

Εναλλακτικές ιδέες μαθητών του Γυμνασίου για τη διαφοροποίηση των κυττάρων

Περίληψη

Η διδασκαλία της Γενετικής, αναπόσπαστο τμήμα της διδασκαλίας της Βιολογίας στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, παρουσιάζει δυσκολίες που οφείλονται τόσο στις προϋπάρχουσες αντιλήψεις των μαθητών, όσο και σε εναλλακτικές ιδέες που εμφανίζονται στη διάρκεια της διδασκαλίας. Στην παρούσα εργασία μελετώνται, σε δείγμα 750 μαθητών της Γ' Γυμνασίου, οι εναλλακτικές ιδέες που αυτοί εμφανίζουν στο θέμα της διαφοροποίησης των κυττάρων. Με συνδυασμό ερωτήσεων κλειστού τύπου και ερώτησης αιτιολόγησης διαπιστώθηκε ότι, ενώ οι μαθητές κατανοούν σε ποσοστό 70% ότι τα διαφορετικά κύτταρα ενός ανθρώπου έχουν την ίδια γενετική πληροφορία, δεν κατανοούν ότι η έκφραση της γενετικής πληροφορίας (πρωτεΐνες) διαφέρει στα διαφορετικά κύτταρα με αποτέλεσμα την εμφάνιση εξειδικευμένων κυτταρικών χαρακτηριστικών.

Abstract

The study, concerning the understanding of the flow of genetic information, was conducted on a sample of 764 students of the third class of Middle School. Here, we present students' answers to a group of three close-ended questions followed by an open-ended justification question on cell differentiation. Although 70% of the students understand that all somatic cells possess the same genetic information, they cannot attribute the different structure and function of the cells to the differential expression of this information to proteins, which are responsible for cellular characteristics.

1. Εισαγωγή

Σκοπός της διδασκαλίας της Βιολογίας (ειδικά στο Γυμνάσιο, με το οποίο κλείνει στην Ελλάδα ο κύκλος της υποχρεωτικής εκπαίδευσης) είναι να εξασφαλίσει στο μαθητή ένα σύνολο γνώσεων και δεξιοτήτων που θα του παρέχουν τη δυνατότητα τόσο να κατανοεί αυτά που συμβαίνουν στον οργανισμό του και στο περιβάλλον του, όσο και στο 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. Τα κεφάλαια με θέμα το γενετικό υλικό αποτελούν αναπόσπαστο τμήμα της διδασκαλίας της Βιολογίας. Η αποτελεσματική διδασκαλία, ωστόσο, των κεφαλαίων αυτών δεν είναι εύκολο αντικείμενο για μια σειρά από λόγους: α) Τις ιδέες που έχουν οι μαθητές για τα φυσικά φαινόμενα και τις βιολογικές διαδικασίες πριν καν τα διδαχθούν στο σχολείο. Οι προϋπάρχουσες αυτές αντιλήψεις είναι επίμονες και συχνά διατηρούνται και μετά τη διδασκαλία. Παράδειγμα αποτελεί η έννοια της κληρονομικότητας που, σύμφωνα με μελέτη των Lewis & Kattmann (2004), οι μαθητές αντιμετωπίζουν ως να πρόκειται για την κληρονομιά υλικών αγαθών. β) Εναλλακτικές ιδέες εμφανίζονται και ως αποτέλεσμα της διδασκαλίας (Banet & Ayuso 2000), ίσως γιατί δεν δίνεται σημασία στα πολλαπλά επίπεδα οργάνωσης των βιολογικών δομών: οι μαθητές πρέπει να κινούνται συνεχώς μεταξύ μικρο- και μακρο-σκοπικού επιπέδου (Duncan & Reiser 2007). γ) Αλλά και η ορολογία, συχνά παρεμφερής, προκαλεί σύγχυση στους μαθητές. Τέλος, δ) έχει αναφερθεί ότι οι έννοιες της Γενετικής ενδιαφέρουν τους μαθητές μόνο αν αφορούν

την ανθρώπινη κληρονομικότητα και όχι αν τα παραδείγματα αφορούν ζώα ή φυτά (Αθανασίου 2009, Ζόγκτζα 2009).

Η παρούσα εργασία αποτελεί μέρος ευρύτερης έρευνας που μελετά τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών της Γ' Γυμνασίου και εστιάζει στην κατανόηση από τους μαθητές της ύπαρξης διαφορετικών κυττάρων στον ίδιο οργανισμό, δηλαδή κυττάρων με το ίδιο γενετικό υλικό που όμως έχουν διαφορετικά δομικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά. Υπάρχουν ήδη μελέτες που αποδεικνύουν ότι η διαφοροποίηση των κυττάρων είναι, παρά τη σημασία της, ένα από τα δύσκολα θέματα κατά τη διδασκαλία της Βιολογίας (Lewis et al. 2000, Wood-Robinson et al. 2000).

2. Μεθοδολογία

Με βασικό άξονα το Εγχειρίδιο Βιολογίας του Μαθητή της Γ' Γυμνασίου (Ενότητα 5.1. «Το γενετικό υλικό οργανώνεται σε χρωμοσώματα» και Ενότητα 5.2. «Η ροή της γενετικής πληροφορίας: Η δομή των νουκλεϊκών οξέων-Αποθήκευση της γενετικής πληροφορίας. Αντιγραφή του DNA-Διατήρηση και μεταβίβαση της γενετικής πληροφορίας. Μεταγραφή, μετάφραση-έκφραση της γενετικής πληροφορίας»), αλλά και τους στόχους που τίθενται από το Αναλυτικό Πρόγραμμα, κατασκευάστηκε ερωτηματολόγιο για τη μελέτη των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών του Γυμνασίου στο θέμα της ροής της γενετικής πληροφορίας. Το ερωτηματολόγιο περιελάμβανε 22 ερωτήσεις κλειστού τύπου (σωστού-λάθους, πολλαπλής επιλογής, συμπλήρωσης κενού και διάταξης) και μια μόνο ανοικτού τύπου (αιτιολόγησης). Περιελάμβανε επίσης δημογραφικές ερωτήσεις (φύλο, επιρροή της οικογένειας, αυτοχαρακτηρισμό της απόδοσης) που έδωσαν ενδιαφέροντα συμπληρωματικά στοιχεία στην έρευνα. Το ερωτηματολόγιο διανεμήθηκε σε πάνω από 750 μαθητές, σε 12 σχολικές μονάδες, στην πλειοψηφία τους σχολεία της Αττικής. Στην παρούσα μελέτη θα εκτεθεί μέρος μόνο της ερευνητικής αυτής προσπάθειας και συγκεκριμένα οι απαντήσεις των μαθητών σε τρεις κλειστές ερωτήσεις τύπου «σωστό-λάθος-δεν γνωρίζω» σχετικές με τη διαφοροποίηση των κυττάρων, τις οποίες απαντήσεις κλήθηκαν να αιτιολογήσουν με μια ερώτηση ανοικτού τύπου (Σχήμα 1). Ο συνδυασμός των δυο τύπων ερωτήσεων δίνει τη δυνατότητα ανίχνευσης των αυθορμήτων αιτιολογήσεων που έδωσαν οι μαθητές. Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων που συλλέξαμε έγινε με το πρόγραμμα © IBM SPSS 21.

3. Αποτελέσματα-Συζήτηση

Στην πρώτη ερώτηση κλειστού τύπου, οι μαθητές απαντούν σωστά σε ποσοστό 73,6% (ενώ σε ποσοστό 8,5% απαντούν ότι δεν γνωρίζουν). Στη δεύτερη, ωστόσο, ερώτηση κλειστού τύπου μόνο 39% απαντά σωστά (και ανεβαίνει στο 12,2% το ποσοστό αυτών που δεν γνωρίζουν). Τέλος, στην τρίτη ερώτηση, το ποσοστό των σωστών απαντήσεων ανεβαίνει και πάλι στο 74,9%. Επομένως, ένα πολύ μεγάλο ποσοστό μαθητών κατανοούν ότι όλα τα σωματικά κύτταρα ενός ανθρώπου έχουν την ίδια γενετική πληροφορία, ενώ η γενετική πληροφορία διαφέρει από άνθρωπο σε άνθρωπο.

Σχήμα 1: Το εργαλείο συλλογής των δεδομένων των σχετικών με τις παρανοήσεις των μαθητών για την κυτταρική διαφοροποίηση

20. Στην εικόνα βλέπετε δυο διαφορετικούς τύπους κυττάρων ανθρώπου.


A. Αν είχατε δυο κύτταρα συκωτιού από τον ίδιο άνθρωπο, η γενετική πληροφορία σε αυτά θα ήταν:
 ίδια διαφορετική δε γνωρίζω

B. Αν είχατε ένα κύτταρο συκωτιού και ένα νευρικό κύτταρο από τον ίδιο άνθρωπο, η γενετική πληροφορία σε αυτά θα ήταν:
 ίδια διαφορετική δε γνωρίζω


Γ. Αν είχατε δυο κύτταρα συκωτιού από δυο διαφορετικούς ανθρώπους, η γενετική πληροφορία σε αυτά θα ήταν:
 ίδια διαφορετική δε γνωρίζω

Αιτιολογήστε τις απαντήσεις σας.

Ηπατικά κύτταρα
(Κύτταρα συκωτιού)



Νευρικά κύτταρα



Αυτό που φαίνεται να μην κατανοούν, σε ποσοστό 60%, είναι ότι η έκφραση της γενετικής πληροφορίας είναι που διαφέρει στα διαφορετικά κύτταρα του ίδιου ανθρώπου. Ανιχνεύεται, λοιπόν, και στους Έλληνες μαθητές, η παρανόηση που έχουν ήδη ανιχνεύσει οι Lewis et al. (2000) σύμφωνα με τους οποίους οι μαθητές πιστεύουν ότι οι διαφορετικοί τύποι κυττάρων περιέχουν μόνο τη γενετική πληροφορία που χρειάζονται για τη λειτουργία που εκτελούν. Αξίζει να σημειωθεί ότι το βιβλίο του Καθηγητή προτείνει στους διδάσκοντες των συγκεκριμένων ενοτήτων «ενδεικτικές διδακτικές ενέργειες» όπως «να καθοδηγούν τους μαθητές να αναζητήσουν μέσα στο κύτταρο και να αναφέρουν τις χημικές ουσίες (μακρομόρια) που ευθύνονται για τα χαρακτηριστικά τους (κι αν κάποιοι μαθητές αναφερθούν στο γενετικό υλικό, να αξιολογούν την απάντησή τους παρακάτω)» ή «να εξηγούν ότι οι πρωτεΐνες είναι τα μακρομόρια τα οποία κατεξοχήν σχετίζονται, άμεσα ή έμμεσα, με όλα τα χαρακτηριστικά των κυττάρων».

Ενδιαφέροντα αποτελέσματα έδωσε και η εν συνεχεία ερώτηση ανοικτού τύπου. Οι περισσότεροι μαθητές έδωσαν συγκεντρωτική ερμηνεία και στις τρεις επιμέρους ερωτήσεις. Ενδεικτικές οι σωστές απαντήσεις: (α) *Η γενετική πληροφορία σε κάθε κύτταρο ενός ανθρώπου είναι ίδια, σε δύο διαφορετικούς διαφορετική (εκτός αν πρόκειται για μονοζυγωτικά δίδυμα).* (β) *Τα κύτταρα του ίδιου οργανισμού περιέχουν τις ίδιες πληροφορίες όλα, ανεξαρτήτως του ποιας πληροφορίας εκφράζουν.* (Παρατηρείστε ότι ο όρος «πρωτεΐνη» απουσιάζει από τις απαντήσεις αυτές). Στην πλειονοψηφία τους, όμως, οι μαθητές έδωσαν είτε σωστές απαντήσεις με λανθασμένες αιτιολογήσεις, είτε λανθασμένες απαντήσεις που έκρυβαν ενδιαφέρουσες εναλλακτικές απόψεις.

Η κύρια εναλλακτική ιδέα που καταγράφεται από τις απαντήσεις των μαθητών στην ανοικτή ερώτηση είναι «τα δυο είδη κυττάρων έχουν διαφορετική γενετική πληροφορία γιατί έχουν διαφορετικές λειτουργίες» (και, επίσης, «γιατί βρίσκονται σε διαφορετικές θέσεις»), αλλά και «η γενετική πληροφορία είναι ίδια σε διαφορετικούς ανθρώπους, αν πρόκειται για το ίδιο όργανο». Αδυνατούν, λοιπόν, να αναγνωρίσουν την έκφραση της γενετικής πληροφορίας ως υπεύθυνη για τα διαφορετικά χαρακτηριστικά των κυττάρων.

Γεγονός είναι ότι η ρύθμιση της γονιδιακής έκφρασης δεν διδάσκεται αυτόνομα στη Γ' Γυμνασίου. Ωστόσο η παραπάνω εναλλακτική ιδέα πιθανόν οφείλεται και σε παρανοήσεις σε βασικές έννοιες (Αλεξόπουλος, 2015). Έτσι:

- Το DNA αποτελείται από...
Το 58,3% των μαθητών δίνει σωστές απαντήσεις (ενώ το 19,8% απαντά πρωτεΐνες ή αμινοξέα και το 20% κύτταρα)
- Οι πρωτεΐνες αποτελούνται από...
Το 67,1% δίνει σωστές απαντήσεις (για το 14,3% όμως οι πρωτεΐνες αποτελούνται από υδατάνθρακες)
- Η σειρά των νουκλεοτιδίων στο DNA καθορίζει τη σειρά των αμινοξέων στις πρωτεΐνες
Σωστά απαντά το 55,8%.

4. Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης δείχνουν ότι μεγάλο ποσοστό των μαθητών δεν κατανοεί ότι η έκφραση του DNA (η ροή της γενετικής πληροφορίας) ακολουθεί την κατεύθυνση DNA→πρωτεΐνες. Ίσως η «ροή της γενετικής πληροφορίας» να είναι γι' αυτούς απλώς ένας εύηχος όρος. Έτσι, στην αλληλουχία των εννοιών που πρέπει να διδάσκονται, η ροή της γενετικής πληροφορίας είναι το πρώτο που θα πρέπει να αντιμετωπίζει η διδασκαλία της ενότητας. Η διδασκαλία πρέπει να εστιάζεται επίσης στο γεγονός ότι τα μορφολογικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά ενός κυττάρου οφείλονται στις πρωτεΐνες που το συγκεκριμένο κύτταρο διαθέτει (και οι οποίες βεβαίως προέρχονται από το DNA του). Επομένως, είναι βασικό να εστιάζεται η διδασκαλία και στο γεγονός ότι δεν εκφράζεται σε πρωτεΐνες όλο το DNA ενός κυττάρου. Έτσι, όλα τα κύτταρα ενός ανθρώπου έχουν μεν το ίδιο DNA, όχι όμως και τις ίδιες πρωτεΐνες και γι' αυτό όλα τα κύτταρα δεν έχουν τα ίδια χαρακτηριστικά. Σαφείς οδηγίες προς αυτές τις κατευθύνσεις, αλλά και η διαρκής επιμόρφωση των εκπαιδευτικών, που θα βασίζεται στον τρόπο που μαθαίνουν οι μαθητές και στις παρανοήσεις που εμφανίζονται κατά τη διδασκαλία, πιθανόν να αντιμετωπίσει αυτό και άλλα παρόμοια προβλήματα στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση.

5. Βιβλιογραφία

Αθανασίου, Κ. (2009). Εισαγωγή στις Βιολογικές Επιστήμες και η διδακτική τους. Εκδόσεις Γρηγόρη.

Αλεξόπουλος, Π. (2015). Η κατανόηση της γενετικής πληροφορίας από τους μαθητές της Γ' Γυμνασίου. Ερευνητική Εργασία Διπλώματος Ειδίκευσης. ΔιΧηNET, ΕΚΠΑ

Ζόγκζα, Β. (2009). Θέματα Διδακτικής Βιολογίας. Διδασκαλία και μάθηση βιολογικών εννοιών στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. Εκδόσεις Μεταίχμιο.

Banet, E. & Ayuso, E (2000). Teaching genetics at Secondary School: A strategy for teaching about the location of inheritance information. *Science Education*, 84, 313-351.

Duncan, R.G. & Reiser, B.J. (2007). Reasoning across ontologically distinct levels: students' understandings of molecular genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 44, 938-959.

Lewis, J. & Kattmann, U. (2004) Traits, genes, particles and information: re-visiting students' understandings of genetics. *International Journal of Science Education*, 26, 195-206.

Lewis, J., Leach, J. & Wood-Robinson, C. (2000) What's in a cell?-Young people's understanding of genetic relationship between cells within an individual. *Journal of Biological Education*, 34, 129-132.

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, 29-36.