

Διδάσκοντας θέματα Βιοχημείας στο ελληνικό σχολείο

Παναγιώτα Μαρμαρωτή

ΠΜΣ ΔιΧηNET-EAA, Τμήμα Χημείας ΕΚΠΑ, Εσπερινό ΓΕΛ Καλλιθέας

Το μάθημα της Βιοχημείας δεν διδάσκεται στην ελληνική Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, υπάρχει ωστόσο μεγάλος αριθμός βιοχημικών εννοιών τόσο στα σχολικά βιβλία Βιολογίας (κυρίως), όσο και σε αυτά της Χημείας. Η μελέτη της διεθνούς βιβλιογραφίας δείχνει ότι οι μαθητές δεν κατανοούν πολλές από τις έννοιες αυτές είτε γιατί δεν έχουν διδαχθεί προαπαιτούμενες χημικές έννοιες είτε, ακόμα και αν τις έχουν διδαχθεί, δεν μπορούν να τις μεταφέρουν σε βιολογικό πλαίσιο, δεν μπορούν, δηλαδή, να συνδέσουν έννοιες που διδάχθηκαν σε διαφορετικά μαθήματα.

Στην εργασία αυτή δίνουμε μια συνοπτική περιγραφή της συνολικής μελέτης της διδασκαλίας θεμάτων Βιοχημείας που σχεδιάσαμε και υλοποιήσαμε στο πλαίσιο του μεταπτυχιακού προγράμματος ΔιΧηNET.

A. ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΣΗ (Marmaroti & Galanopoulou 2006)

Η φωτοσύνθεση θεωρείται η σημαντικότερη βιοχημική πορεία στη γη και γι αυτό, σωστά, αποτελεί σημαντικό θέμα στη σχολική Βιολογία. Συγχρόνως, όμως, αποτελεί και ένα ιδιαίτερα δύσκολο θέμα για τους μαθητές, καθώς εμφανίζει μεγάλο αριθμό εννοιολογικών διαστάσεων. Έτσι, έχουν καταγραφεί σημαντικά προβλήματα κατανόησης από τους μαθητές, με πιο κοινές παρανοήσεις τον αυτότροφο χαρακτήρα των φυτών και τη σχέση φωτοσύνθεσης και κυτταρικής αναπνοής στα φυτά.

Στην Ελλάδα, η φωτοσύνθεση διδάσκεται στο πλαίσιο της Βιολογίας της Α Γυμνασίου και, τουλάχιστον την εποχή διεξαγωγής της μελέτης (2001), στο πλαίσιο της Βιολογίας της Γ Λυκείου. Η δική μας μελέτη πραγματοποιήθηκε σε μαθητές της Α Γυμνασίου (290 μαθητές από 7 σχολεία της Αττικής): σχεδιάσαμε ερωτηματολόγιο κλειστού τύπου με ερωτήσεις που αντιστοιχούν σε επιστημονικά αποδεκτές θέσεις. Υπήρχαν ερωτήσεις συμπληρωματικές ή λογικά συνδεδεμένες μεταξύ τους, που επέτρεψαν να ελέγξουμε την κατανόηση εννοιών μέσω διασταυρούμενης ανάλυσης. Οι ερωτήσεις αφορούσαν όλες τις διαστάσεις της φωτοσύνθεσης: α. Φυσιολογία, β. Φωτοσύνθεση και Ενέργεια, γ. Φωτοσύνθεση ως Χημική Αντίδραση, δ. Φωτοσύνθεση και θρέψη φυτών, ε. Φωτοσύνθεση και Κυτταρική Αναπνοή, στ. Φωτοσύνθεση και λειτουργία του οικοσυστήματος.

Τα βασικά ευρήματα της μελέτης ενίσχυσαν τη διεθνή εικόνα κατανόησης της φωτοσύνθεσης από τους μαθητές, ενώ κάποια από αυτά αναφέρθηκαν για πρώτη φορά: οι μαθητές δεν αντιλαμβάνονται τη φωτοσύνθεση ως χημική αντίδραση, δεν αναγνωρίζουν το ρόλο της χλωροφύλλης, ούτε το είδος της ενέργειας που είναι απαραίτητη για τη φωτοσύνθεση. Αρκετοί μαθητές εμφάνισαν την παρανόηση ότι τα φυτά παίρνουν όλες τις θρεπτικές ουσίες που χρειάζονται από το περιβάλλον, ενώ θεωρούν ότι η κυτταρική αναπνοή αντικαθιστά τη φωτοσύνθεση τη νύχτα.

Στο επόμενο στάδιο αποφασίσαμε να μελετήσουμε την κατανόηση της φωτοσύνθεσης από μαθητές της Γ Λυκείου, που είχαν εν τω μεταξύ διδαχθεί τόση Χημεία που επέτρεπε να αναθεωρήσουν τις απόψεις που είχαν για τη φωτοσύνθεση στην Α Γυμνασίου (Μαρμαρωτή & Γαλανοπούλου 2011). Δυστυχώς, βρήκαμε ένα μόνο Λύκειο, στο οποίο ο καθηγητής πρόλαβε να διδάξει φωτοσύνθεση! Έτσι, στο πλαίσιο της διδακτορικής διατριβής μελετήσαμε, με ανάλογη μεθοδολογία, ένα ευρύτερο θέμα, αυτό της κατανόησης του μεταβολισμού.

B. ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ (Μαρμαρωτή 2011)

Ο Α. Kornberg είχε τονίσει ότι, παρά την έλευση της Μοριακής Βιολογίας και τη γοητεία των γονιδίων, θέματα όπως ο μεταβολισμός δεν έχουν απωλέσει την κεντρική τους θέση στη διδασκαλία της Βιοχημείας, το αντικείμενο δε αυτό υπάρχει στα Αναλυτικά Προγράμματα όλων των ευρωπαϊκών χωρών και των ΗΠΑ. Ωστόσο, η αντίστοιχη βιβλιογραφία διερευνά την κατανόηση των εννοιών του μεταβολισμού κυρίως από προπτυχιακούς φοιτητές, την ύπαρξη

λαθών ή παρανοήσεων σε βιβλία και, τέλος, κάποιες μελέτες περιέχουν διδακτικές προτάσεις για επιμέρους μεταβολικές πορείες.

Αντικείμενο της δικής μας μελέτης ήταν η κατανόηση από τους μαθητές της Β Λυκείου των βασικών εννοιών του μεταβολισμού, αναφορικά και με τις τέσσερις εννοιολογικές διαστάσεις του, όπως τις καθορίζει το Αναλυτικό Πρόγραμμα και το σχολικό βιβλίο:

- α. Ενέργεια-τροφή,
- β. Μεταβολισμός σε κυτταρικό επίπεδο,
- γ. ΑΤΡ ως ενεργειακό νόμισμα και
- δ. Ρόλος των ενζύμων.

Αυτή είναι και η πρώτη φορά που μελετάται η κατανόηση όλων των εννοιολογικών διαστάσεων του μεταβολισμού από μαθητές της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Και πάλι, το ερωτηματολόγιο στηρίχθηκε σε ένα κατάλογο επιστημονικά αποδεκτών θέσεων και για τις τέσσερις διαστάσεις του μεταβολισμού και διακινήθηκε σε 11 Λύκεια (450 μαθητές), μετά και τη διδασκαλία του σχετικού κεφαλαίου στη Βιολογία Γενικής Παιδείας της Β Λυκείου. Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται οι επιστημονικά αποδεκτές θέσεις για μια από τις διαστάσεις (Ρόλος των ενζύμων) και ενδεικτικές ερωτήσεις που αντιστοιχούν στη διάσταση αυτή και βρίσκονται σε τυχαίες θέσεις του συνολικού ερωτηματολογίου.

Πίνακας 1. Επιστημονικά αποδεκτές θέσεις για τον ρόλο των ενζύμων και αντίστοιχες ερωτήσεις κλειστού τύπου

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ ΘΕΣΕΙΣ	ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ
<ul style="list-style-type: none">• Τα ένζυμα είναι καταλύτες των αντιδράσεων του μεταβολισμού, δηλαδή τα ένζυμα: α) αυξάνουν την ταχύτητα των αντιδράσεων αυτών, β) δεν συμμετέχουν σ' αυτές ως αντιδρώντα ή προϊόντα, γ) δεν επηρεάζουν την ποσότητα των προϊόντων που παράγονται (απόδοση) και δ) οι αντιδράσεις αυτές μπορούν να πραγματοποιηθούν και χωρίς τα ένζυμα (είναι θερμοδυναμικά δυνατές), αλλά με μικρότερη ταχύτητα.• Τα ένζυμα διαθέτουν μια περιοχή που λέγεται ενεργό κέντρο. Τα ένζυμα, μέσω του ενεργού κέντρου, φέρνουν κοντά τα αντιδρώντα με αποτέλεσμα να εξασθενούν (να γίνονται ασταθείς, σύμφωνα με το σχολικό βιβλίο) οι δεσμοί τους και να «σπάνε» πιο εύκολα.	<ul style="list-style-type: none">• Τι γίνεται κατά τον μεταβολισμό;• Ποιός είναι ο ρόλος των ενζύμων στις αντιδράσεις αναβολισμού;• Ερωτήσεις που διερευνούν την κατανόηση του τρόπου δράσης των ενζύμων• Ερωτήσεις που διερευνούν τη σχέση της τριτοταγούς δομής των ενζύμων και του ρόλου τους• Ποιός είναι ο ρόλος του ενεργού κέντρου των ενζύμων;

Κύρια συμπεράσματα από τη μελέτη του ρόλου των ενζύμων στο μεταβολισμό: μόνο το 40% των μαθητών κατανοεί τον καταλυτικό ρόλο των ενζύμων, ακόμη λιγότεροι κατανοούν τον τρόπο δράσης τους, και μόνο το 10% γνωρίζει την ύπαρξη και τη σημασία του ενεργού κέντρου. Πάντως, με εξαίρεση τους μαθητές θετικής κατεύθυνσης, οι μαθητές της Β Λυκείου διδάσκονται την έννοια της κατάλυσης για πρώτη φορά στο μάθημα της Βιολογίας, ενώ οι ίδιοι μαθητές εμφανίζουν προβλήματα και στην κατανόηση της έννοιας της χημικής αντίδρασης. Υπήρχαν, τέλος, διαφοροποιήσεις ανάμεσα στα διαφορετικά Λύκεια, κάτι που παραπέμπει στον καθόλου αμελητέο ρόλο του καθηγητή.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Γιώτα Μαρμαρωτή και Ντία Γαλανοπούλου (2011) Ο ρόλος της Χημείας στη διδασκαλία θεμάτων Βιοχημείας στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, *Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση* 7, 280-287
- Παναγιώτα Μαρμαρωτή (2011) Η διδασκαλία θεμάτων Βιοχημείας στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Χημείας ΕΚΠΑ
- Panagiota Marmaroti and Dia Galanopoulou (2006) Pupils' understanding of photosynthesis: A questionnaire for the simultaneous assessment of all aspects, *International Journal of Science Education* 28, 383-403