

# Ενσωματώνοντας την ιστορία στα μαθήματα των φυσικών επιστημών

David W. Rudge<sup>1</sup> & Eric M. Howe<sup>2</sup>

1. *Western Michigan University*

2. *Assumption College, Massachusetts*

---

## Εισαγωγή

Πολλοί καθηγητές φυσικών επιστημών αναγνωρίζουν ότι η διδασκαλία στοιχείων της ιστορίας της επιστήμης βοηθά τους μαθητές να μάθουν το περιεχόμενο της επιστήμης και τη φύση της επιστήμης (ΦιΕ). Η χρήση της ιστορίας μπορεί να εξανθρωπίσει την επιστήμη, να βοηθήσει τους μαθητές να βελτιώσουν τις κριτικές τους ικανότητες, να προωθήσει μια βαθύτερη κατανόηση των επιστημονικών εννοιών και να αντιμετωπίσει τις συνήθεις παρανοήσεις των μαθητών που συχνά μοιάζουν με εκείνες των επιστημόνων παλαιότερων εποχών (Matthews, 1994). Ειδικότερα, η αναφορά σε ιστορικά επεισόδια μπορεί να συμβάλει σε μια βαθύτερη κατανόηση ενός πλήθους ζητημάτων που συνδέονται με τη ΦιΕ ως διαδικασία (π.χ. η προσωρινή φύση των επιστημονικών συμπερασμάτων). Ενώ γενικά υπάρχει συναίνεση ότι η ιστορία της επιστήμης πρέπει να ενσωματωθεί στη διδασκαλία του επιστημονικού περιεχομένου, τα διαθέσιμα μοντέλα είναι συχνά ατελή σε ό,τι αφορά τις λεπτομέρειες (Monk & Osborne, 1997, Rudge & Howe, 2008). Η πρόκληση για τους εκπαιδευτικούς είναι πώς να ενσωματώσουν αποτελεσματικά την ιστορία στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών, έχοντας συγχρόνως επίγνωση των πολλαπλών περιορισμών που διέπουν την διδακτική πράξη.

Έχουμε αναπτύξει μια προσέγγιση στη χρήση της ιστορίας της επιστήμης που μπορεί να παράσχει μερικές ιδέες για τους εκπαιδευτικούς της πρωτοβάθμιας και της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Το άρθρο αυτό περιγράφει τα διάφορα στάδια στην προσέγγιση και περιλαμβάνει δύο παραδείγματα: ένα από μια κλασική ιστορία της εξέλιξης και ένα άλλο από την ιστορία της έρευνας για τη δρεπανοκυτταρική αναιμία.

## **Βήμα 1<sup>ο</sup>: Προσδιορίστε και ιεραρχήστε τους διδακτικούς στόχους**

Όπως σε οποιοδήποτε πρόγραμμα ανάπτυξης αναλυτικών προγραμμάτων, η λύση για το πώς να ενσωματωθεί η ιστορία της επιστήμης στην τάξη αρχίζει με έναν σαφή προσδιορισμό των εκπαιδευτικών στόχων που έχετε για εσάς τους ίδιους αλλά και για τους μαθητές σας. Οι συνήθεις περιορισμοί σχετίζονται με τον αριθμό μαθητών, το διαθέσιμο χρόνο (προετοιμασία και χρόνος στην τάξη) και τις προηγούμενες γνώσεις που λογικά αναμένονται να έχουν οι μαθητές. Αν και η χρήση ενός ιστορικού επεισοδίου μπορεί ενδεχομένως να υποστηρίξει πολλαπλούς στόχους, δεν είναι απαραίτητο να συμπεριληφθούν όλοι. Στους μαθητές δεν χρειάζεται να δοθεί μια πλήρης ιστορική ερμηνεία του επεισοδίου, ιδιαίτερα εάν οι λεπτομέρειες μπορεί να τους αποσπάσουν από τους διδακτικούς στόχους (Allchin, 1993).

## **Βήμα 2<sup>ο</sup>: Επιλέξτε ένα επεισόδιο**

Το επόμενο βήμα είναι να καθοριστεί ποιο επεισόδιο από την ιστορία της επιστήμης θα χρησιμοποιηθεί στην τάξη. Εάν έχετε κάποιο συγκεκριμένο υπόψιν σας, συμβουλευθείτε τις βάσεις δεδομένων ERIC και Educational Abstracts ή ψάξτε στο Διαδίκτυο για να δείτε εάν κάποιος έχει αναπτύξει ένα σχέδιο μαθήματος χρησιμοποιώντας το ίδιο επεισόδιο. Εάν δεν έχετε κάποιο συγκεκριμένο επεισόδιο στο μυαλό σας, η ιεράρχηση των στόχων σας μπορεί να βοηθήσει στον καθορισμό του επεισοδίου που θα χρησιμοποιήσετε.

Για παράδειγμα, η προηγούμενη εμπειρία μας οδήγησε στη διαπίστωση ότι χρειαζόμασταν μια ενότητα που θα αντιμετώπιζε άμεσα τις παρανοήσεις που συνήθως έχουν οι μαθητές για την εξέλιξη. Ένας από μας διαπίστωσε ότι οι παρανοήσεις είχαν προταθεί παλαιότερα ως εξηγήσεις κατά τη διάρκεια της πρώιμης ιστορίας των ερευνών για το βιομηχανικό μελανισμό στην κλασική περίπτωση της στικτής νυχτοπεταλούδας. Στην περίπτωση αυτή, η επιλογή των παρανοήσεων που έπρεπε να αντιμετωπίσουμε μας οδήγησαν στο ποιο ιστορικό επεισόδιο έπρεπε να χρησιμοποιήσουμε. Σε μια άλλη περίπτωση αποφασίσαμε ότι χρειαζόμαστε ένα επιστημονικό φαινόμενο που είχε μελετηθεί σε σχέση με πολλά επιμέρους πεδία της βιολογίας. Κατά συνέπεια, αναπτύξαμε μια διδακτική ενότητα στην ιστορία της έρευνας για τη δρεπανοκυτταρική αναιμία που ενσωματώνει τη βιοχημεία, τη γενετική, την οικολογία και την εξέλιξη.

## **Βήμα 3<sup>ο</sup>: Μάθετε για το επεισόδιο**

Έχοντας το επεισόδιο κατά νου, το επόμενο βήμα είναι να μάθετε αρκετά για αυτό προκειμένου να δημιουργήσετε έναν τρόπο με τον οποίο οι μαθητές σας θα επιχειρηματολογήσουν με τρόπο παρόμοιο, αλλά όχι πανομοιότυπο, με τους παλαιότερους επιστήμονες. Αν και θα ήταν ιδανικό να συμβουλευτείτε πρωτογενείς πηγές, όπως τις πρωτότυπες ερευνητικές εργασίες, θα ήταν επίσης χρήσιμο να συμβουλευτείτε τις περιγραφές σε διδακτικά

βιβλία και τις σύντομες περιλήψεις που παρέχονται σε κείμενα ιστορίας της επιστήμης προκειμένου να βοηθηθείτε στη δημιουργία μιας διδακτικής ενότητας για την τάξη σας. Η διδακτική πράξη θα πρέπει περιλαμβάνει παρουσίαση ενός φαινομένου για μελέτη στους μαθητές, εκμείωση των πρότερων αντιλήψεων των μαθητών για το φαινόμενο αυτό και τη χρήση αυτών των εκούσιων σχολίων ως εφαλτήριο για τη δραστηριότητα της ημέρας (π.χ., μια έρευνα ή μια συζήτηση που θα τους επιτρέψει να ερευνήσουν και να αξιολογήσουν τις ιδέες τους). Το κλείσιμο της συζήτησης μπορεί να στοχεύει όχι μόνο στην κατανόηση της έννοιας αλλά και στον ρητό αναστοχασμό σχετικά με αυτά που το συγκεκριμένο παράδειγμα αποκαλύπτει για την επιστήμη ως διαδικασία. Εξετάζοντας τη διαδικασία υπό το πρίσμα των διδακτικών στόχων του μαθήματος, γίνεται ευκολότερο να ληφθούν αποφάσεις για τις ιστορικές λεπτομέρειες που θα παραλειφθούν (ως άσχετες με τους γενικούς στόχους) και επίσης ποιες ιστορικές λεπτομέρειες θα απλοποιηθούν ή αλλιώς θα τροποποιηθούν για να βοηθήσουν τους μαθητές να μάθουν το επιστημονικό περιεχόμενο και να ξεπεράσουν τις παρανοήσεις που έχουν.

Στην ενότητα μας για την εξέλιξη των νυχτοπεταλούδων αρχίζουμε με την παρουσίαση ενός μυστηριώδους φαινομένου: την ταχεία αύξηση στη συχνότητα των, προηγούμενα σπάνιων, σκουρόχρωμων νυχτοπεταλούδων κοντά στις αναπτυσσόμενες περιοχές αμέσως μετά τη βιομηχανική επανάσταση στη Μεγάλη Βρετανία και στην ηπειρωτική Ευρώπη. Στους μαθητές παρέχονται φωτογραφίες ανοιχτόχρωμων και σκουρόχρωμων νυχτοπεταλούδων καθώς και χάρτες συχνότητας και τους ζητείται να εξετάσουν εάν υπάρχει κάποιο πρότυπο στην κατανομή των σκουρόχρωμων νυχτοπεταλούδων στη διάρκεια του χρόνου. Οι μαθητές καλούνται επίσης να δώσουν εξηγήσεις για το τι συμβαίνει, οι οποίες στη συνέχεια χρησιμοποιούνται ως εφαλτήριο για τη συζήτηση των απόψεων των παλαιότερων επιστημόνων που είχαν παρόμοιες απόψεις με εκείνες των μαθητών μας. Έπειτα ζητάμε από τους μαθητές να σκεφτούν πώς θα μπορούσαν να αναπτύξουν μια έρευνα που θα τους επέτρεπε να επιλέξουν μεταξύ αυτών των θεωριών, και ξανά, να χρησιμοποιήσουμε τις ιδέες τους για να παρακινήσουμε μια συζήτηση γύρω από τα πειράματα που πραγματικά έγιναν στο παρελθόν. Τέλος, ζητάμε από τους μαθητές να ερμηνεύσουν τα τελικά συμπεράσματα, και ειδικότερα, να θέσουν τον εαυτό τους στη θέση των παλαιότερων επιστημόνων που διαφωνούσαν μεταξύ τους.

Οι αντιπαραθέσεις γύρω από την εργασία του Kettlewell στη δεκαετία του '50 για τις στικτές νυχτοπεταλούδες και η σύγχρονη αντίληψη για το φαινόμενο του βιομηχανικού μελανισμού είναι ευρύτερα γνωστές. Για παράδειγμα, είναι γνωστό σήμερα ότι τα αρπακτικά πουλιά βλέπουν καλύτερα στο υπεριώδες φάσμα απ' ό,τι πίστευαν παλαιότερα, οπότε η οπτική απόκρυψη μπορεί να μην είναι ο μόνος σημαντικός παράγοντας επιλογής όπως θεωρήθηκε αρχικά. Αυτά τα προβλήματα στην πραγματικότητα αυξάνουν την πιθανή αξία της συζήτησης γύρω από το βιομηχανικό μελανισμό επειδή η σύγκριση των απλουστευμένων παρουσιάσεων των διδακτικών βιβλίων με ό,τι είναι σήμερα γνωστό για το φαινόμενο συμβάλλει στη μεγαλύτερη εμπάθυνση σε έναν πλήθος ζητημάτων που συνδέονται με τη ΦιΕ. (Rudge, 2004). Η μάθηση για τη σύγχρονη έρευνα στην εξέλιξη των στικτών νυχτοπεταλούδων βοηθά τους μαθητές να εκτιμήσουν την προσωρινότητα της ΦιΕ και τη διαρκή επιστημονική

αναζήτηση για πρόσθετα στοιχεία. Τέτοιες μελέτες και συζητήσεις θέτουν το πλαίσιο όχι μόνο για προβληματισμό σε σχέση με τα πειράματα και τις θεωρίες που σχετίζονται ειδικά με το φαινόμενο του βιομηχανικού μελανισμού, αλλά και ένα ρητό αναστοχασμό της φύσης των πειραμάτων και των θεωριών γενικά (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000).

## **Βήμα 4<sup>ο</sup>: Εφαρμογή**

Η αποτελεσματική διδασκαλία μέσω διερεύνησης απαιτεί συχνά πολύ καλή προετοιμασία. Καταρχήν, πρέπει να αναπτυχθεί ένα σενάριο προβληματισμού που να παρέχει στους μαθητές επαρκείς, αλλά όχι υπερβολικές, λεπτομέρειες. Πρέπει επίσης να σκεφτείτε εκ των προτέρων πώς θα παρουσιάσετε καλύτερα το πρόβλημα για κάθε περίπτωση και έπειτα να υποστηρίξετε τη μάθηση χρησιμοποιώντας ένα σύνολο έτοιμων ερωτήσεων. Πρέπει να σκεφθείτε πώς θα ανταποκριθούν οι μαθητές και πώς θα τροποποιήσετε τις οδηγίες ανά πάσα στιγμή, ανάλογα με τις απαντήσεις τους στο μαθησιακό περιβάλλον που θα διαμορφωθεί. Όλα αυτά πρέπει να γίνουν λαμβάνοντας υπόψη τους στόχους της ημέρας, της διδακτικής ενότητας και των εθνικών προτύπων διδασκαλίας (standards).

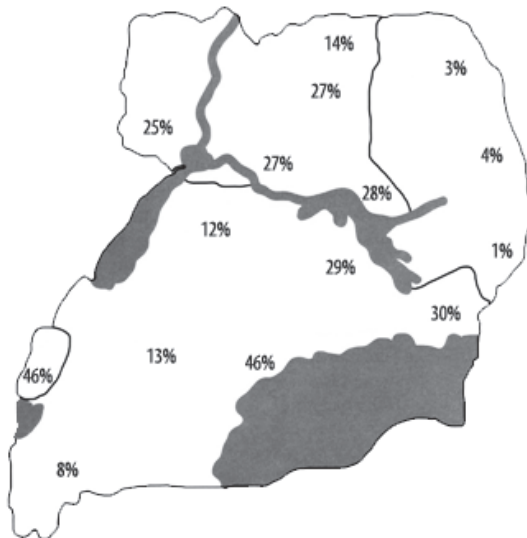
## **Το παράδειγμα της δρεπανοκυτταρικής αναιμίας**

Μια απεικόνιση της προσέγγισής μας αναφορικά με την ενότητα της δρεπανοκυτταρικής αναιμίας (πίνακας 1) δίνει μια ιδέα για το πώς ενθαρρύνουμε τους μαθητές να προβληματιστούν ρητά για τα διάφορα ζητήματα της ΦτΕ. Μετά από τρία εισαγωγικά μαθήματα, την τέταρτη ημέρα οι μαθητές προκαλούνται να διαμορφώσουν μια πιθανή θεωρία για να εξηγήσουν τις ποικίλλουσες και απροσδόκητα υψηλές συχνότητες του αλληλόμορφου (γονιδίου) που σχετίζεται με τη μυστηριώδη ασθένεια (δρεπανοκυτταρική αναιμία) στην Ουγκάντα (οχήμα 1). Από ένα προηγούμενο μάθημα που εξέτασε την κληρονομικότητα της ασθένειας, οι μαθητές κατέληξαν προσωρινά στο συμπέρασμα ότι η εξουθενωτική φύση της μυστηριώδους ασθένειας θα έπρεπε να επιφέρει αποτελεσματικά σχεδόν την εξαίλειψη του γονιδίου που την προκαλεί από έναν πληθυσμό αλληλοαναπαραγόμενων ατόμων. Έτσι, όταν οι μαθητές ανακαλύπτουν τις ποικίλλουσες και υψηλές συχνότητες των φορέων της ασθένειας που υπάρχουν στην Ουγκάντα, τις θεωρούν ως ανωμαλία που απαιτεί εξήγηση. Εργαζόμενοι κατά ομάδες, οι μαθητές εξετάζουν στοιχεία (εθνογραφικά, μεταναστευτικά, οικολογικά, και τοπογραφικά δεδομένα) που υποστηρίζουν έντονα εξηγήσεις ότι το φαινόμενο οφείλεται πιθανότατα σε έναν συνδυασμό μεταλλάξεων που υπόκεινται σε επιλογή, γονιδιακής ροής (επιγαμία) και φυλετικού προκαθορισμού. Κάθε μια από αυτές τις εξηγήσεις προτάθηκε και υπερασπίστηκε σθεναρά από τους σημαντικούς επιστήμονες εκείνης της εποχής.

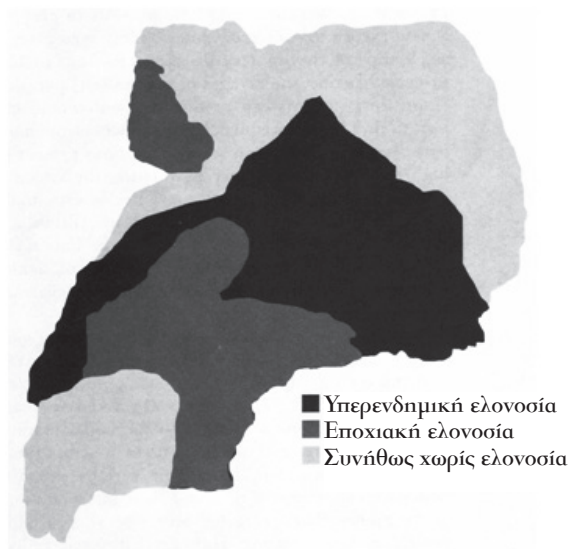
<b>Μάθημα</b>	<b>Έτος</b>	<b>Ιστορική περιγραφή</b>	<b>«Πρόβλημα» για την τάξη</b>
1	1910	Ο Δρ. Jim Herrick συναντά και διαγιγνώσκει για πρώτη φορά το μυστηριώδη ασθενή.	Εξετάστε ιστολογικά παρασκευάσματα και κυτταρικά μοντέλα για να εξηγήσετε τα συμπτώματα του μυστηριώδους ασθενούς.
2	1923	Χρήση του ελέγχου Emmel (εργαστηριακός έλεγχος) για τον προσδιορισμό των ατόμων που πάσχουν από δρεπανοκυτταρική αναιμία από εκείνα που δεν πάσχουν. Οι Δρ. Taliaferro & Huck προτείνουν ένα επικρατές πρότυπο κληρονομικότητας για την ασθένεια από τα δεδομένα που έχουν συλλέξει από τη μελέτη γενεαλογικών δέντρων.	Εξετάστε δεδομένα από γενεαλογικά δέντρα που προέκυψαν από τα αποτελέσματα του ελέγχου Emmel.
3	1949	Ο Δρ. Jim Neel πετυχαίνει τη διάκριση μεταξύ ομόζυγων και ετερόζυγων ατόμων για τη δρεπανοκυτταρική αναιμία μέσω νέων δεδομένων από γενεαλογικά δέντρα.	Εξετάστε δεδομένα από γενεαλογικά δέντρα που προέκυψαν από εργαστηριακούς και κλινικούς ελέγχους.
4	τέλος δεκ. 1940 έως μέσα δεκ. 1950	Αιματολογική έρευνα στην Ανατολική Αφρική αποκαλύπτει υψηλές συχνότητες φορέων της δρεπανοκυτταρικής αναιμίας. Αναπτύσσονται αρκετές πρώιμες θεωρίες.	Εξετάστε εθνογραφικά και γεωγραφικά δεδομένα από την Ουγκάντα για να εξηγήσετε τις υψηλές συχνότητες των ετερόζυγων ατόμων για τη δρεπανοκυτταρική αναιμία.
5	μέσα δεκ. 1940 έως μέσα δεκ. 1950	Παρασιτολογική έρευνα στην Ανατολική Αφρική εξετάζει επίσης την εξάπλωση της ελονοσίας.	Εξετάστε τον κύκλο ζωής του <i>Plasmodium falciparum</i> και προτείνετε μηχανισμούς για την αναστολή της αύξησης και της ανάπτυξης του.

6	1952 - 1954	Ο Δρ. Anthony C. Allison προτείνει τη θεωρία της υπεροχής των ετερόζυγων - φορέων της δρεπανοκυτταρικής αναιμίας για το παράσιτο της ελονοσίας.	Σκεφθείτε πώς τα δεδομένα για την ελονοσία επηρεάζουν τις προηγούμενες εξηγήσεις των μαθητών για τις συχνότητες των ετερόζυγων ατόμων στην Ουγκάντα.
7	1957	Ο Linus Pauling αποσαφηνίζει τη διαφορά ανάμεσα στη δομή της φυσιολογικής και στη δομή της παθολογικής αιμοσφαιρίνης μέσω της ηλεκτροφόρησης. Ο Δρ. Vernon Ingram προσδιορίζει την αλληλουχία των πεπτιδίων της αιμοσφαιρίνης και προσδιορίζει τις μοριακές διαφορές μεταξύ των φυσιολογικών και των μεταλλαγμένων μορφών.	Εξετάστε σε ηλεκτροφόρηση τα τμήματα DNA που αντιστοιχούν στις αιμοσφαιρίνες.
8			Ανασκόπηση

Πίνακας 1. Τα στάδια στα οποία δόθηκε έμφαση στην ενότιια της δρεπανοκυτταρικής αναιμίας.



Σχήμα 1. Οι συχνότητες του αλληλομόρφου της δρεπανοκυτταρικής αναιμίας στην Ουγκάντα, γύρω στο 1949. Προσαρμογή δεδομένων από Herrick (1968) και Lehmann (1953).



Σχήμα 2 Κατανομή της ελονοσίας στην Ουγκάντα, γύρω στο 1949

Στην αρχή του επόμενου μαθήματος που εξετάζει την εξέλιξη, παρέχονται στους μαθητές συμπληρωματικά στοιχεία από την αιματολογική έρευνα στα τέλη της δεκαετίας του 1940 που καταμέτρησε ποσοτικά την παρουσία μιας άλλης ασθένειας του αίματος, της ελονοσίας (σχήμα 2). Όταν οι μαθητές εξετάσουν τους προηγούμενους χάρτες με τις συχνότητες των αλληλομόρφων σε συνδυασμό με τα στοιχεία για την ελονοσία, αναπόφευκτα παρατηρούν έναν ισχυρό και ταυτόχρονα συναρπαστικό συσχετισμό. Στους μαθητές δίνονται επίσης τα αποτελέσματα από μια μελέτη που πραγματοποιήθηκε από τον Anthony C. Allison (1954), στην οποία συνέλεξε δείγματα αίματος από πολυάριθμα παιδιά σε όλη την Ουγκάντα και συνέκρινε τη συχνότητα εμφάνισης και τη σοβαρότητα της ελονοσίας μεταξύ των παιδιών που έφεραν το αλληλόμορφο της μυστηριώδους ασθένειας και των υπόλοιπων παιδιών (πίνακας 2). Αυτά τα συμπληρωματικά δεδομένα οδηγούν τους μαθητές να προτείνουν μια νέα θεωρία, ότι τα ετερόζυγα άτομα - εκείνοι δηλαδή που φέρνουν ένα μόνο αντίγραφο του γονιδίου της μυστηριώδους ασθένειας - στην πραγματικότητα προστατεύονται από τις συνέπειες του παρασίτου της ελονοσίας. Από αυτό, οι μαθητές μπορούν να προβλέψουν ότι αναμένεται να υπάρχουν υψηλότερες συχνότητες φορέων της μυστηριώδους ασθένειας σε εκείνες τις περιοχές όπου η ελονοσία είναι συχνή. Αυτή η θεωρία που προϋποθέτει την επιλεκτική υπεροχή των ατόμων που είναι ετερόζυγα για τη δρεπανοκυτταρική αναιμία είναι ουσιαστικά η ίδια με αυτήν που ιστορικά προτάθηκε από τον Allison ως αποτέλεσμα της έρευνάς του στην περιοχή και η σήμερα ευρέως αποδεκτή εξήγηση για τη διατήρηση των γονιδίων της δρεπανοκυτταρικής αναιμίας και τη σχετικά υψηλή εξάπλωση τους σε άτομα αφρικανικής καταγωγής.

Γενετική προδιάθεση	Συνολικός αριθμός παιδιών που εξετάστηκαν	% ασθενών με ελονοσία λόγω του <i>Plasmodium falciparum</i>	Δείκτης πυκνότητας παρασίτων
Υγιής (+/+)	247	46%	5.9
Φορέας (+/-)	43	28%	4.0

Πίνακας 2. Αιματολογική ανάλυση παιδιών από την Ουγκάντα, γύρω στο 1949. Δεδομένα προσαρμοσμένα από τα Allison (1954) και Raper (1959)

Κάποια στιγμή και ενώ οι μαθητές εργάζονται ομαδικά για να κατανοήσουν τα διάφορα δεδομένα που τους έχουν δοθεί, σε κάθε ομάδα δίνονται διαφορετικές «διερευνήσεις» (πίνακας 3). Οι μαθητές καλούνται να μοιραστούν τις ιδέες τους μεταξύ τους έχοντας κατανοήσει ότι κάθε ομάδα θα συμμετάσχει σε μια ακόλουθη συνολική συζήτηση στην τάξη, γύρω από τις διάφορες εξηγήσεις τους για τα δεδομένα και τις ερμηνείες τους για τις εργασίες. Αυτές οι στοχοθετημένες διερευνήσεις χρησιμεύουν ως ένα κύριο μέσο προκειμένου οι μαθητές να εξετάσουν ρητά και αναστοχαστικά τις πιυχές της ΦτΕ επειδή τους δίνεται η ευκαιρία να συνδέσουν την εργασία τους με το εννοιολογικό υλικό της ενότητας με τις γενικότερες ιδέες της ΦτΕ.

Χαρακτηριστικό της ΦτΕ	Διερεύνηση
Η υποκειμενική (φορτισμένη από τη θεωρία) φύση της επιστήμης	Λαμβάνοντας υπόψη ότι όλοι είχατε πρόσβαση στα ίδια δεδομένα, κατέληξαν όλα τα μέλη της ομάδας σας στο ίδιο συμπέρασμα σχετικά με τις υψηλές συχνότητες των φορέων της μυστηριώδους ασθένειας; Γιατί ή γιατί όχι;
Η προσωρινή φύση της επιστήμης	Έχει αλλάξει η θεωρία σας για την εξήγηση των ανώμαλα υψηλών συχνοτήτων των φορέων σε σύγκριση με τα προηγούμενα μαθήματα; Γιατί ή γιατί όχι; Εάν ναι, τι προκάλεσε την αλλαγή της θεωρίας;

Πίνακας 3. Παραδείγματα αναστοχαστικών διερευνήσεων για τα προβλήματα σχετικά με την Ουγκάντα.

Για παράδειγμα, η πρώτη διερεύνηση στον πίνακα 3 προκαλεί τους μαθητές να εξετάσουν έμμεσα αυτό που συνήθως περιγράφεται ως υποκειμενική (φορτισμένη από τη θεωρία) ΦτΕ. Οι μαθητές συχνά υποθέτουν ότι οι όλοι επιστήμονες αναπόφευκτα κατα-

λήγουν σε παρόμοια συμπεράσματα κατά την εξέταση των ίδιων δεδομένων (Chalmers, 1999, McComas, 1996). Αυτό οφείλεται κατά ένα μέρος στο γεγονός ότι οι μαθητές συνήθως πιστεύουν ότι οι επιστήμονες είναι οπωσδήποτε αντικειμενικοί κατά την εργασία τους, απαλλαγμένοι από προκαταλήψεις και προϋπάρχουσες θεωρητικές δεσμεύσεις. Κατά τη διάρκεια των συζητήσεων όλης της ομάδας για το συγκεκριμένο ζήτημα της ΦτΕ, οι δάσκαλοι θα πρέπει να αποφεύγουν να υποδείξουν στους μαθητές μια πιο σύγχρονη άποψη της υποκειμενικής θεώρησης της ΦτΕ. Αντίθετα, οι δάσκαλοι θα πρέπει να διευκολύνουν τους μαθητές να σχολιάσουν τα δυνατά και τα αδύναμα σημεία των απαντήσεων τους. Συνήθως, οι μαθητές καταλήγουν να κατανοήσουν ότι οι διαφορετικές εξηγήσεις τους για τις υψηλές συχνότητες προκύπτουν εν μέρει λόγω των διαφορετικών απόψεων τους - συσχετιζόμενες με τα διαφορετικά τους υπόβαθρα, τις εκπαιδευτικές τους εμπειρίες και τις προσωπικές δεσμεύσεις τους που επηρεάζουν το τι «βλέπουν» στα δεδομένα.

Η δεύτερη διερεύνηση (πίνακας 3) προσκαλεί τους μαθητές να εξετάσουν πώς μπορεί να έχουν αλλάξει οι εξηγήσεις τους μεταξύ των μαθημάτων. Αυτό έχει στόχο να οδηγήσει τους μαθητές να σκεφτούν με έναν στοιχειώδη τρόπο το πώς η γνώση στην επιστήμη υπόκειται σε πιθανή αλλαγή ή τροποποίηση. Οι αλλαγές στις εξηγήσεις των μαθητών για την ανωμαλία των συχνουτίτων οφείλονται εν μέρει στη δυνατότητά τους να αναθεωρήσουν το πρόβλημα υπό το φως των δεδομένων για την ελονοσία. Επιπλέον, όταν πιστούν από τον εκπαιδευτικό να σκεφτούν μήπως οι προηγούμενες εξηγήσεις τους ήταν «λανθασμένες» ή μήπως δεν έχουν πλέον καμία χρησιμότητα (π.χ. έχουν εγκαταλειφθεί), οι μαθητές συχνά αναγνωρίζουν ότι ενώ η υπεροχή των ετερόζυγων έχει καλύτερη εξηγητική και προβλεπτική ισχύ, ορισμένα σημεία των προηγούμενων εξηγήσεών τους είναι σημαντικοί παράγοντες που συμβάλλουν στη γενετική της μυστηριώδους ασθένειας. Ο εκπαιδευτικός μπορεί τότε να ρωτήσει τους μαθητές εάν θεωρούν ότι παρόμοιες διαδικασίες σύγκρισης θεωριών συμβαίνουν στην ανάπτυξη των σταθερών και ανθεκτικών στο χρόνο επιστημονικών θεωριών.

Το κύριο πλεονέκτημα του σχεδιασμού μαθημάτων που χρησιμοποιούν την ιστορία της επιστήμης και' αυτόν τον τρόπο είναι ότι προσεγγίζουν στενά τις αρχές της εποικοδομητικής, που σημαίνει ότι οι μαθητές χρησιμοποιούν την ιστορία της επιστήμης για να διαμορφώσουν τη δική τους κατανόηση των σημαντικών εννοιών της βιολογίας αλλά και εκείνων των ζητημάτων που σχετίζονται με τη ΦτΕ. Όταν οι μαθητές προκαλούνται να υιοθετήσουν ένα ρόλο λύτη προβλήματος παρόμοιο με αυτόν των επιστημόνων της ιστορίας, η εμπειρία αυτή διευκολύνει την οικειοποίηση των συμπερασμάτων που οι ίδιοι οι μαθητές αναπτύσσουν. Τα πρώιμα εμπειρικά στοιχεία που έχουν συλλεχθεί σχετικά με την ενότητα της δρεπανοκυταρικής αναιμίας που περιγράφεται εδώ υποδεικνύουν ότι η προαναφερόμενη προσέγγιση μπορεί πράγματι να βοηθήσει τους μαθητές να αναπτύξουν πιο εκλεπτυσμένες απόψεις για τη ΦτΕ (Howe και Rudge, 2005).

#### *Σημείων*

*Το κείμενο αυτό αποτελεί αναθεωρημένη μετάφραση του άρθρου: Rudge, D.W. & Howe, E.M. (2004). Incorporating history into the science classroom. The Science Teacher, 71(9), 52-57.*

## Βιβλιογραφία

- Abd-El-Khalick, F., & Lederman N. (2000). The influence of history of science courses on students' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching* 37, 1057-1095.
- Allchin, D. (1993). Of squid hearts and William Harvey. *The Science Teacher* 60: 26-33.
- Allison, A.C. (1954). Protection afforded by sickle cell trait against sub tertian malarial infection. *British Medical Journal* 1,290-294.
- Chalmers, A.F. (1999). *What Is This Thing Called Science?* Indianapolis: Hackett Publishing.
- Herrick, A. (1968). *Area Handbook for Uganda*. Washington, DC.: U.S. Government Printing Office.
- Howe, E., & DW. Rudge. (2005). Recapitulating the history of sickle-cell anemia research: improving students' NOS views explicitly and reflectively. *Science & Education*. 14 (3-5), 423-441.
- Lehmann, H. (1953). Distribution of the sickle-cell gene. *Eugenics Review* 46,101-121.
- Matthews, M.R. (1994). *Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science*. New York: Routledge Press.
- McComas, W. (1996). Ten myths of science: Re-examining what we think we know about the nature of science. *School Science and Mathematics* 96:10-16.
- Monk, M., & J. Osborne (1997). Placing the history and philosophy of science on the curriculum: A model for the development of pedagogy. *Science Education* 81, 405-424.
- Raper, A. (1959). Further observations on sickling and malaria. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 53,110-117.
- Rudge, DW. (2004). Using the history of research on industrial melanism to help students better appreciate the nature of science and The mystery phenomenon: Lesson plans. In *Proceedings of the Seventh International History, Philosophy Science Teaching Group Meeting* ed. D. Metz, 761-811.
- Rudge, DW. & Howe, E.M. (2008). An explicit and reflective approach to the use of history to promote understanding of the nature of science. *Science & Education*, online first article.