

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°

**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



Μια Εκπαιδευτική Πρόταση για τη Διδασκαλία της Έννοιας του Χρόνου: Ιστορικές, Πολιτισμικές και Επιστημονικές Διαστάσεις

Ελένη Αλεξίου, Κωνσταντίνα Στεφανίδου

doi: [10.12681/codiste.9788](https://doi.org/10.12681/codiste.9788)

Μια Εκπαιδευτική Πρόταση για τη Διδασκαλία της Έννοιας του Χρόνου: Ιστορικές, Πολιτισμικές και Επιστημονικές Διαστάσεις

Ελένη Αλεξίου¹ και Κωνσταντίνα Στεφανίδου²

¹Μεταπτυχιακή φοιτήτρια, ² Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό,
^{1,2}Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης,
Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
¹elalexi@primeedu.uoa.com

Περίληψη

Η παρούσα εργασία αποτελεί μία εκπαιδευτική πρόταση για την εξοικείωση με τη φύση της επιστήμης μέσω της διδασκαλίας της έννοιας του χρόνου. Αναφέρεται σε ένα προτεινόμενο εκπαιδευτικό πρόγραμμα που παρουσιάζεται στο μουσείο Ηρακλειδών και περιλαμβάνει ξενάγηση σε εκθέματα που σχετίζονται με την χρονομέτρηση στην αρχαία Ελλάδα και ένα παιχνίδι με κάρτες. Μέσω αυτών των δραστηριοτήτων οι μαθητές/ήτριες θα έχουν την ευκαιρία να επεξεργαστούν και να συζητήσουν πηγές που καλύπτουν το ζήτημα του χρόνου σε διαφορετικά πολιτισμικά πλαίσια. Στόχος του είναι η εξοικείωση των μαθητών/τριών με τις φυσικές αρχές που αφορούν την μέτρηση του χρόνου και η ανάδειξη της σχέσης επιστήμης και κοινωνίας.

Λέξεις κλειδιά: *Ατυπη εκπαίδευση, Μουσείο Ηρακλειδών, Φύσης της Επιστήμης, Χρόνος*

An Educational Proposal for Teaching the Concept of Time: Historical, Cultural, and Scientific Dimensions

Eleni Alexiou¹ and Constantina Stefanidou²

¹ Master's Student, ²Laboratory Teaching Staff,
^{1,2}School of Education, National and Kapodistrian University of Athens
¹elalexi@primeedu.uoa.com

Abstract

This paper is an educational proposal for students' familiarization with nature of science through teaching the concept of time. It refers to a program, implemented at the Herakleidon Museum, that includes a tour of exhibits related to timekeeping in Ancient Greece and a card game. Through these activities, students will have the opportunity to analyze and discuss sources that cover the issue of time in different cultural contexts. Its goal is to familiarize students with the physical principles related to the measurement of time, as well as to highlight the relationship between science and society.

Keywords: *Herakleidon Museum, Informal education, Nature of Science, Time*

Εισαγωγή

Ένας από τους κύριους σκοπούς της τυπικής και της άτυπης εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες είναι η εξοικείωση των μαθητών/τριών και του κοινού με την Φύση της Επιστήμης (Bell, et al., 2009). Το προτεινόμενο πρόγραμμα εστιάζει σε μια συγκεκριμένη πτυχή της Φύσης της Επιστήμης, και συγκεκριμένα την εξάρτηση της επιστήμης από το κοινωνικό της πλαίσιο (Lederman, 2007).

Σε αυτό το πλαίσιο, επιλέχθηκε η έννοια του χρόνου ως κατάλληλη για να αναδειχθεί αυτή η σχέση. Ο τρόπος που οι άνθρωποι αντιλαμβάνονται τον χρόνο στις σύγχρονες κοινωνίες έχει εσωτερικευτεί σε τέτοιο βαθμό που μοιάζει ενστικτώδης. Παρόλα αυτά, οι αντιλήψεις των ανθρώπων για τον χρόνο έχουν διαμορφωθεί στο πέρασμα των χρόνων μέσω διαδικασιών που αφορούν ποικίλους τομείς, όπως η οικονομία, η επιστήμη και η φιλοσοφία. Παρακάτω, παρουσιάζεται ένα εκπαιδευτικό πρόγραμμα που εφαρμόζεται ήδη στο μουσείο Ηρακλειδών με τίτλο «Ο χρόνος και η μέτρηση του».

Θεωρητικό Πλαίσιο

Τις αντιλήψεις για τον χρόνο μπορούμε να τις χωρίσουμε σε δυο βασικές κατηγορίες. Η πρώτη αφορά αυτές που ανταποκρίνονται στην κυκλική αντίληψη του χρόνου. Ο κυκλικός χρόνος απαντάται κυρίως σε προγενέστερες αγροτικές κοινωνίες. Η μέτρηση του γίνεται αντιληπτή από επαναλαμβανόμενες κυκλικές διαδικασίες όπως η εναλλαγή των εποχών, η διαδοχή ημέρας-νύχτας, ο ερχομός των αποδημητικών πτηνών, οι πλημμύρες των ποταμών. Αυτός ο χρόνος ονομάζεται και «συγκεκριμένος» γιατί είναι εξαρτημένος από τις ανθρώπινες δραστηριότητες και από τα φυσικά φαινόμενα. Η μέτρηση του χρησίμευε ώστε εργασίες όπως η σπορά και ο θερισμός να πραγματοποιούνται την κατάλληλη περίοδο. Μάλιστα, σε τέτοιες κοινωνίες ο χρόνος δεν ήταν κενός από ουσία, μπορούσε να είναι ιερός, καλός ή κακός. Χρονικές μονάδες όπως οι ημέρες, οι μήνες και τα έτη ήταν μεταβλητές και συχνά συνδέονταν με πνεύματα και θεότητες. Σε αυτό το πλαίσιο, ο χρόνος δεν ήταν μια ανεξάρτητη μεταβλητή χωρισμένος σε σταθερές μονάδες που ρέει γραμμικά. Αντίθετα, ο γραμμικός χρόνος που απαντάται στην Ευρώπη στις προβιομηχανικές και βιομηχανικές κοινωνίες είναι ο χρόνος που μετράει το ρολόι (Postone, 1996). Δηλαδή, αποτελεί μια εντελώς αφηρημένη οντότητα που ρέει ανεπηρέαστη από τους ανθρώπους και τη φύση με ομοιογενή γραμμικό τρόπο, ενώ η διαίρεση του πραγματοποιείται σε σταθερές μονάδες. Ο αφηρημένος χρόνος είναι και αυτός που αντιστοιχεί στη Νευτώνεια Φυσική, που διδάσκεται στα σχολεία, αφού είναι απόλυτος και μαθηματικός όπως ακριβώς τον όρισε ο Νεύτωνας και τον επεξεργάζονται οι μαθητές.

Στην αρχαία Ελλάδα είχαν αναπτυχθεί μέθοδοι μέτρησης του χρόνου και αντίστοιχες φιλοσοφικές θεωρίες για τη φύση του. Αυτές ήταν συμβατές με την κυκλική αντίληψη του χρόνου αφού η λειτουργία των ρολογιών εκείνης της εποχής αφορούσαν την ηλιακή ημέρα, είτε επρόκειτο για υδραυλικά είτε για ηλιακά ρολόγια. Ακόμη, το ζήτημα της πραγματικής φύσης του χρόνου απασχόλησε τους φιλοσόφους της εποχής με χαρακτηριστικά παραδείγματα τον Πλάτωνα, τον Θαλή και τον Αριστοτέλη (Κουτσουμπός, 2010).

Στην επικράτηση της γραμμικής θεώρησης του χρόνου στην Ευρώπη συνέβαλλαν διάφοροι παράγοντες. Χαρακτηριστικοί είναι η αστικοποίηση, η εκβιομηχάνιση και η ανάπτυξη των μέσων συγκοινωνίας. Αυτά τα φαινόμενα διαμόρφωσαν την ανάγκη για έναν αυστηρά υπολογισίμο γραμμικό χρόνο ώστε να είναι δυνατός ο συντονισμός του μεγάλου εύρους λειτουργιών των ευρωπαϊκών προβιομηχανικών και βιομηχανικών κοινωνιών (Landes, 1983/2012). Σε αυτό το πλαίσιο, αναδείχτηκε και η επιστημονική μελέτη της φύσης του χρόνου και η προσπάθεια εύρεσης τρόπων ακριβέστερης μέτρησης του. Η συμβολή των Κέπλερ, Γαλιλαίου και Νεύτωνα στάθηκε καθοριστική αφού οι ίδιοι όρισαν αυστηρά τον χρόνο ως μια μαθηματική μεταβλητή η

οποία έχει κεντρική θέση στην μελέτη και την ερμηνεία του κόσμου. Ωστόσο, η νευτώνεια αντίληψη του χρόνου αμφισβητήθηκε από τον Albert Einstein. Ο Einstein θεμελιώνοντας τη Θεωρία της Σχετικότητας όρισε τον χρόνο ως μια μεταβλητή που εξαρτάται τόσο από την ταχύτητα των σωμάτων όσο και από την μάζα τους (Δανέζης & Θεοδοσίου, 1994).

Στόχοι-Προσδοκώμενα Αποτελέσματα

Το προτεινόμενο πρόγραμμα στοχεύει στην εξοικείωση των μαθητών/τριών με συγκεκριμένες πτυχές της Φύσης της Επιστήμης. Συγκεκριμένα, στοχεύει μετά το πέρας του προγράμματος οι μαθητές/ριες:

1. να διαπιστώσουν πως οι επιστημονικές θεωρίες αποτελούν προϊόν μιας μακράς γνωσιακής ιστορικής πορείας της ανθρωπότητας η οποία επηρεάστηκε από ποικίλους τομείς όπως η οικονομία, η πολιτική και η θρησκεία
2. να ερμηνεύσουν και να αναλύσουν τις επιστημονικές εξελίξεις με βάση την εξάρτηση επιστήμης και κοινωνίας
3. να ανακαλύψουν τον εξελικτικό και επαναστατικό χαρακτήρα της επιστήμης
4. να αντιμετωπίσουν την τεχνολογία και την επιστήμη ως διακριτά πεδία που αλληλοεπηρεάζονται
5. να περιγράψουν τον τρόπο λειτουργίας και τις φυσικές αρχές που χαρακτηρίζουν τα ηλιακά και υδραυλικά ρολόγια και τους αστρολάβους.

Περιγραφή του Εκπαιδευτικού Προγράμματος

Η παρούσα πρόταση αφορά σε ένα εκπαιδευτικό πρόγραμμα το οποίο εφαρμόζεται στη μη τυπική εκπαίδευση, και συγκεκριμένα στο Μουσείο Ηρακλειδών και απευθύνεται σε μαθητές/τριες λυκείου. Το προτεινόμενο πρόγραμμα διαρκεί 90 λεπτά και εφαρμόζεται στα πλαίσια σχολικής επίσκεψης στο μουσείο. Περιλαμβάνει ξενάγηση σε ορισμένα εκθέματα του μουσείου και ένα παιχνίδι με κάρτες. Ο αριθμός των ατόμων που μπορούν να παρακολουθήσουν το πρόγραμμα κυμαίνεται μεταξύ 15 με 20. Στόχος των δραστηριοτήτων είναι η ανάδειξη της σχέσης κοινωνίας και επιστήμης μέσα από τη μελέτη της ιστορίας της έννοιας του χρόνου.

Τα εκθέματα που θα παρουσιαστούν αφορούν την μέτρηση του χρόνου στην αρχαία Ελλάδα εστιάζοντας στις αρχές λειτουργίας τους αλλά και στις ανάγκες στις οποίες ανταποκρίνονται εστιάζοντας στην κυκλική και άμεσα συνδεδεμένη με την φύση αντίληψη του χρόνου. Τέτοια όργανα είναι οι αστρολάβοι, τα ηλιακά και υδραυλικά ρολόγια. Παράλληλα, η ξενάγηση εστιάζει στο κοινωνικό πλαίσιο στο οποίο ανακαλύφθηκαν αυτά τα όργανα (για παράδειγμα την Μιλήσια Επανάσταση). Η ξενάγηση διαρκεί 30 λεπτά και έχει μορφή διάλεξης. Πριν την έναρξή της θα ήταν χρήσιμο να αναφερθεί στους/στις μαθητές/τριες ότι οι πληροφορίες που θα παρουσιαστούν θα τους χρησιμεύσουν για το παιχνίδι που θα ακολουθήσει. Στόχος αυτής της δραστηριότητας είναι η ανάδειξη της σχέσης της τεχνολογίας με τις κοινωνικές αντιλήψεις της εποχής (δηλαδή την κυκλική αντίληψη του χρόνου), αλλά και η ανάδειξη των φυσικών αρχών στις οποίες στηρίζεται η λειτουργία των εκθεμάτων (για παράδειγμα η εξάρτηση της υδροστατικής πίεσης από το ύψος του υγρού).

Το δεύτερο σκέλος του προγράμματος περιλαμβάνει ένα παιχνίδι που αποτελείται από 13 κάρτες στις οποίες αναγράφονται δυο αληθείς και μια ψευδής πρόταση και έχει διάρκεια 1 ώρας. Οι μαθητές/τριες χωρισμένοι σε ομάδες καλούνται να επιλέξουν τη ψευδή πρόταση. Ένα μέρος των καρτών εστιάζει στις πληροφορίες που δόθηκαν στους μαθητές και στις μαθήτριες κατά τη ξενάγηση και αφορούν την λειτουργία των εκθεμάτων έτσι ώστε να αξιολογηθεί εάν οι μαθητές/τριες έχουν κατανοήσει όσα παρουσιάστηκαν. Το δεύτερο μέρος των καρτών καλύπτει

το ζήτημα της χρονομέτρησης σε διαφορετικά καθεστώτα (αρχαία Ελλάδα, Αυτοκρατορική Κίνα, Βυζάντιο, μεσαιωνική πόλη, προ βιομηχανική και βιομηχανική Ευρώπη) δίνοντας έμφαση σε ζητήματα όπως η θρησκεία, η οικονομία και η επιστήμη που καθόρισαν την διαμόρφωση της έννοιας του χρόνου. Οι μαθητές/ριες σε όλη τη διάρκεια του προγράμματος μπορούν να έχουν πρόσβαση στο διαδίκτυο μέσω tablet. Μετά από κάθε κάρτα η κάθε ομάδα καλείται να υποδείξει ποια πρόταση είναι λάθος και να δικαιολογήσει αυτή της την επιλογή. Στη συνέχεια πραγματοποιείται συζήτηση γύρω από τα επιστημονικά και κοινωνικά ζητήματα που θίγει η κάθε κάρτα.

Παρουσίαση καρτών

Ακολουθούν οι κάρτες τους παιχνιδιού και η τεκμηρίωση για την επιλογή των προτάσεων. Οι δυο πρώτες κάρτες επιχειρούν να τοποθετήσουν τα τεχνολογικά επιτεύγματα που παρουσιάστηκαν κατά τη ξενάγηση στο κοινωνικό τους πλαίσιο αναδεικνύοντας ορισμένες πτυχές της ιστορίας της τεχνολογίας και επιστήμης. Συγκεκριμένα, παρουσιάζουν τις αντιλήψεις και τους τρόπους προσέγγισης της φύσης του χρόνου στην αρχαία Ελλάδα. Αρχικά, στην αρχαία Ελλάδα παρατηρήθηκε μια προσπάθεια κατανόησης της φύσης μέσω των μύθων (λ.χ. ερμηνεία της εναλλαγής των εποχών μέσω του μύθου της Περσεφόνης). Ωστόσο, κατά την Μιλήσια Επανάσταση παρατηρήθηκε μια προσέγγιση της φύσης μέσω της επιστήμης, ιδιαίτερα μέσω των μαθηματικών και της αστρονομίας. Αυτή την περίοδο ο Αναξίμανδρος κατασκεύασε και το ηλιακό ρολόι. Επιπλέον, μέσω αυτών των καρτών αναδεικνύεται πως η κατανόηση της φύσης ήταν στενά συνδεδεμένη με τη φιλοσοφία αφού οι φιλόσοφοι της εποχής καταπιάνονταν με ζητήματα που αφορούσαν την ερμηνεία της φύσης και του χρόνου (Κουτσουμπός, 2010).

1^η κάρτα

1. Ο Αριστοτέλης πίστευε ότι χωρίς παρατηρητή δεν υφίσταται χρόνος.
2. Ο τιτάνας Κρόνος προσωποποιούσε τον Χρόνο.
3. Η εναλλαγή των εποχών δεν ερευνήθηκε με επιστημονικό τρόπο διότι ερμηνευόταν από τον μύθο της Περσεφόνης. (λάθος πρόταση)

2^η κάρτα

1. Ο Θαλής ο Μιλήσιος κατάφερε να χωρίσει το έτος σε 365 ημέρες.
2. Ο Ηράκλειτος πίστευε ότι ο κόσμος καταστρέφεται και αναγεννάται ανά 10.000 χρόνια.
3. Οι στωικιστές φιλόσοφοι πίστευαν πως οι πλανήτες εκτελούσαν ευθύγραμμες κινήσεις. (λάθος πρόταση)

Οι δυο επόμενες κάρτες στοχεύουν να αναδείξουν την εξάρτηση της επιστήμης και της τεχνολογίας από τις κοινωνικοοικονομικές συνθήκες του εκάστοτε πολιτισμού, θίγοντας ένα ερώτημα που απασχόλησε τους ιστορικούς της επιστήμης. Το ερώτημα αυτό είναι το εξής: «γιατί το μηχανικό ρολόι δεν εφευρέθηκε στην Κίνα ενώ ήταν πιο αναπτυγμένη τεχνολογικά από την μεσαιωνική Ευρώπη στο ζήτημα της χρονομέτρησης;». Η κυρίαρχη απάντηση σε αυτό το ερώτημα είναι πως στην Κίνα δεν φαίνεται να είχε παρουσιαστεί η ανάγκη μέτρησης του χρόνου με μεγάλη χρονική ακρίβεια ούτε η ανάγκη κατοχής ιδιωτικών ρολογιών. Η Κίνα βασιζόταν σε μια αγροτική οικονομία και η φύση καθόριζε σε επαρκή βαθμό τους ρυθμούς εργασίας και δραστηριότητας των πολιτών (Postone, 1996).

3^η κάρτα

1. Οι κινέζοι εφηύραν το μηχανικό ρολόι. (λάθος πρόταση)
2. Στην Κίνα δεν είχαν όλοι οι πολίτες δικαίωμα να κατέχουν δικό τους ρολόι.
3. Στην Κίνα τα πρώτα μηχανικά ρολόγια χρησιμοποιούνταν μόνο ως παιχνίδια.

4^η κάρτα

1. Κάθε νέος αυτοκράτορας στην Κίνα άλλαζε το προηγούμενο ημερολόγιο.

2. Οι αστρονομικές εφημερίδες των κινέζων δεν είχαν αντίκτυπο στην ζωή των πολιτών.
3. Με την εισαγωγή εφευρέσεων στην παραγωγή, οι κινέζοι κατάφεραν να ανεξαρτητοποιήσουν σε μεγάλο βαθμό την παραγωγή από την φύση. (λάθος πρόταση)

Η επόμενη κάρτα στοχεύει να αναδείξει την εξάρτηση της σχέσης της επιστήμης από τους θρησκευτικούς θεσμούς και να αποδομήσει την ιδέα πως στον Μεσαίωνα δεν υπήρξε καμία πρόοδος όσον αφορά τις επιστήμες. Συγκεκριμένα, θίγει το γεγονός της ποινικοποίησης των μαθηματικών, τα οποία συνδέθηκαν με προγενέστερες θρησκείες, στα βυζαντινά χρόνια (Κουτσουμπός, 2010). Ακόμη, θίγει το γεγονός ότι η ζωή των μοναχών στα μεσαιωνικά μοναστήρια, η οποία απαιτούσε χρονικό συντονισμό καθώς και η ανάγκη υπολογισμού της κινητής εορτής του Πάσχα στάθηκαν καθοριστικές για την εξέλιξη των μεθόδων χρονομέτρησης τα Μεσαιωνικά χρόνια (Landes, 1983/2012).

5^η κάρτα

1. Στον Μεσαίωνα απαγορεύτηκε η αστρονομία διότι συνδέθηκε με το Διάβολο (λάθος πρόταση).

2. Στο Βυζάντιο θεσμοθετήθηκε νόμος που επέβαλε θανατική ποινή για τους μαθηματικούς.
3. Στα μοναστήρια αναπτύχθηκαν οι τεχνολογίες που αφορούσαν την μέτρηση του χρόνου για να ρυθμίζεται η ζωή των μοναχών.

Οι τρεις επόμενες κάρτες στοχεύουν να αναδείξουν την εξάρτηση της επιστήμης από οικονομικούς παράγοντες. Συγκεκριμένα, η 6^η κάρτα αναδεικνύει πως μια οικονομική ανάγκη, δηλαδή η ανάγκη εύρεσης ενός τρόπου προσδιορισμού του γεωγραφικού μήκους ώστε να μην χάνονται τα καράβια των εμπορών, προσανατόλισε την επιστημονική κοινότητα στην ενασχόληση με το πρόβλημα του γεωγραφικού μήκους (Landes, 1983/2012). Στην συνέχεια, η 7^η κι η 8^η κάρτα αναδεικνύουν πως η ανάγκη για ακριβέστερη μέτρηση του χρόνου κατά την βιομηχανοποίηση συνέβαλλε στην διαμόρφωση της σύγχρονης αντίληψης για τον χρόνο.

6^η κάρτα

1. Η λύση για το πρόβλημα εύρεσης του γεωγραφικού μήκους ήταν η δημιουργία καλύτερων ναυτικών ρολογιών.

2. Ο Γαλιλαίος και ο Νεύτωνας ασχολήθηκαν με το πρόβλημα υπολογισμού του γεωγραφικού μήκους αλλά απέτυχαν να βρουν μια λύση για αυτό.

3. Το πρόβλημα εύρεσης του γεωγραφικού πλάτους και μήκους σχετιζόταν άμεσα με τον υπολογισμό του χρόνου. (λάθος πρόταση)

7^η κάρτα

1. Στην Μεσαιωνική πόλη η φύση καθόριζε σε επαρκή βαθμό την καθημερινότητα των πολιτών. (λάθος πρόταση)

2. Κατά τον Μεσαίωνα πολλοί έμποροι ήταν πλουσιότεροι από τους γαιοκτήμονες.

3. Οι περισσότεροι τεχνίτες αναλάμβαναν μόνοι τους την έρευνα πρώτων υλών, την επεξεργασία και την πώληση τους.

8^η κάρτα

1. Στη βιομηχανική Αγγλία τιμωρούνταν όποιος εργάτης δεν είχε το δικό του προσωπικό ρολόι την ώρα της δουλειάς. (λάθος πρόταση)

2. Σε ορισμένα σχολεία οι μαθητές πλήρωναν πρόστιμο αν καθυστερούσαν.

3. Στη βιομηχανική Αγγλία πραγματοποιήθηκαν μαζικές απεργίες για να διεκδικήσουν οι εργάτες 12ωρη εργασία.

Οι δύο επόμενες κάρτες αναδεικνύουν ορισμένες βασικές στιγμές της ιστορίας της επιστήμης. Η 9^η κάρτα θίγει τη συμβολή του Γαλιλαίου και του Νεύτωνα στη διαμόρφωση των αντιλήψεων για τον χρόνο, οι οποίοι μέσω των θεωριών τους κατέστησαν τον χρόνο μια μαθηματική μεταβλητή ικανή να περιγράψει τις κινήσεις των σωμάτων και να ερμηνεύσει την τάξη του ουρανού. Ακόμη, στοχεύει να αποδομηθεί η ιδέα πως ο Γαλιλαίος υπήρξε ο πρώτος που

υποστήριξε πως η Γη κινείται (Elias, 1992). Οι επόμενες κάρτες στοχεύουν να αναδείξουν πως η επιστήμη είναι ένα διαρκώς εξελιξιμο πεδίο αναφέροντας τη Θεωρία της Σχετικότητας, η οποία αμφισβήτησε την νευτώνεια αντίληψη για τον χρόνο.

9^η κάρτα

1. Ο Γαλιλαίος ήταν ο πρώτος που υποστήριξε πως οι πλανήτες κινούνται. (λάθος πρόταση)
2. Οι τρεις νόμοι του Νεύτωνα αμφισβητήθηκαν από τη σύγχρονη φυσική.
3. Η πρώτη μελέτη που υποστήριζε το ηλιοκεντρικό σύστημα και την κίνηση των πλανητών δεν συνάντησε καμία αντίδραση όταν εκδόθηκε.

10^η κάρτα

1. Η Θεωρία της Σχετικότητας ισχύει μόνο για αντικείμενα που κινούνται κοντά στην ταχύτητα του φωτός. (λάθος πρόταση)
 2. Ο χρόνος κυλάει πιο αργά για αντικείμενα που κινούνται με μεγάλη ταχύτητα.
 3. Η Θεωρία της Σχετικότητας μπορεί να ερμηνεύσει το φαινόμενο των μαύρων τρυπών.
- Οι επόμενες κάρτες θίγουν τις φυσικές αρχές πάνω στις οποίες βασίζονται τα ηλιακά και υδραυλικά ρολόγια που παρουσιάστηκαν κατά τη ξενάγηση αλλά και αυτές των σύγχρονων ατομικών ρολογιών.

11^η κάρτα

1. Στα ηλιακά ρολόγια η γωνία της σκιάς εξαρτάται από την εποχή και την τοποθεσία.
2. Τα πρώτα ηλιακά ρολόγια κατασκευάστηκαν στην Αρχαία Ελλάδα. (λάθος πρόταση)
3. Υπάρχουν φορητά ηλιακά ρολόγια.

12^η κάρτα

1. Ο ρυθμός ροής του νερού στα υδραυλικά ρολόγια μπορεί να επηρεαστεί από αλλαγές στη θερμοκρασία.
2. Ο ρυθμός ροής ενός δοχείου που αδειάζει γίνεται ολοένα και ταχύτερος. (λάθος πρόταση)
3. Στην αρχαιότητα οι κλεψύδρες ήταν έτσι ρυθμισμένες ώστε να δείχνουν την ίδια ώρα με τα ηλιακά ρολόγια.

13^η κάρτα

1. Τα ατομικά ρολόγια μπορούν να μετρήσουν με ακρίβεια τρισεκατομμυριοστού του δευτερολέπτου.
2. Τα ατομικά ρολόγια εφευρέθηκαν μετά το 2000. (λάθος πρόταση)
3. Υπάρχουν ατομικά ρολόγια που μπορείς να τα κρατήσεις στο ένα σου χέρι.

Συμπεράσματα

Η εκπαιδευτική πρόταση που παρουσιάστηκε αξιοποιεί τη διεπιστημονική προσέγγιση για να προάγει μια ουσιαστική κατανόηση της έννοιας του χρόνου, τόσο από φυσικοεπιστημονική όσο και από ιστορικο-πολιτισμική σκοπιά, στο πλαίσιο της μη τυπικής εκπαίδευσης. Μέσα από τη συνδυασμένη χρήση ξενάγησης και διαδραστικού παιχνιδιού, οι μαθητές/τριες ενθαρρύνονται να αναστοχαστούν για τη φύση της επιστήμης ως κοινωνικής δραστηριότητας, επηρεαζόμενης από ιστορικές, πολιτισμικές και οικονομικές συνθήκες. Η έμφαση στη μέτρηση του χρόνου αναδεικνύει την εξέλιξη των σχετικών επιστημονικών θεωριών και τεχνολογικών εφαρμογών, ενώ παράλληλα καταδεικνύει την αλληλεπίδραση επιστήμης, τεχνολογίας και κοινωνίας. Το πρόγραμμα συμβάλλει στην καλλιέργεια του επιστημονικού εγγραμματισμού, ενισχύοντας την ικανότητα των μαθητών/τριών να κατανοούν τις επιστημονικές έννοιες σε διαφορετικά πολιτισμικά πλαίσια και να συνδέουν τη σχολική γνώση με τον ευρύτερο ιστορικό και κοινωνικό της περίγυρο. Τέτοιου τύπου προσεγγίσεις αναδεικνύουν τις δυνατότητες της μη τυπικής εκπαίδευσης να λειτουργήσει συμπληρωματικά προς το επίσημο πρόγραμμα σπουδών και να εμπλουτίσει τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών με κριτική, ιστορική και πολιτισμική διάσταση.

Βιβλιογραφία

- Δανέζης, Μ. & Θεοδοσίου, Σ. (1994). *Μετρώντας τον άχρονο χρόνο. Ο χρόνος στην αστρονομία*. Δίαυλος. ISBN: 9789607140456
- Κουτσουμπός, Θ. (2010). *Έννοιες του χρόνου από την αρχαία ελληνική φιλοσοφία στη σύγχρονη φυσική*. Γαβριηλίδη. ISBN: 9789603365846
- Landes, S. D. (2012). *Τα γρανάζια του χρόνου*. (Λ. Καλοβύρνας, Μετ. ' Β. Μανημάνης, Επιμ.). Αθήνα: Μορφωτικό Ίδρυμα Εθνικής Τραπέζης. (Το πρωτότυπο έργο «Revolution in Time: Clocks and the Making of the Modern World» δημοσιεύτηκε το 1983) ISBN: 9789602505441
- Bell, P., Lewenstein, B., Shouse, A. W., & Feder, M. A. (2009). *Learning science in informal environments: People, places, and pursuits*. National Academies Press. ISBN: 9780309119559
- Elias, N. (1992). *Time: An Essay*. Blackwell Publishers. ISBN: 9780631157984
- Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past, present and future, *Handbook of research on science education*. Lawrence Erlbaum Associates. ISBN: 9780203824696
- Postone, M. (1996). *Time, labor and social domination. A reinterpretation of Marx 's critical theory*. Cambridge University Press. ISBN: 9780521565400