

# Απεικόνιση Γονιδιακών Μοντέλων στα σχολικά εγχειρίδια Βιολογίας: Το εγχειρίδιο της Γ' Γυμνασίου

## Περίληψη

Τα Διδακτικά Εγχειρίδια επιτελούν σημαντικό ρόλο στη διδασκαλία των επιστημών. Η προσπάθεια μελέτης της απεικόνισης της έννοιας του γονιδίου και της λειτουργίας του μέσα στα σχολικά εγχειρίδια βιολογίας έχει οδηγήσει στην κατηγοριοποίηση σε 5 ιστορικά μοντέλα γονιδιακής λειτουργίας (Μεντελικό, Κλασικό, Βιοχημικό, Νεοκλασικό, Σύγχρονο). Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η απεικόνιση των γονιδιακών μοντέλων στο σχολικό εγχειρίδιο της Γ' Γυμνασίου του ελληνικού σχολείου. Με τη βοήθεια εννοιολογικού χάρτη βρέθηκε, στην ενότητα που αναλύθηκε ενδεικτικά, ότι τα μοντέλα για τη γονιδιακή λειτουργία είναι κυρίως υβριδικά, χωρίς ιδιαίτερα παλαιωμένα ή σύγχρονα στοιχεία.

## Abstract

Textbooks play a central role in teaching science. There is a development of some methodologies for the categorization of the depiction of gene function in biology school textbooks into five historical models (Mendelian, Classical, Biochemical, Neoclassical, Modern). The purpose of this study is to explore which gene models are depicted in the biology textbook that is used in upper secondary school in Greece. We constructed a conceptual map for content analysis and found that hybrid models are used frequently. Furthermore, few Mendelian and no modern gene models are included.

## 1. Εισαγωγή

Ο ρόλος των Διδακτικών Εγχειριδίων (Δ.Ε.) είναι σημαντικός στη διδασκαλία των επιστημών καθώς ασκούν λειτουργίες όπως η μεταβίβαση της γνώσης και η υλοποίηση του αναλυτικού προγράμματος. Αποτελούν υποχρεωτικό υλικό μελέτης και συχνά τη μοναδική έντυπη πηγή για μαθητές/τριες και εκπαιδευτικούς. Οι εκπαιδευτικοί στη συντριπτική πλειονότητα βασίζουν τη διδασκαλία τους αποκλειστικά στα Δ.Ε. και συνεπώς αυτά επηρεάζουν τη μάθηση των εκπαιδευομένων και συνιστούν πιθανή πηγή προβλημάτων στην κατανόηση της γενετικής (Gericke & Hagberg 2010, Santos et al. 2012).

Το γονίδιο συνιστά την κεντρική ενωτική έννοια της γενετικής παρότι οι νέες ανακαλύψεις θέτουν προκλήσεις στη συνήθη κατανόηση του. Ο τρόπος που προσεγγίζεται/περιγράφεται η έννοια του γονιδίου και οι λειτουργίες του, όσο αφορά τη γενετική έκφραση, στα Δ.Ε. αποτέλεσε αντικείμενο της εκπαιδευτικής έρευνας. Οι ερευνητές ανέπτυξαν επιστημονικά μοντέλα για την εξήγηση φυσικών φαινομένων, τα οποία με το πέρασμα του χρόνου τροποποιήθηκαν και χαρακτηρίστηκαν ως ιστορικά μοντέλα. Αυτά εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται τόσο από τους επιστήμονες όσο και από τους εκπαιδευτικούς καθώς αποτελούν αντικείμενο μάθησης από τους εκπαιδευομένους (Gericke & Hagberg 2007).

Με ποικίλες μεθοδολογικές προσεγγίσεις έχουν ομαδοποιηθεί οι έννοιες του γονιδίου και των λειτουργιών του που παρουσιάζονται στα εγχειρίδια σε κατηγορίες αντίστοιχες με τα ιστορικά μοντέλα (Μεντελικό, Κλασικό, Βιοχημικό-Κλασικό, Νεοκλασικό, Σύγχρονο) (Albuquerque et al. 2008, Foldin 2009). Οι κατηγορίες αυτές χρησιμοποιήθηκαν στη συνέχεια για ανάλυση Δ.Ε. και προσδιορίστηκε η συχνότητα εμφάνισης τους. Η εφαρμογή της μεθόδου έδειξε ότι ενώ φαίνεται να υπερέχει διαφορετικό ιστορικό μοντέλο γονιδιακής λειτουργίας σε κάθε Δ.Ε., ωστόσο καταγράφεται η ταυτόχρονη παρουσία τόσο πολλαπλών όσο και υβριδικών μοντέλων που συντελούν στην ανάπτυξη εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών (Aivelo & Uitto 2015, Gericke & Hagberg 2010, Santos et al. 2012).

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση της έννοιας του γονιδίου και των λειτουργιών του στα Δ.Ε. της υποχρεωτικής εκπαίδευσης στο ελληνικό πλαίσιο όπου η αντίστοιχη εκπαιδευτική έρευνα είναι εξαιρετικά περιορισμένη. Συγκεκριμενοποιείται στα εξής ερευνητικά ερωτήματα:

- A) Ποια στοιχεία των ιστορικών μοντέλων χρησιμοποιούνται στον ορισμό και την περιγραφή της λειτουργίας του γονιδίου στα σχολικά εγχειρίδια της υποχρεωτικής εκπαίδευσης;
- B) Κυριαρχεί κάποιο από τα ιστορικά μοντέλα του γονιδίου;

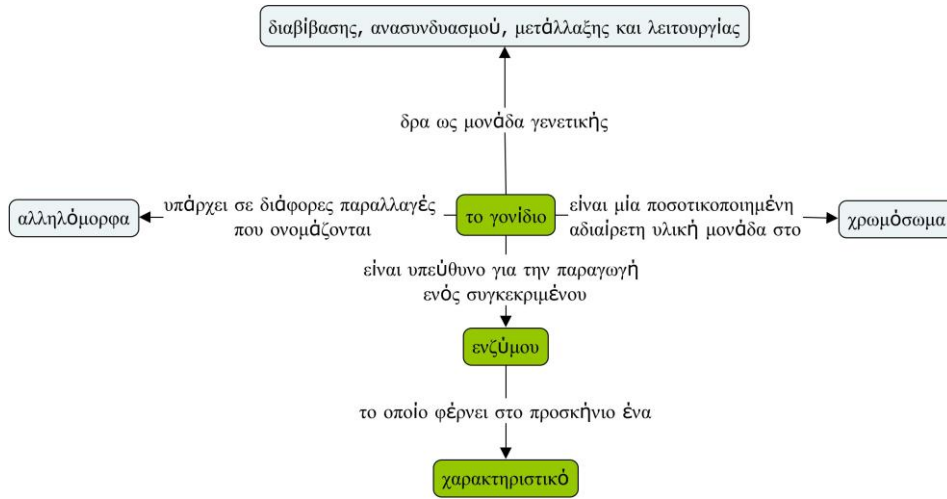
## 2. Μεθοδολογία

Η έρευνα που παρουσιάζουμε αποτελεί προοίμιο μιας ευρύτερης μελέτης της παρουσίασης του γνωστικού πεδίου της Γενετικής στα σχολικά εγχειρίδια, συγκεκριμένα στα εγχειρίδια Βιολογίας Γυμνασίου, Γενικού και Επαγγελματικού Λυκείου. Στην εργασία αυτή, παρουσιάζουμε ενδεικτικά την ανάλυση του Δ.Ε. της Γ' Γυμνασίου. Ως μονάδα ανάλυσης χρησιμοποιήθηκαν οι ενότητες που συγκροτούν το κάθε κεφάλαιο, με έκταση 2-4 σελίδες κατά μέσο όρο. Η ανάδειξή τους σε μονάδες ανάλυσης οφείλεται στο ότι κάθε μια από αυτές συγκροτεί μια ολοκληρωμένη νοηματική και διδακτική οντότητα. Αυτές προέρχονται από τα κεφάλαια: «[1] Οργάνωση της ζωής-βιολογικά συστήματα», «[5] Διατήρηση και συνέχεια της ζωής» και «[6] Γενετική μηχανική και βιοτεχνολογία». Ωστόσο, το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών προβλέπει τη διδασκαλία μόνο των κεφαλαίων 1 και 5, στους μαθητές της Γ' Γυμνασίου.

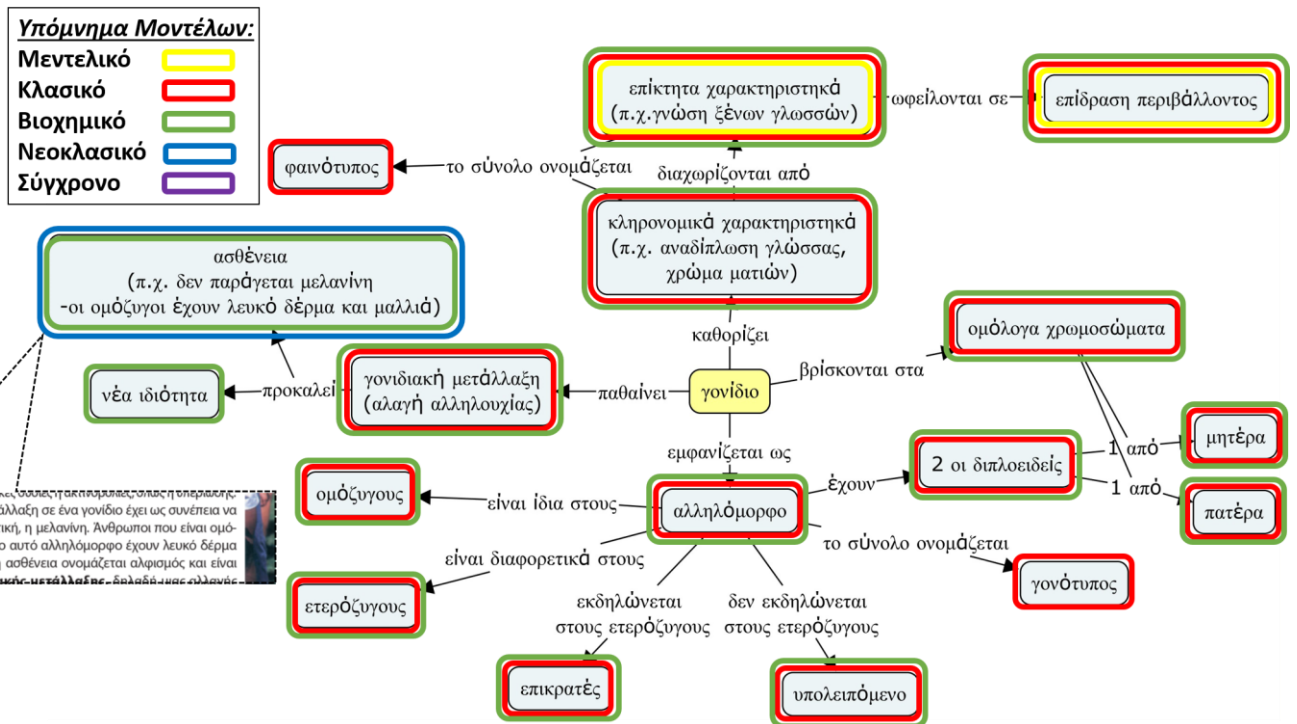
Η ανάλυση περιεχομένου έγινε με την χρήση προκαθορισμένων κατηγοριών και συγκεκριμένα βασίζεται στα 5 ιστορικά μοντέλα που περιγράφουν τη γονιδιακή λειτουργία (Gericke & Hagberg 2007). 1) Μεντελικό μοντέλο, το γονίδιο αναφέρεται κυρίως ως χαρακτηριστικό ή αλληλόμορφο, που εντοπίζεται σε ορισμένο γενετικό τόπο και χρησιμοποιείται στη Μεντελική γενετική. 2) Κλασικό μοντέλο, το γονίδιο αποτελεί πληροφορία, είναι συνώνυμο της νουκλεοτιδικής ακολουθίας, παρέχει οδηγίες, εκφράζεται και ρυθμίζεται, και απαντάται στη μοριακή βιολογία. 3) Βιοχημικό-κλασικό μοντέλο, το γονίδιο παρουσιάζεται ως παράγοντας ή DNA που αλληλεπιδρά, διπλασιάζεται και μετατοπίζεται, στο πεδίο της γενωμικής (Εικόνα 1). 4) Στο νεοκλασικό μοντέλο, ως ρυθμιστής, το DNA ελέγχει και κατευθύνει την έκφραση στην αναπτυξιακή βιολογία. 5) 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. Η ταυτοποίηση των μοντέλων και η αναπαράστασή τους με τη βοήθεια εννοιολογικών χαρτών (E.X.) έγινε από τους Gericke και Hagberg (2010).

Αντιστοίχως, κατασκευάσαμε E.X. για τη γονιδιακή λειτουργία όπως αυτή περιγράφεται στα κεφάλαια 1, 5 και 6 του Δ.Ε. της Γ' Γυμνασίου με σκοπό τη σύγκρισή τους με τα ιστορικά μοντέλα. Η παράλληλη κατασκευή E.X. από 2 ερευνήτριες, οι οποίες στη συνέχεια συζήτησαν τα αποτελέσματα μεταξύ τους, αυξάνει την αξιοπιστία της ανάλυσης. Παραδειγματικά, αναλύεται ο E.X. που προέκυψε από τις ενότητες 5.3 Αλληλόμορφα-5.5 Κληρονομικότητα-5.6 Μεταλλάξεις (Εικόνα 2).

**Εικόνα 1:** Παράδειγμα αναπαράστασης του Βιοχημικού-Κλασικού Μοντέλου της γονιδιακής λειτουργίας με εννοιολογικό χάρτη (Gericke & Hagberg 2010).



**Εικόνα 2:** Παράδειγμα εννοιολογικού χάρτη που κατασκευάστηκε από το σχολικό εγχειρίδιο της Γ' Γυμνασίου για τις ενότητες τις ενότητες 5.3 Αλληλόμορφα-5.5 Κληρονομικότητα-5.6 Μεταλλάξεις.



### 3. Αποτελέσματα

Λίγα είναι τα στοιχεία του Μεντελικού μοντέλου που εντοπίζονται στις προαναφερθείσες ενότητες του Δ.Ε. της Γ' Γυμνασίου, όπως ότι η λειτουργία του γονιδίου ορίζεται από το φαινομενολογικό επίπεδο (λευκά μαλλιά-δέρμα οφείλονται σε γονιδιακή μετάλλαξη, καστανό χρώμα ματιών συνδέεται με επικρατές αλληλόμορφο). Τα στοιχεία που φαίνεται να

υπερέχουν είναι τα κοινά στοιχεία του Κλασικού και Βιοχημικού μοντέλου. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι το γονίδιο, που εμφανίζεται ως αλληλόμορφο, βρίσκεται στα χρωμοσώματα και άρα αποτελεί οντότητα η οποία παρουσιάζεται ως μονάδα που κληρονομείται, λειτουργεί και μεταλλάσσεται. Επίσης, ενώ το γονίδιο ορίζεται από το χαρακτηριστικό (π.χ. μορφή λοβού αυτιών) (top-down), παράλληλα υπάρχει η bottom-up ασυνάφεια του Βιοχημικού μοντέλου όπου η γονιδιακή μετάλλαξη επιδρά στην παραγωγή της μελανίνης (πολυπεπτίδιο). Αυτή η αναγωγή στο μοριακό επίπεδο παραπέμπει στο Νεοκλασικό μοντέλο. Άλλες παραπομπές στο Κλασικό και Βιοχημικό μοντέλο γίνονται με την επεξήγηση του φαινομενολογικού επιπέδου από το κυτταρικό επίπεδο, για παράδειγμα τα γαλάζια μάτια συνδέονται με ομόζυγα άτομα για το υπολειπόμενο αλληλόμορφο. Ωστόσο, ο περιβαλλοντικός παράγοντας αναφέρεται ρητά μόνο για την επίδραση του στα επίκτητα χαρακτηριστικά.

#### 4. Συμπεράσματα

Συνοπτικά, επιβεβαιώνεται ότι στην ενδεικτική ενότητα που παρουσιάζεται, τα μοντέλα για τη γονιδιακή λειτουργία είναι κυρίως υβριδικά (Aivelo & Uitto 2015, Gericke & Hagberg 2010, Santos et al. 2012). Δε φαίνεται να κυριαρχούν παλαιωμένα στοιχεία του Μεντελικού μοντέλου, αντιστοίχως με τους Gericke & Hagberg (2010) και Santos et al. (2012), ούτε βέβαια ανιχνεύθηκαν χαρακτηριστικά του Σύγχρονου μοντέλου. Φαίνεται να υπάρχει συνεκτικότητα ανάμεσα στα υπόλοιπα τρία μοντέλα, χωρίς μεγάλες εννοιολογικές αποκλίσεις ιδίως ανάμεσα στο Κλασικό και Βιοχημικό μοντέλο. Απαιτείται επέκταση της ανάλυσης στις υπόλοιπες ενότητες του εγχειριδίου και ποσοτικοποίηση των αποτελεσμάτων (πιστεύουμε ότι θα γίνει στην παρουσίαση μας στο συνέδριο). Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας μπορούν να αποτελέσουν το πρώτο βήμα για να αποκαλυφθεί αν η ανάμειξη των ιστορικών μοντέλων κατά τη διδασκαλία της έννοιας του γονιδίου και των λειτουργιών του ευνοεί τη δημιουργία εναλλακτικών αντιλήψεων και δυσχεραίνει τη διαδικασία της μάθησης.

#### 5. Βιβλιογραφία

- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.