ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Έρευνα για την Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία

Τόμ. 4, Αρ. 2 (2024)

13ο Πανελλήνιο Συνέδριο ΕΝΕΦΕΤ, Ειδικό Τεύχος

Οι Μικροοργανισμοί στα Βιβλία Βιολογίας Γυμνασίου της Κύπρου

Γεώργιος Αμπατζίδης, Κωνσταντίνος Κορφιάτης

doi: 10.12681/riste.37677

Βιβλιογραφική αναφορά:

Αμπατζίδης Γ., & Κορφιάτης Κ. (2024). Οι Μικροοργανισμοί στα Βιβλία Βιολογίας Γυμνασίου της Κύπρου. *Έρευνα για την Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία*, *4*(2), 1–14. https://doi.org/10.12681/riste.37677

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** EKT | **Πρόσβαση:** 27/02/2026 00:18:02

Έρευνα για την Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία
Ειδικό Τεύχος, 13ο Πανελλήνιο Συνέδριο, (2025), Τόμος 5, Αρ. 2, σελ. 1-14

Οι Μικροοργανισμοί στα Βιβλία Βιολογίας Γυμνασίου της Κύπρου

Γεώργιος Αμπατζίδης[1] και Κωνσταντίνος Κορφιάτης[2]
[1] Επίκουρος Καθηγητής, Παιδαγωγικό Τμήμα Προσχολικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
[2] Καθηγητής, Τμήμα Επιστημών της Αγωγής, Πανεπιστήμιο Κύπρου
gampatzidis@uth.gr

Περίληψη

Μια ολοκληρωμένη εικόνα των μικροοργανισμών είναι σημαντική για να αντιληφθούν οι μαθητές/τριες τη σημασία τους στα βιολογικά συστήματα και τον επεκτεινόμενο ρόλο τους στη βιομηχανία και την τεχνολογία. Ωστόσο, η έρευνα δείχνει ότι πολλοί/ές μαθητές/τριες εκφράζουν εναλλακτικές ιδέες για πτυχές όπως η μορφολογία και το μέγεθός τους, και τους αντιλαμβάνονται αποκλειστικά ως βλαβερούς για τους άλλους οργανισμούς. Λαμβάνοντας υπόψη πως τα σχετικά σχολικά βιβλία καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό τη διδασκαλία και μάθηση των φυσικών επιστημών στην τάξη, εξετάσαμε τα σχολικά βιβλία βιολογίας γυμνασίου της Κύπρου. Οι παράγραφοι στις οποίες αναφέρονται μικροοργανισμοί (138) κωδικοποιήθηκαν από τους δύο συγγραφείς σε αμοιβαία αποκλειόμενες κατηγορίες με ικανοποιητική συμφωνία μεταξύ τους. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης έδειξαν ότι (α) στις περισσότερες περιπτώσεις οι μικροοργανισμοί αναφέρονται σε σχέση με την υγεία και (β) οι περιπτώσεις στις οποίες παρουσιάζονται με αρνητικό τρόπο υπερισχύουν των περιπτώσεων στις οποίες παρουσιάζονται με θετικό τρόπο. Συζητούνται σχετική βιβλιογραφία και πιθανές επιπτώσεις.

Λέξεις κλειδιά: ανάλυση σχολικών βιβλίων, γυμνάσιο, Κύπρος, μικρόβια, μικροοργανισμοί.

Abstract

Understanding microorganisms is crucial for grasping their significance in biological systems and their expanding role in industry and technology. Yet, research indicates that many students hold alternative ideas about aspects such as their morphology and size, and perceive them solely as harmful. Educators argue for highlighting their diverse and beneficial roles in human life, aiming for a conceptual shift in science education. Considering the fact that science textbooks determine largely what is learned about science in classroom, we explored biology textbooks for gymnasium in Cyprus in regards with the presence of microorganisms. Paragraphs mentioning microorganisms (138) were coded by both authors in mutually exclusive categories with satisfactory inter-rater agreement. Analysis results show that (a) in most cases microorganisms are mentioned in relation to health, and (b) the instances where

microorganisms are presented in negative ways outweigh the instances where microorganisms are presented in positive ways. Relevant literature and possible implications are discussed.

Key words: Cyprus, gymnasium, microbes, microorganisms, textbook analysis.

Εισαγωγή

Η έρευνα των ιδεών των μαθητών/τριών σχετικά με τους μικροοργανισμούς δείχνει ότι συχνά διατυπώνουν εναλλακτικές ιδέες αναφορικά με πτυχές όπως το μέγεθος και η μορφή τους, τα μέρη που εντοπίζονται και η δραστηριότητά τους (Bandiera, 2007· Byrne, 2011· Faccio et al., 2013· Jee et al., 2015· Jones & Rua, 2006· Prokop et al., 2016· Ruiz-Gallardo & Paños, 2018· Špernjak et al., 2023). Για παράδειγμα, αναφορικά με τη μορφή και το μέγεθός τους, η Nagy (1953) διερεύνησε τις αντιλήψεις μαθητών/τριών από 5 έως 10 ετών και ανέφερε πως αντιλαμβάνονταν τους μικροοργανισμούς ως (α) έντομα (μικρές μύγες) (β) αυτό που «μας κάνει άρρωστους» και (γ) σκόνη ή δηλητήριο. Ακόμα, αρκετοί/ές μαθητές/τριες απεικόνισαν τους οργανισμούς ως αφηρημένα αντικείμενα όπως μικρές τελείες ή μικρούς κύκλους, αλλά περισσότεροι/ες από τους/ις μισούς/ές μαθητές/τριες δήλωσαν πως δεν μπορούσαν να απεικονίσουν τους μικροοργανισμούς. Σε μια έρευνα με μαθητές/τριες προσχολικής εκπαίδευσης, οι μικροοργανισμοί απεικονίστηκαν με αποσπασματικό τρόπο ή ως πλάσματα με ανθρωπόμορφα ή ζωόμορφα χαρακτηριστικά (Ergazaki et al., 2010). Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με εκείνα της έρευνας των Mafra et al. (2021), στην οποία η διερεύνηση των σχεδίων 187 μαθητών/τριών έδειξε πως η πλειονότητα απεικόνισε τους μικροοργανισμούς με ανθρωπόμορφα ή ζωόμορφα χαρακτηριστικά ενώ τα περισσότερα σχέδια είχαν στοιχεία που έδειχναν πως οι μαθητές/τριες αντιλαμβάνονταν τους μικροοργανισμούς ως κακούς. Επιπλέον, η Byrne (2011) διερεύνησε τις ιδέες 458 μαθητών/τριών ηλικίας 7, 11 και 14 ετών σχετικά με τους μικροοργανισμούς και ανέφερε ότι συχνά τα σχέδια των μαθητών/τριών απεικόνιζαν τους μικροοργανισμούς ζωόμορφους ή με αποσπασματικό τρόπο. Σε μια άλλη μελέτη οι Byrne et al. (2009) ανέφεραν πως σχεδόν οι μισοί/ές από τους/ις μαθητές/τριες 7 ετών και το 18% των μαθητών/τριών ηλικίας 11 και 14 ετών που συμμετείχαν σχεδίασαν τους μικροοργανισμούς με ανθρωπόμορφη εξωτερική εμφάνιση.

Όσον αφορά τα μέρη όπου εντοπίζονται μικροοργανισμοί, η Bandiera (2007) σημείωσε ότι, όταν ρωτήθηκαν μαθητές/τριες 11-14 ετών για την παρουσία μικροοργανισμών σε εσωτερικούς χώρους, οι μισοί/ές από τους/ις ερωτώμενους/ες ανέφεραν πως μικροοργανισμοί υπάρχουν σε συγκεκριμένα δωμάτια του σπιτιού – κυρίως στην τουαλέτα και την κουζίνα – ενώ όταν ρωτήθηκαν για την παρουσία μικροοργανισμών σε εξωτερικούς χώρους, οι περισσότεροι/ες ανέφεραν πως βρίσκονται πάνω στα φυτά και στο γρασίδι. Ακόμα, η Bandiera (2007) υπογράμμισε πως το 5% των μαθητών/τριών που ρωτήθηκαν απάντησαν πως μικροοργανισμοί υπάρχουν παντού. Στην ίδια έρευνα, οι μαθητές/τριες ρωτήθηκαν εάν οι μικροοργανισμοί μπορούν να βρεθούν σε ένα υγιές ανθρώπινο σώμα και το 38% απάντησαν

πως οι υγιείς άνθρωποι είναι απαλλαγμένοι από μικροοργανισμούς. Σε αντίστοιχη ερώτηση (πού υπάρχουν μικροοργανισμοί;) στη μελέτη της Byrne (2011) οι μαθητές/τριες ηλικίας 7-14 ετών επικεντρώθηκαν κυρίως στο ανθρώπινο σώμα. Άλλα μέρη όπου μπορούν να βρεθούν μικροοργανισμοί σύμφωνα με τους/ις μαθητές/τριες ήταν βρώμικα μέρη όπως απορρίμματα, κάδοι σκουπιδιών και χώμα. Πολλοί/ες μαθητές/τριες θεώρησαν επίσης τους σωλήνες αποχέτευσης και τους σωρούς κομποστοποίησης βρώμικα και ανθυγιεινά μέρη τα οποία επίσης περιέχουν μεγάλο αριθμό μικροοργανισμών. Ακόμα, όταν οι μαθητές/μαθήτριες προσχολικής ηλικίας που συμμετείχαν στην έρευνα των Ergazaki et al. (2010) ρωτήθηκαν σχετικά με τα μέρη βρίσκονται οι μικροοργανισμοί, οι περισσότεροι/ες μαθητές/τριες απάντησαν πως βρίσκονται στο ανθρώπινο σώμα (π.χ. στόμα, μύτη, δόντια) ή στο εξωτερικό περιβάλλον (π.χ. δρόμος, φυτά, έδαφος, σκόνη).

Οι Byrne et al. (2009) σημείωσαν πως σε ερώτηση σχετική με τη δραστηριότητα των μικροοργανισμών οι μαθητές/τριες που συμμετείχαν στην έρευνά τους ανέφεραν με μεγαλύτερη συχνότητα την ανάπτυξη ασθενειών στον άνθρωπο. Συγκεκριμένα, όλοι/ες οι μαθητές/τριες 7 ετών και η μεγάλη πλειονότητα των μαθητών/τριών 11 και 14 ετών που συμμετείχαν στις συνεντεύξεις εξέφρασαν την ιδέα πως οι μικροοργανισμοί είναι απειλή για τους ανθρώπους. Στην έρευνα της Byrne (2011), οι μαθητές/τριες διατύπωσαν παρόμοιες ιδέες και φάνηκε να έχουν αρνητικές αντιλήψεις για τους μικροοργανισμούς, ιδιαίτερα αναφορικά με τον κίνδυνο που αντιπροσωπεύουν για την ανθρώπινη υγεία. Τέλος, εκφράσεις όπως «προκαλούν αρρώστιες» και «δημιουργούν προβλήματα» αναφέρθηκαν από πολλούς/ές μαθητές/τριες σχετικά με τη δραστηριότητα των μικροοργανισμών που βρίσκονται στο ανθρώπινο σώμα. Οι συμμετέχοντες/ουσες μαθητές/τριες (5-10 ετών) της έρευνας της Nagy (1953) ανέφεραν πως οι μικροοργανισμοί «προκαλούν αρρώστιες» και «δημιουργούν προβλήματα» όταν βρίσκονται στο ανθρώπινο σώμα. Τέλος οι Ergazaki et al. (2010) ανέφεραν πως η λέξη «μικροοργανισμός» συσχετίσθηκε κυρίως με την υγεία και την έλλειψη καθαριότητας από τους/ις μαθητές/τριες προσχολικής ηλικίας της έρευνά τους. Συγκεκριμένα, όταν ζητήθηκε από τους/ις μαθητές/τριες να περιγράψουν τι σκέφτονται όταν ακούν τη λέξη «μικροοργανισμός», 28 από τους/ις 35 αναφέρθηκαν σε ασθένεια, μετάδοση ασθενειών ή κανόνες υγιεινής (πλύσιμο των χεριών ή βούρτσισμα των δοντιών).

Οι περισσότεροι/ες μαθητές/τριες (28 από τους/ις 35) προσχολικής ηλικίας που συμμετείχαν στην έρευνα των Ergazaki et al. (2010) δήλωσαν πως οι μικροοργανισμοί είναι κακοί. Οι Byrne και Grace (2010) υποστήριξαν πως οι αντιλήψεις των μαθητών/τριών 11 ετών που συμμετείχαν στην έρευνά τους ήταν κυρίως επικεντρωμένες σε αρνητικά στοιχεία της δραστηριότητας των μικροοργανισμών. Ανέφεραν ότι οι μαθητές/τριες είχαν σημαντικά περισσότερες γνώσεις για τον ρόλο των μικροοργανισμών στις ασθένειες και την αποσύνθεση των τροφίμων παρά στην παραγωγή τροφίμων ή την υγεία. Αντίστοιχα αποτελέσματα ανέφεραν και οι Carvalho et al. (2018): διερευνώντας τις ιδέες 439 μαθητών/τριών 10-13 ετών επεσήμαναν πως η σχέση μικροοργανισμών και ασθενειών αναφέρθηκε από πολύ περισσότερους/ες μαθητές/τριες συγκριτικά με τη σχέση των μικροοργανισμών με την παραγωγή

τροφίμων ή φαρμάκων. Η έλλειψη γνώσης των μαθητών/τριών για τις θετικές πτυχές της δράσης των μικροοργανισμών είναι ανησυχητική, καθώς μια ολοκληρωμένη αντίληψη των μικροοργανισμών θεωρείται πολύ σημαντική προκειμένου (α) οι μαθητές/τριες να κατανοήσουν τους ρόλους των μικροοργανισμών στα βιολογικά συστήματα και τη χρήση τους στην τεχνολογία και τη βιομηχανία και (β) να αντιμετωπιστεί η συνήθως αρνητική εικόνα που έχουν οι μαθητές/τριες για τους μικροοργανισμούς.

Έτσι, φαίνεται ότι (α) οι μαθητές/τριες εκφράζουν σε σημαντικό βαθμό εναλλακτικές ιδέες για τους μικροοργανισμούς οι οποίες συχνά σχετίζονται με μια αρνητική αντίληψη για τη δράση τους – κυρίως αναφορικά με τον κίνδυνο που αντιπροσωπεύουν για την ανθρώπινη υγεία – και (β) είναι εξαιρετικά σημαντικό για τους/ις μαθητές/τριες να αναπτύξουν κατανόηση των θετικών ρόλων των μικροοργανισμών. Στην προσπάθεια οικοδόμησης κατανόησης για τους μικροοργανισμούς στο πλαίσιο της σχολικής εκπαίδευσης σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν τα σχολικά βιβλία. Η δομή και το περιεχόμενο των σχολικών βιβλίων είναι κρίσιμα για την προώθηση των διδακτικών στόχων του προγράμματος σπουδών, καθώς τα σχολικά βιβλία καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό το τι μπορούν οι εκπαιδευτικοί να διδάξουν και τι μπορούν οι μαθητές/τριες να μάθουν (Chiappetta & Koballa, 2002· Okeeffe, 2012). Εστιάζοντας στις φυσικές επιστήμες, οι Abd-El-Khalick et al. (2008) υποστήριξαν πως τα σχολικά βιβλία φαίνεται να επηρεάζουν περισσότερο από ό,τι θα ήθελαν οι εκπαιδευτικοί τη διδασκαλία και μάθηση. Ακόμα, οι Weiss et al. (2001) σημείωσαν ότι το 90% των εκπαιδευτικών στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση στις Ηνωμένες Πολιτείες χρησιμοποιεί τα σχολικά βιβλία ως την κύρια πηγή για τον σχεδιασμό και τη διενέργεια του μαθήματος καθώς και την ανάθεση εργασιών για το σπίτι.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, αποφασίσαμε να διερευνήσουμε τα κυπριακά βιβλία βιολογίας του γυμνασίου σχετικά με τις αναπαραστάσεις των μικροοργανισμών. Η Δευτεροβάθμια (ή Μέση) Εκπαίδευση στην Κύπρο χωρίζεται σε δύο τριετείς κύκλους, το Γυμνάσιο και το Λύκειο. Η φοίτηση είναι υποχρεωτική μέχρι την ηλικία των 15 ετών, δηλαδή μέχρι την αποφοίτηση από το Γυμνάσιο. Εστιάζοντας στο Γυμνάσιο, η Βιολογία διδάσκεται και στις τρεις τάξεις (δύο ώρες/εβδομάδα στην Α' Γυμνασίου, μία ώρα/εβδομάδα στη Β' γυμνασίου και δύο ώρες/εβδομάδα στη Γ' Γυμνασίου), ενώ όλα τα δημόσια σχολεία της Κύπρου ακολουθούν το ίδιο αναλυτικό πρόγραμμα και χρησιμοποιούν τα ίδια σχολικά βιβλία, τα οποία διανέμονται από το Υπουργείο Παιδείας, Αθλητισμού και Νεολαίας. Αναφορικά με το αναλυτικό πρόγραμμα, οι στόχοι του καθορίζονται με βάση τους επονομαζόμενους Δείκτες Επάρκειας και Επιτυχίας. Για παράδειγμα, στην Α' Γυμνασίου ένας Δείκτης Επάρκειας αφορά την απόκτηση πολύ βασικών γνώσεων ονοματολογίας και ταξινόμησης των μικροοργανισμών. Στη Β' Γυμνασίου περιγράφονται οι εξής Δείκτες Επάρκειας: «Ασθένειες δοντιών: μικροβιακή πλάκα, τερηδόνα, ουλίτιδα, απόστημα», «Μικρόβια + ζάχαρη = οξέα τα οποία καταστρέφουν την αδαμαντίνη και προκαλούν τερηδόνα», «Λευκά αιμοσφαίρια: καταπολεμούν τα μικρόβια, κυρίως, με φαγοκυττάρωση, και παράγουν αντισώματα». Τέλος, στη Γ' Γυμνασίου, τάξη στην οποία υπάρχει ξεχωριστό και μεγάλο κεφάλαιο για τον

κόσμο των μικροοργανισμών, έχουν τεθεί Δείκτες Επιτυχίας όπως: «Οι μαθητές/τριες να μπορούν να εξηγούν τι είναι οι μικροοργανισμοί και να κατανοούν ότι ως ζωντανοί οργανισμοί παρουσιάζουν τις λειτουργίες της ζωής», «Οι μαθητές/τριες να μπορούν να διατυπώνουν ερευνητικά ερωτήματα και υποθέσεις που αφορούν στο πώς πρέπει να πλένουμε τα χέρια μας για να αποφύγουμε τη μετάδοση μικροβίων», «Οι μαθητές/τριες να μπορούν να κάνουν παρατηρήσεις/μετρήσεις, να εξάγουν αποτελέσματα και συμπεράσματα των πειραμάτων που αφορούν στο πώς να αποφύγουμε τη μετάδοση μικροβίων», «Οι μαθητές/τριες να μπορούν να εκτιμούν και να τεκμηριώνουν τη σημασία της υγιεινής και της πρόληψης ασθενειών» και έχουν διατυπωθεί Δείκτες Επάρκειας όπως: «Μικροοργανισμοί ή μικρόβια είναι μικροσκοπικοί ζωντανοί οργανισμοί, οι οποίοι δεν είναι ορατοί με γυμνό μάτι. Μπορούμε να τους δούμε μόνο με τη βοήθεια του μικροσκοπίου», «Εντοπισμός παραγόντων για μέτρηση ή ανίχνευση και εξαγωγή συμπεράσματος που να αφορά στο πώς πρέπει να πλένουμε τα χέρια μας για να αποφύγουμε τη μετάδοση μικροβίων», «Καταγραφή παρατηρήσεων/μετρήσεων, με ακρίβεια, για εξαγωγή αποτελεσμάτων έγκυρων πειραμάτων που αφορούν στο πώς πρέπει να πλένουμε τα χέρια μας για να αποφύγουμε τη μετάδοση μικροβίων», «Συνήθειες που βοηθούν στη φροντίδα και υγιεινή του οργανισμού μας και σχετίζονται με τα μικρόβια» (Υπουργείο Παιδείας, Αθλητισμού και Νεολαίας, 2019).

Στόχος της έρευνας είναι αφενός να συμβάλλει στη βιβλιογραφία σχετικά με το πώς οι μαθητές σκέφτονται και μαθαίνουν για τους μικροοργανισμούς και αφετέρου να αναδειχθούν ομοιότητες και διαφορές με τις αναπαραστάσεις των μικροοργανισμών στα ελληνικά βιβλία βιολογίας όπως αναφέρονται στην εργασία των Ampatzidis και Armeni (2024). Το κοινωνικό-πολιτισμικό πλαίσιο της Κύπρου έχει μεγάλες ομοιότητες με αυτό της Ελλάδας ωστόσο τα κυπριακά βιβλία διαφέρουν σημαντικά στη δομή καθώς έχουν δημιουργηθεί με στόχο να προωθούν τη συνεργασία των μαθητών/τριών και περιλαμβάνουν μεγάλο αριθμό δραστηριοτήτων και ερωτημάτων προς διερεύνηση ενώ τα κομμάτια θεωρίας είναι πολύ περιορισμένα. Το ερευνητικό ερώτημα που διατυπώνεται είναι το εξής: Πώς παρουσιάζονται οι μικροοργανισμοί στα κυπριακά βιβλία βιολογίας του γυμνασίου;

Μεθοδολογία

Στο πλαίσιο της συγκεκριμένης μελέτης, διερευνήσαμε τα κυπριακά βιβλία βιολογίας του γυμνασίου τα οποία διατίθενται σε ηλεκτρονική μορφή από την ιστοσελίδα του Υπουργείου Παιδείας, Αθλητισμού και Νεολαίας της Κύπρου. Συγκεκριμένα, η διερεύνηση αφορούσε τα παρακάτω βιβλία:

1. Βιολογία Α΄ Γυμνασίου - Βιβλίο Δραστηριοτήτων (Μπάιτελμαν κ.ά., 2012)
2. Βιολογία Β΄ Γυμνασίου - Βιβλίο Δραστηριοτήτων (Μπάιτελμαν κ.ά., 2015)
3. Βιολογία Γ΄ Γυμνασίου - Βιβλίο Δραστηριοτήτων (Μπάιτελμαν κ.ά., 2017)

Ο πρώτος συγγραφέας εντόπισε στα τρία βιβλία όλες τις περιπτώσεις που αναφέρονται οι λέξεις «μικρόβιο» και «μικροοργανισμός» στους δύο αριθμούς και σε όλες τις πτώσεις (πχ.

μικροβίου, μικροβίων, μικροοργανισμοί, μικροοργανισμούς κλπ.). Μέρος της ανάλυσης ήταν και παράγωγες λέξεις ή σύνθετες λέξεις με ρίζα τη λέξη «μικρόβιο» ή τη λέξη «μικροοργανισμός» (π.χ. μικροβιολογικός, αντιμικροβιακός). Αντικείμενο της ανάλυσης αποτέλεσε το πλήρες κείμενο των βιβλίων εκτός από τους τίτλους των ενοτήτων και τις λεζάντες των εικόνων. Κάθε παράγραφος που περιείχε τη λέξη «μικροοργανισμός» ή/και τη λέξη «μικρόβιο» τουλάχιστον μία φορά προσδιορίστηκε ως μονάδα ανάλυσης. Σημειώνεται πως η έρευνά μας ενδέχεται να μην περιλαμβάνει όλες τις περιπτώσεις αναφοράς των μικροοργανισμών στα σχολικά βιβλία που διερευνήσαμε, καθώς τα αποτελέσματα μας περιορίζονται από τη μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε για τη συλλογή των δεδομένων μας. Για παράδειγμα, αν και εντοπίσαμε όλες τις περιπτώσεις εμφάνισης των λέξεων «μικροοργανισμός» και «μικρόβιο» στους δύο αριθμούς και σε όλες τις πτώσεις, δεν εντοπίσαμε τις περιπτώσεις κατά τις οποίες αναφέρονται συγκεκριμένα τάξα (π.χ. βακτήρια, μύκητες) ή ονόματα συγκεκριμένων ειδών μικροοργανισμών (π.χ. *E. coli*). Η επιλογή αυτή έγινε για να είναι συγκρίσιμα τα αποτελέσματά μας με εκείνα της έρευνας των Ampatzidis και Armeni (2024) στην οποία ακολουθήθηκε η ίδια τεχνική εντοπισμού των μικροοργανισμών στα ελληνικά βιβλία βιολογίας.

Οι 138 παράγραφοι που εντοπίστηκαν κωδικοποιήθηκαν σε αμοιβαία αποκλειόμενες κατηγορίες βασισμένες στο σχήμα των Ampatzidis και Armeni (2024) το οποίο αναπτύχθηκε με πληροφορίες από ένα παλαιότερο σχήμα κωδικοποίησης των Mafra και Lima (2009). Όπως φαίνεται στον Πίνακα 1, το σχήμα κωδικοποίησης αποτελείται από 4 κατηγορίες και 6 υποκατηγορίες:

Πίνακας 1. Σχήμα κωδικοποίησης

Μικροοργανισμοί ως μέρος της ζωής	**Μικροοργανισμοί και υγεία**	**Μικροοργανισμοί και τροφή**	**Μικροοργανισμοί στη βιομηχανία και την τεχνολογία**
Ποικιλομορφία των μικροοργανισμών	Μικροοργανισμοί ως παθογόνα του ανθρώπου	Μικροοργανισμοί στην παραγωγή τροφής	Μικροοργανισμοί στην παραγωγή εμβολίων και ορών
Φυσιολογία των μικροοργανισμών	Μικροοργανισμοί ως μέρος του ανθρώπινου μικροβιώματος		

- Οι μικροοργανισμοί ως μέρος της ζωής: Το κείμενο αναφέρεται (α) στην ποικιλομορφία των μικροοργανισμών, και (β) σε στοιχεία της φυσιολογίας των μικροοργανισμών.
- Μικροοργανισμοί και υγεία: Το κείμενο αναφέρεται στους μικροοργανισμούς ως (α) παθογόνα του ανθρώπου, και (β) μέρος του ανθρώπινου μικροβιώματος.
- Μικροοργανισμοί και τροφή: Το κείμενο αναφέρεται στον ρόλο των μικροοργανισμών στην παραγωγή τροφής (πχ. ζύμες).
- Μικροοργανισμοί στη βιομηχανία και την τεχνολογία: Το κείμενο αναφέρεται στον ρόλο των μικροοργανισμών στην παραγωγή εμβολίων/ορών.

Οι παράγραφοι συγκεντρώθηκαν σε ένα φύλλο εργασίας και κωδικοποιήθηκε ανεξάρτητα το σύνολο των εγγραφών με τη συμφωνία μεταξύ των ανεξάρτητων κωδικοποιήσεων να είναι περίπου 92%.

Αποτελέσματα

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 2, στην πλειονότητα των περιπτώσεων οι μικροοργανισμοί αναφέρονται σε σχέση με την υγεία (90/138). Συγκεκριμένα, σε 88/138 παραγράφους οι μικροοργανισμοί αναφέρονται ως παθογόνοι. Για παράδειγμα, στο βιβλίο-1 αναφέρεται: «*Είναι λάθος η αντίληψη ότι η γυναίκα δεν θα πρέπει να πλένεται κατά την περίοδο (έμμηνη ρύση). Τόσο το πλύσιμο ολοκλήρου του σώματος, όσο και των ευαίσθητων περιοχών, εμποδίζει την ανάπτυξη μικροβίων και λοιμώξεων. Από πλευράς καθαριότητας, είναι πολύ σημαντικό οι ευαίσθητες περιοχές της γυναίκας, όπως η περιοχή των γεννητικών οργάνων, να διατηρούνται καθαρές. Ιδιαίτερα στις μέρες της έμμηνης ρύσης, πρέπει να γίνεται συχνή αλλαγή της σερβιέτας και καθημερινό μπάνιο. Όταν η καθαριότητα λείπει, άχρηστες ουσίες μαζεύονται στο δέρμα και στα εσώρουχα προκαλώντας την κακοσμία της περιοχής. Τα μικρόβια μπορεί να δημιουργήσουν μολύνσεις στο δέρμα και στα γεννητικά όργανα*» Μπάιτελμαν κ.ά., 2012, σ. 292). Επίσης, στο βιβλίο-3 αναφέρεται: «*Το δέρμα των χεριών μας εκκρίνει μια λιπαρή ουσία που ονομάζεται σμήγμα. Το σμήγμα βοηθά στο να διατηρείται το δέρμα μας υγρό και να μην ξηραίνεται και επιπλέον παρεμποδίζει τη διείσδυση των μικροβίων στον οργανισμό. Από την άλλη όμως, αυτή η λιπαρή ουσία παρέχει ένα εξαίρετο υπόστρωμα για τους μικροοργανισμούς, που πολλαπλασιάζονται και τους επιτρέπει να «κολλήσουν» στο δέρμα μας. Πλένοντας τα χέρια μας τακτικά, αφαιρούμε τους μικροοργανισμούς που συλλέγουμε από το περιβάλλον (σπίτι, σχολείο, κήπος, κατοικίδια ζώα, τρόφιμα, κ.λπ.). Μερικοί από αυτούς τους μικροοργανισμούς μπορούν να μας προκαλέσουν ασθένειες*» (Μπάιτελμαν κ.ά., 2017. σ. 41).

Πίνακας 2. Συχνότητες των κατηγοριών αναπαράστασης των μικροοργανισμών

Κατηγορίες	**Συχνότητες**	**Υποκατηγορίες**	**Συχνότητες**
Μικροοργανισμοί και υγεία	90	Μικροοργανισμοί ως παθογόνα του ανθρώπου	88
		Μικροοργανισμοί ως μέρος του ανθρώπινου μικροβιώματος	2
Μικροοργανισμοί ως μέρος της ζωής	34	Ποικιλομορφία των μικροοργανισμών	18
		Φυσιολογία των μικροοργανισμών	16
Μικροοργανισμοί στην βιομηχανία και την τεχνολογία	10	Μικροοργανισμοί στην παραγωγή εμβολίων και ορών	10
Μικροοργανισμοί και τροφή	4	Μικροοργανισμοί στην παραγωγή τροφής	4

Σε 2/138 παραγράφους οι μικροοργανισμοί αναφέρονται ως μέρος του ανθρώπινου μικροβιώματος. Οι συγκεκριμένες παράγραφοι περιλαμβάνονται στο βιβλίο-2 και στο βιβλίο-3 και είναι οι παρακάτω, αντίστοιχα: «*Οι ευδιάλυτες φυτικές ίνες αποικοδομούνται από τη μικροβιακή χλωρίδα του χοντρού εντέρου (βακτήρια του χοντρού εντέρου). Στη συνέχεια, οι ουσίες που δημιουργούνται μπορούν να διαπεράσουν τα τοιχώματα του εντέρου και να εισέλθουν στην κυκλοφορία του αίματος. Έχει διαπιστωθεί ότι οι ουσίες αυτές βοηθούν στην ελάττωση της απορρόφησης των λιπιδίων των τροφών, βοηθούν στη μείωση της χοληστερόλης (είδος λιπιδίου) στο αίμα με συνέπεια να μειώνεται ο κίνδυνος για καρδιοπάθειες*» Μπάιτελμαν κ.ά., 2015, σ. 29) και «*Ξενιστής: Ένας οργανισμός του οποίου το σώμα προσφέρει τροφή και προστασία σε κάποιον άλλο οργανισμό. Για παράδειγμα, ο άνθρωπος αποτελεί ξενιστή για πολλούς μικροοργανισμούς, οι οποίοι ζουν στο σώμα του χωρίς να του προκαλούν βλάβη (για παράδειγμα το βακτήριο E. coli που σε φυσιολογικές συνθήκες ζει στο έντερο και αναπτύσσει συμβιωτική σχέση με αυτόν)*» (Μπάιτελμαν κ.ά., 2017, σ. 288).

Η δεύτερη πιο δημοφιλής κατηγορία είναι η «Μικροοργανισμοί ως μέρος της ζωής». Πιο συγκεκριμένα, 18/138 παράγραφοι εστιάζουν στην ποικιλομορφία των μικροοργανισμών. Τα παρακάτω είναι σχετικά αποσπάσματα από το βιβλίο της γ γυμνασίου (βιβλίο-3): «*Να παρακολουθήσετε την πολυμεσική παρουσίαση με τίτλο «Το μέγεθος των μικροβίων» και να καταγράψετε κατά σειρά μεγέθους από το μικρότερο στο μεγαλύτερο τις τέσσερις (4) κατηγορίες μικροοργανισμών που δίνονται με αλφαβητική σειρά: βακτήρια, ιοί, μονοκύτταροι μύκητες, πρωτόζωα*» Μπάιτελμαν κ.ά., 2017, σ. 19), «*Να ετοιμάσετε ένα παρασκεύασμα (Α)*

από τους μικροοργανισμούς που αναπτύχθηκαν στο τρυβλίο σας και να τους παρατηρήσετε στο μικροσκόπιο. (β) Να παρατηρήσετε ένα έτοιμο παρασκεύασμα (Β) που σας δίνεται. (γ) Να σχεδιάσετε στους πιο κάτω κύκλους αυτό που παρατηρείτε στο οπτικό πεδίο του μικροσκοπίου, σε κάθε περίπτωση, και να το περιγράψετε. (δ) Να αναγνωρίσετε την κατηγορία μικροβίου που βρίσκεται σε κάθε παρασκεύασμα» (Μπάιτελμαν κ.ά., 2017, σ. 42).

Επιπλέον, 16/138 παράγραφοι αναφέρονται σε στοιχεία της φυσιολογίας των μικροοργανισμών. Παρακάτω αναφέρονται δύο παραδείγματα από το βιβλίο-3: «*Στον πιο κάτω πίνακα, δίνονται οι κύκλοι ζωής των μικροοργανισμών. Να μελετήσετε στη Στήλη Β τον τρόπο που λειτουργεί ο κάθε μικροοργανισμός και να αντιστοιχίσετε την κάθε περιγραφή με τον αντίστοιχο κύκλο ζωής του στη Στήλη Α*» Μπάιτελμαν κ.ά., 2017, σ. 21) και «*Στον πιο κάτω πίνακα, περιγράφονται οι λειτουργίες που παρουσιάζουν οι μικροοργανισμοί. Να διαβάσετε, προσεκτικά, την κάθε περιγραφή και να ονομάσετε την αντίστοιχη λειτουργία. Στη συνέχεια, να συμπληρώσετε τις παρακάτω προτάσεις, όπως το παράδειγμα*» (Μπάιτελμαν κ.ά., 2017, σ. 17).

Επιπρόσθετα, σε 10/138 παραγράφους γίνεται αναφορά στον ρόλο των μικροοργανισμών στην βιομηχανία και την τεχνολογία (παραγωγή εμβολίων και ορών). Για παράδειγμα, στο βιβλίο-3 αναφέρεται: «*Εκτός από τη φυσική ανοσία (παραγωγή αντισωμάτων μετά από την πρώτη φυσική προσβολή από μικρόβια) υπάρχει και η τεχνητή ανοσία που επιτυγχάνεται με εμβόλια και αντιορούς. Τα εμβόλια περιέχουν νεκρά ή ανενεργά μικρόβια ή ακόμη και τμήματα των μικροβίων (από τα οποία θέλουμε να προστατευτούμε)*» (Μπάιτελμαν κ.ά., 2017, σ. 57) και: «*Οι αντι-οροί περιέχουν έτοιμα αντισώματα, τα οποία έχουν απομονωθεί από το αίμα ζώων που εμβολιάσθηκαν με συγκεκριμένα μικρόβια. Χορηγούνται για άμεση αλλά προσωρινή άμυνα του οργανισμού εφόσον ο οργανισμός έχει προσβληθεί από επικίνδυνο μικρόβιο για το οποίο δεν προηγήθηκε εμβολιασμός (π.χ. χορήγηση αντιτετανικού ορού για το μικρόβιο του τετάνου)*» (Μπάιτελμαν, κ.ά., 2017, σ. 57).

Τέλος, σε 4/138 παραγράφους σημειώνεται ο ρόλος των μικροοργανισμών στην παραγωγή τροφής. Σχετικά αποσπάσματα από το βιβλίο-3 είναι τα παρακάτω: «*Όπως έχετε, ήδη, μάθει, δεν είναι όλοι οι μικροοργανισμοί παθογόνοι και βλαβεροί, αλλά υπάρχουν πάρα πολλοί που είναι χρήσιμοι και απαραίτητοι για τη ζωή και τις διάφορες δραστηριότητες του ανθρώπου. Για παράδειγμα, εδώ και χιλιάδες χρόνια ο άνθρωπος χρησιμοποιεί μικροοργανισμούς για την παραγωγή χρήσιμων προϊόντων, όπως το κρασί, το τυρί και το ψωμί. Σήμερα, με την εφαρμογή των γνώσεων που έχουν αποκτηθεί από τη μελέτη των μικροοργανισμών, παράγονται πολλά χρήσιμα προϊόντα σε ευρεία κλίμακα και αναπτύσσονται πρακτικές που βελτιώνουν το βιοτικό επίπεδο του ανθρώπου*» Μπάιτελμαν κ.ά., 2017, σ. 47) και «*Είναι επίσης γνωστός από τη μέθοδο που ανακάλυψε για να αποτρέπεται το ξίνισμα του γάλακτος. Η μέθοδος αυτή πήρε το όνομά του και ονομάζεται παστερίωση. Ο Παστέρ απέδειξε επιπλέον ότι η διαδικασία που είναι γνωστή ως ζύμωση οφείλεται στη δράση μικροοργανισμών*» (Μπάιτελμαν κ.ά., 2017, σ. 58).

Συζήτηση

Η διερεύνηση τριών βιβλίων βιολογίας γυμνασίου της Κύπρου έδειξε πως οι μικροοργανισμοί αναφέρονται τις περισσότερες φορές σε σχέση με την υγεία. Συγκεκριμένα, 90/138 παραγράφοι που αναφέρουν τη λέξη «μικροοργανισμός» ή/και τη λέξη «μικρόβιο» αφορούν τη σχέση των μικροοργανισμών με την υγεία, είτε ως παθογόνα του ανθρώπου είτε ως μέρος του ανθρώπινου μικροβιώματος. Η δεύτερη πιο δημοφιλής κατηγορία, η οποία αφορά 34/138 παραγράφους, αναφέρεται στους μικροοργανισμούς ως μέρος της ζωής (στοιχεία που αφορούν την ποικιλομορφία και τη φυσιολογία των μικροοργανισμών) ενώ λίγες παράγραφοι αφορούν τη σχέση των μικροοργανισμών με τη βιομηχανία και την τεχνολογία (συνεισφορά των μικροοργανισμών στην παραγωγή εμβολίων και ορών: 10/138) και τον ρόλο των μικροοργανισμών στην παραγωγή τροφίμων (4/138).

Ακόμα, η διερεύνηση των βιβλίων βιολογίας γυμνασίου της Κύπρου έδειξε πως οι μικροοργανισμοί παρουσιάζονται με αρνητικό ρόλο σε 88/138 παραγράφους (υποκατηγορία: «Μικροοργανισμοί ως παθογόνα του ανθρώπου»), ενώ παρουσιάζονται με θετικό ρόλο σε 16/138 παραγράφους (υποκατηγορίες: «Μικροοργανισμοί ως μέρος του ανθρώπινου μικροβιώματος», «Μικροοργανισμοί στην παραγωγή τροφής» και «Μικροοργανισμοί στην παραγωγή εμβολίων και ορών»). Ακόμα, υπάρχουν 34/138 παράγραφοι στις οποίες οι μικροοργανισμοί δεν εμφανίζονται ούτε με θετικό ούτε με αρνητικό πρόσημο (υποκατηγορίες: «Ποικιλομορφία των μικροοργανισμών» και «Φυσιολογία των μικροοργανισμών»). Αντίστοιχα συμπεράσματα προέκυψαν και στην έρευνα των Ampatzidis και Armeni (2024) σχετικά με την παρουσία των μικροοργανισμών στα σχολικά βιβλία της Ελλάδας. Φαίνεται, δηλαδή, πως τα βιβλία που χρησιμοποιούνται για τη διδασκαλία της βιολογίας στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση και των φυσικών επιστημών στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση στην Ελλάδα και τα βιβλία που χρησιμοποιούνται για τη διδασκαλία της βιολογίας στο γυμνάσιο στην Κύπρο έχουν κοινά χαρακτηριστικά ως προς την παρουσία των μικροοργανισμών, με βασικότερα το γεγονός πως (α) αναφέρονται συχνά στους αρνητικούς ρόλους των μικροοργανισμών, και (β) υποβαθμίζουν τη συζήτηση των θετικών τους ρόλων (πχ. στην υγεία και τη βιομηχανία/τεχνολογία).

Από την άλλη πλευρά, η έρευνα για τις πηγές πληροφόρησης των μαθητών/τριών για τους μικροοργανισμούς δείχνει πως το σχολείο διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην οικοδόμηση σχετικής κατανόησης από τους/ις μαθητές/τριες. Για παράδειγμα, διερευνώντας τις απόψεις 836 μαθητών/τριών δημοτικού σχολείου για την κύρια πηγή πληροφόρησής τους σχετικά με τους μικροοργανισμούς, οι Karadon και Şahin (2010) ανέφεραν πως για το 21,1% των μαθητών/τριών η κύρια πηγή σχετικής γνώσης ήταν το σχολείο. Αντίστοιχα, οι μισοί/ές από τους/ις συμμετέχοντες/ουσες (15-16 ετών) στην έρευνα της Simonneaux (2000) ανέφεραν πως η γνώση τους για τους μικροοργανισμούς προέρχεται από τα μαθήματα του σχολείου. Συνεπώς, θεωρώντας πως τα σχολικά βιβλία αντικατοπτρίζουν τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών στην τάξη και με δεδομένη τη σημασία του σχολείου για την οικοδόμηση γνώσης για τους μικροοργανισμούς από τους/ις μαθητές/τριες, φαίνεται πως η έρευνά

μας υποδεικνύει συγκεκριμένες ενέργειες που θα μπορούσαν να γίνουν αναφορικά με τα βιβλία που χρησιμοποιούνται στην Κύπρο για τη διδασκαλία της βιολογίας στο γυμνάσιο, προκειμένου να βελτιωθεί η διδασκαλία και η μάθηση των μικροοργανισμών.

Η Simard (2023) υποστήριξε ότι η εκπαίδευση θα πρέπει να υπογραμμίσει τη σημασία που έχουν οι μικροοργανισμοί στη ζωή των ανθρώπων και τον ρόλο τους στο οικοσύστημα και τη βιομηχανία. Η εννοιολογική αλλαγή προς μια αναπαράσταση των μικροοργανισμών που ενσωματώνει την ποικιλομορφία τους και τη θετική δραστηριότητά τους φαίνεται πως αποτελεί σημαντικό στόχο για τη διδασκαλία και μάθηση της βιολογίας. Ο συγκεκριμένος στόχος είναι πολύ σημαντικός και ταυτόχρονα αποτελεί πρόκληση για την εκπαίδευση στη σημερινή συγκυρία, καθώς η πανδημία της COVID-19 φαίνεται να έχει επηρεάσει τις αντιλήψεις των μαθητών/τριών για τους μικροοργανισμούς (Assante & Candel, 2020· Idoiaga et al., 2020). Η παγκόσμια δημόσια σφαίρα κατακλύστηκε από προειδοποιήσεις σχετικά με τους κινδύνους μόλυνσης και μετάδοσης, καθώς και προληπτικά μέτρα όπως η κοινωνική αποστασιοποίηση, το πλύσιμο των χεριών, η καθαριότητα ή η χρήση προστατευτικής μάσκας από τις πρώτες ημέρες της ανάδειξης της COVID-19 το 2020 (Zou & Tang, 2021). Οι μαθητές/τριες όλων των ηλικιών έχουν εκτεθεί σε μεγάλο βαθμό στις επιπτώσεις του ιού SARS-CoV-2 (απολύμανση, κοινωνική αποστασιοποίηση, μεγάλος όγκος πληροφοριών για θανάτους, νοσηλευόμενους, κυβερνητικά μέτρα κλπ.) στην οικογενειακή και κοινωνική (συμπεριλαμβανομένου του σχολείου) σφαίρα (Mukherjee, 2021· Waller et al., 2021). Όσον αφορά τη σωματική και ψυχική υγεία, οι μαθητές/τριες φαίνεται πως επηρεάστηκαν δυσανάλογα σε σχέση με άλλες κατηγορίες πληθυσμού (Garcia de Avila et al., 2020). Οι περιορισμοί που τους επιβλήθηκαν, καθώς και οι τροποποιήσεις στις συνήθειες και τις πρακτικές των οικογενειών τους, είχαν ένα σημαντικό ψυχολογικό αντίκτυπο πάνω τους, το οποίο φαίνεται να έχει οδηγήσει σε πιο έντονες αναπαραστάσεις των μικροοργανισμών ως «εχθρών» (Bonoti et al., 2022) ή «πάντα κακών» (Ergazaki et al., 2010). Η ενίσχυση των ήδη αρνητικών ιδεών για τους μικροοργανισμούς και μία ταύτιση των μικροοργανισμών με τον κορονοϊό (Karayanni et al., 2024) θεωρείται αναμενόμενη, κάτι που κάνει πιο σημαντική την ανάγκη συστηματικής προώθησης μιας πιο ισορροπημένης αναπαράστασης των μικροοργανισμών, και κατά συνέπεια αλλαγές και προσθήκες στα σχολικά βιβλία, ώστε να αναδεικνύονται οι επωφελείς λειτουργίες τους.

Βιβλιογραφία

Μπάιτελμαν, Α., Χατζηχαμπής, Α., & Μαππούρας, Δ. (2012). *Βιολογία Α' Γυμνασίου*. Παιδαγωγικό Ινστιτούτο Κύπρου. ISBN: 978-9963-0-4764-2.

Μπάιτελμαν, Α., Χατζηχαμπής, Α., Παρασκευά - Χατζηχαμπή, Δ., & Μαππούρας, Δ. (2015). *Βιολογία Β' Γυμνασίου*. Παιδαγωγικό Ινστιτούτο Κύπρου. ISBN: 978-9963-0-4765-9.

Μπάιτελμαν, Α., Χατζηχαμπής, Α., Παρασκευά - Χατζηχαμπή, Δ., & Μαππούρας, Δ. (2017). *Βιολογία Γ' Γυμνασίου*. Παιδαγωγικό Ινστιτούτο Κύπρου. ISBN: 978-9963-54-141-6.

Υπουργείο Παιδείας, Αθλητισμού και Νεολαίας (2019). *Αναθεωρημένοι Δείκτες Επιτυχίας–Επάρκειας*. https://www.moec.gov.cy/analytika_programmata/programmata_spoudon.html

Abd-El-Khalick, F., Waters, M., & Le, A.-P. (2008). Representations of nature of science in high school chemistry textbooks over the past four decades. *Journal of Research in Science Teaching*, *45*(7), 835-855. https://doi.org/10.1002/tea.20226

Ampatzidis, G., & Armeni, A. (2024). Friends or foes? Microorganisms in Greek school textbooks. In K. Korfiatis, M. Grace, & M. Hammann (Eds.), *Shaping the future of biological education research: Selected papers from the ERIDOB 2022 conference* (pp. 93-103). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-44792-1_7

Assante, G. M., & Candel, O. S. (2020). Students' Views on the Covid-19 pandemic: Attitudes, Representations, and Coping Mechanisms. *Postmodern Openings*, *11*(4), Article 4. https://doi.org/10.18662/po/11.4/240

Bandiera, M. (2007). Micro-organisms: Everyday Knowledge Predates and Contrasts with School Knowledge. In R. Pintó & D. Couso (Eds.), *Contributions from Science Education Research* (pp. 213-224). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5032-9_16

Bonoti, F., Christidou, V., & Papadopoulou, P. (2022). Children's conceptions of coronavirus. *Public Understanding of Science*, *31*(1), 35-52. https://doi.org/10.1177/09636625211049643

Byrne, J. (2011). Models of Micro□Organisms: Children's knowledge and understanding of micro□organisms from 7 to 14 years old. *International Journal of Science Education*, *33*(14), 1927-1961. https://doi.org/10.1080/09500693.2010.536999

Byrne, J., & Grace, M. (2010). Using a Concept Mapping Tool with a Photograph Association Technique (CoMPAT) to Elicit Children's Ideas about Microbial Activity. *International Journal of Science Education*, *32*(4), 479-500. https://doi.org/10.1080/09500690802688071

Byrne, J., Grace, M., & Hanley, P. (2009). Children's anthropomorphic and anthropocentric ideas about micro-organisms. *Journal of Biological Education*, *44*(1), 37-43. https://doi.org/10.1080/00219266.2009.9656190

Carvalho, G. S., Mafra, P., & Lima, N. (2018). Children's Conceptions About Microorganisms and Health. In O. E. Finlayson, E. McLoughlin, S. Erduran & P. Childs (Eds.), *Electronic Proceedings of the ESERA 2017 Conference. Research, Practice and Collaboration in Science Education, Part 16 (co-ed. P. Kariotoglou & T. Russell)* (pp. [2022–2129]). Dublin, Ireland: Dublin City University. ISBN: 978-1-873769-84-3.

Chiappetta, E. L., Koballa, T. R., & Collette, A. T. (2002). *Science instruction in the middle and secondary schools*. Prentice Hall. ISBN: 978-0133752427.

Ergazaki, M., Saltapida, K., & Zogza, V. (2010). From Young Children's Ideas about Germs to Ideas Shaping a Learning Environment. *Research in Science Education*, *40*(5), 699-715. https://doi.org/10.1007/s11165-009-9140-2

Faccio, E., Costa, N., Losasso, C., Cappa, V., Mantovani, C., Cibin, V., Andrighetto, I., & Ricci, A. (2013). What programs work to promote health for children? Exploring beliefs on microorganisms and on food safety control behavior in primary schools. *Food Control*, *33*(2), 320-329. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.03.005

Garcia de Avila, M. A., Hamamoto Filho, P. T., Jacob, F. L. da S., Alcantara, L. R. S., Berghammer, M., Jenholt Nolbris, M., Olaya-Contreras, P., & Nilsson, S. (2020). Children's Anxiety and Factors Related to the COVID-19 Pandemic: An Exploratory Study Using the Children's Anxiety Questionnaire and the Numerical Rating Scale. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(16), Article 16. https://doi.org/10.3390/ijerph17165757

Idoiaga, N., Berasategi, N., Eiguren, A., & Picaza, M. (2020). Exploring Children's Social and Emotional Representations of the COVID-19 Pandemic. *Frontiers in Psychology*, *11*. https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2020.01952

Jee, B. D., Uttal, D. H., Spiegel, A., & Diamond, J. (2015). Expert–novice differences in mental models of viruses, vaccines, and the causes of infectious disease. *Public Understanding of Science*, *24*(2), 241-256. https://doi.org/10.1177/0963662513496954

Jones, M. G., & Rua, M. J. (2006). Conceptions of Germs: Expert to Novice Understandings of Microorganisms. *Electronic Journal for Research in Science & Mathematics Education*, *10*(3). https://ejrsme.icrsme.com/article/view/7741

Karadon, H. D., & Şahin, N. (2010). Primary school students' basic knowledge, opinions and risk perceptions about microorganisms. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *2*(2), 4398-4401. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.700

Karayanni, H., Motsiou, E., Sapountzi, V., Meggou, L., Pagkoutsou, M., Triantafyllidi, A., Markouti, A.-K., Zervou, S., Anastasopoulos, S., & Efthimiou, G. (2024). Microbes and us: Microbiology literacy in Greece. *FEMS Microbiology Letters*, fnae008. https://doi.org/10.1093/femsle/fnae008

Mafra, P., Caravalho, G. S., & Lima, N. (2021). Model of Access to Children's Previous Ideas about Microorganisms. In G. S. Carvalho, A. S. Afonso & Z. Anastácio (Eds.), *Fostering scientific citizenship in an uncertain world (Proceedings of ESERA 2021), Part 1* (co-ed. A. S. Alfonso & M. Malgieri), (pp. 8-12). Braga: CIEC, University of Minho. ISBN: 978-972-8952-82-2.

Mafra, P., & Lima, N. (2009). The microorganisms in the Portuguese national curriculum and primary school textbooks. In A. Mendez-Vilas (Ed.), *Current research topics in applied microbiology and microbial biotechnology* (pp. 625-629). World Scientific. ISBN: 978-981-283-755-4.

Mukherjee, U. (2021). Rainbows, Teddy Bears and 'Others': The Cultural Politics of Children's Leisure Amidst the COVID-19 Pandemic. *Leisure Sciences*, *43*(1-2), 24-30. https://doi.org/10.1080/01490400.2020.1773978

Nagy, M. H. (1953). The Representation of "Germs" by Children. *The Pedagogical Seminary and Journal of Genetic Psychology*, *83*(2), 227-240. https://doi.org/10.1080/08856559.1953.10534089

Okeeffe, L. (2013). A framework for textbook analysis. *International Review of Contemporary Learning Research, 2*(1),1-13. http://dx.doi.org/10.12785/IRCLR/020101

Prokop, P., Fančovičová, J., & Krajčovičová, A. (2016). Alternative Conceptions about Microorganisms are Influenced by Experiences with Disease in Children. *Journal of Biological Education*, *50*(1), 61-72. https://doi.org/10.1080/00219266.2014.1002521

Ruiz-Gallardo, J.-R., & Paños, E. (2018). Primary school students' conceptions about microorganisms. Influence of theoretical and practical methodologies on learning. *Research in Science & Technological Education*, *36*(2), 165-184. https://doi.org/10.1080/02635143.2017.1386646

Simard, C. (2023). Microorganism education: Misconceptions and obstacles. *Journal of Biological Education*, *57*(2), 308-316. https://doi.org/10.1080/00219266.2021.1909636

Simonneaux, L. (2000). A study of pupils' conceptions and reasoning in connection with "microbes", as a contribution to research in biotechnology education. *International Journal of Science Education, 22*(6), 619-644. https://doi.org/10.1080/095006900289705

Špernjak, A., Jug Puhmeister, A., & Šorgo, A. (2023). Public opinions and knowledge about microorganisms. *Research in Science & Technological Education*, *41*(2), 800-818. https://doi.org/10.1080/02635143.2021.1952407

Waller, R., Powell, T., Rodriguez, Y., Corbett, N., Perlstein, S., White, L. K., Barzilay, R., & Wagner, N. J. (2021). The Impact of the COVID-19 Pandemic on Children's Conduct Problems and Callous-Unemotional Traits. *Child Psychiatry & Human Development*, *52*(6), 1012-1023. https://doi.org/10.1007/s10578-020-01109-y

Weiss, I. R., Banilower, E. R., McMahon, K. C., & Smith, P. S. (2001). *Report of the 2000 national survey of science and mathematics education*. Horizon Research. https://www.horizon-research.com/NSSME/2000-nssme/report-of-the-2000-national-survey-of-science-and-mathematics-education

Zou, W., & Tang, L. (2021). What do we believe in? Rumors and processing strategies during the COVID-19 outbreak in China. *Public Understanding of Science*, *30*(2), 153-168. https://doi.org/10.1177/0963662520979459