

## Έρευνα στην Εκπαίδευση

Τόμ. 8, Αρ. 1 (2019)

ΕΡΕΥΝΑ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ  
HELLENIC JOURNAL OF RESEARCH IN EDUCATION



Αλεξανδρούπολη  
2019, Τεύχος 8

### Οι νοητικές αναπαραστάσεις των μαθητών της ΣΤ΄ τάξης του δημοτικού σχολείου για την έννοια του κυττάρου

Ιωάννα Δημήτριος Δημοπούλου, Μαρία Φρούντα

doi: [10.12681/hjre.20214](https://doi.org/10.12681/hjre.20214)

Copyright © 2019, Ιωάννα Δημήτριος Δημοπούλου, Μαρία Φρούντα



Άδεια χρήσης [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

### Βιβλιογραφική αναφορά:

Δημοπούλου Ι. Δ., & Φρούντα Μ. (2019). Οι νοητικές αναπαραστάσεις των μαθητών της ΣΤ΄ τάξης του δημοτικού σχολείου για την έννοια του κυττάρου. *Έρευνα στην Εκπαίδευση*, 8(1), 129–144. <https://doi.org/10.12681/hjre.20214>

# Οι νοητικές αναπαραστάσεις των μαθητών της ΣΤ΄ τάξης του δημοτικού σχολείου για την έννοια του κυττάρου

Ιωάννα Δ. Δημοπούλου<sup>α</sup>, Μαρία Χ. Φρούντα<sup>β</sup>

<sup>α</sup>MSc, Αν. Εκπαιδευτικός Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης (ΠΕ70)

<sup>β</sup>PhD, Ε.ΔΙ.Π. Τμ. Επιστημών της Εκπ/σης και Κοινωνικής Εργασίας (Τ.Επ.Ε.Κ.Ε.) Παν/μίου Πατρών

## Περίληψη

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση των νοητικών αναπαραστάσεων των μαθητών της ΣΤ΄ τάξης δημοτικού σχετικά με την έννοια του κυττάρου. Συγκεκριμένα, στόχος είναι να διερευνηθεί αν οι μαθητές αντιλαμβάνονται το κύτταρο ως δομική μονάδα όλων των οργανισμών μετά από τη διδασκαλία του αντίστοιχου κεφαλαίου στο μάθημα «Φυσικά – Ερευνώ και Ανακαλύπτω». Για τον σκοπό αυτό, διεξήχθη έρευνα τον Απρίλιο του 2017 σε δύο δημόσια δημοτικά σχολεία. Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 90 μαθητές που είχαν διδαχθεί την αντίστοιχη ενότητα 4 μήνες πριν. Οι μαθητές συμπλήρωσαν ερωτηματολόγιο, αποτελούμενο από ερωτήσεις κλειστού και ανοικτού τύπου. Τα αποτελέσματα μετά την ανάλυση των δεδομένων, έδειξαν ότι η πλειονότητα των μαθητών παρουσιάζει αδυναμία κατανόησης του κυττάρου ως δομικής μονάδας όλων των ζωντανών οργανισμών. Επιπλέον, οι μαθητές δυσκολεύονται να αντιληφθούν ότι ένα κύτταρο μπορεί να υπάρχει αυτόνομα ως μονοκύτταρος οργανισμός. Τέλος, έγινε σύγκριση των ευρημάτων της εν λόγω έρευνας με ανάλογα ευρήματα άλλων σχετικών ερευνών.

## Abstract

This study investigates the students' representations of 6th grade about the cell concept. Specifically, the research question examine whether students perceive the cell as a structural unit of all organisms, after teaching of the corresponding module. The survey was conducted in April 2017 in two primary schools in Rhodes. The sample consisted of 90 students (40 boys and 50 girls) who had been taught the corresponding module 4 months ago. As research tool, a questionnaire was used which consists of closed and open questions. Data analysis has revealed that most students don't perceive the cell as a structural unit of all organisms. They, also, have difficulty in realizing that a cell can exist independently as a unicellular organism. The findings of this study are compared with similar findings from other relevant studies.

© 2019, Ιωάννα Δ. Δημοπούλου, Μαρία Χ. Φρούντα

Άδεια CC-BY-SA 4.0

**Λέξεις-κλειδιά:** κύτταρο, νοητικές αναπαραστάσεις μαθητών, διδασκαλία, σχολικό βιβλίο.

**Key words:** cell, students' representations, teaching, textbook

## 1. Εισαγωγή

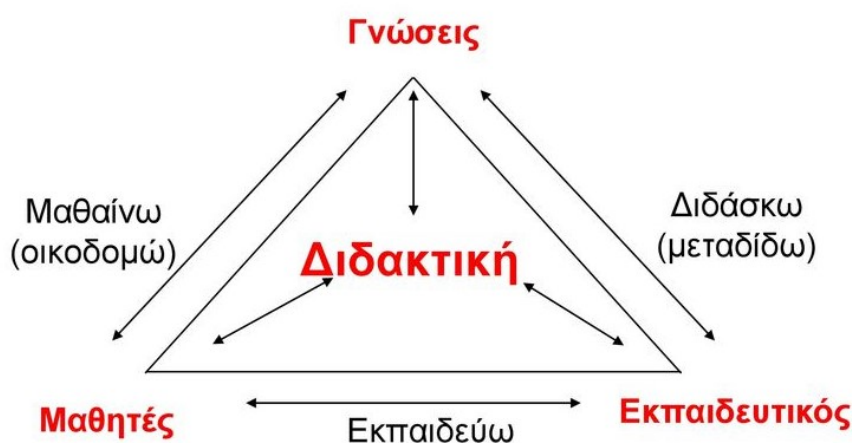
Η επιστήμη της βιολογίας έχει γνωρίσει σημαντική πρόοδο τις τελευταίες δεκαετίες και στην καθημερινότητά μας ακούμε να γίνεται συχνά αναφορά στην έννοια του κυττάρου. Το κύτταρο, ως βασική δομική και λειτουργική μονάδα που εκδηλώνει το φαινόμενο της ζωής, είναι μια βασική έννοια την οποία πρέπει να κατανοήσουν οι μαθητές προκειμένου να αφομοιώσουν ένα μεγάλο μέρος της επιστημονικής γνώσης που σχετίζεται με τη ζωή. Οι μαθητές, ωστόσο, ερχόμενοι στο σχολείο έχουν ήδη διαμορφώσει τις δικές τους απόψεις για την πλειονότητα των φυσικών φαινομένων, κάτι το οποίο έχει αποτελέσει αντικείμενο πολλών ερευνών στον τομέα της Διδακτικής τις τελευταίες δεκαετίες (Παπασταματίου, 2011) και όπως γράφει ο Ausubel (1968) *«Ο πιο σπουδαίος και απλός παράγοντας που επηρεάζει τη μάθηση είναι αυτό που ο μαθητής γνωρίζει ήδη. Εξακρίβωσε το και δίδαξε τον σύμφωνα με αυτό»*. Στο Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών για το μάθημα «Ερευνώ το Φυσικό Κόσμο» (ΥΠΕΠΘ, 2003) άλλωστε, τονίζεται ότι η ουσιαστική γνώση επιτυγχάνεται αν στηρίζεται σε προηγούμενες γνώσεις και εμπειρίες των μαθητών. Προτείνεται, μάλιστα, προκειμένου να επιτευχθεί η ολιστική προσέγγιση της γνώσης από τους μαθητές, να αξιοποιηθεί η μέθοδος project, μέσω της οποίας αναδεικνύονται οι σχέσεις τόσο μεταξύ των Φυσικών Επιστημών όσο και μεταξύ των διαφόρων γνωστικών αντικειμένων.

Αν λοιπόν οι εκπαιδευτικοί διδάξουν σύμφωνα με την προϋπάρχουσα γνώση, η νέα γνώση μπορεί να αφομοιωθεί διότι θα ενσωματωθεί στην προϋπάρχουσα γνώση του μαθητή, σε διαφορετική περίπτωση θα μπορούσε να απομονωθεί και να χαθεί (Κώτσης & Κολοβός, 2002). Βέβαια, στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι, για να ενσωματωθεί η νέα γνώση στην προϋπάρχουσα, θα πρέπει πρώτα να διερευνηθεί η προϋπάρχουσα γνώση για να διαπιστωθεί αν η γνώση αυτή είναι σωστή ή λανθασμένη και στη συνέχεια, ανάλογα με τις διαπιστώσεις που θα κάνει ο εκπαιδευτικός να προσαρμόσει την διδασκαλία του.

Στη σχετική βιβλιογραφία, οι απόψεις των μαθητών έχουν διάφορες ονομασίες όπως διαισθητικές ιδέες, αναπαραστάσεις (Κόκκοτας, 1997), αρχικές παραστάσεις, αυθόρμητες ιδέες, κοινές γνώσεις, προ-αντιλήψεις, a priori ιδέες, λάθος αντιλήψεις, βιωματικές νοητικές παραστάσεις και εναλλακτικές απόψεις (Ραβάνης, 2003). Στην παρούσα μελέτη θα χρησιμοποιηθεί η ονομασία «νοητικές αναπαραστάσεις». Οι νοητικές αναπαραστάσεις για την πραγματικότητα, σύμφωνα με τον Vygotski, που εμφανίζονται στη σκέψη του παιδιού, είναι δύο ειδών: οι επιστημονικές, αυτές δηλαδή που προϋποθέτουν την οικειοποίηση ενός συστήματος γνώσεων και οι αυθόρμητες ή καθημερινές, αυτές που διαμορφώνονται στη σκέψη από την επαφή με το φυσικό και κοινωνικό περιβάλλον (Ραβάνης, 2003). Μέσα από έρευνες που έχουν γίνει, έχει αποδειχτεί ότι οι νοητικές αναπαραστάσεις των μαθητών για διάφορες έννοιες και φαινόμενα των φυσικών επιστημών έχουν πολλά κοινά σημεία. (Driver et al 1993, 1998). Μια αιτιολόγηση του Ευαγγέλου (2007) σε αυτό το φαινόμενο είναι ότι οι μαθητές έχουν κοινά ενδιαφέροντα και κοινές εμπειρίες από τη σχολική ζωή, τα έντυπα που διαβάζουν, καθώς και το φυσικό, κοινωνικό και τεχνολογικό περιβάλλον, γεγονός που τους οδηγεί να αποδίδουν παρόμοια σημασία σε έννοιες που αφορούν τα ίδια φυσικά φαινόμενα. Θα μπορούσε, λοιπόν, κανείς να ισχυριστεί ότι υπάρχει μια βάση που πάνω σε αυτή θα κληθεί ο εκπαιδευτικός να χτίσει τη νέα γνώση. Παρόλα αυτά, σύμφωνα με το Ραβάνη (2003) οι νοητικές αναπαραστάσεις των μαθητών ενώ παρουσιάζουν ομοιότητες σε παιδιά της ίδιας ηλικίας δεν φαίνεται να συμφωνούν με τις επιστημονικές εξηγήσεις, αλλά ούτε και να αλλάζουν εύκολα με τη διδασκαλία. Είναι, επομένως, σκόπιμο να ερευνηθεί κατά πόσο οι επιστημονικές νοητικές αναπαραστάσεις των μαθητών επηρεάζουν τις αυθόρμητες ή καθημερινές τους νοητικές αναπαραστάσεις σύμφωνα πλέον με τα νέα διδακτικά εγχειρίδια. Συγκεκριμένα, να διερευνηθούν οι νοητικές αναπαραστάσεις των μαθητών ως προς την έννοια του κυττάρου και πως οι διδακτικές παρεμβάσεις

οδηγούν, αν οδηγούν, στην υιοθέτηση των επιστημονικών εξηγήσεων από τους μαθητές.

Σε μια διδασκαλία ωστόσο, δεν πρέπει να αγνοηθεί ότι, εκτός από τους μαθητές και τις γνώσεις, υπάρχουν και οι δάσκαλοι που παίζουν ρόλο. Αυτό συχνά αναπαρίσταται από ένα τρίγωνο, το λεγόμενο διδακτικό τρίγωνο<sup>1</sup>, που όπως φαίνεται και παρακάτω στην εικόνα 1, συμβολίζει το σύστημα που συνδέει τις γνώσεις, το μαθητή και τον εκπαιδευτικό, στοιχεία που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους (Κόμης, 2008).



**Εικόνα 1:** Διδακτικό τρίγωνο (Κόμης, 2008)

Ο Δερβίσης (1999) όσον αφορά τις σχέσεις που αναπτύσσονται μεταξύ των γνώσεων, των μαθητών και των εκπαιδευτικών, μας λέει ότι η σχέση του εκπαιδευτικού με το μαθητή καθώς και η σχέση του εκπαιδευτικού με το διδακτικό αντικείμενο επηρεάζει τη μάθηση των εκπαιδευομένων. Παρόλα αυτά, αν και ο εκπαιδευτικός φαίνεται να παίζει σημαντικό ρόλο δεν είναι ο μόνος που επηρεάζει τη μάθηση. Σημαντικό ρόλο, στο κατά πόσον ο μαθητής αφομοιώνει τις προσφερόμενες γνώσεις μετά τη διδασκαλία παίζει και η σχέση του μαθητή με το διδακτικό αντικείμενο. Η σχέση αυτή, του μαθητή με το διδακτικό αντικείμενο, επιλέχθηκε στην εν λόγω έρευνα να διερευνηθεί για να διαπιστωθεί αν ο μαθητής μετά από μια διδασκαλία, έχει εμπεδώσει τη νέα γνώση.

## 2. Η έννοια του κυττάρου στο ελληνικό αναλυτικό πρόγραμμα

Με το μάθημα «Ερευνώ το Φυσικό Κόσμο» στο δημοτικό επιδιώκεται η συστηματική εισαγωγή του μαθητή στις έννοιες και στον τρόπο προσέγγισης και μελέτης των φυσικών επιστημών. Το σχολικό βιβλίο «Ερευνώ το Φυσικό Κόσμο» των τάξεων Ε' και ΣΤ' διδάσκεται στα σχολεία της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης, βάσει του αντίστοιχου Αναλυτικού Προγράμματος, από το 1983. Το σχολικό έτος 2001 – 2002 αντικαταστάθηκε και με βάση το Αναλυτικό Πρόγραμμα των Φυσικών Επιστημών του 1999 (το οποίο το 2001 μετεξελίχθηκε σε Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγράμματος Σπουδών) έγινε η συγγραφή δυο νέων εγχειριδίων για τις τάξεις Ε' και ΣΤ' του Δημοτικού Σχολείου. Αυτά τα βιβλία έφθασαν στα σχολεία τη σχολική χρονιά 2001-2002. Τη σχολική χρονιά 2003-2004 καταργείται το ένα από τα

<sup>1</sup> Στην εικόνα 1 αναφέρεται ότι ο εκπαιδευτικός «μεταδίδει» τις γνώσεις στο μαθητή. Ο όρος «μετάδοση» σαν όρος είναι αποδεκτός από συγκεκριμένη/ες θεωρία/ες μάθησης της γνώσης. Πλέον, μιλάμε για «μάθηση των εκπαιδευομένων» και όχι για «μετάδοση της γνώσης».

δυο εγχειρίδια. Τέλος, το σχολικό έτος 2006–2007 το σχολικό εγχειρίδιο «*Ερευνώ και Ανακαλύπτω*» αντικαταστάθηκε πάλι με άλλο σχολικό εγχειρίδιο με τον ίδιο τίτλο (Ευαγγέλου, 2007).

## 2.1. Η παρουσίαση του θέματος στα προηγούμενα διδακτικά βιβλία

Στο βιβλίο «*Ερευνώ το φυσικό κόσμο. Φυσικά Ε' τάξης*» των Δασκαλάκη & ά. (1995) πριν την εισαγωγή στην έννοια του κυττάρου, υπήρχε ξεχωριστή ενότητα σχετικά με τις βιολογικές λειτουργίες των ζωντανών οργανισμών. Οι μαθητές είχαν την ευκαιρία να διαχωρίσουν τους ζωντανούς οργανισμούς από τα ανόργανα σώματα και στη συνέχεια να αντιληφθούν την έννοια του κυττάρου ως κοινό χαρακτηριστικό όλων των έμβιων όντων.

Στο εν λόγω βιβλίο υπήρχε η εικόνα των κυττάρων ενός κρεμμυδιού, ενός βατράχου και ενός δέντρου, προκειμένου να τονιστεί ότι κύτταρα υπάρχουν και στα φυτά και στα ζώα. Ακολουθούσε η ενότητα με τα χρωμοσώματα και το ρόλο τους στη μεταβίβαση των χαρακτηριστικών μεταξύ των γενιών και στη συνέχεια η ενότητα με τους μονοκύτταρους οργανισμούς, δηλαδή, με τα πρωτόζωα, τα βακτήρια και τους μύκητες. Σε μια ξεχωριστή ενότητα γινόταν αναφορά στους πολυκύτταρους οργανισμούς, δίνοντας μεγαλύτερη έμφαση στον άνθρωπο. Στην εν λόγω ενότητα, αξιοποιώντας εικόνες μικροσκοπίου τριών διαφορετικών ιστών, (μυϊκού, νευρικού, φυτικού) τονιζόταν ότι τα όμοια κύτταρα συνδέονται μεταξύ τους και σχηματίζουν αντίστοιχους ιστούς. Μετά από αυτή την ανάλυση περνούσαν στο επίπεδο των οργάνων με χαρακτηριστικό παράδειγμα το ανθρώπινο χέρι και τέλος, κατέληγαν στο επίπεδο των οργανικών συστημάτων, η συνεργασία των οποίων έχει ως αποτέλεσμα τον οργανισμό. Παρόλα αυτά, η κοινή ιεραρχική οργάνωση όλων των πολυκύτταρων οργανισμών αποτυπωνόταν μόνο σε μια εικόνα, που έδειχνε πως από ένα κύτταρο φτάνουμε στο δέντρο, στο βάτραχο και στον άνθρωπο.

## 2.2. Η παρουσίαση του θέματος στα σημερινά διδακτικά βιβλία

Σύμφωνα με το ισχύον Αναλυτικό Πρόγραμμα, στο ελληνικό σχολείο οι μαθητές εισάγονται για πρώτη φορά στην έννοια του κυττάρου στην ΣΤ' δημοτικού και συγκεκριμένα μέσα από το βιβλίο «*Φυσικά - Ερευνώ και Ανακαλύπτω*» των Αποστολάκη κ.ά. (2009α). Η αναφορά γίνεται στην ενότητα «*Εμβια-Άβια*», η οποία αποτελείται από τα κεφάλαια: «*Χαρακτηριστικά της ζωής*» και «*Το κύτταρο*». Στην ενότητα αυτή αναφέρονται τα χαρακτηριστικά των ζωντανών οργανισμών και γίνεται ο διαχωρισμός τους από τα άβια στοιχεία. Ως κοινό χαρακτηριστικό όλων των ζωντανών οργανισμών παρουσιάζεται το κύτταρο και περιγράφεται η δομή ενός τυπικού φυτικού και ενός τυπικού ζωικού κυττάρου με τη βοήθεια εικόνων. Στη συνέχεια μέσα σε μια σύντομη παράγραφο δίνονται διάφορες πληροφορίες και γίνεται διαχωρισμός των πολυκύτταρων από τους μονοκύτταρους οργανισμούς, με χαρακτηριστικό παράδειγμα μονοκύτταρου οργανισμού την αμοιβάδα. Στην ίδια παράγραφο αναφέρεται και η εξής φράση: «*Οι μονοκύτταροι οργανισμοί, ωστόσο, είναι σύνθετοι, αν συγκριθούν με τα βακτήρια, τα οποία έχουν ακόμη πιο απλή οργάνωση και μικρότερο μέγεθος*» (Αποστολάκης κ.ά., 2009α). Μια φράση που στο σχολικό εγχειρίδιο αφορά την διάκριση προκαρυωτικού – ευκαρυωτικού κυττάρου, αν και δεν αναφέρεται ρητά πιθανόν λόγω διδακτικού μετασχηματισμού, και μπορεί να δημιουργηθούν παρανοήσεις εκ μέρους των μαθητών. Προχωρώντας στο βιβλίο, στην περίληψη του κεφαλαίου συμπεριλαμβάνονται, επιπλέον, στους μονοκύτταρους οργανισμούς οι μύκητες, οι ιοί και αναφέρεται η λέξη πρωτόζωα, η οποία δεν χρησιμοποιήθηκε καθόλου στην παράγραφο όπου παρουσιαζόταν η αμοιβάδα. Παρατηρούμε, λοιπόν, να παρουσιάζονται πολλές πληροφορίες μέσα σε λίγες γραμμές χωρίς να δίνονται ανάλογες εξηγήσεις. Αυτό θα μπορούσε να προκαλεί σύγχυση στους μαθητές της συγκεκριμένης τάξης.

Σε ό,τι αφορά το τετράδιο εργασιών (Αποστολάκης κ.ά., 2009β), οι δραστηριότητες επικεντρώνονται, επίσης, στη δομή του φυτικού και του ζωικού κυττάρου, στο κοινό χαρακτηριστικό όλων των ζωντανών οργανισμών που είναι το κύτταρο και στο διαχωρισμό πολυκύτταρων - μονοκύτταρων οργανισμών. Γενικά, θα μπορούσε να πει κανείς ότι σε κανένα σημείο δεν ξεκαθαρίζεται ότι το ανθρώπινο σώμα δομείται από κύτταρα και ότι υπάρχει ιεραρχική οργάνωση στους πολυκύτταρους οργανισμούς. Επιπλέον, υπάρχουν τρεις εικόνες μονοκύτταρων οργανισμών οι οποίες προέρχονται από οπτικό μικροσκόπιο και έτσι δεν φαίνονται λεπτομέρειες λεπτής δομής. Συγκεκριμένα, υπάρχουν οι φωτογραφίες ενός ζυμομύκητα κι ενός γαλακτοβάκιλλου από οπτικό μικροσκόπιο, οι οποίες πιθανόν να μπερδεύουν τους μαθητές της συγκεκριμένης τάξης. Δεν δίνονται πληροφορίες για το σχήμα του γαλακτοβάκιλλου που είναι ραβδοειδές. Έτσι, οι μαθητές μπορεί να θεωρήσουν ότι είναι πολλά κύτταρα το ένα δίπλα στο άλλο. Το ίδιο συμβαίνει και με τον ζυμομύκητα ο οποίος έχει σφαιρικό σχήμα.

Σύμφωνα με το βιβλίο του δασκάλου (Αποστολάκης κ.ά., 2009γ), οι διδακτικοί στόχοι που αναμένεται να επιτευχθούν μετά από τη διδασκαλία του κεφαλαίου «*Το κύτταρο*» είναι τέσσερεις. Στην παρούσα έρευνα γίνεται προσπάθεια, διερευνώντας την αποτελεσματικότητα του τρόπου παρουσίασης της έννοιας του κυττάρου στο σχολικό βιβλίο, να διαπιστωθεί αν και κατά πόσο μετά τη διδασκαλία έχουν επιτευχθεί οι δύο πρώτοι διδακτικοί στόχοι και συγκεκριμένα αν οι μαθητές είναι σε θέση:

- να αναφέρουν ότι όλοι οι ζωντανοί οργανισμοί αποτελούνται από ένα ή περισσότερα κύτταρα
- να αναφέρουν ότι οι οργανισμοί διακρίνονται σε μονοκύτταρους και πολυκύτταρους, ανάλογα με το πλήθος των κυττάρων από τα οποία αποτελούνται.

Λίγο διαφορετικά διατυπωμένοι οι παραπάνω στόχοι παρουσιάζονται και στο Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών (ΥΠΕΠΘ, 2003). Για το συγκεκριμένο κεφάλαιο από το βιβλίο «Ερευνώ το Φυσικό Κόσμο», σύμφωνα με το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών, αναμένεται να επιτευχθούν έξι (6) στόχοι. Στην παρούσα εργασία όμως, επιλέχθηκαν να διερευνηθούν οι δύο (2) από τους έξι (6) στόχους. Οι δύο στόχοι που επιλέχθηκαν είναι περίπου ίδιοι με αυτούς που αναφέρονται στο βιβλίο του δασκάλου (Αποστολάκης κ.ά., 2009γ) και είναι οι κάτωθι:

1ος στόχος: Να αναγνωρίζουν ότι όλοι οι ζωντανοί οργανισμοί είναι φτιαγμένοι από κύτταρα

2ος στόχος: Να διακρίνουν τους οργανισμούς σε μονοκύτταρους και πολυκύτταρους.

Σε αυτό το σημείο, αξίζει να σημειωθεί ότι ο προτεινόμενος διδακτικός χρόνος για την επίτευξη όλων των στόχων της συγκεκριμένης ενότητας είναι δύο διδακτικές ώρες.

Παρουσιάζοντας τα κεφάλαια που αναφέρονται στην έννοια του κυττάρου, τόσο στο παλαιό όσο και στο νέο σχολικό βιβλίο, μπορούν να εντοπιστούν ομοιότητες αλλά και διαφορές. Αρχικά, βλέπουμε ότι οι μαθητές πριν εισαχθούν στην έννοια του κυττάρου, και στα δύο βιβλία, διδάσκονται το διαχωρισμό των έμβιων οργανισμών από τα άβια στοιχεία. Στη συνέχεια, στο αμέσως επόμενο κεφάλαιο, παρουσιάζεται το κύτταρο ως κοινό χαρακτηριστικό όλων των ζωντανών οργανισμών και φαίνεται ότι και στα δύο βιβλία δίνεται ιδιαίτερη βαρύτητα στη δομή του φυτικού και του ζωικού κυττάρου καθώς και στο διαχωρισμό των οργανισμών σε μονοκύτταρους και πολυκύτταρους. Παρόλα αυτά, ενώ στο προηγούμενο διδακτικό βιβλίο υπήρχαν ξεχωριστές ενότητες αφιερωμένες στους μονοκύτταρους και στους πολυκύτταρους οργανισμούς, στο νέο βιβλίο δεν φαίνεται να υπάρχει αντίστοιχη λεπτομερής ανάλυση, αφού όλες οι πληροφορίες δίνονται σε ένα κεφάλαιο. Επίσης, ενώ στο



προηγούμενο βιβλίο γινόταν ανάλυση της ιεραρχικής οργάνωσης του ανθρώπινου οργανισμού στο νέο βιβλίο δεν γίνεται καμία αναφορά σε αυτή. Τέλος, μια σημαντική διαφορά είναι η ηλικία κατά την οποία οι μαθητές εισάγονται στην έννοια του κυττάρου. Σύμφωνα με το προηγούμενο βιβλίο οι μαθητές διδάσκονται την έννοια του κυττάρου στην Ε' δημοτικού ενώ στο νέο βιβλίο την διδάσκονται στην ΣΤ' δημοτικού.

### 3. Έρευνες σχετικές με τις νοητικές αναπαραστάσεις των μαθητών για το κύτταρο

Έρευνες σχετικές με τις νοητικές αναπαραστάσεις των μαθητών του δημοτικού σχολείου για την έννοια του κυττάρου υπάρχουν ελάχιστες. Παρακάτω, θα γίνει συνοπτική αναφορά σε κάποιες από αυτές.

Στην έρευνα των Dreyfus και Jungwirth (1988, 1989) οι μαθητές θεωρούν πως τα κύτταρα βρίσκονται μέσα στο σώμα και όχι ότι το σώμα δομείται από αυτά. Αυτές οι νοητικές αναπαραστάσεις, όπως αναφέρει η Ζόγκζα (2009), εξακολουθούν να υπάρχουν και στο γυμνάσιο. Οι μαθητές δεν έχουν κατανοήσει ότι το σώμα τους δομείται από κύτταρα με συνέπεια να δυσκολεύονται να κατανοήσουν την δημιουργία των οργανισμών ως αποτέλεσμα του πολλαπλασιασμού των κυττάρων αλλά και της ιεραρχικής τους οργάνωσης.

Όσον αφορά τα ελληνικά δεδομένα αντιπροσωπευτική είναι η έρευνα των Μαυρικάκη κ.ά (2003), η οποία διεξήχθη το 2000-2001, πριν την εφαρμογή του νέου Διαθεματικού Ενιαίου Πλαισίου Προγράμματος Σπουδών (ΔΕΠΠΣ) με στόχο να διαπιστώσει αν μεταβλήθηκαν οι νοητικές αναπαραστάσεις των παιδιών της ΣΤ' τάξης δημοτικού για την έννοια του κυττάρου μετά από μια παραδοσιακή διδασκαλία. Το δείγμα της έρευνας αποτελούσαν μαθητές της ΣΤ' τάξης δημοτικών σχολείων της Φλώρινας οι οποίοι είχαν διδαχτεί την προηγούμενη χρονιά την έννοια του κυττάρου. Οι μαθητές κλήθηκαν να απαντήσουν στο εξής ερώτημα: *«Τι θα απαντούσατε στο συμμαθητή σας αν σας ρωτούσε τι είναι κύτταρο;»*. Με βάση τα ευρήματα της συγκεκριμένης έρευνας, παρόλο που οι μαθητές είχαν διδαχτεί τα βασικά χαρακτηριστικά του κυττάρου, η πλειονότητα των μαθητών είχε εντοπίσει κύτταρα μόνο στον άνθρωπο και θεωρούσε το κύτταρο ως έναν οργανισμό μέσα σε έναν άλλο οργανισμό. Επίσης, δεν φάνηκε να έχουν συνειδητοποιήσει το διαχωρισμό των οργανισμών σε μονοκύτταρους και πολυκύτταρους. Η παραπάνω έρευνα διεξήχθη την περίοδο που η διδασκαλία γινόταν με το βιβλίο των Δασκαλάκη κ.ά (1995) με τίτλο *«Ερευνώ το φυσικό κόσμο. Φυσικά Ε' τάξης»*.

Οι Flores, Tovar & Gallegos (2003) είχαν διαπιστώσει στην έρευνά τους ότι τα παιδιά δυσκολεύονται να αντιληφθούν το κύτταρο ως μια αυτόνομη οργάνωση. Στα αποτελέσματα τους βασίστηκαν οι Cavas & Kesercioğlu (2010) και πραγματοποίησαν τη δική τους έρευνα στην Τουρκία, σε μαθητές της 6<sup>ης</sup> βαθμίδας. Το δημοτικό σχολείο στη Τουρκία είναι 8 έτη. Συνεπώς, η 6<sup>η</sup> βαθμίδα, που αντιστοιχεί στο 6<sup>ο</sup> χρόνο σπουδών τους, στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα αντιστοιχεί στην ΣΤ' τάξη του δημοτικού σχολείου (Φιλιππίδου, 2014 & Wikipedia). Στην έρευνά τους οι Cavas & Kesercioğlu (2010) βρήκαν ότι ανάμεσα στους παράγοντες που επηρεάζουν την κατανόηση της έννοιας του κυττάρου από τους μαθητές είναι η πρότερη γνώση τους, η οποία δεν είναι αρκετή, αλλά και η απουσία κατάλληλων εικόνων και σχεδίων κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας.

Μια άλλη έρευνα που έγινε, επίσης, στην Τουρκία σε μαθητές ίδιας ηλικίας (Kırık & Kaya, 2014), οι οποίοι είχαν διδαχτεί για πρώτη φορά την έννοια του κυττάρου με βάση την κονστрукτιβιστική θεωρία μάθησης, είχε ανάλογα αποτελέσματα. Υπήρχε ποικιλία νοητικών αναπαραστάσεων σχετικά με την έννοια του κυττάρου, οι οποίες αφορούσαν κυρίως τη δομή του και τη διαφορά φυτικού-ζωικού κυττάρου. Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί, ότι είχαν κατανοήσει ότι το κύτταρο

αντιπροσωπεύει τη ζωή και μπορούσαν να συνδέσουν αυτή την έννοια με την καθημερινή τους ζωή.

Την ίδια χρονιά, το 2014, οι Vijapurkar et al (2014) πραγματοποίησαν έρευνα στην Ινδία και διαπίστωσαν ότι μαθητές διαφορετικών ηλικιών (11,5 και 12,5 χρονών) παρουσιάζουν ομοιότητες στις απαντήσεις τους, παρόλο που οι μαθητές με μέσο όρο ηλικίας 12,5 έτη είχαν διδαχτεί στην προηγούμενη τάξη περισσότερες λεπτομέρειες σε ό,τι αφορά τη δομή του κυττάρου. Ειδικότερα, και οι δύο ομάδες δεν θεωρούν το κύτταρο ως μια δομική μονάδα ζωής, δηλαδή, πιστεύουν ότι τα κύτταρα γεμίζουν το σώμα αντί του σωστού ότι το σώμα δομείται από αυτά.

Καταλήγουμε λοιπόν μετά από τη μελέτη της σχετικής βιβλιογραφίας, ότι υπάρχουν αρκετές δυσκολίες στην κατανόηση της έννοιας του κυττάρου, ως δομικής μονάδας όλων των οργανισμών, από τους μαθητές του δημοτικού. Βέβαια, αντιλαμβάνεται κανείς από όσα αναφέρονται στη βιβλιογραφία ότι η κατανόηση της έννοιας του κυττάρου σχετίζεται άμεσα τόσο με τον τρόπο διδασκαλίας όσο και με την εγγενή δυσκολία του συγκεκριμένου θέματος που περιλαμβάνει πολλές υπο-έννοιες άγνωστες στους μαθητές.

Σε μια προσπάθεια σύνοψης των ευρημάτων της βιβλιογραφίας, οι παρανοήσεις και οι δυσκολίες των μαθητών όσον αφορά το παραπάνω θέμα μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες. Η α' κατηγορία δυσκολιών σχετίζεται με την αντίληψη του κυττάρου ως δομικής μονάδας όλων των οργανισμών και η β' κατηγορία με την ιεραρχική οργάνωση των πολυκύτταρων οργανισμών, δηλαδή την αυξανόμενη πολυπλοκότητα των ζωντανών οργανισμών και τα διάφορα επίπεδα οργάνωσης (κύτταρο- ιστός-όργανο-σύστημα οργάνων-οργανισμός).

## 4. Η παρούσα έρευνα

Όπως είδαμε παραπάνω, οι έρευνες που αφορούν την κατανόηση της έννοιας του κυττάρου εκ μέρους των μαθητών δημοτικού είναι πολύ λίγες. Επομένως, είναι αναγκαίο, να πραγματοποιηθούν και άλλες έρευνες πάνω στο συγκεκριμένο θέμα ώστε να επιβεβαιωθούν τα πορίσματα των υπάρχουσών ερευνών και να διαπιστωθούν οι αιτίες των παρανοήσεων των μαθητών. Ιδιαίτερα στην Ελλάδα, όπως ήδη αναφέρθηκε, η έρευνα των Μαυρικήκη κ.ά. (2003) διεξήχθη πριν την εφαρμογή του νέου Διαθεματικού Ενιαίου Πλαισίου Προγράμματος Σπουδών (ΔΕΠΠΣ) και γι αυτό κρίνεται σημαντικό, αν όχι απαραίτητο, να διεξαχθεί άλλη μια έρευνα στις μέρες μας όπου οι μαθητές διδάσκονται την έννοια του κυττάρου με διαφορετικό εγχειρίδιο και σε διαφορετική ηλικία. Σε αυτό το σημείο οφείλουμε να επισημάνουμε ότι η παρούσα έρευνα αποτελεί μελέτη περίπτωσης και, επομένως, δεν μπορούμε να γενικεύσουμε τα αποτελέσματα σε ολόκληρο τον ελληνικό μαθητικό πληθυσμό.

### 4.1. Στόχος και ερευνητικό ερώτημα της έρευνας

Βασισμένοι στα δύο είδη νοητικών αναπαραστάσεων θα γίνει προσπάθεια να διερευνηθεί κατά πόσο οι επιστημονικές νοητικές αναπαραστάσεις των μαθητών επηρεάζουν τις αυθόρμητες ή καθημερινές τους νοητικές αναπαραστάσεις. Συγκεκριμένα, να διερευνηθούν οι νοητικές αναπαραστάσεις των μαθητών της ΣΤ' δημοτικού σχετικά με την έννοια του κυττάρου, μετά από τη διδασκαλία του αντίστοιχου κεφαλαίου στο μάθημα «Φυσικά - Ερευνώ και Ανακαλύπτω». Οι δυσκολίες κατανόησης σε θέματα ανάλογα με αυτά που παρουσιάστηκαν στη βιβλιογραφική ανασκόπηση, θα δώσουν τη δυνατότητα να φανεί κατά πόσο οι μαθητές κατανοούν αυτό που διδάσκονται στο συγκεκριμένο κεφάλαιο. Στο πλαίσιο αυτό διατυπώθηκε το παρακάτω ερευνητικό ερώτημα με δύο υποερωτήματα:



*Ερευνητικό ερώτημα:* Αντιλαμβάνονται οι μαθητές της ΣΤ΄ τάξης του δημοτικού σχολείου το κύτταρο ως δομική μονάδα όλων των οργανισμών; Συγκεκριμένα, αντιλαμβάνονται ότι:

*1ο υποερώτημα:* όλοι οι ζωντανοί οργανισμοί είναι φτιαγμένοι από κύτταρα;

*2ο υποερώτημα:* ένα κύτταρο μπορεί να υπάρξει αυτόνομα ως μονοκύτταρος οργανισμός;

## 4.2. Μεθοδολογία

### *Το περίγραμμα της έρευνας*

Η έρευνα αποτελεί μια μελέτη περίπτωσης και ανήκει στο μεικτό ερευνητικό παράδειγμα καθώς στη φάση συλλογής και στη φάση ανάλυσης των δεδομένων της, αξιοποιεί εργαλεία τόσο από το ποιοτικό, όσο και από το ποσοτικό ερευνητικό παράδειγμα (Brewer & Hunter 1989). Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται ένα μέρος της έρευνας και όχι όλη η έρευνα λόγω περιορισμού στην έκταση του κειμένου.

### *Οι συμμετέχοντες*

Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 90 μαθητές, οι οποίοι προέρχονταν από δύο δημόσια δημοτικά σχολεία της Ρόδου. Από αυτούς το 44% (40 μαθητές) ήταν αγόρια και το 56% (50 μαθητές) κορίτσια. Η δειγματοληψία ήταν βολική αφού επιλέχθηκαν δύο δημοτικά σχολεία τα οποία παρείχαν εύκολη πρόσβαση για την πραγματοποίηση της έρευνας.

### *Η συλλογή δεδομένων*

Η συλλογή των ερευνητικών δεδομένων έγινε με ερωτηματολόγια που δόθηκαν σε μαθητές δημοσίων σχολείων της Ρόδου, τον Απρίλιο του 2017, περίπου 4 μήνες μετά τη διδασκαλία του ανάλογου κεφαλαίου, στο πλαίσιο του μαθήματος «Φυσικά - Ερευνώ και Ανακαλύπτω». Η διδασκαλία είχε πραγματοποιηθεί από δασκάλους γενικής εκπαίδευσης-απόφοιτους παιδαγωγικών τμημάτων, οι οποίοι δεν είχαν κάποια εξειδίκευση στη διδακτική της Βιολογίας. Επίσης, να σημειωθεί ότι το ερωτηματολόγιο δόθηκε με τη σύμφωνη γνώμη των εκπαιδευτικών.

Το ερωτηματολόγιο, το οποίο χρησιμοποιήθηκε για τη συλλογή των δεδομένων, περιλάμβανε ερωτήσεις κλειστού και ανοιχτού τύπου. Η σύνταξη του ερωτηματολογίου βασίστηκε στο περιεχόμενο του διδακτικού βιβλίου καθώς και στα αποτελέσματα προγενέστερων ερευνών, τόσο στην Ελλάδα όσο και σε άλλες χώρες. Ήταν ανώνυμο και οι μαθητές σημείωναν μόνο το μικρό τους όνομα, ώστε να γνωρίζουμε τον αριθμό αγοριών και κοριτσιών που συμμετείχαν στην έρευνα.

Στη παρούσα έρευνα επιλέχθηκε το ερωτηματολόγιο ως ερευνητικό εργαλείο επειδή (α) επιτρέπει την αξιόπιστη ανάλυση των δεδομένων με σχετική ευκολία, (β) διευκολύνει την πρόσβαση στις σχολικές τάξεις και (γ) ο ερευνητής δεν επηρεάζει τις απαντήσεις.

Η επεξεργασία των δεδομένων που συλλέχθηκαν με το ερωτηματολόγιο της έρευνας έγινε με την αξιοποίηση της εφαρμογής υπολογιστικών φύλλων excel. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα αναγραφόμενα ποσοστά προέκυψαν με στρογγυλοποίηση στη μονάδα.

### *Ερωτηματολόγιο*

Στην ερώτηση 1.1 οι μαθητές καλούνταν σε ένα πίνακα, με 18 έμβια και άβια στοιχεία, να σημειώσουν ποια είναι φτιαγμένα από κύτταρα. Η ερώτηση αυτή αποσκοπούσε να απαντηθεί το ερευνητικό υποερώτημα 1.

Στην ερώτηση 1.2.1 «*Νομίζεις ότι υπάρχει κάποια σχέση ανάμεσα στο μυϊκό κύτταρο του ανθρώπου και σε μια αμοιβάδα;*» οι μαθητές καλούνταν να απαντήσουν με ένα ΝΑΙ ή ένα ΟΧΙ. Στη συνέχεια, αν η απάντησή τους ήταν ΝΑΙ ακολουθούσε η ερώτηση 1.2.2 όπου τους ζητούσαμε να εξηγήσουν αυτή τη σχέση και συγκεκριμένα

«σε τι μοιάζουν και σε τι διαφέρουν αυτά τα δυο». Οι παραπάνω ερωτήσεις σχετίζονται με τα ερευνητικά υποερωτήματα 1 και 2.

Στην ερώτηση 1.3 υπήρχαν δύο προτάσεις όπου οι μαθητές έπρεπε να τις χαρακτηρίσουν ως σωστές ή λάθος. Οι προτάσεις ήταν οι κάτωθι:

1.3.1 Ένα κύτταρο μόνο του μπορεί να είναι ένας οργανισμός.

1.3.2 Χρειάζονται οπωσδήποτε πολλά κύτταρα για να φτιαχτεί ένας οργανισμός.

Οι προτάσεις 1.3.1 και 1.3.2 σχετίζονται και αυτές με το ερευνητικό υποερώτημα 2.

### 4.3. Ανάλυση των δεδομένων

Προκειμένου να ποσοτικοποιήσουμε τις απαντήσεις των μαθητών, έτσι ώστε να μπορέσουμε να απαντήσουμε στο ερευνητικό ερώτημα, όπως αυτό αναφέρεται παραπάνω, καταλήξαμε σε μια συγκεκριμένη πρόταση. Την πρόταση μας αυτή θα αναλύσουμε στη συνέχεια.

#### Ερώτηση 1.1

Σε κάθε απάντηση συμβατή με το σχολικό-επιστημονικό πρότυπο δινόταν μια μονάδα και ο μαθητής που θα επεσήμανε με τικ μόνο τους ζωντανούς οργανισμούς συγκέντρωνε 13 μονάδες. Επειδή, όμως, αρκετοί μαθητές σημείωναν με τικ και ορισμένα άβια στοιχεία, μετρήσαμε, επίσης, τη συχνότητα των αναφορών για κάθε άβιο στοιχείο.

#### Ερώτηση 1.2

Η ερώτηση αυτή αποτελείτο από δύο σκέλη, το υποερώτημα 1.2.1 και το υποερώτημα 1.2.2. Στο πρώτο σκέλος (1.2.1) οι μαθητές καλούνταν να απαντήσουν με ένα ΝΑΙ ή ένα ΟΧΙ. Εάν απαντούσαν ικανοποιητικά έπαιρναν μια μονάδα. Ακολουθούσε το δεύτερο σκέλος της ερώτησης (1.2.2.) στο οποίο οι μαθητές που είχαν απαντήσει ΝΑΙ στο πρώτο σκέλος καλούνταν να το αιτιολογήσουν. Κάθε απάντηση συμβατή με το σχολικό-επιστημονικό πρότυπο έπαιρνε μια μονάδα. Η απάντηση που περίμενε κανείς να δει ήταν η εξής: «Είναι και τα δυο κύτταρα. Το μυϊκό είναι μέρος ενός πολυκύτταρου οργανισμού και η αμοιβάδα είναι ένας μονοκύτταρος οργανισμός». Οι ελλιπείς απαντήσεις εξετάζονταν και βαθμολογούνταν ανάλογα. Επομένως, μια άριστη απάντηση και στα δύο σκέλη συγκέντρωνε δύο μονάδες.

#### Ερώτηση 1.3

Την ερώτηση αυτή αποτελούσαν δύο προτάσεις. Οι μαθητές καλούνταν να τις χαρακτηρίσουν ως «σωστές» ή «λάθος» και για κάθε ικανοποιητικό χαρακτηρισμό έπαιρναν 1 μονάδα. Αν δίνονταν οι συμβατές με το σχολικό-επιστημονικό πρότυπο απαντήσεις τότε ο μαθητής συγκέντρωνε 2 μονάδες.

Οι μονάδες ανά ερώτηση και ο συνολικός αριθμός μονάδων από τις απαντήσεις τους, αν όλες οι απαντήσεις ήταν συμβατές με το σχολικό-επιστημονικό πρότυπο, παρουσιάζονται συνοπτικά στον πίνακα 1 που ακολουθεί.

Ερώτηση	Ανώτατος αριθμός μονάδων
1.1	13
1.2	2
1.3	2
<b>Σύνολο</b>	<b>17</b>

**Πίνακας 1:** Ποσοτικοποίηση απαντήσεων των μαθητών

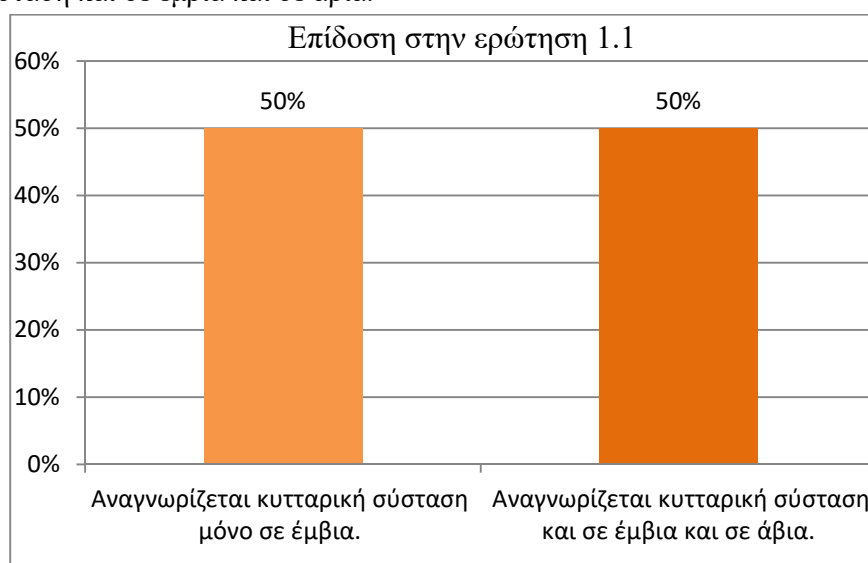
## 5. Αποτελέσματα

Για την καλύτερη ανάλυση των αποτελεσμάτων θα αναλύσουμε την επίδοση των μαθητών ανά ερώτηση.

### Ερώτηση 1.1

Στην ερώτηση 1.1 με βάση τις απαντήσεις των μαθητών μπορούμε να διακρίνουμε δύο κατηγορίες. Στην πρώτη κατηγορία αναγνωρίζεται κυτταρική σύσταση μόνο σε έμβια, ενώ στην δεύτερη κατηγορία αναγνωρίζεται κυτταρική σύσταση και σε έμβια και σε άβια.

Οι απαντήσεις των μαθητών ταξινομούνται εξίσου και στις δύο κατηγορίες (Σχήμα 1), καθώς το 50% των μαθητών (45 μαθητές) αναγνωρίζει κυτταρική σύσταση μόνο σε έμβια και το υπόλοιπο 50% (45 μαθητές) αναγνωρίζει κυτταρική σύσταση και σε έμβια και σε άβια.



Σχήμα 1: Επίδοση στην ερώτηση 1.1

Όσον αφορά την πρώτη κατηγορία, στην οποία αναγνωρίζεται από τους μαθητές κυτταρική σύσταση μόνο σε έμβια, παρουσιάζεται στον πίνακα 2 η συχνότητα αναφορών για τον κάθε οργανισμό.

Οργανισμός	Συχνότητα αναφορών
Φάλαινα	44
Άνθρωπος	43
Πιγκουίνος	43
Σκουλήκι	43
Μέδουσα	40
Πεύκο	29
Μανιτάρι	28
Μαργαρίτα	25
Μπανάνα	24
Σιτάρι	22
Αμοιβάδα	19
Βακτήριο	18
Αυγό	13

Πίνακας 2: Συχνότητα αναφορών για κάθε οργανισμό (1η κατηγορία)

Όπως βλέπουμε στον πίνακα 2 ο οργανισμός που συγκεντρώνει τις πιο πολλές αναφορές είναι η φάλαινα ενώ ακολουθούν με πολύ μικρή διαφορά ο άνθρωπος, το σκουλήκι και ο πιγκουίνος. Η μέδουσα συγκεντρώνει, επίσης, αρκετές αναφορές και ακολουθούν με λιγότερες αναφορές άλλοι οργανισμοί. Αξίζει να επισημανθεί ότι η αμοιβάδα συγκεντρώνει λίγες αναφορές, μόλις 19 ενώ, το αυγό μόλις 13.

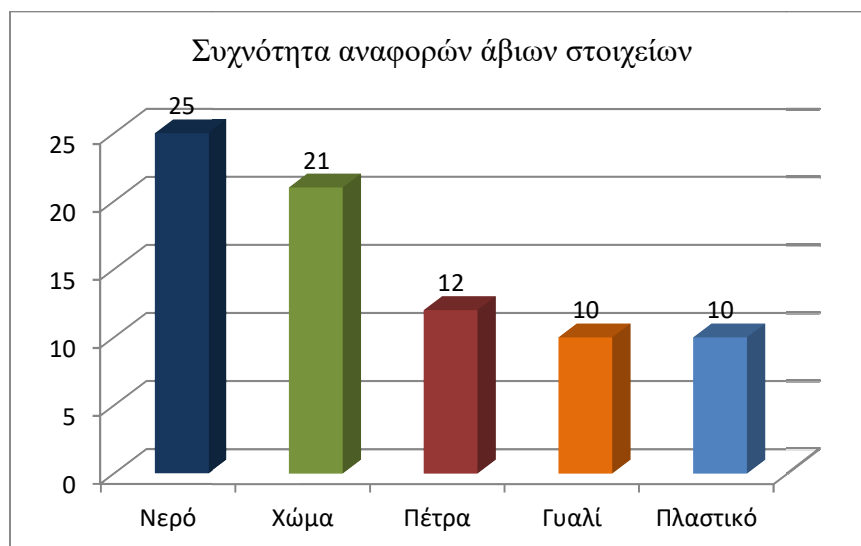
Όσον αφορά τη δεύτερη κατηγορία, στην οποία αναγνωρίζεται κυτταρική σύσταση από τους μαθητές και σε έμβια και σε άβια, παρουσιάζεται στο πίνακα 3 η συχνότητα αναφορών, επίσης, για τον κάθε οργανισμό.

Οργανισμός	Συχνότητα αναφορών
Άνθρωπος	36
Μέδουσα	30
Βακτήριο	30
Πιγκουίνος	29
Φάλαινα	29
Σκουλήκι	29
Πεύκο	27
Αυγό	26
Μανιτάρι	25
Μαργαρίτα	22
Μπανάνα	20
Αμοιβάδα	19
Σιτάρι	18

**Πίνακας 3:** Συχνότητα αναφορών για κάθε οργανισμό ( 2<sup>η</sup> κατηγορία)

Στον πίνακα 3 διαπιστώνει κανείς ότι ο άνθρωπος και η μέδουσα είναι όπως και στον πίνακα 2 στις πρώτες επιλογές των μαθητών. Αντίθετα, το βακτήριο στον πίνακα 3 εμφανίζεται με 30 αναφορές, δηλαδή πολύ περισσότερες σε σχέση με τον πίνακα 2 που συγκεντρώνει μόνο 18 αναφορές. Αξίζει να αναφερθεί ότι, μόλις 19 μαθητές αναφέρουν ότι η αμοιβάδα αποτελείται από κύτταρα, κάτι το οποίο παρατηρήθηκε και στην πρώτη κατηγορία απαντήσεων (πίνακας 2). Τέλος, το σιτάρι βρίσκεται στις τελευταίες θέσεις.

Σχετικά με τα άβια στοιχεία τα οποία συμπεριελάμβαναν στις απαντήσεις τους οι μαθητές, οι οποίοι αναγνώριζαν κυτταρική σύσταση και σε έμβια και σε άβια (50%, δηλαδή 45 μαθητές), αυτά ήταν η πέτρα, το νερό, το γυαλί, το χώμα και το πλαστικό. Αυτό δείχνει ότι δεν έχουν κατανοήσει επαρκώς ότι μόνο οι ζωντανοί οργανισμοί δομούνται από κύτταρα, και είτε απαντούν τυχαία, είτε μπορεί να μην είναι σε θέση να διακρίνουν τους έμβιους οργανισμούς από τα άβια στοιχεία. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί ένας μαθητής ο οποίος είχε σημειώσει πως όλα τα έμβια και άβια, που αναφέρονται στην ερώτηση 1.1, αποτελούνται από κύτταρα. Εδώ, αξίζει να αναφερθεί ότι στα 5 τμήματα που δόθηκε το ερωτηματολόγιο υπήρχαν μαθητές οι οποίοι ρωτούσαν τι είναι η αμοιβάδα, παρότι η αμοιβάδα είναι ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα μονοκύτταρου οργανισμού που αναφέρεται και απεικονίζεται στο βιβλίο τους.



**Σχήμα 2:** Συχνότητα αναφορών άβιων στοιχείων

Όπως φαίνεται και στο ραβδόγραμμα (σχήμα 2), πρώτο σε αναφορές έρχεται το νερό με 25 αναφορές, ακολουθεί το χώμα με 21 αναφορές, η πέτρα με 12 και τέλος, το γυαλί και το πλαστικό με 10 αναφορές το καθένα. Μεταξύ αυτών των άβιων στοιχείων υπήρχαν διάφοροι συνδυασμοί, χωρίς ωστόσο, να μπορούν να ομαδοποιηθούν κάτω από συγκεκριμένες κατηγορίες. Έτσι, μετρήθηκε η συχνότητα των αναφορών που εμφάνιζε κάθε άβιο στοιχείο.

Από τα ποσοστά των μαθητών που απαντούν σωστά αντιλαμβάνεται κανείς ότι οι μαθητές δυσκολεύονται να εντοπίσουν τους οργανισμούς που είναι φτιαγμένοι από κύτταρα. Αυτό μπορεί να σημαίνει είτε ότι δεν είναι σε θέση να διακρίνουν τα άβια στοιχεία από τους έμβιους οργανισμούς, είτε ότι δεν έχουν κατανοήσει ότι μόνο οι ζωντανοί οργανισμοί αποτελούνται από κύτταρα. Στην πρώτη περίπτωση, το πρόβλημα εντοπίζεται στην διδασκαλία του κεφαλαίου «Χαρακτηριστικά της ζωής», το οποίο προηγείται του κεφαλαίου «Το κύτταρο» και στο οποίο γίνεται λόγος για το διαχωρισμό των έμβιων και άβιων. Στη δεύτερη περίπτωση, το πρόβλημα εντοπίζεται στο κεφάλαιο «Το κύτταρο», το οποίο και αναλύουμε. Μια άλλη εξήγηση που μπορεί να δοθεί είναι ότι το νερό υπάρχει στην καθημερινότητά μας και είναι συνδεδεμένο με τη ζωή. Πίνουμε νερό κάθε μέρα, είναι απαραίτητο σε κάθε σπίτι, τα φυτά και τα ζώα χρειάζονται νερό. Ίσως, γι αυτό οι μαθητές να κατατάσσουν το νερό στα έμβια και να θεωρούν πως αποτελείται από κύτταρα. Το ίδιο μπορεί να συμβαίνει και με το χώμα, καθώς είναι απαραίτητο για να ζήσουν τα φυτά. Όσον αφορά την πέτρα, το γυαλί και το πλαστικό, αν και ανήκουν και αυτά στην καθημερινότητά μας, φαίνεται περίεργο πως όλοι αυτοί οι μαθητές που τα τσέκαραν τα θεωρούν έμβια και μας οδηγούν πάλι στο συμπέρασμα ότι δεν έχουν κατανοήσει ότι μόνο οι ζωντανοί οργανισμοί αποτελούνται από κύτταρα.

### Ερώτηση 1.2

Η ερώτηση 1.2 υπενθυμίζουμε ότι αποτελείται από δύο σκέλη (υποερώτηση. 1.2.1 και υποερώτηση.1.2.2).

Στο πρώτο σκέλος (υποερώτηση. 1.2.1) μόλις το 22% (20 μαθητές) των μαθητών απάντησε σύμφωνα με το σχολικό-επιστημονικό πρότυπο, σε αντίθεση με το υπόλοιπο 78% (70 μαθητές) που είτε απάντησε αρνητικά είτε δεν απάντησε καθόλου.

Στο δεύτερο σκέλος (υποερώτηση 1.2.2) μόνο ένας μαθητής είχε δώσει μια απάντηση η οποία πήρε 0,5 βαθμό. Συγκεκριμένα, είχε απαντήσει ότι το μυϊκό κύτταρο και η αμοιβάδα έχουν και τα δύο πυρήνα. Δεν απαντάει ξεκάθαρα ότι είναι και τα δυο κύτταρα και ότι το μυϊκό είναι μέρος ενός πολυκύτταρου οργανισμού, ενώ η αμοιβάδα είναι ένας μονοκύτταρος οργανισμός. Γι αυτό άλλωστε πήρε μόλις μισό

βαθμό. Από την απάντησή του φαίνεται ότι ίσως έχει καταλάβει πως είναι και τα δύο κύτταρα, αφού επισημαίνει πως έχουν και τα δύο πυρήνα. Δεν μπορούμε να καταλάβουμε, όμως, κάτι παραπάνω από αυτή την απάντηση. Οι περισσότεροι από τους υπόλοιπους μαθητές που απάντησαν σύμφωνα με το σχολικό-επιστημονικό πρότυπο δεν αιτιολόγησαν καν την απάντησή τους κάτι που δείχνει ότι πιθανόν να απάντησαν τυχαία. Τέσσερις ακόμη μαθητές προσπάθησαν να αιτιολογήσουν την απάντησή τους χωρίς ωστόσο να απαντήσουν ικανοποιητικά την ερώτηση.

Ορισμένες απαντήσεις υποδηλώνουν ότι οι μαθητές της συγκεκριμένης τάξης δεν κατανοούν τα όσα αναφέρονται στο βιβλίο. Ενδεικτικές απαντήσεις που αναφέρουν είναι: *«μοιάζουν διότι και η αμοιβάδα έχει μυϊκά κύτταρα αλλά διαφέρουν γιατί η αμοιβάδα είναι ζώο»*, *«μοιάζουν σε μερικά από τα συστατικά μέρη τους»*. Από τις απαντήσεις αυτές φαίνεται οι μαθητές να μην έχουν κατανοήσει ότι η αμοιβάδα είναι ένας μονοκύτταρος οργανισμός. Εδώ, αξίζει να αναφερθεί η απάντηση ενός μαθητή ο οποίος αν και είχε απαντήσει αρνητικά στο πρώτο σκέλος είχε γράψει στη συνέχεια: *«όχι, γιατί τα κύτταρα ενός ανθρώπου είναι διαφορετικά από της αμοιβάδας»*. Βέβαια, σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί ότι δεν είναι δυνατόν να γνωρίζουν τη σχέση ανάμεσα στο μυϊκό κύτταρο και την αμοιβάδα, από τη στιγμή που δεν γνωρίζουν τι είναι η αμοιβάδα.

Επίσης, οι απαντήσεις των μαθητών σε αυτή την ερώτηση επιβεβαιώνουν την άγνοια τους γενικά για το κύτταρο και τη λειτουργία του.

### *Ερώτηση 1.3*

Σε αυτή την ερώτηση υπενθυμίζουμε ότι η δεύτερη (1.3.2) πρόταση που είναι λάθος αναιρεί την πρώτη (1.3.1) που είναι σωστή.

Από τους χαρακτηρισμούς σωστό/λάθος που έδωσαν οι μαθητές στις προτάσεις 1.3.1 και 1.3.2 προκύπτουν 4 κατηγορίες. Η α' κατηγορία συγκεντρώνει το μεγαλύτερο ποσοστό, 44% του συνόλου των μαθητών (40 μαθητές), και είναι αυτοί που θεωρούν λανθασμένη την πρώτη πρόταση και σωστή τη δεύτερη. Γι' αυτούς τους μαθητές θα μπορούσε κανείς να υποστηρίξει ότι δεν έχουν κατανοήσει ότι το κύτταρο μπορεί να υπάρξει και αυτόνομο ως μονοκύτταρος οργανισμός. Η β' κατηγορία, το 26% μόλις του συνόλου των μαθητών (23 μαθητές), απάντησε σωστά χαρακτηρίζοντας την πρώτη πρόταση σωστή και την δεύτερη λάθος, αφήνοντας έτσι να φανεί ότι έχουν κατανοήσει το κύτταρο ως ένα μικρό οργανισμό. Ακολουθεί η γ' κατηγορία, που αντιπροσωπεύει το 23% των μαθητών (21 μαθητές), οι οποίοι χαρακτήρισαν και τις δύο προτάσεις σωστές και η δ' κατηγορία που αντιπροσωπεύει ένα μικρό ποσοστό μαθητών, το 7% (6 μαθητές), το οποίο σημείωσε και τις δύο προτάσεις ως λανθασμένες. Για τις δύο αυτές κατηγορίες (γ' και δ') μπορεί κανείς να σκεφτεί ότι οι μαθητές απάντησαν τυχαία, καθώς φαίνεται ότι δεν έχουν κατανοήσει τι ρωτάμε. Ίσως να μην διάβασαν καν τις προτάσεις καθώς δεν βγαίνει νόημα από τις απαντήσεις τους, εφόσον η μία απάντηση τους αναιρεί την άλλη.

## **6. Συζήτηση και συμπεράσματα**

Όπως φάνηκε από την ανάλυση των δεδομένων, οι μαθητές της συγκεκριμένης τάξης δεν έχουν κατανοήσει ότι όλοι οι ζωντανοί οργανισμοί είναι φτιαγμένοι από κύτταρα. Αυτό φαίνεται από τις επιδόσεις των μαθητών όταν τους ζητείται να διαχωρίσουν 18 έμβια και άβια, να σημειώσουν δηλαδή ποια στοιχεία είναι φτιαγμένα από κύτταρα και ποια όχι. Από την ταξινόμηση που έκαναν φάνηκε ότι οι μισοί από τους μαθητές εντοπίζουν κυτταρική σύσταση όχι μόνο στα έμβια αλλά και στα άβια.

Επίσης, είναι εμφανές, από τα αποτελέσματα της εν λόγω έρευνας, ότι οι μαθητές της συγκεκριμένης τάξης δεν έχουν κατανοήσει ότι ένα κύτταρο μπορεί να υπάρξει αυτόνομο ως μονοκύτταρος οργανισμός. Παρότι, όταν γίνεται διαχωρισμός των



πολυκύτταρων από τους μονοκύτταρους οργανισμούς, στο βιβλίο τους υπάρχει ως χαρακτηριστικό παράδειγμα μονοκύτταρου οργανισμού η αμοιβάδα, αρκετοί από αυτούς δεν φαίνεται να την γνωρίζουν. Αυτό φάνηκε, ιδιαίτερα, από τις λάθος απαντήσεις που έδωσαν όταν τους ζητήθηκε να απαντήσουν αν ένα κύτταρο μπορεί από μόνο του να είναι ένας οργανισμός ή αν χρειάζονται οπωσδήποτε πολλά κύτταρα για να φτιαχτεί ένας οργανισμός, αλλά και από το γεγονός ότι όταν τους δόθηκαν τα ερωτηματολόγια ρωτούσαν τι ακριβώς είναι η αμοιβάδα, λες και δεν είχαν ακούσει ποτέ ξανά γι' αυτήν.

Επιπλέον, επιβεβαιώνεται και από τις απαντήσεις που δίνουν όταν καλούνται να εντοπίσουν αν υπάρχει σχέση ανάμεσα στο μυϊκό κύτταρο του ανθρώπου και στην αμοιβάδα και στην περίπτωση που απαντήσουν ναι, να το αιτιολογήσουν. Συγκεκριμένα, την ερώτηση αυτή η συντριπτική πλειονότητα των μαθητών είτε την απαντά λανθασμένα, είτε δεν την απαντά καθόλου. Για όσους απάντησαν θετικά, δηλαδή, ότι υπάρχει σχέση ανάμεσα στο μυϊκό κύτταρο και την αμοιβάδα, τους ζητείτο να αιτιολογήσουν την απάντησή τους, ως έλεγχος ποιότητας της απάντησης και με στόχο τη διερεύνηση τυχαίων απαντήσεων. Το αποτέλεσμα έδειξε ότι μόνο ένας μαθητής δικαιολογεί την απάντησή του, στο σύνολο των 90 μαθητών, χωρίς ωστόσο και αυτός να δίνει μια πλήρη απάντηση. Στην απάντησή του, απλώς αναφέρει ότι «το μυϊκό κύτταρο και η αμοιβάδα έχουν και τα δύο πυρήνα».

Τελικά, από τα συμπεράσματα της παρούσας εργασίας φαίνεται, να μην έχουν επιτευχθεί οι διδακτικοί στόχοι της συγκεκριμένης ενότητας και οι συμμετέχοντες στην έρευνα μαθητές της ΣΤ΄ τάξης του δημοτικού σχολείου να μην αντιλαμβάνονται σε ένα μεγάλο ποσοστό ότι:

- κύτταρα, ένα ή περισσότερα, έχουν μόνο οι ζωντανοί οργανισμοί
- το κύτταρο είναι ο δομικός λίθος όλων των ζωντανών οργανισμών
- ένα κύτταρο μπορεί να υπάρξει αυτόνομα ως μονοκύτταρος οργανισμός
- οι οργανισμοί διακρίνονται σε μονοκύτταρους και πολυκύτταρους

Με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας συμφωνούν και αντίστοιχα αποτελέσματα προγενέστερων ερευνών. Συγκεκριμένα, οι Vijapurkar et al (2014) και Dreyfus και Jungwirth (1988, 1989) είχαν εντοπίσει την αδυναμία κατανόησης του κυττάρου ως δομικής μονάδας όλων των ζωντανών οργανισμών. Αλλά και στην έρευνα που έκαναν οι Μαυρικάκη, κ.ά (2003) είχαν διαπιστώσει ότι πολλοί μαθητές, εντοπίζουν κύτταρα μόνο στον άνθρωπο και δυσκολεύονται να διακρίνουν τους οργανισμούς σε μονοκύτταρους και πολυκύτταρους.

Η εν λόγω έρευνα φαίνεται να επιβεβαιώνει τα πορίσματα των προηγούμενων ερευνών και να θέτει το ζήτημα του τρόπου παρουσίασης της έννοιας του κυττάρου. Τόσο οι εκπαιδευτικοί (γνώσεις των ίδιων των εκπαιδευτικών, επιλογή μεθόδου διδασκαλίας κ.λπ.) όσο και τα σχολικά βιβλία (τρόπος παρουσίασης του θέματος), πιθανόν να αποτελούν κάποιους από τους παράγοντες δημιουργίας των παρανοήσεων από τους μαθητές.

Τέλος, η συγκεκριμένη έρευνα θα μπορούσε να δώσει το έναυσμα για μια σειρά άλλων ερευνών προκειμένου να διαπιστωθούν ή να επιβεβαιωθούν παράγοντες που συντελούν στην αποτελεσματική διδασκαλία και κατ' επέκταση στο τρόπο που οι μαθητές κατανοούν διάφορες έννοιες. Θα μπορούσε, για παράδειγμα, να γίνει επανάληψη της έρευνας σε διαφορετική περιοχή ή και σε πανελλαδικό επίπεδο με τα ίδια ή και με διαφορετικά ερευνητικά εργαλεία και μέσα από τη σύγκριση των αποτελεσμάτων να διαπιστωθεί η ισχύς των παραπάνω συμπερασμάτων. Επίσης, μια άλλη πρόταση είναι να σχεδιαστεί μια διδακτική παρέμβαση με βάση τα συμπεράσματα της εν λόγω έρευνας και στη συνέχεια, να διεξαχθεί μια άλλη έρευνα προκειμένου να διαπιστωθεί πόσο ισχυρές είναι οι νοητικές αναπαραστάσεις των μαθητών.

Κλείνοντας, θα λέγαμε ότι τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας θα μπορούσαν να ληφθούν υπόψη τόσο από εκπαιδευτικούς για να οργανώσουν

κατάλληλα τη διδασκαλία τους, όσο και από συγγραφείς διδακτικών βιβλίων ανάλογου περιεχομένου.

### Βιβλιογραφικές αναφορές

- Αποστολάκης, Ε., Παναγοπούλου, Ε., Σάββας, Σ., Τσαγλιώτης, Ν., Μακρή, Β., Πανταζής, Γ., Πετρέα, Κ., Σωτηρίου, Σ., Τόλιας, Β. & Τσακογέωργα, Α. (2009α). *Φυσικά ΣΤ' Δημοτικού -Ερευνώ και Ανακαλύπτω- Βιβλίο Μαθητή*. Αθήνα: ΟΕΔΒ
- Αποστολάκης, Ε., Παναγοπούλου, Ε., Σάββας, Σ., Τσαγλιώτης, Ν., Μακρή, Β., Πανταζής, Γ., Πετρέα, Κ., Σωτηρίου, Σ., Τόλιας, Β. & Τσακογέωργα, Α. (2009β). *Φυσικά ΣΤ' Δημοτικού -Ερευνώ και Ανακαλύπτω- Τετράδιο Εργασιών*. Αθήνα: ΟΕΔΒ
- Αποστολάκης, Ε., Παναγοπούλου, Ε., Σάββας, Σ., Τσαγλιώτης, Ν., Μακρή, Β., Πανταζής, Γ., Πετρέα, Κ., Σωτηρίου, Σ., Τόλιας, Β. & Τσακογέωργα, Α. (2009γ). *Φυσικά ΣΤ' Δημοτικού -Ερευνώ και Ανακαλύπτω- Βιβλίο Δασκάλου*. Αθήνα: ΟΕΔΒ
- Al- Cayyar, M. M. (2012). Structure of the cell. *General Biology* (σ.10-24). Ανακτήθηκε 11/01/2018 από [http://www.esalq.usp.br/lepse/imgs/conteudo\\_thumb/Structure-of-the-cell.pdf](http://www.esalq.usp.br/lepse/imgs/conteudo_thumb/Structure-of-the-cell.pdf)
- Ausubel, D. (1968). *Educational Psychology. A Cognitive View*. N. York: Reinhart
- Brewer, J. & Hunter, A. (1989). *Multimethod research: A synthesis of styles*. Newbury Park, CA: Sage.
- Cavas, B., & Kesercioglu, T. (2010). A qualitative study on student' understanding and misconceptions regarding the living cell. *NWSA: Education Sciences*, 5(1), 321-331. doi = {10.12739/10.12739}
- Δασκαλάκης, Ζηκίδης, Μ., Θεοδοσιάδης, Α., Κώνστας, Κ., Λυμπεροπούλου, Σ. & Σπηλιώτης, Μ. (1995). *Ερευνώ το φυσικό κόσμο. Φυσικά Ε' τάξης (δεύτερο μέρος)*. Αθήνα: ΟΕΔΒ
- Δερβίσης, Σ. (1999). *Σύγχρονη Γενική Μεθοδολογία της Διδασκαλίας – Μάθησης. Ε' Έκδοση*. Θεσσαλονίκη: έκδοση του ιδίου
- Dreyfus, A., & Jungwirth, E. (1988). The cell concept of 10th graders: curricular expectations and reality. *International Journal of Science Education*, 10(2), 221-229. <https://doi.org/10.1080/0950069880100210>.
- Dreyfus, A., & Jungwirth, E. (1989). The pupil and the living cell: a taxonomy of dysfunctional ideas about an abstract idea. *Journal of biological Education*, 23(1), 49-55. <https://doi.org/10.1080/00219266.1989.9655024>.
- Driver, R., Guesne, A., & Tiberghien, A. (1993). *Οι ιδέες των παιδιών στις φυσικές επιστήμες*. (Μτφρ. Κρητικός Θ, Σπηλιοπούλου - Παπαντωνίου Β, Σταυρόπουλος Α). Αθήνα: Τροχαλία – Ένωση Ελλήνων Φυσικών
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P. & Wood-Robinson, V. (1998). *Οικοδομώντας τις έννοιες των φυσικών επιστημών*. Αθήνα: Έκδοση Τυπωθήτω - Δαρδανός.
- Ευαγγέλου, Φ. (2007). «Το πείραμα στα σχολικά εγχειρίδια του Δημοτικού Σχολείου: «Ερευνώ τον Φυσικό Κόσμο», «Φυσικές Επιστήμες» και «Ερευνώ και Ανακαλύπτω»». *Μελέτη των εννοιών του ηλεκτρισμού, της τριβής, της τήξης και της πήξης*. Πρακτικά 2ου Εκπαιδευτικού Συνεδρίου «Γλώσσα, Σκέψη και Πράξη στην Εκπαίδευση». Ιωάννινα. Ανακτήθηκε 24/6/2018 από <http://ipeir.pde.sch.gr/educonf/2/17Afises/evaggelou/evaggelou.pdf>

- Ευαγγέλου, Φ. (2012). *Η επίδραση πραγματικών και εικονικών πειραμάτων φυσικής στη μάθηση*. (Διδακτορική Διατριβή) Ανακτήθηκε 16/02/2017 από <http://hdl.handle.net/10442/hedi/27084>.
- Flores, F., Tovar, M. E., & Gallegos, L. (2003). Representation of the cell and its processes in high school students: an integrated view. *International Journal of Science Education*, 25(2), 269-286. <https://doi.org/10.1080/09500690210126793>.
- Ζόγκζα, Β. (2009). *Θέματα Διδακτικής της Βιολογίας. Διδασκαλία και μάθηση βιολογικών εννοιών στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση*. Αθήνα: Εκδόσεις Μεταίχμιο
- Κόκκοτας, Π. (1997). *Σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών: Η εποικοδομητική προσέγγιση της διδασκαλίας και της μάθησης*. Αθήνα
- Κόμης, Β. (2008). *Εισαγωγή στη Διδακτική της Πληροφορικής*. Αθήνα: Κλειδάριθμος
- Κώτσης, Κ. & Κολοβός, Χ. (2002). «Οι εναλλακτικές αντιλήψεις των παιδιών, η εννοιολογική αλλαγή και η διάρκεια γνώσης από την διδασκαλία στο Δημοτικό στην έννοια της δύναμης». Ανακοίνωση στο 3ο Πανελλήνιο συνέδριο «Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Εφαρμογή των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση». Ανακτήθηκε 16/3/2018 από <http://www.clab.edc.uoc.gr/aestit/3rd/contributions/250.pdf>.
- Kirik, Ö. T., & Kaya, H. (2014). A Qualitative Study Concerning the 6th Grade Students' Conceptual Structures about the Cell Concept. *International Online Journal of Educational Sciences*, 6(3), 737-760. DOI: <http://dx.doi.org/10.15345/iojes.2014.03.018>
- Μαυρικάκη, Ε., Αλευριάδου, Α., Σακόγλου, Μ. & Μάνθου, Ε. (2003). «Το κύτταρο είναι κάτι σαν κρέας...». Η κατανόηση της έννοιας του κυττάρου από τους μαθητές της ΣΤ΄ τάξης του δημοτικού σχολείου. *Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών- Έρευνα και Πράξη*, (5), 14-22.
- Παπασταματίου, Ν. (2011). *Οι ιδέες των μαθητών για τις έννοιες και τα φαινόμενα των φυσικών επιστημών*. Ανακτήθηκε 25/1/2018 από <https://www.slideshare.net/npapastam/ss-9126321>
- Ραβάνης, Κ. (2003). *Εισαγωγή στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών*. Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.
- ΥΠΕΠΘ (2003). *Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών και Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών*. ΦΕΚ τ.Β΄/303/13-03-03. Ανακτήθηκε 25/11/2018 από <http://www.pi-schools.gr/download/programs/depps/fek303.pdf>
- 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. DOI 10.1007/s11165-013-9379-5
- Wikipedia «Τουρκικό εκπαιδευτικό σύστημα» Ανακτήθηκε 25/1/2018 από [http://wikipedia.qwika.com/en2el/Turkish\\_education\\_system#Elementary\\_School](http://wikipedia.qwika.com/en2el/Turkish_education_system#Elementary_School)
- Φιλίππιδου, Ε. (2014). «Ιστορία του τουρκικού εκπαιδευτικού συστήματος και απόψεις των πανεπιστημιακών για τη διδασκαλία της ιστορίας: ιδεολογία και κριτική» (Διδακτορική Διατριβή). Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών (ΕΚΠΑ). Σχολή Επιστημών Αγωγής. Τμήμα Παιδαγωγικό Δημοτικής Εκπαίδευσης. Τομέας Επιστημών της Αγωγής