

Η ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΤΟΥ ΑΡΙΣΤΑΡΧΟΥ ΣΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

Αθηνά Τσαγκογέωργα, Κρυσταλλία Χαλκιά και Κων. Σκορδούλης
Τομέας Φυσικών Επιστημών, Τεχνολογίας και Περιβάλλοντος,
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης,
Πανεπιστήμιο Αθηνών,
Ναυαρίνου 13Α, 10680, Αθήνα.
kxalkia@primedu.uoa.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή διερευνάται ο τρόπος με τον οποίο παρουσιάζεται ο Αρίσταρχος και οι ιδέες του στο Διαδίκτυο. Μετά από συλλογή, καταγραφή και χαρτογράφηση των ευρημάτων των ιστοσελίδων διαπιστώθηκε ότι ο Αρίσταρχος σε μεγάλο βαθμό αναγνωρίζεται διεθνώς ως ο πρώτος που έκανε αναφορά στο ηλιοκεντρικό σύστημα καθώς ανιχνεύθηκε πλήθος ιστοσελίδων οι οποίες σχολιάζουν το γεγονός ότι ο Κοπέρνικος υπήρξε γνώστης των σχετικών ιδεών του Αρίσταρχου. Σε μικρότερο βαθμό εντοπίστηκαν αρκετές αναφορές στη διασωθείσα πραγματεία του με τίτλο *Περί μεγεθών και αποστάσεων Ηλίου και Σελήνης*, σαφώς λιγότερες ωστόσο από ό,τι οι αναφορές στις ιδέες του περί ηλιοκεντρικού συστήματος. Επίσης, μελετήθηκαν μερικές περιπτώσεις αξιοποίησης των ιδεών του Αρίσταρχου στην εκπαίδευση —όπως αυτές παρουσιάζονται από τους εκπαιδευτικούς που τις υλοποίησαν και τις δημοσίευσαν στο διαδίκτυο— από όπου διαπιστώθηκε ότι η σκέψη του Αρίσταρχου θεωρείται και σήμερα ως ένα ανεκτίμητο εργαλείο για την άσκηση των μαθητών στη μεθοδολογία σκέψης των επιστημόνων.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο Αρίσταρχος υπήρξε ένας από τους πιο σημαντικούς αστρονόμους της ανθρωπότητας ο οποίος διατύπωσε ριζοσπαστικές για την εποχή του απόψεις για τη δομή του Κόσμου, αφήνοντας ίχνη στην πορεία της επιστημονικής σκέψης από τότε έως σήμερα.

Το διαδίκτυο απεικονίζει τις αντιλήψεις που επικρατούν στην ανθρωπότητα για ένα ευρύ φάσμα θεμάτων σήμερα, καθώς αποτελεί μια εύκολα

προσβάσιμη «ακτινογραφία» των γνώσεών μας για αυτά τα θέματα. Διαφορετικές ομάδες ανθρώπων έχουν την ευκαιρία να πληροφορηθούν αλλά και να πληροφορήσουν τους άλλους σχετικά με ποικίλα γνωστικά αντικείμενα από όλο το φάσμα των επιστημών. Στο Internet απεικονίζονται πληροφορίες για το ίδιο θέμα από πηγές πολύ διαφορετικές ως προς τη γεωγραφική κατανομή, το πολιτιστικό επίπεδο, τις θρησκευτικές και τις πολιτικές απόψεις. Ως εκ τούτου, το Internet μπορεί να θεωρηθεί ιδανική πηγή για να διαπιστωθεί η «εικόνα» που έχει διαμορφωθεί για τον Αρίσταρχο σε διεθνές επίπεδο.

Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στη διερεύνηση των δικτυακών τόπων που αναφέρονται στον Αρίσταρχο. Ειδικότερα, διερευνά και αναλύει τον τρόπο με τον οποίο παρουσιάζεται ο Αρίσταρχος και οι ιδέες του σε παγκόσμιο επίπεδο, ανιχνεύει πώς αξιοποιούνται αυτές οι ιδέες στην εκπαίδευση και μελετά το βαθμό διεθνούς αναγνώρισης του Αρίσταρχου ως του πρώτου αστρονόμου που πρότεινε το ηλιοκεντρικό σύστημα ως σύστημα περιγραφής και λειτουργίας του Κόσμου μας.

ΑΡΙΣΤΑΡΧΟΣ Ο ΣΑΜΙΟΣ

Ο Αρίσταρχος ήταν ένας μεγάλος μαθηματικός της αρχαιότητας που καταγόταν από το νησί της Σάμου. Γεννήθηκε γύρω στο 310 π.Χ. και πέθανε γύρω στο 230 π.Χ. Θεωρείται ότι ήταν ο πρώτος που έκανε λόγο για το ηλιοκεντρικό σύστημα, χωρίς ωστόσο να σώζεται κάποιο έργο του στο οποίο να ασχολείται με τις λεπτομέρειες ενός τέτοιου συστήματος. Το μόνο έργο του που σώζεται είναι το *Περί των μεγεθών και των αποστημάτων Ηλίου και Σελήνης*, το οποίο όμως στηρίζεται στο γεωκεντρικό σύστημα.

Παρόλα αυτά, υπάρχουν αρκετές αναφορές σε έργα του Αρχιμήδη, του Πλούταρχου και του Κλαύδιου Πτολεμαίου για τη θεωρία του Αρίσταρχου, ο οποίος φαίνεται να τοποθετεί τον Ήλιο στο κέντρο του ηλιακού συστήματος. Συγκεκριμένα, στο έργο του Αρχιμήδη, *Ψαμμίτης* αναφέρεται: “Αρίσταρχος ο Σάμιος... υποτίθεται γαρ, τα μεν απλανέα των άστρων και τον Άλιον μένειν ακίνητον, ταν δε Γαν περιφέρεσθαι περί τον Άλιον, κατά κύκλου περιφέρειαν, ός εστιν εν μέσω τω δρόμω κείμενος”. Στο έργο του Πλούταρχου *Περί αρεσκόντων τοις φιλοσόφοις* αναφέρεται: “Αρίσταρχος τον Ήλιον ίστησι μετά των απλανών, την δε Γην κινεί περί τον ηλιακόν κύκλον, εξελίττεσθαι δε κατά λοξού κύκλου την Γην, άμα δε και περί τον αυτής άξονα δινουμένην και κατά τας ταύτης εγκλίσεις σκιάζεσθαι τον δίσκον”. Επίσης, στο έργο του Κλαύδιου Πτολεμαίου *Μεγάλη Μαθηματική Σύναξη* αναφέρεται ότι ο Αρίσταρχος πίστευε στο ηλιοκεντρικό σύστημα το οποίο διακήρυξαν οι πυθαγόρειοι Ικέτας και Έκφαντος και όχι στο γεωκε-

ντρικό. Για τις ιδέες του περί ηλιοκεντρικού σύμπαντος ο Αρίσταρχος ήρθε σε αντίθεση με το κατεστημένο της εποχής του —για παράδειγμα, κατηγορήθηκε από τον στωικό φιλόσοφο Κλεάνθη ο οποίος και ζήτησε την κατάδική του.

Επίσης, ο Αρίσταρχος στο διασωθέν έργο του *Περί των μεγεθών και των αποστημάτων Ηλίου και Σελήνης*, καταδεικνύει με πρωτότυπους για την εποχή του υπολογισμούς ότι η απόσταση Γης – Ήλιου είναι μεγαλύτερη από την απόσταση Γης – Σελήνης. Το αποτέλεσμα στο οποίο κατέληξε μπορεί μιν να ήταν 20 φορές μικρότερο από το ακριβές, ωστόσο, η μέθοδος υπολογισμού του αποδεικνύει ότι ο Αρίσταρχος είχε την ικανότητα γεωμετρικής θεώρησης των ουράνιων φαινομένων. Πολλοί μελετητές, άλλωστε, επισημαίνουν το γεγονός ότι τα σχετικά λάθη στους εν λόγω υπολογισμούς ήταν αποτέλεσμα της έλλειψης ακρίβειας του μετρητικού εξοπλισμού εκείνης της εποχής και όχι της γεωμετρικής μεθόδου του Αρίσταρχου.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

Το διαδίκτυο εκτός από φορέας επικοινωνίας και εκπαιδευτικών δράσεων αποτελεί μια εκτεταμένη πηγή πληροφοριών από ποικίλους φορείς, εκπαιδευτικά και μη ιδρύματα, οργανώσεις, Πανεπιστήμια. Την τελευταία δεκαετία έχει πρωταγωνιστήσει ως κομβικό σημείο προβληματισμού σχετικά με τον τρόπο εισαγωγής και αξιοποίησής του στην εκπαίδευση (Χαλκιά και Τσαγκογέωργα, 2002, Halkia, 2003).

Αναζητήθηκαν ιστοσελίδες στο διαδίκτυο στις οποίες να γίνεται αναφορά στον Αρίσταρχο και η αναζήτηση αυτή οδήγησε σε 10.000 περίπου αποτελέσματα τα οποία και μπορούν να ταξινομηθούν στις εξής κατηγορίες:

- Ιστοσελίδες από πανεπιστημιακά ιδρύματα (2800)
- Ιστοσελίδες ιδιωτών (2300)
- Ιστοσελίδες οργανισμών (1400)
- Διάφορες ιστοσελίδες.

Ανάμεσα σε αυτές οι ελληνικές ιστοσελίδες με αναφορά στον Αρίσταρχο το Σάμιο είναι περίπου 100.

Στη συνέχεια, μελετήθηκαν περίπου 300 από το σύνολο των ιστοσελίδων στις οποίες κατέληξε η σχετική αναζήτηση. Οι συγκεκριμένες 300 σελίδες επιλέχθηκαν αφενός με βάση τη θέση τους στην κατάταξη των αποτελεσμάτων (οι πρώτες στη σειρά με την οποία εμφανίζονταν τα αποτελέσμα-

τα) και αφετέρου με βάση την εκ νέου συνδυασμένη αναζήτηση ιστοσελίδων με αναφορές τόσο στον Αρίσταρχο όσο και σε άλλες παραμέτρους που υποδείκνυε μια πρωταρχική ανάλυση των ευρημάτων. Η επιλογή αυτή δικαιολογείται από το γεγονός ότι η μηχανή αναζήτησης που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία (Google), η οποία αξιοποιεί τη τεχνολογία PageRank, είναι η μοναδική που παρουσιάζει τα αποτελέσματα μιας οποιασδήποτε αναζήτησης τοποθετώντας τις πιο έγκυρες και ενημερωμένες ιστοσελίδες στην κορυφή των αποτελεσμάτων. Η διαδικασία αυτή γίνεται γιατί η συγκεκριμένη μηχανή, εκμεταλλευόμενη ουσιαστικά την ευφυΐα των χρηστών του Διαδικτύου, βαθμολογεί μια ιστοσελίδα ανάλογα με το πόσες άλλες ιστοσελίδες κάνουν αναφορά σε αυτή, αλλά και με το βαθμό επισκεψιμότητάς της.

ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΤΩΝ ΕΥΡΗΜΑΤΩΝ

Η μελέτη των παραπάνω ιστοσελίδων οδήγησε σε μία ταξινόμηση των διαφόρων τάσεων που παγκοσμίως αναδεικνύονται σχετικά με το έργο του Αρίσταρχου. Η χαρτογράφηση αυτή επισημαίνει αφενός τη σημασία του έργου του Αρίσταρχου στη σύγχρονη σκέψη και αφετέρου τους εναλλακτικούς τρόπους με τους οποίους το έργο αυτό χρησιμοποιείται σήμερα. Στην ταξινόμηση αυτή κρίθηκε σκόπιμο να παρατίθενται αποσπάσματα από τις πλέον χαρακτηριστικές ιστοσελίδες, ώστε να μπορεί ο αναγνώστης να πιστοποιήσει τον πυρήνα προβληματισμού της παγκόσμιας επιστημονικής κοινότητας σχετικά με το έργο του Αρίσταρχου. Ανάμεσα σε αυτές τις κατηγορίες θεωρήθηκε σημαντικό να αναλυθεί σε έκταση (Κατηγορία Ζ) η αξιοποίηση των ιδεών του Αρίσταρχου στην εκπαίδευση (δευτεροβάθμια), όπως ανιχνεύθηκε στον Παγκόσμιο Ιστό. Έτσι, η μελέτη ενός μεγάλου αριθμού ιστοσελίδων οδήγησε στην παρακάτω ταξινόμηση:

Α. Αξιοποίηση των ιδεών του Αρίσταρχου σε επιστημολογικά επιχειρήματα

Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το http://www.eeng.dcu.ie/~tkpw/intro_popper/intro_popper.html όπου γίνεται αναφορά στις απόψεις του Popper: «*Ωστόσο, σύμφωνα με τον Popper ούτε ο Αρίσταρχος ούτε ο Κοπέρνικος έδρασαν απολύτως επιστημονικά καθώς κανείς από τους δύο δεν πρότεινε νέα παρατηρήσιμα φαινόμενα μέσω των οποίων οι θεωρίες τους θα εκτίθονταν σε νέους εμπειρικούς ελέγχους. Και οι δύο εξήγησαν τα γνωστά φαινόμενα, αλλά δεν πρότειναν την ύπαρξη μη γνωστών φαινομένων βάσει των οποίων θα μπορούσε κανείς να αποφασίσει μεταξύ ηλιοκεντρικού και γεωκεντρικού συστήματος. Αν είχαν διατυπώσει*

τέτοιες προβλέψεις, θα υπήρχε μεγαλύτερη πιθανότητα οι θεωρίες τους να αποδειχθούν εσφαλμένες, θα είχαν ωστόσο συμβάλλει στην επέκταση των γνώσεών μας.»

Β. Αξιοποίηση των ιδεών του Αρίσταρχου στον Αρχιμήδη, ο οποίος και διέσωσε την αναφορά στο ηλιοκεντρικό σύστημα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα το

http://es.rice.edu/ES/humsoc/Galileo/Things/copernican_system.html

όπου αναφέρονται τα εξής: «Στο έργο του Ψαμμίτης ο Αρχιμήδης μιλά σε κάποιο σημείο για το πώς μπορεί κανείς να εκφράσει τους μεγάλους αριθμούς. Ως παράδειγμα, λοιπόν, επιλέγει να ρωτήσει πόσοι κόκκοι άμμου υπάρχουν στο Σύμπαν. Και προκειμένου να δυσκολέψει ακόμη περισσότερο το πρόβλημα, δεν επιλέγει το γεωκεντρικό σύστημα του Κόσμου που ήταν γενικώς αποδεκτό εκείνη την εποχή, αλλά το ηλιοκεντρικό σύστημα που προτάθηκε από τον Αρίσταρχο το Σάμιο, σύστημα που καθιστούσε τον Κόσμο ακόμη μεγαλύτερο. Γνωρίζουμε, επομένως, ότι ήδη από τους ελληνιστικούς χρόνους, οι στοχαστές «φλέρταραν» τουλάχιστον με αυτή την ιδέα, και ακριβώς χάρη στην αναφορά της στο βιβλίο του Αρχιμήδη, η υπόθεση του Αρίσταρχου ήταν ήδη γνωστή στην Ευρώπη στις αρχές του 16^{ου} αιώνα, αλλά δεν είχε καλλιεργηθεί πριν τον Κοπέρνικο.»

Γ. Παράθεση αιτίων για τη μη αποδοχή του συστήματος του Αρίσταρχου.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα, στο <http://www.pantaneto.co.uk/issue7/goodhussey.htm> αναφέρονται τα εξής: «Επιλέγοντας από το έργο και τις σκέψεις του Αρχιμήδη ως ένας από τους εξέχοντες έλληνες στοχαστές που έζησαν πριν δύο χιλιετίες, οι σπουδαστές βοηθούνται στο να αντιληφθούν τη δύναμη της μεθόδου στις φυσικές επιστήμες και τα μαθηματικά. Επίσης, μαθαίνουν ότι, παρά το γεγονός ότι ο Αρίσταρχος ήταν εκείνος που πρότεινε —δύο χιλιάδες περίπου χρόνια πριν από τον Κοπέρνικο— ότι η Γη περιφέρεται γύρω από τον Ήλιο, τα εύσημα για την εκτόπιση της Γης από το κέντρο του κόσμου αποδίδονται στον Κοπέρνικο και όχι στον Αρίσταρχο. Ο Cooper εξηγεί ότι για να αποδεχθεί κανείς εκείνη την εποχή την πρόταση του Αρίσταρχου θα έπρεπε να υποθέσει ότι ο κόσμος ήταν πολύ μεγαλύτερος σε μέγεθος από ότι υποστήριζε ο Αριστοτέλης, γι' αυτό και η συγκεκριμένη ιδέα δεν έγινε αποδεκτή.»

Δ. Παροχή αναφορών και αποδείξεων α) για την πατρότητα του ηλιοκεντρικού συστήματος από τον Αρίσταρχο και β) για το γεγονός ότι ο Κοπέρ-

νικος υπήρξε γνώστης του συγκεκριμένου έργου του Αρίσταρχου.

1. Εντοπίστηκε πλήθος ιστοσελίδων οι οποίες αναφέρουν ότι ο Κοπέρνικος υπήρξε γνώστης των ιδεών του Αρίσταρχου για το ηλιοκεντρικό σύστημα. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν οι εξής ιστοσελίδες:

«Ο έλληνας αστρονόμος Αρίσταρχος υποστήριξε γύρω στο 260 π.Χ. ότι η κινήσεις των πλανητών, του Ήλιου, της Γης και των αστέρων μπορούσαν να εξηγηθούν αν θεωρούσαμε ότι όλοι οι πλανήτες —συμπεριλαμβανομένης της Γης— περιφέρονται γύρω από τον Ήλιο. Παρότι τα αρχικά γραπτά του έχουν χαθεί, η ουσία των ιδεών του μνημονεύεται και σχολιάζεται από τον σπουδαίο έλληνα μαθηματικό Αρχιμήδη και τον ιστορικό Πλούταρχο. Είναι γνωστό ότι ο Κοπέρνικος γνώριζε την ηλιοκεντρική θεωρία του Αρίσταρχου, καθώς κάνει αναφορά σε αυτήν στο περιθώριο ενός αρχικού χειρόγραφου του κλασικού έργου του " De Revolutionibus orbium coelestium".

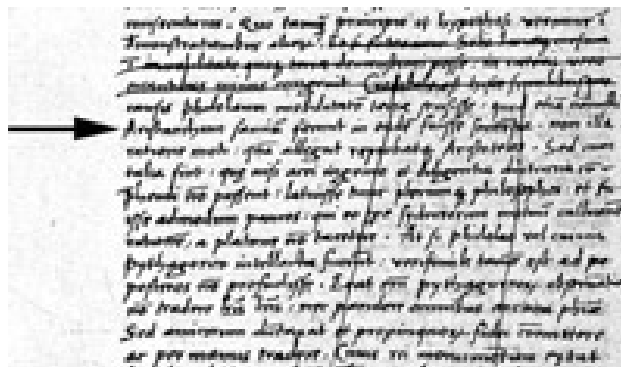
http://www.windows.ucar.edu/people/ancient_epoch/aristarchus.html

«Ο Κοπέρνικος είχε μελετήσει τις ιδέες του έλληνα φιλόσοφου Αρίσταρχου από τη Σάμο (3^{ος} αιώνας π.Χ.), ότι η Γη και οι άλλοι πλανήτες περιφέρονται γύρω από τον Ήλιο. Τον Μάιο του 1514 μοίρασε σε φίλους του ένα χειρόγραφο το Commentariolus, το οποίο περιελάμβανε τις ιδέες του επί του ζητήματος. Απέκρυψε εσκεμμένα το όνομά του καθώς δεν επιθυμούσε να προκαλέσει την εχθρότητα των Χριστιανών. Αφιέρωσε πολλά χρόνια στην έρευνα και καταγραφή παρατηρήσεων που χρειάστηκαν για το έργο του De Revolutionibus orbium coelestium στο οποίο περιέγραφε τη θεωρία του και τα στοιχεία πάνω στα οποία βασίστηκε αυτή η θεωρία.»

<http://jwilson.coe.uga.edu/EMT668/EMAT6680.Folders/Green/essay1/coper.html>

2. Παράθεση αποδείξεων ότι ο Κοπέρνικος γνώριζε τον Αρίσταρχο. Ενδιαφέρον έχει το γεγονός ότι παρατίθεται σε διάφορα sites φωτογραφία του πρώτου χειρόγραφου του Κοπέρνικου για το?? Revolutionibus, όπου φαίνεται ότι ο Κοπέρνικος σαφώς γνώριζε το σχετικό έργο του Αρίσταρχου. Την αναφορά αυτή αργότερα ο Κοπέρνικος αποσιώπησε από την τελική έκδοση του έργου του. Οι συγκεκριμένες φωτογραφίες πιθανόν να αποδεικνύουν ότι οι συγγραφείς των sites θέλουν να αποδώσουν δικαιοσύνη και εύσημα στον Αρίσταρχο.

Το χειρόγραφο του Κοπέρνικου με την αναφορά στον Αρίσταρχο



<http://publicrelations.unibe.ch/unipress/heft104/beitrag9.html>

Άλλες φωτογραφίες του χειρόγραφου στο:

http://www.bj.uj.edu.pl/bjmanus/revol/qprev_e.html

Ε. Ηλεκτρονική «βιβλιοθήκη» αναφορών στα έργα του Αρίσταρχου (α-ντίγραφα, μετάφραση πρωτότυπων έργων). Οι διευθύνσεις αυτές έχουν υλικό Ενδεικτικά, παρατίθενται οι παρακάτω διευθύνσεις:

<http://www.russellcottrell.com/greek/onthesizes.htm>

(Αρίσταρχος, *Περί μεγεθών και αποστάσεων Ηλίου και Σελήνης*)

<http://www.russellcottrell.com/greek/sandreckoner.htm>

(Αρχιμήδης, *Ψαμμίτης*)

<http://www.drury.edu/ess/philsci/PineCh4.html>

<http://www.people.fas.harvard.edu/~becroft/athetesis.html>

ΣΤ. Αναφορές στους «επίγονους» του Αρίσταρχου (Σέλευκος, Πτολεμαίος, Κουζάνους, Κοπέρνικος)

Εντοπίστηκαν αρκετές ιστοσελίδες οι οποίες κάνουν αναφορές σε ανθρώπους που αξιοποίησαν τις ιδέες του Αρίσταρχου και υιοθέτησαν το ηλιοκεντρικό σύστημά του. Έτσι, κάποιος μπορεί να παρακολουθήσει όλη την πορεία του ηλιοκεντρικού συστήματος από τον Αρίσταρχο μέχρι τον Κοπέρνικο και να συνειδητοποιήσει ότι και άλλοι, σχεδόν άγνωστοι σήμερα, μπόρεσαν να εκτιμήσουν τη σημασία του συστήματος του κόσμου που προτάθηκε από τον Αρίσταρχο. Ενδεικτικά, παρατίθενται οι παρακάτω διευθύνσεις:

<http://zebu.uoregon.edu/h102.html>

http://collaboratory.nunet.net/cybrary/get_links.cfm?CatID=2954

<http://enloehs.wcpss.net/socialstudies/rmsmith/dunn/cop.html>

<http://scienceworld.wolfram.com/biography/Copernicus.html>

Ζ. Αξιοποίηση των ιδεών του Αρίσταρχου στην εκπαίδευση

Αρκετές ιστοσελίδες απευθύνονται σε μαθητές και φοιτητές με αφορμή τον Αρίσταρχο και τις ιδέες του. Κάποιες από αυτές προτείνουν σχέδια μαθήματος (lesson plans) αξιοποιώντας τις ιδέες του Αρίσταρχου ή κάνοντας αναφορά σε αυτές. Ενδεικτικά παρουσιάζουμε τρεις χαρακτηριστικές περιπτώσεις:

Σχέδιο μαθήματος 1 – Αναφέρεται σε μαθητές Λυκείου

Ένας καθηγητής από το Πανεπιστήμιο του Maryland έχει σχεδιάσει, εφαρμόζει και δημοσιεύει στο διαδίκτυο ένα μάθημα αστρονομίας για μαθητές Λυκείου με βασικό σκοπό να γνωρίσουν πώς χρησιμοποίησε ο Αρίσταρχος τη θέση της Σελήνης, όταν φαίνεται οι μισός της δίσκος από τη Γη, με στόχο να υπολογίσει την απόσταση Γης – Ήλιου. Η συγκεκριμένη ιστοσελίδα περιλαμβάνεται στον εκπαιδευτικό δικτυακό τόπο της NASA με τίτλο «Από τον Ήλιο στη Γη».

<http://pwg.gsfc.nasa.gov/stargaze/Sarist.htm>

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 1

Σε αυτό το σχέδιο μαθήματος γίνεται αρχικά σύντομη μνεία στο έργο του Αρίσταρχου. Συγκεκριμένα, αναφέρεται ότι ο Αρίσταρχος: α) ήταν ο πρώτος που υποστήριξε ότι η Γη περιφέρεται γύρω από τον Ήλιο, β) έδωσε μια πρώτη εκτίμηση για την απόσταση Γης – Σελήνης και γ) προετοίμασε το έδαφος για τον Ίππαρχο, ο οποίος 169 χρόνια αργότερα, βασιζόμενος στις προσεκτικές παρατηρήσεις του Αρίσταρχου σχετικά με μια σεληνιακή έκλειψη, μπόρεσε να συμπεράνει τη μετάπτωση των ισημεριών.

Ο κατασκευαστής της ιστοσελίδας επισημαίνει ότι κανένα έργο του Αρίσταρχου δεν έχει διασωθεί —πέρα από εκείνο στο οποίο φαίνεται ο υπολογισμός της απόστασης και του μεγέθους του Ήλιου. Ωστόσο, προτείνει στους μαθητές του να ακολουθήσουν την υποτιθέμενη συλλογιστική του Αρίσταρχου και να υποθέσουν το λόγο για τον οποίο ο ίδιος θεωρούσε ότι ο Ήλιος ήταν το σώμα που βρισκόταν στο κέντρο, γύρω από το οποίο περιφερόταν η Γη. Όπως χαρακτηριστικά αναφέρει: «Οι υπολογισμοί του Αρίσταρχου έδειξαν ότι ο Ήλιος ήταν σαφώς μεγαλύτερος από ό,τι η Γη —όσο ένα καρπούζι είναι μεγαλύτερο από ένα ροδάκινο— και, ως εκ τούτου, του φαινόταν απίθανο το μεγαλύτερο σώμα να περιφέρεται γύρω από ένα τόσο μικρότερο».

Στη συνέχεια, με τα λόγια του ίδιου του υπεύθυνου της ιστοσελίδας αναπτύσσεται «μια συλλογιστική παρόμοια με του Αρίσταρχου (για τους ακρι-

βείς υπολογισμούς του Αρίσταρχου βλ. αναφορά στο τέλος)». Εκεί οι μαθητές καθοδηγούνται να εκτελέσουν ορισμένους γεωμετρικούς υπολογισμούς και με τη βοήθεια σχημάτων (για τις θέσεις Γης – Ήλιου – Σελήνης) τα οποία παρατίθενται, καταλήγουν να εκτιμήσουν την απόσταση Γης – Ήλιου βασιζόμενοι στην εσφαλμένη εκτίμηση του Αρίσταρχου —την οποία ο συγγραφέας δικαιολογεί ως αποτέλεσμα της έλλειψης ακρίβειας του μετρητικού εξοπλισμού του Σάμιου αστρονόμου και όχι της γεωμετρικής μεθόδου του (επισήμανση που τη συναντούμε και σε άλλες ιστοσελίδες). Έτσι, οι μαθητές καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι η απόσταση Γης – Ήλιου είναι 19 φορές μεγαλύτερη από την απόσταση Γης – Σελήνης (το σωστό είναι 390 φορές) και ότι ο λόγος της διαμέτρου του Ήλιου προς τη διάμετρο της Γης είναι μεταξύ 19/3 και 43/6 (αντί του σωστού 109).

Η διαφορά αυτή στο αποτέλεσμα «δεν έχει καμία σημασία» επισημαίνεται στο τέλος του σχεδίου μαθήματος. Το συμπέρασμα είναι εκείνο που μετράει και «το συμπέρασμα ότι ο Ήλιος είναι πολύ μεγαλύτερος από τη Γη εξακολουθεί να ισχύει». Η παρουσίαση ολοκληρώνεται με την επισήμανση ότι το συμπέρασμα του Αρίσταρχου ήταν εξαιρετικής λογικής, αλλά πολύ λίγοι το αποδέχθηκαν, «ούτε ακόμη ο Ίππαρχος ή ο Πτολεμαίος. Χρειάστηκε να περάσουν 18 αιώνες περίπου προτού οι ιδέες του Αρίσταρχου έρθουν πάλι στην επιφάνεια από τον Κοπέρνικο».

Σχέδιο μαθήματος 2 – Αναφέρεται σε εκπαιδευτικούς

Σε μια άλλη σειρά σχεδίων μαθήματος τα οποία στόχο έχουν να βοηθήσουν τους μαθητές να αντιληφθούν τους τρόπους μέτρησης των μεγεθών και των αποστάσεων στο ηλιακό σύστημα, γίνεται μια σύντομη αναφορά και χρήση των ιδεών του Αρίσταρχου για τις εν λόγω αποστάσεις. Η ιστοσελίδα προέρχεται από το Μαθηματικό Τμήμα του Πανεπιστημίου του Wisconsin και απευθύνεται σε εκπαιδευτικούς, προκειμένου να χρησιμοποιήσουν το συγκεκριμένο σχέδιο μαθήματος στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, σε συμφωνία με το ισχύον Αναλυτικό Πρόγραμμα των ΗΠΑ (National Standards).

http://www.math.wisc.edu/~rushton/scopes_kti/northstar/main.html

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 2

Μετά από μια σύντομη εισαγωγή προτείνεται οι μαθητές να χωριστούν σε ομάδες προκειμένου να υπολογίσουν την απόσταση Γης – Σελήνης. Στη συνέχεια οι μαθητές καλούνται να σχολιάσουν τα αποτελέσματα στα οποία οδηγήθηκαν και συνεχίζουν στην επόμενη δραστηριότητα που είναι ο υπολογισμός της απόστασης Γης – Ήλιου. Σχολιάζοντας τις δυσκολίες του εν

λόγω υπολογισμού, οι μαθητές μαθαίνουν για τους σχετικούς υπολογισμούς του Αρίσταρχου ως του πρώτου αστρονόμου που, 2000 και πλέον χρόνια πριν, χρησιμοποίησε μια ανάλογη γεωμετρική μέθοδο με τρίγωνα για να υπολογίσει την ίδια απόσταση. Όπως και στο προηγούμενο σχέδιο μαθήματος έτσι και στο συγκεκριμένο, ο συγγραφέας του επισημαίνει το γεγονός ότι ο εσφαλμένος υπολογισμός του Αρίσταρχου οφείλεται σε πρακτικά προβλήματα και όχι σε πρόβλημα μεθόδου, προσθέτοντας ότι «*με τα σημερινά επιστημονικά όργανα, δεν θα υπήρχε παρόμοιο πρόβλημα, εφόσον με ένα απλό τηλεσκόπιο θα μπορούσαμε να υπολογίσουμε τα χαρακτηριστικά μεγέθη με τη βοήθεια της σεληνιακής σκιάς*».

Σχέδιο μαθήματος 3

Για προπτυχιακούς φοιτητές αστρονομίας. Το σχέδιο μαθήματος αναφέρεται στη διαμάχη μεταξύ των Shapley και Curtis για την κλίμακα και τη δομή του σύμπαντος. Εδώ αξιοποιούνται οι ιδέες του Αρίσταρχου στο πλαίσιο της συζήτησης διαφόρων θεωριών για τον Κόσμο μας. Αξίζει να σημειωθεί ότι στη διαμάχη αυτή, περίπου 3 αιώνες μετά, διαφαίνεται και πάλι η βαθύτερη ανάγκη της ανθρωπότητας να θέλει να τοποθετεί το ηλιακό μας —ηλιοκεντρικό τώρα πια— σύστημα, στο κέντρο του ευρύτερου συστήματος του Κόσμου, του Γαλαξία μας. Στη δεκαετία του 1920, ο Harlow Shapley, χαρτογραφώντας το Γαλαξία, ανέτρεψε την μέχρι τότε γνωστή αντίληψη ότι το ηλιακό μας σύστημα βρίσκεται στο κέντρο του, διαπιστώνοντας ότι η πραγματική θέση μας δεν είναι στο κέντρο του δίσκου αλλά πιο κοντά στο άκρο του, ενώ ο Heber Curtis υποστήριζε ότι ο Ήλιος βρίσκεται κοντά στο κέντρο του Γαλαξία. Στη συγκεκριμένη διαμάχη, γνωστή και ως «Η Μεγάλη Διαμάχη» (“Great Debate”), η οποία έγινε στο πλαίσιο μιας σειράς διαλέξεων που οργάνωσε η Εθνική Ακαδημία Επιστημών των ΗΠΑ τον Απρίλιο του 1920, ο Αρίσταρχος και οι ιδέες του φαίνεται να έπαιξαν καθοριστικό ρόλο στη διατύπωση επιχειρημάτων.

<http://antwrp.gsfc.nasa.gov/debate/>

<http://www.earthsky.com/2000/esmi000426.html>

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η μελέτη της παραπάνω χαρτογράφησης δείχνει ότι οι αναφορές που σχετίζονται με το ηλιοκεντρικό μοντέλο του Αρίσταρχου —έργο το οποίο δεν έχει διασωθεί— είναι σαφώς περισσότερες απ’ ό,τι οι αναφορές στη διασωθείσα πραγματεία του Αρίσταρχου με τίτλο *Περί μεγεθών και αποστάσεων Ηλίου και Σελήνης*. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο γεγονός η πρό-

ταση του Αρίσταρχου για το ηλιοκεντρικό σύστημα ήταν σαφώς πιο ριζοσπαστική, συγκριτικά με την άλλη πραγματεία, διότι σημάδεψε καθοριστικά τη σκέψη της ανθρωπότητας για την αντίληψη του κόσμου γύρω μας.

Επίσης, η διεθνής κοινότητα αποδέχεται τη μαθηματική σπουδαιότητα του έργου του Αρίσταρχου όπως αυτό τονίζεται στην πραγματεία του *Περί μεγεθών και αποστάσεων Ηλίου και Σελήνης*. Έτσι, σημαντικοί ερευνητές αποδέχονται τη σπουδαιότητα της γεωμετρικής μελέτης του για τον εντοπισμό των αποστάσεων Γης – Ήλιου, την οποία θεωρούν πρωτοποριακή για την εποχή της.

Εντύπωση προκαλεί το γεγονός ότι διεθνώς φαίνεται να είναι γενικά αποδεκτό ότι ο Αρίσταρχος ήταν ο πρώτος που διατύπωσε το ηλιοκεντρικό σύστημα ενώ ο Κοπέρνικος φαίνεται να επηρεάστηκε από αυτό και τελικά να το επαναδιατύπωσε. (Στη μεγάλη πλειοψηφία των ιστοσελίδων που κάνουν λόγο για το έργο του Αρίσταρχου γίνεται αναφορά στο γεγονός ότι ο Κοπέρνικος γνώριζε το ηλιοκεντρικό μοντέλο του Αρίσταρχου).

Από τη μελέτη των σχετικών ιστοσελίδων διαπιστώνεται ότι ο τρόπος σκέψης του Αρίσταρχου καθώς απεικονίζεται στα έργα του και στις αναφορές άλλων πάνω στα έργα του, θεωρείται και σήμερα πρωτοποριακός και καθοριστικός προκειμένου να ασκήσει τους μαθητές στη μεθοδολογία σκέψης των επιστημόνων. Γι' αυτό το λόγο, έχουν διαμορφωθεί σχέδια μαθήματος —τουλάχιστον αυτά που εμφανίζονται στο διαδίκτυο— τα οποία αξιολογούν τις ιδέες του Αρίσταρχου και απευθύνονται τόσο σε μαθητές της δευτεροβάθμιας όσο και σε φοιτητές της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Η διερεύνηση που πραγματοποιήθηκε στον παγκόσμιο ιστό, έδειξε ότι οι ιδέες του Αρίσταρχου αποτελούν μέρος της πολιτισμικής γνώσης της εποχής μας και εμφανίζονται σε πληθώρα δικτυακών τόπων. Στους δικτυακούς αυτούς τόπους, φαίνεται ότι οι προτάσεις του για το ηλιοκεντρικό σύστημα του Κόσμου αποτελούν σημείο αναφοράς στην επιστημολογική διαπραγμάτευση των επιστημονικών ιδεών. Αναγνωρίζονται ως πρωταρχική και κορυφαία στιγμή στην πορεία της επιστημονικής σκέψης, αποδίδοντάς του έτσι —έστω και εκ των υστέρων— τη φήμη που δεν κατέκτησε στην εποχή του.

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

<http://pwg.gsfc.nasa.gov/stargaze/Sarist.htm>

http://www.math.wisc.edu/~rushton/scopes_kti/northstar/main.html

http://antwrp.gsfc.nasa.gov/debate/1920/cs_lplan.html

http://www.windows.ucar.edu/people/ancient_epoch/aristarchus.html
<http://www.jb.man.ac.uk/distance/strobel/history/historyb.htm>
<http://www.sfws.auburn.edu/elder/sm101/ch2/sm101ch2.html>
<http://larae.net/astronomy/talks/elderhostel.html>
<http://spacediscovery.8m.com/history/>
<http://home.att.net/~numericana/answer/record.htm>
<http://www.russellcottrell.com/greek/aristarchus.htm>
<http://zebu.uoregon.edu/h102.html>
 ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ
<http://www.physics4u.gr/articles/2002/astro1.html>
<http://www.astro.noa.gr/journal/aristarxos.htm>
<http://www.alpha.edu.gr/general/100109635098923.shtml>
<http://sfr.ee.teiath.gr/historia/historia/Kef201.htm>
http://www.tmth.edu.gr/el/kiosks/space/astronomy/spac_ama2.html

Χαλκιά, Κρ., Τσαγκογέωργα, Α., *Το διαδίκτυο ως πεδίο διερεύνησης των ορίων και των δυνατοτήτων της εικόνας στις φυσικές επιστήμες*, Πρακτικά 1^{ου} Πανελλήνιου Συνεδρίου της ΕΔΙΦΕ (Ενωση για τη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών) με θέμα η Διδασκαλία των Φ.Ε. στην Κοινωνία της Πληροφορίας, σελ. 390-396, 2002.

Tsagogeorga A. Halkia K., *Images of the electromagnetic spectrum on the Internet*, Proceedings of the 6th International Conference on *Computer Based Learning in Science*, p. ??, 2003.

ABSTRACT

In this paper Aristarchus' ideas and they way they are presented on the Internet are examined. After collecting and analyzing the findings of the internet sites' search it became evident that Aristarchus is to a great extend recognized as the first astronomer in history who proposed the idea of a heliocentric system, since a large number of web pages mention the fact that Copernicus was aware of Aristarchus' ideas. Few pages, much less in number though, were mentioning his only surviving text, his *Treatise on the Sizes and Distances of the Sun and Moon*. Also, some cases of utilizing Aristarchus' ideas in education were studied —as they were presented and published by their authors—, from where it is concluded that Aristarchus' thought is still considered as an indispensable element in educating students on the scientific way of thinking.