https://doi.org/10.2900/230516>
- Grigoryan, L., Burgerhof, J. G. M., Degener, J. E., Deschepper, R., Lundborg, C. S., Monnet, D. L., ... Haaijer-Ruskamp, F. M. (2008). Determinants of self-medication with antibiotics in Europe: The impact of beliefs, country wealth and the healthcare system. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*. <https://doi.org/10.1093/jac/dkn054>
- Hawking, M. K. D., Lecky, D. M., Touboul Lundgren, P., Aldigs, E., Abdulmajed, H., Ioannidou, E., ... McNulty, C. A. M. (2017). Attitudes and behaviours of adolescents towards antibiotics and self-care for respiratory tract infections: A qualitative study. *BMJ Open*. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2016015308>
- Jones, L. R., Wheeler, G., & Centurino, V. a. S. (2013). TIMSS 2011 science framework. *TIMSS 2015 Assessment Frameworks*.
- Kotwani, A., Wattal, C., Joshi, P. C., & Holloway, K. (2016). Knowledge and perceptions on antibiotic use and resistance among high school students and teachers in New Delhi, India: A qualitative study. *Indian Journal of Pharmacology*. <https://doi.org/10.4103/0253-7613.186208>
- Kritsotakis, E. I., Kontopidou, F., Astrinaki, E., Roumbelaki, M., Ioannidou, E., & Gikas, A. (2017). Prevalence, incidence burden, and clinical impact of healthcare-associated infections and antimicrobial resistance: A national prevalent cohort study in acute care hospitals in Greece. *Infection and Drug Resistance*. <https://doi.org/10.2147/IDR.S147459>

- Livermore, D. M. (2009). Has the era of untreatable infections arrived? *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 64(SUPPL.1), 29–36. <https://doi.org/10.1093/jac/dkp255>
- Madigan, M. T., Martinko, J. M., & Parker, J. (2003). Brock Biology of Microorganisms, 10th edn. In *International Microbiology*. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4832-3136-5.50010-3>
- Naeem, A., Badshah, S. L., Muska, M., Ahmad, N., & Khan, K. (2016). The current case of quinolones: Synthetic approaches and antibacterial activity. *Molecules*, 21(4). <https://doi.org/10.3390/molecules21040268>
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*. <https://doi.org/10.1002/tea.20035>
- Peel, A., Zangori, L., Friedrichsen, P., Hayes, E., & Sadler, T. (2019). Students' model-based explanations about natural selection and antibiotic resistance through socio-scientific issues-based learning. *International Journal of Science Education*. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1564084>
- Plachouras, D., Kavatha, D., Antoniadou, A., Giannitsioti, E., Poulakou, G., Kanellakopoulou, K., & Giamarellou, H. (2010). Dispensing of antibiotics without prescription in Greece, 2008: Another link in the antibiotic resistance chain. *Eurosurveillance*.
- WHO. (2014). Antimicrobial Resistance Fact sheet. *WHO, Antimicrobial Resistance*.

Εργαστηριακό Εκπαιδευτικό πρόγραμμα Βιολογίας στην Εξέλιξη: Γίνε παλαιοανθρωπολόγος σε μια μέρα

Ιωάννα APBANITAKH

Υπεύθυνη Εργαστηριακού Κέντρου Ζακύνθου (ΕΚΦΕ), iarvanitak@sch.gr

Περίληψη

Το Εργαστηριακό Εκπαιδευτικό πρόγραμμα “Γίνε παλαιοανθρωπολόγος σε μια μέρα” είναι ουσιαστικά μια εργαστηριακή άσκηση Βιολογίας με θέμα την ανθρώπινη προέλευση. Αποτελείται αρχικά από ένα θεωρητικό μέρος, όπου εισάγουμε τους μαθητές στις βασικές θεωρητικές γνώσεις για την εξέλιξη του ανθρώπινου είδους και τις έννοιες της Παλαιοανθρωπολογίας. Ακολουθεί το εργαστηριακό μέρος όπου οι μαθητές, προβαίνουν σε τρεις μετρήσεις των διαθέσιμων αντίγραφων κρανίων προγονικών ανθρώπινων μορφών, που υπάρχουν στα εργαστήρια των ΓΕΛ της χώρας, που έχουν εξοπλιστεί με προγράμματα ΕΠΕΑΕΚ. Χρησιμοποιώντας απλά όργανα όπως παχύμετρο, χάρακα και μοιρογνωμόνιο, οι μαθητές μετρούν τη θέση του ινιακού τρήματος, το βαθμό προγναθισμού και την κρανιακή χωρητικότητα. Καταγράφουν τα δεδομένα τους σε φύλλο εργασίας που τους δίδεται και συγκρίνοντας τα αποτελέσματα κατατάσσουν τα αντίγραφα των κρανίων σε χρονολογική σειρά εξέλιξης. Τέλος δίδεται ένα ερωτηματολόγιο στους μαθητές προκειμένου να αξιολογηθεί η επίτευξη των στόχων του μαθήματος.

Λέξεις- κλειδιά: Παλαιοανθρωπολογία, απολιθώματα, διποδισμός, ορθογναθισμός, εγκεφαλισμός.

Εισαγωγή

Η ιδέα για ένα Εργαστήριο βιολογίας με θέμα την ανθρώπινη προέλευση γεννήθηκε όταν έπεσε στα χέρια μου μια αντίστοιχη ξενόγλωσση εργασία των Michael Luberta και Chris Bayer που την δούλεψαν με ενδιαφερόμενους εκπαιδευτικούς στην Νέα Ορλεάνη το 2015. Οι εργαστηριακές αυτές ασκήσεις που πραγματοποιήθηκαν εκεί με μαθητές της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, στέφθηκαν με επιτυχία καθώς το ενδιαφέρον των μαθητών και εκπαιδευτικών υπήρξε πολύ μεγάλο.

Στην Ελλάδα μέχρι τώρα οι μαθητές αποφοιτούν από το Λύκειο έχοντας ελάχιστες ή και καθόλου γνώσεις σχετικά με την εξέλιξη του ανθρώπινου είδους. Έχοντας ο εκπαιδευτικός στα χέρια του το παρόν εκπαιδευτικό εργαστηριακό υλικό, θα του δοθεί η ευκαιρία να αξιοποιήσει τις σειρές κρανίων προγονικών ανθρώπινων μορφών που υπάρχουν σε όλα τα ΓΕΛ που έχουν εξοπλιστεί με προγράμματα ΕΠΕΑΕΚ. Με την θεωρητική ενημέρωση που προηγείται και τις εργαστηριακές ασκήσεις που έπονται σε αυτό το πρόγραμμα, οι μαθητές αισθάνονται σαν να τοποθετούνται στο κάθισμα του οδηγού της ανακάλυψης. Στην αρχή κατανοούν την μορφολογική ποικιλομορφία των ανθρωποειδών προγόνων μας και με την ολοκλήρωση του εργαστηρίου είναι σε θέση να αποτυπώσουν και να κατανοήσουν εμπειρικά τις μείζονες προσαρμογές της ανθρώπινης εξέλιξης. Το ερώτημα είναι διαχρονικό: « Από πού προερχόμαστε;», και οι απαντήσεις είναι πιο προσιτές από ποτέ μπροστά στα μάτια των μαθητών σας.

Χαρακτηριστικά μαθήματος

Σκοπός: Ο σκοπός αυτού του εργαστηριακού μαθήματος είναι ο μαθητής, με την βοήθεια της πειραματικής παλαιοανθρωπολογίας, να εμβαθύνει τις γνώσεις του για τα απολιθώματα της ανθρωπότητας και να ξυπνήσει το ενδιαφέρον του για το θέμα της ανθρώπινης προέλευσης.

Στόχοι: Οι μαθητές:

1. Να μάθουν ότι η Παλαιοανθρωπολογία είναι η διεπιστημονική μελέτη της ανθρώπινης εξέλιξης.
2. Να αντιληφθούν ότι ένα απολιθωμένο κρανίο προανθρώπου είναι πιο δύσκολο να βρεθεί από

ένα διαμάντι και ότι ένα αντίγραφο κρανίου είναι ένα αντίγραφο του αρχικού κρανίου.

3. Να εντοπίσουν την προέλευση των κύριων ορυκτών ευρημάτων της ανθρωπότητας και τη σημασία της Αφρικής.
4. Να κατανοήσουν την εξέλιξη και την προϊστορία της ανθρωπότητας με την μελέτη αντιγράφων κρανίων των πρώιμων βιολογικών προγόνων και συγγενών μας.
5. Να είναι σε θέση να απαντήσουν στα ερωτήματα: «από πού προερχόμαστε;» και «ποιες μέθοδοι χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία γνώσης για την ανθρώπινη εξέλιξη»
6. Να διαπιστώσουν με τη βοήθεια μετρήσεων ότι:
 - A. το ινιακό τρήμα κινείται προοδευτικά προς το κέντρο του κρανίου καθώς οδηγούμαστε προοδευτικά στην όρθια στάση.
 - B. το πρόσωπο γίνεται λιγότερο προγναθικό με την πάροδο του χρόνου, αυτό συνδέεται με τη βελτιωμένη διατροφή (λιγότερο ινώδη τροφή), που καταναλώνεται από τις προγονικές μορφές ανθρώπων.
 - C. τη μεταβολή / αύξηση της κρανιακής κοιλότητας και την εμφάνιση ενός έντονα σχηματισμένου μετωπιαίου λοβού με την πάροδο του χρόνου που υποδηλώνει την άνθηση της νοημοσύνης.
7. Να εμπεδώσουν ότι τα τρία ορόσημα στη διαδικασία της ανθρώπινης εξέλιξης είναι η όρθια στάση, η μείωση του προγναθισμού και η αύξηση του εγκεφάλου.
8. Να κατατάξουν τα αντίγραφα των κρανίων σε χρονολογική σειρά στηριζόμενοι στις μετρήσεις με εξειδικευμένα όργανα όπως παχύμετρα και μοιρογνομόνια.
9. Να συνειδητοποιήσουν ότι ο έξυπνος, κοινωνικός, ευπροσάρμοστος, ομιλητικός άνθρωπος είναι το μοναδικό είδος ανθρώπινης επιβίωσης.

Απαιτούμενα υλικά:

1. Έξι (6) αντίγραφα κρανίων προγονικών ανθρώπινων ειδών που βρίσκονται στα εξοπλισμένα από πρόγραμμα ΕΠΕΑΕΚ Γενικά Λύκεια.
2. Έξι (6) μοιρογνομόνια
3. Έξι (6) παχύμετρα
4. Δώδεκα (12) χάρακες με στερεωτικά κλιπς. Διαδικασία:
 1. Τοποθετούμε ένα αντίγραφο κρανίου, ένα παχύμετρο, ένα μοιρογνομόνιο, και δύο χάρακες με ένα κλιπ σε έξι θρανία.
 2. Διαιρούμε τους μαθητές σε έξι ομάδες και τους τοποθετούμε στα έξι θρανία.
 3. Εισάγουμε τους μαθητές στις βασικές θεωρητικές γνώσεις για την εξέλιξη του ανθρώπινου είδους και τις έννοιες της Παλαιοανθρωπολογίας και τους μοιράζουμε τα φύλλα εργασίας.
 4. Κάνουμε επίδειξη των μετρήσεων σε ένα κρανίο.
 5. Οι μαθητές μετρούν το αντίγραφο του κρανίου, καταγράφουν τα δεδομένα μέτρησης και εκτελούν τους υπολογισμούς στο φύλλο εργασίας. Κάθε μαθητής πρέπει να συμμετέχει στις μετρήσεις.
 6. Οι ομάδες περνούν εναλλάξ από όλα τα θρανία και κάθε ομάδα στο τέλος πρέπει να έχει μετρήσεις και από τα έξι αντίγραφα κρανίων.
 7. Με την ολοκλήρωση των καθορισμένων μετρήσεων, οι μαθητές μοιράζονται τα δεδομένα, τα αναλύουν και καταλήγουν σε συμπεράσματα.
 8. Συζητάμε τα ευρήματα στην τάξη και ολοκληρώνουμε κατατάσσοντας τα κρανία σύμφωνα με την πορεία της εξελικτικής διαδικασίας.
 9. Για να διαπιστωθεί σε πió βαθμό οι μαθητές οι μαθητές εμπέδωσαν την όλη διαδικασία, είναι στην διακριτική ευχέρεια του εκπαιδευτικού να δώσει ένα σύντομο τεστ στους μαθητές. Οι ερωτήσεις του τεστ θα πρέπει να σχετίζονται με τους μαθησιακούς στόχους, εστιάζοντας στις έννοιες που παρουσιάζονται στο σύντομο μάθημα που προηγείται των μετρήσεων. Με τον τρόπο αυτό μπορούμε να αξιολογήσουμε την όλη διαδικασία.

Βασικές θεωρητικές γνώσεις για την κατανόηση του μαθήματος:

Παλαιοανθρωπολογία είναι η επιστήμη που ασχολείται με τη μελέτη των απολιθωμάτων προγονικών ανθρώπινων μορφών (ανθρωποειδών).

Τα απολιθώματα είναι λείψανα (υπολείμματα) φυτικών ή ζωικών οργανισμών που έζησαν πριν από τη σημερινή γεωλογική εποχή και κλείστηκαν σε στρώματα γης (ιζήματα). Η απολίθωση πραγματοποιείται όταν εξαιτίας χημικών μεταβολών αντικαθίσταται το υλικό του φυτού ή του ζώου από ανόργανα άλατα μόριο προς μόριο και μπορεί να διαρκέσει και εκατομμύρια χρόνια. Για να απολιθωθεί ένας οργανισμός πρέπει να σκεπαστεί με ιζημα πριν προλάβει να αποσυντεθεί. Έτσι στους πρώτους ανθρώπους τα απολιθώματα ήταν ακόμα πιο σπάνια, γιατί όταν πέθαινε ένα άτομο επειδή δεν το ενταφίαζαν η απολίθωση γινόταν πιο απίθανη. Ο ενταφιασμός και η χρησιμοποίηση των σπηλιών για κατοικίες κάνει πιθανότερη την απολίθωση αφού το πτώμα δε γινόταν τροφή για τα σαρκοφάγα ζώα και ιδιαίτερα τα νεκροφάγα όπως η ύαινα, γύπες, κοράκια κ. ά. Σήμερα τα απολιθώματα χρονολογούνται με τη μέθοδο της ραδιοχρονολόγησης, υπολογίζοντας το βαθμό διάσπασης συγκεκριμένων ραδιενεργών στοιχείων που υπάρχουν σ' αυτά. Συγκρίνοντας τα χαρακτηριστικά ενός απολιθώματος με άλλα και με σύγχρονους



οργανισμούς, μπορούμε να εκτιμήσουμε την εξελικτική πορεία ενός είδους. Μέσα στο υπέδαφος της γης δεν υπάρχουν μόνο αρχαιολογικοί θησαυροί αλλά και παλαιοντολογικά ευρήματα με τεράστια επιστημονική σημασία. Τα ευρήματα αυτά συναντώνται στο θαυμαστό αρχείο της φύσης. Μέσα στο αρχείο αυτό καρτέλες είναι τα διάφορα γεωλογικά στρώματα και λέξεις τα ζωικά ή φυτικά λείψανα που είχαν διατηρηθεί σε αυτά κατά το παρελθόν σε πολύ μακρινές εποχές

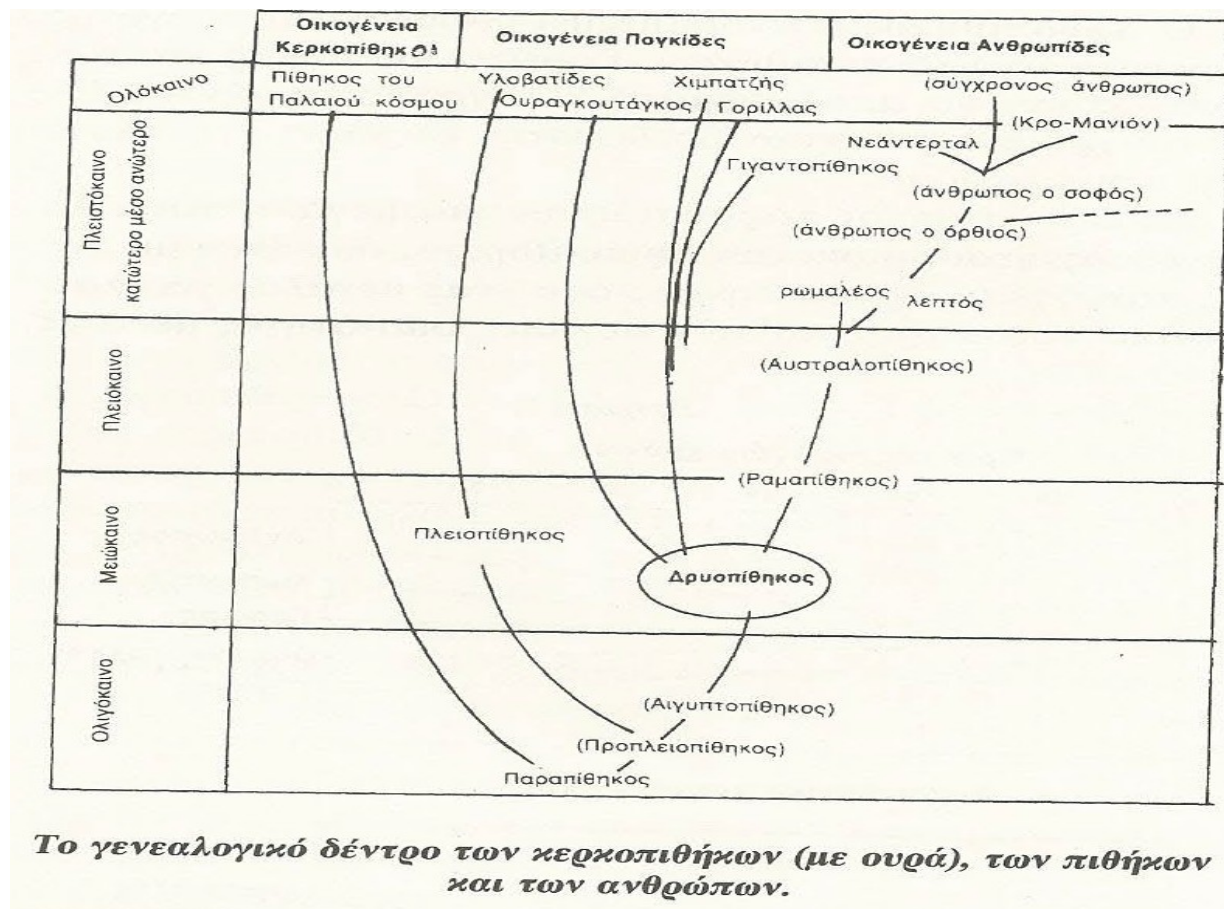


Ένα απολιθωμένο κρανίο ενός ανθρωποειδούς είναι πιο δύσκολο να βρεθεί από ένα διαμάντι. Καθώς οι περιβαλλοντικές συνθήκες υπό τις οποίες σχηματίζονται τα απολιθώματα είναι αρκετά

σπάνιες, είναι πολύ απίθανο ένας οργανισμός να αφήσει πίσω του ένα απολίθωμα.

Βασικές αρχές της εξέλιξης των ειδών και του ανθρώπου

- Κάθε οργανισμός κατάγεται από άλλον οργανισμό.
- Κανένας οργανισμός δεν κατάγεται από σύγχρονες διαφορετικές μορφές οργανισμών.
- Οι πρόγονοι των σύγχρονων οργανισμών ήταν προγενέστερες μορφές.
- Οι μεγάλες ομοιότητες μεταξύ πιθήκων και ανθρώπων μας οδηγούν στην αναζήτηση κοινών προγόνων.
- Ο Δρυοπίθηκος θεωρείται ο πιθανότερος κοινός πρόγονος ανθρώπων και ανθρωποειδών πιθήκων.
- Ο Ραμαπίθηκος είναι γραμμικός πρόγονος του ανθρώπου και είναι πιο πολύ άνθρωπος παρά πίθηκος.
- Οι Αυστραλοπίθηκοι θεωρούνται οι προάνθρωποι.



Η Ιστορία της εξέλιξης του ανθρώπου συνοπτικά

Η μελέτη των ευρημάτων, απολιθωμάτων ανθρωποειδών, κατέληξε ότι η ιστορία της ανθρώπινης εξέλιξης άρχισε πριν από 4.000.000 χρόνια στην ανατολική Αφρική, από μια ομάδα ζώων που ονομάζονται **Αυστραλοπίθηκοι**. Οι **Αυστραλοπίθηκοι** θεωρούνται οι προάνθρωποι αφού είναι πιο πολύ άνθρωποι παρά πίθηκοι. Το αρχαιότερο εύρημα Αυστραλοπιθήκου είναι ο Αυστραλοπίθηκος ο αφάριος (*Australopithecus afarensis*), η γνωστή "Λούση" ένας σκελετός μιας νεαρής 18 ετών. Το σκελετό βρήκε ο Johanson το 1974 στην έρημο της Αιθιοπίας και η ηλικία του προσδιορίστηκε από $2,8 \cdot 10^6$ έως $3,8 \cdot 10^6$ χρόνια. Η Λούση περπατούσε όρθια, είχε ύψος 1m και βάρος 22-30 Kg.

Από τους Αυστραλοπιθήκους με μακροχρόνια ποσοτική συγκέντρωση των μεταλλάξεων, με τις διεργασίες της προσαρμογής και κάτω από την πίεση της Φυσικής Επιλογής είχαμε την ποιοτική τους αλλαγή, δηλ. την προοδευτική μετατροπή (**Ανθρωπογένεση**) σε ανθρώπους.

Ο Άνθρωπος ο επιδέξιος (*Homo habilis*). Αποτελεί το πιο παλιό είδος πάνω στη γη, που τιμήθηκε με το όνομα άνθρωπος (*Homo*), ο Αδάμ. Η ηλικία του υπολογίζεται γύρω στα 2,6. 10⁶ χρόνια. Το βάρος του ήταν περίπου 45Kg και η κρανιακή χωρητικότητά του 500-850 cm³

Ο Άνθρωπος ο όρθιος (*Homo erectus*) είναι πιο εξελιγμένη μορφή ανθρώπου από τον Άνθρωπο τον επιδέξιο (*Homo habilis*) και τα αρχαιότερα δείγματά του βρέθηκαν στην Αφρική και γι' αυτό συμπεραίνουμε ότι ήταν η πρώτη κοιτίδα του. Ο Άνθρωπος ο όρθιος (*Homo erectus*) αντικατέστησε τον Άνθρωπο τον επιδέξιο (*Homo habilis*) πριν 1,6. 10⁶ χρόνια περίπου και χρειάστηκαν περισσότερα από 1. 10⁶ χρόνια για να φθάσει σ' όλες σχεδόν τις ηπείρους της γης, αφού βρέθηκαν απολιθώματά του και στην Ασία και στην Ευρώπη. Η κρανιακή (εγκεφαλική) χωρητικότητά του ποικίλει από 850- 1200 cm³, εμφανίζει έντονη επιπεδότητα του κρανίου, έντονα φευγαλέο μέτωπο, χονδρά υπερόφρυα τόξα που ενώνονται και σχηματίζουν χαρακτηριστική προεξοχή. Παχιά κρανιακά οστά και ασθενή διαμόρφωση του πιγουνιού με προγναθισμό. Το βάρος του είναι περίπου 55Kg και το ύψος του ποικίλει από 125 έως 170 cm. Ήταν επιδέξιος κατασκευαστής εργαλείων, έκανε χρήση της φωτιάς, οργάνωσε μια πρώτη μορφή κοινωνίας και ήταν παμφάγος πιο πολύ όμως φυτοφάγος παρά σαρκοφάγος..

Ο Άνθρωπος ο σοφός του Νεάντερνταλ (*Homo sapiens neanderthalensis*) εμφανίστηκε πριν 400. 10³ χρόνια, κατάγεται από τον Άνθρωπο τον όρθιο και αποτελεί υποείδος του σοφού ανθρώπου. Έχει ογκώδη κεφαλή και δυσανάλογη προς το ύψος του κορμού, μακρύ και στενό κρανίο με παχιά οστά και μεγάλη χωρητικότητα (1500-1700 cm³) μεγαλύτερη του κρανίου του σύγχρονου ανθρώπου (1400 – 1500 cm³). Έχει ανεπτυγμένα υπερόφρυα τόξα που συνδέονται με στεφάνη που προέχει προς τα εμπρός, μέτωπο σχετικά χαμηλό, ελαφρώς κυρτό προς τα πίσω απ' ότι στον άνθρωπο. Έντονος προγναθισμός και μεγάλες οφθαλμικές κόγχες. Γενικότερα τα οστά του είναι πιο κοντά, πιο ισχυρά σε σύγκριση με το σύγχρονο άνθρωπο με χοντροφτιαγμένο σκελετό. Ακόμη ο άνθρωπος του Νεάντερνταλ θάβει και λατρεύει τους νεκρούς του, πιστεύει στη μεταθανάτια ζωή, χρησιμοποιεί τη μαγεία, έχει θρησκευτικό συναίσθημα καθώς και συμπαγή και οργανωμένη οικογένεια. Έζησε παράλληλα με το σύγχρονο άνθρωπο, η σχέση τους ήταν ανταγωνιστική και εξαφανίστηκε απότομα.

Ο Άνθρωπος ο σοφός (*Homo sapiens sapiens*), θεωρείται ο άμεσος πρόγονος του σύγχρονου ανθρώπου. Οι παλαιοανθρωπολόγοι τους διακρίνουν σε δύο υποομάδες τους Πρόσαπιους και τους Σάπιους.

Γνωρίσματα Προσαπίων:

Εμφανίστηκαν την ίδια εποχή με τους πρώτους Νεάντερνταλ διαφέρουν όμως μορφολογικά σε σχέση με αυτούς και μοιάζουν περισσότερο με τους Σάπιους. Κάποια μορφολογικά στοιχεία που τους διακρίνουν από τους Νεάντερνταλ αλλά και από τους Σάπιους είναι η επιπεδωση του θόλου του κρανίου, το μεγάλο πλάτος του ινιακού και η έλλειψη υπερόφρυων τόξων.

Γνωρίσματα Σαπίων:

Τα μορφολογικά τους γνωρίσματα ελάχιστα διαφέρουν από τον σημερινό άνθρωπο. Εμφανίστηκαν 50 – 70 χιλιάδες χρόνια πριν.

Σημαντικές επισημάνσεις για την εξέλιξη του ανθρώπου _

Σήμερα η θεωρία της εξέλιξης είναι αποδεκτή από το σύνολο της επιστημονικής κοινότητας και αποτελεί τη θεωρία που έχει επηρεάσει ίσως περισσότερο από κάθε άλλη σύγχρονη επιστημονική

θεωρία το δυτικό πολιτισμό. Όμως η εικόνα για την εξέλιξη του ανθρώπου είναι ασαφής καθώς υπάρχουν κενά στο φυλογενετικό δέντρο, ενδιάμεσες μορφές οργανισμών που απουσιάζουν, ίσως γιατί έζησαν σε σύντομες περιόδους αλλαγών οπότε υπήρχε μικρή πιθανότητα να απολιθωθούν. Βεβαίως πιθανόν να υπάρχουν και απολιθώματα που δεν έχουμε ακόμη εντοπίσει. Απαιτείται λοιπόν περισσότερη έρευνα όπου φωτεινά και εργατικά μυαλά μπορούν να απαντήσουν σε αυτές τις ερωτήσεις στο μέλλον.

Εργαστηριακό μέρος

Τα τρία σημαντικά ορόσημα της ανθρώπινης εξέλιξης είναι:

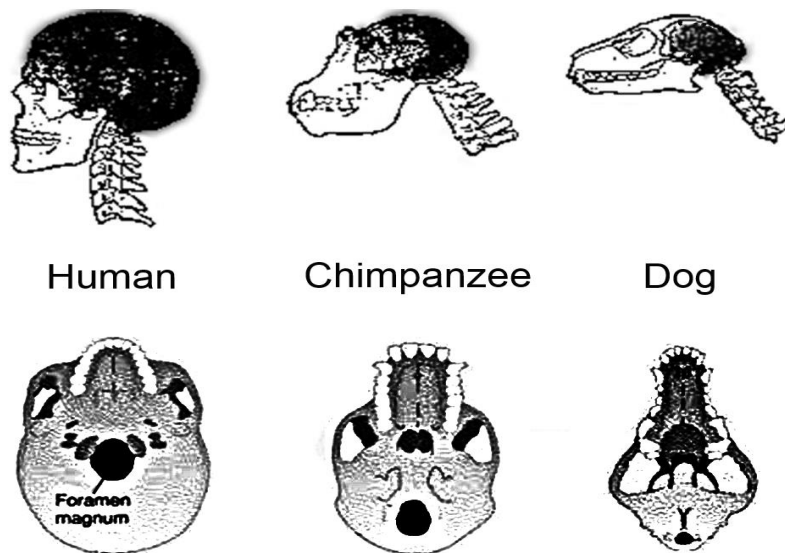
1. Ο διποδισμός δηλ. η βάδιση στα δύο πόδια
2. Ο ορθογναθισμός δηλ. μια λιγότερο προεξέχουσα σιαγόνα που έχει ως αποτέλεσμα ένα πιο κάθετο πρόσωπο.
3. Η αυξανόμενη κρανιακή χωρητικότητα (εγκεφαλισμός)

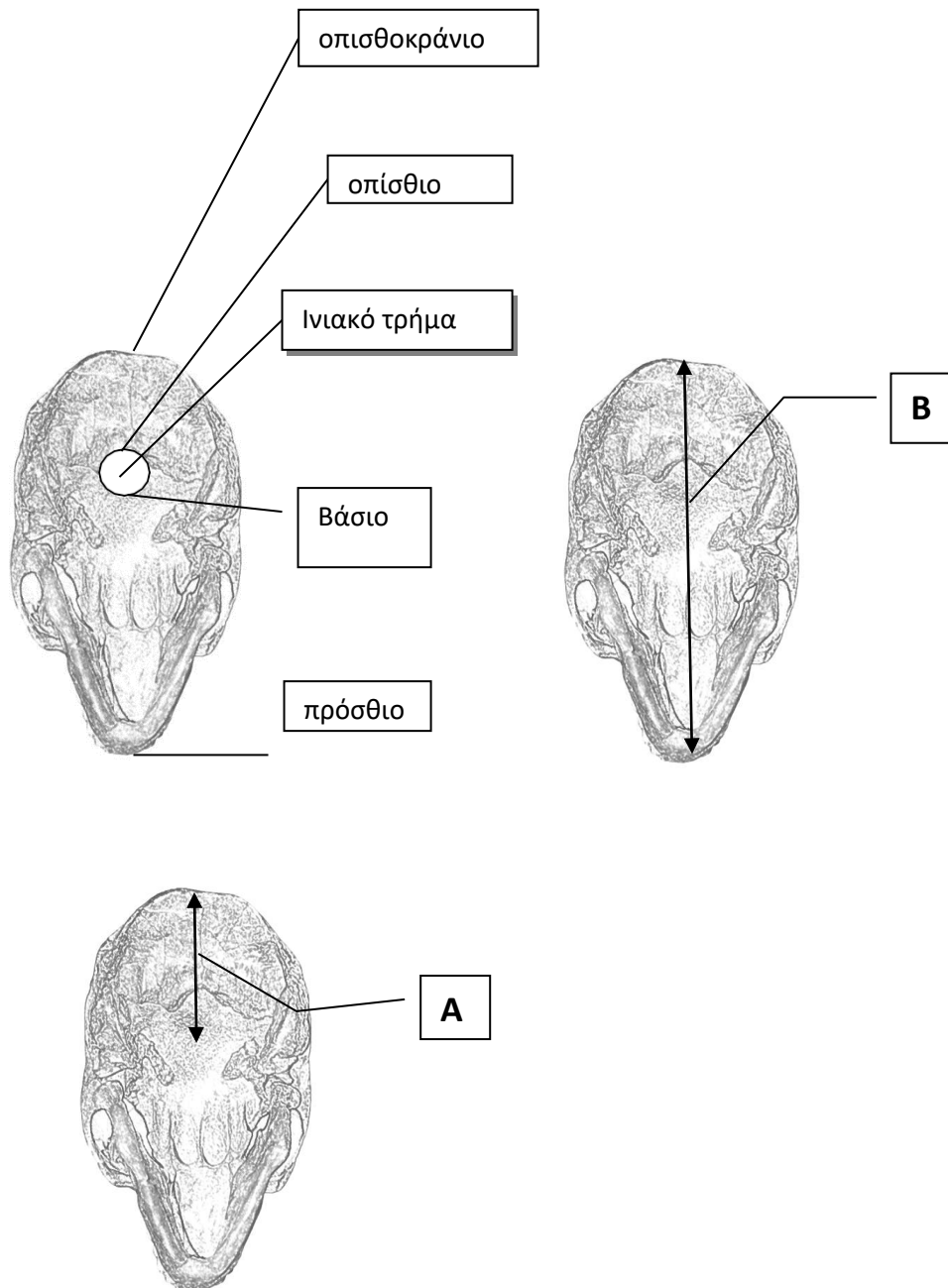
Εργαστηριακές μετρήσεις: Οι μαθητές με την καθοδήγηση του καθηγητή τους θα πρέπει να μπορέσουν να προβούν σε τρεις μετρήσεις των διαθέσιμων κρανίων:

Μέτρηση 1:Θέση ινιακού τρήματος (δείκτης οπίσθιον)

Για να συγκρίνουν τα κρανία, οι επιστήμονες χρησιμοποιούν μετρήσεις ορισμένων χαρακτηριστικών για τον υπολογισμό δεικτών. Ο δείκτης για τη μέτρηση της όρθιας στάσης της ανθρωπότητας είναι γνωστός ως οπίσθιον. Το οπίσθιον είναι το πίσω σημείο του ινιακού τρήματος. Αυτός ο δείκτης υποδεικνύει την θέση του ινιακού τρήματος σε σχέση με το συνολικό μήκος του κρανίου.

Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε τη θέση του ινιακού τρήματος στον άνθρωπο, στο χιμπατζή και στο σκύλο. Παρατηρούμε τη μετατόπιση του ινιακού τρήματος προς το κέντρο του κρανίου από τον σκύλο (τετράποδη βάδιση), στον χιμπατζή (ημιόρθια στάση) και στον άνθρωπο (όρθια στάση)





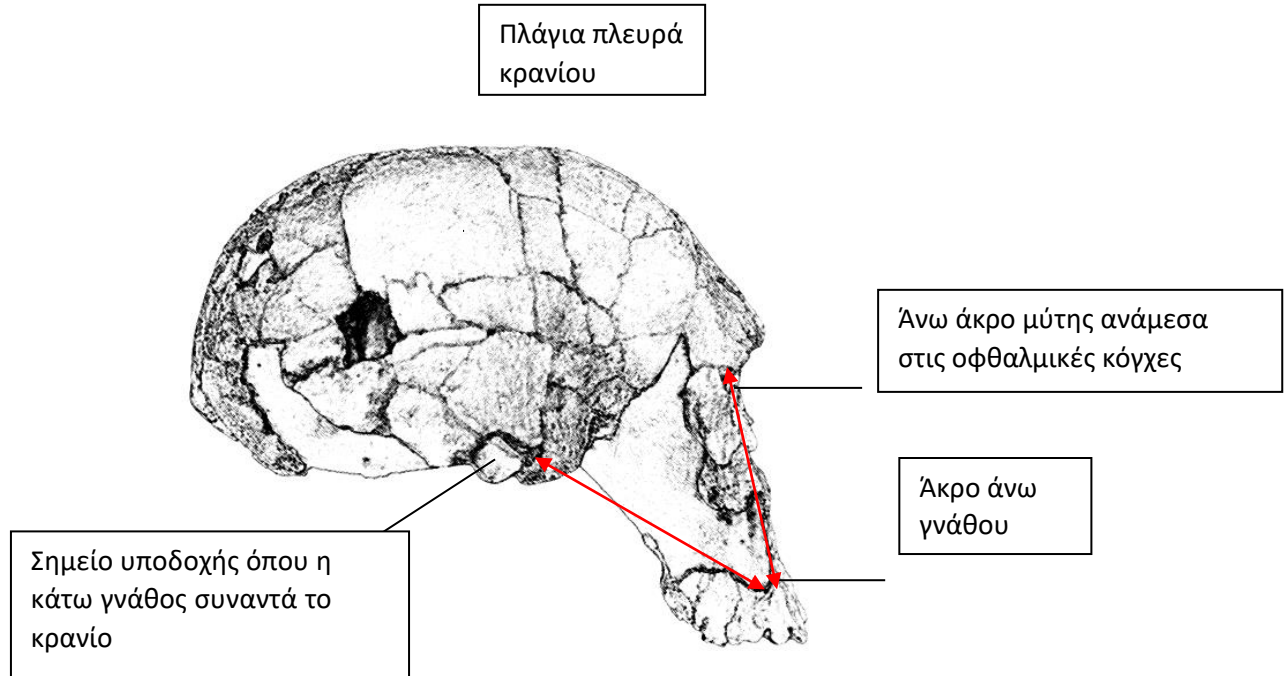
Μεθοδολογία μέτρησης:

- Τοποθετείστε το κρανίο έτσι ώστε η κάτω πλευρά να είναι στραμμένη προς τα επάνω και η άνω γραμμή της γνάθου να είναι παράλληλη με τον πάγκο εργαστηρίου.
- Χρησιμοποιείτε το παχύμετρο και μετρήστε από το οπισθοκράνιο (το πιο εξέχον σημείο του ινιακού οστού) στο οπίσθιο (το πιο πίσω σημείο του ινιακού τρήματος) όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα. Μέτρηση Α.
- Μετρήστε από το οπισθοκράνιο στο πρόσθιο (το πιο εξέχον σημείο της άνω γνάθου). Μέτρηση Β.
- Για να υπολογίσετε τον δείκτη οπίσθιον, διαιρέστε την πρώτη μέτρηση Α με τη δεύτερη Β. Πολλαπλασιάστε τον αριθμό αυτό επί εκατό(100). Η απάντηση πρέπει να είναι μεταξύ 0 και 50.
Δείκτης οπίσθιον = $(A/B) \times 100$

Ανάλυση αποτελεσμάτων: Μια τιμή δείκτη οπίσθιον μεγαλύτερη του 15 σημαίνει ότι το ινιακό τρήμα βρίσκεται κοντά στο κέντρο του κρανίου. Αυτή η θέση συναντάται σε είδη που στέκονται όρθια και φανερώνει διποδισμό. Ένας δείκτης οπίσθιον μικρότερος από 15 σημαίνει ότι το ινιακό τρήμα βρίσκεται περισσότερο στο πίσω μέρος του κρανίου. Αυτή η θέση βρίσκεται σε είδη που περπατούν στηριζόμενα και στα άνω άκρα ή στα τέσσερα πόδια.

Μέτρηση 2: Βαθμός προγναθισμού

Σε αυτή την ενότητα θα μετρηθεί ο βαθμός προγναθισμού των γνάθων. Ο βαθμός προγναθισμού προσώπου δείχνει το κατά πόσο οι σιαγόνες προεξέχουν προς τα εμπρός όταν κοιτάζουμε το κρανίο από τα πλάγια. Για να εκτελέσουν την μέτρηση οι μαθητές θα χρησιμοποιήσουν δύο χάρακες, ένα μεταλλικό κλιπ και ένα μοιρογνωμόνιο. Με τη βοήθεια αυτών των οργάνων θα μετρήσουν την γωνία που σχηματίζουν οι κόκκινες ευθείες (α) και (β) του παρακάτω σχήματος:



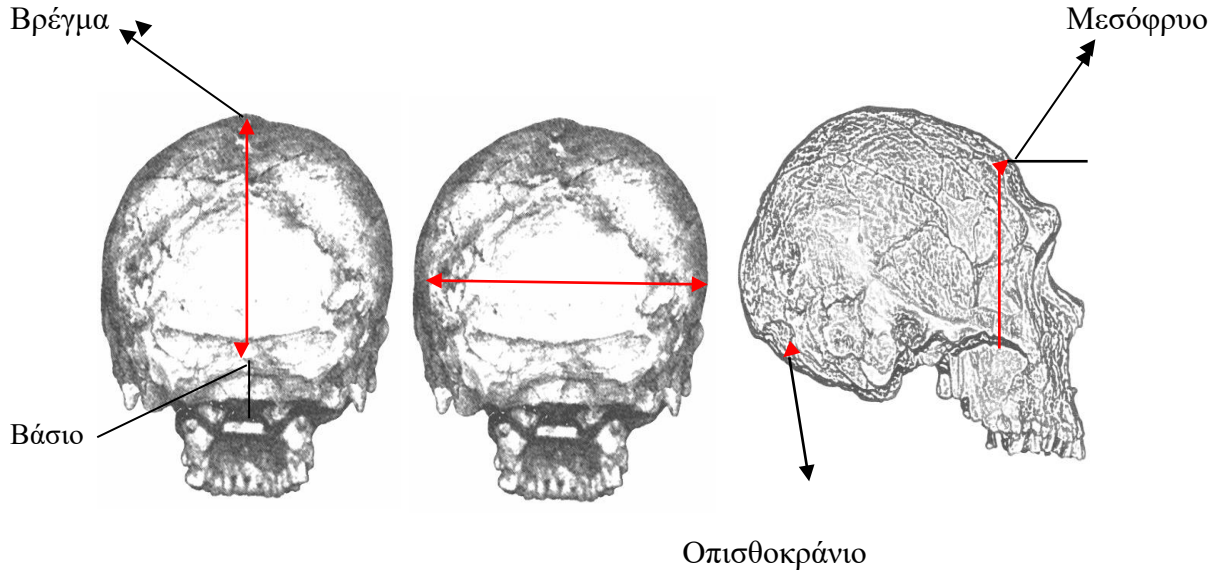
- Κρατήστε το κρανίο στα πλάγια όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα.
- Τοποθετήστε τον ένα χάρακα ανάμεσα στο άνω άκρο της μύτης που βρίσκεται ανάμεσα στις οφθαλμικές κόγχες και το άκρο της άνω γνάθου.
- Τοποθετήστε το δεύτερο χάρακα ανάμεσα στο σημείο υποδοχής της κάτω γνάθου με το κρανίο και το άκρο της άνω γνάθου.
- Στερεώστε τη γωνία που σχηματίζουν οι δύο χάρακες με το μεταλλικό κλιπ
- Μετρήστε τη γωνία με το μοιρογνωμόνιο.

Ανάλυση αποτελεσμάτων: Οι πιο πρωτόγονες προγονικές μορφές του ανθρώπινου είδους εμφανίζουν μεγαλύτερο προγναθισμό και η γωνία βγαίνει πιο οξεία, ενώ όσο προχωρούμε σε πιο εξελιγμένες μορφές των προγόνων μας ο προγναθισμός μειώνεται, η γωνία παίρνει μεγαλύτερες τιμές και το πρόσωπο γίνεται πιο επίπεδο. Τα προγναθικά κρανία έχουν μεγαλύτερες γνάθους και κατά συνέπεια μεγαλύτερα δόντια. Η μείωση του προγναθισμού δηλώνει την αλλαγή στον τρόπο διατροφής του πρωτόγονου ανθρώπου από φυτοφάγου σε παμφάγου..

Μέτρηση 3:Κρανιακή χωρητικότητα

Ο εγκέφαλος φυλάσσεται μέσα στο κρανίο. Ο εσωτερικό όγκος του κρανίου ονομάζεται κρανιακή χωρητικότητα. Κατά την πορεία της ανθρώπινης εξέλιξης, η εγκεφαλική χωρητικότητα σχεδόν τετραπλασιάζεται από τις πρώτες ανθρωπίδες όπως ο Σαχελάνθρωπος του Τσαντ (*Sahelanthropus tchadensis*), μέχρι τον *H. neanderthalensis* και αυτό αντιπροσωπεύει μια πολύ σημαντική αλλαγή που σχετίζεται με την ανάπτυξη της ανθρώπινης νοημοσύνης. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να διευκρινίσουμε ότι στον *Homo sapiens*, η κρανιακή χωρητικότητα ποικίλει από 1200 cm³ έως 2000 cm³, χωρίς το μέγεθός της να συνδέεται με το επίπεδο νοημοσύνης.

Μεθοδολογία μέτρησης:



Ύψος (I)

Πλάτος (II)

Μήκος (III)

I. Μετρήστε το μέγιστο ύψος του κρανίου τοποθετώντας το ένα άκρο του παχύμετρου στο βάσιο (το πιο πρόσθιο σημείο του ινιακού τρήματος) και το άλλο στο υψηλότερο σημείο του κρανίου (βρέγμα), όπως βλέπετε στο σχήμα I.

II. Μετρήστε το μέγιστο πλάτος του κρανίου τοποθετώντας τα άκρα του παχύμετρου στα ευρύτερα σημεία του κρανίου, όπως βλέπετε στο σχήμα II.

III. Μετρήστε το μέγιστο μήκος του κρανίου τοποθετώντας το ένα άκρο του παχύμετρου στο πιο εξέχον σημείο του μετωπιαίου οστού (μεσόφρυο) και το άλλο στο πιο οπίσθιο σημείο στο πίσω μέρος του κρανίου δηλ. στο οπισθοκράνιο, όπως βλέπετε στο σχήμα III.

Υπολογισμός χωρητικότητας κρανίου: Πολλαπλασιάστε τις τρεις μετρήσεις που κάνατε μεταξύ τους και το αποτέλεσμα πολλαπλασιάστε το επίσης με τον αριθμό 0,5236.

(Ύψος X Πλάτος X Μήκος) X 0,5236

Ανάλυση αποτελεσμάτων: Το μεγαλύτερο μέγεθος εγκεφάλου υποδηλώνει υψηλότερες εγκεφαλικές λειτουργίες, αυξημένη χρήση εργαλείων και καλύτερη κοινωνική οργάνωση. Ο *Homo neanderthalensis* έχει μεγαλύτερο μέγεθος εγκεφάλου σε σχέση με τον *Homo sapiens*, έχει όμως πολύ μικρότερο μετωπιαίο λοβό και κλίση του μετώπου προς τα πίσω πράγμα που δηλώνει μειωμένες εγκεφαλικές λειτουργίες. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι μετωπιαίοι λοβοί ελέγχουν μεταξύ άλλων, τη συνείδηση που έχουμε για τις πράξεις μας, την κρίση μας για ότι συμβαίνει στις καθημερινές μας δραστηριότητες, τις συναισθηματικές μας αντιδράσεις, τη γλώσσα που χρησιμοποιούμε, καθώς και τη γνώση του νοήματος των λέξεων που επιλέγουμε.

Επίλογος

Με τις διεργασίες της εξέλιξης λοιπόν, που διήρκεσε πολλές εκατοντάδες χιλιάδες χρόνια, και την οποία σήμερα μπορούμε να αναπαραστήσουμε σε γενικές γραμμές, από τα Πρωτεύοντα (τάξη δεινόσαυρων θηλαστικών) του Πλειστόκαινου (η γεωλογική περίοδος που περιλαμβάνει τη χρονική περίοδο 2.588.000 με 11.700 χρόνια περίπου πριν) αναπτύχθηκε η μορφή στην οποία δόθηκε το όνομα *Homo sapiens*. Αυτή όχι μόνο υπόταξε τη Γη και εκμεταλλεύτηκε τον πλούτο της, αλλά ετοιμάζεται να κατακτήσει και τον εξωγήινο χώρο. Παρ' όλα αυτά, η υπερηφάνεια που πρέπει να αισθανόμαστε γι' αυτά τα μεγαλειώδη επιτεύγματα του ανθρώπινου είδους, δεν πρέπει να μας κάνει να αδιαφορήσουμε για τα πολλά οικονομικά, κοινωνικά και οικολογικά προβλήματα που υπάρχουν, από την ριζική και γρήγορη λύση των οποίων εξαρτάται εάν το είδος *Homo sapiens* θα

επιζήσει στο προσεχές μέλλον.

Βιβλιογραφία

- Ευαγγελία Μαυρικήκη, Μαριάννα Γκούβρα, Αναστασία Καμπούρη(2017) :Βιολογία Β΄ & Γ΄ Γυμνασίου. Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων «Διόφαντος»
- Αδαμαντιάδου Σμ. ,Γεωργάτου Μ. , Παπιτζάκης Χ. , Λάκκα Λ. , Νοταράς Ν. , Φλωρεντιν Ν. , Χατζηγεωργίου Γ. , Χαντζηκωντή Ολ. (2019): Βιολογία Β΄ & Γ΄ Γενικού Λυκείου. Ινστιτούτο τεχνολογίας υπολογιστών και εκδόσεων «Διόφαντος»
- Πέτρος Γ. Βότσης: Ποιος ήταν ο Αδάμ ; Η καταγωγή του ανθρώπου . Η θεωρία της Εξέλιξης. Εκδόσεις Σαββάλα
- Αθηνάς Πέντζου – Δεπόντε (Υφηγήτριας Αριστοτέλειου Παν/μιου Θεσσαλονίκης) 1974 : Μαθήματα Φυσικής Ανθρωπολογίας
- Ευστράτιος Βαλάκος, Νικήτα Ευθυμία, Παπαβασιλείου Σεβαστή (2015): Βιολογική ανθρωπολογία στην πράξη. Εργαστηριακές ασκήσεις. Τμήμα Βιολογίας ΕΚΠΑ, Τμήμα Ιστορίας και Αρχαιολογίας Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.
- <https://www.biologyinschool.gr/wp-content/uploads/2016/12/skull-hominid- lab.pdf>
- <https://el.wikipedia.org/wik>

ΙΙ.ΒΙΩΜΑΤΙΚΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ

Ανθεκτικότητα βακτηρίων και επίδραση αντιβιοτικών: προσομοιώνοντας τη δυναμική κατάσταση στο εσωτερικό του ανθρώπινου οργανισμού κατά τη διδασκαλία της βιολογίας

Αρτεμης ΣΟΦΙΚΙΤΗ¹, Παναγιώτης Κ. ΣΤΑΣΙΝΑΚΗΣ²

¹Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών (ΔΠΜΣ), Τμήμα Βιολογίας, ΕΚΠΑ, artemis.sofikiti@gmail.com

²ΕΚΦΕ (Εργαστηριακό Κέντρο Φυσικών Επιστημών) Αμπελοκήπων, ΔΔΕ Α Αθήνας, stasinakis@biology.gr

Περίληψη

Στο επιμορφωτικό εργαστήριο θα χρησιμοποιηθεί η προσομοίωση SimulATe, ώστε να διαπιστωθεί η δυναμική των βακτηριακών πληθυσμών σε σχέση με τη χορήγηση αντιβιοτικών. Θα υλοποιηθούν επιλεγμένα διδακτικά σενάρια με συγκεκριμένες παραμετροποιήσεις, ώστε να καταγραφεί το πώς σε ένα δυναμικό περιβάλλον, στο εσωτερικό του οργανισμού μας, διαμορφώνεται η σχέση μεταξύ οργανισμού και παθογόνων μικροοργανισμών. Στόχος του επιμορφωτικού εργαστηρίου είναι οι συμμετέχοντες/συμμετέχουσες να εξοικειωθούν με βασικές αρχές οργάνωσης και ανάλυσης επιστημονικής κρίσης και πρόβλεψης, στηριζόμενοι στη δυναμική των βακτηριακών πληθυσμών. Ταυτόχρονα, διαφοροποίηση των μεταβλητών της προσομοίωσης θα επιτρέψει να διαπιστώσουν πώς συμπεριφέρεται ο ανθρώπινος οργανισμός σε μία λοίμωξη, ενώ κατά την εφαρμογή του επιμορφωτικού σεμιναρίου θα δοκιμαστούν διάφορα σενάρια, όπως για παράδειγμα η πρόωπη και αργοπορημένη χορήγηση αντιβιοτικού ή λειτουργία του ανοσοποιητικού σε προβληματικές καταστάσεις, κ.ά. Θα γίνει σύζευξη με εξελικτικές ιδέες μικροεξέλιξης, για το πώς ο αρχικός πληθυσμός ευαίσθητων σε αντιβιοτικά βακτηρίων, στο τέλος υπολείπεται του ανθεκτικού.

Λέξεις κλειδιά: βακτήριο, προσομοίωση, αντιβιοτικό, ανθεκτικότητα, ΤΠΕ

Εισαγωγή

Η ανακάλυψη και χορήγηση των αντιβιοτικών ήταν σημαντικός παράγοντας που μείωσε την ανθρώπινη θνησιμότητα τα τελευταία 100 χρόνια. Εκτός από φάρμακα για την καταπολέμηση λοιμώξεων, χρησιμοποιούνται ευρύτατα στην κτηνοτροφία· επίσης και στις ζωοτροφές. Καθώς όμως τα μικρόβια εκτίθενται στα αντιβιοτικά, το τρίπτυχο της εξέλιξης κάνει την εμφάνισή του: μεταλλαγή, αναπαραγωγή, επιλογή, οδηγώντας τα σταδιακά στην παραγωγή ανθεκτικών βακτηρίων, τα οποία δεν είναι πια ευαίσθητα στα αντιβιοτικά. Σύμφωνα με έρευνα στην Ευρώπη, το 57% των κατοίκων της αγνοεί πως τα αντιβιοτικά δεν καταπολεμούν ιογενείς λοιμώξεις, ενώ 16% έχει λάβει αντιβίωση για την καταπολέμηση του ιού της γρίπης (European Commission, 2016).

Η αλόγιστη χρήση των αντιβιοτικών μειώνει την αποτελεσματικότητα των αντιμικροβιακών θεραπειών και γενικότερα τον έλεγχο των βακτηριών, ενώ τα ανθεκτικά στελέχη που παράγονται επιτείνουν το φαύλο κύκλο της ανακάλυψης νέων αντιβιοτικών τα οποία θα πρέπει να είναι αποτελεσματικά έναντι των νέων στελεχών, που με τη σειρά τους παράγουν νέα ανθεκτικά στελέχη, κ.ο.κ. Πέρα από τη σημασία τους, το ευρύ κοινό οφείλει να γνωρίζει πώς παράγεται η νέα επιστημονική γνώση σχετικά με το θέμα, θα πρέπει να μπορεί να αξιολογεί τις επιστημονικές πληροφορίες και να μπορεί να χρησιμοποιεί τα επιστημονικά δεδομένα ώστε να συμμετέχει ενεργά στις επιλογές του και στον κοινωνικό διάλογο. Και σε αυτό το σημείο, η εκπαίδευση έχει σημαντικό ρόλο.

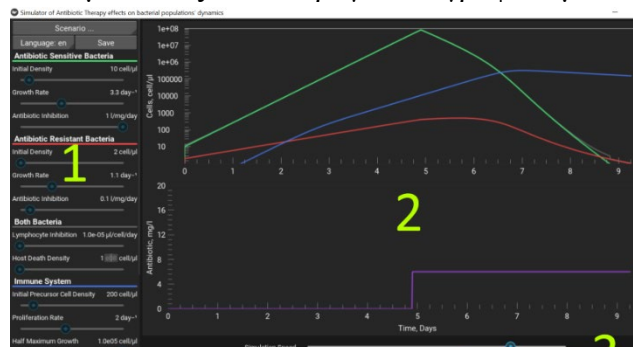
Οι Στασινάκης & Καλογιαννάκης (2017) διαπιστώνουν πως ένα σημαντικό στοιχείο στη διδακτική της βιολογίας, είναι η χρήση των ΤΠΕ με στόχο να οπτικοποιηθεί / μοντελοποιηθεί ο

τρισδιάστατος κόσμος όπου λαμβάνει χώρα μία βιολογική λειτουργία στο φυσικό κόσμο. Όταν η χρήση γίνεται στοχευμένα και στα πλαίσια κατάλληλα σχεδιασμένων διδακτικών στρατηγικών προκύπτουν πολλαπλά οφέλη για τη μαθησιακή διαδικασία. Τόσο σε επίπεδο κατανόησης, όσο και σε επίπεδο αλληλεπίδρασης μεταξύ των συμμετεχόντων. Ζούμε σε έναν τρισδιάστατο κόσμο που αποτελείται από έμβιες δομές σε όλα τα επίπεδα (μοριακό, κυτταρικό, οργανισμικό, περιβαλλοντικό, κ.ά.), αποτελεσματική προσέγγιση των οποίων μπορεί να γίνει μόνο αν τις μελετήσουμε σε αυτό το τρισδιάστατο κόσμο. Έτσι μία άλλη οπτική ανοίγεται μπροστά μας και η μελέτη της Βιολογικής επιστήμης στη σχολική τάξη ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα, μέσω της χρήσης των ΤΠΕ.

Επομένως η εκπαίδευση και η διδασκαλία ειδικότερα χρησιμοποιεί διάφορα μέσα για να πετύχει τους στόχους της, στην περίπτωση μας να συζητήσει για τα αντιβιοτικά και τη χρήση τους (Παναγιωτοπούλου & Στασινάκης, 2017). Ένα από αυτά είναι και τα λογισμικά προσομοιώσεων. Με το παρόν επιμορφωτικό εργαστήριο, στόχος είναι η γνωριμία και η χρήση ενός λογισμικού προσομοίωσης το οποίο θα επιτρέψει να αναπτυχθεί η επιστημονική κρίση καθώς και να παρουσιαστούν με εμφατικό τρόπο τα αποτελέσματα από την ορθή ή αλόγιστη χρήση των αντιβιοτικών.

Το SimulATe, είναι ένας προσομοιωτής της αντιβιοτικής θεραπείας και των επιπτώσεών της στη δυναμική των βακτηριακών πληθυσμών. Η εφαρμογή SimulATe έχει αναπτυχθεί στοχεύοντας στα εξής: (1) φιλικότητα προς το χρήστη, (2) δυνατότητα χειρισμού και καθορισμού πολλών μεταβλητών και παραμέτρων, (3) άμεση δοκιμή υποθέσεων και προβλέψεων και (4) ευελιξία προσαρμογής σε διαφορετικά σενάρια. Αυτά τα χαρακτηριστικά καθιστούν το λογισμικό ενδιαφέρον για εκπαιδευτική χρήση, καθώς επιτρέπει στους εκπαιδευτικούς να ενθαρρύνουν τον επιστημονικό εγγραμματισμό των μαθητών τους, ενώ παράλληλα αποτελεί και εργαλείο με το οποίο μπορούν να διεξαχθούν επιστημονικές έρευνες σχετικά με τα αντιβιοτικά και την επίδρασή τους στους βακτηριακούς πληθυσμούς (David, Sa-Pinto & Nogueira, 2019).

Το SimulATe χρησιμοποιεί γλώσσα Python, ενώ υπάρχει και εγκατάσταση για Windows. Διαθέτει διεπαφή με πολλαπλές επιλογές παραμέτρων και τιμών τους, ενώ παράγει και γραφικά μέσα σε ένα λιτό και στιβαρό γραφικό περιβάλλον. Περιέχει δύο σενάρια προσομοίωσης: «Single Population» (Μοναδικός πληθυσμός) και «Microbiome» (Μικροβίωμα, δηλαδή πολλοί διαφορετικοί πληθυσμοί). Η βασική του γλώσσα είναι τα αγγλικά, αν και υπάρχει και η δυνατότητα για πορτογαλικά. Διαθέτει τρία επιμέρους μέρη: (1) 'Parameters and Options Configuration', από όπου γίνονται οι επιλογές των παραμέτρων και των τιμών τους, (2) 'Graph', όπου εμφανίζονται ταυτόχρονα τα διαγράμματα μεταβολής της συγκέντρωσης μικροοργανισμών, αντιβιοτικού καθώς και ανοσολογικής απόκρισης και (3) 'Flow Control', όπου υπάρχουν κουμπιά που επιτρέπουν έναρξη/παύση/επανεναρξη (start/pause/restart) και έλεγχο της ταχύτητας της προσομοίωσης (Εικόνα 1).



Εικόνα 1. Το περιβάλλον του SimulATe. 1: καρτέλα παραμέτρων και μεταβλητών, 2: παραγόμενα γραφήματα, 3: έλεγχος προσομοίωσης.

Οι David, Sa-Pinto & Nogueira (2019), έχουν χρησιμοποιήσει το SimulATe, σε δύο δραστηριότητες διερευνητικής μάθησης. Στην πρώτη στόχος ήταν συσχετισθεί η εξέλιξη και η φυσική επιλογή με την μικροεξέλιξη των βακτηρίων καθώς και η αντίδραση του ανοσοποιητικού

μας συστήματος στη βακτηριακή λοίμωξη. Στη δεύτερη μελετήθηκε η ανοσολογική αντίδραση ενός ατόμου του οποίου υπολειτουργεί το ανοσοποιητικό σύστημα, ώστε να καταγραφεί η δράση της ανοσολογικής απόκρισης καθώς και η δυναμική των βακτηριακών πληθυσμών μέσα στον ανθρώπινο οργανισμό. Διαπιστώνουν πως πέρα από το ενδιαφέρον των μαθητών για τις επιλεγμένες δραστηριότητες, η προσομοίωση παρέχει και τις κατάλληλες προϋποθέσεις για την ανάλυση αποτελεσμάτων από μαθητές με τη χρήση διαφορετικών σεναρίων που οι ίδιοι/ίδιες επιλέγουν. Επισημαίνουν βέβαια πως πρόκειται για μία προσομοίωση η οποία θα πρέπει να χρησιμοποιείται σε συγκεκριμένο πλαίσιο και προκειμένου να επιτευχθούν επιλεγμένοι μαθησιακοί στόχοι.

Η επιμορφωτική πρόταση

Σκοπός του εργαστηρίου

Το επιμορφωτικό εργαστήριο έχει ως σκοπό να εξηγήσει την σπουδαιότητα της λελογισμένης χρήσης των αντιβιοτικών και να εξηγήσει τη δυναμική των βακτηριακών πληθυσμών μέσα στον ανθρώπινο οργανισμό. Επιπλέον, διατυπώνοντας υποθέσεις και ελέγχοντάς τις μέσω των επιλογών κατάλληλων παραμέτρων και τιμών, στοχεύει να καλλιεργήσει την κριτική σκέψη για την επιστημονική μέθοδο και να αναδείξει τη σημασία της πρόβλεψης στη βιολογική επιστήμη, μέσω της διερευνητικής μάθησης (Στασινάκης, 2015).

Η προσομοίωση αποτελεί μία εκδοχή του φυσικού κόσμου· στοχεύουμε να συζητήσουμε τη διδακτική χρήση τέτοιων πόρων στη διδασκαλία καθώς και να προσδιορίσουμε τα όρια και το πλαίσιο μέσα στο οποίο θα πρέπει να χρησιμοποιείται. Εργαζόμενοι συστημικά θα συνδέσουμε την ανάπτυξη των ανθεκτικών στελεχών με τη διεργασία της μικροεξέλιξης και θα αναδείξουμε τη σπουδαιότητα των τριών συστατικών της εξέλιξης, δηλαδή τη μεταλλαγή, την αναπαραγωγή και την επιλογή.

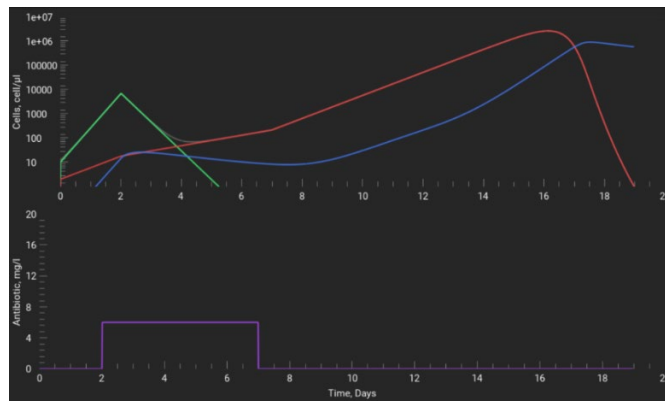
Ολοκληρώνοντας το εργαστήριο, ευελπιστούμε να έχει δημιουργηθεί ένας αρχικός βασικός πυρήνας εκπαιδευτικών που θα συνδράμει στην περαιτέρω χρήση της προσομοίωσης και να έχουν καλλιεργηθεί στάσεις και συμπεριφορές ορθολογικής χρήσης των αντιβιοτικών. Παρομοίως θα είναι και η παραίνεσή μας προς τους/τις συμμετέχοντες/συμμετέχουσες, να εντάξουν την προσομοίωση σε σειρά δραστηριοτήτων που θα επιδιώκει την αλλαγή στάσεων και συμπεριφορών των μαθητών τους ως προς τη χρήση των αντιβιοτικών. Στο παράρτημα υπάρχει το [φύλλο εργασίας](#) που χρησιμοποιήθηκε στο επιμορφωτικό εργαστήριο.

Ψηφιακό περιβάλλον/προϊόν

Το ψηφιακό περιβάλλον που θα χρησιμοποιηθεί είναι το λογισμικό SimulATe. Το SimulATe (**S**imulator of Antibiotic **T**herapy **E**ffects on the dynamics of bacterial populations), είναι ένα λογισμικό το οποίο προσομοιώνει τα αποτελέσματα χορήγησης αντιβιοτικών στους μικροβιακούς πληθυσμούς. Οι κύριοι στόχοι του είναι: α) να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο διδασκαλίας για τους μαθητές ώστε να διευκολυνθεί η εκμάθηση της δυναμικής των μικροβιακών πληθυσμών και ειδικότερα, του ρόλου των αντιβιοτικών ως παραγόντων επιλογής και β) να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο δοκιμών για ερευνητές στον τομέα της ανθεκτικότητας στα αντιβιοτικά.

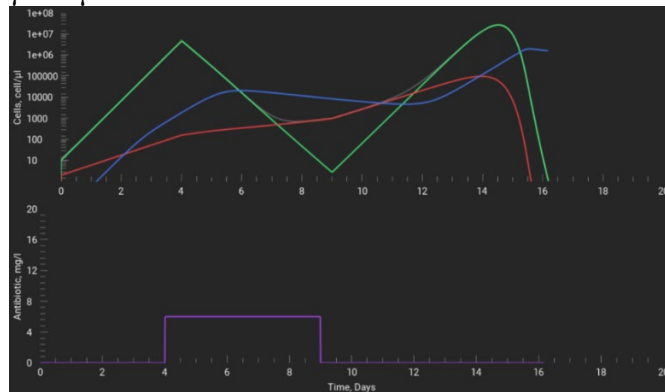
Διατίθεται για εγκαταστάσεις Windows, Linux και MacOS. Είναι με άδεια GPL-3.0 License και μπορεί να ανακτηθεί από την ιστοθέση <https://github.com/Kronopt/SimulATe>. Υλικό τεκμηρίωσης και αναλυτικές οδηγίες χρήσης βρίσκονται στην ιστοθέση <https://github.com/Kronopt/SimulATe/wiki>.

Στην Εικόνα 2 φαίνεται η παραμετροποίηση της προσομοίωσης και τα σχετικά διαγράμματα, χορηγώντας αντιβιοτικό για πέντε μέρες, με καθυστέρηση δύο μέρες μετά τη μόλυνση από τον παθογόνο μικροοργανισμό.



Εικόνα 2. Προσομοίωση όπου χορηγείται αντιβιοτικό με καθυστέρηση δύο ημερών (ανοσολογική απόκριση, ευαίσθητα, ανθεκτικά, συνολικά βακτήρια).

Στην Εικόνα 3 φαίνεται η παραμετροποίηση της προσομοίωσης και τα σχετικά διαγράμματα, χορηγώντας αντιβιοτικό για πέντε μέρες, με καθυστέρηση τέσσερις μέρες μετά τη μόλυνση από τον παθογόνο μικροοργανισμό.



Εικόνα 3. Προσομοίωση όπου χορηγείται αντιβιοτικό με καθυστέρηση τεσσάρων ημερών (ανοσολογική απόκριση, ευαίσθητα, ανθεκτικά, συνολικά βακτήρια).

Προστιθέμενη εκπαιδευτική αξία

Ένας σημαντικός περιορισμός του λογισμικού SimulATe είναι ότι δεν λαμβάνει υπόψη την οριζόντια γονιδιακή μεταφορά γενετικού υλικού σχετικά με την ανθεκτικότητα, η οποία γενετική πληροφορία διαμορφώνει τη δυναμική του πληθυσμού και αλλάζει τη συχνότητα των ανθεκτικών βακτηρίων σε έναν πληθυσμό. Όμως, αυτή η αδυναμία είναι εκτός πλαισίου της εκπαιδευτικής χρήσης που υλοποιούμε, άρα δεν επηρεάζει τις επιλογές μας.

Πρόκειται για εύχρηστο εργαλείο, ευκόλως παραμετροποιήσιμο, το οποίο μπορεί να ενταχθεί σε πλήθος διαφορετικών δραστηριοτήτων ανάλογα με την εκάστοτε διδακτική στοχοθεσία. Επιβεβαιώνει ή αναιρεί υποθέσεις, ενώ η διαγραμματική απεικόνιση επιτρέπει τη σύνδεση της μαθηματικής με τη βιολογική ερμηνεία των φαινομένων.

Εύκολο στην εγκατάσταση, με απαιτήσεις για χαμηλούς υπολογιστικούς πόρους μπορεί να χρησιμοποιηθεί από μαθητές και μαθήτριες στους σχολικούς τους υπολογιστές. Οι επαναλήψεις και οι διαφοροποιήσεις ανάλογα με τις επιλογές των παραμέτρων, θα συμβάλλουν με δεδομένα για την αλλαγή στάσης και συμπεριφοράς σε πιο ορθολογική χρήση των αντιβιοτικών. Προσομοιώνει φαινόμενα που δεν είναι ορατά, ούτε εύκολα μετρήσιμα, μπορούμε μόνο να αντιληφθούμε το αποτέλεσμά τους στον οργανισμό μας (π.χ. γενική αδιαθεσία μετά από βακτηριακή λοίμωξη, μετέπειτα αποκατάσταση με τη χρήση αντιβίωσης).

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί από εκπαιδευτικούς που διδάσκουν τόσο στο Γυμνάσιο όσο και στο Λύκειο, ακόμα και σε μαθήματα πέραν της Βιολογίας, π.χ. μαθηματικά, καθώς πίσω από την προσομοίωση υπάρχει ένα πλήθος διαφορικών εξισώσεων που εκτελούνται ώστε να λειτουργεί η εφαρμογή.

Αναγκαίοι πόροι για την υλοποίηση του επιμορφωτικού σεμιναρίου

Απαιτούνται:

Βιντεοπροβολέας, για την επίδειξη των επιμέρους λειτουργιών του λογισμικού.

Διαθέσιμη πρόσβαση στο διαδίκτυο, ασύρματη ή ενσύρματη, για τη σύνδεση της/του επιμορφώτριας/επιμορφωτή στο διαδίκτυο μέσω του προσωπικού της/του υπολογιστή.

Υπολογιστές με λογισμικό Windows, όπου θα εγκατασταθεί το SimulATe, να μπορούν να κάθονται δύο άτομα ανά ομάδα, για να υλοποιήσουν τις επιμέρους δραστηριότητες και εργασίες. Φωτοτυπίες των δραστηριοτήτων καθώς και των δημοσιεύσεων αναφοράς.

Βιβλιογραφία

- Παναγιωτοπούλου Ε.Α. & Στασινάκης Π.Κ. (2017). Ωχρά Σπειροχαίτη: διαθεματικό σενάριο Νεοελληνικής Λογοτεχνίας - Βιολογίας για την Α' Λυκείου, Στο *Α. Πολύζος & Ανθης Λεωνίδας, Πρακτικά 4ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Η Βιολογία στην Εκπαίδευση»*, Πειραιάς 1-3 Δεκεμβρίου 2017, σελ.: 36-46, ISBN: 978-618-81159-5-8
- Στασινάκης, Π.Κ. & Καλογιαννάκης, Μ. (2017). Η χρήση των ΤΠΕ για τη τρισδιάστατη απεικόνιση στη Βιολογία. Στο *Κ. Παπανικολάου, Α. Γόγουλου, Δ. Ζυμπίδης, Α. Λαδιάς, Ι. Τζωρτζάκης, Θ. Μπράτισης, Χ. Παναγιωτακόπουλος (Επιμ.), Πρακτικά 5ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία»*, (σσ. 539-549), ΕΤΠΕ - Ανώτατη Σχολή Παιδαγωγικής & Τεχνολογικής Εκπαίδευσης, Αθήνα 21-23 Απριλίου 2017, ISSN 2529-0924, ISBN 978-618-83186-0-1.
- Στασινάκης, Π. (2015). Το Διδακτικό Μοντέλο των 5Ε και η εφαρμογή του στη Βιολογία: φύλλα εργασίας στην καθημερινή διδακτική πρακτική για τα μαθήματα του Λυκείου. Στο: *Πρακτικά 3ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Η Βιολογία στην Εκπαίδευση»*, Κατερίνη, 13-15 Νοεμβρίου 2015, Επιμέλεια: *Α. Πολύζος, Δ. Σχίζας, Π. Στασινάκης και Γ. Βαρδακώστας*, ISBN 978-618-81159-1-0, 93-100, doi: 10.13140/RG.2.1.5167.1449
- European Commission, Directorate-General for Health and Food Safety (2016). Special Eurobarometer 445, Report on Antimicrobial Resistance, Τελευταία πρόσβαση 4 Οκτωβρίου 2019: <http://bit.ly/2MgP27k>
- David, P.H.C., Sa-Pinto, X. & Nogueira, T. (2019). Using SimulATe to model the effects of antibiotic selective pressure on the dynamics of pathogenic bacterial populations, *Biology Methods and Protocols*, 1–9

Παράρτημα

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Τάξη/τμήμα: _____
 Ημερομηνία: _____ / _____ / _____
 Όνομα ομάδα: _____
 Μέλη ομάδας: _____

Στόχοι του εργαστηρίου

Το επιμορφωτικό εργαστήριο έχει ως στόχο να αποτελέσει έναυσμα ώστε να ενταχθεί στη διδασκαλία η προσομοίωση SimulATe, στα πλαίσια διερευνητικής μάθησης, καλλιεργώντας την κριτική σκέψη και αναδεικνύοντας τη σημασία της πρόβλεψης στη βιολογική επιστήμη (Στασινάκης, 2015).

Επιδιωκόμενα μαθησιακά αποτελέσματα

Με την ολοκλήρωση του φύλλου εργασίας οι μαθητές/μαθήτριες θα μπορούν να:

- διαπιστώνουν τη δυναμική των βακτηριακών πληθυσμών καθώς χορηγούνται αντιβιοτικά,
- μοντελοποιούν - οπτικοποιούν το πώς αλληλοεπιδρούν οργανισμοί και παθογόνοι μικροοργανισμοί εντός ενός δυναμικού περιβάλλοντος, στο εσωτερικό του οργανισμού μας,
- χρησιμοποιούν βασικές αρχές οργάνωσης και ανάλυσης επιστημονικής κρίσης και πρόβλεψης, στηριζόμενοι στη δυναμική των βακτηριακών πληθυσμών,
- παρατηρούν τη λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος σε προβληματικές καταστάσεις (π.χ ανοσοκαταστολή, κατάχρηση αντιβιοτικών, κά),
- εκτιμούν τα αποτελέσματα από την ορθή ή αλόγιστη χρήση των αντιβιοτικών,
- διαπιστώνουν τον τρόπο με τον οποίο μελετάμε τις παραμέτρους μίας βιολογικής διεργασίας και να αναγνωρίζουν ότι για να μελετήσουμε πώς επηρεάζει μια μεταβλητή μία διαδικασία πρέπει οι υπόλοιπες μεταβλητές να παραμένουν σταθερές,
- περιγράφουν πώς παράγεται η νέα επιστημονική γνώση σχετικά με το θέμα, να αξιολογούν τις επιστημονικές πληροφορίες και να μπορούν να χρησιμοποιούν τα επιστημονικά δεδομένα ώστε να συμμετέχουν ενεργά στις επιλογές τους και στον κοινωνικό διάλογο,
- συμμετέχουν σε επιστημονικές πρακτικές και συζητήσεις που είναι θεμελιώδεις για την ανάπτυξη του βιολογικού τους εγγραμματισμού,
- διαπιστώνουν και συζητούν βιοηθικά ζητήματα που προκύπτουν από τη χρήση των αντιβιοτικών και την ανάπτυξη πρακτικών ορθής χρήσης τους.

Α. Γνωριμία με το περιβάλλον του λογισμικού

Η εξοικείωση με το περιβάλλον και τις λειτουργίες της προσομοίωσης, είναι σημαντική ώστε να είναι γνωστά τα διάφορα στοιχεία διεπαφής χρήστη.

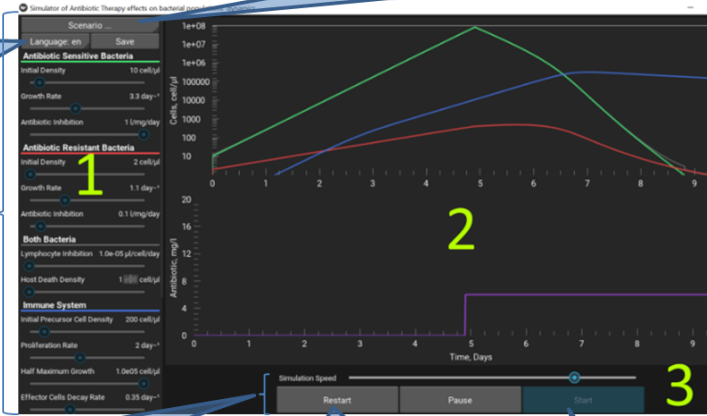
Το περιβάλλον του Simulate

- 1: Καρτέλα παραμέτρων και μεταβλητών
- 2: Παραγόμενα γραφήματα
- 3: Έλεγχος Προσομοίωσης

Η καρτέλα επιλογής σεναρίου, επιτρέπει στο χρήστη να επιλέξει ένα από τα δύο πιθανά σενάρια προσομοίωσης: "Single Population" και "Microbiome". Κάνοντας κλικ σε κάθε επιλογή θα ανοίξει η αντίστοιχη καρτέλα παραμέτρων και μεταβλητών του επιλεγμένου σεναρίου και τα αντίστοιχα παραγόμενα γραφήματα. Στο σενάριο "Microbiome" θα πρέπει πρώτα να επιλέξετε έναν από τους 3 τύπους μικροβιώματος του ανθρώπινου εντέρου, πριν γίνει διαθέσιμη η περιοχή των γραφημάτων.

Δίνει τη δυνατότητα επιλογής της γλώσσας ανάμεσα σε αγγλικά και πορτογαλικά.

Καρτέλα διαμόρφωσης παραμέτρων και των τιμών τους.



Παραγόμενα γραφήματα: Εμφανίζονται ταυτόχρονα τα διαγράμματα μεταβολής της συγκέντρωσης των μικροοργανισμών, αντιβιοτικού καθώς και ανοσολογικής απόκρισης.

Έλεγχος προσομοίωσης: τα κουμπιά αυτά επιτρέπουν την έναρξη/παύση/επανεναρξη/ και έλεγχο της ταχύτητας της προσομοίωσης

Πατώντας το κουμπί «restart», α) παρέχεται η δυνατότητα να τρέξει ξανά η προσομοίωση με τις ίδιες παραμέτρους, β) να επιλεγθούν νέοι παράμετροι, να τρέξει εκ νέου η προσομοίωση και να παραχθούν νέα γραφήματα.

Το κουμπί "start" θα ξεκινήσει την προσομοίωση, καθώς επίσης θα απενεργοποιήσει κάθε επιλογή που δεν προορίζεται να αλλάξει κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης

Εικόνα 1. Το παράθυρο εργασίας της προσομοίωσης.

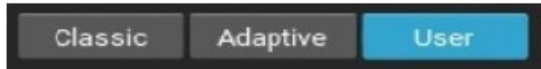
Μετά την εξοικείωση με την προσομοίωση Simulate, έπονται μελέτες περίπτωσης προσομοίωσης. Σε κάθε περίπτωση καταγράφονται μόνο οι παράμετροι που διαφέρουν από τις προεπιλεγμένες.

Β. Μελέτες περίπτωσης

Καθώς θα μελετάτε κάθε περίπτωση να συμπληρώνετε τον Πίνακα 1 'Καταγραφή δεδομένων'.

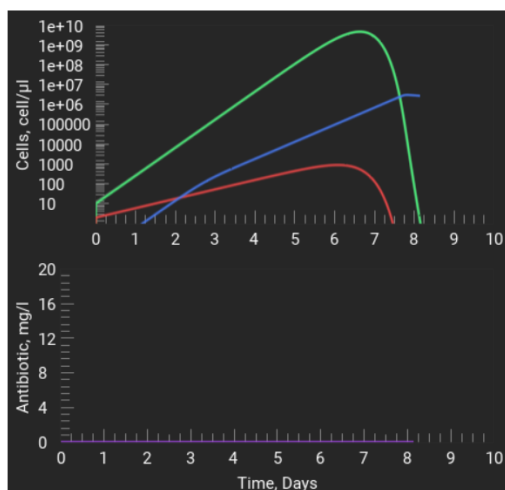
Β1. Αρχικά Βήματα

Στο παράθυρο εργασίας της προσομοίωσης, «Καρτέλα παραμέτρων και μεταβλητών» («Parameters and Options Configuration») επιλέγετε:	Scenario ...
... κατόπιν κάνετε κλικ στο...	Scenario ...
Το σενάριο του μοναδικού πληθυσμού προσομοιώνει την επίδραση μίας αντιβιοτικής θεραπείας σε βακτηριακούς πληθυσμούς (που αποτελούνται από ευαίσθητα και ανθεκτικά στο αντιβιοτικό βακτήρια). Στο σενάριο αυτό δίνεται η επιλογή δράσης ή όχι του ανοσοποιητικού	Single Population Microbiome

συστήματος. Οι παράμετροι παραμένουν στις αρχικές τους, προκαθορισμένες τιμές, επιλέγοντας στο κάτω μέρος της καρτέλας ...	
• Classic (treatment): χορήγηση του αντιβιοτικού με καθυστέρηση μετά τη μόλυνση και για προκαθορισμένη χρονική περίοδο. • Adaptive (treatment): χορήγηση αντιβιοτικού όταν η ολική συγκέντρωση βακτηρίων φτάσει σε μία προκαθορισμένη τιμή. • User (treatment): χορήγηση αντιβιοτικών κατά βούληση.	Treatment Type 

Σε καθεμία από τις παρακάτω μελέτες περίπτωσης, μεταβάλλονται μόνο οι παράμετροι που παρουσιάζονται κάτω από κάθε γράφημα.

B2. Δράση ανοσοποιητικού για αντιμετώπιση βακτηριακής λοίμωξης, χωρίς χορήγηση αντιβιοτικού.



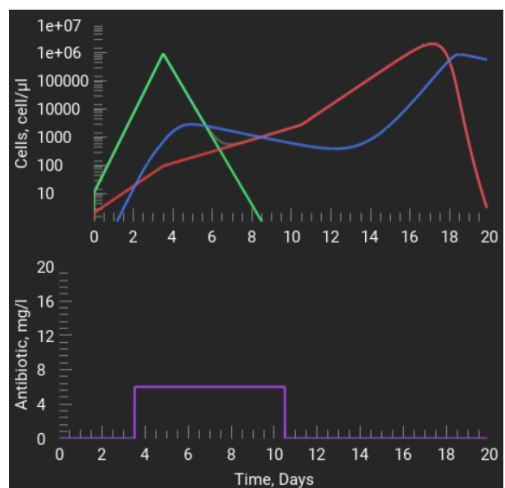
Συγκέντρωση ευαίσθητων βακτηρίων στα αντιβιοτικά

Συγκέντρωση ανθεκτικών βακτηρίων στα αντιβιοτικά

Συγκέντρωση κυττάρων ανοσοποιητικού συστήματος

Συγκέντρωση αντιβιοτικού

Parameter	value
Treatment Type	User
Administer	OFF



B3. Θεραπεία για αντιμετώπιση βακτηριακής λοίμωξης, με χορήγηση αντιβιοτικού.

Συγκέντρωση ευαίσθητων βακτηρίων στα αντιβιοτικά

Συγκέντρωση ανθεκτικών βακτηρίων στα αντιβιοτικά

Συγκέντρωση κυττάρων ανοσοποιητικού συστήματος

Συγκέντρωση αντιβιοτικού

Parameter	value
Treatment Type	Classic

Στον παρακάτω πίνακα καταγράψτε τι παρατηρείτε σε σχέση με τους αναπτυσσόμενους πληθυσμούς σε κάθε περίπτωση.

Πίνακας 1. Καταγραφή Δεδομένων

Περίπτωση	Αναπτυσσόμενοι πληθυσμοί (αύξηση/μείωση/σταθερότητα)
B2	
B3	

Τι διαφορές παρατηρείτε; Πώς τις εξηγείτε;

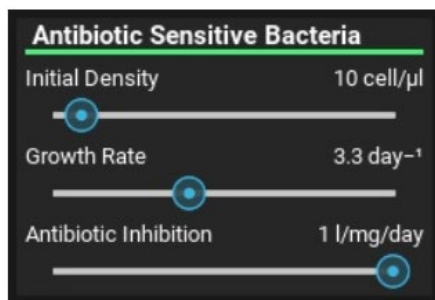
Γ. Σενάρια προσομοίωσης ενός βακτηριακού πληθυσμού

Γ1. Επίδραση καθυστερημένης έναρξης αντιβιοτικής θεραπείας

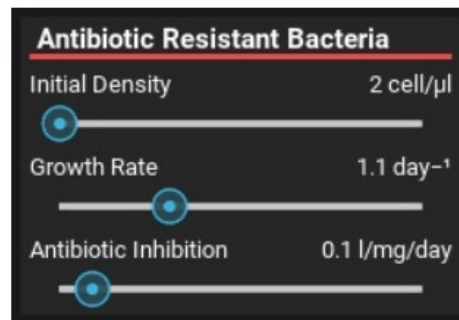
Ερευνητικό ερώτημα: Η χρονική υστέρηση χορήγησης αντιβίωσης, επιφέρει συνέπειες στην επιτυχή αντιμετώπιση της βακτηριακής λοίμωξης;

Το σενάριο αυτό προσομοιώνει την επίδραση μίας και μόνο αντιβιοτικής θεραπείας σε βακτηριακούς πληθυσμούς (που αποτελούνται από ανθεκτικά και από ευαίσθητα στο αντιβιοτικό βακτήρια), όπου το ανοσοποιητικό μπορεί ή όχι να επιδρά. Ως παράμετροι του σεναρίου καθορίζονται αυτοί που διαμορφώνονται με την επιλογή 'Default Values', δηλαδή:

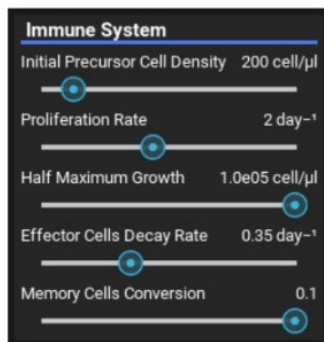
- Antibiotic Sensitive Bacteria



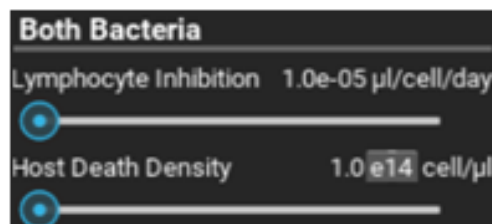
- Antibiotic Resistant Bacteria



- Immune System



- Both Bacteria (parameters common to both bacteria)



... εκτός από τη μέση συγκέντρωση των αντιβιοτικών που ορίζεται στα 20mg/l

- Antibiotic



Άτομο μολύνεται από βακτήριο.

A) Το άτομο ξεκινά θεραπεία 3,5 μέρες μετά τη μόλυνση, με αντιβιοτικό που του χορηγείται για 5 ημέρες.

B) Το άτομο ξεκινά θεραπεία 4 μέρες μετά τη μόλυνση, με αντιβιοτικό που του χορηγείται για 5 ημέρες.

Όσον αφορά τις δύο αυτές περιπτώσεις, οι μεταβλητές που μεταβάλλονται είναι αυτές της καθυστέρησης της έναρξης της αγωγής με αντιβιοτικό (*Delay*), καθώς επίσης και η διάρκεια της αγωγής που είναι και για τις δύο περιπτώσεις 5 ημέρες (*Duration*), όπως φαίνεται στη διπλανή εικόνα.



Μεταβάλλοντας τις παραμέτρους που αφορούν τους διαφορετικούς τύπους αντιβιοτικής θεραπείας, παρατηρήστε τι θα συμβεί στην ανάπτυξη των βακτηριακών πληθυσμών στον ασθενή.

Αρχική Υπόθεση (πριν τρέξετε την προσομοίωση): Τι περιμένετε να συμβεί; Γράψτε την υπόθεσή σας, επιχειρηματολογώντας.

Τελική Παρατήρηση (αφού τρέξετε την προσομοίωση). Η αρχική σας υπόθεση ήταν ορθή ή λανθασμένη; Επιχειρηματολογήστε.

Ποιες μεταβολές παρατηρείτε στους πληθυσμούς των ευαίσθητων σε σχέση με των ανθεκτικών βακτηρίων; Πώς τις ερμηνεύετε;

Τι απαντάτε τελικά στο ερευνητικό ερώτημα που τέθηκε στην αρχή;

Γ2. Προσομοιώνοντας τις συνέπειες της συμπεριφοράς των ασθενών στην υγεία τους

Ερευνητικό ερώτημα: Οι αντιβιοτικές θεραπείες μικρότερης διάρκειας είναι το ίδιο αποτελεσματικές με αυτές μακροχρόνιας διάρκειας;

Την περασμένη Δευτέρα, ο συμμαθητής του Γιάννη είχε πυρετό το πρωί και αναγκάστηκε να επιστρέψει σπίτι. Την επόμενη ημέρα ο Γιάννης άρχισε να αισθάνεται άρρωστος και το βράδυ έκανε πυρετό. Την Πέμπτη, τρεις μέρες αφότου αρρώστησε ο συμμαθητής του, ο Γιάννης εξακολουθούσε να αισθάνεται άρρωστος. Πήγε στον γιατρό, όπου και διαγνώστηκε με βακτηριακή λοίμωξη. Του συνταγογραφήθηκε αντιβίωση που έπρεπε να πάρει για οκτώ ημέρες. Ο Γιάννης άρχισε να λαμβάνει άμεσα το αντιβιοτικό και μετά από τρεις ημέρες άρχισε να νοιώθει πολύ καλά. Τότε άρχισε να αναρωτιέται εάν θα έπρεπε ή όχι να πάρει το υπόλοιπο της αντιβίωσης που του είχε συνταγογραφηθεί. Αν και ο γιατρός είχε τονίσει τη σημασία της λήψης του αντιβιοτικού μέχρι το τέλος της θεραπείας, ο Γιάννης είχε διαβάσει σε μία εφημερίδα ότι ορισμένες επιστημονικές μελέτες υποδεικνύουν ότι οι θεραπείες με αντιβιοτικά θα πρέπει να διακόπτονται μόλις οι ασθενείς δεν παρουσιάζουν συμπτώματα.

Για να βοηθήσετε τον Γιάννη να καταλάβει τις πιθανές συνέπειες της επιλογής του, εκτελέστε το πρόγραμμα *SimulATe* με τις παραμέτρους που αντιστοιχούν στη λοίμωξή του, κατόπιν συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα με τα αποτελέσματα κάθε περίπτωσης. Οι παράμετροι που θέτονται για να υλοποιηθεί το σενάριο είναι οι προκαθορισμένες (*DefaultValues*). Αυτά που μεταβάλλονται είναι ο τύπος της θεραπείας (*TreatmentType*) και πιο συγκεκριμένα η καθυστέρηση έναρξης της αγωγής (*Delay=3days*) καθώς και η διάρκεια αυτής (*Duration*).

Ακολουθώντας τα βήματα επιστημονικής μεθόδου προσπαθήστε να διερευνήσετε τι θα συμβεί στο Γιάννη εάν αποφασίσει να διακόψει τη θεραπεία με το αντιβιοτικό.

1^ο Βήμα: Καθορισμός του προβλήματος που θέλετε να επιλυθεί, διατυπώστε το ερευνητικό σας ερώτημα.

2^ο Βήμα: Παραγωγή υπόθεσης. Διατυπώστε μία αρχική υπόθεση, για το ποια θα είναι η πιθανή απάντηση στο ερευνητικό ερώτημα που θέσατε.

3^ο Βήμα: Έλεγχος Υπόθεσης. Δηλώστε τα βήματα που θα κάνετε για να σχεδιάσετε ένα πείραμα, χρησιμοποιώντας την προσομοίωση *SimulATe*, ώστε να ελέγξετε την αρχική σας υπόθεση. Ποιες παραμέτρους της προσομοίωσης θα μεταβάλλετε; Παρατηρήστε και καταγράψτε τα αποτελέσματα του πειράματος στον παρακάτω Πίνακα 2 (οι αριθμοί κατά προσέγγιση).

Προσέγγιση	Μέγιστη συγκέντρωση ανθεκτικών βακτηρίων	Μέγιστη συγκέντρωση ευαίσθητων βακτηρίων	Χρόνος θανάτωσης ανθεκτικών βακτηρίων	Χρόνος θανάτωσης ευαίσθητων βακτηρίων	Δράση ανοσοποιητικού
Χωρίς αντιβίωση					
Επιλογή Γιάννη					
Πρόταση Ιατρού					

4^ο Βήμα: Ανάλυση / Παρουσίαση αποτελεσμάτων. Εξηγήστε τα γραφήματα που παρατηρήσατε, αναλύοντας πιθανές εξηγήσεις.

5^ο Βήμα: Καταγραφή παρατηρήσεων - συμπεράσματα. Ελέγξτε αν η αρχική σας υπόθεση ήταν σωστή. Επιχειρηματολογήστε χρησιμοποιώντας στοιχεία από τα δεδομένα που συλλέξατε και την ανάλυσή σας. Αν η υπόθεσή σας δεν ήταν ορθή, εξηγήστε τους λόγους, και διατυπώστε μία νέα υπόθεση.

Τελικά τι απαντάτε στο αρχικό σας ερευνητικό ερώτημα;

Τι οδηγίες θα δίνετε τελικά στον Γιάννη;

Γ3) Χρήση αντιβιοτικών σε άτομα με ανοσοκαταστολή.

Ερευνητικό ερώτημα: είναι το ίδιο αποτελεσματική η χορήγηση αντιβιοτικών σε άτομα με κατεσταλμένο ανοσοποιητικό σύστημα;

Σε αυτή τη μελέτη περίπτωσης μεταβάλλονται μόνο οι μεταβλητές που σχετίζονται με το ανοσοποιητικό σύστημα (διπλανή εικόνα). Επιλέγονται οι τιμές που ορίζονται στον πίνακα δεξιά, από το εύρος τιμών που υπάρχουν στο πεδίο 'Immune System', για να προσομοιωθεί το ανοσοποιητικό σύστημα ενός ανοσοκατεσταλμένου ασθενή.

Parameter	value
Initial Precursor Cell Density	15 cell/ μ l
Proliferation Rate	1.2 day ⁻¹
Half Maximum Growth	10 ⁵ cell/ μ l
Effector Cells Decay Rate	0.8 day ⁻¹
Memory Cells Conversion	0.05
Treatment Type	Classic

Οι επιπτώσεις βακτηριακής λοίμωξης μπορεί να είναι πιο σοβαρές σε άτομα που αντιμετωπίζουν προβλήματα υγείας, τα οποία προκαλούν καταστολή του ανοσοποιητικού συστήματος (όπως λήψη στεροειδών, ή χημειοθεραπείες), παρουσιάζοντας μειωμένη ικανότητα να αντιμετωπίσουν αποτελεσματικά μία βακτηριακή λοίμωξη. Με την προσομοίωση ελέγξτε, **α)** τι θα συμβεί εάν δύο άτομα (το ένα άτομο με φυσιολογικό ανοσοποιητικό και το δεύτερο με κατεσταλμένο ανοσοποιητικό) υποστούν βακτηριακή λοίμωξη χωρίς την παρέμβαση αντιβιοτικής θεραπείας και **β)** παρατηρήστε πώς αντιδρούν στη βακτηριακή λοίμωξη ένας υγιής οργανισμός και ένας οργανισμός με κατεσταλμένο ανοσοποιητικό, αφού χορηγηθεί και στους δύο η ίδια αγωγή με αντιβιοτικό.

Συμπέρασμα για **α** περίπτωση (συνυπολογίστε βακτηριακό φορτίο / απόκριση ανοσοκυττάρων).

Συμπέρασμα για **β** περίπτωση (συνυπολογίστε βακτηριακό φορτίο / απόκριση ανοσοκυττάρων).

γ) Αν το σενάριο Γ1 (Η επίδραση της καθυστερημένης έναρξης της αντιβιοτικής θεραπείας), εφαρμοστεί σε ανοσοκατασταλμένο άτομο, τι υποθέτετε πως θα συμβεί; Πραγματοποιήστε την προσομοίωση SimulATe ώστε η χορήγηση της αντιβιοτικής θεραπείας να καθυστερεί 7 ή και περισσότερες ημέρες, για να διαπιστώσετε αν η αρχική σας υπόθεση είναι ορθή ή λανθασμένη.

Δ. Σενάρια προσομοίωσης μικροβιώματος (πολλών διαφορετικών μικροβιακών πληθυσμών)

Αντιβιοτικά φίλοι & εχθροί του μικροβιώματος του εντέρου...

Όταν χορηγείται ένα αντιβιοτικό, εκτός από το παθογόνο βακτήριο που καλείται να καταπολεμήσει, σχεδόν πάντα επηρεάζει και τα βακτήρια του φυσιολογικού μικροβιώματος του εντέρου, ως παρενέργεια. Παρόλο που κάποια αντιβιοτικά έχουν μικρό φάσμα δραστηριότητας, σίγουρα θα σκοτώσουν άλλα συμβιωτικά ή αβλαβή βακτήρια του εντέρου, αν και ο πραγματικός τους στόχος είναι η εξάλειψη των παθογόνων βακτηρίων. Κατά συνέπεια, όταν θεραπεύεται μία βακτηριακή λοίμωξη με ένα αντιβιοτικό ή συνδυασμό αντιβιοτικών, επηρεάζονται όχι μόνο τα παθογόνα βακτήρια –στόχοι, αλλά και μεγάλο μέρος της βακτηριακής βιοκοινότητας που υπάρχει στον ανθρώπινο οργανισμό και ειδικότερα στο έντερο.

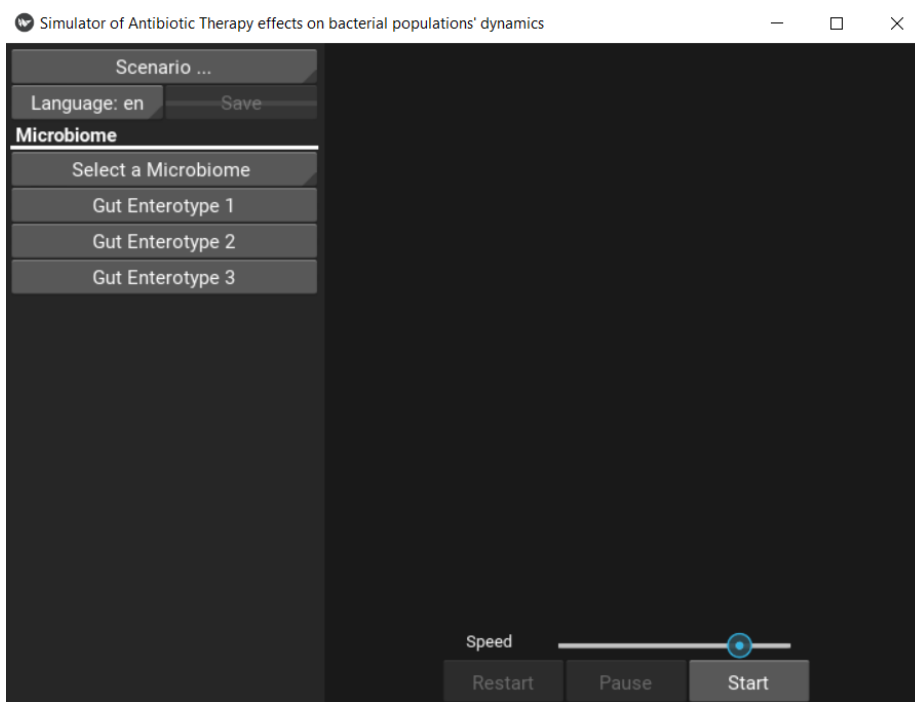
Δ1. Μελέτη των επιδράσεων της θεραπείας με αντιβιοτικά στη δυναμική των βακτηριακών πληθυσμών – Η επίδραση στη βιοποικιλότητα του ανθρώπινου εντέρου από την έκθεση στα αντιβιοτικά.

Ο Ιάκωβος διαγνώστηκε με βακτηριακή λοίμωξη και ο γιατρός του συνέστησε να προβεί στις απαραίτητες μικροβιολογικές εξετάσεις για να ταυτοποιηθεί ο παθογόνος μικροοργανισμός, ώστε να λάβει την κατάλληλη αγωγή με αντιβίωση. Ο Ιάκωβος θεωρεί ότι η διαδικασία αυτή θα καθυστερήσει τη θεραπεία της λοίμωξης και προτείνει στο γιατρό να του χορηγήσει ένα αντιβιοτικό ευρέος φάσματος που μπορεί να καταπολεμήσει πολλά είδη παθογόνων μικροοργανισμών.

Ποια είναι η άποψή σας; Συμφωνείτε με την άποψη του Ιάκωβου;

Πώς θα μπορούσατε να αποδείξετε στον Ιάκωβο την ορθότητα των επιχειρημάτων σας, χρησιμοποιώντας το λογισμικό προσομοίωσης SimulATe;

Τρέξτε την προσομοίωση: Επιλέξτε μία από τις τρεις πιο κοινές κατηγορίες μικροβιώματος εντέρου, στην οποία πιθανόν ανήκει ο Ιάκωβος. Αν θέλετε να πειραματιστείτε ακόμα περισσότερο μπορείτε να ελέγξετε και τους 3 τύπους μικροβιώματος εντέρου.



α) Σχεδιάστε μία πειραματική προσομοίωση σύμφωνα με αυτό που συνιστά ο γιατρός του Ιάκωβου. Τι παρατηρείτε ότι συμβαίνει στο μικροβίωμα του εντέρου μετά από την χορήγηση μίας αντιβιοτικής ουσίας;

β) Σχεδιάστε μία πειραματική προσομοίωση κατά την οποία η θεραπευτική αγωγή θα αφορά τη χορήγηση αντιβιοτικών ευρέως φάσματος. Παράδειγμα μπορεί να χορηγηθεί αντιβιοτική αγωγή που περιέχει πενικιλίνη (ενεργεί αποτελεσματικότερα κατά των gram θετικών βακτηρίων) και σουλφοναμίδες (αποτελεσματικές έναντι πολλών θετικών και αρνητικών κατά gram βακτηρίων) με τριμεθοπρίμη, συνδυασμός που παρουσιάζει συνέργεια με αποτέλεσμα τον πολλαπλασιασμό της αντιμικροβιακής δράσης. Καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας. Ποιες θα είναι οι επιπτώσεις στη μικροβιακή χλωρίδα του εντέρου; Τι συμπτώματα μπορεί να επιφέρει στη σωματική υγεία του Ιάκωβου;

Ε. Ζητήματα Βιοηθικής



Σύμφωνα με την ανακοίνωση του Υπουργείου Υγείας (Νοέμβριος 2019), τρία σημαντικά δεδομένα χαρακτηρίζουν το φαινόμενο της μικροβιακής αντοχής στη σύγχρονη εποχή και δεν αφήνουν κανένα περιθώριο για περαιτέρω καθυστέρηση στη δραστηριοποίηση της διεθνούς κοινότητας σε πολιτικό, επιστημονικό και κοινωνικό επίπεδο:

- Δεδομένο 1: Στις μέρες μας η μικροβιακή αντοχή αποτελεί μία διαχρονική κρίση δημόσιας υγείας τόσο στις αναπτυσσόμενες όσο και στις ανεπτυγμένες χώρες συνεχώς εξελισσόμενη.
- Δεδομένο 2: Διανύουμε την εποχή της ΠανΑντοχής, αφού σε αρκετές χώρες όπως και στη χώρα μας, ασθενείς εμφανίζουν λοιμώξεις από βακτήρια ανθεκτικά σε όλα σχεδόν τα διαθέσιμα αντιβιοτικά.
- Δεδομένο 3: Ανθεκτικά βακτήρια στα τελευταία διαθέσιμα αντιβιοτικά για τη θεραπεία απειλητικών για τη ζωή λοιμώξεων έχουν επιμολύνει το περιβάλλον και τα ζώα και μπορούν να μεταδοθούν στον άνθρωπο μέσω της επαφής ή μέσω της τροφικής αλυσίδας.

Επειδή τα αντιβιοτικά είναι πολύτιμα φάρμακα και η διαφύλαξη της αποτελεσματικότητάς τους μας αφορά όλους, η προσπάθεια ευαισθητοποίησης αφορά τόσο τους επαγγελματίες υγείας που συνταγογραφούν τα αντιβιοτικά όσο και τους πολίτες που τα καταναλώνουν. Η διατήρηση της αποτελεσματικότητας των αντιβιοτικών είναι ευθύνη όλων μας.

Οργανώστε ένα debate, με επτά διακριτές ομάδες: ιατροί, φαρμακοποιοί, δημόσιοι φορείς, πολίτες, φαρμακευτικές εταιρείες, επιστήμονες, κτηνοτρόφοι. Κάθε μία ομάδα θα επιχειρηματολογήσει υπέρ της χρήσης των αντιβιοτικών, διατυπώνοντας προβληματισμούς, εντοπίζοντας αδυναμίες και οργανώνοντας από κοινού ένα σχέδιο εθνικής δράσης για τη λελογισμένη χρήση των αντιβιοτικών.

Η συνάντηση, θα καταλήξει με ξεκάθαρες οδηγίες προς τους ιατρούς, τους φαρμακοποιούς τους, τους πολίτες και τους κτηνοτρόφους με στόχο τη λελογισμένη χρήση των αντιβιοτικών.

ΣΤ. Συμπληρωματικές Οδηγίες προς Εκπαιδευτικούς

- Σενάριο Γ2: Ο πίνακας 2 που προκύπτει, είναι κατά προσέγγιση ο παρακάτω:

Προσέγγιση	Μέγιστη συγκέντρωση ανθεκτικών βακτηρίων	Μέγιστη συγκέντρωση ευαίσθητων βακτηρίων	Χρόνος θανάτωσης ανθεκτικών βακτηρίων	Χρόνος θανάτωσης ευαίσθητων βακτηρίων	Δράση ανοσοποιητικού
Χωρίς αντιβίωση	500	10^{10}	7,5	8	Συνεχώς αυξανόμενη
Επιλογή Γιάννη	10^5	Δύο μέγιστα $0.5 \cdot 10^6$ 10^{10}	13	14	Αύξηση, μικρή μείωση, αύξηση
Πρόταση Ιατρού	10^7	$0.5 \cdot 10^6$	21	7	Αύξηση, μεγαλύτερη μείωση, απότομη αύξηση

- Σενάριο Γ2. Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (ΠΟΥ), υπάρχουν ενδείξεις πως η μακροχρόνια χορήγηση ίσως έχει τα ίδια αποτελέσματα με τη βραχυπρόθεσμη χορήγηση, για ορισμένες λοιμώξεις. Οι βραχυπρόθεσμες θεραπείες είναι πιθανότερο να ολοκληρωθούν ορθά, να έχουν λιγότερες παρενέργειες και είναι πιο φθηνές. Περιορίζουν την έκθεση των βακτηρίων στα αντιβιοτικά, μειώνοντας έτσι την ταχύτητα με την οποία αναπτύσσονται τα ανθεκτικά στελέχη. Όμως, ο εκάστοτε επαγγελματίας υγείας συνυπολογίζει περισσότερες παραμέτρους και θα πρέπει να λαμβάνεται η θεραπεία που προτείνει. Ο ΠΟΥ δημοσιεύει οδηγίες σχετικά με θεραπείες για διάφορες λοιμώξεις, συνιστά τις διάρκειες και τις δόσεις των αντιβιοτικών βάσει των καλύτερων κλινικών στοιχείων για κάθε περίπτωση. Διαρκώς εξετάζει τις τελευταίες έρευνες ώστε να παρέχονται ενημερωμένες συστάσεις στους επαγγελματίες υγείας.

- Μελέτη περίπτωσης Γ3, ανοσοκαταστολή: Η προσομοίωση βακτηριακής λοίμωξης σε άτομα με εξασθένιση ή καταστολή του ανοσοποιητικού τους συστήματος εμφανίζει επικίνδυνα υψηλή βακτηριακή συγκέντρωση (τέσσερις τάξεις μεγέθους υψηλότερη), και μεγαλύτερη διάρκεια λοίμωξης, σε σύγκριση με την προσομοίωση βακτηριακής λοίμωξης σε υγιές άτομο – μελέτες περίπτωσης B2, B3. Στην επίδραση της αντιβιοτικής αγωγής σε άτομο με ανοσοκαταστολή, παρατηρείται πιο αργή ανοσοβιολογική απόκριση σε σύγκριση με φυσιολογικό άτομο. Αυτό μπορεί να γίνει απειλητικό για τη ζωή του ατόμου, σε ορισμένες βακτηριακές λοιμώξεις.
- Μελέτη περίπτωσης Γ3, ανοσοκαταστολή: Το λογισμικό SimulATe χρησιμοποιεί μαθηματικές εξισώσεις οι οποίες όλες μαζί διέπουν την αλληλεπίδραση μεταξύ του ανοσοποιητικού του ατόμου ξενιστή, του παθογόνου παράγοντα και του αντιβιοτικού. Το μοντέλο πάνω στο οποίο βασίστηκε το λογισμικό SimulATe κάνει κάποιες υποθέσεις σχετικά με τις λειτουργίες του ανοσοποιητικού συστήματος, χρησιμοποιώντας μία λιγότερο πολύπλοκη παραδοχή, με μικρότερο αριθμό κυττάρων του ανοσοποιητικού και των μεταξύ τους αλληλεπιδράσεων. Παρόλο που αυτές οι αλληλεπιδράσεις απέχουν πολύ από την πραγματικότητα, προσεγγίζουν πολύ καλά το ρόλο που διαδραματίζει το ανοσοποιητικό σύστημα κατά τη διάρκεια μίας βακτηριακής λοίμωξης. Σε αυτή τη μελέτη περίπτωσης αλλάζουν μόνο τις μεταβλητές που σχετίζονται με το ανοσοποιητικό σύστημα, για να προσομοιωθεί το ανοσοποιητικό ενός ανοσοκατεσταλμένου ασθενή.

Εκπαιδευτικά παιχνίδια απόδρασης (Escape Rooms) ΠΑ: μια εναλλακτική διδακτική πρόταση για το κυκλοφορικό σύστημα

Γεώργιος ΒΙΛΛΙΑΣ

University of Cambridge, Faculty of Education, gv283@cam.ac.uk

Περίληψη

Τα εκπαιδευτικά παιχνίδια απόδρασης, τα τελευταία χρόνια, γίνονται όλο και περισσότερο δημοφιλή στους κύκλους της τυπικής εκπαίδευσης. Βασισμένα στη λογική των δωματίων απόδρασης (escape rooms), οι εκπαιδευτικές αυτές δραστηριότητες στοχεύουν στην απόκτηση γνώσεων και δεξιοτήτων και στην κατανόηση εννοιών μέσα από την επίλυση μιας σειράς διαδοχικών γρίφων και προβλημάτων που παρουσιάζονται με έναν ευχάριστο βιωματικό τρόπο. Όλες οι «δοκιμασίες» είναι συνδεδεμένες με συγκεκριμένους παιδαγωγικούς σκοπούς και διδακτικούς στόχους οι οποίοι προσεγγίζονται μέσω τεχνικών βιωματικής μάθησης, ανακαλυπτικής-διερευνητικής μάθησης και μεθοδολογιών επίλυσης προβλημάτων. Στη διδακτική αυτή πρόταση, το ενδιαφέρον επικεντρώνεται στην ανακεφαλαίωση εννοιών και γνώσεων που αφορούν το κυκλοφορικό σύστημα του ανθρώπου, όπως αυτές διδάσκονται στους μαθητές της Α' τάξεως του Γενικού Λυκείου.

Λέξεις-κλειδιά: Escape rooms, εκπαίδευση, κυκλοφορικό σύστημα, βιωματική μάθηση

Εισαγωγή

Η δομή της καρδιάς και οι κυκλοφορίες του αίματος στον άνθρωπο είναι δύο από τις διδακτικές ενότητες που περιέχονται στο μάθημα της Βιολογίας και οι οποίες συχνά δυσκολεύουν τους μαθητές. Το ίδιο το αντικείμενο μελέτης των ενοτήτων αυτών και η πολυπλοκότητα που εμφανίζουν, καθιστά πρακτικά αδύνατη, ή στην καλύτερη περίπτωση περιορίζει τη δυνατότητα των διδασκόντων να εφαρμόσουν τεχνικές βιωματικής μάθησης για τη διδασκαλία της δομής της καρδιάς, των αιμοφόρων αγγείων, των διαφορετικών διαδρομών που ακολουθεί το αίμα μέσα στο ανθρώπινο σώμα, ή ακόμα και να κάνουν απλές παρατηρήσεις των κυττάρων του αίματος. Συνέπεια των παραπάνω είναι η διδασκαλία να προάγει κυρίως την απομνημόνευση πληροφοριών και πιθανότατα τη μελέτη εικόνων του βιβλίου με τρόπο που μακροπρόθεσμα αποδεικνύεται ανεπαρκής και συχνά αποτυγχάνει να επιφέρει το επιθυμητό μαθησιακό αποτέλεσμα.

Δομή βιωματικού σεμιναρίου

Στόχος του βιωματικού σεμιναρίου είναι να γνωρίσουν οι εκπαιδευτικοί τη δομή και τον τρόπο διεξαγωγής ενός εκπαιδευτικού παιχνιδιού απόδρασης, όχι μόνο σε θεωρητικό επίπεδο, αλλά με βιωματική συμμετοχή στο ίδιο το παιχνίδι στο ρόλο των μαθητών. Με τον τρόπο αυτό θα τους δοθεί η δυνατότητα να αναγνωρίσουν έμπρακτα τη δυναμική αυτών των δραστηριοτήτων, να εντοπίσουν τα σημεία που χρειάζεται να επιστήσουν την προσοχή τους για τη σωστή διεξαγωγή τους και να πάρουν ιδέες για τη δημιουργία των δικών τους παρόμοιων δραστηριοτήτων. Παράλληλα θα δημιουργηθεί μία ομάδα συζήτησης και ανταλλαγής ιδεών για τη δημιουργία και εφαρμογή τέτοιων παιχνιδιών στο σχολικό περιβάλλον, με σκοπό την παροχή βοήθειας και την υποστήριξη των ενδιαφερομένων, την προσφορά πρόσβασης σε υπάρχοντα και μελλοντικά παιχνίδια απόδρασης αλλά και την εθελοντική συμμετοχή τους για περαιτέρω μελέτη και βελτίωσή τους. Περισσότερες πληροφορίες στον ιστότοπο <https://gvillias.wixsite.com/education>.

Spartan Corpus: υπόθεση βιομηχανικής κατασκοπίας

Το παιχνίδι απόδρασης που θα παρουσιαστεί, έχει τίτλο «Spartan Corpus: υπόθεση βιομηχανικής κατασκοπίας» (ένα εκπαιδευτικό παιχνίδι απόδρασης για το κυκλοφορικό σύστημα) και αποτελεί τη μία εκ των τριών εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων που ανέπτυξα, κατασκεύασα και εφάρμοσα σε ελληνικά σχολεία, στα πλαίσια της διδακτορικής μου διατριβής. Επιπρόσθετα, το παιχνίδι αυτό θα συμμετέχει στην ελληνική αποστολή του 11^{ου} Πανευρωπαϊκού φεστιβάλ «Οι Φυσικές Επιστήμες στο Προσκήνιο» (Science on Stage - Europe), που θα πραγματοποιηθεί στο Cascais της Πορτογαλίας, από τις 31 Οκτωβρίου έως τις 3 Νοεμβρίου 2019 (<https://sons2019.eu/joint-projects/>).

Στην εργασία αυτή προτείνεται ένας εναλλακτικός τρόπος διδασκαλίας στον οποίο οι μαθητές συμμετέχουν ενεργά σε ένα συναρπαστικό εκπαιδευτικό παιχνίδι απόδρασης. Βασισμένο στη δομή των escape rooms, η εκπαιδευτική αυτή δραστηριότητα διεγείρει τη δημιουργικότητα και τη συνθετική-αναλυτική σκέψη των μαθητών, προάγει την ομαδοσυνεργατική δράση και αναπτύσσει την ικανότητα επίλυσης προβλημάτων. Η απόκτηση της γνώσης, η επεξεργασία και η κατανόηση των σχετικών εννοιών επιτυγχάνεται μέσα από μια σειρά διαδοχικών γρίφων και προβλημάτων, με έναν ευχάριστο βιωματικό τρόπο που προάγει τη χρήση και ανάπτυξη σημαντικών δεξιοτήτων. Ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα της εκπαιδευτικής αυτής προσέγγισης είναι η ενίσχυση της μαθητικής αυτενέργειας και ατομικής πρωτοβουλίας και η δημιουργία ενός ασφαλούς περιβάλλοντος για έκφραση των σκέψεων τους με χρήση επιστημονικής επιχειρηματολογίας. Μερικές από τις δοκιμασίες στις οποίες και υποβάλλονται οι μαθητές, περιλαμβάνουν την κατασκευή τρισδιάστατων μοντέλων καρδιάς θηλαστικών, αμφιβίων και ψαριών, με τρόπο που τους επιτρέπει να αναγνωρίσουν τα συστατικά τους δομικά μέρη και να διακρίνουν τις διαφορές τους (συγκριτική φυσιολογία). Επιπρόσθετα χρησιμοποιούν αντικείμενα και παρατηρούν μοντέλα αγγείων και αίματος που τους επιτρέπουν να αντιληφθούν καλύτερα τις διδασκόμενες έννοιες και τις όποιες δομικές ή λειτουργικές διαφορές τους (π.χ. αρτηρίες-φλέβες-τριχοειδή, σωματική-πνευμονική-στεφανιαία κυκλοφορία αίματος, κόλποι-κοιλίες-βαλβίδες, αναιμία-λευχαιμία-δρεπανοκυτταρική αναιμία).



Εικόνα 1. Δραστηριότητες & υλικά του παιχνιδιού «Spartan Corpus: υπόθεση βιομηχανικής κατασκοπίας».

Με την ολοκλήρωση του εκπαιδευτικού παιχνιδιού οι μαθητές αναμένεται να μπορούν:

- να αναγνωρίζουν τα δομικά μέρη της καρδιάς (κόλποι, κοιλίες, βαλβίδες) και να τα συναρμολογούν καταλλήλως σε τρισδιάστατα μοντέλα.
- να αναγνωρίζουν τις δομικές και λειτουργικές διαφορές αρτηριών, φλεβών και τριχοειδών αγγείων.

- να διακρίνουν τις τρεις διαφορετικές κυκλοφορίες του αίματος (συστημική, πνευμονική, στεφανιαία) και να περιγράφουν σωστά τη διαδρομή τους.
- να αντιλαμβάνονται την έννοια του αιματοκρίτη.
- να διακρίνουν τις διαφορές των κυκλοφορικών συστημάτων (όργανο της καρδιάς) μεταξύ θηλαστικών, αμφιβίων και ψαριών.
- να εντοπίζουν τις διαφορές στη μορφολογία και σύσταση των κυττάρων του αίματος μεταξύ φυσιολογικών ατόμων και ασθενών.

Βιβλιογραφία

- Βίλλιας, Γ. (2017). *Εκπαιδευτικά παιχνίδια απόδρασης (Escape Rooms): μια εναλλακτική διδακτική προσέγγιση*. Στο Α. Πολύζος, Λ. Άνθης (Επιμ.) Πρακτικά εργασιών 4^{ου} Πανελλήνιου Συνεδρίου «Η Βιολογία στην Εκπαίδευση», (σσ. 174-176). Πειραιάς: Πανελλήνια Ένωση Βιοεπιστημόνων. ISBN: 978-618-81159-5-8
- Καστορίνης Α., Κωστάκη-Αποστολοπούλου Μ., Μπαρώνα-Μάμαλη Φ., Περάκη Β., & Πιαλόγλου Π. (1998) “*Βιολογία Α΄ Λυκείου*”. Αθήνα: ΟΕΔΒ
- Nicholson, S. (2015). *Peeking behind the locked door: A survey of escape room facilities*. White Paper
- Nicholson, S. (2018). *Creating Engaging Escape Rooms for the Classroom*. *Childhood Education*, 94(1), 44–49.

Εκπαιδευτικά παιχνίδια απόδρασης (Escape Rooms) ΙΙΒ: μια εναλλακτική διδακτική πρόταση για τον εγκέφαλο

Γεώργιος ΒΙΛΛΙΑΣ

University of Cambridge, Faculty of Education, gv283@cam.ac.uk

Περίληψη

Τα εκπαιδευτικά παιχνίδια απόδρασης, τα τελευταία χρόνια, γίνονται όλο και περισσότερο δημοφιλή στους κύκλους της τυπικής εκπαίδευσης. Βασισμένα στη λογική των δωματίων απόδρασης (escape rooms), οι εκπαιδευτικές αυτές δραστηριότητες στοχεύουν στην απόκτηση γνώσεων και δεξιοτήτων και στην κατανόηση εννοιών μέσα από την επίλυση μιας σειράς διαδοχικών γρίφων και προβλημάτων που παρουσιάζονται με έναν ευχάριστο βιωματικό τρόπο. Όλες οι «δοκιμασίες» είναι συνδεδεμένες με συγκεκριμένους παιδαγωγικούς σκοπούς και διδακτικούς στόχους οι οποίοι προσεγγίζονται μέσω τεχνικών βιωματικής μάθησης, ανακαλυπτικής-διερευνητικής μάθησης και μεθοδολογιών επίλυσης προβλημάτων. Στη διδακτική αυτή πρόταση, το ενδιαφέρον επικεντρώνεται στην ανακεφαλαίωση εννοιών και γνώσεων που αφορούν το νευρικό σύστημα του ανθρώπου και ιδιαιτέρως τον εγκέφαλο, όπως αυτές διδάσκονται στους μαθητές της Α' τάξεως του Γενικού Λυκείου, αλλά και στην εισαγωγή νέων γνώσεων, όπως οι τεχνικές απεικόνισης MRI και η νευρολογική κατάσταση της συναισθησίας.

Λέξεις-κλειδιά: Escape rooms, εκπαίδευση, εγκέφαλος, νευρικό σύστημα, βιωματική μάθηση

Εισαγωγή

Η δομή του εγκεφάλου και το νευρικό σύστημα αποτελούν δύο πολύ ενδιαφέρουσες διδακτικές ενότητες που περιέχονται στο μάθημα της Βιολογίας της Α' Λυκείου. Όπως συμβαίνει και με άλλες ενότητες του μαθήματος, π.χ. κυκλοφορικό, αναπαραγωγικό σύστημα, το αντικείμενο μελέτης των εννοιών αυτών και η πολυπλοκότητα που εμφανίζουν, καθιστά πρακτικά αδύνατη, ή στην καλύτερη περίπτωση περιορίζει τη δυνατότητα των διδασκόντων να εφαρμόσουν τεχνικές βιωματικής μάθησης για τη διδασκαλία της δομής του εγκεφάλου. Συνέπεια των παραπάνω είναι η διδασκαλία να επικεντρώνεται σε απλή μελέτη των δισδιάστατων εικόνων του βιβλίου η οποία προάγει κυρίως την απομνημόνευση πληροφοριών με τρόπο που μακροπρόθεσμα αποδεικνύεται ανεπαρκής και συχνά αποτυγχάνει να επιφέρει το επιθυμητό μαθησιακό αποτέλεσμα.

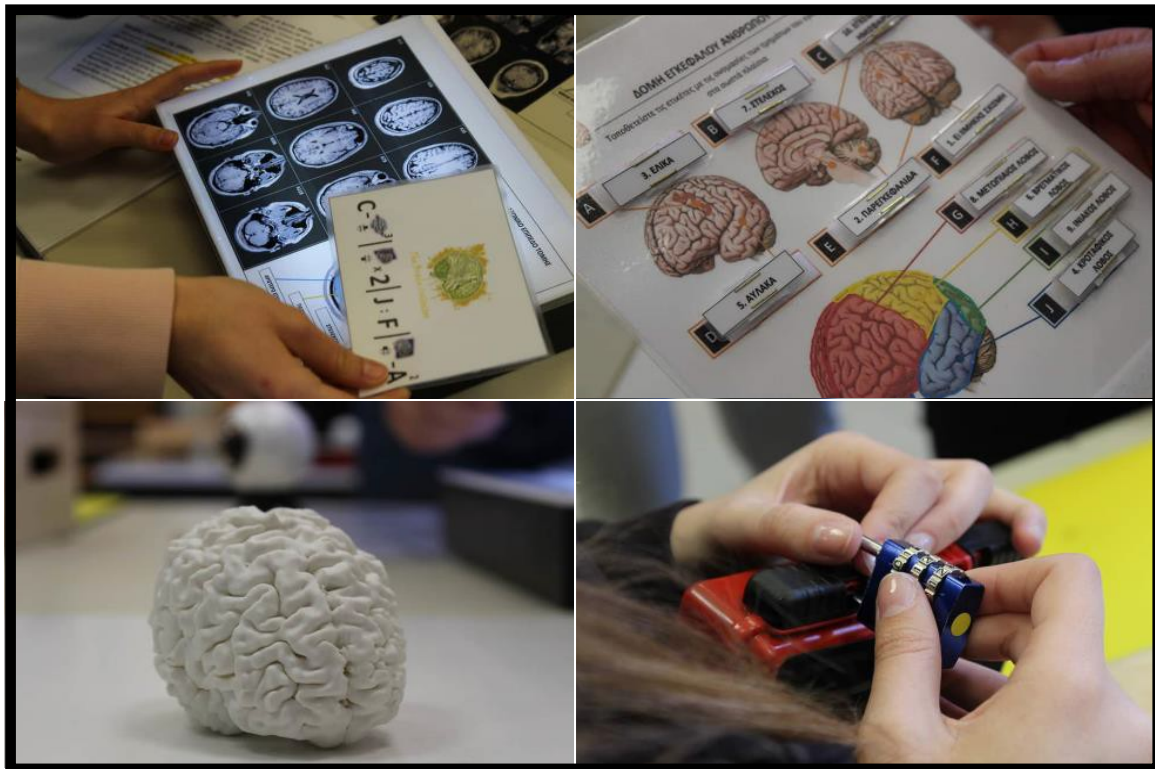
Δομή βιωματικού σεμιναρίου

Σε συνέχεια προηγούμενων βιωματικών σεμιναρίων (Βίλλιας, 2017), στόχος του προτεινόμενου σεμιναρίου είναι να γνωρίσουν οι εκπαιδευτικοί τη δομή και τον τρόπο διεξαγωγής ενός εκπαιδευτικού παιχνιδιού απόδρασης, όχι μόνο σε θεωρητικό επίπεδο, αλλά με βιωματική συμμετοχή στο ίδιο το παιχνίδι στο ρόλο των μαθητών. Με τον τρόπο αυτό θα τους δοθεί η δυνατότητα να αναγνωρίσουν έμπρακτα τη δυναμική αυτών των δραστηριοτήτων, να εντοπίσουν τα σημεία που χρειάζεται να επιστήσουν την προσοχή τους για τη σωστή διεξαγωγή τους και να πάρουν ιδέες για τη δημιουργία των δικών τους παρόμοιων δραστηριοτήτων. Παράλληλα θα δημιουργηθεί μία ομάδα συζήτησης και ανταλλαγής ιδεών για τη δημιουργία και εφαρμογή τέτοιων παιχνιδιών στο σχολικό περιβάλλον, με σκοπό την παροχή βοήθειας και την υποστήριξη των ενδιαφερομένων, την προσφορά πρόσβασης σε υπάρχοντα και μελλοντικά παιχνίδια απόδρασης αλλά και την εθελοντική συμμετοχή τους για περαιτέρω μελέτη και βελτίωσή τους. Περισσότερες πληροφορίες στον ιστότοπο <https://gvillias.wixsite.com/education>.

CSI: Συλλέκτης Εγκεφάλων, ένας κατά συρροή δολοφόνος

Το παιχνίδι απόδρασης που θα παρουσιαστεί, έχει τίτλο «CSI: Συλλέκτης Εγκεφάλων, ένας κατά συρροή δολοφόνος» (ένα εκπαιδευτικό παιχνίδι απόδρασης για τον εγκέφαλο) και αποτελεί τη μία εκ των τριών εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων που ανέπτυξα, κατασκεύασα και εφάρμοσα σε ελληνικά σχολεία, στα πλαίσια της διδακτορικής μου διατριβής. Επιπρόσθετα, το παιχνίδι αυτό θα συμμετέχει στην ελληνική αποστολή του 11^{ου} Πανευρωπαϊκού φεστιβάλ «Οι Φυσικές Επιστήμες στο Προσκήνιο» (Science on Stage - Europe), που θα πραγματοποιηθεί στο Cascais της Πορτογαλίας, από τις 31 Οκτωβρίου έως τις 3 Νοεμβρίου 2019 (<https://sons2019.eu/joint-projects/>).

Στην εργασία αυτή προτείνεται ένας εναλλακτικός τρόπος διδασκαλίας στον οποίο οι μαθητές συμμετέχουν ενεργά σε ένα συναρπαστικό εκπαιδευτικό παιχνίδι απόδρασης. Βασισμένο στη δομή των escape rooms, η εκπαιδευτική αυτή δραστηριότητα διεγείρει τη δημιουργικότητα και τη συνθετική-αναλυτική σκέψη των μαθητών, προάγει την ομαδοσυνεργατική δράση και αναπτύσσει την ικανότητα επίλυσης προβλημάτων. Η απόκτηση της γνώσης, η επεξεργασία και η κατανόηση των σχετικών εννοιών επιτυγχάνεται μέσα από μια σειρά διαδοχικών γρίφων και προβλημάτων, με έναν ευχάριστο βιωματικό τρόπο που προάγει τη χρήση και ανάπτυξη σημαντικών δεξιοτήτων. Ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα της εκπαιδευτικής αυτής προσέγγισης είναι η ενίσχυση της μαθητικής αυτενέργειας και ατομικής πρωτοβουλίας και η δημιουργία ενός ασφαλούς περιβάλλοντος για έκφραση των σκέψεων τους με χρήση επιστημονικής επιχειρηματολογίας. Μερικές από τις δοκιμασίες στις οποίες και υποβάλλονται οι μαθητές, περιλαμβάνουν την ανάλυση δεδομένων μαγνητικής τομογραφίας εγκεφάλου (MRI) η οποία θα τους επιτρέψει να αντιληφθούν με τρισδιάστατο τρόπο την εσωτερική δομή του εγκεφάλου. Σε κάποιες άλλες χρησιμοποιούν τρισδιάστατα φυσικά μοντέλα εγκεφάλου για να παρατηρήσουν την ανάγλυφη επιφάνεια του εγκεφάλου και τη σχετική θέση των επιμέρους τμημάτων του (π.χ. ημισφαίρια, λοβοί, παρεγκεφαλίδα). Σε όλες τις περιπτώσεις δίνεται έμφαση σε ανάπτυξη δεξιοτήτων παρατηρητικότητας και ανάλυσης δεδομένων.



Εικόνα 1. Δραστηριότητες & υλικά του παιχνιδιού «CSI: Συλλέκτης Εγκεφάλων, ένας κατά

συρροή δολοφόνος».

Με την ολοκλήρωση του εκπαιδευτικού παιχνιδιού οι μαθητές αναμένεται να μπορούν:

- να αναγνωρίζουν τα δομικά μέρη του εγκεφάλου (εγκεφαλικά ημισφαίρια, λοβοί, παρεγκεφαλίδα, στέλεχος, σχισμές, αύλακες, έλικες) σε τρισδιάστατα μοντέλα.
- να διακρίνουν εγκεφαλικές δομές σε εικόνες σύγχρονων μεθόδων ιατρικής απεικόνισης όπως η MRI και fMRI.
- να αντιλαμβάνονται τις συνέπειες παθολογικών καταστάσεων (π.χ. νόσος του Alzheimer, εγκεφαλικό επεισόδιο, καρκινικός όγκος) στη δομή του εγκεφάλου.
- να εντοπίζουν τη θέση διαφόρων κέντρων αισθήσεων (ακοής, όρασης, όσφρησης) του ανθρώπινου εγκεφάλου.
- να κατανοούν τη νευρολογική κατάσταση της συναισθησίας.

Βιβλιογραφία

- Βίλλιας, Γ. (2017). *Εκπαιδευτικά παιχνίδια απόδρασης (Escape Rooms): μια εναλλακτική διδακτική προσέγγιση*. Στο Α. Πολύζος, Λ. Άνθης (Επιμ.) Πρακτικά εργασιών 4^{ου} Πανελλήνιου Συνεδρίου «Η Βιολογία στην Εκπαίδευση», (σσ. 174-176). Πειραιάς: Πανελλήνια Ένωση Βιοεπιστημόνων. ISBN: 978-618-81159-5-8
- Καστορίνης Α., Κωστάκη-Αποστολοπούλου Μ., Μπαρώνα-Μάμαλη Φ., Περάκη Β., & Πιαλόγλου Π. (1998) “*Βιολογία Α΄ Λυκείου*”. Αθήνα: ΟΕΔΒ
- Nicholson, S. (2015). *Peeking behind the locked door: A survey of escape room facilities*. White Paper
- Nicholson, S. (2018). *Creating Engaging Escape Rooms for the Classroom*. Childhood Education, 94(1), 44–49.

III.ΑΝΑΡΤΗΜΕΝΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ (POSTER)

Μουσικές του Βουνού και της Θάλασσας

Χαρά ΣΤΑΜΑΤΑΚΗ¹, Ευαγγελία ΣΚΑΡΣΟΥΛΗ²

1. Μουσικό σχολείο Ηρακλείου, charastam@gmail.com

2. Μουσικό σχολείο Ηρακλείου, skarsoulieva@gmail.com

Περίληψη

Με αυτή την πρόταση στο πλαίσιο ενός Περιβαλλοντικού Προγράμματος, παρουσιάζεται μια οικολογική προσέγγιση της μουσικής των μαθητών του Μουσικού Σχολείου Ηρακλείου ή διαφορετικά μια μουσική προσέγγιση της οικολογίας. Σε κάθε περίπτωση ανάμεσα στους στόχους, πρωταρχικοί είναι αυτοί της δημιουργίας μουσικών και περιβαλλοντικών νοημάτων, η απόκτηση μουσικών και οικολογικών γνώσεων αλλά και προτιμήσεων, καθώς και η ενίσχυση της καλλιτεχνικής - μουσικής και όχι μόνο δημιουργικότητας σε όλα τα επίπεδα, μέσα από τις διαφορετικές οπτικές των μαθητών τόσο σε ατομικό όσο και σε ομαδικό επίπεδο.

Λέξεις – Κλειδιά : Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, μουσική, περιβάλλον.

Εισαγωγή

Οι σύγχρονες μουσικο-ψυχολογικές και μουσικο-παιδαγωγικές έρευνες προασπίζουν την άποψη πως η εξέλιξη της μουσικής συμπεριφοράς των εφήβων αποτελεί συστατικό κομμάτι της ταυτότητάς τους (Lapidaki 2007). Παράλληλα, είναι πλέον γεγονός ότι η συναισθηματική απομάκρυνση του ανθρώπου από τη φύση έχει συμβάλει σε μια επαναλαμβανόμενη, εκτεταμένη και ίσως, χωρίς όρια ‘κακοποίησή’ της. Το ερώτημα λοιπόν που τίθεται είναι αν μέσα από την μουσική μπορεί να επιτευχθεί η ενίσχυση της σχέσης του ατόμου, στην προκειμένη περίπτωση μαθητών και περιβάλλοντος.

Η αντιληπτική και συναισθηματική συμμετοχή των μαθητών σε θέματα περιβάλλοντος στηρίζεται αφενός σε εγκυκλοπαιδικές γνώσεις και αφετέρου στους δεσμούς και την ταύτιση τους με αυτό, μέσα από εμπειρίες και δράσεις. (Ετμεκτσόγλου 2009). Η έννοια μιας βαθιάς φιλίας ή ‘βιοφιλίας’, όπως την ονομάζει ο Wilson (στο Callenbach 2005), φαίνεται να έχει καθοριστικό ρόλο στους αυριανούς ενεργούς πολίτες με ενισχυμένη οικολογική συνείδηση. Στη σύγχρονη σχολική εκπαίδευση μέσω των Προγραμμάτων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης για το περιβάλλον και την αειφόρο ανάπτυξη, είναι σημαντικό να γίνονται προσπάθειες για την προσέγγιση των πολύπλοκων σχέσεων μεταξύ των οργανισμών, συμπεριλαμβανομένου του ανθρώπου και του περιβάλλοντος, με τη βοήθεια των τεχνών και στην συγκεκριμένη περίπτωση της μουσικής. Ο ιδιαίτερα εγγύς τρόπος με τον οποίο η μουσική συνδέεται με το συναίσθημα, είτε ως έκφραση και επικοινωνία είτε μέσω της σχέσης με προσωπικές εμπειρίες, την καθιστά μια αποτελεσματική προσέγγιση. Παράλληλα, ο συνδυασμός της με επιστήμες δίνει τη δυνατότητα για μια ουσιαστικότερη αντίληψη και κατανόηση του οικοσυστήματος, ακόμα και στο ευρύτερο πλαίσιο του, αυτό του πλανήτη Γη. Ο μουσικολόγος και μουσικοπαιδαγωγός C. Small (Τσίρης & Παπασταύρου 2011) αναφέρει ότι μέσω της μουσικής οι άνθρωποι κατανοούν την ύπαρξή τους και την συσχετίζουν με όσους και ό,τι τους περιβάλλει, ενώ επισημαίνει πως η μουσική είναι μία δραστηριότητα και όχι ένα αντικείμενο. Η μουσική σχετίζεται πολύπλευρα με το συναίσθημα, μιας και μπορεί να αναπαριστά, να εκφράζει και να προκαλεί συναισθήματα (Τσέτσος 2012).

Το περιβάλλον είναι ένα πολύπλοκο σύστημα με όλα τα στοιχεία του να βρίσκονται σε συνεχή αλληλεπίδραση (Δημητρίου 2009) και χαρακτηρίζεται από ισορροπίες που χρίζουν ιδιαίτερης προσέγγισης κατά τη μελέτη του και την κατανόηση των λειτουργιών του (Μαλάκης 2013).

Ιδιαίτερα στις μέρες μας, που πολλά προβλήματα φαίνεται να απειλούν την ίδια του την ύπαρξη, κρίνεται αναγκαία περισσότερο ίσως από κάθε άλλη φορά η αλλαγή νοοτροπίας και στάσης για την προστασία του, εξαιτίας του ότι οι άμεσοι αποδέκτες είναι η ίδια μας η ζωή. Ένας τέτοιος στόχος μπορεί να επιτευχθεί και μέσω των Προγραμμάτων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης, τα οποία στις μέρες μας αποτελούν αναπόσπαστο στοιχείο της εκπαιδευτικής διαδικασίας στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. Σημαντικό ρόλο στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση και στην Εκπαίδευση για την Αειφόρο Ανάπτυξη αποτελεί η ανάπτυξη της δημιουργικότητας και των ικανοτήτων των σημερινών μαθητών και μελλοντικών ενεργών πολιτών στην ανεύρεση λύσεων στα ήδη υπάρχοντα ή και μελλοντικά προβλήματα, δίνοντάς τους τη δυνατότητα να αποκτήσουν μια ευέλικτη στάση και μια κριτική σκέψη (Κυριαζάκο 2017). Τα Προγράμματα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης συμβάλλουν καθοριστικά στην ανάπτυξη δεξιοτήτων και απόκτηση αξιών, στοιχεία που κρίνονται απόλυτα αναγκαία σε μία κοινωνία ανθρώπων - πολιτών με ηθικές αξίες, έτσι ώστε τα περιβαλλοντικά προβλήματα να αντιμετωπίζονται με ανιδιοτέλεια (Τζαμπερής 2015).

Πλέον είναι επιτακτική η ανάγκη να κατανοήσει η ανθρωπότητα τα προβλήματα του περιβάλλοντος, να αρχίσει να σέβεται την αξία του και να δράσει υπεύθυνα για την προστασία του (Slingsby & Baker 2005). Οι εμπειρίες των παιδιών στη φύση κατά τη διάρκεια όλων των εποχών και σε διαφορετικά οικοσυστήματα θεωρούνται ιδιαίτερα σημαντικές (Pound 2005), εξαιτίας του ότι τους δίνεται η δυνατότητα να αντιληφθούν διαφορές, να συλλέξουν άμεσα και έμμεσα χρήσιμες πληροφορίες για τον ιστό της ζωής και για τους κύκλους της φύσης. Μέσα από αυτές τις εμπειρίες τα παιδιά συνειδητοποιούν ποια είναι η δική τους θέση στον ιστό της ζωής (Capra 2005).

Κριτήρια επιλογής θέματος – Μεθοδολογία

Η συγκεκριμένη δράση πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο Περιβαλλοντικού Προγράμματος κατά τη διάρκεια του σχολικού έτους 2018 -2019 στο Μουσικό Σχολείο Ηράκλειου με τους μαθητές της Β΄ Λυκείου. Η επιλογή του θέματος έγινε από τους ίδιους τους μαθητές, σε μια προσπάθεια να συνδυάσουν τη μουσική με την οποία ασχολούνται με διάφορους τρόπους (μουσικό όργανο ή τραγούδι) με το περιβάλλον. Σε πρωταρχικό στάδιο έγιναν κάποιοι εννοιολογικοί πίνακες και αποσαφηνίστηκαν έννοιες όπως τροφική αλυσίδα, οικοσύστημα, ανθρωπογενείς παρεμβάσεις κ.α. Στη συνέχεια, έγινε μια συζήτηση για περιοχές κοντά στην πόλη του Ηράκλειου, ορεινές ή παραθαλάσσιες, ιδιαίτερου φυσικού κάλους ή με έντονες τις ανθρωπογενείς δράσεις. Οι μαθητές έκαναν τις προτάσεις τους και επιλέχτηκαν οι τοποθεσίες. Ορίστηκαν κατά προσέγγιση κάποιες ημερομηνίες και τέθηκαν οι προτάσεις τους για το τι ακριβώς θα κάναμε εκεί. Μετά από συζήτηση κατέληξαν στην ιδέα να παίξουν μουσική και να τραγουδήσουν ό,τι θα τους ενέπνεε το περιβάλλον στο οποίο θα βρισκόμασταν κάθε φορά, στηριζόμενοι στον αυθορμητισμό της στιγμής. Οργανώθηκαν μεταξύ τους για τα μουσικά όργανα που θα είχαμε στη διάθεσή μας και σε αυτή την ιδέα συμπλήρωσαν και ένα πρόχειρο πικ – νικ για το τέλος της κάθε δράσης, με πράγματα που θα έφτιαχναν στο σπίτι τους στο πλαίσιο της υγιεινής διατροφής.

Σε κάθε εξόρμησή μας, αρχικά διεξαγόταν μια εκτενής συζήτηση για το περιβάλλον στο οποίο βρισκόμασταν, η οποία εμπεριείχε ερωτήματα όπως: τι βλέπουν, τι ακούνε, τι μυρίζουν και γενικότερα τι παρατηρούν. Γινόταν ο αντίστοιχος διάλογος σχετικά με αίτια αλλά και προτάσεις αντιμετώπισης, για τις περιπτώσεις εκείνες που οι ανθρωπογενείς δράσεις ήταν τόσο έντονες, ώστε να οδηγούν σε υποβάθμιση του περιβάλλοντος. Στη συνέχεια οι μαθητές επέλεξαν τις μουσικές και τα τραγούδια, τα οποία και βιντεοσκοπούσαμε. Όταν η δράση ολοκληρωνόταν, αναλάμβανε κάποιος/α μαθητής/τρια να επεξεργαστεί το υλικό που είχαμε στη διάθεσή μας, (φωτογραφίες και βίντεο) και να του δώσει την τελική του μορφή. Πραγματοποιήθηκαν συνολικά πέντε τέτοιες δράσεις και προέκυψε υλικό από τις τρεις, γιατί εξαιτίας των καιρικών φαινομένων ήταν αδύνατη η επεξεργασία των άλλων δύο (ο αέρας ήταν αρκετά δυνατός, ώστε

δεν μας έδινε καθαρό ήχο, κάτι που ήταν το ζητούμενό μας). Στο τέλος της χρονιάς, είδαμε όλοι μαζί το υλικό και ανταλλάξαμε απόψεις, θέτοντας ένα στόχο: να το επαναλάβουμε με την πρώτη ευκαιρία που θα μας δοθεί ξανά. Επίσης, στην εκδήλωση του σχολείου στο τέλος της σχολικής χρονιάς, παρουσιάστηκε η δράση από τους ίδιους τους μαθητές.

Εκπαιδευτικοί στόχοι

Οι εκπαιδευτικοί στόχοι βασισμένοι στις αρχές της ψυχολογίας της συμπεριφοράς, έτσι όπως διατυπώθηκαν από τον B. Bloom, αφορούν εκτός από τις γνώσεις που οι μαθητές θα αποκτήσουν και θα καταχωρίσουν στη μνήμη τους για μελλοντική χρήση και τις ικανότητες που θα αναπτύξουν, έτσι ώστε να μπορέσουν να αξιοποιήσουν δεξιότητες για την διαχείριση καταστάσεων (Cedefop 2002).

Στους περιβαλλοντικούς στόχους συμπεριλαμβάνονται η κατανόηση βασικών εννοιών, όπως οικοσύστημα, χλωρίδα, πανίδα, ο προβληματισμός σχετικά με τα περιβαλλοντικά θέματα της περιοχής τους, αλλά και τα παγκόσμια, καθώς και η κατανόηση των σχέσεων αλληλεξάρτησης και αλληλεπίδρασης στο οικοσύστημα και η δραστηριοποίηση πάνω σε θέματα περιβάλλοντος. Στους εικαστικούς, τίθενται η απελευθέρωση των δυνατοτήτων τους και η αυθόρμητη έκφραση των συναισθημάτων τους μέσω της μουσικής. Στους ψυχοκινητικούς, εμπεριέχονται η ανάπτυξη πνεύματος συνεργασίας, η καλλιέργεια κριτικής σκέψης, η ανάπτυξη δεξιοτήτων και η ενίσχυση της δημιουργικής διάθεσης. Στους συναισθηματικούς συμπεριλαμβάνονται η διαμόρφωση ενεργών πολιτών μέσα από συμμετοχική δράση, η υιοθέτηση θετικών στάσεων και η ανάπτυξη του αισθήματος της ατομικής και συλλογικής ευθύνης. Τέλος, στους κοινωνικούς, εξέχουσα θέση κατέχουν η διαμόρφωση στάσεων και απόψεων, καθώς και υλοποίηση στόχων, η ευαισθητοποίηση σε περιβαλλοντικά θέματα και η καλλιέργεια των δυνατοτήτων τους να παρεμβαίνουν / αλλάζουν προς το καλύτερο το περιβάλλον τους.

Συμπεράσματα

Στη σύγχρονη εποχή είναι πλέον αποδεκτό από όλους ότι οι ανθρωπογενείς δράσεις οδηγούν με γοργούς ρυθμούς στην υποβάθμιση του περιβάλλοντος. Επίσης, δεν αμφισβητείται η αναγκαιότητα της προστασίας του περιβάλλοντος και των φυσικών πόρων (Παπαβασιλείου 2015). Επι της ουσίας, το ζητούμενο είναι η εναρμόνιση ανάπτυξης και η διατήρηση ενός «υγιούς» περιβάλλοντος (Φώκιαλη κ.ά. 2005), υιοθετώντας αιφορική στάση ζωής. Σε αυτό το πλαίσιο, η προώθηση της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης και των Περιβαλλοντικών Προγραμμάτων στα σχολεία, αποτελεί άμεση αναγκαιότητα. Παράλληλα, η τέχνη, πέρα από τη συμμετοχή της στο περιβαλλοντικό κίνημα, πρέπει να γίνει μέρος αυτού του ίδιου κινήματος (Φλογαίτη 2009). Αυτό θα είχε καθοριστικό ρόλο στην κατανόηση και αφύπνιση των ατόμων, δεδομένου του ότι ο άνθρωπος αντιδρά στα ερεθίσματα της τέχνης, καθώς αυτή του εξάπτει τη φαντασία, και τον κάνει να ονειρεύεται έναν κόσμο καλύτερο (Κυριαζάκος 2017). Η μουσική λοιπόν, ως τέχνη έχει τη δυναμικότητα εκείνη να επιδρά, να επηρεάζει και να καθοδηγεί, ενώ παράλληλα συνδέεται με την προσωπικότητα του καθενός ξεχωριστά, αφού αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι σε όλη τη διάρκεια της ζωής του (Φραγκούλη 2012). Η μουσική μπορεί να συνεισφέρει καθοριστικά στην διαμόρφωση οικολογικής συνείδησης, επηρεάζοντας γνωστικά και συναισθηματικά και ευαισθητοποιώντας σε περιβαλλοντικά προβλήματα με απώτερο σκοπό την ενεργό συμμετοχή στην επίλυσή τους. Σε ένα σύγχρονο εκπαιδευτικό σύστημα επομένως, ο στόχος δεν μπορεί να είναι μονοδιάστατος, έχοντας μαθητές παθητικούς δέκτες γνώσεων (Ξανθάκου 2011), αλλά πρέπει να τεθούν ως προτεραιότητα τα ιδανικά και οι αξίες, για να έχουμε υπεύθυνους και ενεργούς αυριανούς πολίτες.

Βιβλιογραφία

Δημητρίου, Α. (2009). *Περιβαλλοντική Εκπαίδευση: Περιβάλλον, Αειφορία. Θεωρητικές και παιδαγωγικές προσεγγίσεις. Θεσσαλονίκη: Επίκεντρο.*

- Ετμεκτσόγλου, Ιωάννα. (2009). *Η Ακουστική Οικολογία στο Σχολείο: Το Δάσος ως Πηγή και Διαμορφωτής των Ήχων του Περιβάλλοντος*. 1ο Πανελλήνιο Διεπιστημονικό Συνέδριο Τέχνης & Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης. 29-31 ΜΑΪΟΥ 2009 Η Τέχνη ως εργαλείο εκπαίδευσης για το περιβάλλον Παιδαγωγικές/Εκπαιδευτικές προσεγγίσεις για το Δάσος/Δέντρο & την Ανακύκλωση
- Κυριαζάκο Εμμανουήλ (2017). *Η μουσική και τα τραγούδια ως μέσο περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης: απόψεις Ελλήνων καλλιτεχνών*. Σχολή Ανθρωπιστικών Σπουδών. Πανεπιστήμιο Αιγαίου.
- Μαλάκης, Ε. (2013). *Τεχνο-ατυχήματα και περιβάλλον*. Αθήνα: Διάδραση
- Ξανθάκου, Γ. (2011). *Δημιουργικότητα και καινοτομία στο σχολείο και την κοινωνία*. Αθήνα: Διάδραση
- Παπαβασιλείου, Β. (2015). *Αειφόρος Ανάπτυξη και Εκπαίδευση: Το πολυδιάστατο μιας σχέσης*. Αθήνα: Διάδραση.
- Τζαμπερής Α., Τζαμπερής Ν. & Παπαβασιλείου Β. (2017). *Ευρηματικότητα, ψυχαγωγία, δημιουργία: μια διαφορετική μορφή ανακύκλωσης για το περιβάλλον και την αειφορία*. 6^ο Περιβαλλοντικό Συνέδριο Μακεδονίας. Θεσσαλονίκη, 5-7 Μαΐου 2017.
- Τσέτσος, Μ. (2012). *Η μουσική στη νεότερη φιλοσοφία. Από τον Καντ στον Αντόρνο*. Αθήνα: Αλεξάνδρεια.
- Τσίρης, Γ. & Παπασταύρου, Δ. (2011). *Μουσικοτροπώντας: Η μουσική πράξη ως υγεία και θεραπεία μέσα από μια διεπιστημονική προοπτική*. *Approaches: Μουσικοθεραπεία & Ειδική Μουσική Παιδαγωγική*, 3(2), 91-107.
- Φλογαΐτη, Ε. (2009). *Διερευνώντας εμπειρικά μια γόνιμη σχέση: Περιβαλλοντική Εκπαίδευση και Τέχνη*. 1ο Πανελλήνιο Διεπιστημονικό Συνέδριο Τέχνης & Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης. Η Τέχνη ως εργαλείο εκπαίδευσης για το Περιβάλλον (131134). Αθήνα, 29 31 Μαΐου 2009.
- Φώκιαλη, Π., Μουστάκας, Λ., Παπαβασιλείου, Β., Παπαδομαρκάκης, Ι., Τσαγκρής, Φ., Φιλιππάκη, Κ. & Χατζιάρα, Θ. (2005). *Εμπειρική έρευνα για τη διαμόρφωση στάσεων και αντιλήψεων σε θέματα αειφόρου ανάπτυξης: Η περίπτωση των μαθητών των Λυκείων της Ρόδου*. Στο Μ. Καϊλα, Ε. Θεοδωροπούλου, Α. Δημητρίου, Γ. Ξανθάκου & Ν. Αναστασάτος (επιμ.), *Περιβαλλοντική εκπαίδευση, Ερευνητικά δεδομένα και Εκπαιδευτικός Σχεδιασμός* (99-113). Αθήνα: Ατραπός
- Φραγκούλη, Α. (2012). *Η μουσική ως θεραπευτικό μέσο για παιδιά με ψυχικές διαταραχές στο ειδικό σχολείο*. Διδακτορική διατριβή στο ΠΜΣ «Ειδική Αγωγή» του Τμήματος Εκπαίδευσης και Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών. Αθήνα
- Capra, F. (2005). *Preface: "How nature sustains the web of life"*. In Stone, M. K. & Barlow, Z. (Eds.), *Ecological literacy: Educating our children for a sustainable world*. San Francisco: Sierra Club Books. (xiii-xv).
- Callenbach, E. (2005). *"Values."* Στο M. K. Stone & Z. Barlow (eds.), *Ecological literacy: Educating our children for a sustainable world* (σσ. 45-48). San Francisco, CA: Sierra Club Books.
- Lapidaki, E. (2007). *Learning from masters of music creativity: Shaping compositional experiences in music education*. *Philosophy of Music Education Review*, 15(2), 93–117
- Pound, L. (2005). *How children learn: From Montessori to Vigotsky- Educational theories and approaches made easy*. London: Step Forward Publishing
- Slingsby, R.B. & Barker, S. (2005). *The role of learned societies, government agencies, NGOs, advocacy groups, media, schools, and environmental educators in shaping public understanding of ecology*. In: E. Johnson & M. Mappin, *Environmental Education and Advocacy: Changing perspectives of ecology and education* (72-87). United Kingdom: Cambridge University Press
- Small, C. (1983). *Μουσική, κοινωνία, εκπαίδευση*. Αθήνα: Νεφέλη

«SOS-e τον πλανήτη»: Ανταρκτική Πρόταση Διδακτικής Δράσης σχετικά με την επίδραση της χρήσης ορυκτών υλών στην ήπειρο της Ανταρκτικής

Ελένη ΜΠΕΧΡΑΚΗ Κωνσταντίνος ΡΙΖΟΠΟΥΛΟΣ
 Εκ/κός Α' Βάθμιας Εκ/σης, Υπ. Διδ. ΠΤΔΕ, ΕΚΠΑ elebech@primedu.uoa.gr
 Βιβλιοθηκονόμος, Instructional Designer rkostas@yahoo.com

Περίληψη

«SOS-e τον πλανήτη» ήταν ο τίτλος της μίας εκ των συμμετοχών του εργαστηρίου Διδακτικής και Επιστημολογίας Φυσικών Επιστημών και Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας του ΠΤΔΕ του ΕΚΠΑ στο Science (Rescience) Festival (2019). Η συμμετοχή περιελάμβανε ένα σύνολο εργαστηριακών διδακτικών προσεγγίσεων παιγνιώδους μορφής οι οποίες σχετίζονταν με την επίπτωση των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στον πλανήτη. Στο παρακάτω σενάριο παρουσιάζεται η πρόταση διερεύνησης των επιπτώσεων της καύσης ορυκτών υλών στην ήπειρο της Ανταρκτικής, μέσω μιας ροής δραστηριοτήτων οι οποίες αναφέρονται στο πρόβλημα της οξίνισης των ωκεανών και της επίδρασης που αυτή έχει στο σχηματισμό του πλαγκτόν και κατά συνέπεια στο τροφικό πλέγμα στη συγκεκριμένη περιοχή.

Λέξεις-Κλειδιά: οξίνιση, τροφική αλυσίδα, Ανταρκτική, τροφικό πλέγμα, διοξείδιο του άνθρακα

Εισαγωγή

Περίπου το ένα τέταρτο του διοξειδίου του άνθρακα που εκπέμπεται στην ατμόσφαιρα λόγω της καύσης ορυκτών καυσίμων καταλήγει στον ωκεανό. Το διοξείδιο του άνθρακα απορροφάται από τον ωκεανό. Η εκπομπή του σε μεγάλες ποσότητες προκαλεί την οξίνιση του ωκεανού, το οποίο ως γεγονός αντιπροσωπεύεται από την παρουσία χαμηλότερου pH. Η διαδικασία της οξίνισης των ωκεανών (η μείωση του pH του ωκεάνιου νερού) επηρεάζει τους οργανισμούς που ζουν σε αυτά τα νερά. Η αυξανόμενη οξύτητα του νερού επηρεάζει τους οργανισμούς που χρησιμοποιούν διάφορες μορφές ανθρακικού ασβεστίου για να σχηματίσουν τα κελύφη τους και τον σκελετό τους. Καθώς το CO₂ απορροφάται στο νερό, η προκύπτουσα χημική διαδικασία μειώνει την ποσότητα διαθέσιμων ανθρακικών ιόντων που χρησιμοποιούνται από τους οργανισμούς για τη δημιουργία των κελυφών και του σκελετού τους. Εκτός από τη μείωση των διαθέσιμων ανθρακικών ιόντων, το μειωμένο pH καθιστά το νερό των ωκεανών πιο διαβρωτικό. Μερικοί από τους οργανισμούς που επηρεάζονται άμεσα από το φαινόμενο της οξίνισης είναι τα κοράλλια και ορισμένα είδη πλαγκτόν (όπως τα κοκκολιθοφόρα). Η συνεχιζόμενη οξίνιση καθιστά προβληματικό τον σχηματισμό και την ανάπτυξη των οργανισμών αυτών.

Επηρεάζεται κατά συνέπεια σε μεγάλο βαθμό το θαλάσσιο τροφικό δίκτυο. Το πλαγκτόν βρίσκεται στη βάση της τροφικής πυραμίδας. Η ονομασία πλαγκτόναφορά οργανισμούς που δεν μπορούν να κολυμπήσουν ενάντια στο ρεύμα. Μπορεί να είναι φυτοπλαγκτόν το οποίο περιλαμβάνει τα κοκκολιθοφόρα και ζωοπλαγκτόν (πλαγκτόν ζωικής προέλευσης) στο οποίο περιλαμβάνονται τα πτερόποδα. Ως βάση της τροφικής πυραμίδας είναι εξαιρετικά σημαντικό. Ωκεανοί αφιλόξενοι στο πλαγκτόν και η συνεπακόλουθη έλλειψή του θα μπορούσε να οδηγήσει σε καταστροφή πολλών άλλων θαλάσσιων ειδών.

Το φαινόμενο της οξίνισης των ωκεανών έχει επίσης επίδραση στους κοραλλιογενείς υφάλους, οι οποίοι αποτελούν φιλόξενο περιβάλλον για μία μεγάλη ποικιλία οργανισμών.

Περιγραφή της ροής των δραστηριοτήτων

Οι παρακάτω δραστηριότητες απευθύνονται σε μαθητές της Στ' τάξης Δημοτικού και Α', Β'

Γυμνασίου. Είναι σχεδιασμένες ώστε να ενθαρρύνουν την ενεργητική συμμετοχή, τον πειραματισμό, την υποθετική σκέψη και διερεύνηση, καθώς και την κριτική σκέψη των μαθητών μέσα σε συνεργατικό πλαίσιο και με ψυχαγωγικό τρόπο.

Βασικός σκοπός της όλης διαδικασίας είναι να αναγνωρίσουν και να αντιληφθούν οι μαθητές την εύθραυστη ισορροπία της συνύπαρξης ανθρώπου και φυσικού περιβάλλοντος, να ευαισθητοποιηθούν μέσα από την καταγραφή της υφιστάμενης ισχυρής αλληλεπίδρασης της αλληλεξάρτησης σχετικά με τις στενές σχέσεις μεταξύ των καθημερινών, ανθρώπινων δραστηριοτήτων και του περιβάλλοντος ώστε να αντιληφθούν την ανάγκη προστασίας του και να οδηγηθούν σε ανάληψη δράσης.

Ωστόσο μέσω αυτών ικανοποιούνται και επιμέρους στόχοι όπως η καλλιέργεια δεξιοτήτων εκτέλεσης πειραματικών διαδικασιών, η αισθητοποίηση της διαδικασίας οξίνισης του ωκεάνιου νερού, η αναγνώριση και κατανόηση της επίδρασης των σύγχρονων δραστηριοτήτων στο ωκεάνιο οικοσύστημα της Ανταρκτικής αντιλαμβανόμενοι ταυτόχρονα το μεγάλο εύρος του βεληνεκού των βλαβερών επιπτώσεων της χρήσης ορυκτών καυσίμων η οποία λαμβάνει χώρα σε περιοχές απομακρυσμένες από τη συγκεκριμένη ήπειρο. Επιπλέον σε συσχέτιση με τα ΑΠΣ και ΔΕΙΠΣ και τους στόχους γνωστικών αντικειμένων ασκούνται στη σχηματική αναπαράσταση ενός τροφικού πλέγματος. Μέσα από αυτό προσφέρεται η δυνατότητα της κατανόησης της πολυπλοκότητας των σχέσεων οι οποίες ξεπερνούν τη γραμμικότητα.

Η παρουσίαση είναι σπονδυλωτή και προσεγγίζεται μέσα από μία ροή αλυσιδωτών δράσεων με μορφή γρίφων παιγνιώδους χαρακτήρα.

1^η δραστηριότητα

Με την είσοδό τους στο χώρο οι μαθητές βρίσκουν ένα φύλλο περιγραφής των βημάτων το οποίο μπορούν να συμβουλευθούν για να γνωρίζουν τη διαδικασία καθώς και έναν φάκελο ο οποίος τους καλωσορίζει στην Ανταρκτική, περιγράφει το πρόβλημα και τους καθοδηγεί στην εκτέλεση της πειραματικής διαδικασίας. Κατά τη διάρκεια του πειράματος οι μαθητές αναμιγνύουν σε νερό το οποίο βρίσκεται ήδη σε δύο γυάλινα διαφανή δοχεία συγκεκριμένη και ίση ποσότητα δείκτη μπλε της βρωμοθυμόλης. Οι μαθητές με τη βοήθεια του κειμένου οδηγούνται στο να εισάγουν CO₂ στο ένα από αυτά τα διαφανή δοχεία μέσω της εκπνοής τους. Λόγω της δημιουργίας και εισαγωγής του CO₂ θα παρατηρήσουν την αλλαγή του χρώματος του δείκτη.



Εικόνα 1. 1^η δραστηριότητα, η πειραματική διάταξη

2^η δραστηριότητα

Δίπλα από την πειραματική διάταξη υπάρχει ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής στην οθόνη του οποίου εικονίζεται ένα Ρhμετρο. Οι μαθητές συγκρίνουν το χρώμα του νερού μετά το πείραμα με τα χρώματα του Ρhμετρου στην οθόνη και το αντιστοιχίζουν «κλικάροντας» στο κατάλληλο σημείο. Αν πατήσουν λάθος χρώμα ηχητικό μήνυμα τους ενημερώνει ότι «Πλησιάζεις» ή «Είσαι πολύ κοντά».

Στο συγκεκριμένο σημείο θα πρέπει να έχουμε υπόψη ότι στην πραγματικότητα το νερό των ωκεανών είναι βασικό και το φαινόμενο της οξίνισης αφορά στη μείωση του Ρh και όχι στην κλίμακα κάτω του 7. Αυτό θα πρέπει να συζητηθεί με τους μαθητές στη συνέχεια ώστε να μην υπάρξουν στρεβλώσεις σε επίπεδο επιστημονικών γνώσεων.

Όταν πατήσουν στο σωστό/ά χρώματα ξεκινά να προβάλλεται ένα animation το οποίο μεταγλωττίστηκε και διασκευάστηκε και το οποίο περιγράφει τη διαδικασία της παραγωγής του CO₂ και απορρόφησης του διοξειδίου από τους ωκεανούς και τις μεταβολές που αυτό συνεπάγεται. Το βίντεο καταλήγει ότι το φαινόμενο της οξίνισης επηρεάζει μια πολύ γνωστή τους αλυσίδα της οποίας το όνομα πρέπει να ανακαλύψουν. Σε περίπτωση που είναι αναγκαίο το βίντεο μπορεί να επαναληφθεί.



Εικόνα 2. 2^η δραστηριότητα, προβολή animation

3^η δραστηριότητα

Η λέξη που πρέπει να ανακαλύψουν είναι «τροφική», την οποία στη συνέχεια τη σχηματίζουν σε μηχανισμό cryptex. Σχηματίζοντας τη λέξη ο μηχανισμός ανοίγει, αποκαλύπτοντας ένα ακόμα μήνυμα το οποίο αποτελεί την εισαγωγή για τη μετάβαση στο επόμενο βήμα.



Εικόνα 3. 3^η δραστηριότητα, ο μηχανισμός cryptex

4^η δραστηριότητα

Μετά από την εισαγωγή που πραγματοποιείται μέσα από το μήνυμα του cryptex, οι μαθητές καλούνται να διερευνήσουν το πρόβλημα που προκαλείται στο τροφικό δίκτυο της Ανταρκτικής εξαιτίας της κλιματικής αλλαγής. Για τη διερεύνηση αυτή πρέπει να χρησιμοποιήσουν ένα βιβλίο με τίτλο: «Ο αδύναμος κρίκος: Ο αστυνόμος Πέρκας στην Ανταρκτική».

Σύμφωνα με το βιβλίο το φαγητό στην Ανταρκτική λιγοστεύει επικίνδυνα. Τα ζώα που αντιλαμβάνονται τον κίνδυνο καλούν τον ξακουστό αστυνόμο Πέρκα να τους λύσει το πρόβλημα. Ο αστυνόμος καλεί σε ανάκριση ένα αντιπρόσωπο από κάθε είδος που διαβιεί στην περιοχή, το οποίο μέσα από ένα σύντομο αφηγηματικό με λογοτεχνικά στοιχεία κείμενο σε πρώτο πρόσωπο κάνει μία σύντομη αναφορά σε απλό λόγο στο είδος του, το είδος της τροφής που του είναι αναγκαίο και σε κάποιες συνήθειές του, όπως για παράδειγμα εάν είναι θηρευτής, καταναλωτής ή παραγωγός. Μέσα από τις διηγήσεις του κάθε ζώου οι μαθητές καλούνται να τραβήξουν γραμμές-βέλη συνδέοντας κάθε ζώο με την τροφή του.

Από το δίκτυο που σχηματίζεται οι μαθητές θα αντιληφθούν ποιος είναι ο βασικός κρίκος του τροφικού δικτύου. Ενώ τα βέλη στην πλειονότητά τους οδηγούν στο κριλ, το ίδιο το κριλ τρέφεται από το πλαγκτόν, το οποίο με τη σειρά του επηρεάζεται από το φαινόμενο της οξίνισης σύμφωνα με τον τρόπο που επεξηγήθηκε στο animation.

Στη συγκεκριμένη δραστηριότητα το κριλ και το πλαγκτόν αντιστοιχούσαν σε δύο αριθμούς τους οποίους οι μαθητές χρησιμοποιούσαν για να ξεκλειδώσουν το κουτί στο οποίο βρισκόταν κρυμμένη λύση που ήταν απαραίτητη για να σωθεί η Γη.



Εικόνα 4. 4^η δραστηριότητα, παρουσίαση τροφικού δικτύου

Ο διαθέσιμος χρόνος στην προκειμένη περίπτωση ήταν είκοσι λεπτά. Ωστόσο σε υποθετική εφαρμογή του μέσα σε τάξη όπου υπάρχει περισσότερος χρόνος μπορεί να υπάρξει επέκταση των δραστηριοτήτων. Με αφορμή το κείμενο του βιβλίου μπορούν να συζητηθούν περαιτέρω θέματα σχετικά με τα τροφικά δίκτυα. Εξάλλου η σημαντικότητα της έννοιας της τροφικής αλυσίδας τεκμηριώνεται από τους ερευνητές ως βασικός τρόπος για την κατανόηση των

περιβαλλοντικών προβλημάτων.

Παρά το γεγονός ότι στην ηλικία αυτή οι μαθητές διαθέτουν δεξιότητες αφηρημένης σκέψης οι έννοιες της οξίνισης καθώς και οι αλληλεπιδράσεις στα τροφικά δίκτυα παρουσιάζουν δυσκολίες κατανόησης. Ερευνητικά τεκμηριώνεται η περιορισμένη εστίαση, ο γραμμικός αιτιακός συλλογισμός. (Μπαγιάτη 2007, Μπαγιάτη 2014 στο Κυριαζή, 2018), χαρακτηριστικά τα οποία υφίστανται και σε μεγαλύτερες ηλικίες (Κυριαζή, 2018).

Μέσω των κατάλληλων ερωτήσεων δίνεται στους μαθητές η δυνατότητα να διευκρινίσουν ζητήματα όπως τη διαφορά μεταξύ παραγωγών και καταναλωτών και το ρόλο της φωτοσύνθεσης (φυτοπλαγκτόν), καθώς και έννοιες θηράματος – θηρευτή. Επίσης να επεξηγηθούν θέματα μεγέθους πληθυσμών επί παραδείγματι μεγάλος αριθμός κριλ αλλά μικρότερος αριθμός γαλάζιων φαλαινών καθώς και την πρόβλεψη αλληλεπίδρασης μιας υποθετικής μεταβολής ενός είδους σε κάποιο άλλο, σε οποιαδήποτε θέση του δικτύου. Επιπλέον καθιστά πιο εύκολα ορατή και κατανοητή την έννοια της βιοσυσσώρευσης, την ενσωμάτωση και μεταφορά ουσιών ενσωματωμένων στη φυτική ύλη μέσα από τις τροφικές σχέσεις στον ανώτερο καταναλωτή και της ανακύκλωσης της ύλης

Βιβλιογραφία

- Ελληνική Ένωση Προστασίας Θαλάσσιου Περιβάλλοντος (2011). Οξίνιση των ωκεανών: Ένα πρόβλημα με πολύ σημαντικές συνέπειες στη θαλάσσια βιοποικιλότητα Ανακτήθηκε στις 5/3/2019 από http://www.helmepacadets.gr/files/acidification_cadets.pdf
- Κυριαζή, Π. (2018). Η διδασκαλία της Οικολογίας ως πλαίσιο ανάπτυξης των στόχων της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης / Εκπαίδευσης για την Αειφόρο Ανάπτυξη Διδακτορική Διατριβή Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Μπαγιάτη, Ε. & Φλογαΐτη, Ε. (2005). Ικανότητα μαθητών δημοτικού σχολείου να κατανοούν και να αξιολογούν οικολογικές επιπτώσεις ανθρώπινων παρεμβάσεων στα τροφικά πλέγματα, 2^ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Έμπνευση, Στοχασμός και Φαντασία στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση 90–99, Πανεπιστήμιο Πειραιά.
- Australian Government: Ocean acidification – Hermie the hermit crab <https://www.youtube.com/watch?v=RnqJMIInH5yM> Ανακτήθηκε στις 4/3/2019
- Australian Government Department of the Environment and Energy Australian Antarctic Division Education resources <http://www.antarctica.gov.au/about-antarctica/education-resources>
- Australian Government Department of the Environment and Energy Australian Antarctic Division: Education resources. *Who's Eating Who?* www.antarctica.gov.au/assets/pdf_file

Ανάπτυξη εμβρύου κότας σε τεχνητό δοχείο εκκόλαψης (χωρίς κέλυφος)

Γεώργιος ΠΕΝΘΕΡΟΥΔΑΚΗΣ, M.Sc.

Πειραματικό Λύκειο Πανεπιστημίου Κρήτης – Ρέθυμνο, gpenth@gmail.com

Περίληψη

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται μια εργαστηριακή δραστηριότητα που περιλαμβάνει τη δημιουργία ενός τεχνητού δοχείου εκκόλαψης και την ανάπτυξη εμβρύων κότας μέσα σε αυτό, ώστε να είναι δυνατή η παρατήρηση και η μελέτη τους. Η δραστηριότητα βασίστηκε στο πρωτόκολλο των Tahara και Obara (2014) και πραγματοποιήθηκε στο Πειραματικό Λύκειο Πανεπιστημίου Κρήτης στο Ρέθυμνο, τη σχολική χρονιά 2018-19, στα πλαίσια της διδασκαλίας της Βιολογίας Α Λυκείου. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε δεν απαιτεί εξειδικευμένα υλικά ή περίπλοκες τεχνικές και επιτρέπει τη εύκολη παρατήρηση των σταδίων της εμβρυϊκής ανάπτυξης, όπως την καρδιακή λειτουργία του εμβρύου, την κινητικότητά του, την ανάπτυξη των οργάνων του κλπ. Παρά τις δυσκολίες που παρουσιάζει στην εφαρμογή της, λόγω των λεπτών χειρισμών που απαιτούνται, παρέχει πολλαπλά οφέλη και μπορεί να πραγματοποιηθεί σε όλες τις τάξεις της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης στα γνωστικά αντικείμενα των επιστημών της ζωής.

Λέξεις-κλειδιά: δοχείο εκκόλαψης, ανάπτυξη εμβρύου, εμβρυομεταφορά, εκκολαπτική μηχανή

Εισαγωγή

Η ανάπτυξη μεθόδων καλλιέργειας για έμβρυα πτηνών είναι χρήσιμη σε διάφορους τομείς όπως στη παραγωγή διαγονιδιακών πτηνών, βασικών μελετών στην αναγεννητική ιατρική, προστασία πτηνών υπό εξαφάνιση κλπ. (Kamihira et al. 2005, Kyogoku et al. 2008). Επιπρόσθετα η τεχνική αυτή μπορεί επίσης να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην εκπαιδευτική διαδικασία στις επιστήμες της ζωής, μέσω της άμεσης παρατήρησης της εμβρυϊκής ανάπτυξης. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται μια εργαστηριακή προσέγγιση που περιλαμβάνει τη δημιουργία ενός τεχνητού δοχείου εκκόλαψης και τη μεταφορά σε αυτό του περιεχομένου ενός γονιμοποιημένου αυγού με σκοπό τη τοποθέτησή του σε εκκολαπτική μηχανή για την ανάπτυξη του εμβρύου. Η διαδικασία αυτή παρέχει τη δυνατότητα άμεσης παρατήρησης της ανάπτυξης του εμβρύου της κότας με σκοπό τη κατανόηση φαινομένων που σχετίζονται με την Αναπτυξιακή Βιολογία. Η συγκεκριμένη εργαστηριακή δραστηριότητα πραγματοποιήθηκε στο Πειραματικό Λύκειο Παν/μίου Κρήτης στο Ρέθυμνο, τη σχολική χρονιά 2018-19, στα πλαίσια της διδασκαλίας της ενότητας «Ανάπτυξη του Εμβρύου» της Βιολογίας Α Λυκείου, και διήρκεσε 2 διδακτικές ώρες. Επίσης αφιερώθηκε χρόνος στα επόμενα μαθήματα για να παρακολουθήσουν οι μαθητές τα στάδια της ανάπτυξης των εμβρύων, να καταγράψουν τις παρατηρήσεις τους και να εκθέσουν τις απόψεις τους για διάφορα ζητήματα σχετικών με την Εξέλιξη, τη Βιοηθική κλπ. Για την πραγματοποίησή της είχε αιτηθεί έγκριση από την Κτηνιατρική Υπηρεσία (αναγκαία προϋπόθεση με βάση την κείμενη νομοθεσία). Όμως λόγω γραφειοκρατικών κυρίως δυσκολιών αυτό δεν έγινε εφικτό.

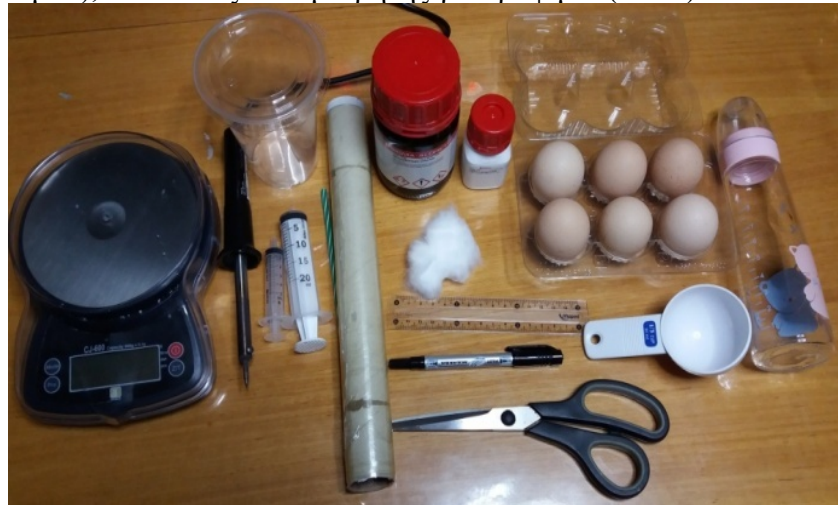
Υλικά-Συσκευές & Μέθοδος

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε βασίστηκε στο πρωτόκολλο που προτάθηκε από τους Tahara και Obara (2014) με ορισμένες παραλλαγές εξαιτίας της δυσκολίας ανεύρεσης ορισμένων υλικών.

Υλικά - Συσκευές

Γονιμοποιημένα αυγά κότας, εκκολαπτική μηχανή, διάλυμα 0.01% benzalkonium chloride, calcium lactate σε σκόνη, αποσταγμένο-αποστειρωμένο νερό, αιθυλική αλκοόλη 70%,

πλαστικά διαφανή ποτήρια των 400 ml με διαφανές καπάκι, διαφανής μεμβράνη πολυαιθυλενίου που χρησιμοποιείται ως περιτύλιγμα τροφίμων, βαμβάκι, πλαστικά καλαμάκια διαμέτρου περίπου 2 mm, ζυγαριά ακριβείας (0,1 g), θερμαινόμενο εργαλείο συγκόλλησης, σύριγγες των 5ml και 20 ml, ψαλίδι, χάρακας, μαρκαδόρος, μπουκάλι με ωσειδές καπάκι (π.χ. μπιμπερό θηλασμού), πλαστικός δοσομετρητής για τρόφιμα. (Εικ.1)



Εικόνα 1. Υλικά για τη κατασκευή του δοχείου εκκόλλησης

Μέθοδος

Για τη κατασκευή του τεχνητού δοχείου εκκόλλησης χρησιμοποιούμε ένα πλαστικό διαφανές ποτήρι, στο οποίο ανοίγουμε μια οπή διαμέτρου 1-1,5 εκ. με τη χρήση του εργαλείου συγκόλλησης, περίπου 2 εκ. από το κάτω μέρος του. Στη συνέχεια κλείνουμε την οπή με βαμβάκι και ανάμεσά του τοποθετούμε ένα πλαστικό καλαμάκι (διαμέτρου περίπου 2 mm) για να εξασφαλιστεί η παροχή οξυγόνου. Κατόπιν μέσα στο ποτήρι προσθέτουμε 40 ml διαλύματος 0,01% benzalkonium chloride. Με τη βοήθεια ενός μπουκαλιού, που έχει ωοειδές καπάκι (π.χ. μπιμπερό θηλασμού), δίνουμε ένα κοίλο σχήμα στη διαφανή μεμβράνη, προσέχοντας να μην σχιστεί και να μην δημιουργηθούν ρυτίδες και κατόπιν την εφαρμόζουμε στο ποτήρι. Στο κάτω μέρος της μεμβράνης προσθέτουμε αρχικά 250-300 mg σκόνης calcium lactate και κατόπιν 2,5-3 ml αποσταγμένου-αποστειρωμένου νερού, με προσοχή ώστε να μην διαλυθεί η σκόνη του calcium lactate στο νερό. (Εικόνα 2)

Πριν γίνει η μεταφορά των αυγών στο τεχνητό δοχείο εκκόλαψης που δημιουργήσαμε, τα αφήνουμε να επωαστούν για 55-56 ώρες σε εκκολαπτική μηχανή, στους 38°C και 60% υγρασία. Καθαρίζουμε τα κελύφη των αυγών με αιθανόλη 70% και τα ραγίζουμε προσεκτικά ώστε να μην σπάσει η μεμβράνη ανάμεσα στον κρόκο και το ασπράδι του αυγού. Με μεγάλη προσοχή μεταφέρουμε το περιεχόμενο του αυγού στο δοχείο εκκόλαψης, μέσα στη μεμβράνη που έχουμε τοποθετήσει σ' αυτό. Εναλλακτικά μπορούμε πρώτα να μεταφέρουμε το περιεχόμενο του αυγού σε ένα μικρό πλαστικό δοχείο (π.χ. μια πλαστική μεζούρα που χρησιμοποιείται ως δοσομετρητής τροφίμων) και αφού ελέγξουμε την καταλληλότητα του αυγού το μεταφέρουμε στο δοχείο εκκόλαψης. Στη συνέχεια με το εργαλείο συγκόλλησης ανοίγουμε περίπου 10 οπές εξαιρισμού με διάμετρο 5-8mm στο πάνω μέρος της μεμβράνης, προσέχοντας τα έμβρυα να μην έρχονται σε άμεση επαφή με αυτές. Κατόπιν καλύπτουμε το ποτήρι με πλαστικό καπάκι (ή με διαφανή μεμβράνη) ώστε η υγρασία στο εσωτερικό του να παραμένει υψηλή. (Εικόνα 3)

Τοποθετούμε το δοχείο εκκόλαψης σε εκκολαπτική μηχανή στους 38°C και 80% υγρασία. Το ποτήρι πρέπει να τοποθετηθεί με γωνία περίπου 8° και να περιστρέφεται κατά 120° δεξιόστροφα, δύο φορές την ημέρα. Από τη 17^η ημέρα και μετά πρέπει να παρέχεται καθαρό οξυγόνο με ρυθμό 500 ml/ώρα μέσω του πλαστικού σωλήνα που είχε τοποθετηθεί αρχικά. Η

εκκόλαψη ολοκληρώνεται την 21^η ημέρα περίπου.

Στις Εικόνες 4 έως 7 φαίνονται διάφορα στάδια ανάπτυξης των εμβρύων, όπως αυτά φωτογραφήθηκαν κατά τη διάρκεια της εργαστηριακής δραστηριότητας.



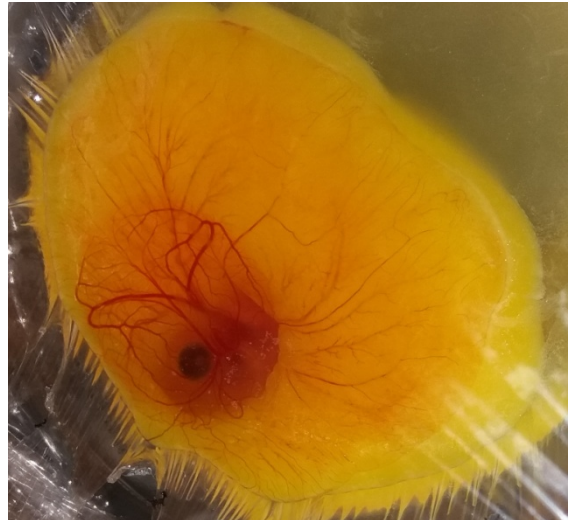
Εικόνα 2. Δοχείο εκκόλαψης πριν την εμβρυομεταφορά



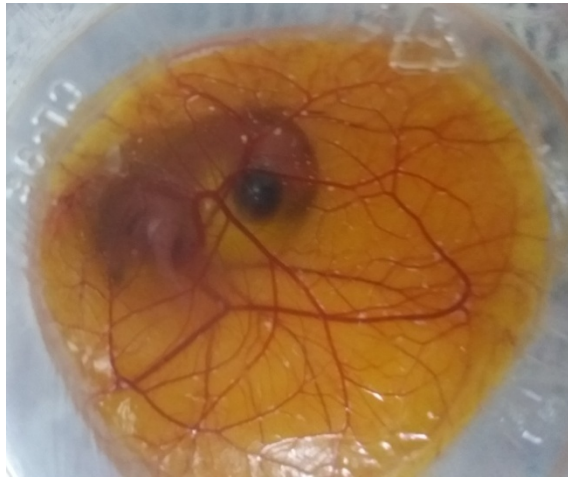
Εικόνα 3. Δοχείο εκκόλαψης μετά την εμβρυομεταφορά



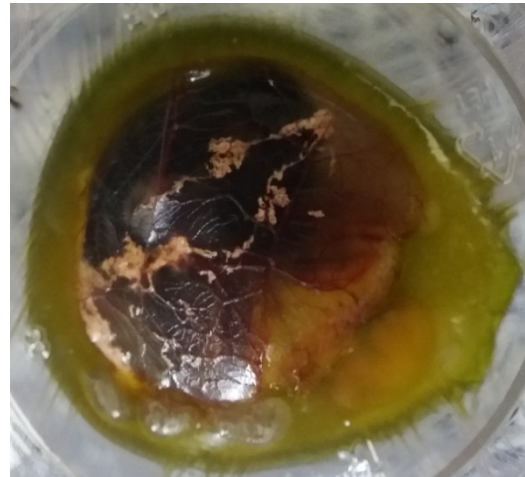
Εικόνα 4. Έμβρυο 4 ημερών



Εικόνα 5. Έμβρυο 8 ημερών



Εικόνα 6. Έμβρυο 11 ημερών



Εικόνα 7. Έμβρυο 18 ημερών

Συζήτηση

Η εργαστηριακή δραστηριότητα που παρουσιάζεται στη παρούσα εργασία βασίστηκε στο πρωτόκολλο των Tahara και Obara (2014) οι οποίοι χρησιμοποίησαν ένα δοχείο εκκόλαψης που δημιουργήθηκε με πλαστική μεμβράνη polymethylpentene, λόγω της υψηλής διαπερατότητάς της σε οξυγόνο. Εξαιτίας αδυναμίας εύρεσης του συγκεκριμένου υλικού χρησιμοποιήθηκε διαφανής μεμβράνη τροφίμων από πολυαιθυλένιο.

Πριν τη μεταφορά των εμβρύων στα δοχεία εκκόλαψης, έγινε επώασή τους σε εκκολαπτική μηχανή για 55-56 ώρες, για να εξασφαλιστεί η όσο το δυνατόν μεγαλύτερη διάρκεια στη βιωσιμότητα των εμβρύων. Χρησιμοποιήθηκε διάλυμα 0,01% benzalkonium chloride για την απολύμανση του δοχείου εκκόλαψης και calcium lactate για την παροχή ασβεστίου στο έμβρυο, απαραίτητο για τη ομαλή ανάπτυξή του εξαιτίας της απουσίας του κελύφους του αυγού απ' το οποίο τα έμβρυα εξασφαλίζουν το ασβέστιο (Rowlett and Simkiss 1987, Kamihira et al. 1998). Πάνω στη σκόνη calcium lactate προστέθηκε αποσταγμένο-αποστειρωμένο νερό, χωρίς να γίνει ανάδευση για την βραδύτερη απορρόφηση του ασβεστίου από το έμβρυο και την αποφυγή υπερασβεστιασμού. Την 17^η ημέρα της εκκόλαψης άρχισε η παροχή οξυγόνου (500 ml/ώρα) για να αποφευχθεί η ανεπάρκεια οξυγόνου στα έμβρυα στο τελευταίο στάδιο της εκκόλαψης. Η βιωσιμότητα των εμβρύων μέχρι το τελικό στάδιο εκκόλαψης στην εργασία των Tahara και Obara έφθασε σε ποσοστό 57,1%, αφού 8 στα 14 έμβρυα, τα οποία είχαν επιβιώσει μέχρι και την 17^η ημέρα, κατάφεραν να ολοκληρώσουν την εκκόλαψη.

Η μέθοδος αυτή πλεονεκτεί αφού δεν απαιτεί εξειδικευμένα υλικά ή περίπλοκες τεχνικές. Επιπλέον η χρήση διαφανούς πλαστικής μεμβράνης επιτρέπει την εύκολη παρατήρηση της εμβρυϊκής ανάπτυξης αλλά και την εύκολη πρόσβαση στο έμβρυο με την αφαίρεση του πλαστικού καλύμματος. Έτσι είναι δυνατή η φωτογράφιση και η βιντεοσκόπηση των σταδίων της ανάπτυξης του εμβρύου. Εντυπωσιακό γεγονός είναι η παρατήρηση της καρδιακής λειτουργίας του εμβρύου, ακόμα και από τις πρώτες ημέρες της εκκόλαψης (3^η – 4^η), η εμφανής ανάπτυξη αγγειακού συστήματος στον κρόκο για τη μεταφορά των θρεπτικών συστατικών στο έμβρυο, η έντονη κινητικότητα που εμφανίζει το έμβρυο μετά την 8^η – 9^η ημέρα καθώς και η παρατήρηση της σταδιακής ανάπτυξης των οργάνων του (κάτω άκρα, μάτια, ράμφος κλπ.).

Στη συγκεκριμένη δραστηριότητα δεν επετεύχθη πλήρη εκκόλαψη των εμβρύων (2 έμβρυα επιβίωσαν μέχρι την 17^η-18^η ημέρα). Πιθανές αιτίες μπορεί να ήταν οι αστοχίες στο χειρισμό των υλικών από τους μαθητές, η επιμόλυνση των δοχείων εκκόλαψης εξαιτίας ελλιπούς

απολύμανσης, η χρήση μεμβράνης πολυαιθυλενίου αντί της προτεινόμενης, η μη ικανοποιητική παροχή οξυγόνου (η συσκευή παροχής οξυγόνου που χρησιμοποιήθηκε δεν είχε τη δυνατότητα ρύθμισης στην επιθυμητή τιμή). Παρόλα αυτά η συνεργασία και το ενδιαφέρον που επέδειξαν οι μαθητές τόσο κατά τη διάρκεια εκτέλεσης της δραστηριότητας όσο και τις επόμενες ημέρες, για την παρατήρηση της ανάπτυξης των εμβρύων, ήταν εντυπωσιακή. Επιπλέον έδωσε το έναυσμα για περαιτέρω συζητήσεις στη τάξη για θέματα που αφορούν ποικίλους τομείς της Βιολογίας (Ανθρώπινα συστήματα, Βιολογία Ανάπτυξης, Εξέλιξη, Βιοηθική κλπ.). Είναι άμεσα συνυφασμένη με το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών και μπορεί να εφαρμοστεί σε πολλές ενότητες της διδακτέας ύλης της Βιολογίας στο Γυμνάσιο και στο Λύκειο. Παρά τις δυσκολίες που παρουσιάζει στην εφαρμογή της (υψηλό κόστος εκκολαπτικής μηχανής, εξασφάλιση μηχανής για παροχή οξυγόνου, προσεκτικοί χειρισμοί) προτείνεται ανεπιφύλαχτα με σκοπό την εξοικείωση των μαθητών σε εργαστηριακές τεχνικές που απαιτούν λεπτούς χειρισμούς καθώς και την πληρέστερη κατανόηση φαινομένων που σχετίζονται με τη δημιουργία και την ανάπτυξη της ζωής.

Βιβλιογραφία

- Kamihira M, Oguchi S, Tachibana A, Kitagawa Y and Iijima S. (1998) Improved hatching for in vitro quail embryo culture using surrogate eggshell and artificial vessel. *Development, Growth & Differentiation*, 40: 449-455.
- Kamihira M, Ono K, Esaka K, Nishijima K, Kigaku R, Komatsu H, Yamashita T, Kyogoku K and Iijima S. (2005) High-level expression of scFv-Fc fusion protein in serum and egg white of genetically manipulated chickens by using a retroviral vector. *Journal of Virology*, 79: 10864-10874.
- Kyogoku K, Yoshida K, Watanabe H, Yamashita T, Kawabe Y, Motono M, Nishijima K, Kamihira M and Iijima S. (2008) Production of recombinant tumor necrosis factor receptor/Fc fusion protein by genetically manipulated chickens. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 105: 454-459.
- Rowlett K and Simkiss K. (1987) Explanted embryo culture: In vitro and in novo techniques for domestic fowl. *British Poultry Science*, 28: 91-101.
- Tahara Y, Obara K. (2014) A Novel Shell-less Culture System for Chick Embryos Using a Plastic Film as Culture Vessels. *Journal of Poultry Science*, 51: 307-312.

Γονιδιακή θεραπεία για αιμοσφαιρινοπάθειες

Σταυρούλα ΓΕΩΡΓΙΟΥ¹, Δήμητρα ΖΑΧΑΡΟΠΟΥΛΟΥ², Γεωργία ΜΑΖΑΡΑΚΟΥ³

¹Μαθήτρια Σχολής Μωραΐτη, stavrina.geo2@gmail.com

²Μαθήτρια Σχολής Μωραΐτη, zacharopouloudimitra@gmail.com

³Καθηγήτρια Σχολής Μωραΐτη, gmazarakou@moraitis.edu.gr

Περίληψη

Η γονιδιακή θεραπεία είναι μία νέα μέθοδος αντιμετώπισης ασθενειών, οι οποίες οφείλονται σε γονιδιακούς παράγοντες. Βασίζεται στην τεχνολογία του ανασυνδυασμένου DNA και περιλαμβάνει τη διόρθωση των μεταλλάξεων μέσω τροποποίησης των μεταλλαγμένων γονιδίων. Οι αιμοσφαιρινοπάθειες είναι κληρονομικές ασθένειες από τις οποίες πάσχει μεγάλο μέρος του παγκόσμιου πληθυσμού και μέχρι στιγμής δεν υπάρχει αποτελεσματική θεραπεία. Για τον λόγο αυτό κρίνεται σκόπιμο η παρούσα εργασία να επικεντρωθεί στην εφαρμογή της γονιδιακής θεραπείας για την αντιμετώπιση των αιμοσφαιρινοπαθειών. Ωστόσο θα πρέπει να αναφερθεί ότι είναι μια διαδικασία που βρίσκεται ακόμα σε πειραματικό στάδιο, αλλά οι ερευνητές εναποθέτουν τις ελπίδες τους σε αυτή, για την οριστική αντιμετώπιση των αιμοσφαιρινοπαθειών.

Λέξεις-κλειδιά: αιμοσφαιρινοπάθειες, γονίδιο, θεραπεία, μετάλλαξη, βιοηθική

Εισαγωγή

Οι γονιδιακές μεταλλάξεις αποτελούν την αιτία ύπαρξης περισσότερων από τεσσάρων χιλιάδων (4000) ασθενειών. Μπορεί να οφείλονται σε ένα ή περισσότερα γονίδια, ενώ κυρίως οφείλονται σε συνδυασμό γενετικών και περιβαλλοντικών παραγόντων. Ανεξάρτητα όμως από αυτό, σχεδόν όλες οι γενετικές ασθένειες προκαλούν δυσμορφίες, το 80% διανοητική καθυστέρηση και το 20% θάνατο στην παιδική ηλικία (Αλεπόρου-Μαρίνου Β. κ.ά. 1999). Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν και οι αιμοσφαιρινοπάθειες, από τις οποίες νοσεί το 7% του παγκόσμιου πληθυσμού. Οι περισσότεροι άνθρωποι δεν γνωρίζουν αν πάσχουν από κάποιου είδους αιμοσφαιρινοπάθεια πριν ενημερωθούν από τον γιατρό τους. Αυτό συμβαίνει διότι η διάγνωσή τους γίνεται στις πρώτες μέρες της ζωής του παιδιού ή ακόμα και πιο νωρίς, μέσω του προγεννητικού ελέγχου, καθώς όλες οι αιμοσφαιρινοπάθειες είναι κληρονομικές. Στις συγκεκριμένες ασθένειες δεν υπάρχει αποτελεσματική θεραπεία και η αντιμετώπισή τους περιλαμβάνει συχνές μεταγγίσεις αίματος και ειδική συμπτωματική αγωγή εφ' όρου ζωής. Ωστόσο οι μέθοδοι παραδοσιακής γενετικής (γενεαλογικά δένδρα) μαζί με τη τεχνολογία του ανασυνδυασμένου DNA οδήγησε στην χαρτογράφηση πολλών μεταλλαγμένων γονιδίων, δηλαδή στον εντοπισμό της θέσης τους στα χρωμοσώματα. Το 1960 ξεκίνησε η έρευνα για το ανασυνδυασμένο DNA και ανακαλύφθηκαν ένζυμα που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για να κόψουν και να κολλήσουν μαζί αλληλουχίες DNA σε δοκιμαστικούς σωλήνες. Έτσι, αναπτύχθηκε η διαδικασία με την οποία μία ασθένεια μπορεί να θεραπευτεί με γενετική τροποποίηση κυττάρων του ασθενούς. Αυτή η διαδικασία στηρίζεται στην τεχνολογία του ανασυνδυασμένου DNA και ονομάζεται γονιδιακή θεραπεία (Αλεπόρου-Μαρίνου Β. κ.ά. 1999). Σήμερα, δοκιμάζεται σε ασθενείς που δε θεραπεύονται με άλλον τρόπο, ενώ παράλληλα διεξάγονται μελέτες για την ασφάλεια της. Στο μέλλον αναμένεται να αποδειχθεί αν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αποτελεσματική θεραπεία.

Φυσιολογική λειτουργία της αιμοσφαιρίνης

Η ανθρώπινη αιμοσφαιρίνη περιέχει τέσσερις πολυπεπτιδικές αλυσίδες όμοιες ανά δύο. Οι τέσσερις πολυπεπτιδικές αλυσίδες συγκρατούνται με ετεροπολικές δυνάμεις. Η κάθε αλυσίδα περιέχει μια ομάδα αίμης (η αίμη συνίσταται από ένα μόριο της πρωτοπορφυρίνης IX, στο κέντρο του οποίου βρίσκεται συνδεδεμένο ένα άτομο σιδήρου) και μία θέση δέσμευσης

οξυγόνου. Η δομή της αιμοσφαιρίνης χαρακτηρίζεται ως τεταρτοταγής, αφού το κάθε τετραμερές της αιμοσφαιρίνης αποτελείται από δύο πανομοιότυπα διμερή, (αβ)1 και (αβ)2. Οι δυο πολυπεπτιδικές αλυσίδες σε κάθε διμερές, συγκρατούνται σφιχτά μεταξύ τους, κυρίως με υδρόφοβες αλληλεπιδράσεις, οι οποίες φέρνουν σε στενή επαφή τις α και β υπομονάδες των δύο διμερών. Ανάμεσα στα μέλη του διμερούς, αναπτύσσονται επίσης ιοντικοί δεσμοί και δεσμοί υδρογόνου (Κοκόρη Σ. 2013). Ωστόσο τα δυο διμερή έχουν την ικανότητα να κινούνται το ένα σε σχέση με το άλλο, καθώς συγκρατούνται μεταξύ τους κυρίως με πολικούς δεσμούς. Παρόλο ότι διαφέρει η αλληλουχία των αμινοξέων των αλυσίδων, οι τρισδιάστατες δομές των α- και β- αλυσίδων της αιμοσφαιρίνης είναι όμοιες.

Άλφα (Α) θαλασσαιμία

Η άλφα (α) Θαλασσαιμία (και στο εξής α-θαλασσαιμία) είναι μια ομάδα διαταραχών του αίματος που έχουν επιπτώσεις στην παραγωγή αιμοσφαιρίνης. Υπό φυσιολογικές συνθήκες ένα άτομο κληρονομεί τέσσερα γονίδια α-σφαιρίνης για την παραγωγή της πρωτεΐνης α-σφαιρίνης στην αιμοσφαιρίνη. Το άτομο μπορεί να έχει δύο ή τρία από τα κανονικά τέσσερα γονίδια α-σφαιρίνης για την παραγωγή αιμοσφαιρίνης. Αυτό το άτομο λέγεται φορέας α-θαλασσαιμίας και είναι υγιές. Ένα παιδί μπορεί να πάσχει από την ασθένεια Αιμοσφαιρίνη Η ή σύνδρομο Bart's hydrops fetalis, εάν οι γονείς του είναι φορείς ορισμένων τύπων α-θαλασσαιμίας. Όταν ένα άτομο έχει μόνο ένα γονίδιο α-σφαιρίνης, έχει την ασθένεια Αιμοσφαιρίνη Η και χρειάζεται ειδική ιατρική περίθαλψη. Το άτομο αυτό μπορεί να έχει αναιμία ευ όρου ζωής ήπιου έως μέτριου βαθμού (περιστασιακά μπορεί να είναι σοβαρή). Αν δεν έχει κανένα γονίδιο α-σφαιρίνης, έχει μια σοβαρή πάθηση που λέγεται Bart's hydrops fetalis. Το σύνδρομο αυτό έχει επιπτώσεις στο έμβρυο πολύ πριν τη γέννηση, με συνέπεια το θάνατο κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης ή αμέσως μετά τη γέννηση. Έτσι ενέχει κινδύνους τόσο για τη μητέρα όσο και για το έμβρυο και είναι δύσκολο αν όχι ακατόρθωτο να αναστραφεί αυτό το αποτέλεσμα (Thalassaimia Australia Inc 2010).

Συμπτώματα

Οι φορείς της α-θαλασσαιμίας δεν έχουν καμία σοβαρή επίπτωση, όσον αφορά την υγεία, τη διάρκεια και την ποιότητα ζωής τους. Γι' αυτό, δε μπορούν να γνωρίζουν ότι είναι φορείς, εκτός και αν υποβληθούν στις απαραίτητες εργαστηριακές εξετάσεις. Πρέπει να συμπληρωθεί πως μερικοί φορείς μπορεί να αναπτύξουν ελαφρά αναιμία, η οποία μπορεί να διαγνωστεί εσφαλμένα ως αναιμία λόγω έλλειψης σιδήρου (σιδηροπενική). Ύστερα όμως από ειδικές εργαστηριακές εξετάσεις είναι δυνατή η διάκρισή τους (Εγγλέζος Π. κ.α 2015).

Βήτα (Β) θαλασσαιμία

Η βήτα (β) θαλασσαιμία/β-μεσογειακή αναιμία (και στο εξής β-θαλασσαιμία) είναι μια μονογονιδιακή νόσος (δημιουργείται μέσω μίας μετάλλαξης που έχει μεγάλη επίδραση στον οργανισμό και για τον λόγο αυτό ονομάζεται αυτοσωμική υπολειπόμενη κληρονομική νόσος). Στην ασθένεια αυτή δεν παράγονται β-αλυσίδες ή παράγεται ένα πολύ μικρό ποσοστό, εμποδίζοντας έτσι τη σύνθεση της αιμοσφαιρίνης των ενηλίκων και ταυτόχρονα καταστρέφοντας την ικανότητα των ερυθρών αιμοσφαιρίων να μεταφέρουν το οξυγόνο στους ιστούς του οργανισμού. Οι υγιείς φορείς του στίγματος-β της θαλασσαιμίας, έχουν ένα φυσιολογικό γονίδιο για την αιμοσφαιρίνη, το οποίο εκφράζεται κανονικά κι ένα διαφοροποιημένο, επομένως, ο ένας από τους δύο γονείς θα πρέπει να είναι φορέας. Άνθρωποι με μείζονα β-θαλασσαιμία (θανατηφόρα αν δεν γίνουν μεταγγίσεις) έχουν δύο διαφοροποιημένα γονίδια για την αιμοσφαιρίνη, ένα από κάθε γονέα, συνεπώς πρέπει και οι δύο γονείς να είναι φορείς (Thalassaimia Australia Inc 2010).

Συμπτώματα β-θαλασσαιμίας

Τα συμπτώματα και τα σημάδια που παρουσιάζονται σε κάθε άτομο είναι διαφορετικά. Αυτό συμβαίνει διότι εξαρτώνται από το είδος και τη σοβαρότητα της β-θαλασσαιμίας. Μερικά μωρά εμφανίζουν κίτρινο αποχρωματισμό του δέρματος (ίκτερος), άλλα παιδιά μπορεί να παρουσιάσουν σημάδια στα πρώτα δύο χρόνια της ζωής τους, ενώ όσοι έχουν μόνο ένα γονίδιο που επηρεάζει την αιμοσφαιρίνη συχνά δεν παρουσιάζουν κανένα σύμπτωμα θαλασσαιμίας. Γενικά συμπτώματα που εμφανίζονται σε περίπτωση που ένα άτομο πάσχει από β-θαλασσαιμία είναι: κόπωση, παραμορφώσεις προσώπου και οστών, αργή ανάπτυξη, κοιλιακό πρήξιμο, σκούρα ούρα (Μπονώτης Κ. κ.α 2013).

Περιοχές στις οποίες εμφανίζεται η β-θαλασσαιμία

Η β-θαλασσαιμία εμφανίζεται κατά κύριο λόγο στους πληθυσμούς που κατοικούν γύρω από τη Μεσόγειο, γεγονός που είναι άλλωστε υπεύθυνο και για την ονομασία της νόσου: από τις ελληνικές λέξεις "θάλασσα" και "αίμα". Στην Ευρώπη, τα μεγαλύτερα ποσοστά ασθενών εντοπίζονται στην Κύπρο και τη Σαρδηνία, ενώ σε άλλες περιοχές μακριά από τη Μεσόγειο, εμφανίζεται και στη νότια Ασία (Κουτελέκος Ι., Χαλιάσος Ν. 2013).

Δρεπανοκυτταρική αναιμία

Η δρεπανοκυτταρική αναιμία είναι μία διαταραχή του αίματος, στην οποία τα ερυθρά αιμοσφαίρια παραμορφώνονται και αποκτούν δρεπανοειδές σχήμα. Αιτία της ασθένειας είναι η παθογόνος (σημειακή) μετάλλαξη στο γονίδιο της β-σφαιρίνης. Αυτή προκαλεί τη σύνθεση της μεταλλαγμένης β-σφαιρίνης και της αντίστοιχης HbS που προκαλεί τη δημιουργία δρεπανόμορφων κυττάρων, αντί της φυσιολογικής HbA. Τα ερυθροκύτταρα με την αιμοσφαιρίνη S γίνονται δύσκαμπτα και μοιάζουν με δρεπάνι προκαλώντας απόφραξη των μικρών αγγείων, ελλιπή οξυγόνωση του αίματος και βλάβη στους ιστούς (Thalassaimia Australia Inc 2010).

Συμπτώματα δρεπανοκυτταρικής αναιμίας

Τα συμπτώματά της εμφανίζονται στους πρώτους 5 έως 6 μήνες της ζωής του ατόμου και περιλαμβάνουν πρήξιμο στα άκρα, ζάλη, αίσθημα κόπωσης, ταχυκαρδία, δύσπνοια, τάση λιποθυμίας, ευπάθεια στις βακτηριακές λοιμώξεις, επώδυνες κρίσεις, οι οποίες μπορούν να αναπτυχθούν καθώς οι άνθρωποι μεγαλώνουν. Οι πάσχοντες είθισται να εμφανίζουν αναστολή της ανάπτυξης και διαταραχές θρέψης, βλάβες οργάνων λόγω αγγειακής απόφραξης, παραμορφώσεις στο σκελετό και υποτροπιάζοντα έλκη (Ζουμπουρλή Κ. 2015).

Θεραπεία

Παρόλο που γίνονται titάνιες προσπάθειες για μία ριζική και παράλληλα αποτελεσματική θεραπεία, σήμερα οι τρόποι θεραπευτικής αγωγής είναι πολύ περιορισμένοι. Αρχικά, με τακτικές μεταγγίσεις αίματος περίπου ανά 20-30 μέρες και με καθημερινή αποσιδήρωση με υποδόρια έγχυση ουσίας για την απομάκρυνση πλεονάζοντος σιδήρου που εναποτίθενται σε ζωτικά όργανα. Επιπλέον, αποτελεσματική θεραπεία θεωρείται πια η μεταμόσχευση μυελού των οστών, αλλά δε είναι εύκολη διαδικασία αφού πρέπει να βρεθεί πλήρως συμβατός δότης (Thalassaimia Australia Inc 2010).

Βέβαια σήμερα σημαντικά βήματα προόδου έχουν σημειωθεί στον τομέα της γενετικής, που επιτρέπουν να αναμένουμε αισιόδοξοι για την οριστική θεραπεία. Η γονιδιακή θεραπεία σε γεννητικά κύτταρα (ή γαμετική γονιδιακή θεραπεία) αφορά τροποποίηση γονιδίων στα ωάρια ή στα σπερματοζωάρια ή στα κύτταρα που τα παράγουν, ώστε η αλλαγή που τους προκαλείται να μπορεί να περάσει στις επόμενες γενιές. Θεωρητικά, αυτή η προσέγγιση, θα μπορούσε να είναι πολύ αποτελεσματική στην εξάλειψη γενετικών ανωμαλιών ή κληρονομικών ασθενειών, όπως είναι οι αιμοσφαιρινοπάθειες. Ωστόσο, έχει απαγορευτεί σε πολλές χώρες και εφαρμόζεται μόνο σε πειραματόζωα και όχι στον άνθρωπο, για τεχνικούς και ηθικούς λόγους

(Γκατζούδης Β. 2017). Για αυτό εναποθέτουμε τις ελπίδες μας στη γονιδιακή θεραπεία σε σωματικά κύτταρα (ή σωματική γονιδιακή θεραπεία), η οποία εφαρμόζεται με τη μεταφορά του θεραπευτικού γονιδίου στα σωματικά κύτταρα του ασθενή (εκτός από γαμέτες και βλαστικά κύτταρα). Οποιαδήποτε βελτίωση ή αλλαγή συμβαίνει αφορά αποκλειστικά τον ασθενή και δεν μπορεί να κληροδοτηθεί στους απογόνους του. Η σωματική γονιδιακή θεραπεία αποτελεί την κύρια γραμμή της τρέχουσας βασικής και κλινικής έρευνας, όπου το θεραπευτικό DNA διαγονίδιο (είτε ενσωματωμένο στο γονιδίωμα είτε ως εξωτερικό επίσωμα ή πλασμίδιο) χρησιμοποιείται για τη θεραπεία της νόσου (Strachan T. & Read A.P. 1999).

Η γονιδιακή θεραπεία μπορεί να γίνει ex vivo, όπου συλλέγονται τα κατάλληλα κύτταρα του ασθενούς και αναπτύσσονται έξω από τον οργανισμό. Στη συνέχεια τροποποιούνται, δηλαδή εισάγεται σε αυτά το θεραπευτικό γονίδιο, τα γενετικά επιδιορθωμένα κύτταρα πολλαπλασιάζονται και εισάγονται πάλι στον οργανισμό. Ακόμα, μπορεί να γίνει in vivo, όπου τα φυσιολογικά γονίδια ενσωματώνονται σε μόρια-φορείς, οι οποίοι εισάγονται κατευθείαν στον οργανισμό με ενδοαγγειακή ένεση. Έτσι, με την εισαγωγή του στα κύτταρα το φυσιολογικό γονίδιο ενσωματώνεται στο γονιδίωμα και παράγεται το φυσιολογικό προϊόν. Στις δύο παραπάνω περιπτώσεις η θεραπεία μπορεί να επιτευχθεί με αντικατάσταση (gene replacement), προσθήκη (gene addition), ενίσχυση γονιδίου (gene augmentation) είτε αναστολή της έκφρασης ενός γονιδίου που προκαλεί ασθένεια (gene knock down) (Kaufmann et al 2013). Τέλος, υπάρχει η μέθοδος insitu (genome editing), η οποία αφορά στη διόρθωση μεταλλάξεων μέσω τροποποίησης του γονότυπου και έχει κύρια εφαρμογή σε περιπτώσεις μονογονιδιακών ασθενειών. Σε αυτήν την περίπτωση προκαλείται στοχευμένη θραύση της αλυσίδας του DNA στη θέση της μετάλλαξης. Στη συνέχεια μηχανισμοί του κυττάρου επιδιορθώνουν τη θραύση μέσω ομόλογου ανασυνδυασμού, ο οποίος προκαλείται σε συχνότητα, ικανή να έχει θεραπευτική αξία (Δρύλλης Γ. 2007).

Οι ερευνητές (St. Jude Children's Research Hospital, 2008) ωστόσο έχουν βρει πως η μόνιμη αύξηση των επιπέδων της εμβρυϊκής αιμοσφαιρίνης, η οποία περιέχει τη γ-αιμοσφαιρίνη, ανακουφίζει τα συμπτώματα των αιμοσφαιρινοπαθειών. Σε πειράματα που έχουν πραγματοποιηθεί σε ποντίκια, οι επιστήμονες εισήγαγαν το γονίδιο της γ-αιμοσφαιρίνης στα αιμοποιητικά κύτταρά τους και διαπίστωσαν ότι μήνες αργότερα τα ποντίκια συνέχιζαν να παράγουν γ-αιμοσφαιρίνη. Πέντε μήνες μετά, η δεύτερη γενιά ποντικών εμφάνισε επίσης παραγωγή εμβρυϊκής αιμοσφαιρίνης και διόρθωση της νόσου τους. Όμως, προτού η γονιδιακή θεραπεία καταστεί κλινικά χρήσιμη, διεξάγεται έρευνα σε άλλα ζώα αλλά και ανθρώπινα κύτταρα.

Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της γονιδιακής θεραπείας

Πλεονεκτήματα

Το κύριο πλεονέκτημα της γονιδιακής θεραπείας είναι η δυνατότητα θεραπείας ασθενειών που οφείλονται σε γενετικές διαταραχές, με αντικατάσταση του ελαττωματικού γονιδίου από το σωστό. Επιπλέον, έχει τη δυνατότητα προσαρμογής, ανάλογα με τις ανάγκες του ασθενούς, έτσι ώστε να είναι πιο αποτελεσματική από τη χρήση φαρμάκων και χωρίς τις παρενέργειες αυτών. Τέλος, η γονιδιακή θεραπεία στοχεύει στην πηγή του προβλήματος και μπορεί να θεραπεύσει οριστικά τον ασθενή. Αλλά και με τη στόχευση αναπαραγωγικών κυττάρων, μπορεί να αποφευχθεί η μεταβίβαση μιας ασθένειας στις επόμενες γενιές, ώστε να εξαλειφθεί η νόσος (Bose D. 2018).

Μειονεκτήματα

Το γεγονός πως προσαρμόζεται κάθε φορά στις ανάγκες του ασθενούς, σημαίνει ότι και το κόστος της εξαρτάται από τις απαιτήσεις κάθε περίπτωσης. Ακόμα, σημαντικός είναι ο κίνδυνος χρήσης της γονιδιακής θεραπείας για την ενίσχυση και τροποποίηση των ανθρώπινων δυνατοτήτων (ευγονική), με συνέπεια την αλλαγή των προτύπων για τη φυσιολογική

ανθρώπινη ζωή και την υποτίμηση της γενετικής πληροφορίας του είδους (Bose D. 2018). Ωστόσο, το κύριο πρόβλημα που αντιμετωπίζουν οι γενετιστές είναι ότι ο φορέας μπορεί να στοχεύει τα λανθασμένα κύτταρα. Δεν υπάρχει καμία εγγύηση ότι θα εισαχθεί το σωστό γονίδιο στο συγκεκριμένο σημείο του χρωμοσώματος. Σε περίπτωση που υπάρχει σφάλμα στη διαδικασία αυτή, θα μπορούσε να οδηγήσει σε σφάλμα στη γενετική σύνθεση του κυττάρου, γεγονός που με τη σειρά του μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρές διαταραχές (Misra S. 2013).

Ηθικά ζητήματα

Ηθικές ανησυχίες στη γαμετική γονιδιακή θεραπεία

Η γονιδιακή θεραπεία των γεννητικών κυττάρων είναι πιο δύσκολη από τη θεραπεία σωματικών κυττάρων και εφ' όσον οι επεμβάσεις μεταφέρονται στους απογόνους, μέσω της αναπαραγωγής, αυξάνεται και ο βαθμός αβεβαιότητας ως προς τα αποτελέσματα. Ακόμα, πολλοί θεωρούν ότι δημιουργείται ο πειρασμός αλλαγής γενετικών χαρακτηριστικών, με απώτερο σκοπό τη θετική ευγονική. Σύμφωνα με το νόμο, επιτρεπτές είναι οι επεμβάσεις τροποποίησης του γονιδιώματος «για προληπτικούς, διαγνωστικούς ή θεραπευτικούς σκοπούς». Ωστόσο, είναι ασαφές αν η διατύπωση αυτή καλύπτει και επεμβάσεις γενετικής «βελτίωσης», ιδίως αν ληφθεί υπόψη ο ευρύτατος ορισμός της έννοιας «υγείας», κατά τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (ΠΟΥ), που περιλαμβάνει και τη «βελτίωση». Οι πιθανές ακούσιες συνέπειες αποτελούν μέρος του κόστους σχεδόν όλων των προόδων της ιατρικής, αλλά η τεχνολογία γονιδίων εισάγει την προοπτική φαινομενικά νέων ειδών βλαβών. Ακόμα, οι τροποποιήσεις της γενετικής βλάβης μπορεί να επηρεάσουν την εξέλιξη σε μεγαλύτερο βαθμό και σε συντομότερο χρονικό διάστημα από άλλες παρεμβάσεις και θέτουν κινδύνους και για τις μελλοντικές γενιές καθώς ορισμένες επιζήμιες συνέπειες ενδέχεται να μην γίνουν εμφανείς στην πρώτη γενιά (Sade RM. & Khushf G. 1998).

Ηθικές ανησυχίες στη σωματική γονιδιακή θεραπεία

Μία από τις πρώτες ανησυχίες για τη γονιδιακή θεραπεία αφορούσε στην πιθανότητα το γενετικό υλικό που χρησιμοποιείται για τη θεραπεία σωματικών κυττάρων να βρεθεί στο σπέρμα και στα ωάρια, επηρεάζοντας έτσι τους απογόνους του ασθενούς. Ωστόσο, με προσεκτική επιλογή των φορέων και των κυττάρων-στόχων, δεν έχει επέλθει διάδοση γενετικού υλικού στα γεννητικά κύτταρα. Επομένως η κληρονομικότητα των γονιδίων που χρησιμοποιούνται στη θεραπεία σωματικών κυττάρων δεν αποτελεί πρόβλημα. Επιπλέον όμως, πέραν των θεμάτων ασφάλειας και αποτελεσματικότητας, οι ηθικές ανησυχίες στην έρευνα σωματικής γονιδιακής θεραπείας είναι γνωστές σε πολλά άλλα κλινικά περιβάλλοντα. Αυτές είναι το ζύγισμα των πιθανών βλαβών και ωφελειών, η καθιέρωση διαδικαστικής δικαιοσύνης στην επιλογή ασθενών για έρευνα, η διαβεβαίωση ότι η συγκατάθεση για πειραματικές θεραπείες είναι προαιρετική και πρέπει να προηγείται αυτής η έγκυρη ενημέρωση του ασθενούς και ακόμα, η εξασφάλιση της προστασίας της ιδιωτικής ζωής και της εμπιστευτικότητας των ιατρικών πληροφοριών (Sade RM. & Khushf G. 1998). Για πολλούς η σωματική γονιδιακή θεραπεία αποτελεί απλώς μια επέκταση των συμβατικών θεραπειών, θέτοντας λίγα αν υπάρχουν νέα ηθικά προβλήματα. Η άποψη αυτή εξακολουθεί να είναι γενικά αποδεκτή.

Βιβλιογραφία

- Αλεπόρου-Μαρίνου Β., Αργυροκαστρίτης Α., Κομητοπούλου Α., Παλόγλου Π. & Σγουρίτσα Β. (1999). Βιολογία Ομάδας Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών Γ' Γενικού Λυκείου. Αθήνα: ΙΤΥΕ-ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ
- Γκατζουδής Β. (2017). Γονιδιακή θεραπεία: Ελπίδα ίασης γενετικών ασθενειών. MAXMAG
- Δρύλλης Γ. (2007). Ανάπτυξη επισωματικού φορέα για την γονιδιακή μεταφορά του τεχνητού μεταγραφικού παράγοντα ενεργοποίησης της γ-σφαιρίνης. Πάτρα
- Δρ Ελευθερίου Α., Δρ Αναγνωστάκη Μ., Δρ Χρίστου Σ., Δρ Χατζηγαβριήλ Μ., Δρ Σίταρου Μ., Δρ Κολνάκου Α., Δρ Κλεάνθους Μ. & Εγγλέζος Π. (2015) “Μαθαίνω για την α-

θαλασσαιμία”

- Ζουμπουρλή Κ. (2015) “Δρεπανοκυτταρική Αναιμία” (2019) Κοκόρη Σ. (2013). “Στοιχεία φυσιολογίας του αίματος” Κουτελέκος Ι., Χαλιάσος Ν. “Μεσογειακή Αναιμία” (2013) Παρασκευούδη Α., Μπονώτης Κ., Μουζάς Ο. & Τσούρη Ι. (2013)
- Bose D. (2018). Playing God? The Pros and Cons of Gene Therapy. BiologyWise
- Kerstin B. Kaufmann, Hildegard Büning, Anne Galy, Axel Schambach & Manuel Grez. (2013). Gene therapy on the move. The Authors. Published by John Wiley and Sons, Ltd on behalf of EMBO. 5, 1642–1661
- Misra S. (2013). Human Gene Therapy: A Brief Overview of the Genetic Revolution. JAPI, 61
- Sade RM, Khushf G. (1998). Gene therapy: ethical and social issues. J So Carolina Med Assoc. 94(9):406-410
- St. Jude Children's Research Hospital (2008). Gene Therapy Corrects Sickle Cell Disease In Laboratory Study. ScienceDaily
- Strachan T. & Read A. P. (2004). Human Molecular Genetics. New York: Garland Publishing
- Thalassaemia Society of NSW, Children's Hospital at Westmead, Sydney Children's Hospital, The Prince OF Wales Hospital, Royal Prince Alfred Hospital, Westmead Hospital & Liverpool Hospital (2010)

Οι πεποιθήσεις και οι συμπεριφορές μελλοντικών εκπαιδευτικών σχετικά με την υγεία, το σωματικό βάρος και τη διατροφή: βιβλιογραφική ανασκόπηση

Μαρία ΧΑΛΚΙΑ¹, Ευαγγελία ΜΑΥΡΙΚΑΚΗ²

¹Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, ΕΚΠΑ, chalkia.maria@hotmail.com

²Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Αναπλ. Καθηγήτρια Βιολογίας και Αγωγής Υγείας, ΠΤΔΕ, ΕΚΠΑ, emavrikaki@primedu.uoa.gr

Περίληψη

Το σχολείο και οι εκπαιδευτικοί με τη θέση που κατέχουν, διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην προαγωγή της υγείας και τη διατροφική αγωγή των μαθητών. Παρ' όλα αυτά, σε αρκετές περιπτώσεις οι εκπαιδευτικοί δεν έχουν λάβει την απαραίτητη γνώση σε θέματα υγείας και διατροφής, με αποτέλεσμα να έχουν υιοθετήσει λανθασμένες απόψεις ή/και πρακτικές, τις οποίες είναι πιθανόν να μεταδώσουν στους μαθητές τους. Η παρούσα μελέτη εξέτασε στην τρέχουσα βιβλιογραφία τα μέχρι στιγμής δεδομένα για τις πεποιθήσεις και συμπεριφορές των εκπαιδευτικών ή μελλοντικών εκπαιδευτικών σχετικά με την υγεία το σωματικό βάρος και τη διατροφή με σκοπό να εντοπιστούν και να αναγνωριστούν τα ζητήματα/θέματα που απασχολούν τους εκπαιδευτικούς ή μελλοντικούς εκπαιδευτικούς σχετικά με τη υγεία, το σωματικό βάρος και τη διατροφή, έτσι ώστε να δοθεί η βάση για να σχεδιαστούν τα κατάλληλα προγράμματα αγωγής υγείας και διατροφικής αγωγής.

Λέξεις κλειδιά: προαγωγή υγείας, διατροφική αγωγή, εκπαίδευση, εκπαιδευτικοί, πεποιθήσεις, προγράμματα αγωγής υγείας

Εισαγωγή

Το σχολείο, ως περιβάλλον υπεύθυνο για τη μετάδοση γνώσεων και αξιών και οι εκπαιδευτικοί με τη θέση που κατέχουν στα πλαίσια του σχολείου, διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην αγωγή και προαγωγή της υγείας των μαθητών (Dodd, AL-Nakeeb, Nevill, & Forshaw, 2010). Οι εκπαιδευτικοί επηρεάζουν σημαντικά τη διαμόρφωση απόψεων και συμπεριφορών των μαθητών τους σχετικά με την υγεία και τη διατροφή είτε άμεσα μέσα από τη διδασκαλία του μαθήματος (Deschesnes, Trudeau, & Kebe, 2010), είτε έμμεσα προβάλλοντας ακούσια τις δικές του πεποιθήσεις και συμπεριφορές στους μαθητές (Dodd et al., 2010). Παρ' όλα αυτά, σε αρκετές περιπτώσεις οι εκπαιδευτικοί δεν έχουν λάβει την απαραίτητη γνώση σε θέματα υγείας και διατροφής (Russell-Mayhew, Ireland, & Peat, 2012; Speller et al., 2010), με αποτέλεσμα να έχουν υιοθετήσει λανθασμένες απόψεις ή/και πρακτικές, τις οποίες είναι πιθανόν να μεταδώσουν στους μαθητές τους (O'Dea & Abraham, 2001; Speller et al., 2010; Yager & O'Dea, 2005). Αποτελέσματα ερευνών φαίνεται να δείχνουν ότι οι εκπαιδευτικοί που έχουν λάβει την κατάλληλη αγωγή υγείας και διατροφική αγωγή είναι πιο πιθανό να επηρεάσουν θετικά και να ωθήσουν τους μαθητές τους να συμμετάσχουν ενεργά σε προγράμματα προαγωγής υγείας (Bostock et al., 2011; Russell-Mayhew et al., 2012; Speller et al., 2010; Webster et al., 2010; Welch & Wright, 2011). Παρ' όλα αυτά, ανάλογα προγράμματα αγωγής υγείας και διατροφικής αγωγής για τους εκπαιδευτικούς συχνά εκλείπουν από το περιεχόμενο σπουδών παιδαγωγικών τμημάτων (Russell-Mayhew et al., 2012).

Η παρούσα μελέτη θα εξετάσει στην τρέχουσα βιβλιογραφία, τα μέχρι στιγμής δεδομένα για τις πεποιθήσεις και συμπεριφορές των εκπαιδευτικών ή μελλοντικών εκπαιδευτικών σχετικά με την υγεία το σωματικό βάρος και τη διατροφή. Κρίνεται ιδιαίτερα σημαντικό να εντοπιστούν και να αναγνωριστούν τα ζητήματα/θέματα που απασχολούν τους εκπαιδευτικούς ή μελλοντικούς εκπαιδευτικούς σχετικά με τη υγεία, το σωματικό βάρος και τη διατροφή, έτσι ώστε να δοθεί η βάση για να σχεδιαστούν τα κατάλληλα προγράμματα αγωγής υγείας και διατροφικής αγωγής.

Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Τα τελευταία χρόνια αρκετές είναι οι έρευνες που έχουν μελετήσει τις πεποιθήσεις και τις πρακτικές/ συμπεριφορές μελλοντικών εκπαιδευτικών από διάφορες ειδικότητες σε θέματα που αφορούν την υγεία, το σωματικό βάρος και τη διατροφή. Αρχικά, το 2001, μια μελέτη που πραγματοποιήθηκε στην Αυστραλία, έδειξε ότι το 85% των ανδρών και το 87% των γυναικών μελλοντικών δασκάλων οικιακής οικονομίας και φυσικής αγωγής, θα συμβούλευαν τους μαθητές τους που είναι υπέρβαροι να χάσουν κιλά μειώνοντας τις ημερήσιες θερμίδες τους (O'Dea & Abraham, 2001). Μια τέτοια προσέγγιση, όμως είναι πιθανό να οδηγήσει σε σοβαρές διατροφικές ανεπάρκειες, ελλείψεις θρεπτικών συστατικών (Yager & O'Dea, 2005), διατροφικές διαταραχές ακόμα και καθυστερημένη ή προβληματική ανάπτυξη σε ένα παιδί (Russell-Mayhew et al., 2012). Συνεπώς, τα αποτελέσματα της έρευνας φαίνεται να καταλήγουν στο ότι, οι μελλοντικοί δάσκαλοι οικιακής οικονομίας και φυσικής αγωγής χρειάζονται συγκεκριμένη εκπαίδευση σε θέματα που αφορούν τη διατροφή και τον έλεγχο του βάρους, προκειμένου να είναι σε θέση να συμβουλεύσουν τους μαθητές τους. Παρόμοια ήταν και τα αποτελέσματα μιας άλλης μεγάλης ερευνητικής μελέτης, με δείγμα 502 μελλοντικούς εκπαιδευτικούς από τρία μεγάλα πανεπιστήμια της Αυστραλίας, που πραγματοποιήθηκε το 2009. Σκοπός της μελέτης ήταν να ερευνήσει τις πεποιθήσεις/απόψεις που έχουν για την εικόνα σώματος μελλοντικοί δάσκαλοι φυσικής αγωγής σε σύγκριση με μελλοντικούς εκπαιδευτικούς από άλλες ειδικότητες. Όσον αφορά τα αποτελέσματα, οι μελλοντικοί δάσκαλοι φυσικής αγωγής, τόσο άνδρες όσο και γυναίκες, φάνηκε να έχουν σε μεγαλύτερο βαθμό λανθασμένη εικόνα σώματος και ανθυγιεινές διατροφικές συμπεριφορές σε σύγκριση με τους μελλοντικούς εκπαιδευτικούς άλλων ειδικοτήτων. Το γεγονός αυτό, είναι πιθανό να εξηγείται λόγω της υπερβολικής ενασχόλησης των εκπαιδευτικών αυτών των ειδικοτήτων με τέτοια ζητήματα ή και λόγω της ευθύνης που θεωρούν ότι έχουν λόγω της ειδικότητάς τους. Όπως αναφέρθηκε ήδη, είναι πολύ πιθανό αυτές οι λανθασμένες απόψεις και πρακτικές να μεταδωθούν στους μαθητές, για αυτό και αυτή η μελέτη καταλήγει στο συμπέρασμα ότι κρίνεται απαραίτητη η κατάλληλη προετοιμασία των μελλοντικών εκπαιδευτικών σε θέματα διατροφής (Yager & O'Dea, 2009).

Παράλληλα, σε παρόμοια συμπεράσματα φαίνεται να κατέληξαν δυο ακόμα έρευνες σε πανεπιστήμια στον Καναδά, που μελέτησαν τις πεποιθήσεις σχετικά με την εικόνα σώματος και τις διατροφικές διαταραχές που έχουν μελλοντικοί εκπαιδευτικοί διάφορων ειδικοτήτων (Welch & Wright, 2011; Yager & O'Dea, 2005). Συγκεκριμένα, οι έρευνες αυτές έδειξαν ότι, επειδή οι εκπαιδευτικοί δεν έχουν λάβει την κατάλληλη αγωγή υγείας και γνώση σε θέματα διατροφής, αναγκάζονται να χρησιμοποιούν εναλλακτικές πηγές πληροφορίας για θέματα που αφορούν την υγεία και το σωματικό βάρος, προκειμένου να διεξάγουν το μάθημα ή και να απαντήσουν σε ερωτήσεις/απορίες των μαθητών σχετικά με τέτοια ζητήματα. Η πιο συχνή πηγή που χρησιμοποιούν είναι οι προσωπικές τους εμπειρίες/απόψεις σχετικά με αυτά τα θέματα (Welch & Wright, 2011; Yager & O'Dea, 2005). Συνεπώς, οι εκπαιδευτικοί είναι πιθανόν να μεταδώσουν στους μαθητές τους ανακριβείς ή ακόμα και επικίνδυνες πληροφορίες που οι ίδιοι έχουν υιοθετήσει για θέματα που αφορούν την υγεία και το σωματικό βάρος και να προβάλλουν ανθυγιεινές συνήθειες που οι ίδιοι έχουν στους μαθητές τους (O'Dea & Abraham, 2001; Yager & O'Dea, 2005).

Με βάση τα αποτελέσματα των μελετών που προαναφέρθηκαν, μια πρόσφατη έρευνα που πραγματοποιήθηκε το 2017 με δείγμα 226 μελλοντικούς δασκάλους στο πανεπιστήμιο της Αλμπέρτας στον Καναδά, μελέτησε συγκεκριμένα ποια είναι αυτά τα ζητήματα που απασχολούν τους μελλοντικούς δασκάλους, έτσι ώστε να αντιμετωπιστούν σε μελλοντικά προγράμματα αγωγής υγείας και διατροφικής αγωγής (Thackuk & Russell-Mayhew, 2017). Η μελέτη παρουσίασε τα εξής ευρήματα: Αρχικά, η ικανοποίηση με την εικόνα σώματος των

εκπαιδευτικών φαίνεται να συνδέεται άμεσα με τη συμπεριφορά τους σε θέματα υγείας και διατροφής. Συγκεκριμένα, η μελέτη έδειξε ότι οι εκπαιδευτικοί που είναι ικανοποιημένοι με το σώμα τους και το βάρος τους, ανεξάρτητα αν έχουν ή όχι φυσιολογικό Δείκτη Μάζας Σώματος (ΔΜΣ), είναι πιο πιθανό να ακολουθούν έναν υγιεινό/ισορροπημένο τρόπο ζωής και να έχουν σωστές συνήθειες, όπως για παράδειγμα να γυμνάζονται συστηματικά. Δεύτερον, οι εκπαιδευτικοί που συμμετείχαν στη μελέτη, φάνηκε να έχουν αυξημένη τάση προς συμπεριφορές που σχετίζονται με την απώλεια βάρους ή έντονη επιθυμία για απώλεια βάρους. Το γεγονός αυτό είναι ιδιαίτερα ανησυχητικό, καθώς η συνεχής προσπάθεια για απώλεια βάρους αποτελεί παράγοντα κινδύνου για την ανάπτυξη διατροφικών διαταραχών (Kim & Lee, 2010; Neumark-Sztainer, Goeden, Story, & Wall, 2004) και μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρά προβλήματα υγείας (Neumark-Sztainer et al., 2004; Yager & O'Dea 2005). Επιπλέον, επειδή οι δάσκαλοι αποτελούν πρότυπα για τους μαθητές τους (Dodd et al., 2010), αν αισθάνονται άσχημα ή άβολα με το σωματικό βάρος τους ή ακολουθούν λανθασμένες τακτικές απώλειας βάρους, μπορεί η συμπεριφορά τους αυτή να αντιγραφεί από τους μαθητές (O'Dea & Abraham, 2001; Yager & O'Dea, 2005). Επίσης, είναι πιθανό επειδή αισθάνονται άβολα με το βάρος τους να μην αναφέρονται σε θέματα που αφορούν το σωματικό βάρος, τη διατροφή ή τις διατροφικές συνήθειες (Russell-Mayhew et al., 2012), με αποτέλεσμα να μην μπορέσουν να αναγνωρίσουν τυχόν μαθητές που αντιμετωπίζουν διατροφικά προβλήματα ή χρειάζονται βοήθεια σε θέματα διατροφής (Deschesnes et al., 2010; Russell-Mayhew et al., 2012; Speller et al., 2010). Τρίτον, το γεγονός ότι περίπου οι μισοί από τους εκπαιδευτικούς του δείγματος φαίνεται να σχετίζονται με πρακτικές απώλειας βάρους, υπογραμμίζει την ανάγκη να ερευνηθούν παραπάνω οι λόγοι που τους οδηγούν σε αυτές τις συμπεριφορές αλλά και οι μέθοδοι που χρησιμοποιούν για να το πετύχουν. Παραπάνω ευρήματα σε αυτά τα θέματα θα ήταν καθοριστικά για το σχεδιασμό κατάλληλων εκπαιδευτικών προγραμμάτων των μελλοντικών δασκάλων (Thackuk & Russell-Mayhew, 2017). Τέταρτον, τα ευρήματα της μελέτης έδειξαν ότι οι μελλοντικοί δάσκαλοι έχουν σε μεγάλο βαθμό στερεότυπα και προκαταλήψεις για το σωματικό βάρος και αυτό μπορεί να επηρεάσει καταλυτικά την αλληλεπίδραση με τους μαθητές τους. Συγκεκριμένα, ειδικότητες όπως οι δάσκαλοι φυσικής αγωγής, είναι πιθανό να θεωρήσουν ότι μαθητές με παραπάνω κιλά δεν ενδιαφέρονται να συμμετέχουν ενεργά σε σωματικές δραστηριότητες, να αποτυγχάνουν να τους εντάξουν σε τέτοιες σωματικές ασκήσεις ή και να υποτιμούν τις αθλητικές τους ικανότητες (Fontana et al., 2013). Τέλος, στην προσπάθεια τους να βοηθήσουν μαθητές με αυξημένο σωματικό βάρος, μπορεί να προτείνουν ακατάλληλες ή και επικίνδυνες πρακτικές απώλειας βάρους (Yager & O'Dea, 2005).

Συμπεράσματα – Συζήτηση

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, φαίνεται ότι παρεμβάσεις προαγωγής υγείας και διατροφικής αγωγής σε εκπαιδευτικούς, είναι πιθανό να επηρεάσουν θετικά και να βελτιώσουν την υγεία τους (Dooris & Doherty, 2010; Polat, Ozen, Kahraman, & Bostanoglu, 2015), όπως και την υγεία των μελλοντικών μαθητών τους (Deschesnes et al., 2010; McVey et al., 2007). Συγκεκριμένα, σε μια μελέτη του 2007 φάνηκε ότι σε ένα σχολείο, που στο πρόγραμμα προαγωγής υγείας συμπεριέλαβε εκπαιδευτικούς ενημερωμένους σε θέματα υγείας και διατροφής, αυξήθηκαν τα ποσοστά ικανοποίησης των μαθητών σχετικά με το σωματικό τους βάρος και ταυτόχρονα μειώθηκαν τα ποσοστά διατροφικών διαταραχών των μαθητών, συγκριτικά με ένα σχολείο που δεν ακολούθησε το ίδιο πρόγραμμα προαγωγής υγείας (McVey et al., 2007). Παρ' όλα αυτά, η πλειοψηφία των διαθέσιμων ερευνών φαίνεται να αποτυγχάνει στο να εντοπίσει τα θέματα που πρέπει να αναφερθούν σε τέτοιες παρεμβάσεις για να αντιμετωπιστούν οι ανάγκες των εκπαιδευτικών (McMahon & Penny, 2013; Russell-Mayhew et al., 2012). Συνεπώς, τα αποτελέσματα της μελέτης των Thackuk & Russell-Mayhew (2017) είναι ιδιαίτερα σημαντικά, καθώς βοήθησαν να αναγνωριστούν καίρια ζητήματα και θέματα σχετικά με την υγεία και τη διατροφή που απασχολούν τους εκπαιδευτικούς και που αν

συμπεριληφθούν σε προγράμματα αγωγής υγείας και διατροφικής αγωγής θα ευνοήσουν τους μελλοντικούς εκπαιδευτικούς. Βέβαια, μελλοντική έρευνα κρίνεται αναγκαία, προκειμένου να προκύψουν περισσότερα δεδομένα και να σχεδιαστούν τα κατάλληλα προγράμματα για την εκπαίδευση των μελλοντικών δασκάλων.

Επίλογος

Το σχολείο αποτελεί ιδανικό περιβάλλον για την προαγωγή της υγείας και την εκπαίδευση των μαθητών σε θέματα που αφορούν την διατροφή. Οι εκπαιδευτικοί, ως αναπόσπαστο κομμάτι του σχολείου, επηρεάζουν σημαντικά τους μαθητές τους σε ζητήματα που αφορούν την υγεία, το σωματικό βάρος και τη διατροφή. Είναι, λοιπόν, αναγκαίο να εντοπιστούν και να αναγνωριστούν εκτενώς τα σημεία που απασχολούν και προβληματίζουν τους εκπαιδευτικούς και να αποτελέσουν τη βάση για το σχεδιασμό κατάλληλων προγραμμάτων αγωγής υγείας και διατροφικής αγωγής. Μια ανάλογη μελέτη θα είχε ιδιαίτερο ενδιαφέρον να πραγματοποιηθεί και στην Ελλάδα, καθώς δεν έχουν ερευνηθεί οι πεποιθήσεις και οι συμπεριφορές μελλοντικών εκπαιδευτικών σε ελληνικά πανεπιστήμια σχετικά με την υγεία, το σωματικό βάρος και τη διατροφή. Τα αποτελέσματα μιας τέτοιας έρευνας θα μπορούσαν να αποτελέσουν τη βάση για το σχεδιασμό προγραμμάτων αγωγής υγείας και διατροφικής αγωγής των φοιτητών παιδαγωγικών τμημάτων, που θα στελεχώσουν στο μέλλον την πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Έτσι, αν οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί λάβουν την κατάλληλη προετοιμασία, θα μπορέσουν να αποτελέσουν και σωστά πρότυπα για τους μαθητές τους.

Βιβλιογραφία

- Bostock, J. A., Kitt, R., & Kitt, C. (2011). Why wait until qualified?" the benefits and experiences of undergoing mental health awareness training for PGCE students. *Pastoral Care in Education*, 29(2), 103-115. doi:10.1080/02643944.2011.573494
- Deschesnes, M., Trudeau, F., & Kebe, M. (2010). Factors influencing the adoption of a health promoting school approach in the province of Quebec, Canada. *Health Education Research*, 25(3), 438-450. doi:10.1093/her/cyp058^[1]_{SEP}
- Dodd, L. J., Al-Nakeeb, Y., Nevill, A., & Forshaw, M. J. (2010). Lifestyle risk factors of students: A cluster analytical approach. *Preventative Medicine*, 51, 73-77. doi:10.1016/j.ypmed.2010.04.005^[1]_{SEP}
- Dooris, M., & Doherty, S. (2010). Healthy universities: Current activity and future directions—findings and reflections from a national-level qualitative research study. *Global Health Promotion*, 17(3), 6-16. doi:10.1177/1757975910375165^[1]_{SEP}
- Fontana, F. E., Furtado, O., Marston, R., Mazzardo, O., & Gallagher, J. (2013). Anti-fat bias among physical education teachers and majors. *The Physical Educator*, 70, 15-31. Retrieved from: <http://go.galegroup.com.ezproxy.lib.ucalgary.ca/ps/i.do?action=interpret&id=GALE%7CA334485922&v=2.1&u=ucalgary&it=r&p=AONE&sw=w&authCount=1>
- Kim, M., & Lee, H. (2010). Overestimation of own body weight in female university students: Associations with lifestyles, weight control behaviors, and depression. *Nutrition, Research, and Practice*, 4(6), 499-506. doi:10.4162/nrp.2010.4.6.499
- McCabe, M. P., Ricciardelli, L. A., Stanford, J., Holt, K., Keegan, S., & Miller, L. (2007). Where is all the pressure coming from? Messages from mothers and teachers about preschool children's appearance, diet and exercise. *European Eating Disorders Review*, 15, 221-230. doi:10.1002/erv.717^[1]_{SEP}
- McMahon, J. A., & Penny, D. (2013). Using narrative as a tool to locate and challenge pre-service teacher bodies in health and physical education. *Australian Journal of Teacher Education*, 38(1), 115-133. Retrieved from <http://ro.ecu.edu.au/ajte/vol38/iss1/8>
- McVey, G. L., Tweed, S., & Blackmore, E. (2007). Healthy schools-healthy kids: A controlled evaluation of a comprehensive universal eating disorder prevention program. *Body Image*,

- 4, 115-136. doi:10.1016/j.bodyim.2007.01.004^[SEP]
- Neumark-Sztainer, D., Goeden, C., Story, M., & Wall, M. (2004). Associations between body satisfaction and physical activity in adolescents: implications for programs aimed at preventing a broad spectrum of weight-related disorders. *Eating Disorders: The Journal of Treatment & Prevention*, 12(2), 125- 137. doi:10.1080/10640560490444989
- O'Dea, J. A., & Abraham, S. (2001). Knowledge, beliefs, attitudes, and behaviors related to weight control, eating disorders, and body image in Australian trainee home economics and physical education teachers. *Journal of Nutrition Education*, 33(6), 332-340. doi:10.1016/S1499.40460660355-2474.
- Peterson, J. L., Puhl, R. M., & Luedicke, J. (2012). An experimental assessment of psychical educators' expectations and attitudes: The importance of student weight and gender. *Journal of School Health*, 82(9), 432-440. doi:10.1111/j.1746-1561.2012.00719.x
- Polat, U., Ozen, S., Kahraman, B. B., & Bostanoglu, H. (2015). Factors affecting health-promoting behaviours in nursing students at a university in Turkey. *Journal of Transcultural Nursing*, January 28, 1-7. doi:10.1177/1043659615569536
- Russell-Mayhew, S., Ireland, A., & Peat, G. (2012). The impact of professional development about weight- related issues for pre-service teachers: A pilot study. *Alberta Journal of Educational Research*, 58(3), 314-329. Retrieved from: <http://web.a.ebscohost.com.ezproxy.lib.ucalgary.ca/ehost/detail?sid=19c7158b-b26c-4a18-a9f5-ec1de0399ade%40sessionmgr4005&vid=1&hid=4104&bdata=JnNpdGU9ZWWhvc3QtbGl2ZQ%3d%3d#db=ehh&AN=84201443>
- Speller, V., Byrne, J., Dewhirst, S., Almond, P., Mohebati, L., Norman, M., Polack, S., Memon, A., Grace, M., Margetts, B., & Roderick, P. (2010). Developing trainee school teachers' expertise as health promoters. *Health Education*, 110(6), 490-507. doi:10.1108/09654281011087288
- Tkachuk, M. and Russell-Mayhew, S. (2017). Health and Weight Beliefs and Behaviours of Pre-Service Teachers: Considerations and Implications for a Health Promotion Perspective in Teacher Education. *Alberta Journal of Educational Research*, 63(3), pp.286-303.
- Webster, C., Monsma, E., & Erwin, H. (2010). The role of biographical characteristics in preservice classroom teachers' school physical activity promotion attitudes. *Journal of Teaching in Physical Education*, 29, 358-377. Retrieved from: <http://journals.humankinetics.com.ezproxy.lib.ucalgary.ca/JTPE-back-issues>
- Welch, R., & Wright, J. (2011). Tracing discourses of health and the body: Exploring pre-service primary teachers' constructions of 'healthy' bodies. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*, 39(3), 199- 210. doi:10.1080/1359866X.2011.588310
- Yager, Z., & O'Dea, J. A. (2005). The role of teachers and other educators in the prevention of eating disorders and child obesity: What are the issues? *Eating Disorders*, 13, 261-278. doi:10.1080/10640260590932878

1973—ΣΗΜΕΡΑ

ΓΙΑ ΤΗΝ
ΕΠΙΣΤΗΜΗ



**ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΑ
ΕΝΩΣΗ
ΒΙΟΕΠΙΣΤΗΜΟΝΩΝ**

ΔΕΙΤΕ ΤΙΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ
www.pev.gr
ΤΗΣ ΠΕΒ ΣΤΗΝ ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΑ