

## **Οι απόψεις των μαθητών για τη χρήση μικρών ιστορικών κειμένων στη διδασκαλία του απλού εκκρεμούς στο Γυμνάσιο**

Σ. Δόσης, *Φυσικός, Δρ. Διδακτικής φυσικών επιστημών*

Ν. Κανδεράκης, *Φυσικός, Δρ. Ιστορίας της επιστήμης*

Δ. Κολιόπουλος, *Καθηγητής, ΤΕΕΑΠΗ Παν/μίου Πατρών*

### **Εισαγωγή**

Η χρήση μικρών ιστοριών είναι ένας από τους τρόπους με τους οποίους μπορεί να γίνει η εισαγωγή της ιστορίας των επιστημών στη διδασκαλία. Σύμφωνα με τους Stinner et al (2003), η μεταφορά κεντρικών επιστημονικών ιδεών μέσω αυθεντικών ή μετασχηματισμένων ιστορικών κειμένων, είναι ισχυρό εργαλείο πρόκλησης της συμμετοχής των μαθητών, και πιθανώς ο καλύτερος τρόπος να μαθαίνουν και να θυμούνται τις ιδέες. Ένας τρόπος να χρησιμοποιούνται οι μικρές ιστορίες στη διδασκαλία είναι η οργανική τους ένταξη μέσα στη διδακτική ακολουθία. Για παράδειγμα, να χρησιμοποιούνται για να εισάγονται και να λύνονται προβλήματα που θα πυροδοτούν το ενδιαφέρον των μαθητών (Roach 1993; Koliopoulos, Dossis & Stamoulis, 2007). Η χρήση μικρών επιστημονικών ιστοριών με αυτό τον τρόπο συνιστά μια 'τοπική' παρέμβαση στο πρόγραμμα σπουδών, που μπορεί σχετικά εύκολα να υιοθετηθεί από τους εκπαιδευτικούς (Monk & Osborne, 1997).

### **Οι μικρές ιστορίες στη διδακτική ακολουθία του απλού εκκρεμούς**

Στην παρούσα εργασία θα περιγράψουμε και σχολιάσουμε απόψεις μαθητών σχετικά με μικρά ιστορικά που επεξεργάστηκαν κατά τη διάρκεια μιας διδακτικής ακολουθίας αναφοράς που αναφέρεται σε μια 4ωρη διδασκαλία του απλού εκκρεμούς για τη Γ' τάξη του Γυμνασίου. Ο πίνακας 1 αναπαριστά τη γενική δομή της διδακτικής ακολουθίας, τους επιδιωκόμενους διδακτικούς στόχους και τη θέση των μικρών ιστοριών στη διδασκαλία. Η πρώτη διδακτική ώρα αναφέρεται στο ιστορικό πρόβλημα της ρύθμισης της ακρίβειας των μεσαιωνικών μηχανικών ρολογιών εκκρεμούς και ζητείται από τους μαθητές να σχολιάσουν τις πιθανές δυνατότητες ρύθμισής τους. Οι δραστηριότητες των μαθητών βασίζονται στην πρώτη μικρή ιστορία, η οποία συντίθεται τόσο από αυθεντικό, όσο και από μετασχηματισμένο ιστορικό υλικό και η οποία παρουσιάζει ένα σχέδιο ρολογιού παρόμοιο με αυτό του Γαλιλαίου (Matthews, 2000). Οι μαθητές αναφέρονται στο ρόλο του κάθε στοιχείου του ρολογιού, το ρόλο του απλού εκκρεμούς στη ρύθμιση του ρολογιού και

διατυπώνουν υποθέσεις σχετικά με τους παράγοντες που επιδρούν στην περίοδο του απλού εκκρεμούς έτσι που να ρυθμιστεί το ρολόι.

Η δεύτερη διδακτική ώρα σχετίζεται άμεσα με τη Γαλιλαϊκή θεώρηση της κίνησης του απλού εκκρεμούς, όπου η ανεξαρτησία της περιόδου του από το πλάτος της αιώρησης το καθιστά κατάλληλο για τη ρύθμιση των ρολογιών. Οι δραστηριότητες των μαθητών βασίζονται στη δεύτερη μικρή ιστορία της οποίας κεντρικό τμήμα αποτελεί ένα απόσπασμα από το βιβλίο του Γαλιλαίου 'Διάλογος για τις καινούργιες επιστήμες', που σχετίζεται με την ισόχρονη κίνηση του εκκρεμούς. Στο παράρτημα παρουσιάζεται το φύλλο εργασίας που δόθηκε στους μαθητές. Οι μαθητές συζητούν το παράδοξο της ισόχρονης κίνησης του εκκρεμούς και στηρίζουν με επιχειρήματα τα αναφερόμενα στο απόσπασμα.

Η τρίτη διδακτική ώρα αφορά στο πρόβλημα της μετατροπής του απλού εκκρεμούς σε εκκρεμές του 1sec. Οι μαθητές εμπλέκονται στην εννοιολογική και μεθοδολογική διερεύνηση της σχέσης της περιόδου του απλού εκκρεμούς με το μήκος και με το βάρος του.

Η τετάρτη, τέλος, διδακτική ώρα αναφέρεται στη διερεύνηση της σχέσης της περιόδου του απλού εκκρεμούς με τη βαρύτητα και στην τελική επίλυση του προβλήματος ρύθμισης των ρολογιών εκκρεμούς ή μη. Οι δραστηριότητες των μαθητών βασίζονται στην τρίτη μικρή ιστορία, που αποτελεί μια εκλαϊκευτική περιγραφή των ταξιδιών του Richer και της σχετικής συζήτησης που ακολουθεί τις παρατηρήσεις του σχετικά με την επίδραση της βαρύτητας στην περίοδο του απλού εκκρεμούς και τις συνέπειες στη λειτουργία και ρύθμιση των ρολογιών εκκρεμούς.

Διδακτική ώρα	Κατάσταση - Πρόβλημα	Διδακτικοί στόχοι		
		Εννοιολογικοί	Μεθοδολογικοί	Πολιτισμικοί
1 <sup>η</sup>	<b>Πως και γιατί το μεσαιωνικό ρολόι-εκκρεμές μπορεί να γίνει ακριβέστερο;</b> <i>ΙΦΕ1: Το μηχανικό ρολόι του Γαλιλαίου</i>	Περιοδικότητα (ομοίμορφη επανάληψη αιωρήσεων)	Αναγνώριση παραγόντων που επηρεάζουν τη μέτρηση του χρόνου στο ρολόι-εκκρεμές	Η μέτρηση του χρόνου ως κοινωνικο-επιστημονικό πρόβλημα
2 <sup>η</sup>	<b>Ποια ιδέα κρύβεται πίσω από τη λειτουργία του ρολογιού εκκρεμούς;</b> <i>ΙΦΕ2: Από το μηχανικό ρολόι στη μελέτη του απλού εκκρεμούς</i>	Ισόχρονη κίνηση εκκρεμούς	Αναγνώριση και έλεγχος της σχέσης περιόδου -πλάτους απλού εκκρεμούς σε ένα πείραμα προσομοίωσης	Η ιστορική προσέγγιση της ισόχρονης κίνησης του απλού εκκρεμούς
3 <sup>η</sup>	<b>Πως μετατρέπεται ένα απλό εκκρεμές σε εκκρεμές του 1 sec;</b>	Ποιοτική σχέση περιόδου – μήκους νήματος / ανεξαρτησία περιόδου -βάρους σφαιριδίου του απλού εκκρεμούς	Αναγνώριση και έλεγχος της σχέσης περιόδου – μήκους νήματος / βάρους σφαιριδίου απλού εκκρεμούς σε ένα πείραμα προσομοίωσης	
4 <sup>η</sup>	<b>Η διάρκεια της απλής αιώρησης απλού εκκρεμούς, μήκους 1 m, είναι παντού 1 sec;</b> <i>ΙΦΕ3: Μια συναρπαστική ανακάλυψη: Το ταξίδι του Jean Richer στην Cayenne</i>	Ποιοτική σχέση περιόδου – βαρύτητας ενός τόπου (βάρος ≠ βαρύτητα)	Αναγνώριση και έλεγχος της σχέσης περιόδου –βαρύτητας σε ένα νοητικό πείραμα	Η σχέση περιόδου εκκρεμούς – βαρύτητας ως κοινωνικο-επιστημονικό πρόβλημα

Πίνακας 1 Η διδακτική ακολουθία του απλού εκκρεμούς

## Η έρευνα των απόψεων των μαθητών

Η διδακτική ακολουθία του απλού εκκρεμούς υλοποιήθηκε σε τρία τμήματα της Γ΄ Γυμνασίου, από τρεις διαφορετικούς εκπαιδευτικούς, σε καθημερινές εκπαιδευτικές συνθήκες (Kanderakis, Dossis & Koliopoulos, 2011).

Τα δεδομένα του παρόντος κειμένου προέρχονται από (α) ερωτηματολόγιο που καταγράφει τις απόψεις τους για τις μικρές ιστορίες και για τη λειτουργία τους στο μάθημα, στο τέλος του διδακτικού προγράμματος και (β) τα συμπληρωμένα από τους μαθητές φύλλα εργασίας κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας. Στη συνέχεια περιγράφονται ορισμένα αποτελέσματα από τα δεδομένα που ελήφθησαν από μαθητές για τη στάση τους απέναντι στις τρεις μικρές ιστορίες και ιδιαίτερα την αντιμετώπιση της μιας εξ αυτών.

Στο σχήμα 1 φαίνονται οι σχετικές συχνότητες των απαντήσεων των μαθητών στην ερώτηση 'Ποια από τις τρεις μικρές ιστορίες σας φάνηκε περισσότερο ενδιαφέρουσα'.



Σχήμα 1: Απαντήσεις των μαθητών στην ερώτηση 'Ποια από τις τρεις μικρές ιστορίες σας φάνηκε περισσότερο ενδιαφέρουσα'

Όπως φαίνεται από το γράφημα, σχεδόν το 50% των μαθητών βρήκε την ιστορία 'Μια συναρπαστική ανακάλυψη: Το ταξίδι του Jean Richer στην Cayenne' πιο ενδιαφέρουσα. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι η ιστορία έχει κάποια στοιχεία καλής αφήγησης, δηλαδή πλοκή, δράση και αναπάντεχα γεγονότα (Bruner 1996). Από την άλλη πλευρά η ιστορία που οι μαθητές φαίνεται να βρήκαν λιγότερο ενδιαφέρουσα είναι η δεύτερη (Από το μηχανικό ρολόι στη μελέτη του εκκρεμούς).

Αντιθέτως στην ερώτηση 'Ποια από τις τρεις μικρές ιστορίες σας φάνηκε ότι ταίριαζε περισσότερο με το μάθημα', όπως φαίνεται και στο γράφημα του σχήματος 2, οι μαθητές προκρίνουν τη δεύτερη ιστορία (παράρτημα). Αυτό μπορεί να αποδοθεί, όπως γράφουν

κάποιοι μαθητές, στο ότι η ιστορία αυτή αναφέρεται σε εκκρεμή, χρόνους ταλάντωσης και πειράματα, δηλαδή στα συνήθη αντικείμενα των μαθημάτων φυσικής.



Σχήμα 2: Απαντήσεις των μαθητών στην ερώτηση ‘Γοια από τις τρεις μικρές ιστορίες σας φάνηκε ότι ταίριαζε περισσότερο με το μάθημα’

Από τη σύγκριση των συχνοτήτων των απαντήσεων των μαθητών στις δύο ερωτήσεις φαίνεται ότι η περισσότερο ενδιαφέρουσα μικρή ιστορία είναι αυτή που ταιριάζει λιγότερο στο μάθημα της Φυσικής και αντιστρόφως.

Πρέπει να επισημανθεί, πάντως, ότι από τις απαντήσεις των μαθητών στο φύλλα εργασίας που σχετίζεται με τη δεύτερη μικρή ιστορία, προκύπτει ότι οι μαθητές επεξεργάζονται με ιδιαίτερο ενδιαφέρον το εννοιολογικό πρόβλημα το οποίο τίθεται. Για παράδειγμα, φαίνεται να αναζητούν επίμονα μια ‘θεωρητική’ εξήγηση στο φαινομενολογικό παράδοξο της ισόχρονης της κίνησης του απλού εκκρεμούς που τίθεται από τον Σαγρέντο, ενώ θα περίμενε κανείς να δοθεί μια άμεση ‘πειραματική’ εξήγηση. Χαρακτηριστικά είναι τα επιχειρήματα ενός μαθητή που υποστηρίζει τις απόψεις του Σαλβιάτι (Γαλιλαίου): ‘Πιστεύω πως το εκκρεμές της γωνίας  $1^{\circ}$  κινείται με μικρή ταχύτητα, ενώ αυτό των  $90^{\circ}$  κινείται γρήγορα. Και στις δύο περιπτώσεις θα διανύσει το καθένα την απόσταση του στον ίδιο όμως χρόνο’. Στον αντίποδα, ένας άλλος μαθητής αναφέρει: ‘Όχι είναι απίθανο. Δεν είναι δυνατόν να συμβεί. Είναι αδύνατο να κάνει τον ίδιο χρόνο σε  $1^{\circ}$  και σε  $90^{\circ}$ . Δηλαδή δεν είναι το ίδιο χρονικό διάστημα και στις δύο περιπτώσεις’. Ένας τρίτος μαθητής υποστηρίζει: ‘Ο Γαλιλαίος θα απαντούσε “Μα φυσικά αυτό μπορεί να γίνει αν τα δύο σώματα διανύουν την αντίστοιχη απόσταση τους με διαφορετικές ταχύτητες. Ε, μα!”. Οι συζητήσεις είναι ζωηρές και γόνιμες (Koliopoulos & Dossis, 2008).

## Συμπεράσματα

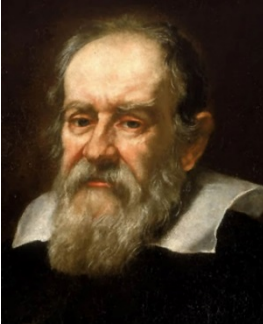
Γενικότερα μπορεί να υποστηριχθεί ότι η εισαγωγή των μικρών ιστοριών στη διδασκαλία του απλού εκκρεμούς φαίνεται να προκαλεί το ενδιαφέρον των μαθητών τόσο στο εννοιολογικό πλαίσιο μελέτης της ισόχρονης κίνησης του απλού εκκρεμούς (σε σύγκριση με άλλα περισσότερο μαθηματικοποιημένα και, συνεπώς, λιγότερο ενδιαφέροντα, εννοιολογικά πλαίσια όπως η δυναμική ανάλυση της κίνησης του εκκρεμούς), όσο και στο πολιτισμικό πλαίσιο μελέτης του εκκρεμούς ως ρυθμιστή της ακρίβειας του ρολογιού εκκρεμούς. Αυτό σημαίνει ότι η επιδίωξη σε σχέση με το σχεδιασμό τέτοιων ιστοριών ή καλύτερα σειράς ιστοριών στη διδασκαλία μιας συγκεκριμένης ενότητας πρέπει να είναι η ταυτόχρονη επιδίωξη ανάπτυξης πολιτισμικού και εννοιολογικού ενδιαφέροντος από την μεριά των μαθητών.

## Βιβλιογραφία

- Bruner J. (1996). *The culture of education*. Harvard University Press.
- Kanderakis, N., Dossis, S. & Koliopoulos, D. (2011). Teachers' conceptions about the implementation of a HPS sequence concerning the movement of a simple pendulum. In F. Seroglou, V. Koulountzos & A. Siatras (Eds.) Proceedings of the 11th International IHPST and 6th Greek History, Philosophy and Science Teaching Joint Conference 'Science and Culture: Promise, Challenge and Demand'. Thessaloniki, Epikentro, 394-396.
- Koliopoulos, D., Dossis, S. & Stamoulis, E. (2007). The Use of History of Science in science teaching: Case studies in the context of an 'innovative' and 'constructivist' approaches in the science curriculum. *The Science Education Review*, 6(2), 44-56.
- Monk, M. & Osborn, J. (1997). Placing the History and Philosophy of Science on the curriculum: A model for the development of pedagogy. *Science Education*, 81(4), 405-424.
- Roach, L.E. (1993). Use of the History of Science in a nonscience majors course: Does it affect students understanding of the Nature of Science? Unpublished doctoral dissertation, Louisiana State University.
- Stinner, A., MacMillan, B., Metz, D., Jilek, J. & Klassen, S. (2003). The renewal of case studies in science education. *Science & Education*, 12(7), 617-643.

## Παράρτημα

### ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 2: ΑΠΟ ΤΟ ΜΗΧΑΝΙΚΟ ΡΟΛΟΙ ΣΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΑΠΛΟΥ ΕΚΚΡΕΜΟΥΣ



Το έτος 1638 είναι ένα ιστορικό για την επιστήμη έτος. Ο Γαλιλαίος δημοσιεύει ένα από τα έργα του (τον 'Διάλογο για τις καινούργιες επιστήμες') που αποτελεί ένα από τα πρώτα γραπτά τεκμήρια της γέννησης της σύγχρονης Φυσικής. Το βιβλίο είναι γραμμένο όπως ένα σύγχρονο θεατρικό έργο. Οι ιδέες του Γαλιλαίου περνάνε μέσα από το διάλογο τριών προσώπων. Όπως λέει ένας σύγχρονος επιστήμονας, ο Άρθουρ Καίσερ, ο Διάλογος διεξάγεται μεταξύ τριών χαρακτήρων. Ο Σαλβιάτι, ο λαμπρός

επιστήμονας είναι αυτός που εκφράζει τις ιδέες του Γαλιλαίου. Τον σιγοντάρει ο Σαγρέντο, ένας έξυπνος ερασιτέχνης που είναι μεταμφιεσμένος σε ουδέτερο και, τέλος, ο Σιμπλίκιο, ο καλοπροαίρετος υπερασπιστής των ιδεών της εποχής που παίζει «τον ρόλο του παλιάτσου που τον κλωτσάν στον πισινό».

Το επόμενο απόσπασμα από το βιβλίο του Γαλιλαίου «Διάλογος για τις καινούργιες επιστήμες» αναφέρεται στην κίνηση του εκκρεμούς, σχετίζεται δηλαδή με το σημερινό μάθημα. Μιλάει ο Σαγρέντο.

*Σαγρέντο:* '... Έχω παρατηρήσει, χιλιάδες φορές, ταλαντώσεις πολυελαίων, κυρίως στις εκκλησίες ή λάμπες που κρέμονται από το ταβάνι και κινούνται πέρα δώθε. Άλλα το μόνο που έχω διαπιστώσει από αυτές τις παρατηρήσεις είναι ότι μάλλον είναι απίθανο να ισχύει η γνώμη των ανθρώπων εκείνων που ισχυρίζονται ότι αυτές οι ταλαντώσεις συντηρούνται από το περιβάλλον: σε μια τέτοια περίπτωση ο αέρας θα έπρεπε να ενεργεί με πολλή διορατικότητα και να μην είχε τίποτα άλλο να κάνει από το να δίνει σ' αυτό το κρεμασμένο βαρίδι μια τέλεια κανονική πέρα – δώθε κίνηση. Μου είναι αδύνατον να φανταστώ ότι ένα ίδιο σώμα, το οποίο θα κρέμεται από ένα νήμα περίπου 50 μέτρων, που τη μια φορά θα απομακρύνεται 90 μοίρες (900) από την κατακόρυφο και την άλλη μια μοίρα (10) από τη κατακόρυφο, θα μπορούσε να κάνει στις δύο περιπτώσεις τον ίδιο χρόνο για να διαγράψει τη μια φορά ένα πολύ μεγάλο τόξο και την άλλη φορά ένα πολύ μικρό τόξο. Θα μου φαινόταν απίθανο'.

#### *Ερωτήσεις*

- (α) Συζητήστε το κείμενο αυτό με τον/την καθηγητή/τρια σας. Τι νομίζετε ότι θα απαντούσε ο Σαλβιάτι (δηλαδή, αυτός που εκφράζει τις ιδέες του Γαλιλαίου) σ' αυτά που ισχυρίζεται ο Σαγρέντο;
- (β) Ποια συγκεκριμένη τεχνική θα προτείνατε για να επιβεβαιώσετε ή να διαψεύσετε τον ισχυρισμό του Σαγρέντο;