ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Πανελλήνιο Συνέδριο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 13 (2024)

13ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση: ΠΡΑΚΤΙΚΑ

Διδακτικοί σχεδιασμοί μεταπτυχιακών φοιτητών με μια εκπαιδευτική προσομοίωση φυσικής επιλογής

Ναυσικά Καψαλά

doi: 10.12681/codiste.6932

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** ΕΚΤ | **Πρόσβαση:** 14/12/2025 14:50:52

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΙ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΦΟΙΤΗΤΩΝ ΜΕ ΜΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΦΥΣΙΚΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

Ναυσικά Καψαλά[1]

[1]Διδάκτορας Π.Τ.Δ.Ε. Ε.Κ.Π.Α.

nkapsala@gmail.com

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η φυσική επιλογή αποτελεί έννοια ουσιώδη για την επιστήμη της βιολογίας, που όμως εμφανίζει πολλές παρανοήσεις και δυσκολίες στην κατανόησή της. Έχει αναπτυχθεί από το Πανεπιστήμιο του Colorado Boulder μία προσομοίωση που αφορά το μηχανισμό της φυσικής επιλογής και επιτρέπει στους μαθητές να τη διερευνήσουν και να την κατανοήσουν. Στο πλαίσιο της έρευνας μεταπτυχιακοί φοιτητές διδακτικής φυσικών επιστημών σχεδιάζουν ένα μάθημα αξιοποιώντας τη συγκεκριμένη εφαρμογή. Παρατηρήθηκαν ομοιότητες στους στόχους τους, ανεξάρτητα από τη βαθμίδα στην οποία απευθύνονται, ενώ οι περισσότεροι αξιοποίησαν στο έπακρο όλες τις δυνατότητες της εφαρμογής.

Λέξεις κλειδιά: διδακτική εξέλιξης, προσομοίωση φυσικής επιλογής, εκπαιδευτικοί

GRADUATE STUDENTS INCLUDE AN EDUCATIONAL SIMULATION OF NATURAL SELECTION IN THEIR TEACHING PLANS

Nausica Kapsala[1]

[1]PhD, Department of Pedagogy and Primary Education NKUA

nkapsala@gmail.com

ABSTRACT

Natural selection is an essential concept for the science of biology, with many misconceptions and difficulties in its understanding. A simulation of the mechanism of natural selection has been developed by the University of Colorado Boulder that allows students to explore and understand it. In the context of the research, postgraduate students of teaching natural sciences design a course using this application. Similarities were observed in their goals, regardless of the level they are aimed at, while most made the most of all the possibilities of the application.

Keywords: teaching evolution, natural selection simulation, teachers

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η φυσική επιλογή ως ένας από τους βασικούς μηχανισμούς εξέλιξης των ειδών στο φυσικό κόσμο, παρέχει ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο κατανόησης της παγκόσμιας βιοποικιλότητας. Η κατανόησή της είναι ουσιώδης για την ανάπτυξη της βιολογικής επιστήμης (Mayr, 2008). Η έννοια της φυσικής επιλογής όμως προκαλεί δυσκολίες (Gregory, 2009). Έχει αναπτυχθεί, από το Πανεπιστήμιο του Colorado Boulder, διαδραστική προσομοίωση για την έννοια της φυσικής επιλογής, με στόχο να ενισχυθεί η συμμετοχή των μαθητών και η κατανόησή τους (Grandgenett, 2011). Θεωρήθηκε ενδιαφέρον να διερευνηθεί το πώς μελλοντικοί και εν ενεργεία εκπαιδευτικοί διαφορετικών βαθμίδων θα αξιοποιούσαν την εν λόγω προσομοίωση στην τάξη τους. Αυτή είναι και η θεματική της παρούσης έρευνας.

Η προσομοίωση Φυσικής Επιλογής PhET Colorado

Φυσική επιλογή (natural selection) είναι κάθε σταθερή διαφορά αρμοστικότητας μεταξύ διαφορετικών ομάδων των βιολογικών οντοτήτων (Futuyma, 2017, σελ.64). Ως αρμοστικότητα (fitness) ορίζεται η αναπαραγωγική επιτυχία (reproductive success), δηλαδή ο αριθμός των απογόνων που ένα άτομο αφήνει στην επόμενη γενεά. Τα συστατικά της αρμοστικότητας είναι η επιβίωση και η αναπαραγωγή. Σύμφωνα με το σχολικό βιβλίο η φυσική επιλογή ορίζεται ως η διαδικασία με την οποία οι οργανισμοί που είναι περισσότερο προσαρμοσμένοι στο περιβάλλον τους επιβιώνουν και αναπαράγονται περισσότερο από τους λιγότερο προσαρμοσμένους (σχολικό βιβλίο, Βιολογία Β΄ Λυκείου).

Σημαντικές παρανοήσεις σχετικά με τη φυσική επιλογή παρατηρούνται ακόμη και ανάμεσα σε φοιτητές και αποφοίτους βιολογίας (Nehm & Reilly, 2007). Οι παρανοήσεις αυτές κυρίως αφορούν οπτικές τελεολογίας που ερμηνεύουν προσαρμοστικές βιολογικές διεργασίες ωσάν αυτές να είχανε σκοπό, με ντετερμινιστικό τρόπο σκέψης (Gregory, 2009).

Η προσομοίωση επιτρέπει στους μαθητές να σκεφθούν επιστημονικά σχετικά με τα γονίδια, τα χαρακτηριστικά, τις μεταλλάξεις και ορισμένους παράγοντες επιλογής. Οι μαθητές μπορούν να συγκρίνουν την κατανομή των κουνελιών της προσομοίωσης στην πάροδο του χρόνου και να υποθέσουν ποια χαρακτηριστικά μπορούν να ευνοηθούν σε διαφορετικές συνθήκες (University of Colorado, Boulder, nd).

Πιο συγκεκριμένα, η προσομοίωση παρουσιάζει έναν πληθυσμό κουνελιών σε ένα περιβάλλον. Η εφαρμογή δίνει δυνατότητα στο χρήστη να εφαρμόσει περιβαλλοντικές αλλαγές, να αλλάξει το κλίμα σε αρκτικό ή εύκρατο, να τροποποιήσει τη διαθεσιμότητα τροφής, το είδος τροφής (σκληρή / μαλακή) και την ύπαρξη ή μη ύπαρξη θηρευτών. Ακόμη μπορεί να εισάγει μεταλλάξεις στον πληθυσμό ως προς το χρώμα γούνας (λευκό ή καφέ), το σχήμα αυτιών (ίσια ή γυριστά) και το μέγεθος δοντιών (μεγάλα ή μικρά), δίνοντας επιλογή και για το ποιο γνώρισμα θα είναι επικρατές και ποιο υπολειπόμενο. Η εξέλιξη της προσομοίωσης μπορεί να είναι ότι τα κουνέλια αναπαράγονται και πολλαπλασιάζονται έως που καταλαμβάνουν τον πλανήτη, μπορεί να πεθάνουν όλα τα κουνέλια, ή μπορεί ο πληθυσμός να έρθει σε ισορροπία στο περιβάλλον του.

Εκπαιδευτικοί στόχοι

Σύμφωνα με τους Musina και συνεργάτες (2018) ο Σωκράτης ήταν ο πρώτος φιλόσοφος που έθιξε την έννοια των στόχων της εκπαίδευσης ορίζοντας ως απώτατο στόχο την αρετή με τη μορφή της γνώσης και της σοφίας. Οι στόχοι αυτοί είναι ιδανικοί μα και αφηρημένοι. Σύμφωνα με τους ίδιους (Musina, et al., 2018), στην εκπαίδευση υπάρχει άμεση σχέση μεταξύ των στόχων, τα μέσα υλοποίησης και τα αποτελέσματα μιας δραστηριότητας. Υπάρχει ανάγκη λοιπόν, για συγκεκριμένους, πρακτικούς στόχους.Η στοχοθέτηση όμως αν και μπορεί να φαίνεται απλή, παρουσιάζει δυσκολίες στους εκπαιδευτικούς. Το 1956 οι Bloom και

συνεργάτες, έφτιαξαν ένα μοντέλο ταξινόμησης στόχων με βάση μία κλίμακα πολυπλοκότητας με έξι επίπεδα: γνώση, κατανόηση, εφαρμογή, ανάλυση, σύνθεση και αξιολόγηση (Bloom et al., 1956).

Σαράντα χρόνια μετά την έκδοση του εγχειριδίου του Bloom, μία ομάδα οκτώ εκπαιδευτικών και ερευνητών αναθεώρησαν σε διάστημα πέντε ετών την ταξινόμηση του. Ο Anderson (2005) περιγράφει τον «ταξινομικό πίνακα» που αναπτύχθηκε από αυτούς. Ο ταξινομικός πίνακας αποτελείται από δύο διαστάσεις. Ο οριζόντιος άξονας είναι μετατροπή της ταξινόμησης του Bloom, με ρηματικούς τύπους που αντικαθιστούν τις αρχικές ονομασίες των κατηγοριών: να θυμούνται, να κατανοούν, να εφαρμόζουν, να αναλύουν, να αξιολογούν, να δημιουργούν. Ο κάθετος άξονας, αποτελείται από τέσσερις τύπους γνώσης: πραγματολογική γνώση (γεγονότα), εννοιολογική γνώση (έννοιες), διαδικαστική γνώση (διαδικασίες), και μεταγνωστική γνώση (μεταγνώση).

Ερευνητικά ερωτήματα

Τα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν, είναι τα εξής:

- Τί διδακτικούς στόχους θέτουν οι εκπαιδευτικοί σχεδιάζοντας ένα μάθημα με τη συγκεκριμένη προσομοίωση;
- Πώς αυτοί οι στόχοι διαφέρουν ανάλογα με την ειδικότητά τους, τη βαθμίδα, και την ηλικία των μαθητών τους;
- Πόσες από τις δυνατότητες της εφαρμογής αξιοποιούνται σε κάθε περίπτωση;

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Ζητήθηκε από δεκατέσσερις μεταπτυχιακούς φοιτητές διδακτικής φυσικών επιστημών να σχεδιάσουν ένα σχέδιο μαθήματος για να διδάξουν το μηχανισμό της Φυσικής Επιλογής αξιοποιώντας την προσομοίωση της φυσικής επιλογής.

Η δραστηριότητα εφαρμόστηκε στο πλαίσιο μεταπτυχιακού μαθήματος βιολογίας το εαρινό εξάμηνο 2020 – 2021. Προηγήθηκαν δύο τρίωρες διδασκαλίες σχετικά με τη θεωρία της εξέλιξης, και εξοικείωση των φοιτητών με το περιβάλλον και τις δυνατότητες της προσομοίωσης. Συγκεκριμένα η διδασκαλία των εννοιών της φυσικής επιλογής και των βιολογικών προσαρμογών πραγματοποιήθηκε μέσω της ανακαλυπτικής μεθόδου (Χαλκιά, 2016) με ελεύθερη χρήση της προσομοίωσης από τους φοιτητές και συζήτηση. Στο πλαίσιο του μαθήματος δεν υπήρχε διακριτή ενότητα για την αξιοποίηση προσομοιώσεων στη διδασκαλία.

Δείγμα

Οι 8 φοιτητές είναι απόφοιτοι Παιδαγωγικού τμήματος, οι 5 είναι απόφοιτοι φυσικών τμημάτων και μία είναι απόφοιτος του τμήματος πληροφορικής. Τέσσερις από τους φοιτητές είναι άνδρες και δέκα γυναίκες.

Μέθοδος

Τα σχέδια μαθημάτων αναλύθηκαν με ποιοτική ανάλυση περιεχομένου, με μονάδα ανάλυσης το θέμα (Broun & Clarke, 2012˙ Ratner 2002).

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Από τους 14 φοιτητές – εκπαιδευτικούς, οι 4 έκαναν σχέδιο μαθήματος για την 6η Δημοτικού, οι 2 για τη Γ΄ Γυμνασίου, οι 5 για τη Β΄ Λυκείου και οι 3 δεν ανέφεραν σε ποια εκπαιδευτική βαθμίδα απευθύνονται.

Όσοι αναφέρθηκαν στο χρόνο που χρειάζονται για την υλοποίηση του σχεδίου μαθήματος, δηλώνουν χρόνο 90 λεπτών, δηλαδή δύο διδακτικές ώρες.

Μόνο 8 από τα 14 σχέδια μαθήματος εμπεριέχουν διατυπωμένους διδακτικούς στόχους. 3 από αυτά αφορούν το Δημοτικό, ένα το Γυμνάσιο και 4 το Λύκειο. Ανάλογα με τους διδακτικούς στόχους, τα σχέδια μαθήματος χωρίστηκαν σε δύο ομάδες. Στην Ομάδα Α περιλαμβάνονται δύο σχέδια του Δημοτικού και αυτά του Λυκείου, οι διδακτικοί στόχοι αφορούν στις παρατηρήσεις και τα συμπεράσματα του Δαρβίνου σχετικά με τη φυσική επιλογή (Αδαμαντιάδου, κ.α., 2023, σελ 125 - 126). Στην Ομάδα Β περιλαμβάνονται ένα σχέδιο του Δημοτικού και ένα του Γυμνασίου, και αφορούν στις προσαρμογές των ζώων στα περιβάλλοντά τους.

Αναλύοντας τους στόχους που διατύπωσαν οι εκπαιδευτικοί σύμφωνα με τον Anderson L. W. (2005) διαπιστώνουμε ότι στην ομάδα Α όλοι οι στόχοι αφορούν το επίπεδο εννοιών. Όλα τα σχέδια μαθήματος της ομάδας Α εμπεριέχουν στόχους που αφορούν την κατανόηση εννοιών. Τρία σχέδια του Λυκείου έχουν ως στόχο ακόμη οι μαθητές να αναλύουν τις εξελικτικές διαδικασίες και να εφαρμόζουν τις έννοιες για να διατυπώσουνε προβλέψεις. Ένα σχέδιο μαθήματος εμπεριέχει και στόχο που αφορά τη μεταγνώση και την επιστημολογία και είναι οι μαθητές να κατανοούν πως η εξέλιξη έχει αποδειχθεί επιστημονικά και δεν είναι απλά μια θεωρία.

Πίνακας 1: Ο ταξινομικός πίνακας των στόχων των διδακτικών σχεδίων της ομάδας Α

	ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΓΝΩΣΤΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ					
ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΓΝΩΣΗΣ	Θυμούνται	Κατανοούν	Εφαρμόζουν	Αναλύουν	Αξιολογούν	Δημιουργούν
Πραγματολογική γνώση	-	-	-	-	-	-
Εννοιολογική γνώση	-	6	3	3	-	-
Διαδικαστική γνώση	-	-	-	-	-	-
Μεταγνωστική γνώση	-	1	-	-	-	-

Στην ομάδα Β, οι στόχοι αφορούν γεγονότα, έννοιες και διαδικασίες σε πολλά επίπεδα: να κατανοούν, να εφαρμόζουν, να αναλύουν και να αξιολογούν τη σημασία των προσαρμογών και τις πιθανές επιπτώσεις των περιβαλλοντικών αλλαγών σε ένα πληθυσμό. Στο σχέδιο του Γυμνασίου εμπεριέχεται και στόχος μεταγνωστικός: να αξιολογήσουν τη χρησιμότητα των μοντέλων στις φυσικές επιστήμες, καθώς και να δημιουργήσουν τροποποιήσεις σε ένα μοντέλο εξετάζοντας πώς αυτό μιμείται ένα πραγματικό γεγονός.

Πίνακας 2: Ο ταξινομικός πίνακας των στόχων των διδακτικών σχεδίων της ομάδας Α

	ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΓΝΩΣΤΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ					
ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΓΝΩΣΗΣ	Θυμούνται	Κατανοούν	Εφαρμόζουν	Αναλύουν	Αξιολογούν	Δημιουργούν
Πραγματολογική γνώση	1	2	-	-	2	-
Εννοιολογική γνώση	-	2	1	1	-	-
Διαδικαστική γνώση	-	-	1	2	2	-
Μεταγνωστική γνώση	-	-	-	-	1	1

Σχεδόν όλοι οι φοιτητές (13/14) σχεδίασαν κάποιο Φύλλο Εργασίας (ΦΕ) με το οποίο καθοδηγούν τους μαθητές τους. Επτά από τους δεκατέσσερις φοιτητές προτείνουν ομαδοσυνεργατική μέθοδο: Οι έξι προτείνουν το ΦΕ να συμπληρωθεί ομαδικά και μία να συμπληρωθεί ατομικά και κατόπιν να γίνει συζήτηση σε ομάδες.

Τέσσερα από τα δεκατέσσερα σχέδια μαθήματος ξεκινούν απευθείας με την προσομοίωση. Ένα σχέδιο μαθήματος ξεκινά με ένα υποθετικό σενάριο, καλώντας τους μαθητές να φανταστούν ότι ναυαγούν σε ένα νησί, όπου παρατηρούν να εξελίσσονται τα φαινόμενα της προσομοίωσης. Δύο σχέδια ξεκινούν με προβολή κάποιου βίντεο σχετικού με τη Φυσική Επιλογή. Επτά σχέδια ξεκινούν με προβολή εικόνων, ερωτήσεις και συζήτηση με τους μαθητές ως αφόρμηση, και ακολουθεί η ενασχόληση με την προσομοίωση για την εισαγωγή νέας γνώσης. Τρία από αυτά εμπεριέχουν και ανάδειξη των αρχικών ιδεών των μαθητών. Τέλος σε δύο από τα σχέδια, η προσαρμογή χρησιμοποιείται ως εφαρμογή της νέας γνώσης των μαθητών που έχει εισαχθεί νωρίτερα μέσα από παρουσίαση εικόνων, συζήτηση και προβολή βίντεο. Συνολικά πέντε φοιτητές εμπεριέχουν στο σχεδιασμό τους την Ιστορία της Επιστήμης, εισάγοντας το μάθημα στο ιστορικό του πλαίσιο. Κάποιοι στο τέλος του μαθήματος εντάξανε ένα κουίζ με ερωτήσεις είτε κλειστού τύπου, είτε ανοιχτού, για την αξιολόγηση του μαθήματος

Τα περισσότερα σχέδια αξιοποιούν στο έπακρο όλες τις δυνατότητες της εφαρμογής, καλώντας τους μαθητές να «παίξουν» με όλες τις διαφορετικές παραμέτρους. Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται οι δυνατότητες της προσομοίωσης και ο αριθμός των φοιτητών που στο σχέδιο μαθήματός τους αξιοποιούν κάθε μία από αυτές. Οι περισσότεροι αξιοποίησαν τις περισσότερες από τις δυνατότητες αλλαγών του περιβάλλοντος (11/14 αρκτικό/εύκρατο κλίμα, 10/14 ύπαρξη θηρευτών, 9/14 παρουσία τροφής, 7/14 ποιότητα τροφής) και τις περισσότερες μεταλλάξεις (12/14 χρώμα γούνας και μέγεθος δοντιών, 10/14 σχήμα αυτιών). Μόνο 2 από τους 14 συμπεριέλαβαν την επιλογή για το ποιο γνώρισμα θα είναι επικρατές ή υπολειπόμενο. Τέλος τρεις αφήνουν τους μαθητές τους να πειραματιστούν ελεύθερα στην εφαρμογή.

Πίνακας 3: Οι δυνατότητες της προσομοίωσης και ο αριθμός των φοιτητών που αξιοποιούν κάθε μία.

ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ	**N (14)**
Περιβαλλοντικές αλλαγές:	
Αρκτικό / εύκρατο κλίμα	11
Άφθονη / περιορισμένη τροφή	9
Μαλακή / σκληρή τροφή	7
Ύπαρξη / μη ύπαρξη θηρευτών	10
Μεταλλάξεις:	
Χρώμα γούνας (λευκή ή καφέ)	12
Σχήμα αυτιών (ίσια ή γυριστά)	10
Μέγεθος δοντιών (μεγάλα ή μικρά)	12
Επιλογή για το ποιο γνώρισμα θα είναι επικρατές και ποιο υπολειπόμενο	2
Ελεύθεροι πειραματισμοί στην εφαρμογή	3

Δεν διαπιστώθηκαν δυσκολίες και παρανοήσεις των φοιτητών σε σχέση με τη φυσική επιλογή, με εξαίρεση τη χρήση της έννοιας του είδους ως αντικείμενο της φυσικής επιλογής αντί για αυτή του πληθυσμού.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι περισσότεροι φοιτητές έκαναν σχέδια μαθήματος που απευθύνονται στο Λύκειο. Παρόλο που οι 8 από τους 14 φοιτητές είναι δάσκαλοι της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, μόνο οι 4 από αυτούς έκαναν σχέδιο

μαθήματος που να απευθύνεται στην πρωτοβάθμια. Ίσως θεώρησαν ότι η Φυσική Επιλογή δεν μπορεί να διδαχθεί στο Δημοτικό, ή να παρασύρθηκαν από τη θέση της στο Αναλυτικό Πρόγραμμα.

Οι φοιτητές στο σχεδιασμό τους, υπολόγισαν 2 διδακτικές ώρες, χρόνος που δυστυχώς σπάνια είναι διαθέσιμος για την ενότητα στο σχολείο (Γεωργίου κ.α., 2022).

Οι στόχοι που διατυπώνουν οι φοιτητές δεν διαφέρουν στο βαθμό που αναμενόταν ανάλογα με την εκπαιδευτική βαθμίδα, διαφοροποιούνται μόνο ανάλογα με τον σχεδιασμό που έχει κάνει ο καθένας.

Οι μισοί φοιτητές στο σχεδιασμό τους συμπεριέλαβαν την εργασία των φοιτητών σε ομάδες. Πιθανόν αυτό να έχει να κάνει με το ότι συνήθως οι υπολογιστές δεν είναι αρκετοί ώστε να μπορεί να δουλέψει κάθε μαθητής ατομικά, ίσως όμως και να είναι επιλογή που έχει να κάνει με τα οφέλη της ομαδικής εργασίας ειδικά όσον αφορά δύσκολες έννοιες (Terenzini et al., 2005).

Το σχέδιο μαθήματος που ξεκινά με ένα υποθετικό σενάριο, βάζει έτσι το μάθημα σε πλαίσιο, με σημαντικά οφέλη για την εμπλοκή των μαθητών (Klassen, 2006). Παρόμοια το μάθημα μπαίνει σε πλαίσιο στα σχέδια μαθήματος που εμπεριέχουν Ιστορία της Επιστήμης.

Από την ανάλυση των σχεδίων μαθημάτων των φοιτητών, δεν προέκυψε κάποια παρανόηση. Η χρήσης της έννοιας του είδους ως αντικείμενο της φυσικής επιλογής, δεν αντανακλά την καταγεγραμμένη παρανόηση ότι τα άτομα εξελίσσονται (Gregory, 2009), ούτε είναι εντελώς εσφαλμένη. Το είδος άλλωστε αποτελείται από τους επιμέρους πληθυσμούς του και ένα είδος υπό εξαφάνιση πιθανά να αποτελείται και από ένα μόνο πληθυσμό.

Η έρευνα δίνει μία εικόνα για το πώς εκπαιδευτικοί διαφορετικών βαθμίδων μπορούν να αξιοποιήσουν μία προσομοίωση στην τάξη τους. Μία γενική παρατήρηση που αφορά τα σχέδια των περισσότερων φοιτητών (12/14) είναι πως η προσομοίωση τους οδήγησε στην ανακαλυπτική διδακτική μέθοδο. Με τα φύλλα εργασίας που ετοιμάσανε για τους μαθητές τους, τους καθοδηγούν να δοκιμάσουν διάφορες παραμέτρους στην προσομοίωση, και απαντώντας σε ανοιχτές ερωτήσεις να καταγράψουν τις παρατηρήσεις τους και να διατυπώσουν συμπεράσματα. Η ίδια η προσομοίωση είναι σχεδιασμένη ώστε να ενισχύει τη διερευνητική και ανακαλυπτική μάθηση (Grandgenett, 2011).

Είναι σημαντικό οι εκπαιδευτικοί να εκπαιδεύονται και να εξασκούνται σε τρόπους με τους οποίους μπορούν να διδάξουν δύσκολες επιστημονικές έννοιες όπως η φυσική επιλογή, και οι προσομοιώσεις είναι ένα καλό εργαλείο (Thomas & Vo, 2021).

Δυστυχώς το δείγμα είναι πολύ μικρό και δεν μπορούμε να προχωρήσουμε σε γενικεύσεις. Σημειώνεται ακόμη ότι στο πλαίσιο της έρευνας δεν λήφθηκε υπόψη το γεγονός του έτοιμου σχετικού διαδικτυακού υλικού και το κατά πόσο οι φοιτητές ανατρέξανε σε αυτό, η εικόνα των εργασιών τους όμως έδειχνε ότι ήτανε πρωτότυπες, ενώ όταν χρησιμοποιούσανε πηγές άλλου υλικού, το αναφέρανε στις πηγές τους.

Ευχαριστώ θερμά τους μεταπτυχιακούς φοιτητές που συμμετείχαν στην παρούσα έρευνα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αδαμαντιάδου, ΣΜ., Γεωργάτου, Μ., Γιαπιτζάκης Χ., Λάκκα, Λ. (2023). *Βιολογία Γενικής Παιδείας Β΄Γενικού Λυκείου*. Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων: Αθήνα.

Γεωργίου, Μ., Καψαλά, Ν., & Μαυρικάκη, Ε. (2022). Οι έννοιες της βιολογίας στα αναλυτικά προγράμματα σπουδών γυμνασίου και λυκείου. Στο Κ. Καμπουράκης, Μ. Εργαζάκη, Κ. Κορφιάτης, & Π. Στασινάκης, *Διδακτική της βιολογίας* (σσ. 97-124). Ηράκλειο: ΠΕΚ.

Mayr, E. (2008). *Η ανάπτυξη της βιολογικής σκέψης*. Αθήνα: Μορφωτικό Ίδρυμα Εθνικής Τραπέζης

Χαλκιά, Κ. (2019). *Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες*. Αθήνα: Πατάκης

Anderson, L. W. (2005). Objectives, evaluation, and the improvement of education. *Studies in educational evaluation*, *31*(2-3), 102-113. https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2005.05.004

Bloom, B.S. (Ed.). Englehard, M.D., Furst, E.J., Hill, W.H., & Krathwohl, D.R. (1956). *Taxonomy of educational objective: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain.* New York: David McKay.

Braun, V., & Clarke, V. (2012). Thematic analysis. In H. Cooper, P. M. Camic, D. L. Long, A. T. Panter, D. Rindskopf, & K. J. Sher (Eds.), *APA handbook of research methods in psychology, Vol. 2. Research designs: Quantitative, qualitative, neuropsychological, and biological* (pp. 57–71). Washington, DC: American Psychological Association. https://doi.org/10.1037/13620-004

Grandgenett, N. (2011). Phet interactive simulations. *Mathematics and Computer Education*, *45*(1), 83. https://search.proquest.com/openview/cbafb24173c788405a5a4822202efb41/1?pq-origsite=gscholar&cbl=35418

Gregory, T. (2009). Understanding Natural Selection: Essential Concepts and Common Misconceptions. *Evo Edu Outreach, 2*, 156-175. https://evolution-outreach.biomedcentral.com/articles/10.1007/s12052-009-0128-1

Klassen, S. (2006). A theoretical framework for contextual science teaching. *Interchange, 37*(1-2), 31-62. https://link.springer.com/article/10.1007/s10780-006-8399-8

Musina, V. E., Peresypkin, A. P., Makotrova, G. V., Shumakova, I. A., & Shekhovskaya, N. L. (2018). The problem of setting educational goals: from Socrates to b. Bloom. *Amazonia Investiga, 7*(14), 119-127.

Nehm, R. H., & Reilly, L. (2007). Biology majors' knowledge and misconceptions of natural selection. *BioScience, 57*(3), 263-272. https://academic.oup.com/bioscience/article-pdf/57/3/263/26898714/57-3-263.pdf

Terenzini, P. T., Cabrera, A. F., Colbeck, C. L., Parente, J. M., & Bjorklund, S. A. (2001). Collaborative learning vs. lecture/discussion: Students' reported learning gains. *Journal of Engineering Education*, *90*(1), 123-130. https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2001.tb00579.x

Thomas, N. J., & Vo, T. (2021). Using Simulations to Support Undergraduate Elementary Preservice Teachers' Biological Understanding of Natural Selection. *Bioscene: Journal of College Biology Teaching*, *47*(1), 29-39. https://eric.ed.gov/?id=EJ1304804

Ratner, C. (2002). Subjectivity and Objectivity in Qualitative Methodology [29 paragraphs]. *Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research, 3*(3), Art. 16, http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0114-fqs0203160.

University of Colorado Boulder. (n.d.). *Natural selection*. PhET Interactive Simulations. https://phet.colorado.edu/en/simulations/natural-selection/about