ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2017)

5ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία»

Η χρήση των ΤΠΕ για την τρισδιάστατη απεικόνιση στη Βιολογία

Παναγιώτης Στασινάκης, Μιχαήλ Καλογιαννάκης

Βιβλιογραφική αναφορά:

Στασινάκης Π., & Καλογιαννάκης Μ. (2022). Η χρήση των ΤΠΕ για την τρισδιάστατη απεικόνιση στη Βιολογία. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 539–549. ανακτήθηκε από https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/4108

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** EKT | **Πρόσβαση:** 20/01/2026 20:39:45

Η χρήση των ΤΠΕ για την τρισδιάστατη απεικόνιση στη Βιολογία

Στασινάκης Παναγιώτης[1], Καλογιαννάκης Μιχαήλ[2]
stasinakis@biologia.gr, mkalogian@edc.uoc.gr
[1] 4ο ΓΕΛ Ζωγράφου
[2] Σχολή Επιστημών Αγωγής, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Περίληψη

Στην παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση έχουμε ως βασικό στόχο να παρουσιάσουμε τον τρόπο με τον οποίο οι Τεχνολογίες Πληροφορίας Επικοινωνιών (ΤΠΕ) απαντούν στα ερωτήματα που θέτει η διδακτική της Βιολογίας. Ειδικότερα, εστιάζουμε στην οπτικοποίηση ενός τρισδιάστατου ρεαλιστικού κόσμου όπου λαμβάνουν χώρα όλα τα βιολογικά φαινόμενα και αλληλεπιδρούν οι βιολογικές δομές, μέσα σε μία δισδιάστατη εκπαιδευτική πραγματικότητα. Παρουσιάζονται ζητήματα που αφορούν γενικότερα τη χρήση των ΤΠΕ στις θετικές επιστήμες και αναλύονται βέλτιστες διδακτικές πρακτικές που κατορθώνουν να ξεπεράσουν τα εμπόδια που βάζει η επιστήμη της Βιολογίας (μέσω των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών της), στην προσπάθεια αναπλαισίωσης της σχολικής εκδοχής της Βιολογικής γνώσης. Έχουν επιλεχθεί πρακτικές που εκτός από την ενδιαφέρουσα εφαρμογή τους έχει διαπιστωθεί και σημαντική βελτίωση στη μαθησιακή διαδικασία. Ολοκληρώνοντας, συζητάμε για επιπλέον απαιτήσεις της σχολικής εκδοχής της Βιολογικής γνώσης και την αρωγή των ΤΠΕ σε αυτή την πρόκληση.

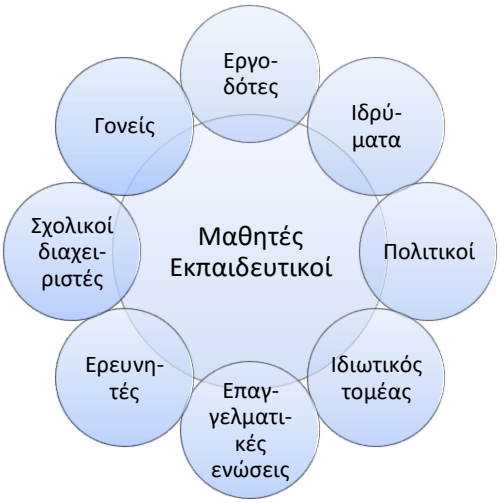
Λέξεις κλειδιά: Βιολογία, Τεχνολογίες Πληροφορίας Επικοινωνιών (ΤΠΕ), Τρισδιάστατη Απεικόνιση, Οπτικοποίηση.

Εισαγωγή

Η ένταξη των ΤΠΕ (web-based εργαλεία, εφαρμογές, συσκευές, εξοπλισμός διδασκαλίας και μάθησης, συσκευές mobile, μέθοδοι ανάκτησης περιεχομένου, λογισμικά) στην εκπαίδευση δεν αρκεί για να επιφέρει θετικές συνέπειες στη μαθησιακή διεργασία. Οι τεχνολογίες μπορούν να υποστηρίξουν καλά οργανωμένα σχέδια μαθήματος, όμως θα πρέπει της χρήσης να έπεται η διερεύνηση της αποκτηθείσας γνώσης και ενδεχόμενης βελτίωσης σε επίπεδο δεξιοτήτων και στάσεων. Απαιτείται ένα καλά οργανωμένο πλαίσιο με ξεκάθαρες παιδαγωγικές διεργασίες, στενή συνεργασία με όλα τα εμπλεκόμενα μέρη (Σχήμα 1) και κατάλληλη επιμόρφωση των εκπαιδευτικών ώστε να βεβαιωθεί η θετική επίδραση των ΤΠΕ, ιδιαίτερα στις θετικές επιστήμες και η ανάδειξη ψυχοκοινωνικών ικανοτήτων όπως παρακίνηση, αυτο-εκτίμηση, αυτοπεποίθηση (Gras-Velazquez, 2016).

Προκύπτουν προκλήσεις, αλλά και ευκαιρίες, για όλα τα εμπλεκόμενα μέρη, καθώς οι εκπαιδευτικοί πρέπει να προετοιμάσουν τους μαθητές για έναν κόσμο, ο οποίος λόγω των ποικίλων κοινωνικοοικονομικών παραγόντων και της τεχνολογίας, μεταβάλλεται ποικιλόμορφα. Όλες όμως οι παρεμβάσεις των ΤΠΕ στην εκπαίδευση θα πρέπει να στηρίζονται σε ερευνητικά δεδομένα (Dix, 2007), αφού τα ελλιπή στοιχεία συχνά ευθύνονται για την κριτική στην εκπαιδευτική τεχνολογία (Trucano, 2011), αν και τις περισσότερες φορές τα ερευνητικά δεδομένα παρέχουν υποσχέσεις για πιθανές αλλαγές στην εκπαίδευση με τη χρήση των ΤΠΕ (Ilomaki, 2008).

Κ. Παπανικολάου, Α. Γόγουλου, Δ. Ζυμπίδης, Α. Λαδιάς, Ι. Τζωρτζάκης, Θ. Μπράτιτσης, Χ. Παναγιωτακόπουλος (επιμ.), Πρακτικά Εργασιών 5ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία», σ. 539-549, Ανώτατη Σχολή ΠΑιδαγωγικής & Τεχνολογικής Εκπαίδευσης, 21-23 Απριλίου 2017.ISSN 2529-0924, ISBN 978-618-83186-0-1.



Σχήμα 1. ΤΠΕ στις θετικές επιστήμες – Εμπλεκόμενα μέρη
Πηγή: Gras-Velazquez, 2016.

Η χρήση των ΤΠΕ στις Θετικές Επιστήμες

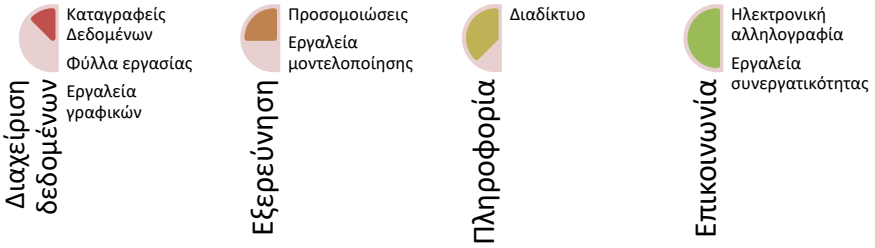
Οι νέες τεχνολογίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να ενισχύσουν την εννοιολογική κατανόηση και να προάγουν την απόκτηση υψηλού επιπέδου δεξιοτήτων σκέψης, την ίδια στιγμή που η διδασκαλία των θετικών επιστημών έχει ως στόχο την καλλιέργεια δεξιοτήτων όπως παρατήρηση, πειραματισμός, οργάνωση-σχεδιασμός, αξιολόγηση, επίλυση προβλήματος, αφαιρετικός και λογικός συλλογισμός, κτλ (Gras-Velazquez, 2016). Επιπλέον, σε έναν κόσμο που το εκπαιδευτικό περιεχόμενο αλλάζει και εμπλουτίζεται τόσο γρήγορα, η τεχνολογία επιτρέπει στους εκπαιδευτικούς να ανανεώνουν το διδακτικό περιεχόμενό τους ώστε η εκπαίδευση να μην στηρίζεται σε εκτυπωμένα σχολικά εγχειρίδια ως βασικές πηγές περιεχομένου, με τελικό στόχο όμως να μην εστιάζουμε στο ψηφιακό εργαλείο που επιλέγεται αλλά στον τρόπο με τον οποίο αυτό θα προσαρμοστεί στους μαθησιακούς στόχους (LeBaron & McDonough, 2009).

Η τεχνολογία επιτρέπει την εφαρμογή αρκετών εναλλακτικών διδακτικών προσεγγίσεων στην τάξη, όπως η συνεργασία (Goddard, 2002) και η εξατομικευμένη μάθηση (Becta, 2003). Επιπλέον, η αποθήκευση και η ανάλυση εκπαιδευτικών δεδομένων (educational data) από λογισμικά ανάκτησης πληροφοριών, παρέχει τη δυνατότητα κατανόησης των διεργασιών που πραγματοποιούνται σε επίπεδο ατόμου (μαθητή), τάξης και σχολείου σε μεγάλες χρονικές περιόδους (Learning & Teaching Analytics). Η χρήση των ΤΠΕ στις θετικές επιστήμες επιτρέπει το σχεδιασμό διδασκαλιών, που υποστηρίζουν μοντέλα διδασκαλίας και μάθησης τα οποία αλληλεπιδρούν με εφαρμογές του πραγματικού κόσμου και περιέχουν επιπλέον δυνατότητες έρευνας, σχεδίασης, ανάλυσης, σύνθεσης και επικοινωνίας (Goddard, 2002).

Η επιτυχής χρήση των ΤΠΕ στις θετικές επιστήμες απαιτεί συσχέτιση με τα προγράμματα σπουδών, τους διαθέσιμους μαθησιακούς πόρους, την τεχνολογία, τη διδακτική και σωστή διαχείριση ώστε να ωφεληθούν όλοι οι μαθητές. Σε όλη αυτή την προσπάθεια είναι απαραίτητη η εμπλοκή των εκπαιδευτικών: να χρησιμοποιούν περιεχόμενο ψηφιακό, να έχουν θετική διάθεση ως προς τις ΤΠΕ (Hsu, 2016), να αναπτύξουν σταδιακά

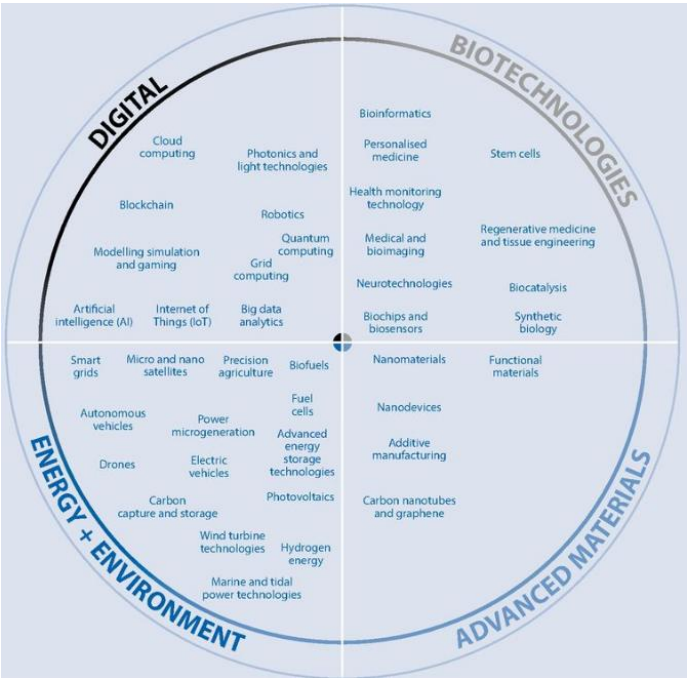
αποτελεσματική παιδαγωγικά διδασκαλία με επίκεντρο τις ΤΠΕ όπως σημαντικές προσπάθειες προς την κατεύθυνση του σχεδιασμού, της προετοιμασίας, της ανατροφοδότησης των μαθημάτων (Gras-Velazquez, 2016; Buntting, Williams, & Jones, 2015). Τα εργαλεία των ΤΠΕ μπορούν να υποβοηθήσουν τη διδασκαλία επειδή οι τεχνολογίες μπορούν να διευκολύνουν την κατασκευή της γνώσης, την ενίσχυση των συνδέσμων (γλώσσες, περιγραφές), το διαμοιρασμό της ψηφιακής πληροφορίας και των δεδομένων και την αλληλεπίδραση μαθητών μεταξύ τους αλλά και με τον εκπαιδευτικό (Anderson, 2005).

Οι Osborne & Hennessy (2003) χαρακτήριζαν την παιδαγωγική μέχρι εκείνα τα χρόνια αρκετά συντηρητική καθώς στη βασική της δομή περιέχονται οι διαλέξεις των εκπαιδευτικών, ενώ διαπιστώνεται πως η ταχύτητα εξέλιξης των ΤΠΕ είναι τρομακτικά γρήγορη. Οι θετικές επιστήμες και η έρευνα στη διδασκαλία και μάθηση αναπτύσσονται με μία προβλεπόμενη κανονικότητα, επιτρέποντας στους Katz & Golden (2008) να μιλήσουν για τον αγώνα δρόμου μεταξύ τεχνολογίας και εκπαίδευσης. Παραδοσιακά, οι ΤΠΕ χρησιμοποιούνται στις θετικές επιστήμες σε τέσσερις βασικές περιοχές δράσης: διαχείριση δεδομένων, πληροφορία, επικοινωνία και εξερεύνηση και κάθε μία από αυτές τις θεματικές περιοχές καλύπτει ένα εύρος λογισμικών και μηχανικών μερών (Σχήμα 2).



Σχήμα 2. Εργαλεία ΤΠΕ στις θετικές επιστήμες, Πηγή: Gras-Velazquez, 2016.

Ίσως όταν θα βρεθεί η χρυσή τομή μεταξύ της «υπάρχουσας τεχνολογίας» και της εκπαίδευσης, η τεχνολογία να βρίσκεται ήδη ακόμα ένα βήμα μπροστά όπως π.χ. με το Internet of Things (IoT). Το IoT, αφορά τη δυνατότητα διασύνδεσης ατόμων, μηχανών, οικιακών συσκευών, απλών αντικειμένων και διαδικασιών, ώστε μέσω της επικοινωνίας και αλληλεπίδρασης τους να επιτυγχάνεται αυτοματισμός και ανταλλαγή δεδομένων, με τελική κατάληξη την αξιοποίηση όλων αυτών σε τόσο διαφορετικά επίπεδα ενδιαφέροντος (επιχειρήσεις, υγεία, εκπαίδευση, περιβάλλον, υποδομές, έξυπνες πόλεις, κτλ). Ή ακόμα σε πιο προχωρημένο επίπεδο, όπως διαπιστώνεται στο Σχήμα 3, με τις «40 θεμελιώδεις και αναδυόμενες τεχνολογίες για το μέλλον» (40 key and emerging technologies for the future) (OECD, 2016). Όπως διαπιστώνεται, στο μέλλον θα μας απασχολήσουν οι κβαντικοί υπολογιστές, τα υπολογιστικά σύννεφα, η ανάλυση δεδομένων, κτλ. Ειδικότερα, στην εκπαίδευση η ανάλυση μέτα- και μέγα- δεδομένων, τόσο κατά τη διδασκαλία όσο και κατά τη μάθηση (Teaching and Learning Analytics), θα επιτρέψει την επίλυση εκπαιδευτικών ζητημάτων σε επίπεδο σχολική μονάδας, ή τάξης, ή τμήματος, ή ακόμα και μαθητή. Η μελέτη και η αποτίμηση των δεδομένων θα ενισχύσουν την εξατομικευμένη μάθηση, προσδοκώντας σε καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα.



Σχήμα 3. 40 θεμελιώδεις και αναδυόμενες τεχνολογίες για το μέλλον. Πηγή: OECD, 2016, σελ. 79.

Η έρευνα TALIS (Teaching and Learning International Survey) (OECD, 2014) διαπιστώνει πως οι ΤΠΕ χρησιμοποιούνται λιγότερο σε σχέση με περισσότερο παθητικές διδακτικές στρατηγικές. Πάνω από το 70% των εκπαιδευτικών της έρευνας αναφέρει πως εξετάζουν το τετράδιο εργασιών των μαθητών τους αρκετά συχνά, ενώ μόλις το 38% αναφέρει πως χρησιμοποιεί συχνά τις ΤΠΕ, αν και στις περισσότερες χώρες που συμμετείχαν οι ΤΠΕ χρησιμοποιούνται κατά κόρον σε άλλους τομείς. Ενδεικτικά, οι συνεχώς εξελισσόμενοι τρόποι επικοινωνίας και μεταφοράς δεδομένων επιτρέπουν τον απευθείας έλεγχο της τεχνολογίας, ενώ π.χ. διευκολύνουν τη μάθηση με παιχνίδια (game-based learning) και το διαμοιρασμό δεδομένων και αρχείων με οποιοδήποτε διευρυμένο δίκτυο συνεργατών (Israel et al., 2013).

Οι Chisalita & Cretu (2012) αναφέρουν πως ο τεχνολογικός γραμματισμός δίνει έμφαση στο να γνωρίζει ο χρήστης πώς λειτουργούν και μπορούν να χρησιμοποιηθούν το λογισμικό και το μηχανικό μέρος του υπολογιστή, ενώ ο ψηφιακός εγγραματισμός εστιάζει στους τρόπους με τους οποίους μπορούν να εφαρμοστούν γνώση και δεξιότητες ώστε να επιλυθούν συγκεκριμένα έργα, όπως οι εκπαιδευτικές δραστηριότητες. Τα παραπάνω ισχύουν υπό την αίρεση πως οι συμμετέχοντες έχουν πρόσβαση στις κατάλληλες υποδομές (ψηφιακές συσκευές, υποδομές διαδικτυακής πρόσβασης, ελευθερία διακίνησης δεδομένων, κτλ). Η ανάπτυξη των ΤΠΕ με τη μορφή των φορητών συσκευών, όπως φορητοί υπολογιστές, ταμπλέτες, έξυπνα τηλέφωνα, παράλληλα με την ανάπτυξη του διαδραστικού Web 2.0 και τις εφαρμογές σύννεφου (cloud), μπορούν να ενισχύσουν τη διδασκαλία και τη μάθηση (Barak et al., 2011) αφού καταγραφεί και θετική συσχέτιση μεταξύ του ποσοστού μηνιαίας χρήσης εκπαιδευτικού λογισμικού και του χρόνου που δαπανείται στην ενεργό

μάθηση (EDASMO, 2009). Έστω και η μερική χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών στα σχολεία, έχει καλύτερα αποτελέσματα σε σχέση με τους μαθητές που δεν χρησιμοποιούν καθόλου.

Η Διδασκαλία της Βιολογίας

Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της Βιολογίας, μπορούν κατά την αναπλαισίωση της σχολικής εκδοχής της βιολογικής γνώσης, να ενισχυθούν, να διευκρινιστούν και να μετασχηματιστούν με την χρήση των ΤΠΕ (Στασινάκης, 2016; Στασινάκης & Κολιόπουλος, 2009). Χαρακτηριστικά όπως η πολυπλοκότητα, η αλληλεπίδραση, η ιστορικότητα και πολλά άλλα, μπορούν να αποτελέσουν διδακτικά αντικείμενα, η αναπλαισίωση των οποίων συνεπικουρείται από τις δυνατότητες των ΤΠΕ. Ως χαρακτηριστικά της έμβιας ύλης, που μελετά η Βιολογία, αναφέρονται η πολυπλοκότητα-οργάνωση, η χημική μοναδικότητα, η ποιότητα, η μοναδικότητα και μεταβλητότητα, η ύπαρξη γενετικού προγράμματος, η ιστορική φύση, η φυσική επιλογή, η απροσδιοριστία (Mayr, 2008, όπ. αναφ. Στασινάκης, 2016, σελ. 173-174). Η συστημική μελέτη ενός βιολογικού συστήματος, φέρνει τον ερευνητή και τον εκπαιδευτικό αντιμέτωπο με τον πραγματικό/φυσικό κόσμο, ο οποίος είναι τρισδιάστατος και πολυπαραγοντικός.

Όπως έχουν διαπιστώσει οι Tuckey, Selvaratnam, & Bradley (1991) η ικανότητα απεικόνισης δομών 3d είναι μία σημαντική και θεμελιώδης δεξιότητα· απουσία της οι μαθητές θα έχουν σημαντικές δυσκολίες κατά την εκμάθηση των επιστημονικών θεμάτων που απαιτούν την ικανότητα 3d απεικόνισης και αντίληψης, όπως για παράδειγμα στη μοριακή βιολογία και τη βιοχημεία. Εσφαλμένη απεικόνιση των κυττάρων σε μικρότερες ηλικιακές τάξεις, δημιουργεί μόνιμες παρανοήσεις που ακολουθούν τους μαθητές σε ολόκληρη τη σχολική τους εμπειρία.

Ο Norman (όπ. αναφ. στο Vijapurkar, Kawalkar, & Nambiar, 2014) επισημαίνει πως οι παλαιότερες αντιλήψεις μπορεί να αποδειχθούν πολύ ανθεκτικές στις αλλαγές, αλλά αν η διδασκαλία μπορεί να προσφέρει εξηγήσεις, όπως γιατί αυτές οι αντιλήψεις δεν μπορούν να είναι σωστές, η αντίσταση μπορεί να ξεπεραστεί. Προσθέτει μάλιστα πως η διδασκαλία που εστιάζεται στην οπτικοποίηση μπορεί να λειτουργήσει ως μία επεξήγηση και η έρευνα οφείλει να δείξει μεγαλύτερο ενδιαφέρον στα χαρακτηριστικά μίας τέτοιας οπτικοποίησης.

Στις συζητήσεις μεταξύ μαθητών – ερευνητών (Vijapurkar et al., 2014) γινόταν αντιληπτό πως οι μαθητές θεωρούσαν τα κύτταρα ως δομές και όχι ως λειτουργικά στοιχεία του σώματος. Η διαπίστωση αυτή οδήγησε στο συμπέρασμα πως οι μαθητές είχαν μία λανθασμένη εικόνα για τα ζωντανά κύτταρα, ως αποτέλεσμα της λανθασμένης αντίληψης που είχαν για τα κύτταρα και τις κυτταρικές μεμβράνες. Μόνο όταν οι μαθητές κατανοήσουν τα κύτταρα ως 3d-δομές των οποίων τα κυτταρικά τοιχώματα και οι μεμβράνες σχηματίζουν επιφάνειες που περιβάλλουν και εσωκλείουν κυτταρόπλασμα και οργανίδια, μπορούν να εκτιμήσουν πως τα κύτταρα είναι οι θέσεις όπου λαμβάνουν χώρα ποικίλες λειτουργικές διεργασίες.

Οι ΤΠΕ αναπαριστούν τον τρισδιάστατο βιολογικό κόσμο μέσα στις σχολικές αίθουσες

Σε πρόσφατη έρευνα οι de Oliveira & Galembeck (2016) αξιολόγησαν 97 mobile εφαρμογές από τρεις διαφορετικές πηγές: Apple, Google Play, Amazon. 48.4% από αυτές βρίσκονταν στην κατηγορία της εκπαίδευσης, 26.8% στα παιχνίδια και 15.4% στην ενότητα της ιατρικής. Όλες οι εφαρμογές αφορούσαν τον τρόπο με τον οποίο μπορούν να παρασταθούν οι τρισδιάστατες δομές ενός κυττάρου. Η κατηγοριοποίησή τους δημιούργησε έξι τύπους

μοντελοποίησης: 32% με 3d-απεικόνιση, 25% με 2d-απεικόνιση, 14% με ρεαλιστικά σχέδια, 14% με animations, 11% με κλίμακα και 4% με παιγνιώδη τρόπο. Από τις εφαρμογές, αυτές με την 3d-απεικόνιση πλεονεκτούσαν καθώς μπορούσαν να παρέχουν αναλογικές κλίμακες μεγέθους των οργανιδίων, γεγονός που επέτρεπε την καλύτερη ενδοσκόπηση στο κυτταρικό μοντέλο. Τα ρεαλιστικά μοντέλα και τα animations ήταν αποτελεσματικότερα στη διερεύνηση της δυναμικότητας που χαρακτηρίζει την κυτταρική λειτουργία. Επιπρόσθετα, επισημαίνουν ότι οι mobile εφαρμογές διαθέτουν δυνατότητες χειρισμού που δεν συναντά κάποιος σε αντίστοιχα λογισμικά για υπολογιστές, είναι περισσότερο αλληλοεπιδραστικές, ενώ επιτρέπουν τη δυνατότητα πρόσβασης παντού και πάντα (de Oliveira & Galembeck, 2016).

Οι Hati & Bhattacharyya (2016) οργάνωσαν ένα εργαστηριακό μάθημα για φοιτητές. Στόχος ήταν να διδάξουν τη σχέση δομής-λειτουργίας των μακρομορίων χρησιμοποιώντας μοντελοποίηση και προσομοίωση με υπολογιστές. Ειδικότερα, διευκρινίστηκε η σχέση μεταξύ δομής, δυναμικής και λειτουργίας στις πρωτεΐνες. Με τη χρήση ειδικά σχεδιασμένων εργαστηριακών πρωτοκόλλων έγινε οπτικοποίηση της δευτεροταγούς και τεταρτοταγούς δομής των πρωτεϊνών, ανάλυση των μη-ομοιοπολικών αλληλεπιδράσεων μεταξύ πρωτεϊνών και άλλων συμπλόκων, ενώ αναπτύχθηκαν τρισδιάστατα μοντέλα δομής για νέες πρωτεΐνες βάσει της πρωτοταγούς τους δομής και μελετήθηκε η δυναμική που ανέπτυξαν οι πρωτεΐνες για να κατανοηθούν οι λειτουργίες τους. Με τον τρόπο αυτό οι φοιτητές κατόρθωσαν να κατανοήσουν σε βάθος τη δυναμική των πρωτεϊνών, σημαντική δεξιότητα που συνδέει τον χαμένο κρίκο μεταξύ δομής και λειτουργίας (Hati & Bhattacharyya, 2016).

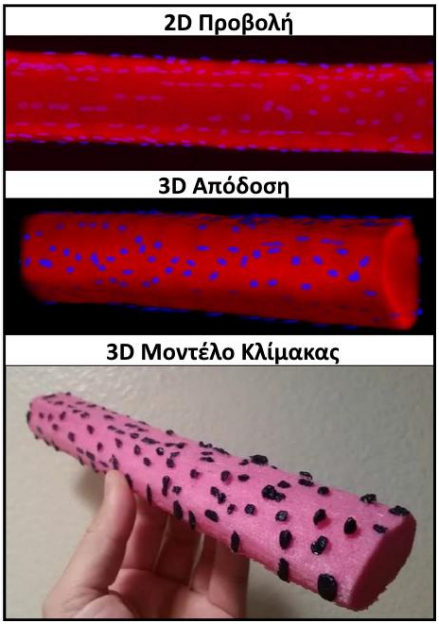
Οι Stasinakis & Nicolaou (2016) χρησιμοποιώντας λογισμικό τρισδιάστατης οπτικοποίοησης, έδωσαν έμφαση στην κατανόηση των επιπέδων οργάνωσης των πρωτεϊνών ώστε οι μαθητές τους να συσχετίσουν τη δομή που προέρχεται από το μοριακό επίπεδο με τη λειτουργία που εμφανίζεται στο κυτταρικό επίπεδο. Η διδακτική πρόταση υλοποιήθηκε σε 225 μαθητές της Β Λυκείου. Με την επιλεγμένη οπτικοποίηση οι μαθητές κατανόησαν τα επίπεδα οργάνωσης των πρωτεϊνών και τις αλληλεπιδράσεις που προκύπτουν στη σχέση δομή-λειτουργία. Σε ομάδα συμμετεχόντων πραγματοποιήθηκε δοκιμή πριν και μετά την παρέμβαση: διαπιστώθηκε πως αυξήθηκε η ικανότητα κριτικής σκέψης σε θέματα Βιολογίας, οι μαθητές αντιλήφθηκαν πως τα μακρομόρια έχουν δομή στο χώρο και επιπλέον συσχέτισαν τη χωροδομή με τις λειτουργίες τους. Επίσης, καταγράφηκα ενστάσεις και αδυναμίες για το συμβατικό εκπαιδευτικό υλικό που χρησιμοποιείται (σχολικό εγχειρίδιο) καθώς περιέχει μόνο 2d-απεικονίσεις, δεν παρουσιάζει τον πλούτο του μικρόκοσμου, ενώ με αφορμή την παρέμβαση ορισμένοι μαθητές εκδήλωσαν το ενδιαφέρον να χρησιμοποιήσουν το λογισμικό στον προσωπικό τους χώρο και αργότερα να εργαστούν σε κλάδο με θέμα τις τρισδιάστατες δομές των μακρομορίων.

Η Roy (2016) χρησιμοποιώντας μία δραστηριότητα 3d-μοντελοποίησης, κατόρθωσε να οπτικοποιήσει τη διαδικασία του κυτταρικού θανάτου. Συγκεκριμένα, η δραστηριότητα αφορούσε τη μοριακή μοντελοποίηση και τη δομική ανάλυση των πρωτεϊνών του TNF (tumor necrosis factor – παράγοντα νέκρωσης κυττάρων, με σημαντική επίδραση στην εμφάνιση φλεγμονωδών βλαβών όπως η ρευματοειδής αρθρίτιδα) καθώς και του υποδοχέα του TNF (TNF-R1). Αμφότερα τα στοιχεία διαδραματίζουν σπουδαίο ρόλο στη διατήρηση της ομαλής λειτουργίας του ανοσοποιητικού μας συστήματος. Κατά τη σύνδεση του TNF-R1 με τον TNF ενεργοποιείται ο μεταγραφικός παράγοντας kappa B (NF-κB) που οδηγεί στην απόπτωση ή κυτταρικό θάνατο. Στόχος του σχεδιασμού είναι να συσχετισθεί η τρισδιάστατη δομή μίας σειράς διαφορετικών μακρομορίων και η μεταξύ τους αλληλεπίδραση, με άμεση επίπτωση στη λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος.

Οι Caine et al. (2015) κατασκεύασαν ένα 3d-μοντέλο της δίκλωνης έλικας του DNA χρησιμοποιώντας απλά υλικά από παιχνίδια. Με αυτό τον άμεσο, ασφαλή, φθηνό τρόπο κατόρθωσαν να οπτικοποιήσουν το σημαντικό μακρομόριο DNA, αφορμώντας μία σειρά από ερωτήσεις που σχετίζονται με τη δομή και τη λειτουργία του μορίου. Με μία αρκετά απλή και διασκεδαστική διαδικασία ενέπλεξαν τους μαθητές τους σε μία hands-on δραστηριότητα, ενισχύοντας την κατανόησή τους και δομώντας νοητικά έναν αποδεκτό τρόπο αφομοίωσης εννοιών και διεργασιών που θα φανούν ιδιαίτερα χρήσιμες όταν στη συνέχεια θα θελήσουν να διδάξουν βιολογικές διεργασίες που συμμετέχει το DNA, όπως αντιγραφή, μεταγραφή και μετάφραση.

Ακόμα και η χρήση εικονικών κόσμων δεν απουσιάζει από την προσπάθεια 3d-μοντελοποίησης (Nussli, Oh, & McCandless, 2014). Οι ερευνητές προσπάθησαν να εισαγάγουν εκπαιδευτικούς στην έννοια των εικονικών κόσμων μέσω του παιχνιδιού Second Life. Με την ολοκλήρωση της παρέμβασης οι εκπαιδευτικοί κατόρθωσαν να αποκτήσουν θετική άποψη για τους τρισδιάστατους εικονικούς κόσμους και να επιδιώκουν να τους χρησιμοποιήσουν στη διδασκαλία και τη μάθηση ως ένα επιπρόσθετο εργαλείο που θα ενσωματώνεται στις δραστηριότητες ανάλογα με τους επιδιωκόμενους μαθησιακούς στόχους. Όλοι συμφώνησαν πως απαιτείται σχεδιασμός πριν από οποιαδήποτε διδακτική παρέμβαση με τη χρήση εικονικών κόσμων, ενώ εντόπισαν την ανάγκη για συνεργασία ως βασική στρατηγική πλοήγησης σε μία τέτοια δράση. Έτσι η χρήση των εικονικών κόσμων μπορεί να παρακινήσει και τους μαθητές αν χρησιμοποιηθεί στα πλαίσια κάποιας συνεργατικής δραστηριότητας· οι συμμετέχοντες εμπλέκονται σε διεργασίες εξερεύνησης, ενεργούς δράσης και ικανοποίησης από τη δραστηριοποίησή τους σε ένα πρωτόγνωρο, συχνά αδόμητο και ελεγχόμενης κανονικότητας περιβάλλον καθώς οι κανόνες προσδιορίζονται από τους ίδιους τους συμμετέχοντες και σχεδιαστές του περιβάλλοντος (Nussli, Oh, & McCandless, 2014).

Με τη βοήθεια της 3d-εκτύπωσης ερευνητές κατόρθωσαν να παράξουν 3d-μοντέλα (500 φορές μεγαλύτερα από το πραγματικό μέγεθος) ανθρώπινων μυϊκών ινών ώστε να διδαχθεί διαθεματικά η έννοια των συστημάτων στη Βιολογία (Bagley & Galpin, 2015). Η παρέμβαση αφορούσε την κατασκευή μοντέλου μυϊκής ίνας (Σχήμα 4) από ομάδα φοιτητών, που έλαβαν μυϊκά κύτταρα από εθελοντή συμφοιτητή τους. Πρωταρχικοί στόχοι της δράσης ήταν να έρθουν οι φοιτητές σε επαφή με πολλαπλές τεχνολογίες (3d-εκτύπωση, συνεστιακό μικροσκόπιο, κτλ), να κατασκευάσουν και να χρησιμοποιήσουν κατά τη μαθησιακή τους διαδικασία απτά μοντέλα ώστε να μελετήσουν την κυτταρική οργάνωση και τη μορφολογία της μυϊκής ίνας και να παρακινήσουν τους συμφοιτητές τους να μάθουν περισσότερα σχετικά με τον αόρατο μοριακό κόσμο. Οι ερευνητές θεωρούν πως ανάλογα μοντέλα θα μπορούσαν να αυξήσουν την κατανόηση των μαθητών για δομές που είναι τρισδιάστατες αλλά εμφανίζονται μόνο στις δύο διαστάσεις (Bagley & Galpin, 2015).



Σχήμα 4. 2d προβολή, 3d απόδοση, 3d βιοπλαστικό μοντέλο ανθρώπινης μυϊκής ίνας (μεγέθυνση 500 φορές). Μπλε: μυο-πυρήνες, Κόκκινο/Ροζ: κύτταρο
Πηγή: Bagley & Galpin (2015), σελ. 405.

Οι Ferdig et al. (2015) για να αξιολογήσουν την αποτελεσματικότητα της χρήσης στερεοσκοπικών εικόνων στη διδασκαλία βιολογικών εννοιών, έλεγξαν τη χρήση τεχνολογίας 3d σε δύο μαθήματα, δύο διαφορετικών σχολείων. Η μελέτη και η σύγκριση μεταξύ των διαφορετικών ομάδων της έρευνας, έδειξε πως οι μαθητές που χρησιμοποίησαν 3d εικόνες πέτυχαν επιδόσεις, στατιστικά σημαντικές, σε σχέση με τους συμμαθητές τους που διδάχθηκαν χωρίς τη χρήση 3d εικόνων (Ferdig et al., 2015).

Όπως διαπιστώθηκε η χρήση των 3d (στερεοσκοπικών) εικόνων κατόρθωσε να βελτιώσει τη μάθηση του εν λόγω αντικειμένου, της ανατομίας του ανθρώπου. Στο μάθημα με τις εικόνες DNA-πρωτεϊνών, διαπιστώθηκε πως η διδασκαλία ήταν πιο διασκεδαστική για τους μαθητές (για το 68% και 70% των μαθητών οι 3d απεικονίσεις ήταν οι πρώτες ή δεύτερες επιλογές ως προς τη μορφή του υλικού που θα ήθελαν για τη διδασκαλία τους, αντιστοίχως). Το ίδιο ισχύει και για τις 3d παρουσιάσεις: 70% των μαθητών επιλέγουν 3d ως πρώτη ή δεύτερη επιθυμία τους για την οπτικοποίηση του DNA, 48% των μαθητών επιθυμούσαν τις 3d απεικονίσεις για να κατανοήσουν τη δομή του DNA (Ferdig et al., 2015). Οι ερευνητές διαπιστώνουν πως η χρήση 3d εικόνων στο πλαίσιο της ενσωμάτωσης των ΤΠΕ στη μαθησιακή διαδικασία, προσφέρει τη μοναδική ευκαιρία να ξεπεραστούν συμβατικά προβλήματα (π.χ. περίπλοκες νευροανατομικές δομές) και τελικά οι μαθητές να συσχετίσουν δομές, ώστε να κατανοηθεί η εκάστοτε κυτταρική λειτουργία. Οι μαθητές μπορούν να δουν πολυσύνθετες εικόνες σε ένα αναδυόμενο, αλληλεπιδραστικό και πολυδιάστατο περιβάλλον. Όμως, θα πρέπει η χρήση στην εκπαιδευτική διαδικασία να γίνεται επιλεκτικά, τόσο ως προς το θέμα διδασκαλίας όσο και ως προς την επιλογή του υλικού, καθώς θα πρέπει να συνοδεύονται από πλήρεις εξηγήσεις, οδηγίες και αρκετό αναστοχασμό (μαθητών-μαθητών,

μαθητών-εκπαιδευτικών) ώστε να υπάρχει απήχηση στη διδασκαλία και τη μάθηση (Ferdig et al., 2015).

Συμπεράσματα-Προτάσεις

Όπως διαπιστώνεται από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση που πραγματοποιήσαμε στη μελέτη μας, είναι αρκετά συχνή η χρήση των ΤΠΕ ώστε να οπτικοποιηθεί / μοντελοποιηθεί ο τρισδιάστατος κόσμος όπου λαμβάνει χώρα μία βιολογική λειτουργία στο φυσικό κόσμο. Στις περιπτώσεις που η ένταξη των ΤΠΕ γίνεται οργανικά, 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.

Στην Ελλάδα, η άρρηκτη σύνδεση της διδασκαλίας της Βιολογίας με το σχολικό εγχειρίδιο έχει ως αποτέλεσμα να μην εφαρμόζονται πρακτικές τρισδιάστατης απεικόνισης. Ακόμα και όταν εφαρμόζονται, π.χ. σε ασκήσεις οπτικής μικροσκοπίας ή πρότυπων μοντέλων όπως περιγράφονται στα σχολικά εγχειρίδια και τους εργαστηριακούς οδηγούνς, δίνεται μεγαλύτερη σημασία στο παρατηρησιακό/κατασκευαστικό μέρος της δραστηριότητας και λιγότερο στην ανάδειξη της λειτουργίας των παρατηρούμενων μερών ή/και συνόλου σε έναν τρισδιάστατο κόσμο. Θα πρέπει όλο και πιο συχνά οι εκπαιδευτικοί να χρησιμοποιούν τις ΤΠΕ για να προκαλέσουν/προσελκύσουν το ενδιαφέρον των μαθητών και επιπλέον να ξεπεράσουν μαθησιακά εμπόδια που η ίδια η νοητική ανάπτυξη των μαθητών και η διδακτική προσέγγιση αναδεικνύει για τη διδασκαλία της Βιολογίας.

Στο πλαίσιο αυτό, η χρήση των ΤΠΕ και των συστημάτων διαχείρισης μάθησης για μαθήματα του σχολικού προγράμματος που εντάσσεται η Βιολογία, όπως η «ερευνητική εργασία» (Stasinakis & Kalogiannakis, 2015) καθώς και η έμφαση στην Παιδαγωγική Γνώση περιεχομένου και η κατάλληλη επιμόρφωση των καθηγητών Βιολογίας (Stasinakis & Kalogiannakis, 2017) θα μπορούσαν να προωθήσουν σε σημαντικό βαθμό τις προοπτικές που ανοίγονται με τις πρακτικές τρισδιάστατης απεικόνισης στη διδασκαλία της Βιολογίας.

Ζούμε σε έναν τρισδιάστατο κόσμο που αποτελείται από έμβιες δομές σε όλα τα επίπεδα (μοριακό, κυτταρικό, οργανισμικό, περιβαλλοντικό, κτλ.), αποτελεσματική προσέγγιση των οποίων μπορεί να γίνει μόνο αν τις μελετήσουμε σε αυτόν τον τρισδιάστατο κόσμο. Μία άλλη οπτική ανοίγεται μπροστά μας και η μελέτη της Βιολογικής επιστήμης στη σχολική τάξη ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα.

Αναφορές

Anderson, J. (2005). IT, e-learning and teacher development. *International Education Journal, ERC2004 Special Issue*, *5*(5), 1-14.

Bagley, J. R., & Galpin, A. J. (2015). Three-dimensional printing of human skeletal muscle cells: An interdisciplinary approach for studying biological systems. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, *43*(6), 403-407.

Barak, M., Nissim, Y., & Ben-Zvi, D. (2011). Aptness between teaching roles and teaching strategies in ICT-integrated science lessons. *Interdisciplinary Journal of E-Learning and Learning Objects*, *7*, 305-321.

BECTA (2003). What the research says about ICT supporting special education needs. Becta report. Ανακτήθηκε στις 11 Δεκεμβρίου 2016 από: http://mirandanet.ac.uk/wp-content/uploads/2016/04/wtrs_ictsupport.pdf

Buntting, C., Williams, P. J., & Jones, A. (2015). The more things change, the more (some) things stay the same., 1–11. http://doi.org/10.1007/978-981-287-170-1

Caine, M., Horié, N., Zuchuat, S., Weber, A., Ducret, V., Linder, P., & Perron, K. (2015). A 3D-DNA molecule made of PlayMais. *Science Activities: Classroom Projects and Curriculum Ideas*, *52*(2), 31-44.

Chisalita, O., & Cretu, C. (2012). Opinions and attitudes of students teachers' toward ICT use in education. *The 8th International Scientific Conference on eLearning and software for Education*. Bucharest, April 26-27, 2012. Ανακτήθηκε στις 11 Δεκεμβρίου 2016 από: http://proceedings.elseconference.eu/index.php?r=site/index&year=2012&index=papers&vol=1&paper=af0af1ca68af6a1e2eae4a754dbd664b

de Oliveira, M. L., & Galembeck, E. (2016). Mobile applications in cell Biology present new approaches for cell modelling. *Journal of Biological Education*, *50*(3), 290–303.

Dix, K.L. (2007) DBRIEF: A research paradigm for ICT adoption. *International Education Journal*, *8*(2), 113-124.

EDASMO (2009). Indicators of ICT in education. EU Lifelong learning program. Ανακτήθηκε στις 11 Δεκεμβρίου 2016 από: http://siteresources.worldbank.org/EDUCATION/Resources/278200-1121703274255/1439264-1247694138107/6305512-1247694153822/Pelgru_IIE.pdf

Ferdig, R., Blank, J, Kratcoski, A., & Clements, R. (2015). Using stereoscopy to teach complex biological concepts. *Adv Physiol Educ*, *39*, 205–208.

Goddard, M. (2002). What do we do with these computers? Reflections on technology in the classroom. *Journal of Research on Technology in Education*, *35*(1), 19-26. Ανακτήθηκε στις 11 Δεκεμβρίου 2016 από: http://dx.doi.org/10.1080/15391523.2002.10782367

Gras-Velazquez, A. (2016). *European Schoolnet (2016) ICT in STEM education - impacts and challenges: Setting the scene. A STEM alliance literature review*. Brussels, Belgium: European Schoolnet (EUN Partnership AIBSL). Ανακτήθηκε στις 11 Δεκεμβρίου 2016 από: http://www.stemalliance.eu/ict-paper-1-setting-the-scene

Hati, S., & Bhattacharyya, S. (2016). Incorporating modeling and simulations in undergraduate biophysical chemistry course to promote understanding of structure-dynamics-function relationships in proteins. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, *44*(2), 140–159.

Hsu, P. (2016). Examining current beliefs , practices and barriers about technology integration: a case study. *TechTrends*, *60*, 30-40.

Ilomäki, L. (2008). *The effects of ICT on school: teachers' and students' perspectives*. PhD Thesis. Ανακτήθηκε στις 11 Δεκεμβρίου 2016 από: https://oa.doria.fi/bitstream/handle/10024/42311/B314.pdf?sequence=3

Israel, M., Maynard, K., & Williamson, P. (2013). Promoting literacy-embedded authentic STEM instruction for students with disabilities and other struggling learners. *TEACHING exceptional children (Special STEM Issue)*, *45*(4), 18-25.

Katz, L., & Golden, C. (2008). *The race between education and technology*. Cambridge, MA: Harvard University Press. Ανακτήθηκε στις 11 Δεκεμβρίου 2016 από: http://scholar.harvard.edu/files/lkatz/files/the_race_between_education_and_technology_the_evolution_of_u.s._educational_wage_differentials_1890_to_2005_1.pdf

LeBaron, J., & McDonough, E. (2009). *Research report for GeSCI meta-review of ICT in education*. ERIC ED506553. Ανακτήθηκε στις 11 Δεκεμβρίου 2016 από: https://archive.org/download/ERIC_ED506553/ERIC_ED506553.pdf

Nussli, N., Oh, K., & McCandless, K. (2014). Collaborative science learning in three-dimensional immersive virtual worlds: Pre-service teachers' experiences in Second Life. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, *23*(3), 253–284.

OECD (2014). *New insights from TALIS 2013: teaching and learning in primary and upper secondary education*, OECD Publishing. Ανακτήθηκε στις 11 Δεκεμβρίου 2016 από: http://dx.doi.org/10.1787/9789264226319-en

OECD (2016). *OECD science, technology and innovation outlook 2016*.Paris: OECD Publishing. Ανακτήθηκε στις 11 Δεκεμβρίου 2016 από: http://dx.doi.org/10.1787/sti_in_outlook-2016-en

Osborne, J., & Hennessy, S. (2003). *Literature review in science education and the role of ICT: promise, problems and future directions*. Report 6: Futurelab series. Ανακτήθηκε στις 11 Δεκεμβρίου 2016 από: https://www.nfer.ac.uk/publications/FUTL74/FUTL74.pdf

Roy, U. (2016). Structural biology of tumor necrosis factor demonstrated for undergraduates instruction by computer simulation. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, *44*(3), 246–255. http://doi.org/10.1002/bmb.20937

Stasinakis, K. P., & Nicolaou, D. (2016). Modeling of DNA and protein organization levels with Cn3D software. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, Online First Article, http://doi.org/10.1002/bmb.20998

Stasinakis, K. P., & Kalogiannakis, M. (2017). Analysis of a Moodle-based training program about the Pedagogical Content Knowledge of Evolution Theory and Natural Selection. *World Journal of Education*, *7*(1), 14-32.

Stasinakis, P., & Kalogiannakis, M. (2015). Using Moodle in secondary education: A case study of the course "Research Project" in Greece. *International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology (IJEDICT), 11*(3) 50-64.

Trucano, M. (2011). *Worst practices in ICT use in education, low-cost gadgets, eBooks in Africa and a hole in the wall: learning from the use of educational technologies in developing countries*. Excerpts from the World Bank's EduTech blog (Vol. II). Washington, DC: The World Bank. Ανακτήθηκε στις 11 Δεκεμβρίου 2016 από: http://www.worldbank.org/education/ict

Tuckey, H., Selvaratnam, M., & Bradley, J. (1991). Identification and rectification of student difficulties concerning three-dimensional structures, rotation, and reflection. *Journal of Chemical Education*, *68*(6), 460.

Vijapurkar, J., Kawalkar, A., & Nambiar, P. (2014). What do cells really look like? An inquiry into students' difficulties in visualising a 3-D biological cell and lessons for pedagogy. *Research in Science Education*, *44*(2), 307-333.

Στασινάκης, Π., & Κολιόπουλος, Δ. (2009). Ανάλυση εγχειριδίων Βιολογίας στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση: Η περίπτωση της έννοιας της θρέψης φυτών και ζώων, *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, *2*(1-2), 103-125.

Στασινάκης, Π. (2016). Οι ιδιαιτερότητες της Βιολογίας ως πρόκληση για τη χρήση των ΤΠΕ στη Διδακτική της Βιολογίας. *Νέος Παιδαγωγός*, 7, Σεπτέμβριος, 172-187.