

Πανελλήνιο Συνέδριο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 14, Αρ. 2 (2026)

Πρακτικά 14ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

ΠΡΑΚΤΙΚΑ

14^ο

**ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ
ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
και ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ στην ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ**

Διδασκαλία και Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες
στην Εποχή της Τεχνητής Νοημοσύνης: Έρευνες, Καινοτομίες και Πρακτικές

Στην μνήμη της Άννας Σπύριου



12-14 Απριλίου 2025

**ΥΠΟ ΤΗΝ ΑΙΓΙΔΑ
ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ, ΔΠΘ
ΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ, ΔΠΘ**

Εργαστήριο Διδακτικής της Φυσικής & Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας,
Τμήμα Φυσικής, Σχολή Θετικών Επιστημών,
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

synedrio2025.enepht.gr



Οι Επιστημονικές Διαμάχες του Louis Pasteur ως Πλαίσιο Διδασκαλίας και Μάθησης

Χρήστος Καψάλης, Παναγιώτης Σκευάκης, Μάρθα Γεωργίου

doi: [10.12681/codiste.9805](https://doi.org/10.12681/codiste.9805)

Οι Επιστημονικές Διαμάχες του Louis Pasteur ως Πλαίσιο Διδασκαλίας και Μάθησης

Χρήστος Καψάλης¹, Παναγιώτης Σκευάκης² και Μάρθα Γεωργίου³

¹Μεταπτυχιακός Φοιτητής, ^{2,3}Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό,

^{1,2,3}Τμήμα Βιολογίας, ³Μουσείο Ζωολογίας,

^{1,2,3}Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

¹chriskap@biol.uoa.gr, ²skevpana@biol.uoa.gr, ³martgeor@biol.uoa.gr

Περίληψη

Ο Louis Pasteur αποτελεί εμβληματική προσωπικότητα στην ιστορία της βιολογίας. Το έργο του έθεσε νέα θεμέλια στον τρόπο που αντιλαμβανόμαστε σήμερα τον κόσμο. Πρωτοπόρησε μέσω των ερευνών του ενώ ήρθε σε προστριβές με πολλούς επιστήμονες. Η παιδαγωγική-διδακτική αξιοποίηση αυτών των συγκρούσεων θα μπορούσε να συνεισφέρει ώστε οι μαθητές να αποκτήσουν μία ολιστική εικόνα για την επιστήμη. Η παρούσα εργασία παρουσιάζει τρεις προτάσεις αξιοποίησης των διαμαχών του Pasteur με σκοπό τη διδασκαλία επιστημονικών εννοιών και ζητημάτων που θίγονται μέσω των συγκεκριμένων διαμαχών.

Λέξεις κλειδιά: Louis Pasteur, διδακτικό εργαλείο, επιστημονική διαμάχη, ιστορία της επιστήμης

The Scientific Disputes of Louis Pasteur as a Framework for Teaching and Learning Purposes

Christos Kapsalis¹, Panagiotis Skevakis² and Martha Georgiou³

¹Postgraduate Student, ^{2,3}Laboratory Teaching Staff,

^{1,2,3}Department of Biology, ³Museum of Zoology,

^{1,2,3}National and Kapodistrian University of Athens

¹chriskap@biol.uoa.gr, ²skevpana@biol.uoa.gr, ³martgeor@biol.uoa.gr

Abstract

Louis Pasteur is an iconic figure in the history of biology. His work laid new foundations in the way we understand the world today. He pioneered through his research while coming into friction with many scientists. Pedagogical-didactic utilization of these conflicts could contribute to students gaining a holistic view of science. This paper presents three proposals for utilizing Pasteur's conflicts in order to teach scientific concepts and issues raised through these conflicts.

Keywords: Louis Pasteur, teaching tool, scientific controversy, history of science

Εισαγωγή

Η πεποίθηση ότι η μάθηση της επιστήμης πρέπει να συνοδεύεται από τη μάθηση για την επιστήμη είναι βασική για τη διδασκαλία. Μέσα από σενάρια και πειραματικές διαδικασίες οι μαθητές μπορούν να εκτιμήσουν την επιστήμη με αξιοποίηση της ιστορίας και της επιστημολογίας. Η χρήση των επιστημονικών διαμαχών μπορεί να αποτελέσει ένα εργαλείο διδασκαλίας, που μπορεί να βελτιώσει τη διδασκαλία των επιστημών μέσω της υιοθέτησης μιας πλουραλιστικής μεθοδολογίας, ενώ η απόκτηση γνώσεων μέσα από τη ζωή και το έργο των επιστημόνων κάνει την ανθρώπινη διάσταση πιο εμφανή, καθιστώντας την επιστήμη πιο

ελκυστική για τους μαθητές ενώ ταυτόχρονα αναδεικνύεται η φύση της επιστήμης (Stefanidou & Vlachos, 2011).

Η επιστημονική διαμάχη με τη χρονικά παρατεταμένη φύση της και της συμμετοχή της επιστημονικής κοινότητας σε αυτή, αποκτά τόσο ιστορικό όσο και δημόσιο χαρακτήρα. Επίσης, η σύγκρουση των επιστημονικών αξιώσεων την καθιστά ως ένα γεγονός από το οποίο μπορεί να αντληθεί γνώση. Έτσι, η συνισταμένη όλων των παραπάνω δυνάμεων που ασκούνται σε μία επιστημονική διαμάχη έχει σαν απόρροια να ωθείται η επιστήμη στα επόμενα εξελικτικά της βήματα (Narasimhan, 2001).

Μια σε βάθος συζήτηση πάνω σε μια επιστημονική διαμάχη μέσα στην τάξη αποτελεί έναν από τους καλύτερους τρόπους για την αξιοποίηση του περιορισμένου χρόνου, που μπορούν οι εκπαιδευτικοί να διαθέσουν για τη χρήση της ιστορίας της επιστήμης στη διδασκαλία. Η μελέτη μιας επιστημονικής διαμάχης μπορεί να έχει θετικά αποτελέσματα στη διδασκαλία με πολλούς τρόπους. Κατ'αρχάς, η συζήτηση πάνω σε ιδέες του παρελθόντος, που δεν είναι πια αποδεκτές, μπορεί να αποκαλύψει τις αντιλήψεις των μαθητών, που αποτελούν σημαντικά επιστημολογικά εμπόδια και πρέπει να ξεπεραστούν μέσα από τη διδασκαλία (Gil & Solbes, 1993)

Ακόμη η μελέτη περιστατικών επιστημονικών διαμαχών ενισχύει την καλλιέργεια κριτικής σκέψης των εκπαιδευομένων και τους προσφέρει τα εφόδια για τη λήψη αποφάσεων σχετικά με επίκαιρες επιστημονικές διαμάχες διαμορφώνοντάς τους σε ενεργούς πολίτες (Σκορδούλης κ.ά., 2008). Επιπλέον, η προβολή μιας επιστημονικής έννοιας από διαφορετικές οπτικές γωνίες μπορεί να διευκολύνει την κατανόηση της (Kipnis, 2001).

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η καταγραφή των επιστημονικών διαμαχών του Louis Pasteur ως ιστορικών πηγών όπως και ορισμένων προτάσεων αξιοποίησής τους ως διδακτικού εργαλείου για τη διδασκαλία βιολογικών εννοιών καθώς έχει διαπιστωθεί ήδη ότι τα σχολικά εγχειρίδια Βιολογίας περιλαμβάνουν πολύ περιορισμένες ιστορικές αναφορές (Γκάτση κ.ά., 2023).

Οι διαμάχες του Pasteur συνοπτικά

Louis Pasteur – Antoine Bechamp: Η διαμάχη αυτή αφορά τις πρώτες αναφορές για ζυμώσεις από ζωντανούς μικροοργανισμούς καθώς και τις κατηγορίες του Pasteur εναντίον του Antoine Bechamp για λογοκλοπή. Το 1855 ο Antoine Bechamp προσπαθεί να εντοπίσει την αιτία της ιμβερτοποίησης (υδρόλυσης) της σακχαρόζης σε φρουκτόζη και γλυκόζη αναρωτώμενος αν για το φαινόμενο αυτό ευθύνεται το νερό ή κάποιο άλλο αίτιο. Στα πειράματα του παρατηρεί ότι σε διαλύματα σακχαρόζης με όξινο περιβάλλον δεν συμβαίνει διάσπαση αυτής αλλά σε διαλύματα χωρίς όξινο παράγοντα συμβαίνει με παράλληλη εμφάνιση μούχλας, γεγονός το οποίο και αγνοεί. Το 1858 όμως έρχεται με άρθρο του να αναθεωρήσει τα προηγούμενα πορίσματα του αναφέροντας ότι η υδρόλυση της σακχαρόζης είναι αποτέλεσμα μιας “πραγματικής ζύμωσης” από ζωντανά κύτταρα και μάλιστα σε διαλύματα άνευ πρωτεϊνικού υλικού.

Η διαμάχη τους ξεκινά το 1862 σε μία επιστημονική συνάντηση με τον Pasteur να διεκδικεί την προτεραιότητα της συγκεκριμένης ανακάλυψης. Το 1872 ο Bechamp υποστηρίζει στην Ακαδημία Επιστημών ότι έχει την πρωτοκαθεδρία στον εντοπισμό αυτού του ευρήματος, ενώ το 1881 ο Pasteur τον κατηγορεί δημόσια για λογοκλοπή στο Διεθνές Ιατρικό Συνέδριο του Λονδίνου. Ο Bechamp το 1883 αναφέρει πως σε ένα έργο του 1876, ο αντίπαλός του προσπάθησε να τον καταστρέψει ολοκληρωτικά υποστηρίζοντας ότι οι αλλαγές στις απόψεις του συνέβησαν μεταξύ της πρώτης του εργασίας του 1855 και των δημοσιευμένων του σημειώσεων το 1858, δηλαδή κατόπιν των δημοσιεύσεων του στην Ακαδημία το 1857. Ο ίδιος έκανε λόγο για τη ύπαρξη αναφοράς των ευρημάτων του στο *Memoire* του το 1857, έργο το οποίο δεν υπάρχει. Η αναφορά αυτή εμφανίζεται για πρώτη φορά τον Ιανουάριο του 1858 σε άλλο δικό του έργο χωρίς όμως να αναγράφεται η ημερομηνία συγγραφής της. (Manchester, 2007).

Louis Pasteur – Félix Archimède Pouchet: Η διαμάχη μεταξύ των δύο επιστημόνων περιστρέφεται γύρω από την έννοια της αυτόματης γένεσης. Το 1858 ο Felix Archimede Pouchet παρουσιάζει στην Ακαδημία Επιστημών του Παρισιού τα αποτελέσματα πειραμάτων του, που υποστήριζαν τη θεωρία της αυτόματης γένεσης. Ακολούθησε την ίδια μεθοδολογία με προγενέστερα πειράματα (των Needham και Spallanzani) με σχετικές τροποποιήσεις. Η Ακαδημία εξέφρασε την σθεναρή αντίθεσή της με τα δεδομένα, που απέδωσε ο Pouchet με τους κριτικούς να αμφιβάλλουν για την ακεραιότητά τους.

Η αντιπαράθεση μεταξύ Pasteur και Pouchet ξεκινά τον Φεβρουάριο του 1859 όταν ο πρώτος παρουσίασε τα αποτελέσματα των ερευνών του πάνω στη γαλακτική ζύμωση στην Ακαδημία υποστηρίζοντας ότι διαψεύδουν την ιδέα της ετερογένεσης. Το Μάρτιο του ίδιου έτους, η Ακαδημία ανακοινώνει ότι το βραβείο “Prix Alhumbert” για το 1862 θα απονεμηθεί σε εκείνον που με τα αρτιότερα πειράματα θα έριχνε φως στο ζήτημα την αυτόματης γένεσης, γι αυτό το σκοπό δημιουργείται πενταμελής επιτροπή από την Ακαδημία.

Τα επόμενα χρόνια (1860-1861) οι δυο αντίπαλοι κοινοποιούν στην Ακαδημία πληθώρα ερευνητικών πληροφοριών. Εξέτασαν εκτεταμένα τη σκόνη του αέρα, με τον Pasteur να οργανώνει πειράματα που θα αναδείξουν την μικροβιακή θεωρία ενώ παράλληλα εντοπίζει πηγές σφαλμάτων στα πειράματα που διεξήγαγε ο αντίπαλος του.

Στο βασικό πείραμά του, ο Pasteur πραγματοποίησε δειγματοληψία αέρα σε διάφορα υψόμετρα της γαλλικής υπαίθρου υπό τη λογική ότι αν τα μικρόβια αποτελούν μικρές οντότητες που διασπείρονται τυχαία στον αέρα τότε θα ήταν πιθανή η παρουσία σημείων όπου ο αέρας δεν φέρει τέτοιο φορτίο, επομένως δεν θα υπάρξει περαιτέρω ανάπτυξη μικροοργανισμών αλλά θα περιέχεται η, κατά τον αντίπαλο του, γενεσιουργός δύναμη. Συνέλεξε 20 δείγματα από τρία σημεία της γαλλικής υπαίθρου με τη βοήθεια σφραγισμένων φιαλών με εσωτερική υποπίεση. Τα αποτελέσματά του ανέδειξαν ότι όσο αυξανόταν το υψόμετρο τόσο μικρότερη ανάπτυξη μικροοργανισμών παρατηρούσε στις φιάλες. Ο Pouchet έπειτα από το ποιοτικό και ποσοτικό πείραμα του Pasteur συνειδητοποίησε ότι οι πιθανότητες του για νίκη μειώνονταν αισθητά. Τον Δεκέμβριο του 1862 ο Pasteur κερδίζει το βραβείο και τα επόμενα χρόνια (1863-1864) οι δύο αντίπαλοι συνεχίζουν να παρουσιάζουν τις απόψεις τους στο κοινό με τον Pouchet να βρίσκει υποστηρικτές της θεωρίας του, τον καθηγητή ζωολογίας Nicolas Joly και τον βοηθό του Charles Musset, οι οποίοι τον ενθάρρυναν να μην παρατήσει την διαμάχη.

Το καλοκαίρι του 1863 επαναλαμβάνουν την δική τους εκδοχή στο πείραμα δειγματοληψίας, στα Πυρηναία, προσπαθώντας να διαψεύσουν την άποψη ότι είναι παντού δυνατή η λήψη μικρών δειγμάτων αέρα χωρίς την παρουσία της δύναμης της αυτόματης γένεσης. Τα αποτελέσματά τους ήταν κατεξοχήν θετικά, με τον Pasteur όμως να επισημαίνει τις διαφορές στην πειραματική διαδικασία που αύξαναν κατά εκείνον τις πιθανότητες επιμόλυνσης. Η κύρια κριτική του, ωστόσο, στεκόταν στο γεγονός ότι είχαν παραβλέψει τον στατιστικό και ποσοτικό χαρακτήρα του πειράματος, καθώς είχαν χρησιμοποιήσει μόνο τέσσερις φιάλες σε κάθε θέση, τις οποίες έκρινε ανεπαρκείς για την αποφυγή τυχαίων αποτελεσμάτων. Οι υποστηρικτές της αβιογενετικής θεωρίας ζήτησαν να οριστεί μια νέα επιτροπή από την Ακαδημία για την οποία εκείνοι και ο Pasteur θα επαναλάμβαναν τα κύρια αντικρουόμενα πειράματά τους. Τον Ιανουάριο του 1864 ορίστηκε νέα πενταμελής επιτροπή, όμως έπειτα από αρκετές ασυμφωνίες τόσο για τα πειράματα που εκείνη όριζε ως κρίσιμα όσο και για διαδικαστικούς λόγους, η ομάδα των αβιογενετιστών αποσύρεται με τον Pasteur να συνεχίζει τα δικά του πειράματα με τα αποτελέσματά τους να συμφωνούν με τα προγενέστερα.

Το κλειδί για τα τόσο αντίθετα αποτελέσματα των δυο ανδρών αποτελούσε η διαφορά τους στο πειραματικό υπόστρωμα. Η μαγιά που χρησιμοποιούσε ο Pasteur μπορούσε να καταστραφεί μέσω της αποστείρωσης, το εκχύλισμα άχυρων όμως που χρησιμοποιήθηκε από τον Pouchet περιείχε ένα σπόριο που δεν ήταν δυνατό να καταστραφεί σε υψηλές θερμοκρασίες και σε ευνοϊκές συνθήκες βλάστανε (Roll-Hansen, 2018).

Louis Pasteur – Robert Koch: Η διαμάχη αυτή αναδεικνύει τις κοινωνικές και πολιτικές προεκτάσεις της επιστήμης. Ο ανταγωνισμός μεταξύ Pasteur- Koch και κατ' επέκταση των σχολών τους, διήρκεσε περίπου 20 χρόνια. Προήλθε τόσο από εθνικιστικά ζητήματα που προκλήθηκαν από τον πόλεμο του 1870, όσο και από τον ισχυρό ανταγωνισμό μεταξύ τους. Ωστόσο, αυτή η αντιπαλότητα συνέβαλε στην αύξηση του προσδόκιμου ζωής της ανθρωπότητας καθώς, μέσω των ανακαλύψεών τους, εκείνη παύει να ταλαιπωρείται από ασθένειες που την είχαν πλήξει έως τότε.

Το 1852 ο Louis Pasteur επέδειξε ενθουσιασμό για την εκπαίδευση των νέων επιστημόνων της Γερμανίας έπειτα από επίσκεψή του στη χώρα, όπως επίσης και για τον νεότερο του επιστήμονα Robert Koch και τις εντυπωσιακές επιστημονικές του ανακαλύψεις. Η στάση του όμως άλλαξε με την ήττα της Γαλλίας από την Πρωσία στον πόλεμο του 1870 με εκείνον να επιστρέφει τον τίτλο του Επίτιμου Διδάκτορος που του είχε απονεμηθεί από το Πανεπιστήμιο της Βόννης. Από το 1870 έως το Διεθνές Συνέδριο Ιατρικής στο Λονδίνο τον Αύγουστο του 1881 η επιστημονική πορεία των δύο ανδρών είναι κοινή ως προς την έρευνα για το βακτήριο του άνθρακα. Ο Pasteur δεν πρόβαλλε εμφανή εχθρότητα σε αντίθεση με τον Koch που εξαπέλυσε επιθέσεις μέσω απαξιωτικών δημοσιεύσεων εναντίον του. Ο Pasteur έδωσε απάντηση στις επιθέσεις που δέχθηκε το 1882 στο βήμα του Συνεδρίου της Γενεύης και με πρόφαση την επιστημονική τους διαμάχη, επιτέθηκε με σφοδρότητα εναντίον του Koch ο οποίος είναι ήδη γνωστός για την ανακάλυψη του βακίλου της φυματίωσης. Η κατάσταση εκτραχύνθηκε και από τις δύο πλευρές δημιουργώντας αναστάτωση στους παρευρισκόμενους, οι οποίοι βρέθηκαν θεατές μιας λεκτικής διαμάχης μεταξύ των δύο επιστημόνων. Ο Koch απέρριψε την πρόσκληση του Γάλλου για διάλογο και η διαμάχη τους συνεχίστηκε μέσα από τις στήλες επιστημονικών περιοδικών, με τον πρώτο να βάλει σε προσωπικό επίπεδο τον αντίπαλο του εξαπολύοντας υπαινιγμούς ακόμη και για την ηθική του ακεραιότητα.

Το 1883 ξεσπά επιδημία χολέρας στην Αίγυπτο και τα δύο αντίπαλα κράτη σχημάτισαν επιστημονικές αποστολές για την έρευνα της ασθένειας. Η γαλλική αποστολή επέστρεψε άκαρπη ενώ η γερμανική με επικεφαλής τον Koch κατάφερε να ταυτοποιήσει το δονάκιο της χολέρας, με την Γερμανία να θριαμβεύει και την Γαλλία να ηττάται για ακόμη μια φορά.

Ο Pasteur κατάφερε να μπει στο Πάνθεον των κορυφαίων της επιστήμης με το εμβόλιο κατά της λύσσας, χαρίζοντας το όνομα του στο αντίστοιχο ερευνητικό ινστιτούτο ενώ παράλληλα ο Koch, παρά την αποτυχημένη προσπάθεια ανάπτυξης εμβολίου κατά της φυματίωσης τιμάται και εκείνος με την δημιουργία ερευνητικού ιδρύματος. Η διαμάχη τους συνεχίστηκε μέσω του έργου των μαθητών τους με εμβληματικό ενδιαφέρον να παρουσιάζεται κατά την έρευνα της διφθερίτιδας με την ανακάλυψη του υπεύθυνου βακίλου να συμβαίνει στο Βερολίνο, ενώ της τοξίνης που είναι υπεύθυνη για την ασθένεια στο Παρίσι. Οι εργασίες όμως και των δύο πλευρών οδήγησαν στην ανακάλυψη της οροθεραπείας, που έσωσε χιλιάδες παιδιά που υπέφεραν από αυτή τη φρικτή ασθένεια (Σωτηρόπουλος, 2020).

Διδακτικές Προτάσεις Αξιοποίησης των Διαμαχών του Παστέρ

Οι ζυμώσεις στη ζωή μας (Louis Pasteur – Antoine Bechamp)

Τάξη: Στ' Δημοτικού (δύο διδακτικές ώρες)

Διδακτικοί στόχοι (ενδεικτικά) – Επιδιώκεται στο τέλος της διδασκαλίας οι μαθητές:

- Να αναγνωρίζουν τις ζύμες ως μικροοργανισμούς με χαρακτηριστικά όπως αυτό του μεταβολισμού.
- Να αναφέρουν προϊόντα ζυμώσεων.
- Να συσχετίζουν τις ζυμώσεις με την ανθρώπινη καθημερινότητα.

Μέσω της καθοδηγούμενης ανακάλυψης οι μαθητές ανά ομάδες χρησιμοποιούν τη μαγιά (1^η διδ. ώρα). Κατά τη διάρκεια πειραματικής διαδικασίας τη συνδυάζουν με άλλα γνωστά σε αυτούς υλικά και καταλήγουν στη δημιουργία ψωμιού. Τη 2^η διδακτική ώρα θα αξιολογήσουν τα αποτελέσματα του πειράματός τους, τα οποία αποτελούν ερέθισμα για τη συζήτηση

εννοιών γύρω από των μικροοργανισμούς. Εδώ οι μαθητές καλούνται να συγκρίνουν και να σχολιάσουν τα προϊόντα του πειραματισμού τους και να απαντήσουν ερωτήματα όπως *‘Γιατί φούσκωσε το ψωμί; Από τι δημιουργούνται τα κενά μέσα στο ψωμί;’*

Ο/η εκπαιδευτικός χρησιμοποιεί τη διαμάχη Pasteur-Bechamp σε συνδυασμό με μια ανθρώπινη δραστηριότητα όπου παράγεται ένα αποτέλεσμα γνωστό από την καθημερινότητα των μαθητών. Έτσι, οι μαθητές μπορούν να αναγνωρίσουν τη μικροβιακή υπόσταση των ζυμών καθώς και τη σημασία των ζυμώσεων και των μεταβολικών τους προϊόντων στην καθημερινότητα.

Η διαμάχη γύρω από τη θεωρία της αβιογένεσης (Louis Pasteur – Félix Archimède Pouchet)

Τάξη: Γ΄ Γυμνασίου (δύο διδακτικές ώρες)

Διδακτικοί στόχοι (ενδεικτικά) – Επιδιώκεται στο τέλος της διδασκαλίας οι μαθητές:

- Να περιγράφουν τη θεωρία της βιογένεσης σε αντιδιαστολή με τη θεωρία της αβιογένεσης.
- Να εξοικειωθούν με τον επιστημονικό τρόπο σκέψης και την επιστημονική μεθοδολογία.

Οι μαθητές εργάζονται ομαδικά στο πλαίσιο της επίλυσης προβλήματος ώστε τελικά να καταλήξουν στην κατάρριψη της θεωρίας της αβιογένεσης. Αρχικά οι μαθητές διαβάζουν τις αντίθετες πλευρές της διαμάχης (Pasteur-Pouchet) σχετικά με την αυθόρμητη γένεση προκειμένου να εκφράσουν τις απόψεις τους. Ενθαρρύνονται να πλαισιώσουν το πρόβλημα με δικά τους λόγια διατυπώνοντας ερωτήσεις όπως *‘Από πού προέρχονται τα βακτήρια αφού δεν υπήρχαν στη νωπή τροφή; Ορισμένοι υποστήριζαν ότι αναπτύσσονται από σπόρια που εισήλθαν στην τροφή από τον αέρα (βιογένεση), ενώ άλλοι έλεγαν ότι προέκυπταν αυθόρμητα από τα μη ζωντανά υλικά της τροφής (αβιογένεση).’* Ολοκληρώνοντας, οι μαθητές επαναλαμβάνουν το πείραμα του Pasteur, που έδωσε τέλος στην επιστημονική διαφωνία.

Μετά την πειραματική πορεία, οι μαθητές καλούνται να συμπληρώσουν ένα φύλλο στο οποίο θα αξιολογήσουν τα αποτελέσματα του πειράματος συμπληρώνοντας σε αυτό τις αλλαγές και τις διαφορές που εμφανίζουν οι δύο φιάλες, καθώς και το πως ερμηνεύονται αυτές. Κατά την αξιολόγηση, μπορούν να τεθούν στους μαθητές ερωτήματα όπως *‘Γιατί πιστεύετε ότι η εξήγησή σας αποτελεί την κατάλληλη απάντηση στο πειραματικό πρόβλημα;’*. Είναι σημαντικό οι μαθητές να έχουν την ευκαιρία να αξιολογήσουν τις δικές τους δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων και των λύσεων που παράγουν από τη χρήση αυτών των δεξιοτήτων (Καραγεώργος, 2003).

Μέσα από δύο διδακτικές ώρες χρησιμοποιείται η διαμάχη με σκοπό της διδασκαλίας να καταρριφθεί τελικά από τους μαθητές η θεωρία της αβιογένεσης και να εδραιωθεί αυτή της βιογένεσης και να εξοικειωθούν με τον επιστημονικό τρόπο σκέψης και πράξης.

Ο Pasteur, ο Koch και τα μικρόβια (Louis Pasteur – Robert Koch)

Τάξη: Γ΄ Λυκείου (δύο διδακτικές ώρες)

Διδακτικοί στόχοι (ενδεικτικά) – Επιδιώκεται στο τέλος της διδασκαλίας οι μαθητές:

- Να αναγνωρίζουν τη σημασία των εμβολιασμών στην ιστορία της ανθρωπότητας αλλά και σύγχρονα.
- Να εξηγούν τους τρόπους με τους οποίους παρασκευάζονται τα εμβόλια και να δίνουν παραδείγματα εμβολίων για συγκεκριμένες ασθένειες.
- Να αναπτύξουν κριτική σκέψη γύρω από σύγχρονες προκλήσεις σχετικές με τον εμβολιασμό (π.χ. αντιεμβολιαστικό κίνημα).

Οι μαθητές έρχονται σε επαφή με τη διαμάχη Pasteur-Koch και έννοιες των εμβολίων με τη βοήθεια του εποικοδομητικού μοντέλου. Με τη χρήση κατάλληλων πηγών πληροφορούνται για την επιστημονική και ιστορική διάσταση των εμβολίων. Με το πέρας της διδασκαλίας οργανώνεται μία αναπαράσταση της διαμάχης στο πλαίσιο των κοινωνικοεπιστημονικών ζητημάτων (Sá-Pinto κ.ά., 2022) και σε συνδυασμό με τη σύγχρονη

εποχή και τις τάσεις της (π.χ. αντιεμβολιαστικό κίνημα). Με τον τρόπο αυτό επιδιώκεται οι μαθητές να εμπλακούν σε προσομοίωση πραγματικών καταστάσεων και να αναπτύξουν ανάλογη κριτική σκέψη, ενώ εκτός των επιμέρους ειδικών στόχων κάθε δραστηριότητας είναι εμφανές ότι κοινός στόχος και των τριών είναι η ανάδειξη της ιστορίας της επιστήμης και η αναγνώριση της συνέχειάς της στο χρόνο.

Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία προτάθηκαν τρεις διαφορετικοί τρόποι αξιοποίησης της ιστορίας της επιστήμης με σκοπό να αναδειχθούν όχι μόνο επιστημονικές έννοιες αλλά και επιστημολογικές και ιστορικές πτυχές μέσω των διαμαχών του Pasteur. Μέσω αυτών των σύντομων εκπαιδευτικών παρεμβάσεων, οι μαθητές τριών εκπαιδευτικών βαθμίδων (δημοτικό, γυμνάσιο και λύκειο), έρχονται σε επαφή με θεμελιώδεις έννοιες της μικροβιολογίας και της βιολογίας γενικότερα, όπως οι ζυμώσεις, η βιογενετική θεωρία, η ανοσολογία και τα εμβόλια. Η επιλογή των διδακτικών προτάσεων και των δραστηριοτήτων έγινε με κριτήριο την ηλικία και βασίζεται σε έννοιες που συμπεριλαμβάνονται στο εκπαιδευτικό πρόγραμμα της εκάστοτε βαθμίδας. Ωστόσο, οι διδακτικές παρεμβάσεις με ιστορική – φιλοσοφική προσέγγιση απαιτούν χρόνο για να δώσουν ικανοποιητικά αποτελέσματα. Παρόλα αυτά ακόμα και μικρής έκτασης διδακτικές παρεμβάσεις όπως οι ανωτέρω (Stefanidou & Vlachos, 2010), που περιλαμβάνουν τη συνύπαρξη πειραματισμού με ένα ιστορικό - φιλοσοφικό πλαίσιο έχουν σημασία ιδίως όταν λειτουργούν εμπλουτίζοντας το διδακτικό υλικό (Γκάτση κ.ά., 2023).

Βιβλιογραφία

- Γκάτση, Ε., Ζαχαροπούλου, Μ., & Γεωργίου, Μ. (2023). Αναφορές στην ιστορία της επιστήμης σε σχολικά εγχειρίδια Βιολογίας ελληνόφωνων χωρών. Στο Κ. Θ. Κώτσης, Γ. Στύλος, Ε. Τσιούρη, Έ. Γκαλτέμη, Κ. Γεωργόπουλος, Λ. Γαβρίλας, Δ. Πανάγου, Κ. Τσουμάνης & Γ. Βακάρου (Επιμ.) *13ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση: Πρακτικά Εκτεταμένων Συνόψεων των Εργασιών*. Ιωάννινα.
<https://doi.org/10.12681/codiste.5535>
- Καραγεώργος, Δ. (2003). *Διδακτική των Θετικών Επιστημών: Εισαγωγή στη διδακτική διαδικασία*. Σαββάλας.
- Σκορδούλης, Κ., Μπόκαρης, Ι., Παρκοσίδης, Ι., Κολέζα, Ε., Ρεντετζή, Μ., Κατσιμπούρα, Γ., & Ταμπάκης, Κ. (2008). *Ζητήματα θεωρίας των Επιστημών της Φύσης*. Εκδόσεις Τόπος.
- Σωτηρόπουλος, Π. (2020). *Louis Pasteur vs Robert Koch: Η επιστήμη στη μέγγενη του εθνικισμού*. Ευρωπαϊκό Σχολείο Βρυξελλών III. <https://e-thessalia.gr/louis-pasteur-vs-robert-koch-i-epistimi-sti-meggeni-toy-ethnikismoy/>
- Gil, D., & Solbes, J. (1993). The introduction of modern physics: Overcoming a deformed vision of science. *International Journal of Science Education*, 15(3), 255–260.
<https://doi.org/10.1080/0950069930150303>
- Kipnis, N. (2001). Scientific Controversies in Teaching Science: The Case of Volta. *Science & Education*, 10(1), 33–49. <https://doi.org/10.1023/A:1008760521211>
- Manchester, K. L. (2007). Louis Pasteur, fermentation, and a rival: History of science. *South African Journal of Science*, 103(9), 377–380. <https://journals.co.za/doi/pdf/10.10520/EJC96719>
- Narasimhan, M. G. (2001). Controversy in science. *Journal of Biosciences*, 26(3), 299–304.
<https://doi.org/10.1007/BF02703738>
- Roll-Hansen, N. (2018). Revisiting the Pouchet–Pasteur controversy over spontaneous generation: Understanding experimental method. *History and Philosophy of the Life Sciences*, 40(4), 68.
<https://doi.org/10.1007/s40656-018-0229-7>
- Sá-Pinto, X., Bennierman, A., Børsen, T. H., Georgiou, M., Jeffries, A., Pessoa, P., Soussa, B., & Zeidler, D. (2022). *Learning Evolution through socioscientific issues*. UA Editora.
<https://doi.org/10.48528/4sjc-kj23>

Stefanidou, C., & Vlachos, I. (2010). Could Scientific Controversies be used as a Tool for Teaching Science in the Compulsory Education? Στο P. V. Kokkotas, K. S. Malamitsa, & A. A. Rizaki (Επιμ.), *Adapting Historical Knowledge Production to the Classroom* (σσ. 230–248). SensePublishers. https://doi.org/10.1007/978-94-6091-349-5_17