

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

Τόμ. 13 (2024)

13ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση: ΠΡΑΚΤΙΚΑ

13^ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΚΑΙ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Νέες Τάσεις και Έρευνα στη Μάθηση, τη Διδασκαλία
και τις Τεχνολογίες στις Φυσικές Επιστήμες

10 - 12 Νοεμβρίου 2023



ΠΡΑΚΤΙΚΑ

Επιμέλεια έκδοσης:

Κωνσταντίνος Θ. Κάτσης, Γεώργιος Στύλος,

Γεωργία Βακάρου, Λεωνίδα Γαβρίλας, Δημήτρης Πανάγου

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΓΩΓΗΣ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ
ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΚΑΙ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ



Ιωάννινα
10 έως 12 Νοεμβρίου 2023



Διδάσκοντας μαζί με τον Παστέρ

Αναστασία Γκιγκούδη, Αθηνά Γράμμου, Δέσποινα
Λαζάρου, Σουλτάνα Λευκοπούλου, Ελισσάβετ
Συμεωνίδου

doi: [10.12681/codiste.6918](https://doi.org/10.12681/codiste.6918)

ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΑΣ ΜΑΖΙ ΜΕ ΤΟΝ ΠΑΣΤΕΡ

Αναστασία Γκιγκούδη¹, Αθηνά Γράμμου², Δέσποινα Λαζάρου², Σουλτάνα Λευκοπούλου³,
Ελισσάβη Συμεωνίδου²

¹Εκπαιδευτικός Β/θμιας Εκπαίδευσης, Υπεύθυνη ΕΚΦΕ Τούμπας, ²Εκπαιδευτικός Β/θμιας Εκπαίδευσης,
Πρώην Συνεργάτιδα ΕΚΦΕ Τούμπας, ³Σύμβουλος Εκπαίδευσης ΠΕ04 ΔΔΕ Ανατολικής Θεσσαλονίκης

soulefk36@gmail.com

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η χρήση της ιστορίας των Φυσικών Επιστημών στη διδασκαλία τους έχει χαρακτηριστεί σημαντική, ιδιαίτερα για τη διεπιστημονική προσέγγιση των διαφορετικών επιμέρους γνωστικών αντικειμένων των Φυσικών Επιστημών και την οριζόντια μελέτη θεμάτων όπως η υγιεινή και η διατροφή. Στην εργασία αυτή παρουσιάζονται διδακτικές παρεμβάσεις στη Χημεία, τη Βιολογία και τη Γεωγραφία στο Γυμνάσιο, οι οποίες εφαρμόστηκαν στο Γυμνάσιο Χ, σχεδιασμένες με διερευνητική προσέγγιση μέσα από την ιστορία της επιστημονικής διαδρομής του Παστέρ, στο πλαίσιο της επετείου των 200 χρόνων από τη γέννησή του.

Λέξεις κλειδιά: διεπιστημονικότητα, διερεύνηση, ιστορία φυσικών επιστημών

TEACHING WITH PASTEUR

Anastasia Gigoudi¹, Athina Grammou², Despoina Lazarou², Soultana Lefkopoulou³,
Elissavet Symeonidou²

¹Secondary School teacher, Head of the Laboratory Center of Physical Sciences of Toumpa, ²Secondary School teacher, Former Collaborator of the Laboratory Center of Physical Sciences of Toumpa, ³School Advisor in Science Directorate of Secondary Education East Thessaloniki

soulefk36@gmail.com

ABSTRACT

The use of history of science in science teaching has been identified as important, particularly for the interdisciplinary approach of the different subjects of science and in the cross-cutting study of issues such as hygiene and nutrition. This paper presents teaching interventions in Chemistry, Biology and Geography, which were implemented in High School X, designed with an inquiry-based approach through the history of Pasteur's scientific journey, in the context of the celebration of the 200th anniversary of his birth.

Keywords: interdisciplinarity, inquiry-based learning, history of sciences

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην επέτειο των 200 χρόνων από τη γέννηση του Παστέρ, ενός επιστήμονα που άφησε επιστημονική κληρονομιά γνώσης, μεθόδων και εφαρμογών στην υπηρεσία της κοινωνίας, σχεδιάστηκαν διδακτικές προσεγγίσεις που τοποθετήθηκαν στο ιστορικό πλαίσιο του έργου του Παστέρ και αποτέλεσαν ευκαιρία για τους/τις μαθητές/τριες να προσεγγίσουν έννοιες με διεπιστημονικό τρόπο και να προβληματιστούν σχετικά με την οικοδόμηση της επιστημονικής γνώσης και τη διαφορά μεταξύ γνώσης και γνώμης.

Η χρήση της ιστορίας των Φυσικών Επιστημών στη διδασκαλία τους έχει χαρακτηριστεί σημαντική ιδιαίτερα για τη διεπιστημονική προσέγγιση των διαφορετικών επιμέρους γνωστικών αντικειμένων των Φυσικών Επιστημών και στην οριζόντια μελέτη θεμάτων όπως η υγιεινή και η διατροφή (Farina, 2022). Στο πλαίσιο αυτό κατάλληλα διδακτικά εργαλεία θεωρούνται οι κειμενικές διερευνήσεις και η πραγματοποίηση πειραματικών δραστηριοτήτων που συνδέονται με ιστορικά πειράματα (Maurines & Beaufile, 2011).

Με τη συγκεκριμένη διδακτική πρόταση επιδιώκεται οι μαθητές/τριες να αναγνωρίσουν την διαδικασία και αξία της επιστημονικής μεθόδου στην επίλυση επιστημονικών προβλημάτων και στην εξέλιξη της επιστημονικής γνώσης, να ερμηνεύσουν αποτελέσματα πειραμάτων (σχετικά με την ανάπτυξη μικροοργανισμών σε θρεπτικά διαλύματα, την πρόληψη και την αντιμετώπιση των μολύνσεων), να συνδέσουν την επιστημονική γνώση με καθημερινές εφαρμογές και πρακτικές (ζυμώσεις, μέθοδοι διατήρησης τροφίμων και πρόληψης μολύνσεων), να έρθουν σε επαφή με ιστορικά πειράματα και αυθεντικά επιστημονικά κείμενα μέσα από τα οποία θα αναπτύξουν δεξιότητες όπως κριτική ικανότητα, διατύπωση υποθέσεων και επιχειρημάτων και έλεγχό τους με τη βοήθεια πειραματικών διαδικασιών ή/και της βιβλιογραφίας.

Σχεδιάστηκαν τρεις διδακτικές προτάσεις από μία για τη Γεωγραφία Α΄ Γυμνασίου, τη Βιολογία Β΄ Γυμνασίου και τη Χημεία Γ΄ Γυμνασίου και εφαρμόστηκαν σε Γυμνάσιο της Θεσσαλονίκης.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Οι μαθητές χωρίστηκαν σε ομάδες των 4 ατόμων και εργάστηκαν μέσα στο εργαστήριο φυσικών επιστημών του σχολείου τους, ενώ η συμπλήρωση του φύλλου εργασίας ήταν ατομική.

Γεωγραφία Α΄ Γυμνασίου

Με γενικό τίτλο «Ένας επιστήμονας ενώνει όλο τον κόσμο» επιχειρήθηκε στο πλαίσιο του μαθήματος της Γεωγραφίας να γίνει η εισαγωγή στο ιστορικό πλαίσιο και να παρουσιαστεί διεπιστημονικά η προσφορά ενός επιστήμονα, όπως ο Παστέρ, στο κοινωνικό σύνολο. Η προσέγγιση των Φυσικών Επιστημών μέσα από την ιστορία τους ή/και τη μελέτη της προσφοράς συγκεκριμένων επιστημόνων προσφέρεται για την καλύτερη αποσαφήνιση του περιεχομένου των επιστημονικών εννοιών και την παρουσίαση της επιστημονικής γνώσης όχι κατακερματισμένα αλλά με μία συνοχή που θα τη νοηματοδοτήσει. (Cardie, 2006)

Ως διδακτικό εργαλείο χρησιμοποιούνται τα γραμματόσημα από τα οποία οι μαθητές/τριες μπορούν να αντλήσουν πληροφορίες και να προσεγγίσουν γεγονότα και έννοιες με ενεργητικό τρόπο μέσα από συνεργατικές δραστηριότητες που ενισχύουν δεξιότητες έρευνας και δίνουν τη δυνατότητα διαφοροποιημένης προσέγγισης. Κάθε γραμματόσημο είναι και μία ιστορία και έχει τη δική του ταυτότητα και μέσα από αυτά μπορεί να διευκολύνει τη διατύπωση υποθέσεων, τη συλλογή δεδομένων και να οδηγήσει σε διατύπωση συμπερασμάτων και γενικεύσεις. (Farmerie, 1991).

Δίνονται στους μαθητές/τριες εικόνες γραμματοσήμων διαφόρων χωρών που εκδόθηκαν προς τιμήν του Παστέρ και στα οποία απεικονίζονται χαρακτηριστικοί σταθμοί στην επιστημονική ιστορία του (Εικόνα 1).

Οι μαθητές/τριες καταγράφουν το όνομα και την ήπειρο στην οποία ανήκει η χώρα στην οποία εκδόθηκε το κάθε γραμματόσημο, με τη βοήθεια παγκόσμιου χάρτη που είναι διαθέσιμος. Στη συνέχεια συνδυάζουν τις απεικονίσεις των γραμματοσήμων με ιστοριογραμμή, στην οποία είναι καταγεγραμμένες πληροφορίες σχετικές με τους σταθμούς στην επιστημονική ζωή του Παστέρ (ζύμωση, παστερίωση, θεραπεία λύσσας, δομή μορίων, θεωρία για τα μικρόβια) με στόχο την ανάδειξη του πολύπλευρου έργου του και τη σύνδεση με άλλα γνωστικά αντικείμενα του Προγράμματος Σπουδών αλλά και με την καθημερινή ζωή. Τέλος μέσα από τη μελέτη της επίσημης γλώσσας έκδοσης των γραμματοσήμων κάθε χώρας γίνεται σύνδεση με την ιστορία (η σχέση χωρών της Αφρικανικής Ηπείρου με τη μητροπολιτική Γαλλία).

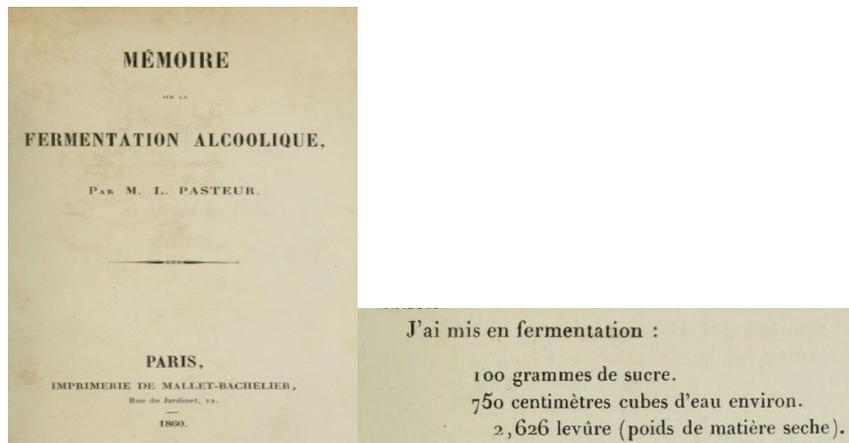
Ως εργασία στο σπίτι μπορούν να δοθούν σύντομα εκλαϊκευμένα κείμενα με θέματα σχετικά με την επιστημονική δράση του Παστέρ όπως η βασική αρχή της παστερίωσης, το πείραμα που κατέρριψε τη θεωρία της «αυτόματης γένεσης», Ο Παστέρ και το κρασί: η «ζύμωση», Ο Παστέρ και το εμβόλιο της λύσσας, τα οποία οι μαθητές/τριες θα σχολιάσουν με τη βοήθεια ερωτήσεων που τους δίνονται. Τα κείμενα περιγράφουν ιστορικά πειράματα του Παστέρ και συνοδεύονται, όπου είναι δυνατόν, από αυθεντικές απεικονίσεις.

Επιπλέον, σε συνεργασία με τη διδασκαλία της γαλλικής ως δεύτερης ξένης γλώσσας, τα παραπάνω αναφερόμενα κείμενα μπορούν να δοθούν και στα γαλλικά.

Εικόνα 1 Ενδεικτικά γραμματόσημα (Πηγή: <https://digital.sciencehistory.org/works/1n79h434j>)



Εικόνα 2. Ενδεικτικές απεικονίσεις (Πηγή: https://openlibrary.org/books/OL24480563M/M%C3%A9moire_sur_la_fermentation_alcoolique/)



Βιολογία Β΄ Γυμνασίου

Η διδακτική παρέμβαση αφορά στη μελέτη των μικροοργανισμών, εστιάζοντας στην κατανόηση των μαθητών/τριών μέσα από τον εποικοδομητισμό και τη διερευνητική μέθοδο. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται περιλαμβάνουν τριβλία Petri με στερεό θρεπτικό μέσο (κάποια μολυσμένα με μικροοργανισμούς και κάποια όχι), παστεριωμένο γάλα (φρέσκο και αλλοιωμένο) και μικροσκόπια.

Αρχικά, επιδιώκεται η διερεύνηση των πρότερων γνώσεων και τυχόν λανθασμένων αντιλήψεων των μαθητών/τριών σχετικά με τους μικροοργανισμούς και την αβιογένεση. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω εικόνων

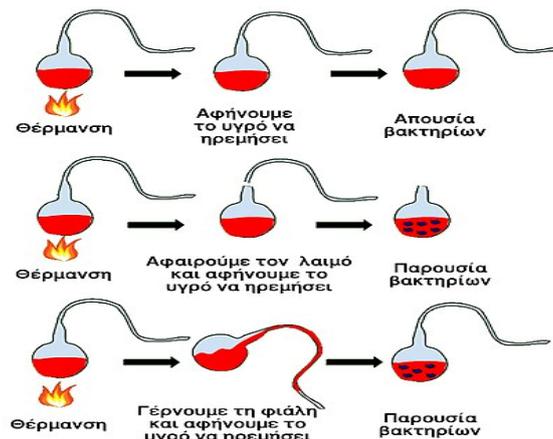
και ερωτήσεων ανοικτού τύπου, που ενθαρρύνουν τους μαθητές/τριες να εκφράσουν τις σκέψεις τους και να ανακαλύψουν τις λανθασμένες αντιλήψεις τους.

Εικόνα 3. Διερεύνηση λανθασμένων αντιλήψεων για τους μικροοργανισμούς και την αβιογένεση



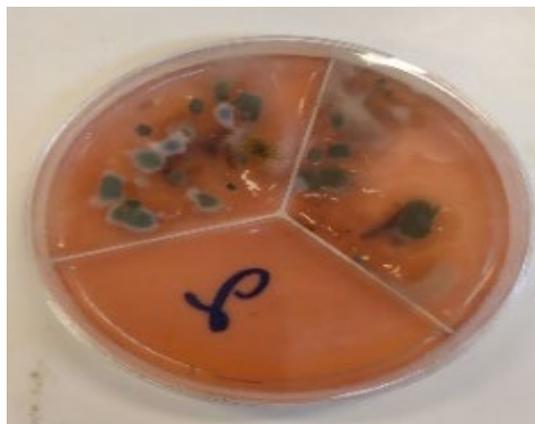
Στη συνέχεια, οι μαθητές/τριες εισάγονται στη μελέτη του επιστημονικού συλλογισμού του Παστέρ μέσω μιας εικονογραφημένης διήγησης του πειράματός του. Η παρατήρηση της πειραματικής διαδικασίας, τους βοηθά να κατανοήσουν τον επιστημονικό τρόπο σκέψης, να απαλλαγούν από παρανοήσεις και να εισέλθουν στον κόσμο των μικροβίων.

Εικόνα 4. Εικονογραφημένη διήγηση του πειράματος του Παστέρ (Πηγή: <https://microbenotes.com/louis-pasteur-and-his-contributions/>)



Ακολούθως, οι μαθητές/τριες λαμβάνουν έτοιμες καλλιέργειες μικροβίων σε τριβλία Petri, που έχουν προετοιμαστεί εκ των προτέρων.

Εικόνα 3. Τριβλίο με καλλιέργεια μικροοργανισμών από 3 διαφορετικές πηγές



Καλούνται να αναγνωρίσουν την πηγή επιμόλυνσης και παράλληλα να δημιουργήσουν τις δικές τους καλλιέργειες, χρησιμοποιώντας δείγματα από διάφορες επιφάνειες. Αυτή η δραστηριότητα ενισχύει τη διερευνητική μάθηση, καθώς οι μαθητές/τριες εμπλέκονται ενεργά στη διαδικασία πειραματισμού και ανακάλυψης.

Τέλος, συνδέουν τους μικροοργανισμούς με τη διαδικασία της παστερίωσης μέσω της παρατήρησης στο μικροσκόπιο δείγματος φρέσκου και αλλοιωμένου παστεριωμένου γάλακτος. Αυτή η δραστηριότητα βοηθά τους μαθητές/τριες να κατανοήσουν την εφαρμογή της επιστήμης στην καθημερινή ζωή και τη σημασία της παστερίωσης στη διατήρηση της υγείας.

Ως εργασία για το σπίτι, οι μαθητές/τριες καλούνται να αντιστοιχίσουν, σε πίνακα που τους δίνεται με σχηματικές απεικονίσεις, τα μικρόβια με τους κατάλληλους τρόπους προφύλαξης και αντιμετώπισης από αυτά. Για αυτή την αντιστοίχιση, χρησιμοποιούν τόσο την εμπειρία τους όσο και πηγές που οι ίδιοι θα επιλέξουν, ενθαρρύνοντας έτσι την ανεξάρτητη μάθηση και την κριτική σκέψη. Αυτή η προσέγγιση ενισχύει την επικοινωνιακή μάθηση, καθώς οι μαθητές/τριες ανακαλύπτουν ενεργά και οικοδομούν τις γνώσεις τους μέσα από την εμπειρία και την έρευνα.

Εικόνα 4. Μέρος του πίνακα αντιστοίχισης των μικροβίων με τον κατάλληλο τρόπο αντιμετώπισής τους

Σχέδιο του μικροοργανισμού χωρίς κλίμακα	Εικόνα από το οπτικό μικροσκόπιο του Παστέρ	Τρόπος αντιμετώπισης
 Ιός του Εμπολα		
 Βάκιλλος της χολέρας		

Χημεία Γ΄ Γυμνασίου

Η διδακτική πρόταση για το μάθημα της Χημείας έχει θέμα: «Από τη ζύμωση στην παστερίωση» και αφορά στη Χημεία του κρασιού. Το κείμενο, που εμπλέκει τους/τις μαθητές/τριες σε διερευνητική διαδικασία, αναφέρεται σε περιστατικό της ζωής του Παστέρ. Οι αμπελοκαλλιεργητές της περιοχής, στην οποία εγκαταστάθηκε, ανέφεραν προβλήματα σχετικά με την αλλοίωση των κρασιών (Εικόνα 5). Οι μαθητές/τριες καλούνται να διατυπώσουν τη δική τους υπόθεση στα προβλήματα αυτά.

Εικόνα 5. Το αρχικό πρόβλημα στην καθοδηγούμενη διερεύνηση

Στις 2 Σεπτεμβρίου 1863, ο Λουδοβίκος Παστέρ και η οικογένειά του, συνοδευόμενοι από τους συνεργάτες του, έφταναν στον σταθμό του Αρμπούα. Η ομάδα εγκαταστάθηκε σε ένα σπίτι που νοίκιασε στην είσοδο της πόλης ανάμεσα στον σιδηροδρομικό σταθμό και στο σπίτι του Παστέρ. Εγκαταστάθηκαν σε ένα εργαστήριο που υπήρχε σε ένα παλιό καφενείο και τακτοποίησαν τα επιστημονικά τους όργανα και τα υλικά.

Οι αμπελοκαλλιεργητές του Αρμπούα συγκεντρώθηκαν και του έδωσαν ένα κείμενο που απαριθμούσε τις κυριότερες ποικιλίες σταφυλιών του Αρμπούα και την τοποθεσία προέλευσης για την καθεμία. Επίσης ανέφεραν κάποια προβλήματα που συναντούσαν οι αμπελοκαλλιεργητές:

- τα κρασιά της ποικιλίας Ploussard έμεναν γλυκά μετά από τη ζύμωση,
- τα κρασιά εκλεκτών ποικιλιών πίκριζαν με τον χρόνο.

Ο Παστέρ, που αγνοούσε όλα αυτά, ενημερώθηκε: «Μου αρέσει να συνδυάζω τις επιστημονικές ερμηνείες με τις χρήσιμες εφαρμογές. Και αυτός ο συνδυασμός σχεδόν πάντα είναι το αποτέλεσμα / σωστών παρατηρήσεων». Αναρωτιέται τι έκαναν μέχρι τώρα οι αμπελοκαλλιεργητές. Είναι η επαφή με την καθημερινή πραγματικότητα που θα τον κάνει ικανό να καταλάβει τους πολύπλοκους μηχανισμούς που πρέπει να εξιχνιάσει.



Στην επόμενη φάση της διδασκαλίας προσομοιώνεται εργαστηριακά η διαδικασία παραγωγής κρασιού, δηλαδή η παρασκευή αιθανόλης από πρώτες ύλες πλούσιες σε σάκχαρα. Σε δοχείο τοποθετούνται σταφίδες,

νερό και μαγιά τέσσερις μέρες πριν το μάθημα. Το μίγμα που προκύπτει αποστάζεται σε συσκευή που έχουμε συναρμολογήσει. Μετά την πειραματική διαδικασία οι μαθητές καλούνται να απαντήσουν στα παρακάτω:

- πώς θα διαπιστώσουν αν πραγματικά το υγρό που αποστάζεται είναι αιθανόλη και
- να διατυπώσουν μία υπόθεση για το αέριο που παράγεται κατά την ζύμωση και πώς αυτή μπορεί να επιβεβαιωθεί.

Στη συνέχεια οι μαθητές/τριες, χρησιμοποιώντας προσομοιώματα ατόμων, καταλήγουν στη χημική αντίδραση που πραγματοποιείται κατά την αλκοολική ζύμωση. Κάθε ομάδα έχει στη διάθεσή της προσομοιώματα ατόμων και μπορεί να σχηματίσει κάποια από τα μόρια των χημικών ενώσεων που συμμετέχουν στην χημική αντίδραση. Μετά το σχηματισμό όλες οι ομάδες μαζί συνδυάζουν, κατασκευάζουν και αναπαριστούν τη χημική εξίσωση της μετατροπής της γλυκόζης σε αιθανόλη, φροντίζοντας να ισχύει η αρχή της διατήρησης των ατόμων. Στη συνέχεια γράφουν τη χημική εξίσωση της αντίδρασης, που ονομάζεται «αλκοολικής ζύμωση», στο φύλλο εργασίας τους.

Τα συμπεράσματα στο ερευνητικό ερώτημα, σχετικά με την αιτία που αλλοιώνει τα κρασιά, δίνονται μέσα από κείμενο του Παστέρ. Ο Παστέρ μετά από παρατηρήσεις κατέληξε ότι σε κάθε αλλοιωμένο κρασί αντιστοιχεί και ένας μικροοργανισμός. Οι μαθητές/τριες αντιπαραβάλλουν τη δική τους υπόθεση με τα συμπεράσματα του Παστέρ.

Στο τέλος της διδακτικής πρότασης παρουσιάζεται, μέσα από ιστορικό κείμενο, η μέθοδος της παστερίωσης ως τρόπος επίλυσης των προβλημάτων που αντιμετώπιζαν οι παραγωγοί του κρασιού. Οι μαθητές/τριες συγκρίνουν τη διαδικασία με αυτήν που εφαρμόζεται σήμερα σε αντίστοιχες περιπτώσεις.

Ως εργασία για το σπίτι προτείνεται η μελέτη της ζύμωσης που συμβαίνει σε διάφορα είδη τροφίμων (γιαούρτι, κεφίρ, ξινόγαλα, ξίδι και τυρί). Οι μαθητές/τριες καλούνται να περιγράψουν σε ένα γραπτό κείμενο 60-80 λέξεων την πρώτη ύλη, το προϊόν, το είδος της ζύμωσης και της χρήσεις του προϊόντος. Σε κάθε ομάδα μαθητών/τριών ανατίθεται διαφορετικό είδος τροφίμου.

Εικόνα 6. Ανάθεση στις ομάδες μελέτης παρασκευής ενός τροφίμου με ζύμωση

Ομάδα Α Παρασκευή γιαουρτιού	Ομάδα Β Παρασκευή ξιδιού	Ομάδα Γ Παρασκευή κεφίρ	Ομάδα Δ Παρασκευή τυριού	Ομάδα Ε Παρασκευή ξινόγαλου
				

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Παρατηρήθηκε ενεργός εμπλοκή των μαθητών/τριών και έντονο ενδιαφέρον ενώ η μελέτη των συμπληρωμένων φύλλων εργασίας κατέδειξε την αποτελεσματικότητα της παρέμβασης όσον αφορά στη λειτουργία της παρατηρητικότητας, της κριτικής σκέψης, της διατύπωσης υποθέσεων και συμπερασμάτων καθώς και της σύνδεσης της επιστημονικής γνώσης με εφαρμογές στην καθημερινή τους ζωή όπως η ανάγκη συνειδητής εφαρμογής κανόνων υγιεινής.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η εφαρμογή των παραπάνω διδακτικών προτάσεων και η ανταπόκριση των μαθητών/τριών κατέδειξε ότι η προσέγγιση θεμάτων στις Φυσικές Επιστήμες μέσα από την ιστορία των επιστημών δίνει στους/στις μαθητές/τριες τη δυνατότητα να εκτιμήσουν εκτός από την πορεία προς την αναζήτηση της αλήθειας και την ανθρώπινη διάσταση της επιστήμης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- CARDIE Nancy Metz - Académie de Nancy-Metz (2006). *Faire de l'histoire des sciences pour mieux enseigner les sciences et développer la culture scientifique*, https://cardie.ac-nancy-metz.fr/wp-content/uploads/pdf_54-57-88CL2006.pdf
- Farina, M., (2022). Enseigner avec Pasteur. *Fondation La main à la pâte*, <https://fondation-lamap.org>, [Enseigner avec Pasteur - Introduction et objectifs](https://fondation-lamap.org)
- Farmerie, S. (1991). Geography, pedagogy, and postage stamps. *Middle States Division of the Association of the American Geographers*, 24, 171-178. https://middlestates.wpenginpowered.com/wp-content/uploads/2013/04/25_Farmerie.pdf
- Maurines, L., & Beaufils, D. (2011). Un enjeu de l'histoire des sciences dans l'enseignement : l'image de la nature des sciences et de l'activité scientifique. *RDST*, 3, 271–305. <https://doi.org/10.4000/rdst.444>