



UNIVERSITY OF THE
AEGEAN

SCHOOL OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF INFORMATION
AND COMMUNICATION SYSTEMS ENGINEERING

Διδακτορική Διατριβή

**Το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού:
Ένα κοσμολογικό, ιστορικό και εκπαιδευτικό αίνιγμα
Μια νέα εκπαιδευτική πρόταση**

Φωτεινή Αργιανά

Η παρούσα διατριβή υποβλήθηκε για τον τίτλο
του διδάκτορα από το Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Ιούλιος 2021

Περίληψη

Το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού:
Ένα κοσμολογικό, ιστορικό και εκπαιδευτικό αίνιγμα
Μια νέα εκπαιδευτική πρόταση

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να μεταπλάσει το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού και να το προβάλλει όχι μόνο ως μια προβληματική κοσμολογική, αλλά να το αναδείξει και ως ένα ιστορικό και εκπαιδευτικό παράδοξο που μπορεί να αποτελέσει το έρεισμα για μια αναδρομή του μαθήματος της Αστρονομίας/Κοσμογραφίας στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα και συνάμα -στο παρόν- να αποτελέσει τον πυλώνα για μια νέα εκπαιδευτική πρόκληση.

Αρχικά διερευνούμε σε τι συνίσταται το παράδοξο, ποιες είναι οι απαραίτητες συνθήκες για τη γέννησή του μέσα από μια αναδρομή στη σχετική βιβλιογραφία, εντοπίζοντας τον κοινό τόπο ανάμεσα στη πληθώρα ορισμών που έχουν δοθεί. Στη συνέχεια αφού παρουσιάσουμε τα διαφορετικά ονόματα με τα οποία περιγράφεται το αίνιγμα του σκοτεινού ουρανού και με αφορμή τη πιο γνωστή ονομασία του, ως παράδοξο του Olbers, προβαίνουμε σε μια ιστορική αναδρομή του παραδόξου μέσα από την ανάλυση των πιο σημαντικών προσωπικοτήτων που έχουν ασχοληθεί με αυτό και φυσικά έχουν συμβάλει στον μετασχηματισμό του και την εξέλιξή του.

Έπειτα πραγματευόμαστε με αφορμή το θεμελιώδες κοσμολογικό παράδοξο, τη σημασία της διδασκαλίας του μαθήματος της Αστρονομίας και της Κοσμολογίας, για τη διαμόρφωση μιας Κοσμοπαιδείας, μέσα από τη παρουσίαση των πλεονεκτημάτων της διδασκαλίας τους, αλλά εντοπίζοντας παράλληλα και τα πιθανά προσκόμματα από την επανεισαγωγή του μαθήματος στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα. Ύστερα διερευνούμε μέσα από έρευνα στα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών τη πορεία του μαθήματος της Κοσμογραφίας/ Αστρονομίας στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα κατά τον 19^ο και 20^ο αιώνα και συνάμα παρουσιάζουμε και αναλύουμε τα σχολικά εγχειρίδια εκείνης της εποχής που χρησιμοποιήθηκαν για τη διδασκαλία των συγκεκριμένων μαθημάτων εστιάζοντας πάντα και καταγράφοντας ψήγματα του παραδόξου του σκοτεινού ουρανού μέσα σε αυτά και ενδεχόμενες ερμηνείες για την παράλειψή του.

Καταληκτικά, προτείνουμε την εκπαιδευτική αξιοποίηση του παραδόξου και πιο συγκεκριμένα την θεσμοθέτηση μια Ημέρας Αστρονομίας με ειδικό θέμα το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού. Φωτίζουμε τα πολυεπίπεδα οφέλη που μπορεί να έχει η διοργάνωση μιας εκπαιδευτικής παραδοξότητας, μιας ανωμαλίας μέσα στην εκπαιδευτική και μαθητική ζωή, της διαφοροποιημένης και επικαιροποιημένης προσέγγισης του παραδόξου, ώστε να ανταποκρίνεται στις επιταγές του σύγχρονου πολιτισμού.

Abstract

The paradox of the dark sky:
A cosmological, historical and educational enigma
A new educational proposal

The purpose of this thesis is to transform the paradox of the dark sky and to present it not only as a cosmological problem, but also as a historical and educational paradox that can be the basis for a retrospective of the course of Astronomy/Cosmography in Greek education system and at the same time -at the present time- to be the pillar for a new educational challenge.

We first investigate what the paradox consists of, what are the necessary “conditions” for its birth through a review of the relevant literature, identifying the common ground among the multitude of definitions that have been given. Then, after presenting the different names that describe the enigma of the dark sky and on the occasion of its most famous name, as a paradox of Olbers, we proceed to a historical review of the paradox through the analysis of the most important personalities who have dealt with it, and they have contributed to its transformation and evolution.

Then we discuss on the occasion of the fundamental cosmological paradox, the importance of teaching the subject of Astronomy and Cosmology, for the formation of a Cosmopedia, through the presentation of the advantages of their teaching, but also identifying the possible obstacles to its reintroduction in Greek education system. After this, we investigate through research in the curriculum of the course of Cosmography/Astronomy that was taught during the 19th and 20th century in Greek education system, how this course approached the dark sky paradox. Furthermore, we analyse at the same time the textbooks of that time that were used for teaching the specific courses, always focusing and recording nuggets of the paradox of the dark sky within them and possible interpretation of its omission.

Finally, we propose the educational use of the paradox and more specifically the introduction of an Astronomy Day having as a special theme, the paradox of the dark sky. We illuminate the multilevel benefits that the organization of an educational paradox can have in the educational and student life as well as the differentiated and updated approach of the paradox, in order to meet the requirements of modern culture.

Ευχαριστίες

Η παρούσα διατριβή δε θα είχε όχι μόνο ολοκληρωθεί, αλλά δε θα είχε ξεινήσει, αν δεν υπήρχε η αδιάκοπη συμπαράσταση του επιβλέποντα καθηγητή μου, του κ. Σπύρου Κωτσάκη. Θα ήθελα να τον ευχαριστήσω ολόθερμα γιατί μου έδειξε εμπιστοσύνη, ήταν εκείνος που μου αποκάλυψε και με μύησε σε έναν καινούργιο για εμένα Κόσμο, αυτό της Κοσμολογίας. Θα του είμαι ευγνώμων για τον χρόνο, την γόνιμη επιστημονική καθοδήγηση, την υπομονή του, τη διαρκή ενθάρρυνση και την ειλικρινή του συμπαράσταση σε όλο αυτό το ταξίδι. Τον ευχαριστώ γιατί με στήριξε σαν πραγματικός Δάσκαλος.

Θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στα άλλα δύο μέλη της Τριμελούς μου Επιτροπής, τον κ. Ιωάννη Μυριτζή, καθηγητή του Πανεπιστημίου Αιγαίου και τον κ. Στέφανο Γκριτζαλή, καθηγητή του Πανεπιστημίου Πειραιώς για την υποστήριξη τους και τη πολύτιμη βοήθειά τους.

Θα ήταν παράλειψή μου, να μην ευχαριστήσω τους καθηγητές και μέλη της Επταμελούς Επιτροπής, τον κ. Σπύρο Κοκολάκη, τον κ. Νικόλαο Χατζησάββα, τον κ. Ασημάκη Λερό και τον κ. Δημήτρη Τραχίλη, για την ευγενική τους υποστήριξη, τους είμαι ευγνώμων.

Σε άλλο επίπεδο, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Χρήστο, τον συνοδοιπόρο μου, για όλες εκείνες τις στιγμές που ήταν δίπλα μου, για την ενθάρρυνση και την υπομονή του.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω, την οικογένειά μου, τους γονείς μου και την αδερφή μου Μαρία, για ό,τι μου έχουν δώσει, μα πάνω απ' όλα για την αγάπη τους και την πίστη τους σε εμένα.

Περιεχόμενα

Συμβουλευτική Επιτροπή	
Υπεύθυνη Δήλωση Αυθεντικότητας	
Περίληψη	
Ευχαριστίες	
Περιεχόμενα	
Εισαγωγή.....	1

Μέρος: Α- Ορισμός και ιστορική αναδρομή του παραδόξου

Κεφάλαιο: 1	
Σχηματοποίηση του παραδόξου	
1.1 Ορισμός/ σχηματοποίηση του παραδόξου.....	9
1.2 Ο πατέρας του παραδόξου.....	12

Κεφάλαιο: 2	
Ιστορική αναδρομή του παραδόξου του σκοτεινού ουρανού	
2.1 Digges Thomas.....	17
2.2 Johannes Kepler.....	22
2.3 Edmund/ Edmond Halley.....	26
2.4 Jean Philippe Loys de Cheseaux.....	36
2.5 Heinrich Wilhelm Mathias Olbers.....	40
2.6 John Herschel.....	46
2.7 Edgar Allan Poe.....	53
2.8 Lord Kelvin/ William Thomson.....	56

Μέρος: Β – Θεωρητική προσέγγιση για τη διδασκαλία της Κοσμολογίας

Κεφάλαιο: 3	
Τα οφέλη της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών και της Κοσμολογίας	
3.1 Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και ιδιαίτερα της Αστρονομίας	67
3.2 Τα οφέλη της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών.....	69
3.3 Τι είναι η Κοσμολογία.....	76
3.4 Τα ευεργετήματα της διδασκαλίας της Αστρονομίας και της Κοσμολογίας.....	81

Κεφάλαιο: 4	
Προσκόμματα στη διδασκαλία της Κοσμολογίας	
4.0 Προβληματικές σχετικά με τη διδασκαλία της Κοσμολογίας.....	93
4.1 Η προγενέστερη γνώση των μαθητών.....	94
4.2 Η α- κατάλληλη ηλικία.....	96
4.3 Η ραγδαία ανάπτυξη της Επιστήμης και τα σχολικά εγχειρίδια.....	97
4.4 Το ελλειμματικό υπόβαθρο των διδασκόντων.....	98
4.5 Η διεπιστημονικότητά της.....	100
4.6 Η δυσκολία της παρατήρησης.....	101
4.7 Η απολεσθείσα αίγλη της.....	103

Μέρος : Γ- Το μάθημα της Κοσμογραφίας- Αστρονομίας στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα: Πηγές

Κεφάλαιο: 5

Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών Αστρονομίας- Κοσμογραφίας

5.0 Εισαγωγή.....	107
5.1 Εννοιολογική προσέγγιση του Αναλυτικού Προγράμματος Σπουδών.....	108
5.2 Είδη Αναλυτικών Προγραμμάτων.....	110
5.3 Τα Αναλυτικά Προγράμματα του μαθήματος της Κοσμογραφίας.....	112
5.4 Καταληκτικές σκέψεις της ιστορικής αναδρομής του μαθήματος.....	125

Κεφάλαιο: 6

Σχολικά Εγχειρίδια

6.1 Ο ρόλος των σχολικών εγχειριδίων.....	129
6.2 Η αμφισβήτηση των σχολικών εγχειριδίων.....	132
6.3 Ψήγματα του παραδόξου του σκοτεινού ουρανού στα σχολικά εγχειρίδια.....	133
6.4 Πιθανές ερμηνείες παράλειψης του αινίγματος του σκοτεινού ουρανού.....	158
6.4.1 Έχει ήδη εξεταστεί.....	159
6.4.2 Πολύ δύσκολο να αποδοθεί.....	160
6.4.3 Δεν συνδεόταν με τα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών.....	160
6.4.4 Δεν υπήρχε στα προγενέστερα.....	161
6.4.5 Δεν δίνει λύση αλλά δημιουργεί ένα πρόβλημα.....	161
6.4.6 Ρήξη και εννοιολογική αλλαγή.....	162
6.4.7 Δεν ήταν γνωστό.....	164

Μέρος: Δ – Η εκπαιδευτική πρόταση

Κεφάλαιο: 7

Το θεωρητικό πλαίσιο της πρότασης

7.0 Μια εκπαιδευτική πρόταση: Το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού.....	167
7.1 Γιατί “Ημέρα Αστρονομίας”.....	169
7.2 Γιατί στη Β’ Λυκείου το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού.....	173
7.3 Το θεωρητικό πλαίσιο της πρότασης.....	175
7.3.1 Ο εποικοδομητισμός / εποικοδομισμός.....	175
7.3.2 Ο επιστημονικός γραμματισμός.....	183
7.3.3 Διερευνητική μάθηση (Inquiry Based Learning).....	187
7.3.4 Διαθεματικότητα.....	191
7.3.5 Ιστορική προσέγγιση του παραδόξου.....	196
7.3.6 STEAM.....	200

Κεφάλαιο: 8

Διδακτικές προτάσεις

8.0 Η διδακτική πρόταση.....	203
8.1 Οι διδακτικοί στόχοι.....	204
8.2 Διδακτικές προτάσεις/ δραστηριότητες.....	209
8.3 Διδακτική παρέμβαση.....	209

8.3.1. Δραστηριότητες εντασσόμενες στη φάση του Προσανατολισμού.....	210
8.3.2 Δραστηριότητες εντασσόμενες στη φάση της Διαμόρφωσης εννοιών.....	213
8.3.3. Δραστηριότητες εντασσόμενες στη φάση της Έρευνας.....	215
8.3.4. Δραστηριότητες εντασσόμενες στη φάση Συμπεράσματα και Συζήτηση.....	217
8.4 Επίσκεψη σε πλανητάριο.....	218
8.5 Σύνδεση με διαδίκτυο-τα διαδικτυακά περιβάλλοντα μάθησης.....	220
8.6 Χρήση ρομποτικών τηλεσκοπίων.....	221
8.7 Χρήση μέσων κοινωνικής δικτύωσης.....	223
8.8 Προγράμματα προσομοιώσεων.....	227

Κεφάλαιο: 9

Συμπεράσματα.....	233
--------------------------	------------

Παράρτημα

Βιβλιογραφία

Εισαγωγή

Ο άνθρωπος στη προσπάθειά του να ανακαλύψει τον κόσμο, έρχεται αντιμέτωπος με την Επιστήμη, τη λογική, τη θρησκεία, τη φιλοσοφία, συλλήβδην με την ανθρώπινη διανόηση. Οι αθώες ερωτήσεις ενός παιδιού όπως: γιατί η Γη γυρίζει, τι σχήμα έχει η Γη, πως φτιάχτηκε ο κόσμος, πόσα είναι τα αστέρια, γιατί λάμπουν τα αστέρια, γιατί ο ουρανός είναι σκοτεινός αποτελούν κλασικές ερωτήσεις που οι απαντήσεις τους προκαλούν αμηχανία στους ενήλικες. Ωστόσο και οι επαίοντες, οι επιστήμονες, εκείνοι που έχουν ταχθεί στην αναζήτηση της αλήθειας, δεν έχουν καταφέρει να αποκωδικοποιήσουν τον κόσμο που μας περιβάλλει. Ένα από τα καίρια ερωτήματα, το οποίο συνιστά σκοτεινό σημείο, είναι αυτό που συνδέεται με την πανανθρώπινη παρατήρηση γιατί ο ουρανός είναι σκοτεινός;

Οι αυθόρμητες απαντήσεις ενδεχομένως είναι: α) Γιατί η Γη γυρίζει γύρω από τον Ήλιο και το βράδυ βρισκόμαστε στην αντίθετη πλευρά από εκείνη που κοιτάει τον Ήλιο (λογικοφανές), β) Γιατί ο θεός έδωσε τη νύχτα για να ξεκουραστεί ο άνθρωπος και να προσευχηθεί (ρομαντική εκδοχή), γ) Γιατί το φως των αστεριών δεν είναι δυνατό (φαινομενικά πιθανή εκδοχή). Όμως όπως ο Α. Einstein είχε υποστηρίζει¹: το αντικείμενο όλων των Επιστημών είναι να οργανώσει όλες τις εμπειρίες μας και να τις δομήσει σε ένα λογικό σύστημα. Συνεπώς η Επιστήμη οφείλει να μας καθοδηγήσει να κατανοήσουμε τον Κόσμο σε κάθε του εκδοχή, οφείλει να οργανώσει το χάος και μέσα σε αυτό να ανακαλύψει δομές, μοντέλα, συσχετίσεις² και όλα αυτά σε εναρμόνιση με την εμπειρία του.

Ιδιαίτερα το αίνιγμα του σκοτεινού ουρανού είναι σύμφυτο με την Επιστήμη της Κοσμολογίας. Η Κοσμολογία όντας η Επιστήμη³ -όπως άλλωστε προδίδει και το όνομά της- η οποία ασχολείται, κάνει λόγο για τον Κόσμο, δίνοντας έναν πιο αυστηρό ορισμό, μελετά το Σύμπαν. Αν και θεωρείται νέα Επιστήμη, ιδωμένη όμως από τη δέουσα απόσταση και με διάθεση ιστορικής θεώρησης, η Κοσμολογία δεν είναι καθόλου νέο πεδίο έρευνας και προβληματισμού. Η φιλοσοφική, θρησκευτική, εσωτερική μελέτη του Σύμπαντος έχει τόση μεγάλη ιστορία, είναι τόσο μακράιωνη όσο η Ιστορία του Ανθρώπου. Ανάλογη με την πορεία

¹ Holton, G. & Brush, S.G. (2001, p.158). *Physics the Human Adventure*. London: Rutgers University Press.

² Ο.π.

³ Βλέπε: Liddle, A. & Loveday, J. (2009, p.81). *Oxford Companion to Cosmology*. Oxford: Oxford University Press, πρόκειται για ορισμό και κατηγοριοποίηση της Κοσμολογίας σε: α) φυσική β) μεταφυσική γ) θρησκευτική και δ) εσωτερική.

της Κοσμολογίας είναι και η απορία του ανθρώπου για τον σκοτεινό ουρανό που τον συντροφεύει κατά το ήμισυ της ζωής του.

Η ιστορία της Κοσμολογίας μας αποδεικνύει ότι σε κάθε εποχή ο άνθρωπος στη προσπάθειά του να εξηγήσει τον κόσμο που τον περιβάλλει πίστευε ότι είχε βρει τη πραγματική φύση του Σύμπαντος. Σε κάθε όμως περίπτωση είχε απλά παρουσιάσει ένα κομμάτι του πίνακα, όχι ολοκληρωμένα το δημιούργημα, αποκαλύπτοντας μόνο μια πτυχή του προβλήματος. Παράλληλη είναι η πορεία που έχει διαγράψει και το αίνιγμα του σκοτεινού ουρανού. Από τότε που ο άνθρωπος έστρεψε το βλέμμα του στον ουρανό, προσπαθώντας να τον κατανοήσει, σε κάθε εποχή νόμιζε ότι είχε βρει τη λύση του γρίφου, ότι είχε λύσει το γόρδιο δεσμό. Δυστυχώς, όμως, σε κάθε περίπτωση είχε απλά αποκαλύψει μια διαφορετική εκδοχή του προβλήματος και σε ορισμένες περιπτώσεις το έκανε ακόμα πιο δύσκολο στη λύση του, δημιουργώντας ακόμα περισσότερα ερωτήματα προς απάντηση, καταλήγοντας σε έναν κυκλώνα.

Σε κάθε περίπτωση, η οποιαδήποτε ενδεχόμενη απάντηση στο ερώτημά μας αποτελούσε και αποτελεί προϊόν της επιστημονικής διανόησης της κάθε κοινωνίας που την ανέπτυξε. Συνεπώς μια ιστορική αναδρομή και καταγραφή της ιστορίας του παραδόξου, αποτελεί ταυτόχρονα και μια ιστορική ανασκόπηση στην Επιστήμη καθώς αποκαλύπτει τον τρόπο με τον οποίο η κάθε κοινωνία και η κάθε εποχή αντιμετώπισε ένα διαχρονικό πρόβλημα, αποκαλύπτοντας την αντίληψή της για τον κόσμο.

Η δυσκολία απάντησης του συγκεκριμένου ερωτήματος και η απουσία κοινής συναίνεσης και αποδοχής της λύσης αποδεικνύει την πολυπλοκότητα και την ανάδειξή του ως ένα από τα θεμελιώδη ερωτήματα που κοπιάζει η ανθρώπινη διάνοια να συλλάβει. Η ενδεχόμενη μελλοντική του αποκωδικοποίηση θα αποτελέσει σταθμό στην ιστορία της Επιστήμης της Κοσμολογίας καθώς θα συμπληρώσει ένα μεγάλο κενό στην κατανόηση από τον άνθρωπο για αυτό που τον περιβάλλει και ονομάζεται “Κόσμος” με την ευρεία έννοια.

Η παρούσα διδακτορική διατριβή φιλοδοξεί να παρουσιάσει το παράδοξο του Olbers (όπως έχει επικρατήσει στη παγκόσμια βιβλιογραφία να αναφέρεται) ή πιο σωστά διατυπωμένα στο ερώτημα γιατί ο ουρανός είναι σκοτεινός, χωρίς όμως να εστιάζει στο τεχνικό μέρος του ζητήματος. Στοχεύουμε στην ανάδειξη του παραδόξου, της ιστορίας του, της φύσης και των χαρακτηριστικών του και πιο σημαντικά στην επίδραση που αυτό μπορεί να έχει μελλοντικά στην ανάπτυξη της διανόησης και του κοσμολογικού εγγραμματισμού. Με όχημα αυτό θέλουμε να αποπειραθούμε να φωτίσουμε όλες τις όψεις του και πως αυτό επηρεάζει τη θέαση του Κόσμου συλλήβδην, να δείξουμε πως ένα κοσμολογικό παράδοξο μπορεί να αναδειχθεί ταυτόχρονα σε εκπαιδευτικό παράδοξο και συνάμα να αποτελέσει μια

εξαιρετική περίπτωση προσέγγισης της Επιστήμης της Αστρονομίας και της Κοσμολογίας μέσα σε ένα σχολικό περιβάλλον.

Το πρώτο κεφάλαιο θα το χαρακτηρίζαμε ως μια εισαγωγή στο παράδοξο. Θα αναλύσουμε όλα τα ανορθόδοξα τα οποία προέκυψαν από τη μελέτη της σχετικής με το παράδοξο βιβλιογραφίας καθώς και θα τα παραθέσουμε, για τον ανυποψίαστο αναγνώστη. Θα παρουσιάσουμε τους ορισμούς που κατά καιρούς έχουν δοθεί καθώς και τις αναγκαίες συνθήκες, που θα πρέπει να αποδεχθούμε, για να υφίσταται παράδοξο. Τα “παράδοξα” του παράδοξου αναφέρονται στις διχογνωμίες που εντοπίστηκαν κατά την έρευνά μας σχετικά με την ονομασία του και τον “πατέρα του” (τον επιστήμονα εκείνον που πρώτος διαπίστωσε την αναντιστοιχία) για να καταλήξουμε αν θα δικαιωθεί η ονομασία του ως παράδοξο του Olbers.

Το δεύτερο κεφάλαιο συνιστά μια ιστορική αναδρομή του αινίγματος του σκοτεινού ουρανού, μέσα από τις προσωπικότητες εκείνες που ανέδειξαν και εξέλιξαν το γρίφο του σκοτεινού ουρανού. Ακρογωνιαίος λίθος φυσικά και πνευματικός φάρος σε αυτή την ανασκόπηση είναι η προσωπικότητα του Heinrich Wilhelm Olbers. Θα παρακολουθήσουμε την ανθρώπινη διάνοια, ανάλογα με τα εργαλεία που είχε κάθε φορά στη διάθεσή της, να προσπαθεί να αντιμετωπίσει ένα διαχρονικό ερώτημα.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναλύουμε την σημασία της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών και αφού παρουσιάσουμε το αντικείμενο της Κοσμολογίας, διερευνούμε τα οφέλη που μπορεί να έχει η διδασκαλία της Αστρονομίας και της Κοσμολογίας. Ο Henri Poincaré⁴ είχε υποστηρίξει πώς η Αστρονομία είναι χρήσιμη γιατί μας δείχνει πόσο μικροί είμαστε και πόσο μεγάλο είναι το μυαλό μας. Σε αντιστοιχία με αυτή τη προσέγγιση προσπαθούμε να αναδείξουμε πως η διδασκαλία της Κοσμολογίας μπορεί να αποτελέσει τον θεμέλιο λίθο για την ανάπτυξη της Κοσμοπαιδείας, η οποία ξεπερνά την απλή μελέτη του περιεχομένου του Σύμπαντος.

Στο τέταρτο κεφάλαιο θα αποπειραθούμε να μελετήσουμε τα προσκόμματα που μπορεί να προκύψουν από την εισαγωγή ενός μαθήματος Κοσμολογίας μέσα στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα. Προβληματικές που συνδέονται τόσο με το πλαίσιο μέσα στο οποίο θα ενταχθεί, όσο και με την ίδια τη φύση της Επιστήμης και του ιδιαίτερου αντικειμένου της.

Το πέμπτο και έκτο κεφάλαιο συνιστούν τα κεφάλαια εκείνα που βασίζονται στην πρωτότυπη έρευνα και στην αναζήτηση του μαθήματος της Κοσμογραφίας -όπως ονομαζόταν τότε- στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα, από τα τέλη του 19ου αιώνα μέχρι πριν λίγα χρόνια, όταν και το μάθημα εξορίστηκε από τα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών της Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Ειδικότερα στο πέμπτο κεφάλαιο εξετάζουμε μέσα από τα

⁴ Percy, J. (2006). Teaching Astronomy: Why and How? JAAVSO, 35, (1), 248-254.

Αναλυτικά Προγράμματα την πορεία του μαθήματος της Κοσμογραφίας, σε ποιες τάξεις και σε ποιο είδος σχολείων διδασκόταν, πόσες ώρες την εβδομάδα και ποια ήταν η διδακτέα ύλη, εμμένοντας στην αναζήτηση της εξήγησης του σκοτεινού ουρανού. Αντίστοιχα στο έκτο κεφάλαιο εστιάζουμε στα σχολικά εγχειρίδια που χρησιμοποιούσε η σχολική κοινότητα της εποχής για το μάθημα της Κοσμογραφίας και αργότερα Στοιχείων Αστρονομίας, προσπαθώντας να ανιχνεύσουμε ψήγματα του παραδόξου του σκοτεινού ουρανού, ενώ παράλληλα θα αποπειραθούμε να ερμηνεύσουμε την απουσία του.

Το έβδομο και όγδοο κεφάλαιο είναι αυτά που συνδέονται άμεσα με την εκπαιδευτική πραγματικότητα. Πρόκειται για δύο κεφάλαια που αποτελούν τους πυλώνες της εκπαιδευτικής μας πρότασης. Τη θεσμοθέτηση μιας “Ημέρας Αστρονομίας” στα ελληνικά σχολεία και πιο συγκεκριμένα θα εστιάσουμε σε μια “Ημέρα Αστρονομίας” που θα έχει ως θέμα προς διαπραγμάτευση το παράδοξο του Olbers και θα απευθύνεται στους μαθητές της Β’ Λυκείου. Αυτό που προτείνουμε είναι μια γιορτή Αστρονομίας, η οποία θα δημιουργεί βίωμα, εμπειρία που θα αναπτύσσει όχι μόνο δεξιότητες, αλλά εν δυνάμει θα μπορεί να σταθεί η αφορμή που θα φέρει και την αλλαγή της στάσης του μαθητή απέναντι στις Φυσικές Επιστήμες, απέναντι στη γνώση και θα τον οδηγήσει ίσως και στον αυτοπροσδιορισμό του. Πρόκειται για μια ημέρα που θα αποτελέσει μια παραδοξότητα, μια ανωμαλία μέσα στη σχολική ζωή του μαθητή.

Στο έβδομο κεφάλαιο θα προσδιορίσουμε το θεωρητικό πλαίσιο που θα αποτελέσει τη βάση και θα στηρίζει τις δράσεις που θα προτείνουμε στη συνέχεια. Ειδικότερα θα αναπτύξουμε τις βασικές έννοιες, το γενικό σκοπό και τους επιμέρους στόχους, τις θεωρίες μάθησης και τις διδακτικές στρατηγικές που θα διαπνέουν και θα προσδιορίζουν την εκπαιδευτική μας πρόταση. Όλα αυτά, θα αποτελέσουν το έρεισμα της πρότασης μας και θα διακονούν τον απώτερο στόχο, δηλαδή την ανάδειξη του παραδόξου του σκοτεινού ουρανού και τα πολλαπλά οφέλη που μπορεί να έχει μια εκπαιδευτική προσέγγισή του.

Στο όγδοο κεφάλαιο συνδεόμαστε με την ελληνική εκπαιδευτική πραγματικότητα και προτείνουμε διάφορες δραστηριότητες εκπαιδευτικές για τη δημιουργία μιας ευέλικτης διδακτικής παρέμβασης. Αφού ορίσουμε ποιοι είναι οι συγκεκριμένοι διδακτικοί στόχοι και καταγράφουμε ποια είναι τα εκπαιδευτικά οφέλη από την επαφή με το παράδοξο του Olbers παρουσιάζουμε διάφορες δραστηριότητες οι οποίες μέσω της διερευνητικής μεθόδου μπορούν να καταστήσουν τους μαθητές όχι μόνο κοινωνούς της γνώσης, που συνδέεται με την τόση απλή παρατήρηση, αλλά τους καθιστά κοινωνούς της σύγχρονης επιστημονικής μεθόδου για την ανεύρεση της Αλήθειας. Όλα αυτά μέσα σε ένα πλαίσιο δραστηριοτήτων όχι μόνο εναρμονισμένων με τη σύγχρονη πραγματικότητα, μέσω της μέγιστης αξιοποίησης των

σύγχρονων τεχνολογικών μέσων, αλλά και πάντα δίνοντας περιθώρια για αναπροσαρμογή τους, ώστε να εξασφαλίσουμε τη κοινωνικοποίηση και τον εκδημοκρατισμό της παραγόμενης γνώσης.

Καταληκτικά η παρούσα εργασία στοχεύει στην ανάδειξη του παραδόξου του σικουτείνου ουρανού, όχι μόνο ως κοσμολογικού ζητήματος που αναζητά επιτακτικά μια απάντηση, αλλά να φωτίσει και άλλες πτυχές του και προεκτάσεις που μπορεί να έχει αυτή η φαινομενικά τόσο απλή ερώτηση. Στοχεύει μέσα από την ιστορική αναδρομή, τον τρόπο με τον οποίο το κάθε κοσμολογικό και πολιτισμικό σύστημα αποπειράθηκε να το εξορθολογήσει, να το απαντήσει και να δείξει πώς η θέση μας μέσα στο σύστημα μας, πώς η θέση που λαμβάνουμε, τι αποδεχόμαστε ως απόλυτη παραδοχή και τι αμφισβητούμε μπορεί να αναπροσαρμόσει και να οδηγήσει στη γέννηση ή ακόμη και στην απόρριψη του ίδιου του παραδόξου. Προσπαθεί να δείξει πώς ακόμη και μια λανθασμένη, ενδεχομένως επιδερμική προσέγγισή του από τους ιστορικούς της Επιστήμης, μπορεί να καταλήξει στην εδραίωση του λανθασμένου ονόματός του.

Συνάμα η ανίχνευσή του μέσα στα σχολικά εγχειρίδια και μέσα στη διδακτέα ύλη, μπορεί να φανερώσει τον τρόπο με τον οποίο το εκάστοτε εκπαιδευτικό σύστημα προσεγγίζει τη γνώση και μπορεί να αποτελέσει πηγή ιστορίας. Μπορεί η αναζήτησή του μέσα στα σχολικά εγχειρίδια του μαθήματος της Κοσμογραφίας να φανερώσει την πορεία ενός μαθήματος, όπως αυτό της Αστρονομίας στα Αναλυτικά Προγράμματα και ως προέκταση, στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα.

Καταληκτικά, αυτή η τόσο συνηθισμένη ερώτηση μπορεί να δείξει την ελλιπή κοσμολογική και αστρονομική γραμματοσύνη του πληθυσμού και θα μπορούσε να συμβάλλει στην περιστολή της. Ειδικότερα, η ένταξή του μέσα από μια γιορτή Αστρονομίας, που θα απευθύνεται στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, όχι μόνο θα αυξήσει το γνωστικό κεφάλαιο του μαθητικού πληθυσμού -του μελλοντικού πολίτη- αλλά ακόμη και θα εμπνεύσει, θα βοηθήσει να αισθανθεί και να κατανοήσει τη θέση του μέσα στο Κόσμο. Συνεπώς, στόχος είναι να μεταπλάσει το κοσμολογικό παράδοξο και να το αναδείξει παράλληλα ως ένα ιστορικό και εκπαιδευτικό πρότυπο, με πρωτόγνωρες εκπαιδευτικές δυνατότητες, αν αξιοποιηθεί αναλόγως.

Μέρος: Α

Ορισμός και ιστορική αναδρομή του παραδόξου

Το πρώτο μέρος συνιστά μια εισαγωγή στο παράδοξο του σκοτεινού ουρανού. Θα παρουσιαστούν όλες οι αναντιστοιχίες σχετικά με αυτό, αφού πρώτα αποπειραθούμε να το ορίσουμε εξετάζοντας κάποιους από τους πιο σημαντικούς ορισμούς που έχουν διατυπωθεί. Στη συνέχεια θα παρουσιαστεί η ιστορική αναδρομή του, εξετάζοντας όλες εκείνες τις διάνοιες που ανέδειξαν το αίνιγμα του σκοτεινού ουρανού και συντέλεσαν στην σχηματοποίηση και εξέλιξή του.

Κεφάλαιο: 1

Σχηματοποίηση του παραδόξου

Στόχοι κεφαλαίου:

- ✓ Απόπειρα ορισμού, σχηματοποίησης του παραδόξου.
- ✓ Να εντοπίσουμε τους μνηστήρες του παραδόξου, μέσα από τη διεθνή βιβλιογραφία, σε ποιον τελικά αποδίδεται η σαφής διατύπωσή του.

1.1 Ορισμός- σχηματοποίηση του παραδόξου

Επιστήμη ποιητική ευδαιμονίας

Πλάτων

Το παράδοξο του Olbers, όπως είναι ευρέως γνωστό, αντικατοπτρίζει την εξής αντιφατικότητα: αν το Σύμπαν είναι άπειρο κατ' ανάγκη θα έχει έναν λαμπρό ουρανό εξαιτίας των άπειρων λαμπρών αστεριών που περιέχει⁵, όμως αυτή η λογικά διατυπωμένη θεωρητική κατασκευή δεν συνάδει με την εμπειρία μας. Η συγκεκριμένη ανακολουθία συναντάται και με άλλα ονόματα όπως: παράδοξο του Halley, φωτομετρικό παράδοξο, παράδοξο του σκοτεινού ουρανού, γρίφος του σκοτεινού ουρανού, γρίφος της κοσμικής σκοτεινότητας⁶. Πρόκειται για ένα πεδίο προβληματισμού ιδιαίτερα σημαντικό και ένα από τα θεμελιώδη ερωτήματα τα οποία καλείται να απαντήσει η σύγχρονη Κοσμολογία. Η σημαντικότητά του διαφαίνεται όταν και ο Sciamia λέει για το παράδοξο: είναι η πρώτη ανακάλυψη σύνδεσής μας, με τις πιο απομακρυσμένες περιοχές του Σύμπαντος⁷.

⁵ Δανέζη, Μ. & Θεοδοσίου, Σ. (1999). *Το σύμπαν που αγάπησα*.(τ.2). Αθήνα: Δίαυλος

⁶ Μεταφρασμένα τα παρακάτω: Halley's paradox, photometric paradox, dark night paradox, dark sky riddle, riddle of cosmic darkness.

⁷ Sciamia, D.W. (1959, p.71). *The Unity of the Universe*. New York: Dover Publications. Ο Sciamia το είχε χαρακτηρίσει: “the first discovery of a link connecting us to the distant regions of the Universe”.

Ο παραπάνω είναι ένας απλός -και ίσως εκλαϊκευμένος ορισμός που θα μπορούσαμε ενδεχομένως να υποστηρίξουμε-. Όταν όμως θελήσουμε να το ορίσουμε επιστημονικά και πιο ολοκληρωμένα τότε προσκόμματα καθιστούν δύσκολο το έργο μας. Όταν θα αναζητήσουμε το παράδοξο στην σχετική βιβλιογραφία θα δούμε πως δεν ορίζεται τόσο απλά και με τον ίδιο τρόπο απ' όλους τους επιστήμονες. Έρρεισμά μας θα αποτελέσουν οι ορισμοί που θα παραθέσουμε από διαφορετικές βιβλιογραφικές πηγές.

Από το “Oxford Companion of Cosmology”⁸: *“before the expansion of the Universe was demonstrated by Edwin Hubble in 1929, it had been commonly assumed that the Universe was infinite, eternal and static. If these assumptions were true, however, then in whatever direction you looked, your line of sight would eventually intersect a star, and so the entire sky would be approximately as bright, as the Sun. This paradox ‘Why is the night sky dark?’ was written about as early as 1576 by Thomas Digges, but stated clearly in 1823 by Prussian astronomer Heinrich Olbers, and so is known today as Olbers paradox”*.

Το “Oxford dictionary of Physics”⁹ γράφει: *“if the Universe is infinite, uniform and unchanging the sky at night would be bright as in whatever direction one looked would eventually see a star. The number of stars would increase in proportion to the square of the distance from the earth; the intensity of light reaching the earth from a given star is inversely proportional to the square of distance. Consequently the whole sky should be about as bright as the Sun”*.

Ο E.Harrison στο βιβλίο του “Cosmology”¹⁰ επισημαίνει: *“In a universe of infinite extent, populated everywhere with bright stars, the entire sky should be covered by stars with no separating dark gaps. Hence, when all stars are bright like the Sun, the entire sky at every point should blaze with a brilliance equal to the Sun disk”*.

Οι Overduin και P.Wesson στο βιβλίο τους “Dark sky, Dark matter”¹¹ αναφέρουν: *“given that the Universe is unbounded, governed by the standard laws of physics, and populated by light sources of constant intensity, the simple cube law of volumes and numbers implies that the sky should be ablaze with light. Obviously this is not so, however the paradox does not lie in nature but in our understanding of physics”*.

⁸ Liddle, A. & Loveday, J. The Oxford Companion to Cosmology. Oxford: Oxford University Press.

⁹ Isaacs, A. (editor). (2003, p. 334). Oxford Dictionary of Physics. New York: Oxford University Press.

¹⁰ Harrison, E. (2000, p.491). *Cosmology*. Cambridge: Cambridge University Press.

¹¹ Overduin, J.M. & Wesson, P.S. (2003). *Dark Sky, Dark Matter*. U.K: Institute of Physics.

Ο Jaki στο βιβλίο του “The paradox of Olber’s paradox”¹² το θέτει ως εξής: “*an infinite number of stars distributed evenly in infinite space would logically create a sky blazing all over with extraordinary brilliance in obvious contradiction to the factual darkness of the night sky*”.

Από τις παραπάνω αναφορές επιβεβαιώνεται η δυσκολία ορισμού του παραδόξου. Η καθεμία πηγή χρησιμοποιεί διαφορετικές υποθέσεις για να σχηματίσει το παράδοξο. Η πιο δημοφιλής παραδοχή, που τη συναντάμε στις περισσότερες προσπάθειες ορισμού, είναι αυτή της απειρίας, είτε της απειρίας του σύμπαντος, είτε της απειρίας του αριθμού των αστερών, είτε αυτής του χώρου. Η έννοια του απείρου τελικά και μέσα από αυτή την πτυχή έρχεται να συνδεθεί με την έννοια του Σύμπαντος επιβεβαιώνοντας τον J.D.Barrow¹³, που είχε διατυπώσει την άποψη πως: “*το ένασμα για να συλλάβει ο άνθρωπος την έννοια του απείρου πρέπει να ήταν το Σύμπαν*”.

Εκτός από το άπειρο, συναντάμε διαφορετικές έννοιες που αποτελούν τη βάση για την δημιουργία του γρίφου όπως ομοιογένεια, κλασικοί νόμοι της φυσικής, σταθερή ένταση, αιώνιο, αναλλοίωτο-στατικό.

Σε αρκετές περιπτώσεις, όπως και στη πρώτη που έχουμε παραθέσει, διακρίνεται και η άποψη του εκάστοτε συγγραφέα για τη λύση του. Στις περισσότερες εκδοχές δίνεται λύση, οπότε και αντιμετωπίζεται όχι ως τρέχον ζήτημα προβληματισμού, αλλά ως φαινόμενο το οποίο έχει ερμηνευθεί και πλέον αποτελεί ζήτημα της Ιστορίας των Επιστημών.

Η δυσκολία ορισμού μιας έννοιας συνήθως προδίδει ελλιπή γνώση και όχι πραγματική κατανόηση της δοθείσης έννοιας. Το παράδοξο εμπίπτει σε αυτή την ερμηνεία ή απλά η εξέλιξη της Επιστήμης συμπαρασύρει και αναδιαμορφώνει το παράδοξο;

¹² Jaki, S.L. (1969). *The paradox of Olbers’ paradox: A case history of scientific thought*. New York: Herder and Herder.

¹³ Barrow, J.D. (2007, σ. 155). *Άπειρο*, Αθήνα: Τραυλός.

1.2 Ο πατέρας του παραδόξου

Μην πεις βρήκα την αλήθεια,
καλύτερα πες βρήκα μια αλήθεια.

Kahlil Gibran.

Το παράδοξο του Olbers, όπως έχει επικρατήσει στην παγκόσμια βιβλιογραφία να αναφέρεται, έχει λάβει τη συγκεκριμένη ονομασία από τον διάσημο Γερμανό φυσικό Heinrich Wilhelm Matthaus Olbers. Στην κοινή συνείδηση λοιπόν, έχει φωλιάσει η πεποίθηση - εσφαλμένα όπως θα αποδειχθεί στη συνέχεια- πως εκείνος που ευθύνεται για την ανάδειξη του παραδόξου είναι ο Olbers. Όπως όμως και η ιστορική πραγματικότητα έχει πολλές αποδείξεις, όταν μια πεποίθηση εδραιωθεί, πολύ δύσκολα μπορεί να ανατραπεί. Επιβεβαιώνοντας την παραπάνω θέση πολλοί είναι εκείνοι, ακόμη και επαίοντες, που πιστεύουν πως ο Γαλιλαίος πετούσε μπάλες από το Πύργο της Πίζας!

Ανάλογα αν κάποιος ιστορικός μελετήσει τις πηγές σχετικά με το γρίφο του σκοτεινού ουρανού, θα βρεθεί μπροστά σε ένα σταυροδρόμι που αργά ή γρήγορα και ο ίδιος θα κληθεί να επιλέξει. Εκτός από παράδοξο του Olbers, η παρατήρηση που αναμένει μια εξήγηση, αναφέρεται και ως “παράδοξο του Halley”. Προφανώς πρόκειται για μια ονοματοποιία που έχει στηριχθεί στην ίδια λογική που ακολουθήθηκε για το όνομα παράδοξο του Olbers.

Ποιος είναι λοιπόν ο πατέρας του παραδόξου, που δικαιωματικά θα γραφτεί το όνομά του στην Ιστορία των Επιστημών σηματοδοτώντας ένα από τα σημαντικότερα ανοιχτά ζητήματα στην ιστορία της ανθρώπινης διάνοησης; Η απάντηση αποδεικνύεται δύσκολο έργο αφού οι μνηστήρες είναι πολλοί. Εκτός από τους προαναφερθέντες (Olbers και Halley) και κάποια άλλα είναι τα ονόματα εκείνα που διεκδικούν τη γέννηση του παραδόξου, όπως ο J. Kepler, ο N. Hartsoeker, ο T. Digges και ο P.L de Cheseaux.

Το γεγονός ότι σχετικά με ένα θέμα που κατά καιρούς έχει μελετηθεί τόσο πολύ και έχει απασχολήσει την παγκόσμια επιστημονική κοινότητα -μάλιστα μερικούς από τους πιο κορυφαίους επιστήμονες- το να υπάρχουν τόσες διαφορετικές εκδοχές είναι άξιο απορίας. Φυσικά δεν αναφερόμαστε μόνο στο ερώτημα, ποιος ήταν εκείνος που πρώτος παρατήρησε την ανακολουθία μεταξύ θεωρίας και παρατηρησιακών δεδομένων, υπάρχουν και άλλα ελάσσονος σημασίας, ζητήματα που εντοπίζει κάποιος μελετώντας το παράδοξο για τα οποία οι απόψεις δίστανται.

Εάν προσπαθήσουμε να εξηγήσουμε γιατί δημιουργήθηκαν αυτοί οι μύθοι και ακόμη χειρότερα γιατί εξακολουθούν να διακινούνται θα λέγαμε ότι οι επιστήμονες και δὴ οι φυσικοί, δεν αναλώνονται στο να διερευνήσουν την ιστορία που κουβαλάνε τα δημιουργήματά τους, τα έργα τους, αφού για τους ίδιους αποτελεί και ένα είδος πολυτέλειας η μελέτη των ιστορικών πηγών τους. Δυστυχώς όμως, ακόμη και η επιλογή της λέξης που χρησιμοποιούμε όταν αναφερόμαστε στο φαινόμενο του σκοτεινού ουρανού, δηλώνει την στάση μας, την ερμηνεία μας απέναντι στο πρόβλημα. Ως απότοκος της παραπάνω αντιεπιστημονικής στάσης προκύπτει η μη κριτική στάση και η διαιώνιση κακών τεράτων και μαγισσών που θυμίζουν μεσαίωνα.

Την ευθύνη για τις ανακρίβειες και τα παρεπόμενα τους δεν επωμίζονται μόνο οι επιστήμονες, αλλά και η ίδια η φύση των ερωτημάτων που καλείται ο ερευνητής να απαντήσει, και συγκεκριμένα την σαφήνιά τους. Παραδείγματος χάριν, όταν λέμε: Ποιος ήταν εκείνος που πρώτος διατύπωσε το παράδοξο; Ποιον εννοούμε; Εκείνον που συνέλαβε την ανακολουθία θεωρίας και εμπειρίας; Εκείνον που έθεσε το πρόβλημα ή μήπως εκείνον που έθεσε το πρόβλημα στη σύγχρονη, ώριμη μορφή του; Για να ξετυλίξουμε αυτό το κουβάρι θα πρέπει να επιστρέψουμε πίσω στις πηγές, στα αρχικά κείμενα και να τα μελετήσουμε.

Ο μίτος της Αριάδνης ξεκινά με τον Olbers. Ο περίφημος αστρονόμος υπέβαλε τον Μάρτιο του 1823 ένα κείμενο προς δημοσίευση στο *Astronomisches Jahrbuch fur das Jahr* με τίτλο *Ueber die Durchsichtigkeit des Weltraume*¹⁴. Στο συγκεκριμένο κείμενο προσπαθεί να αποδείξει ότι το Σύμπαν -ο χώρος- δεν είναι ολοκληρωτικά διάφανος. Στην απόπειρά του να αποδείξει πώς ο χώρος δεν είναι κενός αναφέρεται στον Halley και στη πεποίθησή του ότι τα αστέρια είναι άπειρα¹⁵ που προκείμενου να αντικρούσει το κατά την άποψή του σαθρό θεωρητικό του κατασκεύασμα λέει:

“Αμέσως μια σημαντική ένσταση προκύπτει. Αν πραγματικά υπάρχουν Ήλιοι στον απέραντο χώρο, και αν είναι τοποθετημένοι σε ίσες αποστάσεις ο ένας από τον άλλο, ή ήταν συγκεντρωμένοι σε συστήματα όπως ο δικός μας γαλαξίας, ο αριθμός τους πρέπει να είναι άπειρος και ολόκληρη η ένταση των ουρανών θα εμφανίζεται τόσο λαμπρή όσο ο Ήλιος. Για κάθε γραμμή που φανταζόμαστε πως ξεκινά από τα μάτια μας, αναγκαστικά θα καταλήγει σε κάποιο αστέρι, και συνεπώς σε φως το οποίο είναι το ίδιο με το φως του Ήλιου, το οποίο θα μας συναντά από κάθε μεριά του ουρανού. Χωρίς να χρειαστεί να πούμε κάτι άλλο, η εμπειρία έρχεται αντιμέτωπη με αυτό το επιχείρημα”.

¹⁴ Βλέπε μεταφρασμένο στο Harrison, E.R. (1987). *Darkness at night: A riddle of the universe*. England: Harvard University Press.

¹⁵ Παρακάτω θα αναφερθούμε αναλυτικά στο συγκεκριμένο πρωτότυπο.

Το παραπάνω απόσπασμα φαίνεται να μας παραδίδει το παράδοξο του Olbers ολοκληρωμένο στη σημερινή μορφή του.

Σχεδόν 80 χρόνια πριν από τον Olbers, ο J.P. Cheseaux στο κείμενό το “Traite de la comete”¹⁶ αναφέρεται εμμέσως στο παράδοξο αλλά με έναν πιο ποσοτικό-τεχνικό τρόπο. Πιο συγκεκριμένα αναφέρει :

“αν ο αστρικός χώρος είναι άπειρος, ή μόνο μεγαλύτερος από την ένταση του ηλιακού συστήματος και του πρώτου βαθμού αστέρια από το πηλίκο του κύβου του 760,000,000,000 προς 1, κάθε κομμάτι του ουρανού θα φαινόταν τόσο φωτεινό σε εμάς όσο όποιο κομμάτι του Ήλιου, έτσι το ποσό του φωτός που θα λαμβάνουμε από κάθε ουράνιο ημισφαίριο θα είναι 91,850 μεγαλύτερο από αυτό που λαμβάνουμε από τον Ήλιο. Η τεράστια διαφορά ανάμεσα στο συμπέρασμα και την εμπειρία αποδεικνύει είτε ότι τα άστρα δεν είναι άπειρα αλλά ασύγκριτα πιο λίγα από ότι υποθέτω, ή ότι η ένταση του φωτός μειώνεται γρηγορότερα από το αντίστροφο τετράγωνο της απόστασης”.

Όπως φαίνεται από το παραπάνω απόσπασμα και ο Cheseaux στη προσπάθειά του να μιλήσει για τις ιδιότητες του φωτός και την απόσταση των αστεριών σιόνταψε πάνω στο παράδοξο.

Το ταξίδι μας στο χρόνο συνεχίζεται και επόμενος πολύ δυνατός αντίπαλος του Olbers για την πατρότητα του παραδόξου αναδεικνύεται ο Halley. Εκατό χρόνια πριν τον Olbers, το 1720, σε κείμενό του σχετικά με το άπειρο και το πεπερασμένο της σφαίρας των αστεριών χρησιμοποιεί δύο επιχειρήματα για να στηρίξει το άπειρο εκ των οποίων το δεύτερο είναι το εξής¹⁷: *“ένα άλλο επιχείρημα, το οποίο άκουσα, είναι πως αν ο αριθμός των αστεριών είναι περισσότερα από πεπερασμένα, όλη η σφαίρα θα ήταν λαμπρή”.* Αυτό που προκαλεί εντύπωση είναι πως και ο Halley χρησιμοποιεί το παράδοξο ως επιχείρημα για να πείσει για κάτι άλλο, χωρίς να σχολιάζει κάτι σε σχέση με την παρατήρησή του. Επίσης ιδιαίτερη εντύπωση προκαλεί η φράση του: *“όπως άκουσα”*¹⁸, που μπορεί να μας οδηγήσει στο συμπέρασμα ότι σαν σκέψη-ιδέα δεν ήταν κάτι πρωτότυπο, αλλά διαδεδομένο στην επιστημονική κοινότητα της εποχής ή ότι δεν ήθελε να επεκταθεί και έτσι το διατύπωσε γενικά και αόριστα με έναν τόνο μυστηριακό. Ο ίδιος σε καμία περίπτωση δεν αναγνωρίζει την πατρότητα του παραδόξου και δεν είναι φυσικά περίεργο το γεγονός ότι υπάρχουν εκείνοι που θεωρούν πως ο Halley διατύπωσε το παράδοξο μερικώς¹⁹.

¹⁶ Όπως στην 14η

¹⁷ Ο.π.

¹⁸ Συγκεκριμένα το πρωτότυπο έχει ως εξής: I have heard urged....

¹⁹ Όπως αναφέρεται στο: Armitage, A. (1966, p.194). *Edmond Halley*, London: Nelson, Halley grasped in some degree the argument that, if the whole of infinite space were uniformly sown with stars...

Επόμενος σταθμός στην ιστορία μας είναι ο λιγότερο γνωστός από όλους τους διεκδικητές, ο Nicolaas Hartsoeker. Σε μια σειρά διαλέξεών του με τίτλο: “Physical Conjectures” το 1707, ο Δανός επιστήμονας, αναφέρει: “ο αριθμός τους είναι άπειρος. Από αυτό προκύπτει Κίριέ μου, ότι οι ακτίνες φωτός εξασθενούν και εξαφανίζονται στο δρόμο τους προς εμάς, αλλιώς ολόκληρος ο ουρανός θα ήταν τόσο φωτεινός όσο ο Ήλιος”. Εδώ έχουμε όπως και ο S.L. Jaki αναφέρει²⁰: “ με τέλεια καθαρότητα και συνειδητότητα το παράδοξο μαζί με τη λύση του”.

Το 1610 ο Kepler λαμβάνει ένα αντίγραφο του βιβλίου του Γαλιλαίου με τίτλο: “The starry messenger”. Σαν ανταπάντηση σε αυτό το βιβλίο ο Kepler, μέσα σε ένα μήνα εκδίδει το “Conversation with the Starry Messenger” στο οποίο εντοπίζεται το πιο ισχυρό επιχειρημά του εναντίον ενός άπειρου Σύμπαντος το οποίο το διατύπωσε ως εξής: “εάν υπάρχουν 10,000 αστέρια τα οποία συμπυκνούν σε ένα, πόσο περισσότερο από το μέγεθος που είναι ορατό σε εμάς θα ξεπεράσουν τον Ήλιο; Αν αυτό είναι αλήθεια, και αν υπάρχουν Ήλιοι σαν τον δικό μας τον Ήλιο, γιατί αυτοί δεν ξεπερνούν αθροιστικά τον δικό μας Ήλιο σε λαμπρότητα;”. Πάλι λοιπόν βλέπουμε άλλη μια επιχειρηματολογία που βασίζεται στη κοινή λογική να σχηματοποιεί το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού στον υποψιασμένο πια αναγνώστη.

Τελευταίος, αλλά πιο σημαντικός σύμφωνα με τον E.R.Harrison²¹ είναι ο Thomas Digges, ο οποίος συνειδητοποίησε πως τα σκοτεινά κενά μεταξύ των αστεριών απαιτούν ερμηνεία. Το 1576 στο “The Perfit Description of the Caelestial Orbes” σχολιάζει το γεγονός ότι δεν μπορούμε να δούμε το φως από τα αναρίθμητα μακρινά αστέρια και μάλιστα δίνει και την δική του ερμηνεία.

Συμπερασματικά, η παραπάνω αναδρομή μας οδηγεί στο συμπέρασμα πως ο Olbers σίγουρα δεν ήταν ο πρώτος που αναφέρθηκε στο δυσερμήνευτο γεγονός του σκοτεινού ουρανού. Συνεπώς είναι σίγουρα λανθασμένη επιλογή να το ονομάζουμε παράδοξο του Olbers.

Σύμφωνα με τον E.R.Harrison ο πρώτος που έθεσε το πρόβλημα ήταν ο T.Digges και ο οποίος συνέλαβε το παράδοξο. Ο Kepler έθεσε το 1610 το πρόβλημα, και την ώριμή του μορφή την έδωσαν ο Halley και ο Cheseaux. Ούτε όμως και αυτή είναι μια κριτική θεώρηση που μας βρίσκει σύμφωνους. Εάν αναλογιστούμε ποιος μπορεί να έδωσε μια ιδέα ή ενέπνευσε άλλους για να διατυπώσουν έστω και έμμεσα το παράδοξο, τότε και πολλά άλλα ονόματα θα προστεθούν στη παραπάνω λίστα²².

²⁰ Βλέπε Jaki, S.L.(1969). *The paradox of Olbers' paradox: A case history of scientific thought*. Herder and Herder.

²¹ Βλέπε Harrison, E. (2000, p.492). *Cosmology*. Cambridge: Cambridge University Press.

²² Επιλέξαμε να αναφερθούμε και να εστιάσουμε σε προσωπικότητες που συνέβαλαν άμεσα στη προσέγγιση του παραδόξου, είτε εκείνοι έδωσαν πιθανές λύσεις, είτε είναι εκείνοι που αντιλήφθηκαν και εξέφρασαν άμεσα το παράδοξο.

Εν κατακλείδι, το παράδοξο δεν μπορεί να συνδεθεί με το όνομα ενός ανθρώπου, μιας ανθρώπινης διάνοιας η οποία συνειδητά και ξεκάθαρα αναρωτήθηκε για τον σκοτεινό ουρανό και με αφετηρία του αυτό το ερώτημα αναζήτησε μια απάντηση. Όλες οι παραπάνω διάνοιες τυχαία το επικαλέστηκαν και σε ορισμένες περιπτώσεις ούτε το θεώρησαν θέμα περαιτέρω προβληματισμού. Αν θελήσουμε να δώσουμε μια οριστική απάντηση για τον πατέρα του παραδόξου, θα λέγαμε πως είναι η αέναη προσπάθεια του ανθρώπου να καταλάβει και να ερμηνεύσει τον Κόσμο. Ο καθένας από τους παραπάνω διανοούμενους στη προσπάθεια του να απαντήσει σε ένα διαφορετικό ερώτημα για τον Σύμπαν του, συνέβαλε στη δημιουργία του παραδόξου, θέση που έχει υποστηρίξει ο S.L.Jaki στο βιβλίο του σχετικά με το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού²³.

Το παρόν κεφάλαιο ερμήνευσε και ανέδειξε τις προβληματικές σχετικά με τον ορισμό και το όνομα του παραδόξου του σκοτεινού ουρανού. Ο τρόπος θέασης και η ερμηνεία που δίνουμε στη κάθε περίπτωση –είτε αφορά στους διαφορετικούς ορισμούς, είτε στο όνομα- καταδεικνύουν πόσο ευαίσθητο ζήτημα είναι και πως αυτό συνδιαμορφώνεται ή αναμορφώνεται από την αντίληψη του Κόσμου που έχουμε στην εκάστοτε χρονική στιγμή. Στο επόμενο κεφάλαιο θα σκιαγραφήσουμε την ιστορία του παραδόξου μέσα από τις προσωπικότητες που το φώτισαν.

²³ Jaki, S.L. (1969). *The paradox of Olbers' paradox: A case history of scientific thought*. Herder and Herder.

Κεφάλαιο: 2

Ιστορική αναδρομή του παραδόξου του σκοτεινού ουρανού

Στόχοι κεφαλαίου:

- ✓ Ιστορική αναδρομή του παραδόξου.
- ✓ Να αναλυθεί το έργο των επιστημονικών προσωπικοτήτων που συνέβαλαν στην ανάδειξη του κοσμολογικού παραδόξου, του παραδόξου του σκοτεινού ουρανού.

2.1. Digges Thomas

“Αφανής ήρωας”

Ο Thomas Digges, γεννήθηκε το 1543²⁴ -την χρονιά που πέθανε ο Κοπέρνικος- στο Wotton (κοντά στο σημερινό Canterbury) στην Αγγλία. Πατέρας του ήταν ο Leonard Digges, μαθηματικός και ο ίδιος. Προερχόταν από μια ευκατάστατη οικογένεια και την εκπαίδευσή του την είχε αναλάβει ο ίδιος ο πατέρας του²⁵. Δυστυχώς δεν έχουμε πολλές πληροφορίες για τη ζωή του καθώς δεν υπάρχει βιογραφία του. Αυτό που γνωρίζουμε όμως

²⁴ Χρονολογία που αναφέρεται στο: Harrison, E. (2000, p.38). *Cosmology*. Cambridge: Cambridge University Press. Όσον αφορά την χρονολογία γέννησης υπάρχει μια σύγχυση στη βιβλιογραφία αφού σε άλλα βιβλία ως χρονολογία γέννησης θεωρείται το 1546. Παράδειγμα της παραπάνω αναντιστοιχίας αποτελεί το: Hogg, H.S.(1952). The Introduction of the Copernican system to England: III. Thomas Digges and a Perfit Description of the Caelestiall Orbes. Out of Old Books. *JRASC*, 46, 195-201. ή ακόμα από το: Patterson, L.D. (1951). Leonard and Thomas Digges, Biographical Notes, *Isis*, 42, 120-121, στο οποίο αναφέρεται ως έτος γέννησης –περίπου- το 1550, συμπέρασμα στο οποίο καταλήγει από τον συσχετισμό από τον θάνατο του πατέρα του.

²⁵ Στο: Patterson, L.D. (1951). Leonard and Thomas Digges, Biographical Notes, *Isis*, 42, 120-121, αναφέρεται πως όπως ο πατέρας του έτσι και ο Thomas, φοίτησε στο πανεπιστήμιο της Οξφόρδης. Πληροφορία που προκύπτει από κάποια ξεχασμένα αποδεικτικά στοιχεία. Βέβαια σύμφωνα με την ίδια πηγή ο Lord Burghley τον χαρακτήριζε ως “university man”.

με σιγουριά, είναι πως ο πατέρας του πέθανε, όταν ο T.Digges ήταν μόλις δεκατριών ετών και τότε την περαιτέρω εκπαίδευσή του την ανέλαβε ο John Dee²⁶.

Τον T. Digges τον χαρακτηρίζουμε ως τον αφανή ήρωα αφού είναι μια από εκείνες τις προσωπικότητες που ενώ έχει συνεισφέρει πολλά, από την Ιστορία έχει αδικηθεί. Αυτό γίνεται ιδιαίτερα αντιληπτό αν ανατρέξουμε στη διεθνή βιβλιογραφία που έχει σχηματιστεί και στον τίτλο του βρίσκεται το όνομά του. Αποτελεί μια επιστημονική προσωπικότητα που ενώ αναφέρονται σε αυτή, θα έπρεπε να έχουν γράψει γι' αυτήν σελίδες, να έχουν αφιερώσει κεφάλαια και να έχουν γραφτεί βιβλία. Άλλωστε δεν είναι καθόλου τυχαίο ότι σύμφωνα και με τον E.Harrison ήταν ο καλύτερος αστρονόμος και ένας από τους σημαντικότερους μαθηματικούς της Αγγλίας το δεύτερο μισό του 16^{ου} αιώνα²⁷.

Ο χαρακτηρισμός του Harrison δεν αποδίδεται τυχαία αν αναλογιστούμε ότι στον τομέα της Αστρονομίας είναι υπεύθυνος για τα εξής τέσσερα: α) Ήταν ο πρώτος που μετέφρασε στα αγγλικά το έργο του Κοπέρνικου “De revolutionibus” από τα λατινικά, καθιστώντας το κοπερνίκειο έργο και το ηλιοκεντρικό σύστημα εύληπτο, δίνοντάς του άλλη δυναμική και στην ουσία παρουσιάζοντάς το στο ευρύ κοινό β) Προσπάθησε να εισάγει τον φυσικό πειραματισμό στην Αστρονομία, βγάζοντάς τον από την καθαρά φιλοσοφική- θεωρητική σφαίρα γ) Το τρίτο ήταν το γεγονός ότι ήταν ο πρώτος ο οποίος θεώρησε ότι τα σκοτεινά κενά ανάμεσα στους αστέρες χρειάζονται μια ερμηνεία σχηματοποιώντας με αυτόν τον έμμεσο τρόπο το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού, δ) Το τέταρτο και πιο σημαντικό βέβαια, που πραγματικά άλλαξε τη θεώρηση του κόσμου ήταν το γεγονός ότι απεγκλώβισε τον Κόσμο από τα στενά όρια που ως τότε οι φιλόσοφοι είχαν θέσει και οδήγησαν την επιστημονική σκέψη στο ενδεχόμενο της απειρίας του Σύμπαντος.

Η συνεισφορά του στην Αστρονομία του 16^{ου} αιώνα στην Αγγλία επιβεβαιώνεται μέσα από το συγγραφικό του έργο. Ιδιαίτερα τα δύο εκείνα έργα τα οποία, θα μπορούσαμε να πούμε ότι τον καθιέρωσαν, γραφτήκαν τη δεκαετία 1570-1580. Το πρώτο είχε τον τίτλο: “Alae seu Scalae Mathematicae” και δημοσιεύθηκε το 1573. Πρόκειται για ένα έργο γραμμένο στα λατινικά το οποίο κατ' ουσία αποτελούσε τη συλλογή παρατηρήσεων ενός νέου αστέρα που παρουσιάστηκε το 1572 στον αστερισμό της Κασσιόπης. Πρόκειται για παρατηρήσεις που όπως αναφέρεται και σε άλλες βιβλιογραφικές αναφορές²⁸ ήταν τόσο

²⁶ Ο John Dee ήταν ένας Αγγλο-Ουαλός μαθηματικός, αστρονόμος δάσκαλος, αλχημιστής και υπήρξε σύμβουλος της βασίλισσας Elizabeth I. Πολυπράγμων, πολιτικά υποστηρικτής της ίδρυσης αγγλικών αποικιών στον Νέο Κόσμο για να δημιουργηθεί μια βρετανική αυτοκρατορία.

²⁷ Harrison, E.R. (1987, p.34). Darkness at night: A riddle of the universe. England: Harvard University Press

²⁸ Johnson, F.R (1936).The influence of Thomas Digges on the progress of Modern Astronomy in Sixteenth- Century England, Osiris, 1, 391.

μεγάλης ακρίβειας τις οποίες μόνο οι παρατηρήσεις του διάσημου Δανού αστρονόμου Tycho Brahe τις ανταγωνίζονταν, από τον οποίο μάλιστα πήρε ο αστέρας το όνομά του. Άλλωστε και ο Brahe έτρεφε μεγάλη εκτίμηση στο έργο του Digges κάτι που αποδεικνύεται από την εκτενή αναφορά –30 σελίδων- στο έργο του “Progymnasmata”. Στο “Alae seu Scalae Mathematicae”, αυτό που πραγματικά διαδραματίζει σημαντικό ρόλο και αναδεικνύει την επιρροή του Digges στην επιστημονική σκέψη είναι οι συνεχείς αναφορές και η παρότρυνση του συγγραφέα του για μεγαλύτερο αριθμό ακριβών παρατηρήσεων -στη συγκεκριμένη περίπτωση του νέου αστέρα- με απώτερο στόχο η πραγματική εικόνα του Σύμπαντος να αποδειχτεί-τεκμηριωθεί και πειραματικά. Κατά συνέπεια το Κοπερνίκαιο σύστημα θα αποδεικνυόταν αληθινό ή θα αποκάλυπτε σημεία προς επαναδιαπραγμάτευση.

Παρόλο λοιπόν ότι φυσικά ο ίδιος υποστηρίζει το κοπερνίκαιο κατασκεύασμα του κόσμου μέσα από αυτό το κείμενο φαίνεται να προκρίνει κάτι πολύ σημαντικότερο, την ανάγκη για επιβεβαίωση από τα παρατηρησιακά δεδομένα. Φυσικά και φαίνεται για τον ίδιο να είναι σημαντική μια νέα θεώρηση του κόσμου, μια θεωρία δηλαδή η οποία θα περιγράφει τον Κόσμο αλλά πάνω απ’ όλα, θα επιβεβαιώνεται μέσα από την παρατήρηση.

Το επόμενο καθαρά αστρονομικού περιεχομένου κείμενό του εκδόθηκε το 1576 ως παράρτημα σε ένα βιβλίο το οποίο είχε γράψει ο πατέρας του Leonard Digges το 1553. Επρόκειτο για ένα βιβλίο μετεωρολογικού περιεχομένου με τον τίτλο “Prognostication euerlastinge”. Σε μια νεότερη έκδοση του συγκεκριμένου βιβλίου ο T. Digges προσθέτει σε μορφή παραρτήματος ένα δικό του κείμενο με τίτλο: “Perfit Description of the Caelestiall Orbes according to the most aunciente doctrine of the Pythagoreans latelye reuiued by Copernicus and by Geometricall Demonstrations approued”.

Αποτελεί ένα κείμενο τόσο σημαντικό στην εξέλιξη των Επιστημών το οποίο όμως για πολλά χρόνια είχε μείνει στην αφάνεια, εντελώς παραμελημένο, έως το 1934 όπου οι Francis R. Johnson και Sanford V. Larkey το επανέφεραν στη ζωή²⁹. Απ’ ότι επισημαίνει και ο J.D. Barrow και οι δυο, πατέρας και γιός, προσπαθούν να αποδείξουν ότι η μελέτη της Αστρονομίας δεν ήταν ούτε άχρηστη ούτε ασεβής³⁰, μέσα από το συγκεκριμένο έργο.

Ανάμεσα στα έτη 1576 έως 1605 ανατυπώθηκε τουλάχιστον έξι φορές . Το παράρτημα που το συνοδεύει είναι γραμμένο στα Αγγλικά -και όχι στα λατινικά όπως ως τότε συνηθιζόταν- και περιέχει μεταφρασμένα αποσπασματα από το πρώτο βιβλίο του έργου του Κοπερνίκου “De Revolutionibus”, δίνοντας έτσι την ευκαιρία να γίνει ένα φρέσκο ανάγνωσμα

²⁹ Jaki, S.L. (1969, σ.26). *The paradox of Olbers’ paradox: A case history of scientific thought*. Herder and Herder

³⁰ Barrow, J.D. (2007, σ. 293). *Άπειρο*, Αθήνα: Τραυλός

για το ευρύ κοινό, αποφεύγοντας την ελιτίστικη προσέγγιση των λατινικών που έως τότε χρησιμοποιούσαν. Σε αυτό το βιβλίο του ο Κοπέρνικος παρουσίαζε το καινούργιο του σύστημα καθώς επίσης απαντούσε στα ενδεχόμενα ερωτήματα εκείνων που προσπαθούσαν να καταρρίψουν τη θεωρία του. Σε αυτή λοιπόν τη μελέτη- αναπαραγωγή του έργου του Κοπέρνικου, ο T. Digges εισήγαγε τη δική του εικόνα για τον Κόσμο ως συνέχεια της εικόνας του Κοπέρνικου πηγαίνοντας όμως ένα βήμα παραπέρα. Ο Digges παρουσίαζε το Σύμπαν ως άπειρο κατανέμοντας τους αστέρες σε διάφορες αποστάσεις μέσα σε ένα άπειρο χώρο! Πρόκειται για μια θεώρηση του Σύμπαντος ρηξικέλευθη που πολύ εύκολα ερμηνεύεται μέσα από το σχεδιάγραμμα που συνοδεύει την πραγματεία του³¹.

Το σχεδιάγραμμα του Κόσμου του φυσικά στο κέντρο είχε τον Ήλιο με τους έξι τότε γνωστούς πλανήτες να περικυκλώνουν τη Γη. Αυτό όμως που είναι αξιοθαύμαστο και τελικά κατάφερε να ξεπεράσει τα μοντέλα των Πτολεμαίων και φυσικά εκείνα του Αριστοτέλη, τα οποία δέσποζαν για αιώνες στην ανθρώπινη διανόηση ήταν οι αστέρες, που όπως φαίνεται πλέον σπάνε τα δεσμά, ξεπερνούν τα όρια και εκτείνονται στο άπειρο δίνοντας με αυτόν τον τρόπο άλλη οπτική στη θεώρηση του Κόσμου.

Οι λέξεις που συνοδεύουν την απειρία, που γράφονται στο τελευταίο όριο που έχει σχηματίσει είναι :

“This orb of stars fixed infinitely up extendeth itself in altitude spherically and therefore immovable, the palace of felicity garnished with perpetual shining glorious lights innumerable far excellling our sun both in quantity and quality, the very court of celestial angels devoid of grief and replenished with perfect endless joy, the [home] for the elect”³².

Το σημείο της πραγματείας του Digges το οποίο πραγματικά είναι άξιο ανάλυσης και φυσικά αναφέρεται στο παράδοξο του σκοτεινού ουρανού είναι το εξής:

“Of whiche lightes Celestiall it is to bee thoughte that we onely behoulde sutch as are in the inferioure partes of the same Orbe, and as they’re higher, so seeme they of lesse and lesser quantity, euen tyll our sighte beinge not able farder to reache or conceyue, the greatest part rest by reason of their wonderfull distance inuisible vnto vs. And this may wel be thought of vs to be the gloriouse court of y^e great god, whose

³¹ Όπως αναφέρει ο Harrison, E.R. (1987, σ.257). *Darkness at night: A riddle of the universe.* England: Harvard University Press οι F.R.Johnson και S.V.Larkey θεωρούν ότι αυτό το κείμενο του T.Digges ήταν μια πρώτη αναφορά την οποία είχε σκοπό να αναλύσει περισσότερο σε ένα ολοκληρωμένο έργο του και μάλιστα εισήγαγε αυτό το διάγραμμα αφού στο βιβλίο του πατέρα του χρησιμοποιούνταν διάγραμμα του πτολεμαϊκού συστήματος. Ο Digges ήταν λοιπόν απρόθυμος να επανεκδώσει το έργο του πατέρα του χωρίς αυτό να περιέχει και ένα διάγραμμα του νέου κοπερνίκειου συστήματος.

³²Barrow, J.D. (2005, p.118). *The Infinite Book: A short guide to the Boundless, Timeless and Endless.* New York: Vintage books.

*unsearchable works invisible we may partly by these his visible conjecture, to whose infinit power and majesty such an infinit place surmountinge all other both in quantity and quality only in conueniente*³³.

Πρώτη παρατήρηση που προκύπτει από το παραπάνω απόσπασμα είναι το γεγονός ότι ο T. Digges ήταν ο πρώτος που πραγματικά θεώρησε πως ο σκοτεινός ουρανός χρειάζεται μια εξήγηση κατά τον οποίο είναι ότι οι αστέρες δεν φαίνονται εξαιτίας της μεγάλης απόστασης που μας χωρίζουν από αυτά, μιας ερμηνείας που στη πορεία των χρόνων αποδείχθηκε αβάσιμη. Έτσι λοιπόν και εντελώς φυσικά, φαίνεται πως εκείνος που αντιλήφθηκε την αναντιστοιχία, έδωσε κατευθείαν την ερμηνεία της, χωρίς να μπει στη διαδικασία να την επισημάνει. Την χαρακτηρίζουμε ως φυσική την αντίδρασή του αφού καταλαβαίνουμε πως προκύπτει ως φυσικό επακόλουθο της αντίληψής του για τον Κόσμο τον οποίο τον χαρακτηρίζει η απειρία.

Αυτό που δυστυχώς κάνει τον T. Digges να χάνει την αίγλη του και ίσως τη φερεγγυότητά του μπροστά στον σύγχρονο ιστορικό είναι το γεγονός πως στην ερμηνεία του και στο κείμενό του υπάρχει η παρουσία του υπερφυσικού. Πρόκειται βέβαια για μία αντίληψη που εκείνη την εποχή δεν μπορούσε τόσο εύκολα να ξεριζωθεί από την παιδεία του τότε επιστήμονα. Τότε ο επιστήμονας προσπαθούσε να ερμηνεύσει τις βουλές του Θεού. Θα περίμενε βέβαια κανείς όσο εύκολα αποκήρυξε την ως τότε αντίληψη του κόσμου και ενστερνίστηκε την κοπερνίκεια θεωρία τόσο εύκολα να απαρνηθεί και να εξοστραχίσει την έννοια του υπερβατού μέσα από την ερμηνεία του Κόσμου, όμως τελικά ο άνθρωπος δεν μπορεί να ξεφύγει τόσο απλά από τους δαίμονές του.

Συμπερασματικά η συμβολή του T. Digges στην Επιστήμη και ειδικότερα σε σχέση με το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού ήταν τεράστια αν αναλογιστούμε ότι ήταν ο πρώτος που έδωσε άμεσα ερμηνεία σε αυτή την παρατήρηση, σε αυτό το λογικό πρόβλημα που εμπόδιζε την θεμελίωση της ερμηνείας του για το Σύμπαν και φυσικά ήταν αυτός που διασκόρπισε τους αστέρες στο άπειρο, ελευθερώνοντας τη σκέψη του ανθρώπου για τον Κόσμο τον οποίο τον περιβάλλει θεμελιώνοντας μια νέα εικόνα.

³³ Harrison, E.R. (1987, p. 213). *Darkness at night: A riddle of the universe*. England: Harvard University Press

2.2. Johannes Kepler

“who had devoted himself passionately to the pursuit of deep insight into the nature of natural incidents, and who, despite all inner and outer difficulties also reached his high aim”

A. Einstein, σε ένα προλογικό κείμενο σχετικά με τον Kepler.

Ο νομοθέτης του Ουρανού (όπως ονομάστηκε από τους νόμους που διατύπωσε για την κίνηση των πλανητών), γεννήθηκε στις 27 Δεκεμβρίου του 1571 στο Βάιλ ντερ Σταντ (Weil der Stadt) της Βυρτεμβέργης. Στην ελληνική βιβλιογραφία θα τον συναντήσουμε ως Γιοχάνες Kepler ή εξελληνισμένα ως Κέπλερο. Προερχόταν από μια οικογένεια φτωχή αλλά είχε παρελθόν αριστοκρατικό³⁴. Ο πατέρας του (Heinrich Kepler) ήταν μέλος μισθοφορικού στρατεύματος και η μητέρα του ήταν κόρη ενός ιδιοκτήτη πανδοχείου. Είχε έξι αδέρφια από τα οποία τα τρία πέθαναν σε μικρή ηλικία, επέζησαν δυο αγόρια και η αδερφή του, η Marguerite. Ο ίδιος ήταν ένα παιδί φιλάσθενο και με προβλήματα όρασης³⁵. Η παιδική του ηλικία σίγουρα δεν θα μπορούσε να περιγραφεί με τα πιο χαρούμενα χρώματα, αφού έχασε και τον πατέρα του στο πεδίο της μάχης όταν ο ήταν Kepler έξι ετών, και δυστυχώς η παιδική του ηλικία δεν ήταν το μοναδικό σκοτεινό κομμάτι της ζωής του.

Από μικρή ηλικία είχε επιδειξει τις φοβερές δυνατότητές του, όταν πήγαινε να βοηθήσει στο πανδοχείο του παππού του, με τις αριθμητικές πράξεις που μπορούσε να κάνει εκπλήσσοντας τους πελάτες. Ο ουρανός του τράβηξε την προσοχή από μικρή ηλικία, όταν το 1577 η μητέρα του τον πάει σε ένα ύψωμα για να παρατηρήσουν τον κομήτη του 1577 και όταν μαζί με τον πατέρα του παρακολουθεί την έκλειψη της Σελήνης το 1580.

Η εκπαίδευσή του ήταν η τυπική της εποχής, αν και ο ίδιος ήταν προερχόμενος από οικογένεια με όχι ιδιαίτερους οικονομικούς πόρους, που θα μπορούσε να την στηρίξει. Επίσης, η ασθενής υγεία του σε συνδυασμό με το άοικο πνεύμα του έδειχνε να τον ωθεί στην εκκλησιαστική εκπαίδευση. Το 1576 μετακομίζει με την οικογένειά του στο Leonberg, όπου και παρακολουθεί μαθήματα πρώτα στο γερμανικό και ύστερα στο λατινικό σχολείο. Το 1583 περνά τις εξετάσεις στη Stuttgart και το 1584 εισάγεται στη προτεσταντική θεολογική σχολή

³⁴ Αριστοκρατικό χαρακτηριζόταν αφού ένας από τους προγόνους του είχε ανακηρυχθεί ιππότης από τον αυτοκράτορα Sigismund στη Ρώμη, πηγή: Holden, E.S. (1896). Kepler, Publications of the Astronomical Society of the Pacific, No 53.

³⁵ Ίσως αποτελούν το απότοκο της σοβαρής περιπέτειας υγείας που είχε το 1575 όταν αρρώστησε από ανεμοβλογιά και η μειωμένη του όραση ίσως ήταν και ο λόγος που δεν επικεντρώθηκε στην παρατηρησιακή Αστρονομία αλλά στη θεωρητική-μοντελοποιημένη.

του Adelberg³⁶. Στη συνέχεια, το 1586 μεταβαίνει στην ανώτερη θεολογική σχολή του Maulbronn³⁷, που ουσιαστικά αποτελεί προθάλαμο για το Πανεπιστήμιο του Tübingen.

Τα χρόνια στο Adelberg και στο Maulbronn δεν ήταν εύκολα για τον νεαρό Kepler. Ταλαιπωρήθηκε και από ασθένειες αλλά και από πλευράς συνύπαρξης με τους συμμαθητές του. Οι περισσότεροι τον θεωρούσαν παράξενο, εσωστρεφή και απομονωμένο και όταν δεν ήταν έτσι βρισκόταν εν τω μέσω σφοδρών αντιπαραθέσεων για θρησκευτικά ζητήματα. Υστερα και από τη διετή φοίτησή του στο Maulbronn, φάνηκε να ξεκαθαρίζει ο στόχος του, ο οποίος ήταν να γίνει ένας Λουθηρανός πάστορας. Ενδεχομένως αποτελεί μια επιλογή που ήταν άμεσα συνυφασμένη με τον χαρακτήρα του.

Σε ηλικία δεκαοχτώ ετών εγγράφεται στο Πανεπιστήμιο του Tübingen, το οποίο αποτελούσε προπύργιο της Λουθηρανικής ορθοδοξίας. Το Πανεπιστήμιο προέβλεπε διετή φοίτηση με παρακολούθηση διαλέξεων πρώτα στις ελεύθερες επιστήμες και έπειτα στις θεολογικές σπουδές. Εκεί σπούδασε θεολογία και φιλοσοφία σε συνδυασμό με μαθηματικά³⁸ και Αστρονομία. Γνώσεις που τον θωράκισαν όπως φάνηκε στη συνέχεια για την ευόδωση του επιστημονικού του έργου. Φυσικά, η φοίτησή του στο Πανεπιστήμιο συνοδεύτηκε με μια σειρά υποτροφιών.

Στο Πανεπιστήμιο του Tübingen ο δεκαοχτάχρονος Kepler διδάχθηκε Αστρονομία από έναν από τους μεγαλύτερους αστρονόμους της εποχής, τον Michael Maestlin (1550-1631). Η επίδραση του M. Maestlin στο μετέπειτα έργο και σκέψη του Kepler μπορούν να γίνουν άμεσα αντιληπτά, αν αναλογιστούμε πως ήταν ένας από τους εκλεκτούς φοιτητές του Maestlin, που τους ξεχώρισε για να τους φέρει σε επαφή με τα αναγνώσματα και τη θεωρία του Κοπέρνικου. Πρόκειται φυσικά, για ένα ριψοκίνδυνο εγχείρημα, αν αναγνωρίσουμε ότι την εποχή εκείνη και το Πρόγραμμα Σπουδών του Πανεπιστημίου υπάκουγε στη γεωκεντρική Αστρονομία. Το κοπερνίκειο μοντέλο του Κόσμου ο Kepler φαίνεται να το ενστερνίστηκε αμέσως. Η επίδραση του διδασκάλου του φαίνεται να ήταν πολύ σημαντικότερη, από την αποκάλυψη μιας άλλης θεώρησης του Κόσμου, αλλά δοσμένο σε ευρύτερο πλαίσιο, ο Maestlin φαίνεται να έστρεψε τη σκέψη του από τη Θεολογία στα Μαθηματικά³⁹.

Η συνάντηση που έμελε να αλλάξει την οπτική μας για τον Κόσμο, ήταν αυτή του Kepler με τον Tycho Brahe. Πρόκειται για την σύντομη αλλά τόσο ενδιαφέρουσα συνύπαρξη δύο

³⁶ Πρόκειται για θεολογικές σχολές με τη μορφή μοναστήρι-σχολείο.

³⁷ Η μετάβαση αυτή έγινε αφού όλοι οι δάσκαλοι του αναγνώριζαν τις δυνατότητες του και τις δεξιότητες του.

³⁸ Τα μαθηματικά εκείνη την εποχή περιλάμβαναν Αριθμητική, Γεωμετρία, Αστρονομία και Μουσική.

³⁹ Holden, E.S. (1896). Kepler, Publications of the Astronomical Society of the Pacific, 53.

λαμπρών φυσιογνωμιών. Ο ένας είχε απόλυτη ανάγκη τον άλλο. Το γεγονός ότι αποτελούν ο ένας τον αντίποδα του άλλου ίσως εξηγεί για ποιο λόγο για αυτή τη συνύπαρξη έχουν ειπωθεί τόσα πολλά. Ο Tycho ήταν ένας πλούσιος Δανός, αριστοκρατικής καταγωγής άνθρωπος, ξακουστός στην εποχή του, ο οποίος κατείχε τον τίτλο του Imperial Mathematicus. Ο ήταν Γερμανός αστρονόμος, από φτωχή οικογένεια χωρίς τίτλους και αξιώματα.

Το 1596 ο Kepler δημοσιεύει το έργο του “Mysterium Cosmographicum” και στέλνει το έργο του στον διάσημο αστρονόμο της εποχής Tycho. Φυσικά, δεν συμφωνούσαν, πως θα μπορούσε άλλωστε να συμφωνήσει ένας γεωκεντρικός με έναν ηλιοκεντρικό; Πάραυτα, ο Tycho αναγνωρίζει ικανότητες στον Kepler και τον προσκαλεί να μετέχει στην επιστημονική ομάδα του. Λίγα χρόνια αργότερα και αφού ο Kepler διώκεται για θρησκευτικούς λόγους, αποφασίζει το 1600 να πάει στην Πράγα, ως βοηθός του Tycho Brahe.

Στη συνεργασία τους υπήρξαν προβλήματα. Οι προτεραιότητές τους δεν ταυτιζόνταν⁴⁰. Ο Kepler φαίνεται να πήγε εκεί για να συνεργαστεί, όμως ο Tycho τον αντιμετώπιζε όχι ως συνεργάτη του, αλλά ως υποδεεστερό του. Αν περίμενε να βρει στο πρόσωπό του ένα μέντορα, απογοητεύτηκε. Στα πρώτα του γράμματα από την Πράγα φαίνεται ότι ο Kepler ήταν πλήρως απογοητευμένος. Φαίνεται να υπομένει προσβολές, να μην πληρώνεται και να θεωρεί την παραμονή του εκεί χάσιμο χρόνου⁴¹. Ένα πράγμα τον παρηγορεί, η πιθανή ελεύθερη πρόσβαση στα χειρόγραφα της καταγραφής των ουράνιων σωμάτων. Ένα πόνημα 40 ετών, συστηματικής καταγραφής των παρατηρησιακών δεδομένων, ιερό δισκοπότηρο για όλους τους αστρονόμους της εποχής, πόσο μάλλον για τον Kepler με την ασθενή όραση.

Στις 13 Οκτωβρίου 1601 ο Tycho πηγαίνει σε δείπνο και λίγες μέρες αργότερα πεθαίνει⁴². Την ίδια χρονιά και ύστερα από το θάνατό του, αναλαμβάνει τη θέση που χήρεψε και ανακηρύσσεται σε “Imperial Mathematician”, τίτλο που κατέχει ως το 1612. Φαίνεται λίγο πριν πεθάνει ο Tycho, να ζήτησε από τον Kepler να συνεχίσει το έργο του με τη φράση: “*let me not seem to have lived in vain*”⁴³. Όμως ο Kepler δεν ακολούθησε το Τυχόνιο πλανητικό

⁴⁰ Wszolek, B. (2009). *We do not forget Johannes Kepler*. Invited lecture, 16th Young Scientists' Conference on Astronomy and Space Physics.

⁴¹ Ο.π.

⁴² Ολόκληρη παραφιλολογία έχει σχηματιστεί σχετικά με το αιφνίδιο θάνατο του Tycho. Αρχικά έλεγαν ότι αιτία του θανάτου του ήταν το γεγονός ότι στο συγκεκριμένο δείπνο ο ίδιος δεν ήθελε να προσβάλει το πρωτόκολλο, οπότε δεν ζήτησε να πάει στη τουαλέτα με αποτέλεσμα να επιβαρυνθεί το ουροποιητικό του σύστημα με αποτέλεσμα το θάνατό του. Νέα όμως δεδομένα και βιβλία όπως στο Gilder, J. & Gilder A.L. (2004). *Heavenly Intrigue: Johannes Kepler, Tycho Brahe, and the Murder behind One of History's Greatest Scientific Discoveries*. New York: Doubleday, υποστηρίζουν πως ο θάνατος του Τύχο δεν επήλθε από φυσικά αίτια, αλλά από συστηματική χορήγηση δηλητηρίου, λέγοντας μάλιστα ότι ο μόνος που είχε κίνητρο για αυτή τη δολοφονία ήταν ο Kepler.

⁴³ Ferguson .K. (2002). *Let me nor seem to have lived in vain*. In *Tycho and Kepler: The Unlikely Partnership That Forever Changed Our Understanding of the Heavens*. (266). United States of America: Walker Publishing Company.

σύστημα. Πήρε τα παρατηρησιακά δεδομένα του Tycho και μάλιστα χωρίς την άδεια της οικογένειάς του και χάραξε το δίκιο του δρόμο στην ιστορία. Για πολλούς “*εάν δεν ήταν ο Tycho, ο Kepler θα μπορούσε να είναι μια υποσημείωση*”⁴⁴, υπερβολική ίσως διατύπωση για το συνολικό του έργο, για την εξερεύνηση όμως των ουράνιων σωμάτων σίγουρα υπήρξε αυτή η τυχαία συνυπόθεση κλειδί της εξέλιξης.

Μόνο ένα πνεύμα σαν αυτό θα μπορούσε να καταφέρει να συνδυάσει την Επιστήμη και την παρατήρηση, με τη θρησκεία και το συναίσθημα. Ο Kepler εμφανίζεται στην ιστορία του παραδόξου με έναν απροσδόκητο τρόπο και χωρίς εκ μέρους του καμία πρόθεση. Ο ίδιος πιστεύει σε ένα ηλιοκεντρικό σύστημα πεπερασμένο και με όρια, πεποίθηση που φυσικά συμβαδίζει με τα θρησκευτικά του πιστεύω, αφού κατ’ αυτόν τον τρόπο προορίζεται η εξέχουσα θέση του ανθρώπου και ενός παντοδύναμου Ήλιου που ορίζει τους πλανήτες.

Η άρνησή του να δεχθεί την απειρία του σύμπαντος, σπάζοντας τα όρια του πεπερασμένου σύμπαντος, εκδηλώνεται μέσα από τα έργα του “*The Mysterious Universe*” (1596) και στο “*The New Star*” (1605). Μάλιστα στο τελευταίο, εκφράζει τον αποτροπισμό του σε μια πιθανή άπειρη θάλασσα αστερών λέγοντας ότι ένας τέτοιος συλλογισμός κουβαλάει ένα μυστικό, μια κρυμμένη απέχθεια;⁴⁵

Το γεγονός όμως που οδηγεί τον Kepler στη διατύπωση της αντίφασης, είναι η τυχαία ανάγνωση του κειμένου του Γαλιλαίου το 1610 με τίτλο: “*Starry Message*”. Τότε έχουμε την σύγκρουση δύο αντίπαλων κοσμολογικών συστημάτων, η οποία εκφράζεται με ανοιχτή αντιπαράθεση, όταν δύο από τους σημαντικότερους επιστήμονες της εποχής εκείνης συνδιαλέγονται. Σε μορφή απάντησης, ο Kepler συντάσσει ένα κείμενο, το οποίο ένα μήνα αργότερα το δημοσιεύει, με τίτλο “*Conversation with the Starry Messenger*”. Σε αυτό το κείμενο όπως χαρακτηριστικά αναφέρει και ο Harrison: “*κάποιος μπορεί να βρεί τα πιο δυνατά επιχειρήματα εναντίον της ιδέας ενός άπειρου σύμπαντος*”⁴⁶.

Σε αυτό το κείμενο ο Kepler στη προσπάθειά του να αντικρούσει τη θεωρία του Γαλιλαίου για την ανακάλυψη 10.000 νέων αστερών, αναπτύσσει τον εξής συλλογισμό:

“Αν όλα αυτά τα συγκεντρώσουμε σε μια μοναδική σφαιρική επιφάνεια, δεν θα ήταν ίσα ή ακόμη και θα ξεπερνούσαν τη διάμετρο του Ήλιου. Εάν αυτός ο μικρός δίσκος των 10000 αστερών συγκεντρωνόταν σε ένα, πόσο θα ξεπερνούσε το ορατό φως αυτό του Ήλιου; Εάν τα παραπάνω είναι

⁴⁴ Gilder, J. & Gilder A.L. (2004). *Heavenly Intrigue: Johannes Kepler, Tycho Brahe, and the Murder behind One of History's Greatest Scientific Discoveries*. New York: Doubleday

⁴⁵ Harrison, E.R. (1987, p.48). *Darkness at night: A riddle of the universe*. England: Harvard University Press

⁴⁶ Harrison, E. (2000, p. 493). *Cosmology*. Cambridge: Cambridge University Press.

αλήθεια, και αν οι Ήλιοι έχουν την ίδια φύση με τον δικό μας Ήλιο, γιατί αυτοί οι Ήλιοι δεν ξεπερνούν αθροιστικά τη λαμπρότητα του δικού μας Ήλιου;”⁴⁷

Σαφώς εδώ έχουμε εναργή διατύπωση του παραδόξου. Αν οι αστέρες είναι άπειροι, δεν θα έπρεπε να ξεπερνάνε σε λαμπρότητα τον Ήλιο; Άρα έχουμε να διαλέξουμε μεταξύ δυο λύσεων: α) Είτε ένα άπειρο σύμπαν με αμέτρητους αστέρες που θα είναι πλημμυρισμένο από φως β) Είτε ένα πεπερασμένο Σύμπαν, το οποίο συνάδει με την εμπειρία μας, με σκοτεινό δηλαδή ουρανό. Η λύση που φυσικά δίνει ο Kepler στο μεγάλο του έργο: “*Epitome of Copernican Astronomy*” (1618) είναι πως φυσικά ο Κόσμος μας είναι πεπερασμένος και οι παρυφές του απότομα φτάνουν σε ένα σκοτεινό, κοσμικό τοίχο.

Καταληκτικά, η συμβολή του Kepler στην ιστορία του παραδόξου δεν έγκειται στην γέννησή του ούτε στη ανακάλυψή του, ούτε στην επίλυσή του. Όμως είναι πολύ σημαντική η ανάμειξη του Kepler στην πορεία του, αφού αυτός συνειδητοποίησε και κατέγραψε την αντίφαση που ανακύπτει, όταν προσπαθούμε να συνδέσουμε τον σκοτεινό ουρανό με την έννοια της απειρίας του σύμπαντος. Ότι πρόκειται για δυο ασυμβίβαστες έννοιες. Άλλωστε η συμβολή στην Επιστήμη δεν αφορά μόνο στις περιπτώσεις ανακάλυψης νέων θεωριών ή στην απόξεξή τους, αλλά και στην αντίθετη περίπτωση, όταν αποκλείονται ερμηνείες. Σε αυτή τη περίπτωση ο Kepler έθεσε στη διάνοηση του 17^{ου} αιώνα άλλο ένα ξεκάθαρο ζήτημα για περαιτέρω διερεύνηση. Αν κάποιος ήθελε να απορρίψει το Κοπερνίκαιο σύστημα και να υποστηρίξει θεωρίες που στηρίζονται στην απειρία, έπρεπε να προσπελάσει το πρόσκομμα που έθεσε ο Kepler.

2.3 Edmund/ Edmond Halley⁴⁸

“Metaphysical paradox”⁴⁹

E.Halley

Πρόκειται για έναν επιστήμονα που πραγματικά έχει προκαλέσει το ενδιαφέρον πολλών μελετητών και ιστορικών, κάτι φυσικά που επιβεβαιώνεται και από τη μακροσκελή βιβλιογραφία που έχει δημιουργηθεί με επίκεντρο το όνομά του. Το όνομά του έχει συνδεθεί

⁴⁷ Ο.π. σελ. 507.

⁴⁸ Στη βιβλιογραφία σχετικά με τον Halley, εντοπίζεται διαφορετικά το όνομά του, σε άλλες περιπτώσεις Edmund και σε άλλες περιπτώσεις Edmond. Σχετικά με αυτή τη προβληματική έχει γραφτεί και ανάλογο άρθρο το: Hughes, D.W. & Green, D.W.E. (2007). Halley’s first name: Edmond or Edmund. *International Comet Quarterly*, 29, 14.

⁴⁹ Halley, E. (1721). Of the number, order, and light of the fix’d star. *Philosophical Transactions*, 31, 364.

με αυτό των κομητών και δυστυχώς το μεγαλύτερο ποσοστό ατόμων νομίζουν ότι η έρευνά του και το αντικείμενο μελέτης του ήταν αυτό⁵⁰. Δεν ήταν μόνο αυτό, αφού είχε επιδειξει μεγάλο ερευνητικό ενδιαφέρον και είχε όντως συνεισφέρει και σε άλλους τομείς όπως στα Μαθηματικά, στην Αρχαιολογία, στη Γεωλογία, στη Βιολογία, στη Φυσική, στη Μηχανική, στη Γεωγραφία, στη Στατιστική, στον Γεωμαγνητισμό. Ήταν επίσης ο πρώτος επιστημονικός ταξιδιώτης⁵¹, αποδεικνύοντας πως επρόκειτο για ένα πραγματικά πνεύμα που ανακάλυπτε τον κόσμο, τη φύση γύρω του χωρίς να θέτει όρια και φυσικά με αστείρευτη ενέργεια.

Ο Edmond Halley γεννήθηκε στις 8 Νοεμβρίου το 1656 στο Haggerston, μια περιοχή που πλέον αποτελεί προάστιο του Λονδίνου. Ήταν γιός ενός εύπορου εμπόρου της εποχής, του Edmond Halley, που κατασκεύαζε σαπούνια και τα εμπορευόταν τη περίοδο που είχε γίνει μόδα η χρήση του σαπουνιού σε ολόκληρη την Ευρώπη. Απότοκος της οικονομικής ισχύος που απολάμβανε η οικογένεια του υπήρξε το γεγονός ότι ο Halley είχε τη καλύτερη εκπαίδευση που θα μπορούσε να λάβει.

Αρχικά εκπαιδευόταν στο σπίτι. Όταν αργότερα πήγε στο σχολείο St Paul's, πραγματικά οι ιδιαίτερες ικανότητές του αναδείχτηκαν, συγκεκριμένα είχε γραφτεί:⁵²

“Equally distinguished in classics and mathematics,[he] rose to be captain of the school at fifteen, constructed dials, observed the change in the variation of the compass, and studied the heavens so closely that it was remarked by Moxon the globe maker ‘that if a star were displaced in the globe he would presently find it out’”.

Το 1673 ο επόμενος του σταθμός είναι το Queen's College της Οξφόρδης για να σπουδάσει⁵³. Έως το 1676 τρία κείμενά του εκδίδονται στο “Philosophical Transactions” αστρονομικού περιεχομένου, δείχνοντας με αυτόν τον τρόπο και την προτίμησή του για την Αστρονομία. Φυσικά ο ίδιος έκανε ουράνιες παρατηρήσεις αφού από πολύ νωρίς ο πατέρας του είχε δωρίσει τον κατάλληλο εξοπλισμό. Από πολύ νωρίς είχε καταλάβει τη σημασία της

⁵⁰ Hughes, D.W. (1985). Edmond Halley, Scientist. Journal of the British Astronomical Association, 95, (5), p.193. Σύμφωνα με τον David W Hughes, το έργο του Halley χωρίζεται σε 11 κατηγορίες (μαθηματικά, φυσική, γεωμαγνητισμός, μετεωρολογία, πλανήτες, αστρική Αστρονομία, πίνακες θνησιμότητας κ.α), εκ των οποίων σύμφωνα με έρευνα που έχει διεξάγει, το έργο για τους κομήτες καταλαμβάνει το εντυπωσιακό ποσοστό του 3% μόνο, στο συνολικό του έργο.

⁵¹ Sir Harold Spencer Jones. (1946). Edmond Halley and his times. A paper presented at the Copenhagen conference of the representatives of the International Astronomical Union.

⁵² Gowing, R. (1995). Halley, Cotes, and the nautical meridian. Historia Math., 22, (1), p.19-32.

⁵³ Hughes, D.W. (1985). Edmond Halley, Scientist. Journal of the British Astronomical Association, 95, (5), p.195. Λίγο πριν τα δεκαεπτά του τον δέχτηκαν στο συγκεκριμένο κολέγιο χωρίς μάλιστα υποτροφία με έξοδά τα οποία κάλυπτε η οικογένειά του. Όσον αφορά στο αντικείμενο των σπουδών του δεν υπήρχε εκείνα τα χρόνια εξειδίκευση, συνεπώς μελέτησε Λατινικά, Ελληνικά, πιθανόν και Εβραϊκά μαζί φυσικά με Μαθηματικά τα οποία συναπαρτιζόνταν από μια σύνθεση μαθηματικών, γεωμετρίας, αστρονομίας και ναυσιπλοΐας.

χαρτογράφησης και γνώσης των αστερών, ότι αυτό αποτελούσε τη βάση για κάποιον που ήθελε συστηματικά να ενασχοληθεί με την Αστρονομία.

Ο ίδιος μάλιστα χρησιμοποιούσε τις παρατηρήσεις του John Flamsteed⁵⁴ και του Johannes Hevelius⁵⁵. Τις συγκεκριμένες παρατηρήσεις μάλιστα τις θεωρούσε αξιόπιστες, κάτι που διαπιστώνεται και μέσα από τα λεγόμενά του: *“he felt that if he, a novice, were to attempt anything similar, he would only be cackling stupidly among such stately swans”*⁵⁶. Δυστυχώς όμως επρόκειτο για παρατηρήσεις που αφορούσαν στο βόρειο τμήμα της ουράνιας σφαίρας, έτσι λοιπόν ο Halley αποφασίζει να καλύψει αυτό το κενό⁵⁷ που δημιουργείται στα παρατηρησιακά δεδομένα και αποφασίζει να κάνει ένα θαυμαστό ταξίδι, πριν ακόμα πάρει το πτυχίο του από την Οξφόρδη⁵⁸.

Υστερα από συστάσεις του Joseph Williamson⁵⁹ και από μέλη του κολλεγίου στο οποίο φοιτούσε ο βασιλιάς Charles II, έστειλε επιστολή στην East India Company, επιθυμώντας την ελεύθερη διέλευση του Halley και του φίλου του Mr. Clerke στο νησί St. Helena. Απέπλευσαν τον Νοέμβριο του 1676 με εμπορικό πλοίο, με το όνομα Unity το οποίο κατείχε ο πατέρας του Halley, ο οποίος μάλιστα τους παραχώρησε και το γενναιόδωρο ποσό των 300 λιρών το χρόνο.

Στο νησί έμειναν για ένα χρόνο και μαζί τους για να έχουν τις καλύτερες δυνατές παρατηρήσεις είχαν πάρει πολλά και διαφορετικά τηλεσκόπια. Δυστυχώς όμως ο καιρός δεν ήταν με το μέρος τους αφού κατά το μεγαλύτερο μέρος της παραμονής τους σύννεφα κάλυπταν τον ουρανό, δυσχεραίνοντας το έργο τους. Τα αποτελέσματα της έρευνάς τους εκδόθηκαν το 1679 με το τίτλο: *“Catalogous Stellarum Australium”* παρουσιάζοντάς τα χαρακτηριστικά 341 αστερών. Μάλιστα προς τιμήν του προσάτη του βασιλιά Charles, εισήγαγε έναν νέο αστερισμό με το όνομα *“Robur Carolinum”*. Επίσης σε αυτό το ταξίδι του

⁵⁴ Πρόκειται για τον πρώτο βασιλικό αστρονόμο. Ήταν Άγγλος και τα μεγαλύτερα του επιτεύγματα ήταν η συγκρότηση ενός καταλόγου που περιλάμβανε 3000 αστέρες, όπως ονομαζόταν του *“Catalogus Britannicus”* και στη δημιουργία ενός αστρικού Άτλαντος, του *“Atlas Coelestis”*.

⁵⁵ Ήταν Πολωνός αστρονόμος, ο οποίος κέρδισε αναγνωρισιμότητα ως ο θεμελιωτής της σεληνιακής τοπογραφίας.

⁵⁶ Sir Harold Spencer Jones, Edmond Halley and his times, a paper presented on March 12, 1946, at the Copenhagen conference of representatives of the International Astronomical Union, pg.6

⁵⁷ Hughes, D.W. (1985). Edmond Halley, Scientist. Journal of the British Astronomical Association, 95, (5), p.195. Το αναφέρουμε ως σχεδόν κενό αφού προηγουμένως δύο ναυτικοί ο Pieter Dirksz Keyser το 1595 και Frederik de Houtman το 1600 είχαν προσδιορίσει και καταγράψει τη θέση περίπου 300 αστερών στο νότιο ημισφαίριο.

⁵⁸ Σε αυτό το σημείο θα προβούμε σε μια παρέκβαση, προκειμένου να αντιληφθούμε τη περιπέτεια που διαμόρφωσε αυτό το σπουδαίο επιστήμονα και πως οδηγήθηκε στις παρατηρήσεις του σχετικά με τον σκοτεινό ουρανό.

⁵⁹ Πρόκειται για έναν Άγγλο επιχειρηματία, εκκεντρικό, ιδιοκτήτη μεγάλων εκτάσεων και διάσημου φιλόanthρωπου.

παρατήρησε τη διέλευση του Ερμή -στις 7 Νοέμβριου του 1677- πρώτη καταγεγραμμένη παρατήρηση στην οποία καταγράφεται και η είσοδος και η έξοδος του. Σε αυτόν τον κατάλογο ανέδειξε μάλιστα τη χρησιμότητα της παρατήρησης της τροχιάς μικρότερων πλανητών για τον καθορισμό της ηλιακής παράλλαξης⁶⁰.

Τα αποτελέσματα από το ταξίδι του τον ανέδειξαν σε έναν από τους σημαντικότερους αστρονόμους της εποχής του, χωρίς να έχει ούτε το πτυχίο του ακόμα. Ενδιαφέρουσα παρατήρηση αποτελεί το γεγονός ότι ο ίδιος ο βασιλιάς μεσολάβησε για να πάρει το πτυχίο του⁶¹.

Περίεργη μπορεί να χαρακτηριστεί η σχέση του με τον John Flamsteed (1646-1719)⁶², τον οποίο από το 1675 βοήθουσε κατά τη διάρκεια αστρονομικών παρατηρήσεων στην Οξφόρδη και το Γκρήνουιτς. Στη συνέχεια στις 30 Νοεμβρίου του 1678 ο Halley εκλέχθηκε μέλος της Βασιλικής Εταιρείας⁶³, μέχρι αυτή την ημερομηνία ο Flamsteed είχε ήδη στραφεί εναντίον του. Προφανώς επρόκειτο για επαγγελματικό ανταγωνισμό και αντιζηλία που ώθησε τον Flamsteed σε αυτή τη συμπεριφορά. Φαίνεται να έφτασε μάλιστα στα άκρα όταν ο Halley, το 1712 εξέδωσε 400 αντίτυπα ανολοκλήρωτων παρατηρήσεων παρά τη θέληση του Flamsteed. Τότε αυτός, κατάφερε να κάψει τα 300 αντίτυπα.

Πέραν όμως από τις έχθρες που είχε δημιουργήσει ο Halley, είχε δημιουργήσει και αρκετές φιλικές-συνεργασίες. Ίσως η πιο σημαντική από αυτές ήταν η φιλία του με τον Newton. Λογικά κάποιος θα προσπαθήσει να μπει στη διαδικασία σύγκρισης των δυο προσωπικοτήτων που άνθισαν την ίδια περίοδο, όμως πρόκειται για δυο διαφορετικές περιπτώσεις. Μάλιστα σε αυτή τη περίπτωση θα ήταν πιο γόνιμη όχι μια διαδικασία αντιπαράθεσης, αλλά μια διαδικασία αλληλεπίδρασης. Όπως πολλοί μετέπειτα μελετητές λένε το μεγαλύτερο επίτευγμα του Halley ήταν ότι κατάφερε να δώσει σάρια και οστά στο μεγαλύτερο έργο της αγγλικής

⁶⁰ Sir Harold Spencer Jones. (1946, p.6). Edmond Halley and his times. A paper presented at the Copenhagen conference of the representatives of the International Astronomical Union.

⁶¹ Ο.π. p.g 7, παρατίθεται απόσπασμα του κειμένου που έστειλε ο βασιλιάς με ημερομηνία 18 Νοεμβρίου 1678, “The King to the Vice-Chancellor of Oxford, to be communicated to the Convocation. Having received a good account of the proficiency in learning of Edmond Halley, of Queen’s College, and especially as to the mathematics and astronomy, whereof he has given good testimony by his observations during his abode in the island of St. Helena, recommending for the degree of M.A. without any conditions of performing any previous or subsequent exercises for the same”.

⁶² Gregersen, E. (Edit.). (2010, p.124). *The Universe: a historical survey of beliefs, theories, and laws*. New York: Britannica educational Publishing. “John Flamsteed was the founder of the Greenwich Observatory and the first astronomer royal of England”.

⁶³ Στα πρωτότυπα κείμενα ονομάζεται: “the Royal Society”.

Επιστήμης, στο “Principia” του Newton⁶⁴. Πρόκειται για μια κρίση κατά τη άποψή μας, υπερβολική που υποβαθμίζει το έργο και την επιστημονική συνεισφορά του Halley.

Πιο συγκεκριμένα το έτος 1684 και ενώ τα μέλη της “Βασιλικής Εταιρίας” καταλαβαίνουν ότι οι νόμοι του Kepler χρειάζονται ένα αντίστροφο τετράγωνο νόμο της βαρύτητας (“*an inverse square law of gravitation*”), κανείς δεν μπορούσε να το αποδείξει. Ο Halley πήγε στο Cambridge και συνάντησε τον Newton εισβάλλοντας στην απομόνωσή του, για να μάθει ότι πριν χρόνια είχε προβεί στην απόδειξη και απλά είχε παραπετάξει τις σημειώσεις του. Συνειδητοποιώντας τη σημασία αυτής της απόδειξης επανέλαβε την επίσκεψή του παροτρύνοντας τον Newton να ξαναγράψει την απόδειξη. Αρχικά η “Βασιλική Εταιρία” συμφώνησε να εκδώσει το έργο του Newton, στη πορεία όμως ανακάλεσε για οικονομικούς λόγους. Ο Halley όμως, που πίστευε στη δουλειά του Newton, ανέλαβε το κόστος της έκδοσης του έργου του -καθώς και το κόστος των δύο επόμενων βιβλίων του-, το οποίο εκδόθηκε στα μέσα καλοκαιριού του 1687 με μια ασυνήθιστη ευχαριστία του Newton προς τον Halley στον πρόλογο.

Το μεγαλύτερο όπως είπαμε και προηγουμένως επίτευγμα του Halley, ήταν η συνεισφορά του στη μελέτη των κομητών. Πιο συγκεκριμένα η μοντέρνα Αστρονομία η οποία ασχολείται με τους κομήτες ξεκινά με το έργο του “*Astronomicae Cometicæ Synopsis*” (Phil. Trans., (1705), 24, 1882ff)⁶⁵. Σε μεταγενέστερη έκδοση της “Synopsis” ο Halley με μεγάλη πλέον σιγουριά (ύστερα από έρευνα που είχε κάνει σχετικά με άλλες παρατηρήσεις κομητών)⁶⁶, αναγνωρίζει τον κομήτη του και τον ταυτοποιεί με αυτόν που είχε εμφανιστεί το 1305, το 1380 και το 1456, και συγκεκριμένα ο ίδιος αναφέρει: “*wherefore if according to what we have already said it should return again about the year 1758, candid posterity will not refuse to acknowledge that this was first discovered by an Englishman*”⁶⁷. Έτσι ο Halley ήταν ο πρώτος που αναγνώρισε την περιοδικότητα των κομητών και προέβλεψε τη επιστροφή του κομήτη χρησιμοποιώντας

⁶⁴ Απόσπασμα: “it is apparently, though not actually, ironical that the greatest service that Halley rendered to prosperity was to make available the achievements of another [...]. With no training in or knowledge of psychology he navigated the tempestuous, uncharted waters of Newton’s mind and brought the Principia to land in the volume which is now the pride of English science. We cannot doubt that without Halley there would have been no Principia”.

⁶⁵ Πρόκειται για σχόλιο του Angus Armitage, στο Armitage, A. (1966). *Edmond Halley*. London: Nelson.

⁶⁶ Η μελέτη για τις προηγούμενες από τον Halley εμφανίσεις του κομήτη χρονολογούνταν από Κινεζικές αναφορές το 240 π.Χ., όμως τα νέα δεδομένα και πιο συγκεκριμένα το άρθρο των :

Graham, D.W & Hintz, E. (2010). An Ancient Greek Sighting of Halley’s Comet. *Journal of Cosmology*, 9, 2130-2136, αναφέρουν ότι οι πιο παλιές παρατηρήσεις του κομήτη πρέπει να έγιναν από Έλληνες το 467/7 π.Χ.

⁶⁷ Cowell, P.H. & Crommelin, (1908). The Perturbations of Halley’s Comet in the past. Fifth paper. The period B.C. 240 to A.D. 760. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 68, (9), 664-665.

τη Νευτώνεια θεωρία, όταν μέχρι και την Αναγέννηση πίστευαν ότι οι κομήτες ήταν απλές διακυμάνσεις στην ατμόσφαιρα της Γης.

Φυσικά ο Halley είχε ασχοληθεί και με άλλα ουράνια θέματα εκτός των κομητών. Σύμφωνα και με τον E. Harrison ήταν ο πρώτος που ανακάλυψε ότι οι αστέρες δεν ήταν σταθεροί στους ουρανούς καθώς επίσης υπάρχει και ένα αυξανόμενο ενδιαφέρον -το οποίο αποτυπώνεται μέσα από τις μελέτες του- για το θέμα του έναστρου ουρανού⁶⁸. Εκεί όμως που αναδύεται το αίνιγμα του σκοτεινού ουρανού είναι το 1721, όταν γράφει δύο μικρά άρθρα σχετικά με την απειρία του Σύμπαντος.

Εκείνη την εποχή πίστευαν ότι ο χώρος επεκτείνεται χωρίς όρια προς όλες τις κατευθύνσεις. Εκείνο το οποίο δημιουργούσε διχογνωμίες ήταν η διάταξη των αστερών μέσα σε αυτή την απειρία του χώρου. Τα αστέρια ήταν διασκορπισμένα μέσα σε αυτόν τον άπειρο χώρο ή ήταν περιορισμένα μέσα σε όρια; Ο Halley πίστευε ότι οι αστέρες είναι διασκορπισμένοι στο άπειρο Σύμπαν, χωρίς περιορισμούς. Για να υποστηρίξει αυτή την πεποίθησή του έγραψε το κείμενο με τίτλο: “Of the Infinity of the Sphere of Stars”⁶⁹. Στο συγκεκριμένο άρθρο ξεκινά με την εξής φράση: “*the system of the world, as it now understood, is taken to occupy the whole Abyss of Space, and to be as actually infinite*”. Από την πρώτη του αυτή φράση βλέπουμε ότι ξεκάθαρα ξεκινά με αφετηρία την άποψη του την οποία τη διατυπώνει με απόλυτη βεβαιότητα και την αντιμετωπίζει ως την απόλυτη αλήθεια. Εντύπωση προκαλεί βέβαια και η αίσθηση υποκειμενικότητας με την οποία την αντιμετωπίζει ως προς τη διαχρονικότητα αυτής της θεώρησης, αφού όπως επισημαίνει όπως τώρα την κατανοούμε.

Το πρώτο επιχείρημα που χρησιμοποιεί ο Halley για να υποστηρίξει την απειρία του Σύμπαντος είναι εντελώς πρακτικό λέγοντας: “*πως όσο εξελίσσονται τα τηλεσκόπια συνεχώς ανακαλύπτουμε νέους αστέρες επιβεβαιώνοντας έτσι πως δεν υπάρχουν όρια*”⁷⁰. Το δεύτερο επιχείρημα που χρησιμοποιεί είναι ένα θεωρητικό κατασκεύασμα υποστηρίζοντας πως αν το σύστημα των αστερών ήταν πεπερασμένο περικυκλωμένο από ένα άπειρο κενό (inane), ιδιαίτερα αυτά που είναι πιο απομακρυσμένα από το κέντρο, τότε θα τείνουν προς το κέντρο και θα συγχωνευθούν σε ένα τεράστιο σώμα⁷¹. Στην αντίθετη περίπτωση όμως -αυτής ενός

⁶⁸Harrison, E.R. (1987, p.75). *Darkness at night: A riddle of the universe*. England: Harvard University Press, “... he was the first to discover that stars are not fixed in the heavens. Halley’s papers show signs of his growing interest in the subject of starlit skies”.

⁶⁹ Δημοσιεύθηκε στο *Philosophical Transactions* αφού πρώτα είχε διαβαστεί τον Μάρτιο του 1721 στη “Royal society”, Halley, E. (1721). Of the number, order, and light of the fix’d star. *Phil.Trans*, 31, 22ff.

⁷⁰ Από το πρωτότυπο: “and the appearance of the sphere of fixt stars, still discovering smaller and smaller ones, as you apply better telescopes, seems to confirm this Doctrine”, στο Harrison, E.R. (1987, p. 218). *Darkness at night: A riddle of the universe*. England: Harvard University Press.

⁷¹ Μετάφραση από “they would gravitate inward and would coalesce into one huge body”.

άπειρου Σύμπαντος- τέτοια προβλήματα δεν ανακύπτουν αλλά όλα τα στοιχεία βρίσκονται “in aequilibrio” , συνεπώς και κάθε αστέρας παραμένει στη θέση του λόγω των αντίρροπων δυνάμεων⁷². Ύστερα από αυτόν τον συλλογισμό κατέληξε στο εξής ρητορικό ερώτημα-συμπέρασμα: “ μήπως τελικά κάποιοι σκεφτούν ότι η απειρία του Σύμπαντος δεν είναι τελικά ένα τόσο αβέβαιο αξίωμα;”⁷³.

Σε αυτή όμως τη περίπτωση, που το Σύμπαν χαρακτηρίζεται από την απειρία, κατά τον Halley προκύπτουν δύο ενστάσεις τις οποίες όπως αναφέρει και ο ίδιος είναι μάλλον περισσότερο μεταφυσικής φύσεως. Η πρώτη μάλιστα είναι μια αντίφαση που μπορεί να ανιχνευθεί -όπως έχει παρατηρήσει και ο S.L. Jaki⁷⁴- και μέσα από την αλληλογραφία που είχε ο Newton με τον Bentley. Η αντίφαση σύμφωνα με τον Halley έγκειται στο γεγονός ότι: “ένας άπειρος αριθμός φαίνεται παράξενος “in terminis”, όλοι οι αριθμοί αποτελούμενοι από μονάδες, και όχι από δύο σημεία ή κέντρα τα οποία βρίσκονται σε απόσταση μεγαλύτερη από πεπερασμένη”⁷⁵.

Το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού ξεπροβάλλει στη δεύτερη, τεχνηέντως διατυπωμένη ένσταση του Halley, στη προσπάθειά του να δοκιμάσει την προβληματική που ενδεχομένως ανακύπτει, στη περίπτωση που ο αναγνώστης ενστερνιστεί τη θεώρησή του για την απειρία του Σύμπαντος. Έτσι αυτός αναφέρει:

“Another argument I have heard urged, that if the number of the Fixt Stars were more than finite, the whole superficies of their apparent Sphere would be luminous, for that those shining Bodies would be more in number than there are Seconds of a Degree in the area of the whole Spherical Surface, which I think cannot be denied”⁷⁶.

Πρόκειται για ξεκάθαρη διατύπωση του παραδόξου⁷⁷. Το γεγονός ότι έχει συλλάβει στην ολότητα του το παράδοξο γίνεται καταφανές από την προσπάθεια που καταβάλλει στη συνέχεια να το επεξηγήσει-λύσει.

⁷² Σύμφωνα και με το ανάλογο σχόλιο στο πρωτότυπο κείμενο του E. Harrison, ο Halley μονάχα, λανθασμένα πίστευε -μάλιστα αντίθετα ακόμη και από τον Newton- ότι: “η κατάσταση ηρεμίας ενός χωρίς όρια Σύμπαντος είναι σταθερή”, “Halley alone incorrectly supposed that the equilibrium state of an unbounded self-gravitating system is stable”, στο Harrison, E.R. (1987, p.258). *Darkness at night: A riddle of the universe*. England: Harvard University Press.

⁷³ Ελεύθερη μετάφραση από την πρωτότυπη φράση: “perhaps, may think the Infinity of the Sphere of Fixt Stars no very precarious Postulate”.

⁷⁴ Jaki, S.L. (1969, p. 77). *The paradox of Olbers' paradox: A case history of scientific thought*. New York: Herder and Herder.

⁷⁵ Ελεύθερη μετάφραση από το πρωτότυπο κείμενο, της φράσης: “the number of fixt stars is not indefinite, but actually more than any finite Number; which seems absurd in terminis, all Number being composed of Units, and not two Points or Centers being at a distance more than finite”.

⁷⁶ Halley, E. (1721, p.23). *Of the number, order, and light of the fix'd star*. *Phil.Trans*, 31.

⁷⁷ Κατά τον Armitage στο Armitage, A. (1966, p. 194). *Edmond Halley*. London: Nelson, ήταν μόνο εν μέρει διατυπωμένο το παράδοξο αν και δεν το αποσαφηνίζει στη συνέχεια.

Συγκεκριμένα χρησιμοποιεί ένα γεωμετρικό επιχείρημα για να το λύσει. Αρχικά υπέθεσε ότι όλοι οι αστέρες απέχουν μεταξύ τους όσο το πιο κοντινό από αυτά απέχει από τον Ήλιο. Στη συνέχεια υπέθεσε ότι ο Ήλιος είναι ένα από αυτά και ότι η φαινόμενη λαμπρότητά τους καθώς και η φαινόμενη τους διάμετρος μειώνεται με το τετράγωνο της απόστασης και το διάστημα που τα χωρίζει αυξάνεται με την ίδια αναλογία. Έτσι σύμφωνα με τη λογική του σε κάθε “σφαιρική επιφάνεια”⁷⁸ ο αριθμός των αστερων που περιέχονται είναι ίσο με την απόσταση υψωμένη εις την τέταρτη δύναμη.

Ο συλλογισμός του συνεχίζει και αναφέρει πως έχοντας κατά νου τις τεράστιες αποστάσεις και με “προφανείς υπολογισμούς”⁷⁹ θα βρούμε πως όπως το φως των αστερων μειώνεται, τα διαστήματα μεταξύ τους μειώνονται σε μικρότερο ποσοστό, όντας το ένα οι αποστάσεις και το άλλο τα τετράγωνά τους, αντίστοιχα. Σε αυτό αν συνυπολογίσουμε, κατά τον Halley, ότι τα πιο απομακρυσμένα αστέρια ακόμα και με τα καλύτερα τηλεσκόπια εξαφανίζονται εξαιτίας της αδυναμίας⁸⁰ τους. Συνεπώς κάποιοι αστέρες, καταλήγει, δεν καταφέρνουν να διεγείρουν τις αισθήσεις μας με τον ίδιο τρόπο που κάποια μικρά αστέρια που εντοπίζονται από τα τηλεσκόπια δεν γίνονται αντιληπτά από το γυμνό μάτι⁸¹.

Ολοκληρώνοντας την ανάγνωση του πρωτότυπου κειμένου ο ερευνητής θα μείνει με αναπάντητα ερωτήματα. Το πρώτο σημείο το οποίο δημιουργεί απορίες είναι η ασάφεια και η μυστικότητα με την οποία ο Halley μας εισάγει στο παράδοξο όταν συγκεκριμένα αναφέρει: “another argument I have heard urged...”. Ποιος ήταν οι πηγές του δύσκολα μπορεί ο σύγχρονός μελετητής να απαντήσει. Μια ερμηνεία που δίνεται μέσα από τα σχόλια του E. Harrison⁸² είναι πως πιθανές πηγές του Halley ήταν κατά τον M. Hoskin ο D. Gregory (αστρονόμος από τη Σκωτία), καθηγητής Αστρονομίας στην Οξφόρδη. Μεταγενέστερη μελέτη του M. Hoskin ανέδειξε ως σκοτεινή πηγή τον W. Stukeley (1687-1765)⁸³. Σίγουρα δεν πρόκειται για ασφαλή αποκωδικοποίηση του γρίφου που θα αποκάλυπτε ποιος ή ποιοι είναι αυτοί στους οποίους αναφέρεται ο Halley.

Άλλο σημείο το οποίο για τον αναγνώστη αποτελεί εστία και αφετηρία προβληματισμού είναι η φράση του “obvious calculus”. Δυστυχώς δεν αναλύει περαιτέρω ποιες είναι αυτές οι πράξεις με τις οποίες αν θεωρήσουμε το σύστημα των αστερων άπειρο, τα διαστήματα μεταξύ

⁷⁸ Ο Halley φανταζόταν τη διάταξη των αστερων σε “φλοιούς” δομημένους σε “σφαιρικές επιφάνειες” (Spherical surfaces).

⁷⁹ Στο πρωτότυπο αναφέρεται “obvious calculus”.

⁸⁰ Ο.π. “extream minuteness”

⁸¹ Ο.π.

⁸² Harrison, E.R. (1987, p.236). *Darkness at night: A riddle of the universe*. England: Harvard University Press.

⁸³ Για περισσότερες πληροφορίες ο.π.

τους μειώνονται γραμμικά με την απόσταση, ενώ το φως των αστέρων μειώνεται με το τετράγωνο αυτής. Μάλιστα δεν μπορεί να εξηγηθεί αυτό το σημείο από το πρωτότυπο από την στιγμή την οποία, όπως αναφέρει και ο Harrison, ο Halley γνώριζε ότι η φαινόμενη διάμετρος ενός αστέρα και το φως το οποίο λαμβάνουμε από αυτό μειώνεται σύμφωνα με το νόμο του αντιστρόφου τετραγώνου της απόστασης. Επίσης γνώριζε ότι η φαινόμενη απόσταση που χωρίζει γειτονικούς αστέρες μειώνεται σύμφωνα με το αντίστροφο της απόστασης, συνεπώς η φαινόμενη διάμετρος μειώνεται πιο γρήγορα από τη φαινόμενη απόσταση που χωρίζει τους αστέρες. Έτσι κατέληξε λανθασμένα να θεωρεί ότι αυτό το γεωμετρικό σχήμα δίνει τη λύση στο ερώτημα γιατί ο ουρανός είναι σκοτεινός.

Τέλος η λύση δίνεται όχι μόνο μέσα από το γεωμετρικό επιχειρημα που παραπάνω παραθέσαμε αλλά ολοκληρώνει συμπληρώνοντας πως αυτή η ασθενής λαμπρότητα μερικών αστέρων δεν είναι ικανή να διεγείρει τις αισθήσεις μας. Με αυτή την ατυχή παρατήρηση θα λέγαμε, ολοκληρώθηκε αυτό το τόσο σημαντικό κείμενο για την ιστορία του παραδόξου του Olbers. Την χαρακτηρίζουμε ατυχή αφού ούτε πρωτότυπη μπορεί να χαρακτηριστεί, ιδιαίτερα όταν και ο Digges την είχε χρησιμοποιήσει ως επιχειρηματολογία πριν από περίπου 145 χρόνια, αλλά κι από καθαρά τεχνικής απόψεως είχε τα τρωτά της σημεία, αφού παραβλέπει το αθροιστικό φαινόμενο που θα απέδιδαν οι πολλαπλές και αδύναμες πηγές φωτός.

Το δεύτερο κείμενο του Halley, στο οποίο συναντάμε το παράδοξο και το οποίο μάλιστα το ονομάζει μεταφυσικό παράδοξο, είχε τον τίτλο “Of the Number, Order and Light of the Fix’d Stars”⁸⁴. Αποτελεί ένα κείμενο το οποίο φαίνεται να γράφτηκε για να αναλύσει περισσότερο ή καλύτερα να αποσαφηνίσει κάποια σημεία του πρώτου. Είναι σίγουρα ένα πιο τεχνικό κείμενο που όμως παρόλα αυτά δεν κατάφερε να φωτίσει την προτεινόμενη λύση του παραδόξου, αφήνοντας τον αναγνώστη με κενά.

Και σε αυτό το κείμενο -όπως άλλωστε το προλογίζει- προβάλλει επιχειρήματα για να πείσει για την απειρία η οποία όπως φαίνεται κυριαρχεί σε όλη την άβυσσο ή στο παν όπως στα αρχαία ελληνικά ο ίδιος αναφέρει. Αμέσως μετά λέει πως θα μας παρουσιάσει ένα μεταφυσικό παράδοξο, αναφερόμενος σε αυτό, το περιγράφει λέγοντας πως αυτό το παράδοξο είναι το γεγονός: “*πως ο αριθμός των αστέρων πρέπει να είναι μεγαλύτερος από οποιοδήποτε αριθμό, και μερικά από αυτά τα αστέρια να έχουν απόσταση το ένα από το άλλο μεγαλύτερη από την πεπερασμένη απόσταση*”⁸⁵.

⁸⁴ Halley, E. (1721, p.24-26). Of the number, order, and light of the fix’d star. Phil.Trans, 31.

⁸⁵ Ελεύθερη μετάφραση- αναπαράγωγή από το πρωτότυπο “that the number of Fixt stars must then be more than any finite Number, and some of them more than at a finite distance from others”.

Από την παραπάνω περιγραφή καταλήγει λέγοντας, πως αυτή εμπεριέχει μια αντίφαση, την οποία όμως εύκολα προσπερνά, λέγοντας πως είναι μια από τις πολλές αντιφάσεις που συναντά κάποιος: *“it is not the only one that occurs to those who have undertaken freely to consider the nature of infinite which perhaps the very narrow limits of humane Capacity cannot attain to”*⁸⁶. Επίσης σε αυτό το σημείο φαίνεται να προτείνει μετριοπάθεια στη σκέψη της απειρίας, χωρίς όμως ο ίδιος να υιοθετεί μια ανάλογη στάση η οποία θα τον οδηγούσε σε μια πιο κριτική θεώρηση⁸⁷.

Αυτό που πραγματικά προκαλεί εντύπωση με αυτό το κείμενό του είναι το γεγονός πως αναφέρει το παράδοξο ως μεταφυσικό, ενώ το αναλύει και αναπτύσσει την επιχειρηματολογία του με έναν καθαρά τεχνικό τρόπο. Πώς δηλαδή το θεώρησε ως έναν γρίφο που άπτεται της μεταφυσικής ενώ ο ίδιος πάει να τον λύσει με καθαρά επιστημονικά εργαλεία;

Επιπρόσθετα, ο τόνος που επικρατεί μέσα στο κείμενο και ο τρόπος με τον οποίο παρουσιάζει τα συμπεράσματά του θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν ως βέβαιη πραγματικότητα που μόλις τώρα την αποκαλύπτει θριαμβολογώντας, χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το σημείο στο οποίο παρουσιάζει τη λύση λέγοντας: *“this is so small a pulse of Light, that it may well be questioned, whether the Eye, assisted with any artificial help, can be made sensible thereof”*⁸⁸.

Συνοψίζοντας τη μελέτη μας για τη συνεισφορά του Halley στο παράδοξο του σιουτεινού ουρανού μπορούμε να πούμε με σιγουριά πως μπορεί να μην ήταν ο πρώτος που συνέλαβε την ιδέα της αναντιστοιχίας παρατήρησης και θεωρίας, αφού και ο ίδιος αναφέρει πως από κάπου αλλού το άκουσε (όπως αναλύουμε παραπάνω), αλλά στη προσπάθειά του να υποστηρίξει την απειρία πήγε ένα βήμα παρακάτω τη μελέτη του παραδόξου. Αυτό συνέβη αφού ήταν ο πρώτος που εισήγαγε την ιδέα των ομόκεντρων κύκλων-σφαιρών, με ίση απόσταση ο ένας από τον άλλο, αυξανόμενης ακτίνας με κέντρο φυσικά τον παρατηρητή. Το γεωμετρικό επιχείρημα που χρησιμοποίησε ήταν ίσως η μεγαλύτερη συνεισφορά του. Άλλωστε στην Επιστήμη σημασία δεν έχει μόνο να ανακαλύπτεις και να δίνεις λύσεις αλλά και να απορρίπτεις.

⁸⁶ Halley, E. (1721, p.24-26). Of the number, order, and light of the fix'd star. Phil.Trans, 31.

⁸⁷ Jaki, S.L. (1969, p.83). The paradox of Olbers' paradox: A case history of scientific thought. New York: Herder and Herder.

⁸⁸ Halley, E. (1721, p. 26). Of the number, order, and light of the fix'd star. Phil.Trans, 31.

2.4 Jean Philippe Loys de Cheseaux.

“Starry place is filled with a fluid,
capable of intercepting light very slightly”
Jean Philippe Loys de Cheseaux.

Ο Jean Philippe Loys de Cheseaux γεννήθηκε το 1718 σ' ένα ελβετικό χωριό κοντά στη Λοζάνη. Ήταν γιός ενός εύπορου κτηματία και εγγονός του διάσημου μαθηματικού, του Jean-Pierre de Crousaz (1663-1751). Επρόκειτο για ένα παιδί με ιδιαίτερες δεξιότητες και φυσικά αντικατοπτρισμός ενός ανάλογου πνευματικού-κοινωνικού κλίματος. Γνώριζε Λατινικά, Ελληνικά, Εβραϊκά, Γαλλικά, Γερμανικά, Αγγλικά και λίγα Αραβικά. Φυσικά είχε έρθει σε επαφή με τη Θεολογία και τη Φιλοσοφία γράφοντας μάλιστα και βιβλικούς σχολιασμούς.

Από μικρή ηλικία είχε επιδειξει ενδιαφέρον για τη μελέτη των ουρανών αφού είχε κατασκευάσει στο κάστρο των προγόνων του ένα ιδιωτικό παρατηρητήριο, στο Chesseux. Το επιστημονικό πεδίο για το οποίο το όνομά του έμεινε στην ιστορία ήταν αυτό της μαθηματικής Φυσικής και φυσικά της συγγενούς προς αυτό, Αστρονομίας. Από την ηλικία των δεκαεπτά ετών είχε ήδη γράψει μελέτες για τη φύση των κρούσεων, για τη καθυστέρηση των κανονιοβόλων από την αντίσταση του αέρα και για τη διάδοση του ήχου.

Φυσικά όπως οι περισσότεροι αστρονόμοι της εποχής του, γύρω στα μέσα του 18^{ου} αιώνα, έτσι και ο Jean-Philippe Loys de Cheseaux δεν μπόρεσε να ξεφύγει από την έλξη που ασκούσαν οι κομήτες, αυτοί οι παράξενοι επισκέπτες των ουρανών. Επηρεασμένος από το έργο του Halley, εντύπωση προκαλεί το γεγονός ότι ενώ από την εφηβεία του έχει το προσωπικό του παρατηρητήριο δεν εκδίδει κανένα έργο του, καμία μελέτη του.

Πέρασαν χρόνια, το 1744 πιο συγκεκριμένα, όταν σε ηλικία 26 ετών και με αφορμή την εμφάνιση ενός ιδιαίτερου κομήτη το Δεκέμβριο του προηγούμενου έτους όπου εξέδωσε το βιβλίο του με τίτλο: “*Traité de la comète qui a paru en Décembre 1743 & en Janvier, Février & Mars 1744*”⁸⁹. Ο κομήτης αυτός, που αποτέλεσε και την αφορμή για την έκδοση του βιβλίου του Cheseaux, εμφανίστηκε στον ουρανό το Δεκέμβριο του 1743 και εξαφανίστηκε το Μάρτιο του 1744. Πρόκειται για ένα κομήτη με έξι ουρές. Είχε ο ίδιος σχεδιάσει το κομήτη και είχε γράψει συγκεκριμένα:

⁸⁹ Chéseaux, Jean-Philippe Loys de. (1744). *Traité de la comète qui a paru en Décembre 1743 & en Janvier, Février & Mars 1744*. Lausanne: M.M. Bousquet.

“if this comet had appeared under more favorable circumstances, for example in the middle of the night instead of so near the setting Sun, and free of moonlight, it would have been the most striking comet ever known, alike for the size of its head, and the length of its tail, which up to this time had been simply double; but something much more surprising was in store for us”⁹⁰.

Αυτό που πραγματικά προκαλεί εντύπωση στο σύγχρονο μελετητή, δεν είναι ο κομήτης με τις έξι ουρές, αλλά το πώς κατάφερε σε ένα τόσο σύντομο χρονικό διάστημα -μόλις μερικοί μήνες- να εκδώσει ένα τόσο άρτιο έργο με αφορμή την εμφάνιση αυτού του κομήτη. Αρκετοί ήταν εκείνοι που έσπευσαν να διατυπώσουν την άποψη πως δεν επρόκειτο για ένα έργο που δημιουργήθηκε τόσο γρήγορα, αλλά ότι το μεγαλύτερο μέρος του είχε ήδη γραφτεί, καιρό πριν, αλλά ο Cheseaux περίμενε τη κατάλληλη περίσταση για να το παρουσιάσει στο ευρύ κοινό⁹¹.

Πρόκειται για ένα βιβλίο το οποίο αποτελείται από τέσσερα διαφορετικά μέρη και ένα παράρτημα στο τέλος. Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζει το ηλιακό σύστημα και φυσικά αναφέρεται στους κομήτες, στα χαρακτηριστικά τους και κάνει σύνδεση της περίπτωσης κάποιες εμφανίσεις κομητών να συνδέονται με την επιστροφή ίδιων κομητών από το παρελθόν. Στο δεύτερο μέρος σημαντική είναι η ανάλυσή του για τη χρησιμότητα της παρατήρησης των κομητών για τη διεξαγωγή συμπερασμάτων στην Αστρονομία. Το τρίτο μέρος της πραγματείας του παρουσιάζει και συγκρίνει τα πορίσματα των παρατηρήσεών του σε σχέση με τον κομήτη σε συνάρτηση με τις παρατηρήσεις του J. Cassini και του G. Callandrini. Στο τελευταίο μέρος του βιβλίου του σχολιάζει τη φύση-χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου κομήτη συγκρίνοντάς τον με άλλους.

Το παράδοξο του Olbers που εμφανίζεται όμως μέσα σ’ αυτό το έργο που αναλώνεται τουλάχιστον στα $\frac{3}{4}$ στους κομήτες; Η απάντηση απρόσμενη. Ο Jean-Philippe Loys de Cheseaux σκιαγραφεί, περιγράφει ή ίσως καλύτερα σκοντάφτει πάνω στην αντίφαση λογικής και παρατήρησης στο δεύτερο παράρτημα του βιβλίου του, με τίτλο: “On the force of light and its propagation in the ether, and the distances to the fixed stars”⁹². Σε αυτό το κείμενο διερευνά το αίνιγμα του σκοτεινού ουρανού και μάλιστα όπως άλλοι μελετητές σχολίασαν *είναι η πρώτη φορά που έχουμε ποσοτική ανάλυση του προβλήματος*⁹³.

⁹⁰ Harrison, E.R. (1987, p.83). *Darkness at night: A riddle of the universe*. England: Harvard University Press.

⁹¹ Jaki, S.L. (1969, p. 85-86). *The paradox of Olbers’ paradox: A case history of scientific thought*. New York: Herder and Herder.

⁹² Χρησιμοποιώ τη μετάφραση του πρωτότυπου κειμένου που παρατίθεται στο βιβλίο: Harrison, E.R. (1987, p.221). *Darkness at night: A riddle of the universe*. England: Harvard University Press.

⁹³ Harrison, E.R. (1987, p.82). *Darkness at night: A riddle of the universe*. England: Harvard University Press.

Στο παραπάνω κείμενο βλέπουμε τον Philippe Loys de Cheseaux να σχηματοποιεί τη δική του εικόνα για τον κόσμο και για το ουράνιο σύστημα ξεκινώντας από μια υπόθεση που αποτελεί αφετηρία του συλλογισμού του: “*if all the fixed stars were so many Suns, similar and equal to our own, when placed at the same distance they would have the same apparent size and luminosity as the Sun, and would send the same amount of light to us*”⁹⁴. Η συνέχεια του συλλογισμού του και η δομή του μοντέλου του στηρίζεται σε ένα σύστημα ομόκεντρων σφαιρικών επιφανειών⁹⁵ πάνω στα οποία τοποθετεί τα αστέρια και πλάτους ίσου, η κάθε επιφάνεια, όσο η διάμετρος ενός τυπικού ηλιακού συστήματος, δηλαδή όπως του δικού μας. Φυσικά ως κέντρο του παραπάνω συστήματος θέτει τον Ήλιο.

Πρόκειται για ένα σύστημα το οποίο φαίνεται να έχει πολλές ομοιότητες με το αντίστοιχο του Halley. Για να είμαστε πιο ακριβείς θα μπορούσε κάποιος να ισχυριστεί, ίσως λίγο επιπόλαια, ότι ο Philippe Loys de Cheseaux αντιγράφει το μοντέλο του Halley όταν και ο Halley χρησιμοποιεί “*concentric spherical surfaces*” για να σχηματοποιήσει το δικό του μοντέλο. Πρόκειται για ίσως για έναν βεβιασμένο και σκληρό χαρακτηρισμό -η αντιγραφή- όταν ιδιαίτερα παρατηρήσει πιο προσεκτικά ο μελετητής και εντοπίσει πως έχουν διαφορές τα δύο συστήματα. Η ραχοκοκαλιά μπορεί να είναι η ίδια αλλά η ανάπτυξη του κάθε μοντέλου διαφέρει. Βέβαια κανείς δε μπορεί να αποκλείσει το γεγονός ότι ο μεταγενέστερος Philippe Loys de Cheseaux δεν είχε διαβάσει το συγκεκριμένο κείμενο του Halley και να είχε επηρεαστεί.

Για να επανέλθουμε στην ανάλυση του αρχικού κειμένου, ύστερα από υπολογισμούς που κάνει και αφού έχει ήδη παρουσιάσει στον αναγνώστη ποιος είναι ο αριθμός αστεριών που έχει κάθε επιφάνεια και πόσο φως εκπέμπει το καθένα καταλήγει στο συμπέρασμα πως το κάθε ένα από αυτά τα επιφάνεια συνεισφέρουν την ίδια ποσότητα φωτός⁹⁶. Πηγαίνοντας ένα βήμα παραπέρα την έρευνά του προσπαθεί να διατυπώσει και ποσοτικά-αριθμητικά τη σκέψη του, έτσι ισχυρίζεται πως το κάθε επίπεδο εκπέμπει τόσο φως, ως τον λόγο του 1 προς 4,000,000,000. Από αυτό τον αριθμό σε συνδυασμό με την υπόθεση ότι: “*the starry space is infinite, or only larger than the volume occupied by the Solar System and the first –magnitude stars by the ratio of the cube of 760,000,000,000,000 to 1*”, τότε κάθε κομμάτι του ουρανού θα εμφανιζόταν τόσο φωτεινό, όσο οποιοδήποτε κομμάτι του Ήλιου, έρχεται ένα βήμα πιο κοντά στην σχηματοποίηση του παραδόξου, για να καταλήξει ότι: “*γι’ αυτό η ποσότητα φωτός που λαμβάνουμε από κάθε ουράνιο ημισφαίριο είναι 91.850 φορές μεγαλύτερο από αυτό που λαμβάνουμε*

⁹⁴ Ο.π. 91.

⁹⁵ Η μετάφραση του πρωτότυπου συγκεκριμένα αναφέρει “*concentric spherical layers*”.

⁹⁶ Ο.π. 81, “*thus the amount of light is the same from all layers*”.

από τον 'Ηλιο'⁹⁷. Ύστερα και από αυτή τη διαπίστωση στο ίδιο το πρωτότυπο κείμενο ο Philippe Loys de Cheseaux χαρακτηρίζει τεράστια τη διαφορά μεταξύ συμπεράσματος στο οποίο κατέληξε ο συλλογισμός του και εμπειρίας, κάτι φυσικά που αναζητούσε μια εξήγηση και ο συγγραφέας του κειμένου σπεύδει να δώσει.

Για να μας βγάλει από τη δύσκολη θέση λοιπόν προτείνει τα εξής: είτε τα αστέρια δεν είναι άπειρα, είτε η δύναμη του φωτός μειώνεται γρηγορότερα από το αντίστροφο τετράγωνο της απόστασης. Ο ίδιος επιλέγει τη τελευταία λύση ως τη πιο πιθανή αφού χρειάζεται μόνο ένα ρευστό να απορροφήσει το φως ελαφρώς. Μάλιστα υπέθεσε πως αν αυτό το ρευστό είναι και 330.000.000.000.000.000 πιο διάφανο από το νερό θα αρκούσε για να εξασθενήσει τη δύναμη του φωτός κατά 1/33 όταν διαπερνά τη κάθε επιφάνεια.

Από εκεί και πέρα στο κείμενό του αναλύει τον τρόπο, από πού άντλησε τους αριθμούς που χρησιμοποίησε για τους υπολογισμούς του λέγοντας πως ήταν τυχαίοι αλλά όχι εντελώς αυθαίρετοι όσον αφορά τουλάχιστον τις αποστάσεις των αστερών πρώτης βαθμίδας. Ιδιαίτερη εντύπωση προκαλεί το γεγονός ότι το έργο του δεν έχει καμία αναφορά στο έργο του Halley -που φαίνεται να έχει αρκετές ομοιότητες- και τον μόνο στον οποίο αναφέρεται είναι ο Pierre Bouguer του οποίου όπως αναφέρει ο ίδιος χρησιμοποίησε τη μέθοδό του για να προσδιορίσει διαφάνεια του φωτός σε μια μελέτη του για την απορρόφηση του φωτός από άλλα μέσα⁹⁸.

Συνοψίζοντας, ο Chesseaux είναι ένας αστρονόμος το όνομα του οποίου είναι άμεσα συνυφασμένο με το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού. Μάλιστα αρκετοί είναι εκείνοι που θεωρούσαν ότι ο Chesseaux, είναι εκείνος που διατύπωσε ολοκληρωμένα το παράδοξο οπότε και αυτός διεκδικεί τη πατρότητα του παραδόξου. Η αλήθεια είναι πως σίγουρα έχει συνεισφέρει αρκετά στην εξέλιξη και προώθηση του παραδόξου, αφού ήταν ο πρώτος που πρότεινε σα λύση την απορρόφηση του φωτός από ένα μέσο που βρίσκεται εντός του αστρικού διαστήματος και την απορρόφηση αυτή για να τη προσδιορίσει πιο ποσοτικά τη συνδύασε με την σύγκρισή που έκανε, του φωτός κάποιων πλανητών, με αστέρια της πρώτης βαθμίδας. Δυστυχώς όμως, για πολλούς δεν ήταν ο πρώτος που κατέληξε στο παράδοξο ύστερα από ανάλυση λογική της απειρίας και της ομοιογένειας του Σύμπαντος, αφού και ο προγενέστερός του Halley είχε προβεί στο παραπάνω συλλογισμό και είχε προβεί στη παραπάνω συσχέτιση.

⁹⁷ Το κείμενο που βρίσκεται εντός εισαγωγικών προέρχεται από μετάφραση από το πρωτότυπο κείμενο : Chéseaux, Jean-Philippe Loys de. (1744, p.224-225). *Traité de la comète qui a paru en Décembre 1743 & en Janvier, Février & Mars 1744*. Lausanne: M.M. Bousquet.

⁹⁸ Ο Chesseaux χρησιμοποίησε το έργο του Bouguer και πιο συγκεκριμένα το: Bouguer,P. (1729). *Essai d'optique sur la gradation de la lumiere*. Paris: Claude Jombert.

2.5 Heinrich Wilhelm Mathias Olbers

“The line of sight argument”

Ο Olbers αποτελεί θεμέλιο λίθο στην εξέλιξη αλλά και τη δημιουργία του παραδόξου. Οι σύγχρονες μελέτες τείνουν να αποσιωπούν και προσπαθούν να μειώσουν την συμβολή του στη δημιουργία του παραδόξου, εστιάζοντας στα μελανά σημεία και στις ασάφειες που προκύπτουν όταν επισταμένως προσπαθήσουμε να κατανοήσουμε το έργο του σε σχέση με το παράδοξο.

Ο Olbers γεννήθηκε το 1758 στο Arbergen της Γερμανίας και το επάγγελμά του ήταν γιατρός και μάλιστα οφθαλμίατρος. Από τα νεανικά του χρόνια η Αστρονομία τον μάγευε. Το πρωί ήταν επαγγελματίας γιατρός και το βράδυ ένας πολλά υποσχόμενος αστρονόμος όπως απέδειξε και η μετέπειτα πορεία του. Φαίνεται να είχε ιδιαίτερη αγάπη στους κομήτες και να τους μελετά με μεγάλη αφοσίωση, σε σημείο που είχε καταφέρει να μετρά τη τροχιά τους και να θεωρείται ειδήμων εκείνη την εποχή. Δεν προκαλεί συνεπώς εντύπωση το γεγονός ότι οι περισσότερες αστρονομικές δημοσιεύσεις αναφέρονται στους κομήτες και πως με το πέρασμα των χρόνων είχε δημιουργήσει μια προσωπική βιβλιοθήκη σχεδόν άρτια σε ότι τους αφορούσε.

Εντούτοις μεγάλο μερίδιο της αναγνωρισιμότητάς του εκείνη την εποχή το οφείλει στην ανακάλυψη δύο αστεροειδών, της Παλλάδος στις 28 Μαρτίου του 1802 και της Εστίας στις 29 Μαρτίου το 1807. Ο ίδιος φαίνεται να έχει στρέψει το βλέμμα του από πολύ νωρίς προς τον ουρανό και να παρατηρεί τα ουράνια σώματα. Αυτή η παρατήρηση ίσως συνδέεται και με την ειδικότητά του, που είχε άμεση σχέση με το ορατό, με το επιστητό το οποίο όπως φαίνεται προσπαθούσε και ο ίδιος να ερμηνεύσει και αυτό γίνεται άμεσα αντιληπτό όταν δούμε ποια μελέτη του χάρισε το πτυχίο της ιατρικής -εκείνη που ασχολήθηκε με τις εσωτερικές αλλαγές του ματιού το 1780-. Από τόσο νωρίς φαινόταν ότι προσπαθούσε να εφαρμόσει τη φυσική στην ιατρική.

Πρόκειται για έναν οξύνουν άνθρωπο ο οποίος προσπαθούσε να δώσει απάντηση σε επιστημονικά προβλήματα της εποχής του. Ιδιαίτερα δραστήριος και φιλόπρονος το πεδίο μελέτης και ενδιαφερόντων του δεν ήταν καθόλου περιορισμένο και για αυτό το λόγο από πολλούς χαρακτηρίστηκε ως “homo universalis”. Απερίσπαστος ασχολήθηκε με την Αστρονομία μετά το 1820, όταν η μοίρα του χτύπησε τη πόρτα ύστερα από το θάνατο της κόρης του και της δεύτερης συζύγου του, τότε αποσύρθηκε από το επάγγελμά του και ασχολήθηκε με την Αστρονομία.

Ο σύγχρονος ιστορικός-μελετητής μπορεί να κατανοήσει το έργο του και τη συνεισφορά του στην Αστρονομία μέσα από μια απλή έρευνα και μέσα από τα ουράνια σχήματα τα οποία έχουν πάρει το όνομά τους από τον Olbers όπως: α) 13 P Olbers ο οποίος είναι ένας περιοδικός κομήτης β) Ένας κρατήρας στη Σελήνη και γ) Αστεροειδής 1002 Olbersia.

Ο Olbers συνδέεται με το παράδοξο όταν το 1823 σε μελέτη του που δημοσιεύθηκε στο περιοδικό “Astronomisches Jahrbuch” με τον τίτλο: “Ueber die Durchichtigkeit des Weltraums”, διατυπώνει και ξαναφέρει στην επιφάνεια στη πιο ολοκληρωμένη του μορφή, τη συγκεκριμένη ανακολουθία μεταξύ λογικής και παρατήρησης.

Πρόκειται για ένα κείμενο που στο σύγχρονο μελετητή γεννά πολλά ερωτηματικά και έχει δεχθεί πολλαπλές ερμηνείες τις οποίες θα αναλύσουμε στη συνέχεια. Μια πρώτη ασάφεια και μια διάσταση απόψεων μεταξύ των πηγών που ασχολούνται με το συγκεκριμένο κείμενο αφορά στο χρόνο δημοσίευσης του κειμένου. Αρχικά υπάρχουν εκείνοι που αναφέρουν ως χρόνο δημοσίευσής του το 1826 και μάλιστα ερμηνεύουν τη χρονική απόσταση από την ημερομηνία που υπέβαλε το συγκεκριμένο κείμενο, 7 Μαρτίου του 1823 ως μια χρονική απόσταση κατά την οποία το κείμενο είχε μείνει παραγωμισμένο έως και ξεχασμένο. Δυστυχώς πρόκειται για μια λανθασμένη αξιολόγηση, η οποία προέκυψε μάλλον από μια όχι και τόσο προσεκτική ματιά.

Ο πραγματικός χρόνος έκδοσης του κειμένου είναι το 1823, η ίδια δηλαδή χρονιά που υπέβαλε το κείμενο ο Olbers στον τότε εκδότη του, τον J.H. Bode, ο οποίος μάλιστα το συμπεριέλαβε σε ένα τεύχος που περιείχε την εξέλιξη των αστρονομικών πληροφοριών για το έτος 1826 (Berliner Astronomisches Jahrbuch für das Jahr 1826)⁹⁹.

Το παραπάνω επιστημονικό άρθρο, προσπαθεί να διερευνήσει αν τελικά το Σύμπαν είναι άπειρο ή πεπερασμένο. Ο ίδιος ο συγγραφέας του είναι θιασώτης της ομοιογένειας και υποστηρικτής ενός σύμπαντος χωρίς όρια. Μέσα από το συγκεκριμένο κείμενο προσπαθεί να ελέγξει την θεωρία του και να επιχειρηματολογήσει υπέρ του.

Ξεινώντας την ανάλυση του επιστημονικού άρθρου στο οποίο αναφέρεται το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού, εντύπωση προκαλεί ο τρόπος με τον οποίο προσπαθεί να οδηγήσει τον αναγνώστη στο ερώτημα αν τελικά το Σύμπαν είναι άπειρο και αν έχει όρια. Αφετηρία του συλλογισμού του αποτελεί η παρατήρησή του ότι η έννοια του μεγάλου και του μικρού στο χώρο είναι σχετική¹⁰⁰, χρησιμοποιώντας λοιπόν την έννοια της σχετικότητας στη

⁹⁹ Πρόκειται για μια ερμηνεία την οποία παραθέτει ξεκάθαρα ο S.L.Jaki στο βιβλίο του Jaki, S.L. (1969, p.131). *The paradox of Olbers' paradox: A case history of scientific thought*. New York: Herder and Herder.

¹⁰⁰ Όλα τα αποσπάσματα προέρχονται από τη μετάφραση του πρωτότυπου στα αγγλικά που παρατίθεται στο βιβλίο: Harrison, E.R. (1987, p. 223-226). *Darkness at night: A riddle of the universe*. England: Harvard University Press.

προσπάθεια του να εξηγήσει την απόσταση μεταξύ Ήλιου και Γης λέει πως πάλι είναι μια απόσταση τόσο μεγάλη που για να γίνει κατανοητή δεν τη προσεγγίζουν με μονάδα που μετρά αποστάσεις, αλλά όπως αναφέρει με μονάδα χρόνου¹⁰¹.

Με σαφή αναφορά στον Herschel, έπειτα πραγματεύεται τις νέες ανακαλύψεις αστεριών που τα εντοπίζουν τα πανίσχυρα τηλεσκόπια και στα οποία και σε αυτή τη περίπτωση δεν μπορούμε να κατανοήσουμε τις τεράστιες αποστάσεις. Με αυτές τις ανακαλύψεις του Herschel θέτει τα πολύ σημαντικά ερωτήματα: Η ματιά του Herschel κατάφερε να διεισδύσει στα όρια του Σύμπαντος; Πέτυχε να προσεγγίσει αυτά τα όρια; Είναι το Σύμπαν άπειρο; Γίνεται κατανοητό-πιστευτό ότι η παντοδυναμία του Δημιουργού θα άφηνε το ατέρμονο Σύμπαν κενό; Για να απαντήσει στα ερωτήματα που έθεσε επικαλείται τον Kant¹⁰². Ο Kant χρησιμοποιώντας τη λογική διατείνεται ότι θα ήταν παράλογο να σκεφτούμε μια ανώτερη άπειρη δύναμη να μένει ανενεργή σε μόνιμη κατάσταση.

Σε συνάρτηση με τα λόγια του Kant προβαίνει ο ίδιος σε μια υπόθεση που επισημαίνει ότι πιθανόν ισχύει -δεν είναι σίγουρος αφού δεν είναι επιστημονικά αποδεδειγμένο -ότι το Σύμπαν που βλέπουμε ή στο μέλλον θα δούμε είναι γεμάτο και αυτό με Ήλιους, πλανήτες και κομήτες. Την υπόθεση του αυτή, για να τη τεκμηριώσει χρησιμοποιεί μια αυθεντία, τον Halley τον οποίο μάλιστα στη συνέχεια μόνος του τον αποικαθλώνει. Αναφέρει λοιπόν πως ο Halley “προσπάθησε να καθιερώσει την ύπαρξη άπειρου αριθμού αστεριών” και αναπτύσσει μέσα στο πρωτότυπο κείμενό του τη συλλογιστική του Halley ασκώντας μάλιστα κριτική στο έργο του στο οποίο μάλιστα βρίσκει αδυναμίες. Σε σχέση με το έργο του Halley, ο Olbers δε διαφωνεί με την αρχική του θέση (για τον άπειρο αριθμό των αστεριών), όσο διαφωνεί με την επιχειρηματολογία του την οποία θεωρεί ανεπαρκή¹⁰³.

Ακριβώς μετά την κρίση του για το εγχείρημα του Halley διατυπώνει στην πιο ξεκάθαρη μορφή του το παράδοξο του Olbers και μάλιστα το χρησιμοποίησε στη προσπάθειά του να ελέγξει τη πεποίθησή του για την απειρία του Σύμπαντος, ανακαλύπτοντας σενάρια που δε θα επιτρέπουν την ύπαρξή του και ξεκινά:

“αμέσως μια σημαντική αντίφαση μας έρχεται στο μυαλό. Εάν πραγματικά υπάρχουν Ήλιοι στο άπειρο Σύμπαν, και αν είναι κατανεμημένοι σε ίσες μεταξύ τους αποστάσεις ή συστηματικοποιημένοι σε

¹⁰¹ Συγκεκριμένα λέει ότι τη μετράνε με το χρόνο που χρειάζεται μια σφαίρα κανονιού να φτάσει από τη Γη στον Ήλιο.

¹⁰² Πρόκειται για απόσπασμα από το έβδομο κεφάλαιο, του δεύτερου μέρους του έργου του Kant :Παγκόσμια φυσική ιστορία και θεωρία των ουρανών.

¹⁰³ Ο Halley ξεκίνησε το συλλογισμό του από την αρνητική διατύπωση ότι αν δεν υπάρχει άπειρος αριθμός αστεριών, τότε θα υπάρχει ένα κέντρο βαρύτητας στο οποίο όλα τα σώματα με αύξουσα ταχύτητα θα οδηγούνται προς αυτό και θα καταρρέουν. Δεν έλαβε υπόψη του τις φυγόκεντρες δυνάμεις.

ομάδες όπως στο δικό μας γαλαξία, τότε ο αριθμός τους πρέπει να είναι άπειρος και ολόκληρη η 'ένταση' των ουρανών πρέπει να φαντάζει τόσο δυνατή όσο ο Ήλιος. Για κάθε ματιά μας (νοητή γραμμή) που ξεκινά από το μάτι μας θα πρέπει να καταλήγει σε ένα αστέρι και συνεπώς στο φως του, το οποίο είναι τόσο δυνατό όσο του Ήλιου, το οποίο θα έφτανε από κάθε μεριά του ουρανού. Χωρίς περαιτέρω αντιρρήσεις, η εμπειρία είναι αντίθετη με αυτή την υπόθεση¹⁰⁴.

Αυτό που πρέπει να επισημανθεί από τη παράθεση και μελέτη του παραπάνω αποσπάσματος είναι πως μπορεί ο Olbers να μην ήταν ο πρώτος που αναρωτήθηκε για αυτή την διάσταση μεταξύ υπόθεσης-θεωρίας και της εμπειρίας, ούτε ήταν κάτι που από μόνο του θεώρησε ότι ήταν άξιο μελέτης, αφού μάλιστα φάνηκε να του προκύπτει αβίαστα¹⁰⁵, χωρίς να του προκαλεί και ιδιαίτερη εντύπωση. Εντούτοις ήταν ο πρώτος που εισήγαγε μέσα στο παράδοξο την έννοια της ομοιογένειας και φυσικά την πολύ σημαντική πτυχή της 'ματιάς' που σε κάθε περίπτωση θα έπρεπε να σταματά σε ένα αστέρι¹⁰⁶.

Αφού λοιπόν διατυπώσει το παράδοξο, επανέρχεται στο Halley, τον οποίο συνεχίζει να μέμφεται καταλήγοντας ότι το βασικό λάθος στους υπολογισμούς του ήταν ότι μπερδεύει τη φαινόμενη λαμπρότητα των αστεριών με τη πραγματική. Στη συνέχεια προβαίνει σε ένα πιο ποσοτικό-τεχνικό υπολογισμό της ποσότητας του φωτός που θα φτάνει στη Γη μέσα από ένα σύστημα στο οποίο τα άστρα τέθηκαν σε ομόκεντρους κύκλους, όπως ακριβώς έκανε και ο Halley. Σε αυτό το σημείο τώρα έρχεται ξανά η αντίθεση με τα παρατηρησιακά δεδομένα, όμως αυτό όπως φάνηκε δεν ήταν και πάλι αρκετό για να εγκαταλείψει την πίστη του στην απειρία του Σύμπαντος.

Συνέπεια αυτής της εμμονής του ήταν κι η δική του εκδοχή της λύσης του παραδόξου. Όλα τα παραπάνω θα ίσχυαν με τη προϋπόθεση ότι ο χώρος, ο ουρανός είναι διάφανα. Φυσικά για τον Olbers δεν είναι. Υπάρχει ένα μέσο το οποίο δεν αφήνει το φως από πιο απομακρυσμένα αστέρια να φτάσει ως εδώ, αφού το απορροφά. Μάλιστα συγκεκριμένα αναφέρει ότι τα αστέρια που βρίσκονται 30.000 φορές πιο μακριά από τον Σύριο δεν συνεισφέρουν καθόλου στη φωτεινότητα του ουρανού. Μια απόδειξη για το μέσο που εμποδίζει τη διάδοση του φωτός των άπειρων αστεριών έρχεται φυσιολογικά για τον Olbers μέσα από τη παρατήρηση των κομητών, συγκεκριμένα αναφέρει: *“από αυτά που ξέρουμε για τους κομήτες και για τις ουρές τους, προϋποθέτουν τη παρουσία κάποιου υλικού από τις περιοχές από όπου περνούν¹⁰⁷”*.

¹⁰⁴ Ο.π. 99.

¹⁰⁵ Στο πρωτότυπο λέει: “immediately an important objection springs to mind”.

¹⁰⁶ Όπως αναφέρεται στη ξενόγλωσση βιβλιογραφία “line of sight argument”.

¹⁰⁷ Ο.π. 99.

Επιπρόσθετα, μέσα στο συγκεκριμένο απόσπασμα και μέσα από την ερμηνεία του Olbers για τον σκοτεινό ουρανό ερμηνεύεται γιατί ο ουρανός δεν είναι εντελώς μαύρος αλλά σκούρος μπλε ακόμα και τις πιο καθαρές, χωρίς φεγγάρι νύχτες. Φυσικά εξηγείται από την ατμοσφαιρική σκέδαση του φωτός των αστερών και έδωσε παραδείγματα που το επιβεβαιώνουν.

Ολοκληρώνοντας τη μελέτη στο πρωτότυπο κείμενο του Olbers, εντύπωση προκαλεί ο τρόπος με τον οποίο καταλήγει το συγκεκριμένο επιστημονικό άρθρο παραθέτοντάς το αυτούσιο:

“The Almighty with benevolent wisdom has created a universe of great yet not quite perfect transparency, and has thereby restricted the range of vision to a limited part of infinite space. Thus we are permitted to discover some of the design and construction of the universe, of which we could know almost nothing if the remotest suns were allowed to blaze with undiminished light”¹⁰⁸.

Μέσα από προσεκτική παρατήρηση ο σύγχρονος μελετητής μπορεί να αναγνώσει την επιστημονική σκέψη του 19^{ου} αιώνα. Βλέπουμε πως συνδέεται η Θεία Πρόνοια με την προσπάθεια εκλογίκευσης του φυσικού κόσμου.

Αυτό όμως που πραγματικά αποτελεί ανακάλυψη είναι μια δυνητική σύνδεση του παραδόξου, όπως αυτό διατυπώνεται στο κείμενο του Olbers, με την ασθενή ανθρωπική αρχή. Έτσι σε ένα κείμενο του 1823, εντοπίζουμε ψήγματα της ανθρωπικής αρχής, όπως αυτή διατυπώθηκε στο βιβλίο εκείνο που την επανέφερε στο προσκήνιο, σε εκείνο των J.D. Barrow F.J. Tipler¹⁰⁹. Η διατύπωση που συνάδει με τη συγκεκριμένη αρχή εκφράζεται στις τελευταίες γραμμές του κειμένου του Olbers το οποίο παρουσιάζεται ως εξής: “μας επιτρέπεται να ανακαλύψουμε μέρος του σχεδίου και της δομής του σύμπαντος, για το οποίο δε θα ξέραμε σχεδόν τίποτα αν τα πιο απομακρυσμένα αστέρια έλαμπαν με αμείωτο φως”¹¹⁰. Ως προέκταση του συλλογισμού, αν οι αστέρες έλαμπαν με αμείωτο φως, αν άλλαζε η συγκεκριμένη συνθήκη τότε δε θα ήμασταν σε θέση να το παρατηρήσουμε¹¹¹.

Πέρα από τη διαφορά των μελετητών για την ημερομηνία έκδοσης του συγκεκριμένου επιστημονικού άρθρου, για τη πραγματική συμβολή του Olbers στη σχηματοποίηση του παραδόξου, υπάρχει ένα ακόμη θέμα το οποίο είχε προιαλέσει το ενδιαφέρον των μελετητών του έργου του Olbers. Πρόκειται για την επίδραση που είχε το έργο του Cheseaux στο έργο

¹⁰⁸ Ο.π. 99.

¹⁰⁹ Barrow, J.D. & Tipler, F.J. (1986). *The Anthropic Cosmological Principle*. New York: Oxford University Press.

¹¹⁰ Δεν θα ξέραμε τίποτα αν τ' αστέρια έλαμπαν με αμείωτο φως γιατί δε θα επιβιώναμε εμείς πάνω στη Γη για να τα παρατηρήσουμε.

¹¹¹ Συνιστά μια σύνδεση που θα μπορούσε να αναπτυχθεί περαιτέρω και δεν συνιστά κεντρικό θέμα της παρούσας εργασίας.

του Olbers. Πολλοί είναι εκείνοι που συνδέουν το έργο του Olbers με αυτό του Cheseaux αφού και οι δύο πρότειναν ως λύση για το πρόβλημα του σκοτεινού ουρανού την απορρόφηση του φωτός από ένα μέσο. Επίσης και οι δύο στη προσπάθειά τους να μετρήσουν τις αποστάσεις μεταξύ αστέρων χρησιμοποίησαν την ίδια μέθοδο, συγκρίνοντας τη λαμπρότητα των αστέρων με αυτή των πλανητών. Οι παραπάνω συμπτώσεις γίνονται ύποπτες όταν αναλογιστούμε πως ο Olbers είχε στη κατοχή του έργο του Cheseaux.

Στη προσπάθειά του να δώσει απάντηση στο ζήτημα αυτό, ο S.L. Jaki, ένας από τους σημαντικότερους μελετητές του παραδόξου, έγραψε ένα σχετικό επιστημονικό άρθρο¹¹². Σε αυτό το άρθρο καταλήγει, ύστερα από μελέτη στα πρωτότυπα κείμενα, πως ο Olbers μάλλον πριν από χρόνια είχε διαβάσει τις μελέτες του Cheseaux, πάνω στους κομήτες, χωρίς όμως να του έχουν κινήσει το ενδιαφέρον και κάποιες δεκαετίες αργότερα από αυτή την ανάγνωση υποσυνείδητα την χρησιμοποίησε, χωρίς και ο ίδιος να το καταλάβει. Σύμφωνα με τον S.L. Jaki μια συνειδητή αντιγραφή δεν συνάδει με το χαρακτήρα του έργου του Olbers όταν ο ίδιος φαίνεται να δίνει ιδιαίτερη σημασία στο να αναγνωρίζει τις πηγές του¹¹³. *“Εξάλλου θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως άλλη μια ταυτόχρονη αλλά ανεξάρτητη ανακάλυψη”* όπως συμπληρώνει ο S.L.Jaki.

Ιδιαίτερα αποκαλυπτική είναι η πορεία του συγκεκριμένη άρθρου του Olbers. Πρόκειται για το μοναδικό κείμενο στο οποίο ασχολείται με ένα κοσμολογικό πρόβλημα -αυτό του πεπερασμένου ή άπειρου Σύμπαντος- το οποίο όμως για χρόνια φίλοι του και θαυμαστές το είχαν παραγνωρίσει. Ακόμα και ο Bessel, ο οποίος ήταν αφοσιωμένος φίλος του και φαίνεται *“να ξέρει πραγματικά το μυαλό του Olbers”*¹¹⁴ σε διάφορες ομιλίες του, ακόμα και σε άρθρο που έγραψε μετά το θάνατο του Olbers εις μνήμη του δεν αναφέρθηκε σε αυτό¹¹⁵. Σίγουρα μέχρι και το τέλος του αιώνα κατά τον οποίο γράφτηκε το συγκεκριμένο άρθρο, όταν ο Schilling εξέδωσε τη πρώτη συλλογή άρθρων του Olbers και φυσικά αγνόησε τις υποθέσεις του για τον σκοτεινό ουρανό. Δυστυχώς δεν έχει διασωθεί και κάποιο προσωπικό σχόλιο του ίδιου του συγγραφέα για αυτή την περιήγησή του στον σκοτεινό ουρανό.

Εν κατακλείδι, η σύντομη αναδρομή στη ζωή και το έργο του Olbers μας οδηγεί στη σκιαγράφηση ενός επιστήμονα παθιασμένου με την Αστρονομία και ιδιαίτερα με αυτό που

¹¹² Jaki, S.L. (1970). New light on Olbers's dependence on Cheseaux. Journal for the History of Astronomy, 1, 53.

¹¹³ Πρόκειται για μια επισήμανση που μπορεί να επαληθευτεί μέσα από τα πρωτότυπα του όπου συνεχώς αναφέρει ονόματα όπως Herschel, Kant, Bouguer... των οποίων έργα τους ή λόγια τους επικαλέστηκε.

¹¹⁴ Πρόκειται για χαρακτηρισμό που προέρχεται από : Jaki, S.L. (1969, p. 142). The paradox of Olbers' paradox: A case history of scientific thought. New York: Herder and Herder.

¹¹⁵ Bessel, H.G.R. (1845). Ueber Olbers. Astronomische Nachrichten, 521, 265-270.

βλέπει το μάτι, το επιστητό. Προσπαθεί να εξηγήσει και να αποικωδικοποιήσει τους κομήτες και μέσα από τη παρατήρηση να τους εξορθολογήσει. Πρόκειται για έναν άνθρωπο που προσπαθεί να συνδυάσει την ιατρική με την φυσική, το απτό με το υπερβατό, το Θείο με τη Λογική και όλα αυτά πάντα μέσα σε ένα πλαίσιο επιστημονικότητας.

Το αν τελικά δικαίως ονομάστηκε το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού, παράδοξο του Olbers αναπόκειται στην ευαισθησία του κάθε μελετητή να το κρίνει. Μπορεί να μην το γέννησε, αλλά σίγουρα το κυοφόρησε για να το μεταδώσει στην επόμενη γενιά, προσδίδοντάς του νέα χαρακτηριστικά.

2.6. John Herschel

“Every student who enters upon a scientific pursuit, especially if at a somewhat advanced period of life, will find not only that he has to learn, but much to unlearn”¹¹⁶

J. Herschel

Ο John Frederic William Herschel (όπως ήταν ολόκληρο το όνομά του) αποτελεί σημείο αναφοράς για την Αστρονομία του 19^{ου} αιώνα, κατά μελετητές ίσως “ο σπουδαιότερος αστρονόμος του 19^{ου} αιώνα”¹¹⁷. Πρόκειται για μια ολόκληρη οικογένεια ή οποία άφησε το στίγμα της στην ιστορία των Επιστημών και ιδιαίτερα στην Αστρονομία. Ο πατέρας του John Herschel ήταν ο William Herschel, ένα από τους πιο επιτυχημένους κατασκευαστές τηλεσκοπίων -αφού κατασκεύασε το μεγαλύτερο για την εποχή του τηλεσκόπιο- και υπήρξε και θεμελιωτής της γαλαξιακής Αστρονομίας¹¹⁸. Συνεπώς, ο νεαρός John Herschel, επηρεάστηκε και συνδιαμορφώθηκε από τα ερεθίσματα και τις επιδράσεις που του άσκησε ο πατέρας του και η θεία του Caroline Herschel¹¹⁹.

Γεννήθηκε στις 7 Μαρτίου του 1793 στο Slough, της Αγγλίας. Μητέρα του ήταν η Mary Pitt, κόρη ενός εύπορου εμπόρου και ήταν μοναχοπαίδι. Η εκπαίδευσή του συνάντησε κάποια προσκόμματα, αφού 8 χρονών ενώ φοιτούσε στο Eton College, έπεσε θύμα ενδοσχολικής

¹¹⁶ Herschel, J.W. (1876, p. 17). *Outlines of Astronomy*. New York: Appleton and CO.

¹¹⁷ Zamarovsky, P. (2013). *Why is it dark at night?* USA: Authorhouse.

¹¹⁸ Ο.π.

¹¹⁹ Ήταν Γερμανίδα αστρονόμος με σημαντικό έργο στους κομήτες. Ήταν η πρώτη γυναίκα που έλαβε μισθό για την εργασία της ως επιστήμονας, ήταν η πρώτη γυναίκα στην Αγγλία που κατείχε κυβερνητική θέση και η πρώτη γυναίκα που δημοσίευσε έργο της στο “Philosophical Transaction” της Βασιλικής Εταιρίας.

βίας, έτσι μετά από μερικούς μήνες η μητέρα του του αναγκάστηκε να τον μεταφέρει. Το 1809 εισάγεται στο St John's College στο Cambridge.

Ως προπτυχιακός έρχεται σε επαφή με τον Charles Babbage και τον George Peacock, με τους οποίους ιδρύει το 1812 την “Analytical Society”. Το 1813 αποφοιτά πρώτος, ενώ την ίδια χρονιά έχει πολλές διακρίσεις και αναγνωσιμότητα καθώς ανακηρύσσεται μέλος του κολεγίου από το οποίο αποφοίτησε, και μέλος της Βασιλικής Εταιρείας του Λονδίνου ύστερα από τη δημοσίευση εργασιών όπως: “On a remarkable application of Cotes's theorem in the Transactions of the Royal Society”¹²⁰.

Αυτό που προκαλεί ιδιαίτερη εντύπωση στον αναγνώστη της βιογραφίας του, είναι η στροφή στα ακαδημαϊκά ενδιαφέροντα του, όταν αμέσως λίγο καιρό μετά την αποφοίτηση του επιλέγει να ακολουθήσει το επάγγελμα του νομικού, αντίθετη επιλογή από τις σπουδές και τα ενδιαφέροντά που είχε επιδείξει ως τότε και επιλογή σίγουρα αντίθετη από την επιθυμία του πατέρα του. Μετά από 18 μήνες βλέπουμε να απορρίπτει τα νομικά και να επιστρέφει στο Cambridge ως προογυμναστής και εξεταστής στα μαθηματικά.

Η επιλογή-στροφή όμως που έκανε και τον αναδεικνύει πρωταγωνιστή στην ιστορία του παραδόξου, ήταν όταν το καλοκαίρι του 1816, ύστερα από διακοπές που έκανε με τον ηλικιωμένο πια πατέρα του, επιλέγει να ασχοληθεί με την Αστρονομία για να συνεχίσει το έργο-κληρονομιά που του κληροδοτεί ο πατέρας του σχετικά με τη “χαρτογράφηση των ουρανών”¹²¹. Βέβαια η Αστρονομία δεν ήταν το μοναδικό πεδίο μελέτης και έρευνας, αφού παράλληλα ασχολούνταν και με τη Χημεία, τη Βοτανική, και την Οπτική. Δεν είναι άλλωστε τυχαίο ότι πριν καν δημοσιεύσει το πρώτο του κείμενο σχετικά με τον ουρανό, προηγήθηκε η δημοσίευση πειραμάτων που έκανε στη χημεία και τη φωτογραφία το 1819.

Το πρώτο του κείμενο Αστρονομίας δημοσιεύθηκε το 1822 και αφορούσε σε μια νέα μέθοδο για να υπολογίζουν τις ελλείψεις της σελήνης. Η πρώτη του όμως μεγάλη μελέτη, η οποία δημοσιεύθηκε στο “Transactions of the Royal Society”, το 1824 και για το οποίο έλαβε διακρίσεις και βραβεία, είχε ως θέμα του τη χαρτογράφηση διπλών αστέρων¹²². Η

¹²⁰ Herschel, J.F.W., (1813). On a remarkable application of Cotes's theorem in the Transactions of the Royal Society. Phil. Trans. R. Soc. Lond, 103, 8-26.

¹²¹ Από την αλληλογραφία που έχει με τον στενό του φίλο Charles Babbage αναδεικνύεται το παραπάνω “I shall go to Cambridge on Monday where I mean to stay just enough time to pay my bills, pack up my books and bid a long - perhaps a last farewell to the University. ... I am going under my father's directions, to take up the series of his observations where he has left them (for he has now pretty well given over regular observing) and continuing his scrutiny of the heavens with powerful telescopes”. King-Hele, D. G. (1992). John Herschel 1792-1871: A bicentennial commemoration. London: Royal Society.

¹²² Herschel, J. F. W. & South, J. (1824). Observations of the Apparent Distances and Positions of 380 Double and Triple Stars, Made in the Years 1821, 1822, and 1823, and Compared with Those of Other Astronomers; Together with an Account of Such Changes as Appear to Have

μελέτη για τους διπλούς αστέρες συνέχισε ως το 1833 όπου και ανέπτυξε μεθόδους για να προσδιορίσει την τροχιά τους και για την οποία κέρδισε το βασιλικό μετάλλιο της “Βασιλικής Εταιρείας” το 1833.

Μελανό σημείο της σταδιοδρομίας του, αλλά ευτυχής συγκυρία για την ιστορία των Επιστημών, ήταν η απογοήτευση που βίωσε το 1831 όταν απέτυχε να εκλεγεί πρόεδρος της Βασιλικής Εταιρείας (Royal Society). Πρόκειται για ένα περιστατικό που τον απογοήτευσε και μάλλον τον οδήγησε στην απόφασή του να ταξιδέψει ως το Ακρωτήριο της Καλής Ελπίδας για να καταγράψει και να καταλογογραφήσει τα ουράνια αντικείμενα στο Νότιο ημισφαίριο. Επειδή έφτασε με την οικογένειά του το 1834 και έμεινε για 4 χρόνια. Αυτό το ταξίδι, μοιάζει περισσότερο με την ολοκλήρωση ενός ιερού χρέους απέναντι στην ιερά παρακαταθήκη που είχαν αφήσει οι προγονοί του και πιο συγκεκριμένα ο πατέρας του.

Στο διάστημα της παραμονής του στην Νότια Αφρική χρησιμοποιώντας τις ίδιες αρχές όπως ο πατέρας του και με εργαλείο του το 20 ποδιών διαθλαστικό τηλεσκόπιο που είχε φέρει μαζί του, κατάφερε να χαρτογραφήσει και τους Νότιους ουρανοί¹²³. Επίσης κατά την παραμονή του εκεί κατάφερε να μελετήσει την επιστροφή του κομήτη του Halley το 1835 και κατανόησε ότι υπόκειται και σε άλλες δυνάμεις εκτός της βαρυτικής που τον επηρεάζει, μια δύναμη που είναι απωθητική ως προς τον Ήλιο, για κάποιους ανακάλυψε τους ηλιακούς ανέμους καθώς και ότι αέρια εκλύονταν από τον κομήτη. Πολλές ήταν οι σημαντικές ανακαλύψεις αυτής της τετραετίας, αρκεί να επισημανθεί ότι στο σύνολο ανακάλυψε 525 νεφελώματα και αστρικά σμήνη καθώς και 3.300 διπλούς αστέρες.

Με την ολοκλήρωση του έργου του πατέρα του και την αναθεώρηση-επανεξέταση όσων μπορούσε να παρατηρήσει από την Αγγλία στο βόρειο ημισφαίριο, αναδείχθηκε και συνεχίζει να είναι ο μοναδικός παρατηρητής του ουράνιου θόλου με ένα τεράστιο για την εποχή τηλεσκόπιο¹²⁴. Εκτός από μια πολύ παραγωγική περίοδο, η παραμονή του στην Αφρική αποτέλεσε κατά τα λεγόμενά του: “την ευτυχέστερη, πιθανότατα της ζωής του”, αφού ήταν απαλλαγμένος από τις υποχρεώσεις που πλέον είχε ως διακεκριμένος επιστήμονας στην πατρίδα του.

Ένα από τα πιο διάσημα κείμενα αστρονομικού περιεχομένου το οποίο γράφτηκε το 1849 ήταν το “*Outlines of astronomy*” και το οποίο αποτελεί μια εκτεταμένη και αναθεωρημένη μορφή του έργου του “*Treatise on Astronomy*”. Το πόσο διάσημο έγινε το συγκεκριμένο

Taken Place in Them Since Their First Discovery. Also a Description of a Five-Foot Equatorial Instrument Employed in the Observations. Phil. Trans. R. Soc. Lond., 114, 1-412.

¹²³ “Southern skies”, στο Harrison, E.R. (1987, p.113). *Darkness at night: A riddle of the universe*. England: Harvard University Press.

¹²⁴ Hoskin, M., (2003, p.103). *The history of Astronomy: A very short Introduction*. Oxford: Oxford university press.

έργο του, επιβεβαιώνεται από τις 11 εκδόσεις μέσα σε δυο δεκαετίες και την μετάφρασή του σε πολλές γλώσσες. Το συγκεκριμένο κείμενο παρέχει στον αναγνώστη του μια ευρεία ποικιλία γνώσεων αντιμετωπίζοντας τον Κόσμο ως ένα σύνολο, εξετάζοντας παράλληλα φαινόμενα, γήινα συνάμα με ουράνια.

Για να κατανοήσει ο αναγνώστης την Κοσμολογία του, σύμφωνα και με τον Hoskin¹²⁵, θα πρέπει να την προσεγγίσει βάσει τριών αξόνων. Πρώτο πεδίο διερεύνησης θα είναι τα νεφελώματα, ύστερα η σχέση του Γαλαξία με τα νεφελώματα και καταληκτικά τις λεπτομέρειες της γαλαξιακής δομής. Σε σχέση με τα νεφελώματα δεν θεωρούσε ότι έχουν κάποια φυσική διαφοροποίηση σε σχέση με τα συμπλέγματα αστέρων και ότι θα πρέπει και στις δύο περιπτώσεις να κατηγοριοποιούνται με κριτήριο την όψη. Όσο για τη δομή του Γαλαξία μάλλον φαντάζει απείρως πιο περιπλοκή από αυτήν που αρχικά φανταζόταν, όταν μάλιστα πλέον καταλήγει ότι δεν είναι απλώς ένα στρώμα (a tratum), αλλά ένα δακτύλιος (an annulus)¹²⁶.

Η συσχέτιση του John Herschel, με το αίνιγμα του σκοτεινού ουρανού ξεκινά το 1848, όταν συντάσσει και δημοσιεύει κριτική -σε έκταση βιβλίου- για την πρώτη αγγλική μετάφραση του έργου του Humboldt (Γερμανός πολυμαθής, εξερευνητής, φυσιοδίφης) με τίτλο “Kosmos”, και το τιτλοφορεί ομώνυμα “Humboldt’s Kosmos”¹²⁷. Ξεκινάει θέτοντας ρητορικά ερωτήματα, συνεχίζει εκθειάζοντας τον συγγραφέα του “Kosmos”, ύστερα παρουσιάζει τα περιεχόμενα του βιβλίου με έναν λόγο και μια προσέγγιση όχι τόσο τεχνική αλλά περισσότερο φιλοσοφική-θεωρητική. Το φαινόμενο του φωτός και η ανάλυση – θέση που αναπτύσσει για το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού ξεκινά στη σελίδα 283. Από το 1826 και την εποχή του Olbers, ως το τέλος του 19^{ου} αιώνα, η αλήθεια είναι ότι το αίνιγμα του σκοτεινού ουρανού αναφερόταν σε πολλές περιπτώσεις αλλά η πραγματική του αξία, η κατανόηση του και η επιτακτικότητα εξήγησης και αποσαφήνισής του, λίγες φορές αναδείχθηκε.

Στη σελίδα 283 λοιπόν αναφέρεται στο φαινόμενο του φωτός, το οποίο χαρακτηρίζουν κατά τον Herschel, οι ομοιογενείς ιδιότητες του, η συγκεκριμένη ταχύτητά του και η συνύπαρξή του με το κενό καθώς και η μεταφορά οποιασδήποτε πληροφορίας που έρχεται από τα πέρατα για να καταλήξει πώς όλα τα παραπάνω μαρτυρούν μια ενότητα-ενοποίηση και μια κίνηση στην υπόσταση της φύσης. Μάλιστα στη συνέχεια παραθέτει ένα αυτούσιο

¹²⁵ Hoskin, M. (1987). Herschel's Cosmology. *Journal for the History of Astronomy*, 18, (1). 1.

¹²⁶ Ο.π.

¹²⁷ Herschel, J. (1848). , *Humboldt’s Kosmos*, *The Edinburgh review*, 87, *Essays from the quarterly reviews*, 1857, 257-364.

απόσπασμα από το βιβλίο το οποίο κρίνει, το οποίο συνδέει το φως και τη θερμική ενέργεια με τον δικό μας Ήλιο και φυσικά με τους Ήλιους που υπάρχουν στο Σύμπαν γενικά.

Φυσικά εναρμονίζεται με τον Humboldt ο οποίος προορίζει την ουράνια από την γήινη θεώρηση της φύσης και για αυτό περιγράφει τη δική μας γήινη σφαίρα με όρους αστρικούς και πλανητικούς. Για να συνεχίσει, ότι μια τέτοια περιγραφή φαντάζει ένα υπερθέαμα μέσα στο οποίο πρέπει να θέσουμε εαυτούς μέσα σε ένα τέτοιο πλαίσιο σκέψης. Τότε λοιπόν είναι που στρέφει το βλέμμα του προς το ένδον και θέτει τα ερωτήματα: Που είμαστε; και αν υπάρχει ακρότατο όριο; Με αφετηρία το ερώτημά του αυτό ξεκινά μια κριτική μέσα στην κριτική, αφού μέσα στο κείμενο στο οποίο αξιολογεί τη θεώρηση του Κόσμου από τον Humboldt, παραθέτει, σχολιάζει και τελικά καταρρίπτει την θεωρία του Olbers για τα σκοτεινά σημεία του ουρανού.

Αρχικά αποδίδει τη θεωρία, ότι το εύρος του έναστρου στερεώματος είναι κυριολεκτικά άπειρο σ' έναν από τους “μεγαλύτερους αστρονόμους” όπως τον χαρακτηρίζει, τον Olbers. Η θεμελίωση ενός τέτοιου αξιώματος συνδέεται και με τη θεώρηση ότι τα ουράνια κενά, σ' ένα μικρό ποσοστό είναι ελαφρώς μη διαφανή, οπότε από μια απόσταση και μετά πολλά είναι αυτά που είναι και παραμείνουν αθέατα. Αυτή την θεώρηση την καταρρίπτει με το επιχειρήμα πως αν είναι έτσι, τότε δε θα έπρεπε το φως από κάθε Ήλιο να φωτίζει οποιαδήποτε κοιλότητα του στερεώματος; Έτσι λοιπόν το χαρακτηρίζει “περίεργο” επιχειρήμα που δεν θα τον απασχολήσει ιδιαίτερα και “άστοχο”.

Αρχίζει λοιπόν και δίνει τη δική του οπτική, την οποία μάλιστα φαίνεται να θεωρεί πολύ λογική, προφανή, αφού ξεκινά και με τη φράση: “τίποτα δεν είναι πιο εύκολο από το να φανταστούμε” και συνεχίζει αναφερόμενος σε βαθμίδες συστηματικής διάταξης των αστέρων και τα οποία κατά την άποψή του επιβεβαιώνονται από αυτά τα οποία βλέπουμε και γύρω μας και τα οποία δικαιώνουν την “απόλυτη” απειρία του αριθμού τους. Στην ίδια παράγραφο, καταλήγει με τη δική του διατύπωση για τη φύση του φωτός και τη διαφορά του από τη θερμική ακτινοβολία.

Στην κατακλιδα αυτής της παραγράφου βρίσκεται και το βασικό αντεπιχείρημα, με το οποίο καταρρίπτει τη λύση που είχε δώσει πριν από αυτόν για το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού ο Olbers. Πιο συγκεκριμένα αναφέρει, ότι το φως πραγματικά μπορεί να χαθεί, να καταστραφεί, όμως το ίδιο δεν ισχύει για τη θερμική ακτινοβολία. Η οποία όταν απορροφηθεί παραμένει ενεργή και μπορεί να θερμάνει το μέσο το οποίο την απορρόφησε και με τη σειρά του να καταστεί το ίδιο ακτινοβόλο και να απελευθερώσει όση ενέργεια έλαβε.

Σύμφωνα με τα παραπάνω λοιπόν, αυτό το οποίο βλέπουμε είναι ότι ο Herschel, κατακρίνει και δε συμφωνεί με τον Olbers σχετικά με την έκταση του αστρικού στερεώματος

το οποίο χαρακτηρίζει “κυριολεκτικά άπειρο”. Αυτό το οποίο δε μπορούμε να κατανοήσουμε, ή μάλλον να καταλάβουμε τη λεπτή διαφορά που υπάρχει μεταξύ της κυριολεκτικής και της απόλυτης όπως την χαρακτηρίζει ο Herschel απειρίας. Δεν αποτελούν ταυτόσημες έννοιες ή δεν αποδίδουν και οι δυο φράσεις το ίδιο περιεχόμενο;

Σε άλλο κείμενο το οποίο και πάλι συναντάμε αυτή τη δυστοκία ανάμεσα στους όρους της απόλυτης και της κυριολεκτικής έννοιας του απείρου είναι στις επιστολές τις οποίες ανταλλάσσει με τον Richard Proctor, το 1869. Σε συγκεκριμένο λοιπόν απόσπασμα αναφέρει: “*ένα από τα επιχειρήματα τα οποία είναι υπέρ της χωρικής εξαφάνισης του φωτός είναι ότι αν δεν υπάρχει τέτοια εξαφάνιση, τότε ολόκληρος ο ουρανός θα ήταν μια φλόγα ηλιακού φωτός- αποδεχόμενος ότι το Σύμπαν είναι άπειρο, γιατί τότε υποστηρίζεται το γεγονός ότι έτσι δεν θα υπήρχε καμία κατεύθυνση στην οποία η οπτική ακτίνα δεν θα συναντούσε ένα αστέρι. Αυτή όμως η θέση είναι απατηλή, γιατί είναι εύκολο να φανταστούμε ένα σύνταγμα του σύμπαντος κυριολεκτικά άπειρο το οποίο θα επέτρεπε τέτοιου είδους κατευθύνσεις διείσδυσης, ώστε να μην συναντά ένα αστέρι*”¹²⁸.

Το συγκεκριμένο απόσπασμα επιβεβαιώνει τη διατύπωση ξανά του παραδόξου και φυσικά ξανασυναντάμε την έννοια της κυριολεκτικής απειρίας.

Φυσικά και δεν συμφωνεί με τον Olbers για την ύπαρξη ενός μέσου το οποίο απορροφά όλη την ενέργεια ή το φως και εδώ είναι που έχουμε την πρώτη προσέγγιση του παραδόξου από τη σκοπιά της θερμοδυναμικής, χωρίς ωστόσο να έχει ακόμη διατυπωθεί ο ανάλογος νόμος της θερμοδυναμικής, ο νόμος διατήρησης της ενέργειας. Προβαίνει στον ανάλογο συλλογισμό κάνοντας διάκριση μεταξύ φωτός και θερμικής ακτινοβολίας.

Η αντιπρότασή του σε ένα μοντέλο το οποίο καταρρίπτεται είναι φυσικά η πρότασή του για ένα ιεραρχικό μοντέλο δόμησης του κόσμου. Αυτό το μοντέλο όσο και αν ο ίδιος το θεωρούσε εύκολο να το αντιληφθεί ο αναγνώστης, αστόχησε να το επεξηγήσει ή να αναλύσει περαιτέρω, αυτή τη “*συστηματική διάταξη των αστέρων*” στο συγκεκριμένο απόσπασμα. Ίσως του φαινόταν απολύτως φυσιολογικό ένα τέτοιο σύστημα γιατί ήταν παρόμοιο με το σύστημα το οποίο είχε παρουσιάσει νωρίτερα ο Kant.

Ο ίδιος, μέσα από τις παρατηρήσεις φαίνεται να έχει καταλήξει στο συμπέρασμα ότι τα νεφελώματα είναι συμπλέγματα αστέρων, μέσα ή στις παρυφές του δικού μας Γαλαξία και φυσικά ότι ο Γαλαξίας μας είναι το μεγαλύτερο σώμα μέσα στο Σύμπαν. Πίστευε ότι ο Γαλαξίας μας περιλαμβάνει όλη την ορατή έναστρη σφαίρα.

Οι μαύρες περιοχές κατά τη δική του θεώρηση, ήταν εντελώς κενές από αστέρες και βρισκόνταν εκτός του γαλαξιακού μας συστήματος, ενώ οι υπόλευκες ήταν οπτικό εφέ των

¹²⁸ Harrison, E. (2000, p.509). *Cosmology: The science of the Universe*. Cambridge: Cambridge University Press.

συμπλεγμάτων αστέρων που βρίσκονταν στην ακρότατες περιοχές. Μάλιστα θεωρούσε ότι είχε βρει και τις παρατηρησιακές αποδείξεις ότι υπάρχουν σημεία εντελώς σκοτεινά λόγω της έλλειψης κάποιας πηγής φωτός.

Δεν μπορεί να αποδεχθεί τον Olbers, αφού δε συμφωνούν τα παρατηρησιακά δεδομένα με τις βασικές αρχές της θεωρίας του: α) Την ομοιογενή κατανομή των αστέρων και β) Την μείωση- εξαφάνιση του φωτός ύστερα από μια απόσταση λόγω ενός μέσου. Όπως και ο ίδιος είπε: “δεν είμαστε ελεύθεροι να διαφωνήσουμε”¹²⁹. Μάλιστα σε άλλο του κείμενο, στο “Outlines of Astronomy” δεν διστάζει να χαρακτηρίσει τους ισχυρισμούς του Olbers “μεταφυσικούς”.

Γιατί χαρακτηρίζει όμως μεταφυσικούς τους ισχυρισμούς του Olbers μπορούμε να το κατανοήσουμε αν δούμε ίσως από απόσταση την αντίληψη που είχε για τις επιστημονικές θεωρίες. Σύμφωνα λοιπόν με τη δική του προσέγγιση οι επιστημονικές θεωρίες δεν έπρεπε να προβλέπουν μη ακόμα παρατηρούμενα φαινόμενα, αλλά να φωτίζουν τα ήδη γνωστά γεγονότα και τους νόμους οι οποίοι επιβεβαιώνονται μέσα από την παρατήρηση. Παρακολουθώντας και τον συλλογισμό του Jaki¹³⁰, αφού τα γεγονότα είναι πεπερασμένα και η απειρία ποτέ δεν είναι παρατηρήσιμη, δεν μπορεί να πιστοποιηθεί, συνεπώς δεν είναι επιστημονική και ίσως έτσι καταλήγει ότι είναι μεταφυσικοί και οι ισχυρισμοί του Olbers.

Ολοκληρώνοντας ο J. Herschel, ήταν αυτός που μέσα από τη θεώρηση του Κόσμου του έθεσε τα θεμέλια για την ιεραρχική άποψη του σύμπαντος προτείνοντας ένα νέο κοσμολογικό μοντέλο. Μέσα από την προσπάθειά του να επιλύσει το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού, συστηματοποίησε τους αστέρες και τους ταξινομήσε δημιουργώντας συστηματοποιήσεις μεγαλύτερες και ακόμη μεγαλύτερες και ούτω καθ' εξής. Μόνο έτσι μπορούσε να δικαιολογήσει τα σκοτεινά κενά σ' ένα άπειρο σύμπαν. Αναδείχθηκε έτσι και ο ίδιος σε αμύνητορα ενός πολυεπίπεδου σύμπαντος.

Ήταν ένας παρατηρησιακός κοσμολόγος και αυτό ήταν που τον έκανε να πιστέψει πως η δομή του σύμπαντος ήταν πολύ σύνθετη. Δυστυχώς ο λόγος του ήταν επίσης πολυσύνθετος και έτσι κατανοούμε την επιφυλακτικότητα ορισμένων μελετητών και την όχι ιδιαίτερα απήχηση του έργου του σε αντίθεση με του πατέρα του. Ο λόγος του δυσερμήνευτος και όχι τόσο εναργής, είναι που καθιστά το έργο του και ίσως την πραγματική συνεισφορά του στην προσέγγιση του παραδόξου δύσκολα προσπελάσιμες και αναγνωρίσιμες σε συνδυασμό με την εμμονή του να αναδείξει το έργο του προκατόχου του, τα οποία τον δυσχεραίνουν να ορίσει ξεκάθαρα τη θέση του.

¹²⁹ Jaki, S.L. (1969, p. 149). *The paradox of Olbers' paradox: A case history of scientific thought*. New York: Herder and Herder.

¹³⁰ Ο.π.

2.7 Edgar Allan Poe

“To the dreamers and those who put faith in dreams,
as in the only realities”
Preface of “Eureka”

Ο Edgar Allan Poe, αποτελεί μια από εκείνες τις περιπτώσεις που επιβεβαιώνουν την θεώρηση, ότι η Κοσμολογία αποτελεί μια Επιστήμη, που μπορεί να αντλήσει έμπνευση από το επιστητό και όχι μόνο από τη λογική. Πώς ένας Αμερικανός λογοτέχνης μπορεί να εμπλέκεται σε μια ιστορική αναδρομή και προσπάθεια κατανόησης ενός κοσμολογικού προβλήματος; Η απάντηση προκύπτει απροσδόκητα, μέσα από ένα ποίημα. Πριν όμως αναλύσουμε τη συμβολή του στο παράδοξο του σκοτεινού ουρανού, λίγα λόγια για αυτή την ιδιάζουσα προσωπικότητα.

Μια μικρή έρευνα στην βιβλιογραφία που έχει σχηματιστεί με θέμα τη βιογραφία του, αποδεικνύει την δυσκολία αποκρυπτογράφησης του συγκεκριμένου χαρακτήρα. Όσο και να προσπαθήσουμε να απονεφελώσουμε τον μύθο που έχει σχηματιστεί γύρω από τον Poe, πάντα κάτι νέο προκύπτει που ανατρέπει τα δεδομένα. Τα βιβλία που έχουν γραφεί λειτουργούν το ένα ως αντίποδας του άλλου. Κάποια βιβλία είναι λες και παρουσιάζουν τη ζωή ενός αγίου και άλλα τον περιγράφουν με τα πιο ζοφερά χρώματα. Για αυτό το λόγο θα περιοριστούμε στα απολύτως απαραίτητα.

Πρόκειται για Αμερικανό συγγραφέα, ποιητή, εκδότη. Εντάσσεται στο κίνημα του αμερικανικού ρομαντισμού. Είναι πολύ σημαντική η επίδρασή του στην παγκόσμια λογοτεχνία, αφού υπήρξε ο θεμελιωτής των ιστοριών τρόμου και φαντασίας, καθώς και των αστυνομικών ιστοριών. Το πιο γνωστό έργο του είναι “Το Κοράκι” (The Raven).

Ο Edgar Allan Poe, ήταν μια προσωπικότητα πολύπλευρη όπως και τα ενδιαφέροντά του. Είχε δείξει από μικρός την αγάπη του στην Αστρονομία, γεγονός που αποτυπώνεται και στο έργο που έγραψε ένα χρόνο περίπου πριν το θάνατό του, με τον ελληνοπρεπή τίτλο: “Εύρηκα”. Αυτό το έργο του είναι άλλος ένας λόγος που το όνομα του Poe, κερδίζει άλλο ένα φάσμα του αναγνωστικού κοινού, εκτός το λογοτεχνικό, αυτό το επιστημονικό. Αυτό το έργο του είναι που συνδέει έναν λογοτέχνη με την Αστρονομία - για να είμαστε πιο ακριβείς, με την Κοσμολογία- και που θα αποτελέσει αντικείμενο μελέτης στην παρούσα εργασία.

Προπομπός του συγκεκριμένου πονήματος, ήταν μια δίωρη διάλεξη που έδωσε ο Poe στις 3 Φεβρουαρίου του 1848 στη Νέα Υόρκη με τίτλο: “On the Cosmology of the Universe”. Τον Ιούνιο του ίδιου χρόνου, ενίσχυσε το συγκεκριμένο κείμενο και το εξέδωσε με τον τίτλο: “Eureka: A prose poem”, αφού έλαβε από τον εκδότη του 14 δολάρια ως αμοιβή. Ένα βιβλίο

στο οποίο ο Poe παρουσίαζε τη δική του θεώρηση του Σύμπαντος. Μόνο 500 αντίτυπα δημιουργήθηκαν, τα οποία πουλήθηκαν με αργούς ρυθμούς, παρά τις πολύ θετικές κριτικές που είχε λάβει το βιβλίο.

Γιατί το συγκεκριμένο βιβλίο δεν είχε την επιτυχία που του άρμοζε; Μπορεί να ερμηνευθεί ποικιλοτρόπως. Μια πιθανή ερμηνεία ίσως είναι ότι *“η Επιστήμη του ήταν πολύ μεταφυσική και η μεταφυσική του πολύ επιστημονική”*¹³¹. Μια άλλη εκδοχή είναι πως ίσως δεν είχε την δέουσα αποδοχή, γιατί το περιεχόμενο του κειμένου δεν ήταν πρωτότυπο αλλά την έμπνευσή του την αντλεί από κείμενα όπως τα “Kosmos” του Humboldt, “Views of the Architecture of the Heavens” του John Herschel, “The martyrs of science” του David Brewster. Παρ’ όλα αυτά ο ίδιος ο Poe, ποτέ δεν προσπάθησε να καπηλευτεί την πρωτοπορία, δεν είναι άλλωστε τυχαία η αφιέρωσή του στον Humboldt. Μπορεί να φαντάζει από μια επιφανειακή ανάγνωση όπως είχε πει και η Carol Hopkins Maddison: *“ως μια σύνθεση των πιο ανεπτυγμένων ιδεών του 19^{ου} αιώνα, όμως δεν είναι απλοϊκά αυτό, είναι ολοκληρωτικά πρωτότυπο, αφού πήρε παλιές ιδέες τις οποίες τις γενίκευσε ή τους έδωσε νέο νόημα”*¹³².

Το απόσπασμα του πεζολογικού αυτού ποιήματος, το οποίο μας απασχολεί και το οποίο καθιέρωσε το “Eureka” στη βιβλιογραφία του παραδόξου του Olbers, είναι το δεύτερο. Σε αυτό παρουσιάζει την Κοσμολογία του με την μεταφυσική, φυσική και παρατηρησιακή του βάση¹³³. Αυτό το οποίο το καθιστά ιδιαίτερο ανάγνωσμα για αυτή την εργασία είναι το γεγονός ότι δίνει την σωστή λύση του παραδόξου 25 χρόνια μετά την ανάδειξή του, αλλά και το γεγονός ότι αποτελεί τη πρώτη μοντέρνα εφαρμογή της Ανθρωπικής Κοσμολογικής Αρχής.

Ο Poe πιστεύει και δημιουργεί ένα Σύμπαν το οποίο εξελίσσεται και καταρρέει. Επίσης ο χώρος είναι άπειρος, αλλά το υλικό περιεχόμενό του πεπερασμένο. Στη προσπάθειά του να στηρίξει τον πεπερασμένο αριθμό αστέρων δίνει τη σωστή λύση στον γρίφο του σκοτεινού ουρανού και ποιητικά αναφέρει *“τα χρυσά τείχη του σύμπαντος”*¹³⁴. Έτσι λοιπόν αναπτύσσει την εξής επιχειρηματολογία:

“Αν υπάρχει άπειρος αριθμός αστέρων, τότε το υπόβαθρο του ουρανού θα είχε ομοιόμορφη φωτεινότητα, από την στιγμή την οποία δεν θα υπήρχε κανένα σημείο στο οποίο δε θα υπήρχε ούτε ένας αστέρας. Ο μόνος τρόπος, κάτω από αυτές τις συνθήκες που θα μπορούσαμε να κατανοήσουμε τα κενά

¹³¹ Harrison, E.R. (1987, p.148). *Darkness at night: A riddle of the universe*. England: Harvard University Press, αναφέρει: “its science was too metaphysical and its metaphysics too scientific”.

¹³² Cappi, A. (2009, p. 315). *The Cosmology of Edgar Allan Poe, The Role of Astronomy in Society and Culture Proceedings IAU Symposium No. 260, 2009 D. Valls- Gabaud & A. Boksenberg, eds.* Ανακτήθηκε στις 15/02/21 από <https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/S1743921311002468>.

¹³³ Ο.π.

¹³⁴ “Golden walls of the universe” αναγράφεται στο Harrison, E.R. (1987, p.502). *Darkness at night: A riddle of the universe*. England: Harvard University Press.

που τα τηλεσκόπια μας παρουσιάζουν σε διάφορες κατευθύνσεις, θα ήταν αν υποθέταμε ότι η απόσταση του άσρατου υποβάθρου προς εμάς, είναι τόσο μεγάλη που καμία ακτίνα (φωτός) δεν έχει φτάσει σε εμάς ακόμα”¹³⁵.

Στις πρώτες λοιπόν γραμμές του επιχειρήματος βλέπουμε πως σχηματοποιεί αυτό που σήμερα ονομάζουμε παράδοξο του Olbers. Τη λύση στο παράδοξο την δίνει εντελώς αυθόρμητα, μόλις 25 χρόνια μετά την διατύπωσή του από τον Olbers, ο Poe. Την χαρακτηρίζουμε ως αυθόρμητη λύση, -αβίαστη- αφού και σε αυτή τη περίπτωση βλέπουμε πώς ένας άνθρωπος του πνεύματος, εντάσσεται στη χορεία των διανοούμενων που ασχολήθηκαν με το παράδοξο χωρίς οι ίδιοι να το επιθυμούν και χωρίς να το κατανοούν ίσως. Πόσο μάλλον σε αυτή τη περίπτωση, όπου η λύση αυτή διατυπώνεται όχι για να στηρίξει το δικό του μοντέλο του σύμπαντος, αλλά για ένα μοντέλο στο οποίο αντιτίθεται, εντασσόμενο στη φαρέτρα των επιχειρημάτων του για να δημιουργήσει έναν γόνιμο αντίλογο.

Αυτή είναι μια θεώρηση και λύση για τα σκοτεινά σημεία του ουρανού για ένα άπειρο σύμπαν και φυσικά προϋποθέτει ότι η ταχύτητα του φωτός είναι πεπερασμένη. Κατά την άποψη του Alberto Cappi¹³⁶, πρόκειται για μια ερμηνεία όχι πρωτότυπη, αφού θεωρεί ότι επηρεάστηκε ο Poe από το έργο του Humboldt “Kosmos” και τη δική του ερμηνεία για τις σκοτεινές περιοχές του ουρανού, για τις οποίες αναφέρει ότι μπορεί να “υπάρχουν αστέρες εκεί, όμως τα όργανά τους δεν είναι ικανά να τα παρατηρήσουν”¹³⁷. Ο Poe όμως πήγε ένα βήμα παραπέρα τον συλλογισμό, θεωρώντας ότι τα κενά στον ουρανό εξηγούνται από το γεγονός ότι: “το φως των απομακρυσμένων αστέρων δεν μας έχει προσεγγίσει ακόμα”.

Μια τελευταία παρατήρηση που ενισχύει τη σημασία του συγκεκριμένου έργου του Poe, και ίσως πραγματικά αναδεικνύει το “Eureka” συνδέοντάς το άμεσα με τα μετέπειτα κοσμολογικά πορίσματα, είναι και η σύνδεση του χώρου με τη διάρκεια, προοιωνίζοντας τις μετέπειτα συνδέσεις μεταξύ χώρου και χρόνου και τη σύνδεσή του με την Ανθρωπική Αρχή.

¹³⁵ Σε ελεύθερη μετάφραση του αποσπάσματος από το: Cappi, A. (1994, p.187). Edgar Allan Poe's Physical Cosmology. Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society, 35,177-192.

¹³⁶ Cappi, A. (2009, p.318). The Cosmology of Edgar Allan Poe: The Role of Astronomy in Society and Culture. Proceedings IAU Symposium, 260.

¹³⁷ Ο.π.

2.8 Lord Kelvin/ William Thomson.

“Paradoxes have no place in science,
Paradoxes are in ourselves and not to the external world”

Πρόκειται για έναν από τους μεγαλύτερους βρετανούς επιστήμονες. Γεννήθηκε στις 26 Ιουνίου του 1824 στο Belfast, ήταν το τέταρτο παιδί της Margaret και του James Thomson και είχε ρίζες σκωτσέζικες. Ο πατέρας του ήταν μαθηματικός και καθηγητής στο “Royal Academy Institution of Belfast”, ήταν εκείνος που τον δίδαξε. Ακόμη και όταν χρειάστηκε να μετακομίσουν γιατί προτάθηκε στον πατέρα του θέση στη Γλασκόβη, συνέχισε να τον διδάσκει -έχοντας λάβει ο ίδιος κλασική παιδεία- αφού γνώριζε Λατινικά και Ελληνικά. Το 1834 σε ηλικία μόλις 11 ετών γίνεται η εγγραφή του στο Πανεπιστήμιο χωρίς ο ίδιος να έχει πάει ποτέ στο σχολείο¹³⁸.

Άμεσα φαίνεται η κλίση του προς τα Μαθηματικά και τη Φυσική. Το 1840, όταν ήταν μόλις 15 ετών, έρχεται και η εργασία που θα του χαρίσει Πανεπιστημιακή διάκριση με τίτλο: “On the figure of the earth”, στο οποίο αποδείκνυε τις φοβερές μαθηματικές του ικανότητες. Πρόκειται για ένα δοκίμιο το οποίο ήταν πολύ πρωτότυπο ως προς την ανάλυση του και χρησίμευσε ως οδοδείκτης και πηγή ιδεών καθ’ όλη τη διάρκεια της ζωής του και στο οποίο επανήλθε λίγο πριν τον θάνατό του.

Τον πέμπτο χρόνο της φοίτησης του εκεί στρέφεται στη Φυσική. Μέσα σε ένα βράδυ διαβάζει το βιβλίο του Fourier “*Theorie de la Chaleur*”¹³⁹ και τον στιγματίζει. Χωρίς να έχει πάρει πτυχίο ύστερα από 6 χρόνια φοίτησης στη Γλασκόβη, φεύγει και εισάγεται στο Πανεπιστήμιο του Cambridge. Συνδράμει ανώνυμα στο “*Cambridge and Dublin Mathematical Journal*”. Στα 21 του είναι ήδη καταξιωμένος στη μαθηματική φυσική, έως τα 26 του έχει ήδη δημοσιεύσει 50 μελέτες υψηλού μαθηματικού επιπέδου. Πρόκειται για ένα μυαλό αυστηρά μαθηματικό κάτι που διαφάνεται από τον τρόπο με τον οποίο προσπαθούσε

¹³⁸ Thompson, S. P. (1908). *The Kelvin lecture: The life and work of Lord Kelvin*. Michigan: University of Michigan Library. Τα βιογραφικά στοιχεία προέρχονται από τον Silvanus P. Thompson, ο οποίος ξεκίνησε να γράφει τη βιογραφία του Kelvin, με τη συνεργασία του βιογραφούμενου το 1906, αλλά τους πρόλαβε ο θάνατός του.

¹³⁹ Fourier, J. B. J. (1822). *Théorie analytique de la chaleur*. Paris: F. Didot.

να προσεγγίσει οποιοδήποτε θέμα. Δεν ήταν ευχαριστημένος αν δεν είχε την μαθηματική έκφραση αυτού που μελετούσε¹⁴⁰.

Αποτελεί έναν επιστήμονα διάσημο τόσο για τις ανακαλύψεις του, όσο και για την ακαδημαϊκή του εργασία. Ένας άνθρωπος ακεινής με αγνή περιέργεια που τίποτα δεν τον σταματούσε. Τα ενδιαφέροντά του κάλυπταν ένα ευρύ πεδίο όπως: ηλεκτρισμό, μαγνητισμό, θερμοδυναμική, υδροδυναμική αλλά και γεωφυσικά ερωτήματα σχετικά με τις παλίρροιας, το σχήμα της Γης για την περιστροφή της Γης, τον γεωμαγνητισμό, τη διάδοση του φωτός, τις θερμικές μελέτες εδάφους, ασχολήθηκε ακόμα και με θέματα πιο φιλοσοφικά-θεωρητικά όπως τη θεωρία εξέλιξης του Δαρβίνου.

Δημιούργησε 661 επιστημονικά κείμενα και κατοχύρωσε 56 διπλώματα ευρεσιτεχνίας και ήταν ο πρώτος βρετανός επιστήμονας που εντάχθηκε στη Βουλή των Λόρδων. Φαίνεται να δίνει μεγάλη σημασία στη πρακτική εφαρμογή της επιστημονικής γνώσης. Μάλιστα σε ομιλία που έδωσε στο Ινστιτούτο πολιτικών μηχανικών της μεγάλης Βρετανίας τόνισε ότι: “δεν υπάρχει μεγαλύτερο λάθος από το να προσεγγίζουμε υπεροπτικά πρακτικές εφαρμογές της Επιστήμης”¹⁴¹. Γεγονός που επιβεβαιώνεται από τις πατέντες (ευρεσιτεχνίες) που κατοχύρωσε για τη δημιουργία αντικειμένων για εμπορική χρήση που όπως αναφέραμε υπολογίζονται στις 56¹⁴².

Μερικά από τα πιο σημαντικά του επιτεύγματα ήταν αυτά της διατύπωσης των 2 νόμων, από τους 3 της θερμοδυναμικής, της διεύρυνσης του όρου της εντροπίας από τον όρο διαθέσιμη ενέργεια (available energy) που αποτέλεσε τη βάση για τη μετέπειτα εξέλιξη της θερμοδυναμικής, της οποίας μάλιστα ακόμα και το όνομα δόθηκε από τον Kelvin το 1849, σύμφωνα με τον Zamarovsky¹⁴³. Φυσικά εκείνη η ανακάλυψη που τον καθιστά ευρύτερα γνωστό και η οποία πήρε το όνομά της από εκείνον ήταν η επινόηση της κλίμακας Kelvin. Πρόκειται λοιπόν, για έναν διάσημο βικτωριανό επιστήμονα, με τον οποίο ένας ακόμη πιο διάσημος επιστήμονας ο Einstein αναγνώρισε ως “έναν από τους μεγαλύτερους και πιο παραγωγικούς διανοητές του 19ου αιώνα”¹⁴⁴.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει και η αναβάπτισή του. Ο William Thompson μετονομάστηκε και ανακηρύχθηκε βαρόνος Kelvin του Largs, από τη βασίλισσα Βικτωρία μετά από τη

¹⁴⁰ Thompson, S. P. (1908). The Kelvin lecture: The life and work of Lord Kelvin. Michigan: University of Michigan Library., στη σελίδα 4 φαίνεται να έχει πει “when you can measure what you are speaking about, and express it in numbers, you know something about it.”.

¹⁴¹ Kelvin, L. (1891), Popular *LECTURES AND ADDRESSES*. Vol.1, London: Macmillan.

¹⁴² Thompson, S. P. (1908, p.10). The Kelvin lecture: The life and work of Lord Kelvin. Michigan: University of Michigan Library.

¹⁴³ Zamarovsky, P. (2013). Why is it dark at night? USA: Authorhouse.

¹⁴⁴ Trainer, M. (2014). Celebrating the Life of Lord Kelvin: Einstein’s Centenary Tribute. University of Glasgow.

συμμετοχή του στη δημιουργία ενός υποβρύχιου διατλαντικού καλωδίου που ένωσε την Αμερική και την Ευρώπη και έτσι μπορούσε να αναπτυχθεί επικοινωνία μέσω της τηλεγραφίας. Μάλιστα πήρε το όνομα Kelvin λόγω του ομώνυμου ποταμιού που κυλούσε κάτω από το Πανεπιστήμιο της Γλασκόβης.

Μετά από αρκετό καιρό που ασχολούνταν με θέματα πρακτικά και εμπορικής φύσεως και ύστερα από τις παραινέσεις συνεργατών του, όπως αυτή του Helmholtz, που θεωρούσαν ότι ήταν απλοϊκά για το επίπεδο του Kelvin¹⁴⁵, ο ίδιος ανασυντάχθηκε και στράφηκε σε προβλήματα πιο σημαντικά που περίμεναν κάποιος να τα λύσει. Απότοκο αυτής της εσωστρέφειας και μελέτης του ήταν οι 20 διάσημες διαλέξεις που έκανε το 1884 στο Πανεπιστήμιο Johns Hopkins στη Βαλτιμόρη.

Αυτές οι διαλέξεις σε ένα μικρό και επίλεκτο ακροατήριο, μόλις 26 ατόμων είχαν τον τίτλο: “On Molecular Dynamics and the Wave Theory of Light”¹⁴⁶. Το 1904 έγινε η πρώτη τους έκδοση ύστερα από πολλές διορθώσεις, η οποία περιλαμβάνει αυτές τις διαλέξεις μαζί με 12 παραρτήματα. Μάλιστα η συγκεκριμένη διάλεξη δημοσιεύθηκε χωριστά τον Αύγουστο του 1901b στο “Philosophical Magazine” με το τίτλο: “On the ether and gravitational matter through infinite space”. Από τον πρόλογο που έκανε για την έκδοση των διαλέξεων- στο οποίο έχει καταγράψει τις σκέψεις του- φαίνεται η διάθεση του όταν λέει: “*ότι διάλεξα αυτό το θέμα της κυματικής θεωρίας του φωτός με πρόθεση να τονίσω τις αδυναμίες της*”¹⁴⁷.

Η διάλεξη εκείνη που αφορά περισσότερο το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού είναι εκείνη με τον αριθμό 16 και συγκεκριμένα οι παραγράφοι 18 και 19.

Ξεκινώντας λοιπόν με μια υπόθεση και μια παρατήρηση την οποία ο ίδιος τη διατυπώνει:

*“Ίσως με μια μεγάλη πλειοψηφία των χιλιάδων εκατομμυρίων αστέρων να είναι σκοτεινά σώματα ; αλλά στη συνέχεια την αγνοεί και συνεχίζει αλλά ας υποθέσουμε ότι για μια στιγμή αυτά είναι φωτεινά, του ίδιου μεγέθους και της ίδιας λαμπρότητας όσο ο Ήλιος μας, και ότι είναι ομοιογενώς κατανεμημένα σε μια σφαίρα με ακτίνα $3.09 \cdot 10^{16}$, και ας υποθέσουμε ότι δεν υπάρχουν αστέρες έξω από αυτή τη σφαίρα, ας βρούμε τότε ποιο είναι το συνολικό ποσό φωτός των αστέρων σε σύγκριση με το φως του Ήλιου”*¹⁴⁸.

¹⁴⁵ Thompson, S. P. (1908, p.9). The Kelvin lecture: The life and work of Lord Kelvin. Michigan: University of Michigan Library.

¹⁴⁶ Kelvin, L. (1906). Baltimore Lectures on Molecular Dynamics and the Wave Theory of Light. Cambridge University Press.

¹⁴⁷ Kelvin, L. (1906, p.14). *Baltimore Lectures on Molecular Dynamics and the Wave Theory of Light*. Cambridge University Press.

¹⁴⁸ Kelvin, L. (1906, p.274). Baltimore Lectures on Molecular Dynamics and the Wave Theory of Light. Cambridge University Press.

Από την αρχή του συλλογισμού του φαίνεται τα προσπαθεί να θέσει κάποια δεδομένα τα οποία είναι κοινώς αποδεκτά για την εποχή του, και ο ίδιος να υποβαθμίζει κάποιες ενδεχομένως και δικές του παρατηρήσεις-πεποιθήσεις, όπως το γεγονός ότι όλα τα αστέρια δεν λάμπουν και ότι αποτελούν σκοτεινά σώματα, δηλώνοντας εμμέσως και τον σκεπτικισμό του. Επίσης παρατηρούμε ότι τα καταναίμει σε μια ευρύτερη επιφάνεια από αυτή του γαλαξία μας σε μια σφαίρα απείρως μεγαλύτερη αναφερόμενος φυσικά σε ένα στατικό σύμπαν. Μάλιστα φαίνεται να αμελεί και το γεγονός ότι το μέγεθος του ορατού γεμάτο από αστέρες σύμπαντος μπορεί να είναι μεγαλύτερο και να ξεπερνά το “background limit”.

Από εκεί και πέρα, απλοποιώντας για ευκολία κάποια στοιχεία, αφού έχει θέσει τα δεδομένα του, περνάει στη ποσοτική παρουσίαση κάνοντας τους ανάλογους υπολογισμούς. Στη 18^η παράγραφο λοιπόν καταλήγει ότι το κλάσμα του ουρανού που είναι καλυμμένο από αστέρες είναι ίσο με τη φωτεινότητα ενός γεμάτου από αστέρες ουρανού, προς τη φωτεινότητα του Ήλιου. Στη 19^η παράγραφο εφαρμόζει και συνεχίζει τον συλλογισμό από τη προηγούμενη και ξεινά με μια μαθηματική εφαρμογή και με μια τιμή που δείχνει ότι το μέρος που είναι καλυμμένο με αστέρες στο Σύμπαν είναι μικρότερο από το ένα τρισεκατομμυριοστό, από αυτήν την τιμή ξεινά την ανάπτυξη του συλλογισμού του στη συγκεκριμένη παράγραφο.

Ειδικότερα, φαίνεται να παρατηρεί πως αυτή η τόσο μικρή τιμή θα βοηθήσει:

“Να δοκιμάσουμε μια παλιά και ξακουστή υπόθεση, πως αν μπορούσαμε να δούμε πολύ μακριά μέσα στο σύμπαν όλος ο ουρανός θα ήταν γεμάτος από αστέρες ίσως της ίδιας φωτεινότητας όπως ο Ήλιος μας, και ο λόγος που και ο νυχτερινός και ο ουρανός τη μέρα δεν είναι τόσο λαμπρός όσο ο Ήλιος είναι το γεγονός ότι το φως υπόκειται σε απορρόφηση καθώς ταξιδεύει”.

Εντύπωση προκαλεί ότι δεν αναφέρεται σε κανένα όνομα το οποίο έκανε αυτή την υπόθεση τόσο “ξακουστή”¹⁴⁹.

Για να αναπτύξει τον συλλογισμό του βασίστηκε σε ένα μοντέλο και έκανε αναφορά στο βιβλίο του Newcomb με τίτλο: “Popular Astronomy”, στο οποίο αναπαρήγαγε την εικόνα του William Herschel, για τον Γαλαξία. Σύμφωνα με αυτόν ο Γαλαξίας μας αποτελείται από ένα δισεκατομμύριο αστέρια και έχει ακτίνα 1000 parsecs. Μάλιστα φαίνεται να θεώρησε ότι οι αστέρες είναι ανάλογοι με τον δικό μας Ήλιο και ότι η κατανομή των αστερων είναι επίσης ανάλογη με αυτή στο δικό μας κομμάτι του Γαλαξία. Έτσι λοιπόν ύστερα από υπολογισμούς καταλήγει ότι αν το φως έχει ταχύτητα 300000 χιλιόμετρα το δευτερόλεπτο, θα χρειαστεί $3 \frac{1}{4} * 10^{14}$ χρόνια για να διασχίσει τον Γαλαξία από τις παρυφές του στο κέντρο του. Σε αυτό το σημείο θέτει το ερώτημα για τον χρόνο ζωής ενός αστέρα και λέει πως ο χρόνος κυμαίνεται

¹⁴⁹ Σε αυτό το σημείο ίσως περιμέναμε τα ονόματα των Olbers και Cheseaux, προγενέστερων επιστημόνων οι οποίοι μάλιστα είχαν προτείνει και τη λύση της απορρόφησης από ένα μέσον.

από 50 έως 100 εκατομμύρια χρόνια και λαμβάνει την περίπτωση των 100 εκατομμυρίων χρόνων¹⁵⁰.

Σε αυτή τη περίπτωση καταλήγει ότι ο χρόνος που χρειάζεται να διασχίσει το φως μέχρι το κέντρο του Γαλαξία, θα είναι 3 και 1/4 εκατομμύριο φορές η ζωή ενός αστέρα. Συνεχίζοντας την υπόθεση του, αναλύει και σε ποια περίπτωση θα μπορούσε να λάμψει ο νυχτερινός ουρανός. Η προϋπόθεση είναι ότι για τους αστέρες που βρίσκονται όλο και πιο μακριά ο χρόνος έναρξης (δηλαδή που το φως θα αρχίσει να κάνει το ταξίδι του μέσα στον Γαλαξία) πρέπει να γίνεται νωρίτερα, ώστε ο χρόνος προσέγγισης του φωτός στη Γη να συγχρονίζεται για όλα τα αστέρια.

Για την ολοκλήρωση αυτής της παραγράφου καταλήγει πως η υπόθεση ότι υπάρχει ομοιομορφία ως προς την κατανομή των αστέρων είναι αυθαίρετη, σε μια μεγαλύτερη σφαίρα η πυκνότητα θα είναι μικρότερη σε σχέση με μια μικρότερη, για δώσει στην καταληκτική περίοδο τη θέση του ότι: *“φαίνεται απίθανο να έχουμε αρκετά αστέρια (είτε φωτεινά, είτε σκοτεινά) ώστε να δημιουργήσουμε ένα συνολικό, γεμάτο από αστέρες καλυμμένο κομμάτι, περισσότερο από 10^{11} του συνολικού ουρανού”*¹⁵¹.

Η ομοιομορφία των αστέρων που χρησιμοποίησε για να αναπτύξει το συλλογισμό του και την οποία αναπαρήγαγε από το βιβλίο του Newcomb με τίτλο: “Popular Astronomy”, φαίνεται ότι φυσικά δεν την υποστηρίζει αφού σε επόμενη παράγραφο στην 21, τονίζει ότι είναι εντελώς αυθαίρετη. Αφού είναι σχεδόν βέβαιο ότι οι αστέρες σε κάποια σημεία είναι πιο συγκεντρωμένοι από ότι σε άλλα, δεν είναι το ίδιο φωτεινά και οι μάζες τους είναι εντελώς διαφορετικές. Για να ολοκληρώσει τη συγκεκριμένη διάλεξη στη παράγραφο 22, δίνει (πριν τις ευχαριστίες) και κάποιες άλλες διευκρινήσεις σχετικά με την ύλη που υπάρχει μάλλον εντός και εκτός της σφαίρας.

Ύστερα από την περιγραφή του συλλογισμού που παρουσιάζεται μέσα από το πρωτότυπο κείμενο καταλαβαίνουμε την οπτική και την αντίληψη του Kelvin για τον κόσμο και αυτή συνδέεται και μπορεί να ερμηνεύσει τη φράση που έχει συνδεθεί με το όνομα του και φυσικά οι ιστορικοί της Επιστήμης του αποδίδουν *“Τα παράδοξα δεν έχουν καμία θέση στην Επιστήμη. Τα παράδοξα βρίσκονται μέσα μας και όχι στον εξωτερικό κόσμο”*¹⁵². Αποτελεί ίσως μια διατύπωση

¹⁵⁰ Πρόκειται για υπολογισμούς που έχει κάνει και αναπτύξει σε προηγούμενη μελέτη του την οποία και δημοσίευσε στο περιοδικό Nature το 1901 με τίτλο “On the Clustering of Gravitational Matter in Any Part of the Universe”, Kelvin.L. (1901). On the Clustering of Gravitational Matter in Any Part of the Universe. Nature, 64, 626-629.

¹⁵¹ Kelvin, L. (1906, p.276). Baltimore Lectures on Molecular Dynamics and the Wave Theory of Light. Cambridge University Press.

¹⁵² Harrison, E. (2000, p.510). *Cosmology: The science of the Universe*. Cambridge: Cambridge University Press. , Cambridge University Press, πρόκειται για μετάφραση της φράσης “Paradoxes have no place in science. Paradoxes are in ourselves and not to the external world”.

και αποτυπώνει μια κοσμοθεωρία, η οποία ενδεχομένως μπορεί και να εναρμονιστεί και να αποτελεί μια πρόωμη διατύπωση της Ανθρωπικής Αρχής, όμως αυτό που σίγουρα φαίνεται είναι πώς αυτή η φράση δικαιολογεί τα διαφορετικά πεδία με τα οποία ο ίδιος ασχολήθηκε. Προσπαθούσε να φωτίσει τα πιο θολά προβλήματα, όπως τα μυστήρια της οπτικής, του μαγνητισμού, του ηλεκτρισμού, της κρυσταλλογραφίας, της ηλικίας της Γης, του σκοτεινού ουρανού. Μάλιστα για όλα αυτά της μεγάλης σημασίας παράδοξα (*respectable paradoxes*), προτιμούσε να τα αποκαλεί περιέργα ή ενδιαφέροντα φαινόμενα.

Ο ίδιος κοιτούσε τον Γαλαξία ως ένα πολύ πιο απλό πράγμα, για εκείνον ήταν ένα τόσο κατανοητό, όσο ήταν το ρολόι για τους κλασικούς φυσικούς¹⁵³. Προσπαθούσε να φωτίσει, να διερευνήσει και να αποδώσει με ποσοτικό αριθμητικό τρόπο τα ζητήματα που τον απασχολούσαν. Θεωρούσε πως όταν κάτι μπορεί να εκφραστεί με αριθμούς τότε ξέρεις κάτι για αυτό, διαφορετικά η γνώση σου είναι πενιχρή και μη ικανοποιητική¹⁵⁴. Ανάλογα προσέγγισε και τον γρίφο του σκοτεινού ουρανού.

Αρχικά έδειξε οι αστέρες στον γαλαξία δεν είναι αρκετοί σε αριθμό για να καλύψουν ολόκληρο τον ουρανό. Μέσα από ένα κλάσμα έδειξε ποσοτικά τη σύνδεση μεταξύ του καλυμμένου από αστέρες ουρανού και τη φωτεινότητα του ουρανού που καλύπτεται από αστέρες. Συγκεκριμένα υποστήριξε ότι το κλάσμα της λαμπρότητας του ουρανού που είναι γεμάτος από αστέρες, προς τη λαμπρότητα του ηλιακού δίσκου ισούται με τον αριθμό των αστερών που καλύπτουν τον ουρανό.

- Sky cover fraction= brightness of starlit sky / brightness of Sun's disk-

Ακόμα και αν διαμοιράσουμε τους αστέρες σε μια μεγαλύτερη σφαίρα, πάλι ο ουρανός θα είναι σκοτεινός.

Θέτοντας ως βασική αρχή ότι οι αστέρες είναι κατανεμημένοι όπως στο δικό μας ηλιακό σύστημα, υπολόγισε ότι το όριο του παρατηρήσιμου σύμπαντος ήταν 3000 τρισεκατομμύρια έτη φωτός, οπότε το φως από τα πιο απομακρυσμένα αστέρια δεν προλαβαίνει να ταξιδέψει ως εμάς, αφού ο χρόνος ζωής των αστερών είναι πολύ μικρότερος από τον χρόνο που χρειάζεται το φως τους να ταξιδέψει ως εμάς.

¹⁵³ Jaki, S.L. (1969, p.169). *The paradox of Olbers' paradox: A case history of scientific thought*. New York: Herder and Herder.

¹⁵⁴ Harrison, E. (2000, p.166). *Cosmology: The science of the Universe*. Cambridge: Cambridge University Press.

Υστερα προσηλώθηκε στην πηγή ενέργειας του Ηλίου και στον χρόνο ζωής των αστερών, για να καταλήξει ότι ο χρόνος ζωής κυμαίνεται μεταξύ 10 και 100 εκατομμυρίων ετών. Έτσι προχώρησε το συλλογισμό και αποφάνθηκε, ότι ακόμα και να έλαμπαν ταυτόχρονα όλοι οι αστέρες στη δική μας σφαίρα μια πολύ μικρή ποσότητα φωτός θα έφτανε στη Γη.

$$\text{-Sky cover fraction} = \frac{\text{luminous lifetime of stars}}{\text{lookback limit}}$$

Συνεπώς καταλήγει από τις 2 παραπάνω συσχετίσεις ότι :

$$\frac{\text{Brightness of starlit sky}}{\text{Brightness of Sun's disk}} = \frac{\text{luminous lifetime of stars}}{\text{lookback limit}}$$

Πραγματικά αποτελεί παράδοξο, όπως αναφέρει και ο Harrison¹⁵⁵, ότι αυτή η δουλειά του Kelvin είχε εντελώς παραλειφθεί. Είναι άλλο ένα παράδοξο σημείο όσον αφορά τη μελέτη του παραδόξου του σκοτεινού ουρανού. Αυτό που ο Kelvin έκανε ήταν να δώσει με σαφή, ποσοτικό τρόπο ως λύση αυτό που ο Poe, ένας ποιητής είχε προτείνει, πολύ απλά η απόσταση είναι τόσο αχανής, αβυσσώδης που καμία ακτίνα δεν μπορεί να φτάσει σε εμάς.

Η ιστορική αναδρομή του παραδόξου είναι αυτή που επιβεβαιώνει την ευαισθησία με την οποία οφείλει η Ιστορία των Επιστημών να το προσεγγίζει. Μέσα από αυτήν κατανοούμε την εσφαλμένη επικράτηση του παραδόξου με το όνομα παράδοξο του Olbers, αφού με διαφορετικό τρόπο η καθμία από τις προαναφερθείσες διάνοιες συνέβαλαν στη σχηματοποίησή του και επηρέασαν, με όχημα αυτό, τη θέαση του Κόσμου. Στο επόμενο κεφάλαιο θα αναλύσουμε τη σημασία της διδασκαλίας της Κοσμολογίας, η οποία και αυτή με τη σειρά της θα συμβάλει μελλοντικά στη θέαση του Κόσμου, αποτελώντας το απαραίτητο εχέγγυο για την ιστορική συνέχεια και για την Ιστορία της Κοσμολογίας.

Πριν ολοκληρώσουμε την ιστορική αναδρομή στο παράδοξο του Olbers, θα ήταν ίσως παράλειψη να μην ανεφερθούμε στο μορφοκλασματικό (fractal) μοντέλο για την μεγάλης-κλίμακας κατανομή των γαλαξιών στο σύμπαν, όπως προτάθηκε από τον Mandelbrot^{156, 157} το 1975, σε συνδυασμό με προηγούμενα μοντέλα ιεραρχικής δομής από τον Σουηδό κοσμολόγο C. Charlier ήδη από το 1922. Σε αυτό το μοντέλο, υιοθετείται μια τέτοια κατανομή των γαλαξιών με fractal διάσταση d , όπου έχουμε επίλυση του παραδόξου του Olbers όταν ο αριθμός $d+1$ είναι μεγαλύτερος από 3 (στον χώρο), δηλ., όταν η fractal διάσταση είναι μικρότερη από το 2. Αν και το σχετικό φυσικό μοντέλο περιέχει αφύσικες υποθέσεις, όπως το ότι η ηλικία των αστερών είναι άπειρη, καθώς και το γεγονός

¹⁵⁵ Ο.π.

¹⁵⁶ Mandelbrot, B. (1975). *Les Objects Fractals*, Paris: Flammarion

¹⁵⁷ Mandelbrot, B. (1975). C. R. Acad. Sci. A280 1551.

ότι παραβιάζει παρατηρησιακά δεδομένα για την κατανομή των γαλαξιών ως συνάρτηση του φαινόμενου μεγέθους, είναι γνωστό ότι για συγκεκριμένες τιμές των παραμέτρων που εμφανίζονται σε αυτό το στατικό μοντέλο για το σύμπαν, το παράδοξο του Olbers λύνεται όπως παραπάνω, ή πιο σωστά δεν υφίσταται ^{158, 159} Αυτό συμβαίνει διότι η μέση επιφανειακή λαμπρότητα του ουρανού γίνεται πεπερασμένη όταν ο μέσος αριθμός των γαλαξιών που απέχουν απόσταση r από έναν γαλαξία θεωρηθεί ως συνάρτηση της fractal διάστασης. Ο λόγος που δεν ασχολούμαστε περαιτέρω με το εν λόγω μοντέλο είναι ότι η εκπαιδευτική πρόταση η οποία προτείνεται σε αυτή την διατριβή, σκοπεύει στην ανάδειξη της δυναμικής κοσμολογίας και όχι της στατικής περίπτωσης (δηλ., της κοσμολογίας). Είναι γνωστό ότι το στατικό μοντέλο του Mandelbrot είναι ασύμφωνο με την δυναμική διαστολή του σύμπαντος, την κοσμική ακτινοβολία μικροκυμάτων, κλπ.

¹⁵⁸ Peebles, P. J. E. (1993). *Principles of Physical Cosmology*. Princeton: Princeton University Press.

¹⁵⁹ Harrison, E. (2000, p. 509). *Cosmology. The science of the Universe*. Cambridge: Cambridge University Press.

Μέρος: Β

Θεωρητική προσέγγιση για τη διδασκαλία της Κοσμολογίας

Το δεύτερο μέρος εξετάζει τα οφέλη που έχει η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών σε πρώτη φάση και ύστερα επικεντρωνόμαστε στις δυνατότητες, τη δυναμική και την αξία που μπορεί να έχει η διδασκαλία της Αστρονομίας και της Κοσμολογίας στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα αναδεικνύοντας την εισαγωγή του μαθήματος σε επιτακτική ανάγκη. Ολοκληρώνοντας, δεν παραβλέπουμε αλλά καταγράφουμε και τα ενδεχόμενα προσκόμματα που ενδεχομένως θα κληθεί να υπερκεράσει μια τέτοια πρόταση.

Κεφάλαιο: 3

Τα οφέλη της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών και της Κοσμολογίας

Στόχοι κεφαλαίου:

- ✓ Να παρουσιάσουμε τα οφέλη από τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στο σύνολο τους πολυπρισματικά ιδωμένο.
- ✓ Να αναδείξουμε το περιεχόμενο του όρου της Κοσμολογίας, από μια αρχικά ετυμολογική ανάλυση, να εντοπίσουμε τη σχέση που έχει με τις άλλες επιστήμες και ιδιαίτερα με την Αστρονομία που πολύ συχνά συγχέονται.
- ✓ Να αναλύσουμε τα οφέλη που μπορούν να προκύψουν μακροπρόθεσμα- όχι μόνο για το άτομο, αλλά και για τη κοινωνία και την προώθηση της διανόησης από την εισαγωγή μαθήματος Αστρονομίας και Κοσμολογίας στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα.

3.1 Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και ιδιαίτερα της Αστρονομίας

Στη Πολιτεία -το γνωστότερο έργο του- ο Πλάτωνας σκιαγραφεί τη δημιουργία μιας ιδανικής πολιτείας, ώστε να επιτευχθεί η πολιτική και κοινωνική ευτυχία. Αυτό που αναδεικνύεται ως αναγκαίο για την επίτευξη της πλατωνικής ευτυχίας, είναι η επαφή με την “ορθή γνώση” που θα οδηγήσει τον άνθρωπο να βγει από την πλάνη και να ακολουθήσει την “αληθινή γνώση” και παιδεία. Είναι αυτή η παιδεία που θα οδηγήσει στη διαμόρφωση του ήθους των πολιτών, που θα αποτελέσουν τη βάση για μια κοινωνία δικαιοσύνης.

Για να γίνει αυτό πράξη, ο Πλάτωνας εισηγείται ένα συγκεκριμένο μοντέλο οργάνωσης του εκπαιδευτικού συστήματος. Το εκπαιδευτικό σύστημα του Πλάτωνα

φυσικά δεν απευθύνεται σε όλες τις κοινωνικές τάξεις (αφού η κάθε τάξη έχει το δικό της προορισμό), έτσι περιγράφει αποκλειστικά την εκπαίδευση, την παιδεία που πρέπει να λάβουν οι Φύλακες. Μέσα από την τάξη των Φυλάκων θα αναδειχθούν οι Άρχοντες, αφού πρώτα έχουν διαμορφωθεί μέσα από έναν μακρύ δρόμο μόρφωσης, που περιλαμβάνει Μαθηματικά. Με τον όρο Μαθηματικά εννοούνται η Αριθμητική, η Γεωμετρία, η Στερεομετρία και η Αρμονία.

Συγκεκριμένα στο βιβλίο Ζ' της Πολιτείας στον διάλογο που έχει ο Σωκράτης με τον Γλαύκωνα, ο τελευταίος υποστηρίζει ότι η Αστρονομία *“αναγκάζει την ψυχή να βλέπει προς τα πάνω και οδηγεί από τα εδώ (υλικά) προς τα εκεί (πνευματικά)”*¹⁶⁰. Είκοσι τρεις αιώνες πριν, φαίνεται μέσα από τη διάσταση που δίνει ο Πλάτωνας στην Πολιτεία του, η επίδραση που μπορεί να έχει και πόσο είναι απαραίτητη η διδασκαλία της Αστρονομίας για την ανάδειξη των προσωπικοτήτων εκείνων που θα έρθουν σε επαφή με το πλατωνικό Αγαθόν.

Ποια μπορεί όμως να είναι τα οφέλη που μπορούν να προκύψουν από τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και ιδιαίτερα της Αστρονομίας και της Κοσμολογίας στη σημερινή εποχή; Σε μια εποχή παγκοσμιοποιημένη, τόσο πολύ τεχνολογικά ανεπτυγμένη, που ο εκδημοκρατισμός της γνώσης και η πρόσβαση σε αυτήν είναι τόσο εύκολη; Σε μια εποχή που η γνώση αντιμετωπίζεται χρησιμοθηρικά, με όρους οικονομιστικούς και εντελώς τεχνοκρατικά, τι μπορεί να προσφέρει η γνώση και η κατανόηση ενός κόσμου μακρινού, που δε φαίνεται να μας επηρεάζει άμεσα στη καθημερινότητά μας;

Η αλλαγή ως προς τον τρόπο με τον οποίο διδάσκονται οι Φυσικές Επιστήμες στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα, καθώς και η εισαγωγή της Αστρονομίας και της Κοσμολογίας -ένα πιο ρηξικέλευθο βήμα- προϋποθέτουν μια διαφορετική προσέγγιση και ίσως μια εκ βάθρου επανατοποθέτηση. Η αλλαγή προσέγγισης φυσικά πρέπει να συνδεθεί και να εκπορευτεί από τη στοχοθεσία που τίθεται από το ελάχιστο εκπαιδευτικό σύστημα, από το πλαίσιο και τα μέσα λειτουργίας που έχει και φυσικά συνιστούν ένα πολύ απαιτητικό εγχείρημα.

Η αφετηρία της όλης προσπάθειας μπορεί και οφείλει να πηγάζει από τη κατανόηση των ευεργετημάτων που μπορούν να προκύψουν για το σημερινό μαθητή και τον αυριανό πολίτη από τη κατανόηση και την κοινωνία του με αυτές τις επιστημονικές θεματικές.

¹⁶⁰ Συναχοπούλου- Σβάρα, Α & Συναχόπουλος, Δ. (1988). Η Διδασκαλία της Αστρονομίας στην "Πολιτεία" του Πλάτωνα. Μαθηματική Επιθεώρηση, 35,(4), 52-55. Βέβαια στη συνέχεια του διαλόγου ο Σωκράτης αντικρούει τη συγκεκριμένη θέση, μόνο η διδασκαλία των μη αισθητών είναι αντικείμενο της Επιστήμης πρεσβείει, δίνοντας περαιτέρω πληροφορίες για το τι πρέπει να αλλάξει στη διδασκαλία της Αστρονομίας.

3.2 Τα οφέλη από τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών

Κρίνεται απαραίτητο να ξεκινήσουμε με τον ορισμό αρχικά του όρου των Φυσικών Επιστημών. Τι είναι οι Φυσικές Επιστήμες; Για να υπάρξει ο ανάλογος συσχετισμός - μέσα από ένα σχολικό εγχειρίδιο της β' γυμνασίου- παραθέτουμε τον ανάλογο ορισμό:

“Όλα γύρω μας μεταβάλλονται: το χιόνι λιώνει, τα πετρώματα διαβρώνονται, τα λουλούδια ανθίζουν, οι άνθρωποι αναπτύσσονται, τα αυτοκίνητα κινούνται. Μεταβολές όπως αυτές ονομάζονται φαινόμενα. Με την έρευνα και τη μελέτη των μεταβολών που συμβαίνουν στη φύση ασχολούνται οι Φυσικές Επιστήμες: Η φυσική, η χημεία, η βιολογία, η γεωλογία, η μετεωρολογία, περιλαμβάνονται στις Φυσικές Επιστήμες”¹⁶¹.

Για να δώσουμε έναν πιο ευρύ ορισμό, Φυσικές Επιστήμες είναι οι επιστήμες που περιγράφουν, μελετούν και κατανοούν τα φυσικά φαινόμενα. Στο απόσπασμα από το σχολικό εγχειρίδιο να σημειωθεί ότι δεν γίνεται καμία αναφορά στην Αστρονομία. Έρευνες δείχνουν τις τελευταίες δεκαετίες, ότι ενώ το ενδιαφέρον του κοινού συνεχώς αυξάνεται σε σχέση με τις επιστήμες, ίσως ως απότοκο τις αλματώδους ανάπτυξης της Επιστήμης και των πλείστων επιστημονικών ανακαλύψεων που εξάπτουν το ενδιαφέρον του κοινού, από την άλλη η γνώση σχετικά με τις επιστήμες δεν είναι ανάλογη αλλά φθίνει¹⁶².

Το πόσο σημαντική είναι η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και η κατανόησή τους από το ευρύτερο κοινό και όχι μόνο από τους επιστήμονες προβλήθηκε ως αίτημα το 1987 μέσα από ένα άρθρο των Thomas και Durant¹⁶³. Το συγκεκριμένο άρθρο φαίνεται να είχε πολύ μεγάλη επίδραση, αφού πέντε χρόνια μετά δημιουργήθηκε και περιοδικό με κεντρικό άξονα έρευνας και ανάπτυξης τη δημόσια κατανόηση των Επιστημών (Public Understanding of Science- PUS).

Με άξονα λοιπόν τη προσέγγιση των Thomas και Durant, θα προσπαθήσουμε να αποδώσουμε τα οφέλη της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών ιδιαίτερα για τους μαθητές που θα αποτελέσουν κάποιοι από αυτούς τους αυριανούς επιστήμονες και συνάμα την αυριανή πληθυσμιακή βάση.

¹⁶¹ Αντωνίου, Ν., Δημητριάδης, Π., Καμπούρης, Κ., Παπασιμπα, Λ., (2018, σ.3). *Φυσική: β' γυμνασίου*, Αθήνα: Διόφαντος.

¹⁶² Durant, J.R., Evans, G.A., Thomas, G.P. (1989). The public understanding of science, *Nature*, 340, 11.

¹⁶³ Thomas, J. & Durant, J. (1987). Why should we promote the public understanding of science? *Scientific Literacy Papers*, 1, 1-14.

Τα οφέλη τα κατηγοριοποιούν βάσει της επίδρασης που έχουν σε εννέα τομείς:

- 1) Για την ίδια την Επιστήμη
- 2) Για τις εθνικές οικονομίες
- 3) Για την εθνική δύναμη και επιρροή
- 4) Για το κάθε άτομο μεμονωμένα
- 5) Για τη δημοκρατική διακυβέρνηση
- 6) Για τη κοινωνία ως σύνολο
- 7) Για το Πνεύμα
- 8) Για την Αισθητική
- 9) Για την Ηθική

Το όφελος για την ίδια την Επιστήμη σύμφωνα με τους Thomas και Durant, είναι ότι αν ο κόσμος κατανοήσει την Επιστήμη, θα γίνει ένας πολύτιμος αρωγός της. Θα οδηγήσει σε αυτό που ονομάζουν ως “δημόσια συναίνεση” στα ευρήματα της Επιστήμης και φυσικά έτσι θα αντλήσουν πιο εύκολα και τους ανάλογους πόρους.

Ιδιαίτερα για επιστήμες, όπως είναι η Αστρονομία ή η Κοσμολογία, που η έρευνα τους χρηματοδοτείται από δημόσιους προϋπολογισμούς, αφού τα απότοκά τους δεν αφορούν και δεν έχουν ούτε άμεσα, αλλά ούτε και τεχνοκρατικά οικονομικά οφέλη, μιας και οι εφαρμογές τους και οι ανακαλύψεις τους δεν αφορούν τους οικονομικούς κύκλους¹⁶⁴.

Η διδασκαλία τους επίσης στις τάξεις που συνιστούν την υποχρεωτική εκπαίδευση, μπορεί να είναι ιδιαίτερα ευεργετική αφού έτσι θα τονώσει το ενδιαφέρον για τις Φυσικές Επιστήμες, θα εξοικειωθούν οι μαθητές με αυτές και στη συνέχεια από αυτή την επαφή ενδέχεται να στρατολογηθούν οι επόμενοι επιστήμονες.

Αντίστοιχα, αυτοί οι επιστήμονες, με την ανάλογη έρευνα είναι εκείνοι που θα τονώσουν και την εθνική οικονομία, είναι εκείνοι που θα δημιουργήσουν προϊόντα ανταγωνιστικά για τις παγκόσμιες αγορές, ενώ παράλληλα θα είναι και εκείνοι που θα συντηρούν την απαίτηση για συνεχώς πιο βελτιωμένα και ανεπτυγμένα τεχνολογικά αγαθά, διαγωνίζοντας τον κύκλο της προσφοράς και της ζήτησης.

¹⁶⁴ Stengler, E. & Hansen Ruiz, C.S. (1999). Considerations on the teaching and popularization of Cosmology, Astrophysics and Space Science, 263, 405-408.

Εκτός όμως από την εθνική οικονομία δεν μπορεί να παραλειφθεί και η τόνωση του εθνικού γοήτρου. Η κατανόηση των Φυσικών Επιστημών και συνολικά της Επιστήμης από ένα ευρύτερο κοινό, είναι αυτό που θα τροφοδοτήσει τη περηφάνια. Τα επιστημονικά επιτεύγματα ενός έθνους είναι αυτά που θα αποτελέσουν τη βάση της ανάλογης προπαγάνδας στο εξωτερικό, ενισχύοντας την επιστημονική κυριαρχία και ίσως την πολιτική κυριαρχία¹⁶⁵.

Για έναν μαθητή η γνώση και η επαφή με τις Φυσικές Επιστήμες, στην ουσία τους και ίσως ακόμη περισσότερο με την Ιστορία των Επιστημών, μέσα στην οποία θα αναγνωρίζει και την συμβολή του δικού του έθνους συνδέεται με την εθνική του ταυτότητα και την τόνωση της εθνικής υπερηφάνειας. Ιδιαίτερα για τους Έλληνες μαθητές, σύμφωνα με έρευνα του Εθνικού Κέντρου Κοινωνικών Ερευνών, που διεξήχθη το 1999¹⁶⁶, στο θετικό συναίσθημα που μπορεί να νιώσει ένα άτομο, το αντλεί από την εκτίμησή του για το έθνος του και φυσικά από τη εθνική του ταυτότητα. Στη γενική της μορφή, η εθνική υπερηφάνεια είναι πολύ υψηλή και φυσικά αυτή συνδέεται με τη σειρά της, όχι τόσο με τις αντικειμενικές συνθήκες αλλά με την σημαντική υποκειμενική κρίση σε σχέση με την εθνική συλλογικότητα. Αυτή η υποκειμενική κρίση φυσικά υποδαυλίζεται από την ιδιαίτερη εθνική ανάγνωση παραδείγματος χάριν της Ιστορίας. Το πόσο σημαντική είναι η γνώση της Ιστορίας των Φυσικών Επιστημών, θα μπορούσε να αποτυπωθεί, αν αναλογιστούμε τη συνεισφορά των Ελλήνων στη πρόοδο των Φυσικών Επιστημών.

Οι Thomas και Durant, επίσης διερευνούν το όφελος της Επιστήμης στον καθένα ξεχωριστά. Εμείς θα το θέταμε λίγο διαφορετικά. Η δημόσια κατανόηση των Φυσικών Επιστημών μπορεί να συμβάλει στην αναβάθμιση της ποιότητας ζωής για το κάθε άτομο ξεχωριστά. Φυσικά κατανοούμε την σημαντικότητά τους όταν τη συσχετίζουμε με τις καλύτερες επιλογές που μπορεί να κάνει το κάθε άτομο ξεχωριστά, που μπορούν να αφορούν σε θετικότερες επιλογές ως προς τη διατροφή του, την υγεία του, τη προσωπική του ευημερία και φυσικά με τη θετική επίδραση που μπορεί να έχει η γνώση των Φυσικών Επιστημών ως προς τις επαγγελματικές του επιλογές ή τις προοπτικές επαγγελματική εξέλιξης. Ειδικότερα, όταν οι άνθρωποι απολαμβάνουν καθημερινά, αλλά παράλληλα και βιώνουν τις ολέθριες συνέπειες από την επιστημονική και τεχνολογική ανάπτυξη, κρίνεται

¹⁶⁵ Για να το στηρίξουν οι J.Thomas and J.Durant, χρησιμοποιούν το παράδειγμα των ΗΠΑ και της ΕΣΣΔ κατά τη διάρκεια του Ψυχρού πολέμου στο Thomas, G., & Durant, J. (1987). Why should we promote the public understanding of science? In: Shortland M. (ed.) *Scientific Literacy Papers*. Oxford: Rewley House.

¹⁶⁶ Στρατουδάκη,Χ.,(2005). Έθνος και Δημοκρατία: όψεις της εθνικής ταυτότητας των εφήβων, *Επιθεώρηση Κοινωνικών Ερευνών*, 116, 32.

επιτακτική η κατανόησή τους για να προβούν στις κατάλληλες ενέργειες που θα τους οδηγήσουν και στην αειφορία¹⁶⁷, αλλά και στην προσδοκώμενη ανάπτυξη της ποιότητας ζωής.

Η ποιότητα ζωής που μπορούμε να διεκδικήσουμε, συνδέεται άμεσα με το πολιτικό και κοινωνικό περιβάλλον μέσα στο οποίο λειτουργούμε. Έτσι στη συνέχεια του άρθρου τους οι Thomas και Durant συνδέουν την δημόσια κατανόηση με τα ευεργετήματα που μπορεί να έχει για τη δημοκρατική διακυβέρνηση. Επεκτείνοντας αυτή τη σκέψη θα λέγαμε ότι η ποιότητα της δημοκρατίας εξαρτάται σε πολύ μεγάλο βαθμό από τη δημοκρατική οικειοποίηση των επιστημονικών κατακτήσεων. Στηρίζοντας μια αμφίδρομη σχέση, δεν μπορεί να υπάρχει ορθή δημοκρατία, όταν η αρχή -που σε αυτή τη περίπτωση είναι ο λαός- δεν κατανοεί αυτά για τα οποία θα κληθεί να αποφασίσει, αλλά ούτε και η επιστημονική ανάπτυξη θα μπορούσε να έχει καλύτερο σύμμαχο από αυτόν της δημοκρατίας, η οποία στηρίζεται στον πλουραλισμό και φυσικά στην ελεύθερη διακίνηση ιδεών. Έτσι προκύπτει το όφελος της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, μιας διδασκαλίας η οποία θα στηρίζεται όχι στη μηχανιστική εκμάθηση φυσικών νόμων, αλλά στην ουσία της διδασκαλίας τους διερευνώντας και εθίζοντας τους αυριανούς πολίτες που θα συνθέσουν το αυριανό ειλολογικό σώμα, στην σχέση αιτίας- αιτιατού, που θα κατανοούν.

Πέρα από τα οφέλη για το κάθε άτομο ξεχωριστά, θα πρέπει να εξετάσουμε κατ' αναλογία των Thomas και Durant, την επίδραση που θα είχε η κατανόηση και η γνώση των Φυσικών Επιστημών στο σύνολο, απαλλαγμένη από τα πολιτικά/πολιτειακά σχήματα. Τον τρόπο με τον οποίο θα μπορούσε η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών να γεφυρώσει χάσματα, τα αποτελέσει βάση κοινωνικού διαλόγου και να αποτελέσει τη βάση για την κοινωνική συνοχή.

Σε μια κοινωνία που χαρακτηρίζεται από την αυτοαναφορικότητα της και που προσδιορίζεται ως επιστημονικά-τεχνολογικά ανεπτυγμένη, δυστυχώς αναγνωρίζεται η διάσταση μεταξύ εκείνων που αντιλαμβάνονται την Επιστήμη, στους μυημένους, τους επαΐοντες και σε κείνους που δεν έχουν επαφή με τις επιστήμες δημιουργώντας ένα νέο είδος ανισότητας. Αυτή η ανισότητα ενισχύεται από την δυσκολία κατανόησης

¹⁶⁷ Την αειφορία ως έννοια και τον συσχετισμό της με τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και ιδιαίτερα της Αστρονομίας θα την αναλύσουμε στη συνέχεια. Εδώ την αναφέρουμε ως στόχο της δημόσιας κατανόησης των Φυσικών Επιστημών και την επίδραση που μπορεί να έχει για την ενημέρωση και ευαισθητοποίηση σε περιβαλλοντικά ζητήματα ή σε ζητήματα ιατρικής, βιοηθικής κ.λπ.

επιστημονικών εννοιών καθώς και από την σύγχυση που δημιούργησε σε μεγάλο βαθμό η προσπάθεια ειλαϊκείωσης της Επιστήμης.

Αυτό το κενό της θα μπορούσε να καλύψει η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, αφού έτσι θα εξοικειώνονταν με τους ανάλογους όρους και θα κατανοούσε μεγαλύτερο τμήμα του πληθυσμού τη γλώσσα, τις μεθόδους, τις πρακτικές, τη μεθοδολογία, τις προοπτικές της Επιστήμης και δεν θα εξοριζόταν η Επιστήμη από τη κοινωνία, ούτε θα παρουσιαζόταν ο ελιτιστικός χαρακτήρας της μέσα από τον ιερό θώκο της.

Φυσικά δε θα μπορούσαμε να παραβλέψουμε την επίδραση που έχει η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στο πνεύμα του ανθρώπου, αφού συντελούν στην ανάπτυξη νοητικών ικανοτήτων. Η Επιστήμη στην περίπτωση αυτή αντιμετωπίζεται ως η άσκηση και η κοινωνία του σύγχρονου ανθρώπου σε έναν διαφορετικό τρόπο σκέψης, που φυσικά στοχεύει στον αρτιωμένο τρόπο σκέψης. Πρόκειται για ένα τεράστιο φορτίο μορφωτικό και εκπαιδευτικό, που επωμίζονται οι Φυσικές Επιστήμες αφού είναι εκείνες που ενθαρρύνουν την αμφισβήτηση, την απορία, την ερώτηση, την αλληλουχία, τη σχέση αιτίας-αιτιατού.

Μέσα από τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών ο μαθητής αντιλαμβάνεται τη σημασία της παρατήρησης, την αναζήτηση των σχέσεων που αναπτύσσονται, την κατηγοριοποίηση και συλλογή δεδομένων, τη κρίση του ώστε να ξεχωρίζει το τυχαίο από το κανονικό, τη γλώσσα και τη λογική των Φυσικών Επιστημών.

Η γλώσσα των Φυσικών Επιστημών φυσικά και η λογική τους δεν είναι αυστηρές και σε καμία περίπτωση δεν είναι αποκομμένες από την υπόλοιπη διανόηση και το πνευματικό οικοδόμημα. Αντιθέτως, ο τρόπος έκφρασης αλλά και οι ίδιες οι Φυσικές Επιστήμες συνδέονται με άλλες όψεις της διανόησης, όπως ας πούμε τη Λογοτεχνία και ειδικότερα τη Ποίηση. Ιστορική απόδειξη το γεγονός ότι οι αρχαίοι επιστήμονες ήταν και ποιητές αφού διατύπωναν τις θεωρίες τους μέσω της ποίησης, γράφοντας επιστημονικά ποιήματα, όπως για παράδειγμα ο Ξενοφάνης ή ο Εμπεδοκλής¹⁶⁸.

Τα αισθητικά οφέλη των Επιστημών μπορούν να κατανοηθούν όταν αντιληφθούμε τη δημιουργικότητα που μπορούν να εκφράσουν οι Φυσικές Επιστήμες, τη φαντασία που μπορούν να αναπτύξουν, αλλά και τούμπαλιν την προσφορά της ποίησης στις Φυσικές Επιστήμες. Σε αυτό το σημείο αρκεί να αναφέρουμε την περίπτωση του Edgar Allan Poe στο ποίημα του με τίτλο: “Eureka”, όπου με έναν εντελώς ενστικτώδη τρόπο και φυσικό

¹⁶⁸ Thompson, D. (1978, p.101). *The uses of poetry*. Cambridge: Cambridge University Press.

διατύπωσε μάλλον ασυνείδητα μια πιθανή λύση στο κοσμολογικό μας παράδοξο¹⁶⁹. Όπως επίσης και το γεγονός ότι οι έννοιες της αρμονίας και του ρυθμού είναι έννοιες κοινές και στόχος και των καλλιτεχνών αλλά και των επιστημόνων. Πρόκειται λοιπόν για τις δυο όψεις του ίδιου νομίσματος.

Φυσικά οι Φυσικές Επιστήμες, αλλά και γενικά η Επιστήμη οφείλει να είναι αντικειμενική. Για να είναι αντικειμενική δεν πρέπει να συνδέεται με καμία αξιολογική κρίση και φυσικά δεν θα πρέπει να συμπορεύεται ή να υπακούει σε καμία ηθική. Έτσι λοιπόν φαινόταν ότι οι Φυσικές Επιστήμες δεν μπορούν να συνυπάρξουν με την ηθική, λόγω της ουδετερότητας που πρέπει να τη χαρακτηρίζει και αιώνες προσπαθεί τώρα να απενοχοποιηθεί, αποποιούμενη την ηθική-φιλοσοφική της διάσταση. Γίνεται όμως η Επιστήμη και οποιοδήποτε πεδίο παράγεται και αφορά τον άνθρωπο να αποποιηθεί τον υποκειμενισμό του; Η Επιστήμη ως έννοια είναι ουδέτερη, ο άνθρωπος είναι εκείνος μέσω του ηθικού και αξιακού του κώδικα που θα την φορτίσει θετικά ή αρνητικά.

Μάλιστα η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών μπορεί να συμβάλλει στην ηθικοποίηση του ατόμου αλλά και την διαμόρφωση ηθικής στάσης μιας κοινωνίας. Αυτό δε συμβαίνει φυσικά γιατί θα έρθει σε επαφή ο διδασκόμενος με μια ανώτερη φυλή, αυτή των επιστημόνων οι οποίοι είναι απαλλαγμένοι από πάθη και η ηθική τους διαμορφώνεται από τις αρχές του ανθρωπισμού, αλλά γιατί ο τρόπος λειτουργίας της Επιστήμης, οι αρχές που ακολουθεί συνάδουν με τις αρχές και το πλαίσιο της ηθικής.

Ο John Ziman υποστήριξε, στη προσπάθειά του να ορίσει την ηθική, *“ότι δεν πρόκειται για μια αυθαίρετη αρχή, αλλά ως ένας τρόπος για να διαπραγματευθείς με διαφορετικές απόψεις όταν οι παραδοσιακές αξίες έρχονται αντιμέτωπες με νέες πραγματικότητες”*¹⁷⁰. Ανάλογη είναι και η λειτουργία της Επιστήμης η οποία στοχεύει στην αέναη αναζήτηση και στον συγκερασμό διαφορετικών απόψεων, καθώς και στην ενσωμάτωση των νέων δεδομένων που προκύπτουν με την κοσμοαντίληψη για την επιβεβαίωση της θεωρίας.

Συνεπώς οι Φυσικές Επιστήμες, μπορούν να μας μνήσουν σε έναν ηθικό τρόπο σκέψης και δράσης. Με άλλα λόγια η Επιστήμη μπορεί να εμπνεύσει την ηθική σύμφωνα και με τον Φιλήμονα Παιονίδα¹⁷¹. Για να τεκμηριωθεί ο παραπάνω συσχετισμός, δίνονται μάλιστα παραδείγματα που αποτελούν κοινούς τόπους και για τα δύο πεδία της ανθρωπίνης διανόησης, όπως ας πούμε τα κοινά εργαλεία που χρησιμοποιούν, όπως αυτό

¹⁶⁹ Εκτενή αναφορά στη συνεισφορά του Edgar Allan Poe, γίνεται στη παρούσα διατριβή στο απόσπασμα 2.7 Edgar Allan Poe, στο δεύτερο κεφάλαιο.

¹⁷⁰ Ziman, J. (2001). Getting scientists to think about what they are doing. *Sci. Engl. Ethics*, 7, 165–176.

¹⁷¹ Παιονίδης, Φ. (2007, σ.4) *Υπέρ του Δέοντος: Δοκίμια πρακτικής Φιλοσοφίας*, Αθήνα: Εκκρεμές.

της επαγωγικής μεθόδου, ή κοινών γλωσσικών όρων όπως αυτός της απόδειξης ή της αντικειμενικότητας¹⁷².

Καταληκτικά, ο τρόπος με τον οποίο προσεγγίζουμε τις Φυσικές Επιστήμες και φυσικά που μέσα από το πρίσμα τους αναγνωρίζουμε τα οφέλη τους μπορεί αποδοθεί μέσα από δύο διαφορετικές παραδόσεις. Ειδικότερα είναι η ανθρωπιστική παράδοση, που αντιμετωπίζει τις Επιστήμες ως το μεγαλύτερο δημιούργημα του ανθρώπου που στοχεύει στην ανάταση του πνεύματος, η οποία εκπαιδευτικά έχει ένα ευγενές στόχο την αρίτωση της προσωπικότητας του νέου και που αξιολογεί το κεφάλαιο της γνώσης, ως μορφωτικού αγαθού. Στον αντίποδα βρίσκεται η πιο πραγματιστική παράδοση, η πιο τεχνοκρατική, εκείνη που φαίνεται να είναι ίσως όχι τόσο ρομαντική, αλλά εκπαιδευτικά τουλάχιστον να είναι πιο εναρμονισμένη με τις σύγχρονες ανάγκες της κοινωνίας. Σε αυτή τη περίπτωση η γνώση και Φυσικές Επιστήμες ιδιαίτερα, αντιμετωπίζονται πιο χρησιμοθηρικά. Στοχεύουν εκπαιδευτικά στην ανάπτυξη και την ανάδειξη δεξιοτήτων που θα καταστήσουν τον νέο ικανό να ανταποκριθεί στις ποικίλες ανάγκες του σύγχρονου περιβάλλοντος, μέσα στο οποίο αναπτύσσεται και φυσικά ως ενήλικας θα είναι χρήσιμος ο ίδιος μέσα στη παραγωγική διαδικασία.

Πέρα λοιπόν από αυτές τις παραδόσεις και ως προέκταση των παραπάνω θα υποστηρίζαμε ότι η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών μπορεί να είναι ιδιαίτερος χρήσιμη (λαμβάνοντας υπόψη τη πραγματιστική σχολή), αλλά και ανθρωποπλαστική (σύμφωνα με την ανθρωπιστική σχολή) αφού παρέχει στον νέο το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό, αυτό της αμφισβήτησης.

Τα οφέλη της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών θα αναδειχθούν όταν κατανοήσουμε ότι οι Φυσικές Επιστήμες αποτελούν κεφάλαιο του πολιτισμού μας. Όπως άλλωστε ο Γ. Γραμματικάκης υποστηρίζει στη προσπάθειά του να συνδέσει την Επιστήμη και την Τέχνη:

“Η Επιστήμη αποτελεί συνιστώσα και μάλιστα βασική συνιστώσα του πολιτισμού μας. Συνεπώς, όσο εξακολουθούμε να μιλούμε για πολιτισμό, υπονοώντας απλώς τη λογοτεχνία, τα έργα τέχνης ή τη μουσική, αφαιρούμε ένα μεγάλο μέρος από τη δυναμική του. Η θεωρία της σχετικότητας, για παράδειγμα, έχει μια σπάνια αισθητική και ανοίγει στον άνθρωπο διαστάσεις, όπως ακριβώς ένα σπουδαίο έργο τέχνης. Για τους ίδιους λόγους η ανακάλυψη της πενικιλίνης ή

¹⁷² Ο.π. σ. 5-7.

της ελικοειδούς δομής στα μόρια της κληρονομικότητας είναι πολιτισμικά γεγονότα, με οποιονδήποτε ορισμό του όρου”¹⁷³.

Η επίδραση της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών δεν μπορεί να μελετηθεί ξέχωρα από οποιαδήποτε έκφραση της ζωής μας, αφού μας βοηθά να διαμορφώσουμε και να κατανοήσουμε τον κόσμο μας και τη θέση μας μέσα σε αυτόν.

3.3 Τι είναι η Κοσμολογία

Η ετυμολογική προσέγγιση μια λέξης δίνει μια νέα διάσταση στη κατανόησή της. Έτσι και σε αυτή τη περίπτωση, η λέξη Κοσμολογία και η προσπάθεια ετυμολογικής ανάλυσής της θα σταθεί αρωγός στην απόπειρα εμβάθυνσης σε αυτήν. Η προσπάθεια να την ορίσουμε όχι μόνο συγχρονικά, αλλά και διαχρονικά είναι σημαντική αφού έτσι θα μπορέσει να αποκαλυφθεί και το εύρος της αλλά και η ουσία της ως Επιστήμης.

Η λέξη Κοσμολογία έχει προέλθει από τη σύνθεση των λέξεων κόσμος + λόγος. Η καθεμία από αυτές προέρχονται από τα ρήματα “κοσμέω-ώ” και “λέγω” αντίστοιχα. Συνεπώς η Κοσμολογία είναι ο λόγος για τον κόσμο. Τι είναι όμως ο κόσμος; Πρόκειται για μια λέξη η οποία σύμφωνα με το Λεξικό της Αρχαίας ελληνικής των Henry George Liddell & Robert Scott¹⁷⁴ έχει πολλές ερμηνείες, όπως :

- I. Η τάξη, η ευταξία, η ευπρέπεια, η καλή διαγωγή, η εύκοσμος επίνοια και μέθοδος, η κυβέρνηση σε μια πόλη
- II. Το κόσμημα, ο στολισμός, η ενδυμασία κυρίως των γυναικών
- III. Ο κυβερνήτης, ο άρχοντας, ο διοικητής
- IV. Ο κόσμος, το Σύμπαν

Σε αυτήν την τελευταία ερμηνεία είναι σημαντικό να εστιάσουμε μέσα και στο λήμμα του αντίστοιχου λεξικού. Εκεί εκτός από την ερμηνεία, παρατίθεται και μια ιστορική αναφορά με τον όρο όπως έχει αποτυπωθεί στα διάφορα αρχαία κείμενα και μάλιστα δίνει και την έννοια με την οποία χρησιμοποιήθηκαν. Πιο συγκεκριμένα

¹⁷³ <https://grammatikakis.gr/gr/tou-sumpantos-kai-tis-zois/item/354-epistimi-kai-texni-mia-paradoksi-sxesi>

¹⁷⁴ Liddell, H. G. & Scott, R. (2007, σ.763). *Επιτομή του Μεγάλου Λεξικού της Ελληνικής Γλώσσας*. Αθήνα: Πελεκάνος.

προσπαθώντας να το εξηγήσει, το ερμηνεύει ως απόρροια από την τέλεια τάξη και αρμονία κατ' αντίθεση προς την “αδιάμορφον” ουσία του Χάους και την οποία πρώτα ανιχνεύει στη φιλοσοφία του Πυθαγόρα. Ύστερα τη λέξη τη παραλαμβάνουν οι φιλοσοφικοί ποιητές Ξενοφάνης, Παρμενίδης και Εμπεδοκλής και όλοι όσοι έγραψαν φυσική φιλοσοφία. Οι Στωικοί τη χρησιμοποίησαν τη λέξη για να δηλώσουν την ψυχή του κόσμου και για αυτό το σύμπαν ως θείο όν. Άλλες φορές περιλαμβάνει και τη Γη και άλλες πάλι αναφέρεται μόνο στο ουράνιο στερέωμα.

Βέβαια δεν είναι τυχαίο ότι έχουν γραφτεί τόσες μελέτες και έχουν ασχοληθεί τόσοι ερευνητές με την έννοια της λέξης “κόσμος”¹⁷⁵. Σύμφωνα μάλιστα με τον Kahn¹⁷⁶, η λέξη κόσμος δεν έχει κάποια ετυμολογία άξια αναφοράς, όποτε και το τι σημαίνει θα πρέπει να το αναζητήσουμε μέσα στις ανάλογες κειμενικές αναφορές, όπως δηλαδή η λέξη εμφανίζεται και χρησιμοποιείται στα αρχαία κείμενα μέσα στο ανάλογο κειμενικό περιβάλλον. Είναι λογικό ότι με άλλο νοηματικό φορτίο εμφανίζεται έτσι στα κείμενα του Ομήρου, όπου εμφανίζεται με την έννοια αυτών που είναι με τη σωστή- κατάλληλη διάταξη, είτε αυτό είναι το πόσο καλά εφαρμόζει ένα βέλος στον αγώνα κάποιου, είτε προσδιορίζει με αυτόν τον τρόπο την “κατάλληλη προετοιμασία ενός γεύματος”. Δεν ήταν δύσκολη στη συνέχεια η επιφόρτιση του όρου με την έννοια του στολισμού και του στολιδιού, το οποίο δεν απέχει και πολύ ως νοηματικό φορτίο από την αρχική χρήση του όρου.

Οι πυθαγόρειοι φαίνονται στη συνέχεια να χρησιμοποιούν τη λέξη για να περιγράψουν την τάξη στη φύση. Όμως ο κόσμος ως έννοια που ανταποκρίνεται ως ένα σύνολο, θείο, αρμονικό και μαθηματικά δομημένο πρέπει να δημιουργήθηκε στα μέσα του 5^{ου} αιώνα¹⁷⁷. Πίσω λοιπόν στον χρόνο, η λέξη “κόσμος” είχε την έννοια την κοινωνικής δικαιοσύνης και ευταξίας.

Σήμερα εντοπίζουμε στην ξένη βιβλιογραφία, τη λέξη “κόσμος”, να γράφεται με δύο τρόπους, “Cosmos” με “c”, και “Kosmos” με “k”. Η πιο συχνή φυσικά ορθογραφία

¹⁷⁵ Ενδεικτικά να αναφερθούν κάποια τέτοια παραδείγματα κειμένων που προσπαθούν να αποσαφηνίσουν την συγκεκριμένη έννοια, όπως στο Kahn, H.C.(1994). *Anaximander and the Origins of Greek Cosmology*. Cambridge: Hackett Publishing, στο παράρτημα νούμερο 1 με τίτλο “The usage of the term ΚΟΣΜΟΣ in early Greek philosophy, είτε στο Finkelberg, A. (1998). On the history of the Greek ΚΟΣΜΟΣ. *Harvard Studies in Classical Philology*, 98,103-136, είτε στο μεταφρασμένο βιβλίο του Jaeger W. (1939). *Paideia: The Ideas of Greek Culture: Volume I: Archaic Greece: The Mind of Athens*. New York, Oxford: Oxford University Press.

¹⁷⁶ Kahn, H.C. (1994, p.220). *Anaximander and the Origins of Greek Cosmology*. Cambridge: Hackett Publishing.

¹⁷⁷ Cartledge, P., Millett, P., Reden, S. (1998, p.3). *KOSMOS: Essays in order, conflict and community in classical Athens*, Cambridge University press.

είναι η πρώτη¹⁷⁸. Τη δεύτερη περίπτωση τη συναντάμε φυσικά στο έργο, πραγματικά ορόσημο του Alexander von Humboldt στο: “Kosmos: Entwurf einer physischen Weltbeschreibung”. Μέσα από το συγκεκριμένο βιβλίο η λέξη “Κόσμος” έρχεται πάλι στο προσκήνιο και φυσικά γίνεται γνωστή μεταγενέστερα σε ένα ευρύτερο κοινό. Όπως φαίνεται ο Humboldt είχε διατυπώσει το 1834 ότι ήθελε να δημιουργήσει ένα βιβλίο που θα έφερνε κοντά, που θα ενοποιούσε τους ουρανούς και τη Γη¹⁷⁹. Ο ίδιος εξήγησε ότι χρησιμοποίησε την ελληνική λέξη Κόσμος, η οποία σημαίνει ομορφιά και τάξη και αυτά εφαρμόζονταν στο Σύμπαν ως ένα ταξινομημένο σύστημα που ήταν¹⁸⁰.

Ωστόσο η λέξη Κοσμολογία είναι σχετικά σύγχρονη, αφού πρώτη φορά χρησιμοποιήθηκε το 1731 από τον Christian Wolff στο έργο του με τίτλο *Cosmologia Generalis*¹⁸¹.

Μέσα στα σύγχρονα κείμενα η Κοσμολογία ως Επιστήμη αποτυπώνεται με έναν διαφορετικό τρόπο και δίνοντας έμφαση σε διαφορετικά χαρακτηριστικά, σε αυτό βέβαια που προφανώς συμφωνούν είναι η πρόδηλη ετυμολογία της λέξης.

Σύμφωνα με το *Oxford Companion to Cosmology* των Andrew Liddle and Jon Loveday¹⁸²:

“Γιαρά ότι η επιστημονική Κοσμολογία αν και ένα νέο πεδίο μελέτης, που δεν υπήρχε ουσιαστικά μέχρι τις αρχές του 20^{ου} αιώνα, η φιλοσοφική, θρησκευτική και εσωτερική Κοσμολογία έχει μακρά και αρχαία ιστορία”.

Ανάλογα, στο συγκεκριμένο εξειδικευμένο λεξικό επιστημονικών όρων, η Κοσμολογία διακρίνεται: α) στη φυσική Κοσμολογία β) στη μεταφυσική Κοσμολογία γ) στη θρησκευτική Κοσμολογία και δ) στην εσωτερική Κοσμολογία. Η Κοσμολογία είναι η μελέτη του Σύμπαντος.

Εάν θέλουμε να είμαστε πιο ολοκληρωμένοι ως προς τους ορισμούς δε θα πρέπει να παραλείψουμε και την έννοια της μαθηματικής Κοσμολογίας. Όπως ο κ. Σ. Κωτσάκης την έχει ορίσει, πρόκειται για την Κοσμολογία εικίνη που ξεκίνησε το 1917 με τις

¹⁷⁸ Για τον τρόπο και την ιστορία της λέξης κόσμος και πως αυτή εμφανίστηκε, αλλά και μεταφράστηκε στα αγγλικά βλέπε: Horky, P.S. (2019). *Cosmos in the Ancient World*. Cambridge: Cambridge University Press.

¹⁷⁹ Wulf, A. (2015). *The Invention of Nature: The Adventures of Alexander von Humboldt, the Lost Hero of Science*. London: John Murray Publishers.

¹⁸⁰ Ο.π.

¹⁸¹ Kragh, K. & Longair, M. (2019, p.1). *The Oxford Handbook of the History of Modern Cosmology*. Oxford: Oxford University Press.

¹⁸² Liddle, A. & Loveday, J. (2009, p.81). *Oxford Companion to Cosmology*. Oxford: Oxford University Press.

εξισώσεις του Α. Einstein, αυτές της γενικής σχετικότητας, αναδείχθηκε σε μια βαθιά μαθηματική επιστήμη όπου μελετά τα πιθανά σύμπαντα και κατάφερε να μας απαλλάξει από τις προκαταλήψεις μας σχετικά με το Σύμπαν, αφού μας βοήθησε να διακρίνουμε αυτό που δε γνωρίζουμε (the unknown) με αυτό το οποίο μας είναι άγνωστο γιατί δεν έχουμε όλες τις πληροφορίες σχετικά με αυτό (the unknowable) και ανάμεσα στα πολλαπλά σύμπαντα τα οποία μπορούμε να δομήσουμε μέσα από μαθηματικά και φυσικά μοντέλα. Αυτού του είδους η Κοσμολογία πυροδότησε νέες ανακαλύψεις πρώτα σε θεωρητικό επίπεδο που στη συνέχεια επιβεβαιώθηκαν και παρατηρησιακά¹⁸³.

Η Κοσμολογία θεωρείται λανθασμένα ως μια νέα Επιστήμη και από πολλούς επίσης ως ένα παρακλάδι της Αστρονομίας. Η Κοσμολογία δεν είναι μια νέα Επιστήμη, αφού ο άνθρωπος από τα πρώτα στάδια της ύπαρξης του άρχισε να προσπαθεί να ερμηνεύσει και να κατανοήσει αυτό που τον περιβάλλει. Μάλιστα από αυτή την ενστικτώδη ανθρώπινη διερεύνηση, ο άνθρωπος έστρεψε το βλέμμα του προς τον ουρανό προσπαθώντας να κατανοήσει τα φυσικά φαινόμενα, τα άστρα, τη κίνηση της σελήνης και την ουράνια σφαίρα. Από αυτή την αναζήτηση κατά μια ερμηνεία προέρχεται η ετυμολογία της λέξης άνθρωπος, από το “άνω + θρώσκω” που σημαίνει παρατηρώ.

Το κάθε σύστημα -είτε αυτό ήταν θρησκευτικό, είτε πολιτισμικό- έχει τη δική του Κοσμολογία, τη δική του ερμηνεία για το πλαίσιο και τους κανόνες που διέπουν αυτόν τον Κόσμο. Ένα κοινό όμως σημείο, που έχουν όλες οι κοσμολογίες και διαχρονικά, είναι ότι προσπαθούν να εντοπίσουν τη δική τους τάξη, τη δική τους οργάνωση, που θα διέπει το σύστημα και που φυσικά θα είναι κατανοητό από τον ανθρώπινο νου.

Αυτό το σημείο μπορεί να αποτελέσει την αφετηρία για τη διάκριση της Κοσμολογίας σε προεπιστημονική και επιστημονική Κοσμολογία. Ειδικότερα οι προεπιστημονικές κοσμολογικές προσεγγίσεις ήταν αυτές που έδωσαν σταδιακά τη θέση τους στην επιστημονική Κοσμολογία. Έτσι η προεπιστημονική Κοσμολογία είναι εκείνη που θέτει στο κέντρο της τον άνθρωπο, προσπαθώντας να ερμηνεύσει μέσα από απλές -έως και απλοϊκές θα λέγαμε σήμερα- παρατηρήσεις το Σύμπαν και ως εκ τούτου δημιουργώντας, μύθους και παρουσιάζοντας μυθολογικά μοντέλα. Σταδιακά το πείραμα και η παρατήρηση αναδείχθηκαν ως ο θεμέλιος λίθος για την Κοσμολογία δημιουργώντας αυτό που σήμερα ονομάζεται επιστημονική Κοσμολογία.

Άλλο ένα θέμα για το οποίο εκφράζονται διαφορετικές απόψεις είναι ποια ήταν ιστορικά, η φάση εκείνη στην οποία η Κοσμολογία έγινε Επιστήμη και αποχωρίστηκε τη Φιλοσοφία. Άλλοι υποστηρίζουν ότι το σημείο αυτό ήταν το 1917 με τη θεωρία του

¹⁸³ <https://spiroscotsakis.com/>

Einstein, άλλοι ότι ήταν το 1965 με την ανακάλυψη της μικροκυματικής ακτινοβολίας υποβάθρου που αποτέλεσε την απόδειξη για το αρχαιότερο απομεινάρι από τη Δημιουργία του Κόσμου, ενώ άλλοι το 1989 με τις μετρήσεις που έκανε ο δορυφόρος COBE.

Πέρα όμως από αυτές τις διατυπώσεις και προσεγγίσεις που οδηγούν σε διαφορετικές θέσεις, αυτό στο οποίο συγκλίνουν οι περισσότεροι επιστήμονες είναι ότι η Κοσμολογία αποτελεί τη “μεγαλύτερη των Επιστημών”¹⁸⁴. Όπως οι κοσμολόγοι αναζητούν τη θεωρία των Πάντων, η οποία θα αποτελέσει των συνδετικό κρίκο όλων των θεωριών και θα τις ενοποιήσει σε μια, έτσι και η Κοσμολογία θα μπορούσε να θεωρηθεί ως εκείνη η Επιστήμη, που θα ενοποιήσει σε μια εικόνα και θα επιβεβαιώσει τις υποθέσεις της φυσικής, θα αποδείξει τους μαθηματικούς υπολογισμούς, θα περιγράψει τα φιλοσοφικά μοντέλα και ό,τι φυσικά περιλαμβάνει ο Κόσμος μας, το Σύμπαν μας.

Λανθασμένα η Κοσμολογία θεωρείται ως παρακλάδι της Αστρονομίας, αφού είναι περισσότερο από αυτό. Η Αστρονομία μπορεί να μελετά το περιεχόμενο του Σύμπαντος, όμως η Κοσμολογία δεν μελετά το περιεχόμενο μόνο. Κάποιος θα μπορούσε να τη συσχετίσει με τη Φυσική, αφού το Σύμπαν δεν περιέχει μόνο αντικείμενα, αλλά διέπεται και από δυνάμεις που είναι το αντικείμενο μελέτης της Φυσικής¹⁸⁵. Η Κοσμολογία μόλις τη δεκαετία του 1960 σταμάτησε να θεωρείται παρακλάδι της φιλοσοφίας. Αυτό που μπορούμε να κατανοήσουμε, είναι ότι η Κοσμολογία μπορεί με απροσδόκητο ίσως τρόπο να συνδεθεί και με άλλες επιστήμες και με άλλα σημεία της ανθρώπινης διάνοησης.

Η Κοσμολογία είναι μια ξεχωριστή Επιστήμη. Ενώ με την ανάπτυξη των Επιστημών και την εξειδίκευση, που προέκυψε ως αδήριτη ανάγκη αυτής της αλματώδους ανάπτυξης, οι άλλες επιστήμες για να εμβαθύνουν χρειάστηκε να διαχωριστούν και να δημιουργήσουν πεδία εξειδικευμένα¹⁸⁶, η Κοσμολογία είναι αυτή η Επιστήμη που στοχεύει στην ενοποίηση και στη δημιουργία μια ολοκληρωμένης κοσμικής εικόνας. Για αυτό το λόγο και αντλεί στοιχεία και γνώσεις από διαφορετικές επιστήμες όπως την Αστρονομία, τη Φυσική, τη Φιλοσοφία, τα Μαθηματικά, τη Χημεία και όχι μόνο.

¹⁸⁴ Hawley, J.F. & Holcomb, K.A. (2007.p.5). Foundation of Modern Cosmology. Oxford: Oxford University Press.

¹⁸⁵ Ο.π.

¹⁸⁶ Παράδειγμα θα μπορούσε να αποτελέσει η φυσική, η οποία από τον γενικό όρο φυσική φιλοσοφία, λόγω της ανάπτυξης και της διεύρυνσης της γνώσης οδήγησε στη δημιουργία πυρηνικής φυσικής, της ατομικής φυσικής, της αστροφυσικής, της γεωφυσικής κ.λπ.

Για αυτό το λόγο και σύμφωνα με τον E. Harrison¹⁸⁷ μάλιστα η εισαγωγή στη Κοσμολογία δεν μπορεί να θεωρηθεί ως παρακλάδι της Αστρονομίας γιατί είναι Κοσμοπαιδεία, είναι κάτι πολύ βαθύτερο από την ανακάλυψη των περιεχομένων του σύμπαντος, σε κάθε περίπτωση η μελέτη της Κοσμολογίας μας κάνει να παύσουμε, να παρατηρήσουμε, να αναστοχαστούμε και να επαναπροσδιορίσουμε τον Κόσμο που μας περιβάλλει αλλά μαζί και τον ίδιο μας τον εαυτό.

Για αυτό και η Κοσμολογία μπορεί να αποτελέσει ακρογωνιαίο λίθο του εκπαιδευτικού συστήματος, βάση της παιδείας αφού μπορεί να αποτελέσει το τέλειο παράδειγμα για τη διαθεματική προσέγγιση της γνώσης. Μπορεί οι επαγγελματίες κοσμολόγοι να είναι λίγοι, όμως κοσμολόγος είναι οποιοσδήποτε προσπαθεί να κατανοήσει το Σύμπαν¹⁸⁸ και τη θέση του μέσα σε αυτό, πόσο μάλλον τα παιδιά και οι έφηβοι οι οποίοι χτίζουν τη γνώση τους και προσπαθούν να κατανοήσουν τη θέση τους, να κατασκευάσουν το δικό τους κοσμοειδωλό. Σε πλήρη εναρμόνιση με τη θέση που έχει υποστηρίξει ο J.D. Barrow, η σύγχρονη Κοσμολογία δεν έχει ως στόχο να περιγράψει με ακρίβεια το Σύμπαν, αλλά να θέσει αυτή τη περιγραφή του σε ένα ευρύτερο πλαίσιο πιθανοτήτων και δυνατοτήτων¹⁸⁹.

3.4 Τα ευεργετήματα της διδασκαλίας της Αστρονομίας και της Κοσμολογίας

Οι κοσμολογικές και αστρονομικές ανακαλύψεις των τελευταίων δεκαετιών -συνιστά πραγματικά παράδοξο- πως δεν έχουν την ανάλογη επίδραση και στην εκπαίδευση. Σε αντίθεση βέβαια με τη δεκαετία του '60 και '70, όπου η διαστημική εποχή επηρέασε και την εκπαίδευση στην Ελλάδα. Μάλιστα, σύμφωνα με τον Κώστα Μαυρομμάτη, προέδρου της Εταιρείας Αστρονομίας και Διαστήματος: “το 1964 υπήρχε δίωρο μάθημα Αστρονομίας στα ελληνικά σχολεία. Ήταν η εποχή του Γκαγκάριν, του ταξιδιού του ανθρώπου στη Σελήνη, και της εξερεύνησης του Διαστήματος και για αυτό η διδασκαλία μπήκε στα

¹⁸⁷ Harrison, E. (2000, p.16). *Cosmology: The science of the Universe*. Cambridge: Cambridge University Press.

¹⁸⁸ Ο .π.

¹⁸⁹ Barrow, J.D. (2012). *The Book of Universes: Exploring the limits of the Cosmos*. New York: Vintage books.

σχολεία¹⁹⁰. Μπορεί η Ελλάδα να μην είχε εκείνη την εποχή διαστημικό Πρόγραμμα , ούτε ατομική ενέργεια ή πυρηνικά όπλα, όμως δεν εμπόδισαν όλα αυτά τη χώρα να παρακολουθήσει τη διαστημική εποχή, είτε από τη λαϊκή βάση , είτε από ένα πιο υψηλό επίπεδο¹⁹¹.

Πως θα μπορούσε σήμερα να ερμηνευθεί ο εξοστρακισμός του μαθήματος της Αστρονομίας και φυσικά της Επιστήμης της Κοσμολογίας από το ελληνικό σχολείο; Γιατί υπάρχει αυτό το κενό στην ελληνική εκπαίδευση; Γιατί ένα μαθητής που ολοκληρώνει τη βασική εκπαίδευση δεν ξέρει τη διαφορά ενός άστρου με αυτόν του πλανήτη; Γιατί τα παιδιά δεν γνωρίζουν που οφείλεται η αλλαγή των εποχών; Γιατί υπάρχει τέτοια μεγάλη παρερμηνεία και θραυσματική γνώση όσον αφορά το θεμελιώδες ερώτημα, γιατί ο ουρανός είναι σκοτεινός το βράδυ; Που θα μπορούσε να αποδοθεί η υποβάθμιση του μαθήματος της Αστρονομίας, της Κοσμογραφίας και κατ' επέκταση της “κοσμοπαιδείας” ;

Αυτά είναι ερωτήματα που θα προσπαθήσουμε να απαντήσουμε σε επόμενο κεφάλαιο. Με την αντίστοιχη λογική και μέσα στο ίδιο πλαίσιο είναι και εκείνοι που αναρωτιούνται γιατί τόσα χρήματα δαπανώνται ετησίως για την κατάκτηση του διαστήματος ή για την κατανόηση του Σύμπαντος; Πρόκειται για μια μικρόνοια λογική, κοντόφθαλμη που εκπορεύεται από τη χρησιμοθηρική αντίληψη της γνώσης, από τη λογική εκείνη κατά την οποία η γνώση δεν αντιμετωπίζεται ως “αγαθό”, αλλά ως μέτρο της έχει την άμεση ανταποδοτικότητα.

Για να στηρίξουμε τη θέση μας, το πόσο δηλαδή επιτακτική ανάγκη είναι η εισαγωγή μαθήματος αστρονομικού και κοσμολογικού περιεχομένου στα σχολεία, για να απαντήσουμε σε εκείνους που πρεσβεύουν ότι η ενασχόληση με τον ουρανό είναι ελιτίστικη και φυσικά να δικαιολογήσουμε τη δαπάνη πόρων και μέρος του μικρού προϋπολογισμού χωρών σε ανάλογες αποστολές, οφείλουμε να αναδείξουμε τη σημασία και τα πολλαπλά οφέλη που μπορούν να προκύψουν από τη διδασκαλία τους.

Η διδασκαλία της Αστρονομίας και ιδωμένο σε ένα πιο ευρύ πλαίσιο, της Κοσμολογίας μπορεί να έχει πολλαπλά οφέλη, τα οποία μπορούν να αποτιμηθούν και μακροπρόθεσμα αλλά και άμεσα, εντός της σχολικής-ακαδημαϊκής ζωής. Δεν είναι άλλωστε τυχαίο ότι η διδασκαλία της Αστρονομίας αποτελούσε τον πυρήνα μιας κλασικής εκπαίδευσης από την αρχαιότητα. Αλλά και στη σύγχρονη εποχή, συστήματα

¹⁹⁰ Λακασάς, Α. (2018). *Με το βλέμμα στραμμένο στο Σύμπαν*. Καθημερινή. <https://www.kathimerini.gr/society/942819/me-to-vlemma-strammeno-sto-sympan/>

¹⁹¹ Μουτσόπουλος, Θ. & Βασιλείου, Κ.(Επιμ.).(2017). *Η εποχή του διαστήματος: Ηλεκτρική και ηλεκτρονική τέχνη στην Ελλάδα 1957-1989*. Αθήνα: Ασίνη.

εκπαιδευτικά και μάλιστα πιο πρωτοποριακά έχουν ως θεμέλιο λίθο τους την κοσμική εκπαίδευση ή αλλιώς κοσμική αγωγή, όπως είναι το Μοντεσσοριανό σύστημα εκπαίδευσης¹⁹².

Αν λοιπόν ζεινήσουμε από τον πυρήνα της μοντεσσοριανής θεωρίας θα μπορούσαμε να πούμε ότι η Κοσμολογία, η κοσμική εκπαίδευση είναι αυτή που θα μας συνδέσει με τις κοσμικές μας ρίζες. Θα μας τοποθετήσει μέσα στο χώρο και το χρόνο, θα ωθήσει τον μαθητή στη κατανόηση της κοσμικής κλίμακας. Πόσο μικροί είμαστε και πόσο τυχαία και καθόλου κεντρική δεν είναι η θέση μας μέσα στο αχανές, ποικιλόμορφο Σύμπαν. Θα συνδέσει το μαθητή, την παρατήρησή του, την ύπαρξή του με αυτή των ουράνιων σωμάτων. Θα κατανοήσει ότι τα στοιχεία από τα οποία είναι φτιαγμένο το σώμα του, έχουν δημιουργηθεί στα αστέρια. Ιδιαίτερα για ένα εκπαιδευτικό σύστημα όπως το ελληνικό, το οποίο ως προμετωπίδα του θέτει τη διαμόρφωση ενός εκπαιδευτικού συστήματος το οποίο: *“πρέπει να ανταποκρίνεται στη δυναμική των καιρών του και να απαντά στις προκλήσεις της εποχής”*¹⁹³, και το οποίο θα στοχεύει: *“στην εξασφάλιση συνθηκών που επιτρέπουν στον μαθητή να αναπτύξει την προσωπικότητά του με ισχυρή αυτοαντίληψη”*¹⁹⁴.

Ως προέκταση του παραπάνω ισχυρισμού, η ανάπτυξη της κοσμικής συνείδησης συνδέεται με τα πρωταρχικά ερωτήματα που θέτει ο άνθρωπος με την ανάπτυξη της συνείδησης του. Ο κάθε άνθρωπος διαχρονικά έθετε ερωτήματα προκειμένου να αντιληφθεί, να κατανοήσει τον κόσμο γύρω του. Η απάντηση σε αυτά τα ερωτήματα καθορίζονταν σε κάθε εποχή από το πλαίσιο μέσα στο οποίο ετίθεντο και η ερμηνεία ήταν ανάλογη από τον βαθμό κατανόησης, από το πολιτισμικό, κοινωνικό, επιστημονικό, θρησκευτικό περίγραμμα. Έτσι ερωτήσεις όπως γιατί είναι σκοτεινός ο ουρανός τη νύχτα, αν η Γη γυρίζει, τι σημαίνουν οι φάσεις της σελήνης, πώς εξηγούνται τα καιρικά φαινόμενα, λαμβάνουν μια διαφορετική απάντηση ανάλογα με την εποχή και τη χώρα μέσα στην οποία διατυπώνονται. Όταν λοιπόν αυτά τα αστρονομικά–κοσμολογικά ερωτήματα υπάρχουν στην καθημερινότητα των παιδιών, σε μια δύση Ηλίου ή στην έκλειψη της Σελήνης, θα βοηθήσει η διδασκαλία τους να άρουν ακόμη και τις προκαταλήψεις και τις δεισιδαιμονίες.

Η προσπάθεια του ανθρώπου βέβαια να ερμηνεύσει τον κόσμο γύρω του ήταν εκείνη που οδήγησε στη δημιουργία μύθων, θρησκειών και υποδαύλισε την εδραίωση

¹⁹² Duffy, M. & Duffy, O. (2017). Παιδιά του Σύμπαντος: Η κοσμική αγωγή στο μοντεσσοριανό δημοτικό σχολείο. Ραφήνα: Μεταμόρφωση.

¹⁹³ Παιδαγωγικό Ινστιτούτο. Γενικό μέρος: Εισαγωγή. http://www.pi-schools.gr/download/programs/depps/1Geniko_Meros.pdf

¹⁹⁴ Ο.π.

προκαταλήψεων και δεισιδαιμονιών. Η διδασκαλία όμως των αστρονομικών και κοσμολογικών ανακαλύψεων μπορεί να εκμεταλλευτεί τη φυσική περιέργεια του ανθρώπου, την τάση του για ανακάλυψη και εξερεύνηση, στη προσπάθεια του να ανακαλύψει τον κόσμο που τον περιβάλλει. Αυτή η προσέγγισή μπορεί να έχει διττή ωφέλεια. Πρωτίστως είναι εκείνη που ωθεί τον άνθρωπο στην ανάπτυξη των Επιστήμων αλλά μπορεί σε ένα δεύτερο επίπεδο να αναπτύξει και τη φαντασία. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να εθίσει τα παιδιά στην ανακάλυψη της γνώσης αλλά και στην ανάπτυξη της φαντασίας.

Για την ανακάλυψη της γνώσης, για τη διαδικασία με την οποία ένα παιδί μπορεί μόνο του να επικυρώσει τη θεωρητική γνώση που έλαβε, μέσα από την παρατήρηση, που αρκεί απλά να στρέψει το βλέμμα του στον ουρανό, ίσως δεν υπάρχει άλλο πιο κατάλληλο μάθημα¹⁹⁵. Ένα γνωστικό αντικείμενο που μπορεί με έναν τόσο απλό τρόπο να σε οδηγήσει μέσα από την ιστορία του, στην ιστορία της ανθρώπινης αντίληψης. Να σε μεταφέρει από το μαγικό Σύμπαν, στο μυθικό Σύμπαν των Βαβυλωνίων, των Ελλήνων, των Κινέζων, των Κελτών, στο ανθρωποκεντρικό Σύμπαν, στο γεωκεντρικό, ύστερα στο ηλιοκεντρικό και να σε οδηγήσει στο σημερινό, αχανές, ίσως χωρίς κέντρο Σύμπαν. Συνεπώς μέσα από ένα μάθημα Κοσμολογίας, μέσα από μια κοσμολογική προσέγγιση θα μπορέσει το παιδί να ανακαλύψει τη σημερινή γνώση, πως οδηγηθήκαμε σε αυτήν και πως αυτή δεν είναι μια στατική σχέση αλλά μια δυναμική πολλών παραγόντων.

Συνάμα, μέσα από την Κοσμολογία και μέσα φυσικά από την Ιστορία της Κοσμολογίας το παιδί δε θα ανακαλύψει μόνο της ιστορία της ανθρώπινης διανόησης, αλλά και την Ιστορία άλλων Επιστημών όπως της Φυσικής, των Μαθηματικών, της Βιολογίας, της Χημείας. Έτσι ο διδασκόμενος δεν θα προσεγγίζει πλέον τη γνώση μόνο τεχνικά, αλλά εις βάθος και ουσιαστικά. Παράλληλα βέβαια πρόκειται για μια άλλη δυναμική σχέση που αναδεικνύεται σε αυτή τη περίπτωση, πιο συγκεκριμένα πως η Αστρονομία ή η Κοσμολογία βοήθησε και στην ανάπτυξη των Μαθηματικών, της

¹⁹⁵ Βέβαια αυτή η παρατήρηση ίσως αφορά σε άλλα εκπαιδευτικά συστήματα. Γιατί στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα φαίνονται τέτοιες πρωτοβουλίες να μην προωθούνται. Πιο συγκεκριμένα σε άρθρο της εφημερίδας Καθημερινής, Σανούδου. Χ. (2015). Διάστημα, ο γνωστός μας άγνωστος. ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ. <https://www.kathimerini.gr/life/science/818903/diastima-o-gnostos-mas-agnostos/>

αναφέρεται ότι το Υπουργείο Παιδείας με πρόσφατη απόφασή του (2015) δεν επέτρεψε στους μαθητές να βγουν στα προαύλια των σχολείων στη διάρκεια της τελευταίας έκλειψης με πρόσχημα την προστασία των μαθητών από την ακτινοβολία και μάλιστα χωρίς κανέναν από τους συμβούλους του Υπουργού να απευθυνθεί στους εξειδικευμένους σχετικά επιστήμονες.

Επιστήμης και της Τεχνολογίας. Τα περισσότερα ίσως επιστημονικά νέα τα οποία φαίνεται να ενθουσιάζουν το ευρύ κοινό είναι αυτά που σχετίζονται με την Αστρονομία¹⁹⁶.

Αυτός ο ενθουσιασμός που δείχνουν και τα παιδιά για την Αστρονομία και για ότι σχετίζεται με το διάστημα¹⁹⁷, θα μπορούσε να αναδειχθεί σε πολύ σημαντικό παράγοντα που θα ωθούσε τους μαθητές ή θα τους ενέπνεε ώστε να ακολουθήσουν την επιστημονική οδό και ακαδημαϊκά στην μετέπειτα σταδιοδρομία και ζωή τους να ασχοληθούν με τις ανάλογες επιστήμες¹⁹⁸. Μπορεί να αναδειχθεί σε φοβερό ερέθισμα για έναν άνθρωπο όταν καλείται να παρατηρήσει μέσα στη νύχτα το σκοτεινό ουρανό, απομονωμένος από τον θόρυβο της καθημερινότητας, μέσα από την άμεση επαφή του με τη φύση. Σε αυτή τη φάση ιδιαίτερα ένα παιδί, από τη φύση του φιλοπερίεργο θα νιώσει τη μικρότητα του απέναντι στο μεγαλείο του Σύμπαντος αναζητώντας απαντήσεις.

Το γεγονός μάλιστα ότι για πολλούς μαθητές τα άστρα είναι τόσο ελκυστικά μπορεί να αποτελέσει και το μέσο έτσι ώστε οι μαθητές να μάθουν θεμελιώδεις αρχές των Επιστημών και της επιστημονικής μεθόδου. Μέσα από τη διδασκαλία της Κοσμολογίας και των Επιστημών που ασχολούνται με το Σύμπαν, με αυτή την Επιστήμη που προσπαθεί να συνδέσει το μικρόκοσμο μας με τον μακρόκοσμο, ο μαθητής θα μάθει να αναπτύσσει τη κριτική του σκέψη. Μέσα από τα διαφορετικά κοσμολογικά μοντέλα που θα γνωρίσει θα κληθεί να επιλέξει ποιο είναι αυτό που του ταιριάζει και δικαιολογεί τη λειτουργία του δικού του κοσμοειδώλου. Θα κληθεί να τοποθετήσει τον εαυτό του μέσα σε ένα συγκεκριμένο κοσμολογικό σύστημα και μέσα από αυτή τη διαδικασία να αυτοπροσδιοριστεί.

Έχοντας γνώση για τον τρόπο λειτουργία αυτού του συστήματος, θα αναπτύξει και την ευθύνη του απέναντι σε αυτό, αλλά και θα λειτουργήσει σωρευτικά για την ανάπτυξη την κοινωνικής ευθύνης. Μέσα από αυτή τη διαδικασία ο μαθητής και μελλοντικός πολίτης, γνωρίζοντας -και πιο σημαντικά κατανοώντας- και εκτιμώντας την συμβολή των Επιστημών και της τεχνολογίας θα μπορεί συνειδητά να συναινέσει δρώντας κοινωνικά. Ειδικότερα είναι σημαντικό μέσα από την ύπαρξη μαθημάτων όπως της Κοσμολογίας στη βασική εκπαίδευση, ο μαθητής να μάθει βασικές έννοιες και λειτουργίες της Επιστήμης και του περιβάλλοντος μέσα στο οποίο δραστηριοποιείται ώστε να μπορεί να επιλέξει αν χρειαστεί σε θέματα που αφορούν την Επιστήμη και που προϋποθέτουν τη

¹⁹⁶ Percy, J. (2006). Teaching Astronomy: Why and How? JAAVSO, 35, (1), 248-254.

¹⁹⁷ Ο.π., σύμφωνα με το συγκεκριμένο άρθρο τα δυο πιο δημοφιλή θέματα για τα παιδιά είναι αυτά που σχετίζονται με τους δεινόσαυρους και με το διάστημα.

¹⁹⁸ Panou, E. & Violetis, A. (2018). Teaching astronomy using monuments of cultural heritage: the educational example of horologion of Andronicus Kyrrethes. Scientific Culture, 4, (2), 77-83.

συναίνεση του λαού. Πολύ σημαντική παράμετρος για τη πρόοδο της Επιστήμης αλλά και των κρατών.

Αλλά και εντός της τάξης είναι πολύ σημαντική η επαφή με μαθήματα όπως η Αστρονομία ή η Κοσμολογία, αφού εκτός από την ανάπτυξη της κριτικής προσέγγισης μπορεί να θέσει τις βάσεις της επιστημονικής μεθόδου. Ειδικότερα η Κοσμολογία, λόγω της μοναδικότητας του αντικειμένου προς έρευνα -το Σύμπαν- μπορεί να προσφέρει μια εναλλακτική λύση και τρόπο προσέγγισης από αυτόν του πειράματος. Μπορεί το Σύμπαν να φαίνεται πολύ μακριά και όχι τόσο οικείο στη καθημερινότητα μας, αφού για να ανθρωπίνως μεγέθη είναι πολύ “μεγάλο, πολύ παλιό, πολύ μακρινό”¹⁹⁹, όμως ακριβώς αυτά τα χαρακτηριστικά του και η μοναδική σύνθεση του, η μοναδική ιστορία του και η μοναδικότητα ως προς τους νόμους που το διέπουν, διευρύνουν τους ορίζοντές μας και τις προοπτικές για νέες εξερευνήσεις. Σε αυτή τη περίπτωση λοιπόν δεν μπορούμε να εφαρμόσουμε πειράματα, αλλά ο μαθητής θα εισαχθεί σε νέους επιστημονικές μεθόδους όπως αυτής της προσομοίωσης ή της μοντελοποίησης²⁰⁰.

Εκτός όμως από την προσφορά της στην εντρύφηση στα επιστημονικά, ερευνητικά εργαλεία, η Κοσμολογία προσφέρει και κάτι άλλο πολύ σημαντικό, το πλαίσιο μέσα στο οποίο λειτουργούν και εξελίσσονται όλες οι επιστήμες. Σύμφωνα με τον Ellis²⁰¹, η μοναδικότητα του ρόλου του σύμπαντος έγκειται στην δημιουργία ενός περιβάλλοντος μέσα στο οποίο οι γαλαξίες, οι αστέρες και οι πλανήτες αναπτύσσονται, παρέχοντας με αυτόν τον τρόπο τις συνθήκες, το πλαίσιο, θα μπορούσαμε να πούμε ίσως, μέσα στο οποίο η τοπική φυσική και χημεία μπορούν να λειτουργήσουν ώστε να υπάρχει ζωή. Εάν το κοσμολογικό περιβάλλον ήταν ελάχιστα διαφορετικό, δε θα ήμασταν εδώ. Για αυτό η Κοσμολογία έχει βαρύνουσα σημασία για ολόκληρη την επιστημονική διανόηση. Έτσι η Κοσμολογία είναι πολύ σημαντική αφού θέτει το πλαίσιο, το πεδίο, τις συνθήκες μέσα στο οποίο λαμβάνουν χώρα και επιδρούν όλες οι Επιστήμες.

Την ίδια στιγμή οι μαθητές θα μπορούν μέσα από την παρατήρηση των φαινομένων και την αναζήτηση μιας αλήθειας που θα καλύπτει τα δικά τους κενά στη δημιουργία του δικού τους σύμπαντος, να συζητούν μέσα στην τάξη, να κρίνουν, να ανταλλάσσουν απόψεις ώστε εκτός από την ανάπτυξη επιστημονικών δεξιοτήτων να αναπτύξουν και τις κοινωνικές τους δεξιότητες, που αποτελεί το ζητούμενο σε κάθε εκπαιδευτική διαδικασία.

¹⁹⁹ Από απόσπασμα της ομιλίας του Roberto Trotta στο Gresham College με τίτλο : Why society needs astronomy and cosmology το 2016, <https://www.youtube.com/watch?v=arJx6E3L35w>

²⁰⁰ Percy, J. (2006). Teaching Astronomy: Why and How? JAAVSO, 35, (1), 248-254.

²⁰¹ Ellis, G.F.R. (1999). The different nature in cosmology. Astronomy & Geophysics, 40, (4), 4-20.

Η παγκοσμιοποίηση και σαφώς η στενότερη επαφή μεταξύ των κρατών-εθνών αναδεικνύει μια νέα πραγματικότητα στην οποία η σύγχρονη εκπαίδευση οφείλει να συμπαραταχθεί. Έτσι πέρα από την ανάπτυξη της κοινωνικότητας, η Κοσμολογία μπορεί να σταθεί αρωγός και στην ανάπτυξη του κοσμοπολιτισμού. Όταν ερωτήματα θεμελιώδη για την ανθρώπινη ύπαρξη και κοσμολογικά προσπαθούν διαχρονικά να απαντηθούν και όταν ο κάθε πολιτισμός, το κάθε σύστημα διατυπώνει τη δική του εκδοχή, συμβάλλοντας έτσι στην αναζήτησή της αλήθειας, είτε η συμβολή έχει να κάνει με την ανακάλυψη νέων δεδομένων, είτε με τη εισαγωγή μια άλλης οπτικής, είτε και με τη διατύπωση μιας θεωρίας και την κατάρριψή της. Μέσα από την διδασκαλία συγκεκριμένων κοσμολογικών θεμάτων και την ιστορία τους, μπορεί ο διδασκόμενος να αντιληφθεί την συμβολή του κάθε λαού του κάθε μοντέλου πολιτισμικού στη Επιστήμη. Σε αυτό που ονομάζεται σήμερα επιστημονικός κοσμοπολιτισμός, που θα αναδείξει τον κοσμοπολιτικό χαρακτήρα της Επιστήμης.

Πέρα όμως από τις κοινωνικές δεξιότητες η Κοσμολογία μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές να άρουν τις προκαταλήψεις και τις λανθασμένες αντιλήψεις που έχουν εδραιωθεί σχετικά με κοσμολογικά ζητήματα. Ιδιαίτερα σήμερα, στην εποχή της ανεξέλεγκτης πληροφορίας και του εκδημοκρατισμού της γνώσης, είναι πολύ σημαντικό οι μαθητές, πριν εισαχθούν στη τριτοβάθμια εκπαίδευση να διυλίσουν την πληροφορία που λαμβάνουν. Επειδή Κοσμολογία δε μαθαίνουμε μόνο μέσα στις τάξεις, αλλά και μέσα από τα ΜΜΕ, μέσα από εκλαϊευμένα κείμενα, εκεί ελλοχεύει ο κίνδυνος της λανθασμένης αντίληψης και απόκτησης γνώσης. Μέσα από τη διαδικασία της βαθύτερης κατανόησης του Κόσμου, θα μπορέσουν όχι μόνο να κατανοήσουν πεδία Επιστημών, όπως η Φυσική, αλλά θα καταστούν οι ίδιοι κοινωνοί και ίσως συνδιαμορφωτές στην διαδικασία απόκτησης της γνώσης²⁰².

Ως προέκταση αυτής της διαδικασίας θα μπορούσε να υποστηριχθεί λοιπόν ότι η διδασκαλία της Κοσμολογίας μπορεί να μετασχηματίσει και να επαναπροσδιορίσει την εκπαιδευτική διαδικασία μέσω της διαθεματικότητας. Ειδικότερα η προοδευτική παιδαγωγική στηρίζεται στη δράση και την άμεση συμμετοχή του ατόμου ώστε να ασκήσει τις ικανότητες του που θα τον οδηγήσουν στη γνώση²⁰³. Κατ' αυτόν τον τρόπο η μάθηση δεν θα περιορίζεται στην απλή μετάδοση και συσσώρευση γνώσεων, αλλά στην αλληλεπίδραση του διδασκόμενου με το περιβάλλον μέσα στο οποίο αναπτύσσεται.

²⁰² Novotny, L. & Svobodova, J. (2015). The main ideas of cosmology at school, *procedia-social and behavioral sciences*, 190,281-286.

²⁰³ Χρυσάφιδης, Κ. (2003). *Βιωματική – επικοινωνιακή διδασκαλία: Η εισαγωγή του project στο σχολείο*. Αθήνα: Gutenberg.

Η διδασκαλία της Κοσμολογίας θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως το άριστο πεδίο μέσα στο οποίο θα μπορούσε η γνώση να προσεγγιστεί διαθεματικά-ολιστικά. Θα μπορούσε να αναδειχθεί ως το άριστο πεδίο, όπου οι αποσπασματικές γνώσεις -σε κάποιες περιπτώσεις εφήμερες- θα μπορούσαν να οδηγήσουν στην προσέγγιση της πραγματικής Γνώσης. Η μοναδικότητα της Κοσμολογίας ως Επιστήμης (σε αντίθεση με τις άλλες Φυσικές Επιστήμες) έγκειται στο γεγονός ότι προσεγγίζει και προσπαθεί να ερμηνεύσει το φυσικό Σύμπαν ως ολότητα, ενώ οι άλλες επιστήμες διερευνούν όψεις διαφορετικές.

Ένα αντικείμενο μελέτης όπως για παράδειγμα ο έναστρος ουρανός, θα μπορούσε να αποτελέσει τη βάση για μια διαθεματική προσέγγιση, πώς επηρέασε όχι μόνο τις άμεσα συνδεδεμένες επιστήμες όπως η Χημεία, η Φυσική, τα Μαθηματικά, αλλά και άλλες επιστήμες ή όψεις της επιστημονικής διανόησης όπως την Πληροφορική, την Ποίηση, τη Ζωγραφική, τη Μουσική, τα Θρησκευτικά, την Ιστορία, τη Φιλοσοφία. Αφού η Κοσμολογία αποτελεί μια πολυθεματική και επιδραστική Επιστήμη.

Αυτή η πολυθεματικότητα της θα μπορούσε να λειτουργήσει ως ο συνδετικός κρίκος και η διδασκαλία της να αποτελέσει το θεμέλιο λίθο για τη γεφύρωση του χάσματος μεταξύ ανθρωπιστικών και θετικών Επιστημών. Σε μια εποχή, που η αλματώδης ανάπτυξη της γνώσης και το πλήθος των νέων ανακαλύψεων, σε μια εποχή που η εξειδίκευση φαντάζει ως αδήριτη ανάγκη, σε μια εποχή που η χρησιμοθηρική αντίληψη της γνώσης προκύπτει ως πρόσταγμα των καιρών, η διχοτόμηση των Επιστημών σε θεωρητικές και θετικές φαίνεται αναπόφευκτη.

Αυτήν ακριβώς τη διχοτόμηση και τις συνέπειες της πριν από 61 χρόνια ο C.P. Snow σε διάλεξη που έδωσε στις 7 Μαΐου του 1959, στο Senate House στο Cambridge με τίτλο: “The Two Cultures and The Scientific Revolution”, την οποία διαδέχθηκε το ομότιτλο βιβλίο²⁰⁴ και το οποίο έχει καταταχθεί ως ένα από τα πιο επιδραστικά βιβλία μετά τον Πόλεμο²⁰⁵. Σύμφωνα με το βιβλίο λοιπόν ένας λόγος που τα σημαντικά προβλήματα δεν έχουν λυθεί είναι γιατί οι επιστήμονες δεν έχουν διαβάσει Jane Austen και αντίστοιχα γιατί οι θεωρητικοί δεν γνωρίζουν τον δεύτερο νόμο της θερμοδυναμικής.

Αυτό ακριβώς το πρόβλημα θα υπερκεραστεί με τη διδασκαλία της Κοσμολογίας. Μέσω της Κοσμολογίας τα δύο αυτά διανοητικά συστήματα θα έρθουν σε επαφή. Οι αυριανοί επιστήμονες και αντίστοιχα οι αυριανοί φιλόσοφοι, θα κατανοήσουν ότι η

²⁰⁴ Snow, C.P. (1959). *The Two Cultures and the Scientific Revolution*. London: Cambridge University Press.

²⁰⁵ Σύμφωνα με την εφημερίδα The Times στις 30 December 2008.

Επιστήμη χωρίς την ανθρωπιστική προσέγγιση χάνει το βασικό έρεισμά της και τον προσανατολισμό της. Θα μπορούσαμε να υποστηρίξουμε ότι η Κοσμολογία μπορεί να δείξει πως η Επιστήμη, όταν εξαντλεί τους δικούς της μεθόδους στρέφεται στην θεωρία και πιο συγκεκριμένα στη Φιλοσοφία προκειμένου να δώσει απαντήσεις. Μάλιστα θα μπορούσε να αποδοθεί πιο παραστατικά *“ότι η Κοσμολογία χωρίς τη φιλοσοφία, είναι σαν ένα πλοίο χωρίς καρίνα”*²⁰⁶.

Σε αυτό το σημείο και προς επίρρωση της παραπάνω ευεργετικής επίδρασης που μπορεί να έχει η διδασκαλία της Κοσμολογίας στο σύγχρονο ελληνικό σχολείο έρχεται να συμπαραταχθεί μέσα από μια σειρά ομιλιών του ο κ. Νικόλαος Κ. Σπύρου, καθηγητής Αστρονομίας στο ΑΠΘ. Ειδικότερα ο κ. Σπύρου ανέδειξε την επιτακτική ανάγκη για τη διαμόρφωση της συνείδησης, ιδιαίτερα της νέας γενιάς, που συνάδει με τη Φυσική Κοσμολογία. Έχοντας ως βάση του τη διάκριση μεταξύ: α) του μαθηματικώς προσανατολισμένου τρόπου σκέψης και έρευνας, από τη μια μεριά και β) τον φυσικώς-αστροφυσικώς προσανατολισμένο τρόπο σκέψης και έρευνας από την άλλη, την οποία θεωρεί αιτία πολλών και σοβαρών προβλημάτων, αναδεικνύει την ανεπάρκεια της μαθηματικώς προσανατολισμένης έρευνας και τρόπου προσέγγισης.

Ο κ. Σπύρου φυσικά τη συγκεκριμένη θέση του τη θεμελιώνει μέσα από το παράδειγμα της Κοσμολογίας. Υποστηρίζει ότι: *“η μέχρι τώρα μέθοδος κοσμολογικής μελέτης, δηλαδή η επιστημονική μελέτη του Σύμπαντος, ως συνόλου, και των ιδιοτήτων του, είναι απλώς και μόνον μαθηματικώς προσανατολισμένη, όχι επί πλέον και φυσικώς-αστροφυσικώς προσανατολισμένη”*²⁰⁷. Καταλήγοντας ότι από την κοσμολογική έρευνα σήμερα απουσιάζει η φυσική διαίσθηση, με όλα όσα αυτό συνεπάγεται, οδηγώντας σε παρερμηνείες και αστοχίες²⁰⁸.

Έτσι ο καθηγητής κ. Σπύρου προτάσσει άλλο έναν λόγο που η Κοσμολογία και ιδιαίτερα αυτή που δεν είναι μαθηματικώς μόνο προσανατολισμένη αλλά είναι και φυσικώς, είναι επιτακτική να διδάσκεται στα σημερινά σχολεία. Για τρεις βασικούς λόγους: α) γιατί μπορεί φυσικά η έρευνα με αυτόν τον τρόπο να συνδεθεί με τη φυσική πραγματικότητα και τη καθημερινή ζωή. Αλλά ο πιο σημαντικός λόγος είναι γιατί μέσα από αυτή μπορούμε να β) κατανοήσουμε και να κάνουμε πράξη την ελευθερία της σκέψης

²⁰⁶ Falck, B. (2018). Why cosmology without philosophy is like a ship without a hull. Aeon, <https://aeon.co/ideas/why-cosmology-without-philosophy-is-like-a-ship-without-a-hull>

²⁰⁷ Από ομιλία του με τίτλο: “Σύγχρονη Κοσμολογία: Αυθαιρεσίες, προβληματισμοί, αλήθειες και αναγκαιότητες”.

²⁰⁸ Ο κ. Σπύρου μέσα από παραδείγματα, όπως αυτό της Σκοτεινής ενέργειας, καταδεικνύει την ελλειμματικότητα βασικών κοσμολογικών θεωρητικών μοντέλων, λόγω του εξοστρακισμού του φυσικού περιεχομένου του Σύμπαντος.

να μάθει ο μαθητής να αμφισβητεί και γ) γιατί μέσω της φυσικής Κοσμολογίας ο μαθητής αυτό που ο ίδιος ονομάζει θα αναπτύξει τη φαντασία του και φυσική διαίσθηση.

Πέρα όμως από τη φυσική διαίσθηση και τη φαντασία, πέρα από την ευεργετική επίδραση στη καθημερινότητα και τη χρησιμότητα της διδασκαλίας της Κοσμολογίας, η επαφή μας με τον θαυμαστό μακρόκοσμο, η επαφή ενός μαθητή με τη Κοσμολογία βοηθά στο να καλύψει πολύ απλά την περιέργειά του. Όταν ρωτήθηκε ο Robert G. Aitken²⁰⁹, ύστερα από 38 χρόνια που είχε διατελέσει διευθυντής στο Lick Observatory, ποια είναι η χρησιμότητα της Αστρονομίας; -και κατ' επέκταση εμείς θα προσθέσουμε της Κοσμολογίας-, ο ίδιος αφού παρέθεσε μια σειρά από καθημερινές εφαρμογές απάντησε αυτό που μάλλον αποτελεί τη κορωνίδα όλων: “θέλω να ξέρω”, είναι λοιπόν η λαχτάρα του μυαλού για γνώση.

Πόσο μάλλον όταν αναφερόμαστε σε νεανικές ηλικίες, τότε που τα παιδιά ορμητικά προσπαθούν να κατανοήσουν τον κόσμο γύρω τους και να προσδιορίσουν τη θέση τους μέσα σε αυτό. Η Κοσμολογία μπορεί να μάθει το παιδί “να είναι” όχι μόνο “να κάνει”²¹⁰. Για να κατανοήσουμε πόσο σημαντική είναι η περιέργεια, η φυσική διαίσθηση, η ανάπτυξη της φαντασίας, η αμφισβήτηση των παραδεδομένων, η ώθηση στη διατύπωση νέων ερωτημάτων αρκεί να δούμε τις βασικές αρχές της κονστρουκτιβιστικής θεωρίας με εισηγητές όπως τον Piaget. Άλλωστε και ο ίδιος ο Albert Einstein υποστήριξε: “δεν έχω ιδιαίτερα ταλέντα, απλώς είμαι παθιασμένα περίεργος”.

Δεν θα πρέπει όμως να μην ξεχνάμε το πιο σημαντικό. Η διδασκαλία της Κοσμολογίας στο σχολείο είναι πολύ σημαντική αφού το κοινό της είναι παιδιά. Το παιχνίδι και η διασκέδαση που μπορεί να προκύψει μέσα από την επαφή τους με τους ουρανό, μπορεί εκτός από πολύ εποικοδομητική και ψυχαγωγική να είναι και πολύ διασκεδαστική. Μπορεί με τη κατάλληλη προσέγγιση να οδηγήσει στη βιωματική μάθηση, αφού το μόνο που χρειάζονται για να παρατηρήσουν, για να επαληθεύσουν τη θεωρητική γνώση είναι οι αισθήσεις τους. Είναι πολύ σημαντικό ότι μια εμπειρία μέσα από το μάθημα της Κοσμολογίας, π.χ. με τη διοργάνωση μιας νύχτας στο σχολείο, κατά την οποία μπορούν τα παιδιά με την ανάλογη καθοδήγηση να παρατηρήσουν τον νυχτερινό ουρανό, να αποτελέσει την αφετηρία για την ενασχόλησή τους με αυτόν ακόμη και στην ενήλικη ζωή τους. Μπορεί να αποτελέσει έμπνευση όχι μόνο για την ακαδημαϊκή

²⁰⁹ Aitken, R.G. (1933). The use of astronomy. Leaflets of the astronomical society of the pacific 2, 59, 33-36.

²¹⁰ Coyne, G.V. (2002). Modern cosmology: a resource for elementary school education. scripta varia, 104.

τους ενασχόληση με επιστήμες όπως αυτή της Αστρονομίας, της Φυσικής, των Μαθηματικών, αλλά και στην ερασιτεχνική τους ενασχόληση.

Μπορούμε να κατανοήσουμε τη σημασία της εισαγωγής ενός μαθήματος Κοσμολογίας στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα, όταν συνδέσουμε το συγκεκριμένο εκπαιδευτικό αντικείμενο με τους στόχους που οφείλει να εκπληρώσει ένα σύστημα. Εάν ο στόχος του εκπαιδευτικού συστήματος είναι να δημιουργήσει αριτωμένες προσωπικότητες, όχι μόνο τεχνικά καταρτισμένες, εάν στόχος είναι να δημιουργήσει έναν νέο τύπο πολίτη, αλλά και ερευνητή, έναν άνθρωπο που έχει κριτική σκέψη, που έχει πραγματική και ουσιαστική γνώση, που όχι μόνο έχει μάθει και έχει προσεγγίσει εργαλειακά τη γνώση αλλά που κατανοεί τη θέση του μέσα στον Κόσμο, που έχει ηθικοποιηθεί, που έχει αναπτύξει την έννοια της αυτοευθύνης τότε οφείλει να αναπροσαρμόσει τα αναλυτικά του προγράμματα και να δώσει στη Κοσμολογία τη θέση που της αρμόζει. Στο επόμενο κεφάλαιο θα διερευνήσουμε τα ενδεχόμενα προσκόμματα που μπορεί να συναντήσει η εισαγωγή της Κοσμολογίας στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα.

Κεφάλαιο: 4

Προσκόμματα στη διδασκαλία της Κοσμολογίας

Στόχοι κεφαλαίου:

- ✓ Να αναλυθούν τα ενδεχόμενα προσκόμματα που μπορεί να έχει η εισαγωγή και διδασκαλία της Κοσμολογίας στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση.
- ✓ Να παρουσιαστούν οι προβληματικές που σχετίζονται και με το πλαίσιο μέσα στο οποίο θα ενταχθεί αλλά και με την ίδια τη φύση του αντικειμένου της.

4.0 Προβληματικές σχετικά με τη διδασκαλία της Κοσμολογίας

Ο Α. Frankoi μέσα από τα άρθρα²¹¹ του, έχει πολλές φορές επισημάνει, ότι η Αστρονομία δεν διδάσκεται μόνο μέσα στις σχολικές αίθουσες, αλλά διδασκαλία Αστρονομίας έχουμε και μέσα από τα εκατοντάδες πλανητάρια, μέσα από τα μουσεία, μέσα στις αστρονομικές λέσχες, όταν κάποιος διαβάζει μια εφημερίδα, μέσα από την τηλεόραση, μέσα από το ραδιόφωνο, όταν κάποιος διαβάζει ένα βιβλίο Αστρονομίας, εκλαϊκευμένο και δημοφιλές, όταν κάποιος κάνει μια πεζοπορία κάτω από τον έναστρο ουρανό και μαθαίνει για τα άστρα, μέσα από την πληθώρα πληροφοριών που μπορεί να βρει σε ολόκληρο το διαδίκτυο.

Ανάλογα και η Κοσμολογία, όχι ως παρακλάδι της Αστρονομίας, αλλά ως μια ευρύτερη προσέγγιση του Κόσμου που μας περιβάλλει, γίνεται κάθε μέρα, κάθε στιγμή που ο άνθρωπος προσπαθεί να κατανοήσει τον κόσμο που τον περιβάλλει, που θέτει ερωτήματα πιο φιλοσοφικά, πιο υπαρξιακά. Συνεπώς λαμβάνει χώρα κάθε μέρα που ο άνθρωπος στρέφει το βλέμμα του προς τον ουρανό, είτε προς τα μέσα του.

²¹¹ Frankoi, A. (1996). The state of the Astronomy education in the US, Astronomy Education: Current developments, future coordination. ASP conference series, 89, 9.

Το γεγονός ότι η Αστρονομία και φυσικά η Κοσμολογία δεν έχει τη θέση που θα έπρεπε στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα, αφού από την πρωτοβάθμια και τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση απουσιάζει και στην τριτοβάθμια διδάσκεται και προσεγγίζεται αποσπασματικά και επιδερμικά μπορεί να καταδείξει τις ρωγμές και τις αντιφάσεις του εκπαιδευτικού συστήματος. Ιδιαίτερα η διδασκαλία της Κοσμολογίας καταδεικνύει τις ελλείψεις ή τις αστοχίες που ένα εκπαιδευτικό σύστημα ενδεχομένως έχει.

Αυτή η ευαισθησία της διδασκαλίας της Κοσμολογίας μπορεί να ερμηνευθεί αν κατανοήσουμε την ιδιαίτερη φύση της, το αντικείμενο μελέτης της. Επειδή ακριβώς η Κοσμολογία είναι εκείνη που γεφυρώνει το χάσμα μεταξύ θετικών και ανθρωπιστικών Σπουδών²¹², επειδή θα πρέπει να θέσει στους μαθητές τα όρια που έχει η Επιστήμη και ότι υπάρχουν ερωτήματα τα οποία ίσως για να απαντηθούν -εάν απαντηθούν- θα πρέπει να έχουν μια άλλη προσέγγιση πιο φιλοσοφική.

Δεν είναι όμως μόνο η ιδιαίτερη φύση του διδακτικού αντικειμένου της Κοσμολογίας. Είναι αρκετά και τα προβλήματα τα οποία φαίνονται να είναι και πιο πρακτικής φύσεως, από την απόπειρα διδασκαλίας του μαθήματος της Κοσμολογίας στο ελληνικό – και όχι μόνο- σχολείο. Αυτά τα προβλήματα μπορούν να συνδεθούν με τα ανάλογα προβλήματα που έχουν προκύψει από τη διδασκαλία της Αστρονομίας στα σχολεία.

4.1. Η προγενέστερη γνώση των μαθητών

Οι παρανοήσεις που έχουν οι μαθητές και η ελλιπής επικαιροποίηση των γνώσεων, είναι ένα θεμελιώδες πρόβλημα. Η μη αυθεντικότητα του σχολείου, αφού η γνώση που προσφέρει δεν επιβεβαιώνεται μέσα από τη καθημερινή παρατήρηση, αποτελεί έναν πολύ σημαντικό παράγοντα που δυσκολεύει τη παραγωγή νέας γνώσης. Οι μαθητές έχουν στρεβλή ή καθόλου εικόνα για ζητήματα καθημερινά, όπως η αλλαγή των εποχών, η εναλλαγή ημέρας και νύχτας, σχετικά με το αν η Γη είναι επίπεδη ή στρογγυλή²¹³.

²¹² Kragh, H. (2014, p.643). Cosmology and science education: problems and promises.in International handbook of research in history, philosophy and science teaching. Matthews, M.R. (Edit.) Springer.

²¹³ Nussbaum, J. (1979). Children's Conceptions of the Earth as a cosmic body: A cross age study, 1979. Science Education, 63, 83-93.

Φαίνεται ότι η προσέγγιση των μαθητών σχετικά με τα αντίστοιχα φαινόμενα έχει ως εξής²¹⁴: η Γη είναι επίπεδη, στατική και πολύ μεγαλύτερη από τον Ήλιο και το φεγγάρι και βρίσκεται στο κέντρο του Σύμπαντος. Ανάλογα η εναλλαγή μέρας νύχτας ερμηνεύεται από τους μαθητές μέσα από τη κίνηση που κάνει ο Ήλιος ο οποίος κινείται και κρύβεται πίσω από τα βουνά²¹⁵, ότι τα σύννεφα κινούνται και καλύπτουν τον Ήλιο, ενώ άλλοι μαθητές θεωρούν ότι η Γη κινείται πάνω κάτω, ότι ο Ήλιος και το φεγγάρι είναι ακίνητα σε αντίθετες πλευρές και έτσι δικαιολογούν την εναλλαγή μεταξύ ημέρας και νύχτας²¹⁶.

Οι μελέτες δείχνουν ότι κατά τη μαθησιακή διαδικασία ο μαθητής δεν έρχεται “tabula rasa”, αλλά ότι προϋπάρχει γνώση είτε αυτή είναι λανθασμένη είτε αυτή είναι ορθή²¹⁷. Ιδιαίτερα για τις λανθασμένες προϋπάρχουσες αντιλήψεις οι όροι που δίνονται από την αντίστοιχη βιβλιογραφία είναι: α) εσφαλμένες αντιλήψεις (misconceptions) β) προκαταλήψεις ή προϋπάρχουσες αντιλήψεις (preconceptions) γ) εναλλακτικές αντιλήψεις ή ιδέες (alternative conceptions or ideas). Ο υπερκειρασμός αυτών των αντιλήψεων είναι μια διαδικασία πολύ δύσκολη, αφού ιδιαίτερα στις Φυσικές Επιστήμες που συνδέονται άμεσα με την άμεση καθημερινή παρατήρηση είναι πολύ ανθεκτικές. Για να αλλάξει η εσφαλμένη πεποίθηση θα πρέπει να αλλάξει ολόκληρο το σύστημά των πεποιθήσεων τους που θα οδηγήσει σε αυτό που ονομάζεται εννοιολογική αλλαγή (conceptual change).

Ειδικότερα μέσα από το εποικοδομητικό μοντέλο μάθησης μπορούμε να κατανοήσουμε πως η γνώση δεν είναι μια παθητική διαδικασία αλλά κατασκευάζεται από κάθε άτομο διαμέσου προσωπικών²¹⁸ ή κοινωνικών δραστηριοτήτων κατά τη προσπάθειά του να κατανοήσει τον κόσμο²¹⁹. Μάλιστα μια καινούργια γνώση για τα φυσικά φαινόμενα στηρίζεται στη διαδικασία αλληλεπίδρασης βιωματικών ιδεών που έχουν ήδη δημιουργήσει για αυτά και του εκπαιδευτικού περιβάλλοντος²²⁰.

²¹⁴ Οι παρακάτω εκδοχές και νοητικά μοντέλα που απεικονίζουν τη γνώση των μαθητών σχετικά με αστρονομικά φαινόμενα, παρουσιάζονται σε μελέτη και έρευνα που παρουσίασε η κ. Σ. Βοσνιάδου στο Vosniadou, S. (1992). *Designing curricula for conceptual restructuring: Lessons from the Study of knowledge acquisition in astronomy*. Technical report No. 546.

²¹⁵ Ο.π.

²¹⁶ Ο.π.

²¹⁷ Callinan, C. (2016). Stuck for words: multimodal representations of children’s ideas in science. In *Proceedings of Conference: New Perspectives in Science Education*. Pixel/Libreria Universitaria Edizioni, 610-614.

²¹⁸ Piaget, J. (1968). *Le structuralisme*. Paris: Presse Universitaires de France.

²¹⁹ Biggs, J. (1996). Enhancing teaching through constructive alignment. *Higher Education*, 32, 347-364.

²²⁰ Κολιόπουλος, Δ. (1997). Επιστημολογικές και διδακτικές διαστάσεις των διαδικασιών συγκρότησης αναλυτικού προγράμματος: Η περίπτωση του διδακτικού μετασχηματισμού και της

Πως μπορεί να μπει ένας καθηγητής στην σχολική τάξη και να πείσει τους μαθητές του ότι η Γη δεν είναι επίπεδη, όπως αντιλαμβάνονταν ως τώρα, αλλά ότι είναι σφαιρική, είτε ότι ο ουρανός το βράδυ δεν είναι σκοτεινός γιατί ο Ήλιος κρύβεται και ότι δε θα έπρεπε να είναι σκοτεινός αλλά φωτεινός; Όταν όλα αυτά έρχονται σε αντίθεση με τη καθημερινή τους παρατήρηση; Όταν όλα αυτά είναι εντυπωμένα στη συνείδησή τους, όταν επαληθεύονται από το βίωμά τους και όταν φυσικά συνάδουν με το νοητικό σύστημα που έχουν δημιουργήσει για να εξηγήσουν τον Κόσμο τους;

Σε αυτή τη περίπτωση είναι που αναδεικνύεται το πρόβλημα της γνωστικής σύγκρουσης του εποικοδομητικού μοντέλου μάθησης το οποίο προέβλεψε τη γνωστική αναδόμηση και την εννοιολογική αλλαγή. Έτσι λοιπόν ιδιαίτερα στη διδασκαλία της Κοσμολογίας αναδεικνύεται το πρόβλημα ότι για την οικοδόμηση της νέας γνώσης θα πρέπει να ξεπεραστούν οι προϋπάρχουσες αντιλήψεις, ο διδασκόμενος να ξεπεράσει τα αφελή νοητικά μοντέλα που έχει ενστερνιστεί, να επέλθει η γνωστική σύγκρουση για να οδηγηθεί στην δημιουργία νέας γνώσης, -επιστημονικά τεκμηριωμένης- και στην εννοιολογική αλλαγή.

4.2 Η α-κατάλληλη ηλικία

Η ηλικία και το γνωστικό υπόβαθρο που το κάθε παιδί έχει οικοδομήσει είναι πολύ σημαντική παράμετρος για την διαδικασία κατάκτησης της γνώσης. Όταν υπάρχουν κενά στο γνωστικό υπόβαθρο, είτε όταν δεν έχει ενεργοποιηθεί προ απαιτούμενη πληροφορία²²¹, είτε όταν ο μαθητής δεν έχει κατανοήσει και δεν μπορεί να κάνει τους συσχετισμούς που χρειάζεται, τότε δημιουργείται πρόβλημα στη διαδικασία της μάθησης.

Τα νοητικά μοντέλα είναι τριών ειδών: α) τα διαισθητικά (αυτά που βασίζονται στη διαίσθηση τους και στη παρατήρησή τους, το αρχικό στάδιο, β) τα συνθετικά (αυτά που προσπαθούν να συνθέσουν μια ενδιάμεση κατάσταση, μεταξύ της εμπειρίας και της επιστημονικής προσέγγισης) και τέλος γ) τα επιστημονικά. Ιδιαίτερα μέσα από το παράδειγμα της παρατηρησιακής Αστρονομίας μπορεί να αναδειχθεί πως μπορούν και αν είναι εύκολη η μετάβαση από το ένα στάδιο στο άλλο και πόσο κριτικής σημασίας

μάθησης της έννοιας της ενέργειας. (Αδημοσίευτη διδακτορική διατριβή). Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα.

²²¹ Vosniadou, S. (1991). Designing curricula for conceptual restructuring: Lessons from the Study of knowledge acquisition in astronomy. *Journal of Curriculum Studies*, 32, 219-217.

είναι να συνάδει η γνώση που τους προσφέρουν με το νοητικό στάδιο στο οποίο βρίσκονται.

Για να είναι πραγματικά αποδοτική η διδασκαλία της Κοσμολογίας θα πρέπει να ληφθεί υπόψη τι πραγματικά γνωρίζουν και πως σκέφτονται οι μαθητές, για να μπορέσει να δομηθεί η νέα γνώση. Η αναντιστοιχία μεταξύ αυτού που πραγματικά γνωρίζουν με αυτά που οι ιθύνοντες νομίζουν ότι γνωρίζουν οι μαθητές, μπορεί να έχει ολέθρια αποτελέσματα. Μια περίπτωση που φυσικά επιβεβαιώνεται μέσα από τις ανάλογες μελέτες²²² είναι αυτή της εξήγησης της εναλλαγής μέρας-νύχτας ή των διαφόρων φάσεων της Σελήνης.

Ειδικότερα μέσα από τη έρευνα που έκανε η κ. Βοσνιάδου²²³, δεν μπορεί να είναι αποδοτική η διδασκαλία του κύκλου της νύχτας και της ημέρας αν τα παιδιά πρώτα δε γνωρίζουν το σχήμα της Γης, το σχετικό μέγεθός της, τη κίνησή της, τη θέση της, τη θέση του Ήλιου και του φεγγαριού μέσα στο Ηλιακό σύστημα. Γιατί σε αυτή τη περίπτωση μόνο σύγχυση θα υπάρξει, που δεν θα βοηθήσει το παιδί στην καλύτερη περίπτωση να μεταβεί από το διαισθητικό ή το συνθετικό μοντέλο στο επιστημονικό ή στη χειρότερη, να βιώσει τη ματαιώση και να οδηγηθεί στη παραίτηση.

Από τα παραπάνω κατανοούμε ότι ένα πρόσκομμα στη διδασκαλία της Κοσμολογίας είναι η συσχέτιση του περιεχομένου διδασκαλίας με αυτό του νοητικού σταδίου του διδασκόμενου, το οποίο μπορεί να ξεπεραστεί με τη προσεκτική οργάνωση του περιεχομένου και του τρόπου-μεθόδου διδασκαλίας.

4.3 Η ραγδαία ανάπτυξη της Επιστήμης και τα σχολικά εγχειρίδια

Πώς μπορεί η ραγδαία ανάπτυξη των Επιστημών να αποτελεί ένα πιθανό πρόβλημα στη διδασκαλία της Κοσμολογίας; Όταν αυτή προσπαθεί να αποτυπωθεί μέσα σε σχολικά εγχειρίδια τα οποία δυστυχώς δεν ενημερώνονται, δεν διορθώνονται και φυσικά μοιράζονται στις αρχές στις σχολικής χρονιάς επί δεκαετίες, εκεί ανακύπτει το πρόβλημα.

Όταν λόγω της ανάπτυξης των μέσων που έχουμε πλέον στη διάθεση μας, λόγω της εξέλιξης των Επιστημών και των νέων θεωριών που γεννώνται, κάθε μέρα θα λέγαμε ότι αλλάζει η εικόνα που έχουμε για το Σύμπαν ή ακόμη καλύτερα ότι συμπληρώνεται ένα

²²² Ο.π.

²²³ Ο.π.

ακόμη κομμάτι που βοηθάει στην πιο ολοκληρωμένη εικόνα του. Αυτό είναι κάτι που μπορεί να αποδοθεί και ποσοτικά αν αναλογιστούμε ότι κάθε χρόνο διπλασιάζεται η ποσότητα των δεδομένων, λόγω της κατασκευής καλύτερων τηλεσκοπίων και λόγω της βελτίωσης των μεθόδων εντοπισμού του φωτός²²⁴.

Ιδιαίτερα στη σημερινή εποχή που μάλιστα ο καθένας μπορεί να έχει άμεση πρόσβαση στη γνώση ακόμη και σε ένα πεδίο όπως αυτό της Κοσμολογίας, που η έρευνα είναι τόσο εντατικοποιημένη και φυσικά άπτεται πολλών διαφορετικών πεδίων, είναι πολύ δύσκολο ένα σχολικό εγχειρίδιο²²⁵ να καταφέρει σε κάθε φάση να θεωρείται επίκαιρο και φυσικά να ακολουθεί αυτή την αλματώδη ανάπτυξη.

4.4 Το ελλειμματικό υπόβαθρο των διδασκόντων

Αφού προηγουμένως θίξαμε παρανοήσεις ή λανθασμένες αντιλήψεις που οι μαθητές μπορεί να έχουν πριν ακόμη συμμετάσχουν σε ένα μάθημα Κοσμολογίας και οι οποίες θα χρειαστεί να αντιμετωπίσει και ο διδάσκων και ο διδασκόμενος, θα ήταν επιδερμική η προσέγγιση αν δεν στρεφόμασταν και στις αντιλήψεις, τα νοητικά σχήματα που ο διδάσκων μεταφέρει εντός του μαθήματος. Σε αυτή τη περίπτωση έχουμε δύο εκδοχές, είτε καθηγητές οι οποίοι και εκείνοι έχουν λανθασμένες αντιλήψεις για αυτά που πάνε να διδάξουν, είτε δεν είναι επαρκώς καταρτισμένοι και δεν παρακολουθούν τις αλματώδεις εξελίξεις που λαμβάνουν τόπο στην Επιστήμη σήμερα.

Ιδιαίτερα στη διδασκαλία της Κοσμολογίας, ενός τόσο ευαίσθητου επιστημονικά αντικειμένου, στο οποίο ο διδασκόμενος θα έρθει σε σύγκρουση με αυτό που βιώνει εμπειρικά, για να οδηγηθεί σε ένα πιο επιστημονικό τρόπο προσέγγισης δεν υπάρχει καλύτερος τρόπος κατά τον κοινωνικό κονστρουκτιβισμό, από τη παραγωγή γνώσης η οποία δημιουργείται από τη κοινωνική αλληλεπίδραση του ατόμου με το περιβάλλον του²²⁶. Όταν φυσικά αναφερόμαστε στην αλληλεπίδραση με το περιβάλλον αυτό μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι μια σχολική τάξη, μέσα στην οποία η αλληλεπίδραση των μαθητών αλλά και η συμβολή του δασκάλου κρίνεται απαραίτητη ώστε να προσφέρει στους

²²⁴ Andersen, R. (2012). How big data is changing astronomy (Again).The Atlantic. <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2012/04/how-big-data-is-changing-astronomy-again/255917/>.

²²⁵ Αναλυτική παρουσίαση των σχολικών εγχειριδίων και της μεθόδου με την οποία αυτά πρέπει να αξιοποιηθούν μέσα στη τάξη θα γίνει σε επόμενη παράγραφο.

²²⁶ Vygotsky, L.S. (1978). *Mind in society: the development of higher psychological processes*. Cambridge: Harvard University Press.

μαθητές και τις πειραματικές αποδείξεις, αλλά και για να τους φέρει σε επαφή με τα επιστημονικά εργαλεία και τις ανάλογες επιστημονικές συμβάσεις²²⁷.

Τι γίνεται όμως, όταν ο διδάσκων δεν είναι επαρκώς καταρτισμένος; Ενώ εκτεταμένες και πολυπληθείς έρευνες²²⁸ έχουν γίνει σχετικά με την αντίληψη και την εικόνα που έχουν οι μαθητές στα βασικά αστρονομικά ζητήματα, δεν υπάρχει αντίστοιχη βιβλιογραφία για τις αντιλήψεις των διδασκόντων. Σύμφωνα με έρευνα που διεξήχθη από τους Barba και Rubba²²⁹ σχετικά με τις δεξιότητες, τις γνώσεις και τον τρόπο επίλυσης προβλημάτων μεταξύ διδασκόντων των Φυσικών Επιστημών χωρίζοντάς τους σε δύο κατηγορίες (αυτές των αρχάριων και των πιο έμπειρων), εντόπισαν ελλείψεις στους όχι τόσο έμπειρους, οι οποίες θα τους καθιστούσαν ανεπαρκείς για τη διδασκαλία στη μέση εκπαίδευση.

Αν και υπάρχει η αντίληψη ότι το επίπεδο των μαθητών ορίζεται από το επίπεδο των δασκάλων που τους διδάσκουν, αυτό μέσα από τις ανάλογες έρευνες δεν έχει επιβεβαιωθεί, καθώς και δάσκαλοι με ακόμη περισσότερα ακαδημαϊκά προσόντα -και θεωρητικά γνώσεις- δεν έχουν μαθητές που αποδίδουν καλύτερα²³⁰.

Το ελλειμματικό υπόβαθρο των διδασκόντων δεν αφορά όμως μόνο στη τεχνική γνώση που κατέχουν οι ίδιοι ή των λανθασμένων αντιλήψεων που φέρουν και ίσως αναπαράγουν εντός της σχολικής αίθουσας, αλλά εκτείνεται και στην άγνοιά τους σχετικά με τις παρερμηνείες ή τις λανθασμένες αντιλήψεις των μαθητών τους. Είναι αυτό που ονομάζεται Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου (Pedagogical content Knowledge) και το πρότεινε ο Shulman²³¹, σύμφωνα με το οποίο το αμάλγαμα περιεχομένου και παιδαγωγικής γνώσης είναι αυτά που προσδιορίζουν το πλαίσιο διδασκαλίας, ώστε τα επιτευχθούν τα μέγιστα εκπαιδευτικά αποτελέσματα.

²²⁷ Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E. & Scott, P. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*, 23, (7), 5–12.

²²⁸ Ενδεικτικά παραθέτουμε :

- Baxter, J. (1989). Children's understanding of familiar astronomical events. *International Journal of Science Education*, 11, 302–313.
- Klein, C. (1982). Children's concepts of the Earth and the Sun: A cross-cultural study. *Science Education*, 65, 95–107.
- Sharp, J. (1996). Children's astronomical beliefs: A preliminary study of year 6 children in south-west England. *International Journal of Science Education*, 18, 685–712.

²²⁹ Barba R., & Rubba, P. (1992). A comparison of pre-service and in-service Earth and space science teachers' general mental abilities, content knowledge, and problem solving skills. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 1021–1035.

²³⁰ Yager, R.E. (1988). Features which separate least effective from most effective science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 210-222.

²³¹ Shulman, L. (1987). *Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform*. *Harvard Educational Review*, 57, (1), 1–23.

Σε ένα εκπαιδευτικό αντικείμενο όπως αυτό της Κοσμολογίας, όπου είναι θεμέλιος λίθος για τη δόμηση της νέα γνώσης, η προγενέστερη γνώση των διδασκόμενων, μπορεί να αποβεί ολέθρια η υποτίμησή της. Παρατήρηση που επιβεβαιώνεται μέσα από την έρευνα των Lightman και Sadler²³² οι οποίοι διερενήσαν τι νόμιζαν οι διδάσκοντες ότι κέρδισαν οι διδασκόμενοι ύστερα από ένα μάθημα Αστρονομίας και τι πραγματικά είχαν αποκομίσει. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας οι διδάσκοντες είχαν υπερετιμήσει το μαθησιακό αντίκτυπο του μαθήματος στους διδασκόμενους, ιδιαίτερα σε ότι αφορούσε το εννοιολογικό περιεχόμενο, γεγονός που μπορεί να ερμηνευθεί από την παραποιημένη εικόνα που είχαν σχετικά με το γνωστικό υπόβαθρο των εκπαιδευόμενων.

Καταληκτικά, το έλλειμμα εις μέρους των εκπαιδευτικών δεν αφορά μόνο το περιεχόμενο της γνώσης αλλά και τη παιδαγωγική προσέγγιση που πρέπει ανά περίπτωση να επιλεγεί, ειδικότερα σε ένα μάθημα όπως αυτό της Κοσμολογίας το οποίο πρέπει να το διδάσκουν άνθρωποι που θα εμπνεύσουν τους μαθητές, άνθρωποι που αναγνωρίζουν την αξία του και φυσικά θα το αγαπούν.

4.5 Η διεπιστημονικότητά της

Ένα άλλο πολύ σημαντικό πρόβλημα που μπορεί να συναντήσουμε στη διδασκαλία της Κοσμολογίας είναι αυτό που συνδέεται με το πιο σημαντικό ίσως χαρακτηριστικό του συγκεκριμένου εκπαιδευτικού αντικείμενου, αυτό της διεπιστημονικότητά της. Για να μπορέσουμε να δομήσουμε τη νέα γνώση, για να καταφέρουμε να προτείνουμε στον διδασκόμενο ένα νέο μοντέλο του Κόσμου, το οποίο θα έρθει σε ρήξη με αυτά που του μαρτυρούν ως τότε οι αισθήσεις του και να του παρουσιάσουμε ένα πιο επιστημονικό μοντέλο κατανόησης, θα πρέπει να στηριχθούμε σε διαφορετικές επιστήμες, όπως αυτές της Χημείας, των Μαθηματικών και της Φιλοσοφίας. Τι γίνεται όμως, όταν ο μαθητής δεν έχει από πριν το κατάλληλο υπόβαθρο, τα ανάλογα γνωστικά εργαλεία, για να στηρίξει τη νέα γνώση;

Εάν δεχτούμε ένα ιεραρχικό μοντέλο απόκτησης της γνώσης²³³ θα πρέπει πρώτα να δημιουργήσουμε μια στερεή γνώση που αφορά στις επιστήμες υποβάθρου και ύστερα θα

²³² Lightman, A. & Sadler, P. (1993). Teacher Predictions versus Actual Student Gains. *Physics Teacher*, 31, (3), 162–167.

²³³ Sadler, P.M. Astronomy's Conceptual Hierarchy, *Astronomy education: current developments, future coordination* Astronomical Society of the Pacific Conference Series.

πρέπει να φέρουμε σε επαφή τους μαθητές με πιο σύνθετα γνωστικά σχήματα. Εάν δεν ληφθεί υπόψιν αυτή η λογική και απλή θέση, τότε ο μαθητής, μαθήτρια στην προσπάθεια να του εξηγήσουμε και να απαντήσουμε σε απλά κοσμολογικά ερωτήματα, δεν θα μπορεί να τα κατανοήσει, θα βιώσει τη ματαιώση και ίσως οδηγηθεί στη παραίτηση.

Όπως παρατηρεί και ο Sadler²³⁴ επειδή οι σημαντικές ιδέες στην Επιστήμη δομούνται ιεραρχικά, η μία πάνω στην άλλη, οι μαθητές που δεν κατέχουν τους θεμέλιους λίθους, θα τους είναι πολύ δύσκολο να κατανοήσουν την Αστρονομία. Ανάλογα και στην Κοσμολογία -και ίσως σε μεγαλύτερο βαθμό σε αυτήν- αν ο μαθητής δεν κατανοεί βασικές έννοιες, τότε δε θα μπορέσει να κατανοήσει πιο σύνθετες, αφού είναι διαφορετικό πράγμα να εκτίθεσαι, να έρχεσαι σε επαφή με μια ιδέα και άλλο να την κατανοείς εις βάθος²³⁵. Ειδικότερα στη περίπτωση της Κοσμολογία που θέλουμε να διδάξουμε εντός του σχολείου, δεν αρκεί να γνωρίζει ο μαθητής βασικούς νόμους της Φυσικής ή Μαθηματικά, θέλουμε μια Κοσμολογία, η οποία αντιμετωπίζει το Σύμπαν ως ολότητα, χωρίς να παραγνωρίζει και τη φιλοσοφική διάσταση μιας τέτοιας προσέγγισης.

Συνεπώς το πρόβλημα, το οποίο θα κληθεί ο εκπαιδευτικός να ξεπεράσει, είναι ότι επειδή η Κοσμολογία εξαρτάται από άλλες επιστήμες υποβάθρου και αφού η γνώση δομείται ιεραρχικά, οφείλει ο εκπαιδευτικός να λάβει υπόψιν του, ενδεχόμενα κενά που μπορεί ο μαθητής να έχει σε άλλα αντικείμενα για να μπορέσει να δομήσει την κοσμολογική αντίληψη του μαθητή και να γίνει μέτοχος της κοσμολογικής προσέγγισης του Κόσμου ως ολότητα.

4.6. Η δυσκολία της παρατήρησης

Η Κοσμολογία μπορεί να αποτελέσει το επιστέγασμα της εκπαιδευτικής διαδικασίας, μια επισήμανση που μπορεί να γίνει κατανοητή, αν αναλογιστούμε και το στόχο της, που είναι η κατανόηση του Κόσμου μέσα στον οποίο το παιδί θα κληθεί ως ενήλικας πια να ευδοκιμήσει αλλά και ως προς τον τρόπο και τη μέθοδο απόκτησης της κοσμολογικής σκέψης και αντίληψης αφού ενοποιεί τα επιμέρους γνωστικά αντικείμενα και φυσικά συνδέει τη γνώση που του προσφέρουν οι αισθήσεις με την επιστημονική

Proceedings of an ASP symposium held in College Park, MD, 24-25 June 1994, San Francisco: Astronomical Society of the Pacific (ASP), |c1996, Percy, J. A. (edit.), 89,46.

²³⁴ Ο.π.

²³⁵ Ο.π.

γνώση. Δεν θα υπήρχε λοιπόν καλύτερος τρόπος να εκπαιδεύσουμε κοσμολογικά τα παιδιά από αυτόν της παρατήρησης και του βιώματος.

Η βιωματική προσέγγιση της μάθησης εκφράστηκε μέσα από το έργο του Dewey²³⁶ και μπορεί να συμπυκνωθεί μέσα στη φράση, που αποτελεί και βασική διδακτική του αρχή “μαθαίνουμε πράττοντας”. Υποστήριξε ότι ο καλύτερος τρόπος για να αναπτυχθεί ένα παιδί είναι μέσα από την αλληλεπίδραση του με τις προσφερόμενες εμπειρίες από το περιβάλλον, έτσι αντιπροτείνει στις παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας, τις μεθόδους δράσης, οι οποίες θα δημιουργούν στο παιδί τις ευκαιρίες, θα ενθαρρύνουν τον προβληματισμό και θα διεγείρουν τους μηχανισμούς νοητικής ανάπτυξης.

Για τη διδασκαλία της Κοσμολογίας η παρατήρηση κατέχει πολύ σημαντικό ρόλο αφού δίνει το ερέθισμα αλλά και επιβεβαιώνει, δημιουργεί ερωτήματα. Για να αποκτήσει ουσιαστική γνώση ο μαθητής σχετικά με τα επιστημονικά ζητήματα αυτά θα πρέπει να παρουσιαστούν με λογική αλληλουχία και με τέτοιο τρόπο ώστε να τα κατανοήσουν και να τα συνδέσουν με τη πραγματικότητά τους. Άλλωστε η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών είναι πιο αποδοτική αν βασιστεί στην έρευνα και τη δράση²³⁷. Συνεπώς στη διδασκαλία της Αστρονομίας και της Κοσμολογίας συνιστά αναπόσπαστο κομμάτι η παρατήρηση του ουρανού. Πώς όμως θα γίνει αυτό όταν τα άστρα βγαίνουν τη νύχτα, ενώ οι μαθητές όχι;²³⁸

Συγκεκριμένα στην Ελλάδα, το σχολείο δεν φαίνεται να είναι πολύ ευέλικτο στο ενδεχόμενο να ανοίξει τις πόρτες του ένα βράδυ, που θα αφιερωθεί στην Αστρονομία και στη παρατήρηση, αφού και στη προσπάθεια που έγινε το 2015, να βγουν τα παιδιά κατά τις σχολικές ώρες στα προαύλια να παρατηρήσουν την έκλειψη, το Υπουργείο Παιδείας την απέρριψε με πρόσχημα τη προστασία των μαθητών από την ακτινοβολία²³⁹.

Η προβληματική λοιπόν, σχετικά με τη παρατήρηση, η οποία συναντάει εμπόδια θεσμικής φύσεως και λειτουργίας, θα μπορούσε επίσης να παρακαμφθεί αν υπήρχε η διάθεση. Αυτό θα μπορούσε να παρακαμφθεί με τη χρήση πολυμέσων, αφού οι εμπράγματα εμπειρίες, η οπτικοποίηση και η προσομοίωση, η συλλογή δεδομένων μπορούν να επιτευχθούν την ημέρα εντός της σχολικής αίθουσας. Άλλωστε η Αστρονομία ίσως είναι και η πιο δημοκρατική από τις Φυσικές Επιστήμες, αφού τα δεδομένα που χρησιμοποιούν οι αστροφυσικοί είναι προσβάσιμα σε όλους. Παρόλα

²³⁶ Dewey, J. (1938). *Experience and Education*. New York: the Macmillan Company.

²³⁷ Percy, J.R. (1998). Preserving the Astronomical “Windows” by/for Education and Culture. ASP Conference Series, 139.

²³⁸ Ο.π.

²³⁹ Σανούδου.Χ.(2015). Διάστημα,ο γνωστός μας άγνωστος. ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ. <https://www.kathimerini.gr/life/science/818903/diastima-o-gnostos-mas-agnostos/>

ταύτα, ακόμη και η χρήση πολυμέσων στην ελληνική σχολική πραγματικότητα δεν θεωρείται αυτονόητη, είτε λόγω έλλειψης τους, είτε λόγω παραγκωνισμού τους κατά την εκάστοτε εκπαιδευτική επιλογή.

4.7 Η απολεσθείσα αίγλη της

Η Αστρονομία και ό,τι αφορά το διάστημα φαίνεται να προσελκύουν τον άνθρωπο και να ασκούν ιδιαίτερη επίδραση πάνω του. Ένα ευρύ πεδίο έχει αναπτυχθεί πολύ δημοφιλές, αυτό που ονομάζεται επιστημονική φαντασία και αφορά ταινίες, λογοτεχνία, ηλεκτρονικά παιχνίδια ή ακόμη και μουσεία θεματικά. Εδώ συνίσταται το οξύμωρο, γιατί ενώ είναι τόσο ελκυστικό ως θέμα δεν υφίσταται σήμερα στο ελληνικό σχολείο ως μάθημα; Ιδιαίτερα αν αναλογιστούμε, όπως είδαμε και σε προηγούμενη ενότητα, τα εκπαιδευτικά οφέλη που μπορεί να έχει ένα μάθημα όπως η Κοσμολογία;

Ένα βασικό πρόβλημα που θα συναντήσει όποιος προτείνει τη διδασκαλία της Αστρονομίας ή της Κοσμολογίας είναι ποια μπορεί να είναι τα άμεσα οικονομικά οφέλη που μπορεί να έχει η διδασκαλία τους. Κάποιος μπορεί να αντιτείνει γιατί το κράτος να δαπανήσει πόρους, να σπαταλήσει διδακτικές ώρες -σε ένα ήδη υπερφορτωμένο Πρόγραμμα- για ένα αντικείμενο που τεχνοκρατικά δεν θα έχει οικονομικό αντίκρισμα; Για ένα αντικείμενο εκπαιδευτικά και γνωστικά που μπορεί να θεωρηθεί ως ελιτίστικο. Το αποκαλούμε ελιτίστικό αφού φαντάζει ως πολυτέλεια ακόμη και για αυτούς που ίσως το επιλέξουν και ως αντικείμενο Σπουδών. Γιατί σήμερα, όταν το εκπαιδευτικό σύστημα μπορεί να χαρακτηριστεί ως τεchnοκρατικό και όταν η γνώση αντιμετωπίζεται χρησιμοθηρικά, το να επιλέξει κάποιος να σπουδάσει Αστρονομία ή Κοσμολογία φαντάζει ως ρομαντική επιλογή.

Σε συνδυασμό με τη μείωση -ή καλύτερα για την περίπτωση της Ελλάδας, την ανυπαρξία- πόρων και χρηματοδότησης για έρευνα καθώς και τη παράλληλη υποβάθμιση του μαθήματος, αφού όπως φαίνεται σε ανάλογες έρευνες²⁴⁰ η Αστρονομία και η εγγραφή στα ανάλογα μαθήματα έχουν μειωθεί και στη θέση τους προκρίνονται μαθήματα όπως αυτά της Βιολογίας, της Χημείας ή της Φυσικής έχουν οδηγήσει στην απώλεια της αίγλης της Αστρονομίας και αντίστοιχα της Κοσμολογίας.

²⁴⁰ Krumenaker, L. (2009). No child left behind and high school astronomy. *Science Educator*, 18, (2).

Ολοκληρώνοντας το Β' μέρος, η διδασκαλία της Κοσμολογίας και η προσπάθεια ένταξής της μέσα στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα θα είναι σίγουρα πρόκληση. Η εισαγωγή ενός τέτοιου εκπαιδευτικού αντικειμένου θα λειτουργήσει ως καθρέφτης, αναδεικνύοντας όλες τις αδυναμίες του εκπαιδευτικού συστήματος και της εκπαιδευτικής πολιτικής που έχει εφαρμοστεί. Για να ξεπεραστούν όλα τα παραπάνω δεν αρκούν αλλαγές που αφορούν τη μεθοδολογία, το πλαίσιο ή τα μέσα που χρησιμοποιούνται, αλλά θα πρέπει να υπάρξει αναδιάρθρωση και επαναπροσδιορισμός των στόχων που έχει το υπάρχον εκπαιδευτικό σύστημα, έχοντας ως δείκτη τα οφέλη για τη κοινωνία, την οικονομία, τον πολιτισμό, την εθνική συνείδηση, την επιστημονική πρόοδο, για την αντίληψη του κοινού που θα διαμορφώσει μια ολοκληρωμένη κοσμολογική προσέγγιση του Κόσμου. Στη συνέχεια θα αποπειραθούμε με γνώμονα τα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών στην Ελλάδα τους δύο τελευταίους αιώνες, να σχηματοποιήσουμε την εικόνα του μαθήματος εκείνου που ανακάλυπτε το Σύμπαν μας.

ΜΕΡΟΣ:Γ

Το μάθημα της Κοσμογραφίας-Αστρονομίας στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα: Πηγές

Το τρίτο μέρος συνιστά την καταγραφή μιας πρωτότυπης έρευνας σχετικά με την ιστορία του μαθήματος της Κοσμογραφίας όπως ονομαζόταν αρχικά, στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα από τα τέλη του 19^{ου} αιώνα ως τις αρχές του 21^{ου} όταν και εξοβελίστηκε. Πρόκειται για μια αναζήτηση του μαθήματος στα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών και στη συνέχεια στην αναζήτηση της διατύπωσης του παραδόξου του σκοτεινού ουρανού, μέσα από τα σχολικά εγχειρίδια της εκάστοτε εποχής.

Κεφάλαιο:5

Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών Κοσμογραφίας- Αστρονομίας

Στόχοι κεφαλαίου:

- ✓ Να εξηγήσουμε την έννοια του αναλυτικού προγράμματος και τα είδη του.
- ✓ Να παρουσιάσουμε ύστερα από έρευνα των αναλυτικών προγραμμάτων της μέσης εκπαίδευσης, την παρουσία της Κοσμογραφίας/Αστρονομίας, από τα τέλη του 19ου αιώνα ως τον 21ο αιώνα μέσα στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα.
- ✓ Να σκιαγραφήσουμε τη πορεία του μαθήματος και να εντοπίσουμε στη διδακτέα ύλη -όπου αυτή καταγράφεται- αν γίνεται λόγος για την εναλλαγή ημέρας/νύχτας.

5.0 Εισαγωγή

Το ποια ήταν η θέση της Αστρονομίας μέσα στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα μπορεί να διερευνηθεί μέσα από την ανάλογη έρευνα και προσέγγιση των αναλυτικών και ωρολογίων προγραμμάτων, από τη στιγμή βέβαια που αυτά θεσμοθετήθηκαν. Μέσα στα πλαίσια της προσπάθειάς μας να προσεγγίσουμε τις αστρονομικές γνώσεις και φυσικά την ιστορία του παραδόξου του σκοτεινού ουρανού, την επισήμανσή του στο ευρύ κοινό, από τον βασικό θεσμοθετημένο φορέα εκπαίδευσης, κρίνεται απαραίτητο να ακολουθήσουμε τη πορεία του.

Για να επιτευχθεί ο παραπάνω στόχος θα πρέπει να ακολουθήσουμε τη πορεία του ανάλογου μαθήματος μέσα: α) στα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και β) μέσα από τα σχολικά εγχειρίδια.

Στη παρούσα ενότητα θα εστιάσουμε την έρευνά μας στη διερεύνηση του ανάλογου διδακτικού αντικείμενου, στις ώρες που προβλεπόταν να διδάσκεται, σε ποιες τάξεις και φυσικά ποια οριζόταν ως η διδακτέα ύλη του μαθήματος.

5.1 Εννοιολογική προσέγγιση του Αναλυτικού Προγράμματος Σπουδών

Ως έννοια, το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών φαντάζει φασματική. Αυτός ο χαρακτηρισμός προκύπτει αν προσπαθούμε να εντοπίσουμε έναν ορισμό καθολικά αποδεκτό από τη διεθνή βιβλιογραφία. Σε αυτή τη περίπτωση θα δούμε ότι δεν υπάρχει συναίνεση, αλλά σε κάθε ιστορική στιγμή και σε διαφορετικά συστήματα ορίζονται διαφορετικά. Άλλη μια ερμηνεία ενδεχομένως είναι ότι δεν υπάρχει ένας μόνο τύπος Αναλυτικού Προγράμματος καθώς έχει ακολουθήσει μια εξελικτική πορεία, η οποία σε κάθε στάδιο της αναδιαμορφώνει τον ορισμό.

Μια άλλη ερμηνεία μπορεί να δοθεί για τη διαφοροποίηση ως προς τον ορισμό, αν αλλάξουμε τη θέση του παρατηρητή και συγκεκριμένα αν εστιάσουμε στο υποκείμενο, δηλαδή τον ίδιο τον επιστήμονα που θα προσπαθήσει να το ορίσει, όπως το απέδωσε ο κ. Φλουρής, αφού η απόπειρα ορισμού επηρεάζεται από τις πολιτικές του πεποιθήσεις, από τη συνολική αντίληψή του για τη σημασία του σχολείου και από το πώς θα πρέπει να προσεγγίζεται η γνώση²⁴¹.

Αυτό που μπορούμε να πούμε για τα αναλυτικά προγράμματα, εκτός του αυστηρά δοσμένου τεχνικά ορισμού, είναι ότι πρόκειται για κοινωνικές κατασκευές, οι οποίες προσδιορίζονται και διαμορφώνονται από το εκάστοτε πολιτικό-κοινωνικό σχήμα. Ουσιαστικά η πολιτεία επιλέγει τον τρόπο με τον οποίο το σχολείο θα μεταδώσει τη γνώση που έχει επιλεγεί εκ προοιμίου να μεταδοθεί και ο σχεδιασμός τους καθορίζεται από τις ανάγκες της κάθε κοινωνίας²⁴². Για να καταστεί κατανοητό θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε τη περίπτωση της Ελλάδας όταν αυτή μπήκε στην Ευρωπαϊκή Ένωση, τότε τα Αναλυτικά Προγράμματα εισηγήθηκαν προκειμένου να

²⁴¹ Φλουρής, Γ. Σ. (2006). *Αναλυτικά προγράμματα: Για μια νέα εποχή στην Εκπαίδευση*. Αθήνα: Γρηγόρης.

²⁴² Χατζηγεωργίου, Ι.(2003). *Πρόταση για ένα σύγχρονο Αναλυτικό Πρόγραμμα: Μια Ολιστική-Οικολογική Προοπτική*. Αθήνα: Ατραπός.

συμπαραταχθούν και να ενσωματώσουν τις ευρωπαϊκές στρατηγικές όσον αφορά την εκπαίδευση²⁴³.

Τα αναλυτικά προγράμματα, με μια πιο χαλαρή προσέγγιση δεν είναι μια καινούργια προσθήκη στις Επιστήμες της Αγωγής και της Εκπαίδευσης, αλλά θα μπορούσαμε να πούμε ότι υπάρχουν από την αρχαιότητα όταν ο Πλάτωνας στα έργα του -και πιο συγκεκριμένα στη Πολιτεία και στους Νόμους- εκθέτει τι πρέπει να περιλαμβάνει η αγωγή και η εκπαίδευση των νέων, παρουσιάζοντας μια φιλοσοφία της εκπαίδευσης. Αυτή η φιλοσοφία της εκπαίδευσης μετεξελίχθηκε μέσα στους αιώνες για να καταλήξει με τη πιο τεχνική και σημερινή τους μορφή για πρώτη φορά τον 18^ο αιώνα²⁴⁴.

Συνάμα τα Αναλυτικά Προγράμματα δεν είναι κάτι στατικό αλλά υπόκειται σε βελτιώσεις, αναμορφώσεις και φυσικά σε αυτά μπορούν να αποτυπώνονται οι εκπαιδευτικές μεταρρυθμίσεις. Τα Αναλυτικά Προγράμματα οφείλουν να έχουν συγκεκριμένους στόχους, οι οποίοι θα υπαγορεύονται από τις εκάστοτε ανάγκες του κοινωνικού- οικονομικού-πολιτιστικού πλαισίου μέσα στο οποίο αυτά θα λειτουργήσουν και φυσικά αυτά θα διέπονται από συγκεκριμένες αρχές.

Και αυτό είναι το ζητούμενο, τα Αναλυτικά Προγράμματα επιβάλλεται να αναθεωρούνται για να ανταποκρίνονται αποτελεσματικότερα στις επιταγές της εποχής, όπως η έκρηξη της γνώσης, η παγκοσμιοποίηση και η απόρροιά της, η πολυτισμικότητα, η δια βίου μάθηση.

Επειδή στη παρούσα διατριβή εστιάζουμε στην Ελλάδα, θα απαριθμήσουμε τους στόχους και τις βασικές αρχές για την εκπόνηση των νέων προγραμμάτων Σπουδών από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής, όπως αυτές ανακοινώθηκαν πολύ πρόσφατα, πιο συγκεκριμένα στις 9 Οκτωβρίου 2020²⁴⁵. Η νέα αυτή απόπειρα, όπως παρουσιάζεται, επιδιώκει να “αναπροσανατολίσει” τη σχολική εκπαίδευση, ακολουθώντας μια αντίστροφη πορεία έχοντας ως “*αφετηρία τους μαθητές και τα προσδοκώμενα αποτελέσματα μάθησης*”²⁴⁶.

²⁴³ Γερογιάννης, Κ. & Μπούρας, Α.(2007). Αναλυτικά προγράμματα- Σχολικά Εγχειρίδια, Σχεδιασμός Αναλυτικών προγραμμάτων Σπουδών- Νέες τάσεις. Στο Καψάλης, Γ.Δ. & Κατσίκης, Α.Ν. (επιμ.) Πρακτικά Συνεδρίου Η πρωτοβάθμια εκπαίδευση και οι προκλήσεις της εποχής μας, Ιωάννινα, 17-20 Μαΐου, 2007.

²⁴⁴ Δενδρινού. Β. & Ξωχέλλης, Π. (2000). Προγράμματα Σπουδών στη σχολική εκπαίδευση: Έννοιες και όροι, Γλωσσικός Υπολογιστής. Περιοδική έκδοση του Κέντρου Ελληνικής Γλώσσας για τη γλώσσα και τη γλωσσική αγωγή, 1.

²⁴⁵ Δε θα αναφερθούμε σε προηγούμενες προτάσεις, αφού στόχος δεν είναι να κάνουμε ιστορική αναδρομή, αλλά θα εστιάσουμε στη πολύ πρόσφατη προσπάθεια που γίνεται βάσει της οποίας και θα συμπορευτούμε στο επόμενο κεφάλαιο, αυτό της δικής μας πρότασης διδασκαλίας.

²⁴⁶ Ανακτήθηκε από το <http://www.iep.edu.gr/el/component/k2/1111-plaisio-arxon-gia-tin-ekponisi-ton-neon-programmaton-spoudon>, στις 9 Οκτωβρίου 2020.

Στόχος γενικότερος είναι η παροχή μιας ποιοτικότερης εκπαίδευσης, η οποία θα ενεργοποιεί τους μαθητές χωρίς διακρίσεις και θα αναδειξεί ένα σχολείο σύγχρονο, ανοικτό στη κοινωνία, στις νέες πολιτισμικές συνθήκες και επιστημονικές εξελίξεις και θα οδηγήσει στην σφυρηλάτηση ατόμων δημιουργικών, που θα είναι συνειδητοί πολίτες του τόπου τους, του έθνους τους, της Ευρώπης και της οικουμένης²⁴⁷.

Όχι στόχοι, αλλά βασικοί οριζόντιοι προσανατολισμοί όπως αναφέρει, είναι να υποστηρίξει μαθητές και μαθήτριες προκειμένου να αποκτήσουν:

- ✓ Αποκτήσουν δεξιότητες αναστοχασόμενων ανθρώπων που μαθαίνουν πώς να μαθαίνουν, πώς να ερευνούν και πώς να γίνονται δημιουργικοί και αποτελεσματικοί,
- ✓ Καλλιεργήσουν δεξιότητες με τις οποίες θα αξιοποιούν τις γνώσεις τους και θα παράγουν νέα γνώση, λαμβάνουν αποφάσεις που βασίζονται σε επιστημονικά δεδομένα,
- ✓ Αναλαμβάνουν πρωτοβουλίες και να λειτουργούν αυτόνομα στη σχολική τάξη και στη ζωή τους,
- ✓ Αποκτήσουν αυτοεκτίμηση, αυτοπεποίθηση, ενσυναίσθηση και ανθεκτικότητα, ώστε να είναι ικανοί να συνδέονται και να επικοινωνούν με τους άλλους,
- ✓ Αναγνωρίσουν αξίες και να συνειδητοποιήσουν αρχές, ώστε να αποκτήσουν συναίσθηση ευθύνης και να προετοιμαστούν ως ενεργοί πολίτες,
- ✓ Συμμετέχουν σε δρώμενα και πρακτικές που παραπέμπουν στην ανάγκη ενεργοποίησης όλων για την αντιμετώπιση των μεγάλων προκλήσεων της εποχής που απασχολούν τις σύγχρονες κοινωνίες (κατασπατάληση φυσικών πόρων, μόλυνση, προσφυγιά, επιδημίες κ.ά)²⁴⁸.

5.2 Είδη Αναλυτικών Προγραμμάτων

Όσο δύσκολο είναι να ορίσουμε ένα Αναλυτικό Πρόγραμμα, ανάλογα δύσκολο είναι να κατηγοριοποιήσουμε τα αναλυτικά προγράμματα. Αυτή η δυσκολία έγκειται, σύμφωνα και με το Η. Ματσαγγούρα²⁴⁹ στη πολυπλοκότητα της εκπαίδευσης η οποία

²⁴⁷ Ο.π. από τον διαδικτυακό ιστότοπο του ΙΕΠ.

²⁴⁸ Ο.π.

²⁴⁹ Ματσαγγούρας, Η.(2004). *Η διαθεματικότητα στη σχολική γνώση*. Αθήνα: Γρηγόρης.

στοχεύει στην κατάκτηση αντικρουόμενων στόχων και να υπηρετήσει διαφορετικές ομάδες.

Μια κατηγοριοποίηση είναι αυτή που είχε προτείνει ο John Goodland²⁵⁰ και τα διακρίνει ως εξής:

α) Το ιδεώδες: πρόκειται ουσιαστικά για εκείνο το οποίο προτείνουν οι θεωρητικοί της εκπαίδευσης, είναι η επίσημη πρόταση της πολιτικής ηγεσίας, οι πνευματικοί ταγοί.

β) Το επίσημο: ο όρος περιγράφει εκείνο το Πρόγραμμα το εγκεκριμένο, το οποίο παραδίδεται στους εκπαιδευτικούς προς υλοποίηση.

γ) Το αντιληπτό: είναι αυτό που οι εκπαιδευτικοί αντιλαμβάνονται ότι πρέπει να υλοποιήσουν, είναι αυτό το οποίο οι εκπαιδευτικοί ερμηνεύουν.

δ) Το βιωματικό: αυτό το οποίο οι διδασκόμενοι βιώνουν μέσα στις τάξεις και που γίνεται αντιληπτό μέσω ερευνητικών εργαλείων.

ε) Το λειτουργικό: είναι αυτό που μπορεί να κατανοηθεί ως προϊόν παρατήρησης.

Ο ίδιος μάλιστα εκπαιδευτικός προβαίνει και σε μία άλλη είδους κατηγοριοποίηση με βάση την ευχέρεια παρέμβασης τους εκπαιδευτικού σε αυτά:

α) Κλειστά: είναι πιο συγκεντρωτικά, ο εκπαιδευτικός δεν έχει περιθώρια απόκλισης, είναι ολοκληρωμένες διδακτικές προτάσεις και δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στα αποτελέσματα της μάθησης. Είναι πιο αυστηρά αφού έχει συγκεκριμένους στόχους, περιεχόμενο, μεθοδολογία, έχουν περισσότερο τη μορφή οδηγιών.

β) Ανοιχτά: είναι πιο ευέλικτα, καθώς ο εκπαιδευτικός μπορεί να το προσαρμόσει στις εκάστοτε ανάγκες που προκύπτουν. Είναι αποκεντρικά, δεν είναι τόσο περιοριστικά, αφού ο εκπαιδευτικός έχει τη δυνατότητα να τα προσαρμόσει²⁵¹ και δεν έχει τόση σημασία η γνώση, η οποία δεν αντιμετωπίζεται ως αυτοσκοπός, αλλά πολύ σημαντικό ρόλο έχει ο τρόπος πρόσληψης της γνώσης. Συνεπώς αφήνονται περιθώρια για διαπραγμάτευση.

²⁵⁰ Χατζηγεωργίου, Γ. (2012). *Γνώθι το Curriculum*. Αθήνα: Ατραπός.

²⁵¹ Χρυσοφίδης, Κ. (2004, 77-90). Το ελληνικό σχολείο και η συζήτηση γύρω από τα ανοιχτά και κλειστά αναλυτικά προγράμματα. Στο Μπαγάκης, Γ. (Επιμ.). Ο εκπαιδευτικός και το Αναλυτικό Πρόγραμμα. Αθήνα: Μεταίχμιο.

Μια άλλη κατηγοριοποίηση είναι αυτή που έχει ως σημείο εκκίνησης και αφετηρία την εσωτερική δομή και οργάνωση της γνώσης είναι σύμφωνα με τον Η. Ματσαγγούρα²⁵² τα:

α) Επιστημονικό-κεντρικά: είναι εκείνα που δέχονται αυστηρή κριτική και τα οποία οργανώνουν τη γνώση σε ανεξάρτητα μαθήματα κατ' αντιστοίχιση σε επιστημονικούς κλάδους με μεγάλο μειονέκτημα τον υψηλό βαθμό αφαιρέσης στη προσπάθεια προσαρμογής τη επιστημονικής γνώσης, στο σχολικό λόγο.

β) Τα διεπιστημονικά: αυτού του είδους προγράμματα προσπαθούν να ξεπεράσουν τις αστοχίες του επιστημονικο-κεντρικού, σε αυτή τη περίπτωση τα διδασκόμενα μαθήματα αναφέρονται, αλλά και αναδεικνύουν τη διασύνδεση μεταξύ των εννοιών, των κοινών μεθοδολογιών, των γνώσεων που διατρέχουν διαφορετικούς επιστημονικούς κλάδους.

και

γ) Τα διαθεματικά: σε αυτά η γνώση δομείται μέσα από θέματα τα οποία ξεφεύγουν από τα όρια των επιστημονικών κλάδων και το μελετούν μέσα από το πρίσμα των διαφορετικών επιστημονικών κλάδων²⁵³.

5.3 Τα Αναλυτικά Προγράμματα του μαθήματος της Κοσμογραφίας

Ο Πλάτωνας πίστευε ότι ο μόνος τρόπος για να επιτευχθεί η άνθιση μιας κοινωνίας, είναι μέσω της παιδείας της, η οποία θα πρέπει να στηρίζεται στη δικαιοσύνη. Στο έργο του “Πολιτεία”, αναλύει πόσο σημαντική και ποια ακριβώς πρέπει να είναι η εκπαίδευση ώστε να επιτευχθεί το ιδεατό. Στην πλατωνική εκδοχή, όσοι ανήκουν στην ανώτερη κοινωνική τάξη, αυτή των αρχόντων, θα είναι υπεύθυνοι για τη διακυβέρνηση αλλά και την ευδαιμονία της πόλης, για αυτό και κρίνεται αναγκαίο να μελετήσουν από τα 20 έως

²⁵² Ματσαγγούρας, Η.(2004). Η διαθεματικότητα στη σχολική γνώση. Αθήνα: Γρηγόρης.

²⁵³ Φυσικά και θα υπάρχουν και άλλες κατηγοριοποιήσεις, αλλά στη παρούσα ενότητα αναφερθήκαμε σε είδη αναλυτικών προγραμμάτων στα οποία θα χρειαστούμε να ανατρέξουμε ως αναφορά σε επόμενη ενότητα.

25 χρόνια τους Μαθηματικά. Τα Μαθηματικά είναι αυτά τα οποία χωρίζει σε: α) Αριθμητική β) Γεωμετρία γ) Αστρονομία και δ) Αρμονία. Η Αστρονομία μάλιστα είναι εκείνη που μελετά τον ουρανό και θα οδηγήσει τη ψυχή προς το όν και το αόρατο μέσα από την αναζήτηση της ιδεατής πραγματικότητας²⁵⁴.

Από τους αρχαίους χρόνους είχε αναδειχθεί η ανάγκη διδασκαλίας της Αστρονομίας η οποία θα αποτελούσε θεμέλιο λίθο για την αριστεία του αυριανού πολίτη. Μια όπως φάνηκε παράδοση, η οποία σταμάτησε όταν το μάθημα εξαφανίστηκε το 2014, από τα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών.

Εντελώς διαφορετική είναι η θέση της Αστρονομίας μέσα στα Αναλυτικά Προγράμματα άλλων χωρών. Μάλιστα σε πρόσφατη έρευνα που δημοσιεύθηκε τον Μάρτιο του 2020²⁵⁵, μελετήθηκαν τα Αναλυτικά Προγράμματα 37 χωρών -οι οποίες ανήκουν στον ΟΟΣΑ- και η οποία μελέτη διερευνά και τη πρωτοβάθμια και τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Σε αυτή καταγράφηκαν τα εξής συμπεράσματα, ότι σε όλες τις περιπτώσεις υπάρχει σε τουλάχιστον μία τάξη το μάθημα της Αστρονομίας και τα σχετικά με αυτή θέματα και σε 14 από αυτές τις χώρες υπήρχαν αστρονομικά θέματα σε όλες τις τάξεις. Το θέμα που περισσότερο απασχολούσε σε όλα τα επίπεδα εκπαίδευσης ήταν αυτό της κίνησης των ουράνιων σωμάτων. Ενώ όσο μελετάμε τα υψηλότερα επίπεδα εκπαίδευσης -και λογικά αντίληψης- θέματα όπως η Αστρονομία, η Φυσική, η Κοσμολογία και οι πλανητικές επιστήμες τα συναντάμε πιο συχνά.

Στην Ελλάδα, το μάθημα της “Κοσμογραφίας” αρχικά, το οποίο στη συνέχεια μετονομάστηκε σε “Στοιχεία Αστρονομίας και Διαστημικής”, είναι ένα πολυπαθές μάθημα όπως φαίνεται μέσα από τα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών του ελληνικού εκπαιδευτικού συστήματος. Αυτό που μπορούμε να επισημάνουμε ως γενικό χαρακτηριστικό είναι ότι πάντα διδασκόταν στις μεγαλύτερες τάξεις, αρχικά στη τελευταία τάξη του εξατάξιου Γυμνασίου και στη Γ’ τάξη του Λυκείου και ύστερα το μετέφεραν στη Β’ Λυκείου. Ίσως αυτό καταδεικνύει τον τρόπο με τον οποίο αντιμετωπίστηκε το συγκεκριμένο διδακτικό αντικείμενο, θεωρώντας ότι απαιτούσε κάποιες βάσεις -γνωστικές- ώστε να μπορέσει να οικοδομηθεί η νέα γνώση, είτε ανάπτυξη και ωριμότητα εκ μέρους του διδασκόμενου να αντιληφθεί και να προσπαθήσει να ξεπεράσει τις παγιωμένες αντιλήψεις σε σχέση με τη θέση και τον τρόπο λειτουργίας του Σύμπαντος.

²⁵⁴ Πλάτωνος, Πολιτεία, 529a.

²⁵⁵ Salimpour, S. et al., (2020). The Gateway Science: a Review of Astronomy in the OECD School Curricula, including China and South Africa, Research in Science Education. <https://doi.org/10.1007/s11165-020-09922-0>.

Επίσης είναι ένα μάθημα το οποίο ξεκίνησε ως βασικό, αλλά τα τελευταία χρόνια πριν την κατάργησή του είχε γίνει μάθημα επιλογής και για τις τρεις κατευθύνσεις (θετική, θεωρητική, τεχνολογική).

Στη παρούσα διατριβή θα γίνει προσπάθεια να καταγραφεί η παρουσία και η εξέλιξη του μαθήματος μέσα από τα Αναλυτικά και Ωρολόγια Προγράμματα Σπουδών από το 1899 έως και τη κατάργηση του μαθήματος το 2013-2014. Τα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών που αντλήθηκαν για τα έτη 1899-1999, προέρχονται από τα ψηφιακά αρχεία Αναλυτικών Προγραμμάτων του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου²⁵⁶.

Έτσι λοιπόν το πρώτο ΦΕΚ²⁵⁷ στο οποίο βλέπουμε το μάθημα της Κοσμογραφίας στις απαρχές του 21^{ου} αιώνα, είναι το ΦΕΚ 227/Α'/23-09-1900: Περί τροποποιήσεως των από 11 Σεπτεμβρίου 1897 και 17 Νοεμβρίου 1897 Β. διαταγμάτων περί κανονισμού του προγράμματος των εν τοις Ελληνικοίς Σχολείοις και Γυμνασίοις διδασκτέων μαθημάτων. Στο συγκεκριμένο διάταγμα βλέπουμε να υπάρχει το μάθημα της Κοσμογραφίας στη τελευταία τάξη του Γυμνασίου, στη Δ' και να διδάσκεται για 2 ώρες την εβδομάδα. Μάλιστα φαίνεται να δίνονται και σύντομες οδηγίες ως προς τη διδασκτέα ύλη. Ειδικότερα αναφέρει: “Ολόκληρον τήν στοιχειώδη κοσμογραφίαν. Τά περι ήμερολογίου. Ως προς τά περι πλανητῶν ὁ διδάσκων δέον νά ἀρειεσθῆ εἰς τάς γενικάς περι αὐτῶν γνώσεις”.

Το επόμενο ΦΕΚ είναι εκείνο του 1906 με τίτλο: “Περί κανονισμοῦ τοῦ προγράμματος τῶν τοῖς σχολείοις καί Γυμνασίοις διδασκτέων μαθημάτων”²⁵⁸. Στο παρόν διάταγμα έχουμε το Αναλυτικό και Ωρολόγιο Πρόγραμμα για τα ελληνικά σχολεία και τα Γυμνάσια για το σχολικό έτος 1906-1907. Βλέπουμε λοιπόν ότι το μάθημα δεν υφίσταται καθόλου στο ελληνικό σχολείο αλλά στο Γυμνάσιο και πιο συγκεκριμένα στη Δ' τάξη του Γυμνασίου, και ως κομμάτι των Μαθηματικών. Ειδικότερα τα μαθηματικά χωρίζονται σε τρία μέρη: α) Γεωμετρία β) Τριγωνομετρία και γ) Κοσμογραφία.

Συνολικά οι ώρες των μαθηματικών ανέρχονται σε 5, αλλά όπως δίνεται στις οδηγίες οι 3 είναι για τη διδασκαλία της στερεομετρίας και της τριγωνομετρίας και παράλληλα διδάσκονται τη Κοσμογραφία ένα 2ωρο την εβδομάδα.

Ως προς την ύλη το διάταγμα ορίζει ότι θα πρέπει να διδαχθεί ολόκληρη η Στοιχειώδη Κοσμογραφία μαζί με τα σχετικά προβλήματα. Ως προς τα περί πλανητών,

²⁵⁶ http://pi-schools.gr/progr_spoudon_1899_1999/katalogos_fek.pdf

²⁵⁷ Όλα τα ΦΕΚ αντλήθηκαν από την ιστοσελίδα του Εθνικού Τυπογραφείου <http://www.et.gr/>

²⁵⁸ ΦΕΚ 224/Α'/28-10-1906.

ο διδάσκων θα πρέπει να αρχιστεί στις γενικές γνώσεις τις σχετικές αυτά που αφορούν τα ηλιακά ωρολόγια και ημερολόγια.

Στη συνέχεια δίνονται και οδηγίες ως προς τον τρόπο που θα διδάσκονται τα Μαθηματικά που χρειάζονται για τη Κοσμογραφία λέγοντας, ότι τα χρήσιμα για τη Κοσμογραφία μαθηματικά θα παραδίδονται ως αξιώματα και μετά το τέλος θα επαναλαμβάνονται αυτά που έχουν διδαχθεί στο Γυμνάσιο.

Τον ακριβώς επόμενο χρόνο βλέπουμε σε ανάλογο ΦΕΚ²⁵⁹, το Αναλυτικό Πρόγραμμα μίας άλλης ειδικής περίπτωσης αυτής του Βαρβάκειου Λυκείου²⁶⁰. Στο ΦΕΚ με τίτλο βασιλικού διατάγματος: “Περί όρισμοῦ τῶν ὥρῶν τῆς διδασκαλίας τῶν μαθηματικῶν ἐν τῷ Βαρβακείῳ Λυκείῳ καὶ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν διδασκόντων τὰ μαθηματικά ἐν τῷ αὐτῷ Λυκείῳ” βλέπουμε να δίνεται ιδιαίτερη ἔμφαση στο μάθημα της Κοσμογραφίας αφού διδάσκεται στις 2 τελευταίες τάξεις στη Ζ’ και Η’, 2 ὥρες και 1 ὥρα την εβδομάδα στη καθεμία αντίστοιχα. Ίσως αυτή η καινοτομία συνάδει με το γενικότερο πνεύμα που διατρέχει το συγκεκριμένο εκπαιδευτικό εγχείρημα αφού ἦταν το μοναδικό επτατάξιο πρακτικῆς κατευθύνσεως σχολεῖο σε ὅλη την επικράτεια.

Το 1914 εκδίδεται στις 10 Δεκεμβρίου ἓνα ΦΕΚ²⁶¹ αφιερωμένο αποκλειστικά στα προγράμματα των μαθημάτων του Ελληνικού σχολεῖου και Γυμνασίου. Φυσικά η Κοσμογραφία δεν εντάσσεται στο Πρόγραμμα του Ελληνικού σχολεῖου, ἀλλὰ στο Πρόγραμμα του Γυμνασίου και μάλιστα στη Δ’ τάξη και σε αυτή τη περίπτωση η Κοσμογραφία εντάσσεται ως μάθημα μαζί με τα Μαθηματικά. Από τις συνολικά 5 ὥρες την εβδομάδα, οι 3 είναι για Γεωμετρία και Ἀλγεβρα και οι 2 διατίθενται για Κοσμογραφία. Μάλιστα στις οδηγίες πολύ μεστά παραθέτει: “Ὁλόκληρος ἡ ἐγκεκριμένη κοσμογραφία μετὰ πολλῶν ἀσκήσεων”.

Δυο χρόνια μετὰ ἐρχεται το επόμενο ΦΕΚ²⁶² στο οποίο εμφανίζεται το μάθημα της Κοσμογραφίας και μάλιστα βλέπουμε ποιες ὥρες θα διδάσκεται η Κοσμογραφία. Το διάταγμα τιτλοφορεῖται ως: “Περί όρισμοῦ ὥρῶν διδασκαλίας ἐν τοῖς σχολείοις τῆς μέσης εκπαιδεύσεως κλπ..”. Ἐτσι φαίνεται σύμφωνα με το Πρόγραμμα το σχολικό ωράριο να χωρίζεται σε δύο μέρη: α) τις πρωινές ὥρες και β) τις μεσημβρινές ὥρες. Το ποιες είναι ακριβῶς οι ὥρες ἀλλάζει ἀνάλογα με το μήνα. Πάντως ἀνάμεσα στις πρωινές και μεσημβρινές ὥρες μεσολαβεῖ ἓνα κενό 2 ἢ 3 ὡρῶν. Το παρὸν βασιλικό διάταγμα ορίζει ποια μαθήματα θα διδάσκονται τις πρωινές και ποια μαθήματα τις μεσημβρινές

²⁵⁹ ΦΕΚ 264/Α’/01-09-1912.

²⁶⁰ Πρόκειται για το Βαρβάκειο Πρακτικό Λύκειο το οποίο ιδρύθηκε το 1886.

²⁶¹ ΦΕΚ 369/Α’/ 10-12-1914.

²⁶² ΦΕΚ 14/Α’/ 18-01-1916.

ώρες. Σύμφωνα με το άρθρο 3, τις πρώτες πρωινές ώρες θα διδάσκονται τα Αρχαία Ελληνικά, τα Μαθηματικά, τα Λατινικά και η Κοσμογραφία. Τα υπόλοιπα θα διδάσκονται τις μεσημβρινές ώρες. Ενδεχομένως αυτή η επιλογή να γίνεται έτσι ώστε το πρωί να διδάσκονται τα πιο απαιτητικά μαθήματα.

Χρειάστηκε να περάσουν 16 χρόνια για το επόμενο ΦΕΚ²⁶³, στο οποίο συναντάμε το μάθημα της Κοσμογραφίας και πιο συγκεκριμένα σε εκείνο που καταγράφει το Αναλυτικό Πρόγραμμα των διδακτέων μαθημάτων των σχολείων Μέσης εκπαίδευσης για το σχολικό έτος 1931-32. Σε αυτό το διάταγμα φαίνεται η Κοσμογραφία να είναι μαζί με τα Μαθηματικά και μόνο στη τελευταία τάξη του γυμνασίου, την έκτη, να διδάσκεται για μία ώρα την εβδομάδα. Σημαντικό να επισημάνουμε ότι ενώ σε όλα τα υπόλοιπα μαθήματα δίνεται συγκεκριμένη ύλη η οποία θα πρέπει να καλυφθεί, στη Κοσμογραφία λέει απλά Στοιχεία Κοσμογραφίας-Ώρα 1 καθ'εβδομάδα.

Ο επόμενος χρονολογικά σταθμός στην πορεία της Κοσμογραφίας στα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών είναι σε ΦΕΚ²⁶⁴ του 1934 σε διάταγμα με τίτλο: “Περί τοῦ Αναλυτικοῦ καὶ Ὁρολογίου προγράμματος τῶν Ἀστικῶν σχολείων τῶν θηλέων”. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η σύζευξη του μαθήματος της Κοσμογραφίας μαζί με αυτό της Γεωγραφίας. Διδάσκεται στη τελευταία τάξη τη Γ' και για τα 2 μαθήματα δίνονται 3 ώρες την εβδομάδα. Σε αυτή τη περίπτωση δίνεται και συγκεκριμένη ύλη να καλυφθεί με βασικές ενότητες αυτές:

- α) Της Γης ως ουράνιο σώμα (τα χαρακτηριστικά της και τη κίνησή της).
- β) Τη Γη σε σχέση με τα υπόλοιπα ουράνια σώματα και ιδιαίτερα προς τον Ήλιο και τη σελήνη.
- γ) Τη σελήνη.
- δ) Απλανείς, πλανήτες, κομήτες, διάττοντες αστέρες.
- ε) Το Σύμπαν και η περί Κοσμογονία θεωρία²⁶⁵.

Την ίδια χρονιά αλλά σε διαφορετικό ΦΕΚ²⁶⁶, έχουμε το Αναλυτικό και Ωρολόγιο Πρόγραμμα των Αστικών σχολείων αρρένων και μιγτών, στο οποίο παρουσιάζεται πάλι το μάθημα της Γεωγραφίας μαζί με τα Στοιχεία Κοσμογραφίας και όπως φαίνεται τα Στοιχεία Κοσμογραφίας διδάσκονται μόνο στη Γ' τάξη και στο σύνολο μαζί με τη Γεωγραφία διδάσκονται ένα 3ωρο την εβδομάδα. Σε αυτή την περίπτωση δίνεται και η ύλη του μαθήματος. Αυτή φαίνεται να χωρίζεται σε 4 μέρη, όσες δηλαδή και οι

²⁶³ ΦΕΚ 12/Α'/13-01-1932.

²⁶⁴ ΦΕΚ 314/Α'/20-09-1934.

²⁶⁵ Στο προηγούμενο ΦΕΚ, σελίδα 1972.

²⁶⁶ ΦΕΚ 321/Α'/25-09-1934.

παράγραφοι που τη περιγράφουν. Ειδικότερα στο α' μέρος φαίνεται να καλύπτει ύλη που αφορά τη Γη ως ουράνιο σώμα, το β' μέρος να καλύπτει τη σχέση της Γης με τα υπόλοιπα ουράνια σώματα δίνοντας έμφαση στη σελήνη και τον Ήλιο, στο γ' μέρος καλύπτει τη σελήνη, τις εκλείψεις του Ήλιου, της σελήνης, το Ημερολόγιο καθώς και τη μέτρηση του χρόνου ενώ στο τελευταίο μέρος έχουμε τους απλανείς πλανήτες, τους κομήτες, τους διάττοντες αστέρες, το Σύμπαν και τη θεωρία της Κοσμογονίας.

Μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα για το μάθημα Στοιχεία Κοσμογραφίας στο ΦΕΚ²⁶⁷ του 1935 που δίνεται το Αναλυτικό Πρόγραμμα της Μέσης Εκπαίδευσης, όπου εκτός από τις ώρες διδασκαλίας και την ύλη καταγράφονται και οι σκοποί του μαθήματος. Σύμφωνα με αυτό το μάθημα θα διδάσκεται στη ΣΤ' τάξη για μια 1 την εβδομάδα και μια καινούργια παρατήρηση είναι ότι το βλέπουμε ως μάθημα να συνδέεται με τα Μαθηματικά και όχι με τη Γεωγραφία που βλέπαμε ως τότε.

Όπως αναγράφεται στη σελίδα 2624 του ΦΕΚ σκοπός της διδασκαλίας του μαθήματος της Κοσμογραφίας είναι: *“η κατανόηση από τους μαθητές των ουράνιων σωμάτων και οι μεταξύ τους σχέσεις, καθώς και των νόμων των σταθερών και απαράβατων που τις διέπουν”*.

Ως προς την ύλη δίνεται η εξής:

- Το σύστημα του Κοπέρνικου.
- Ο Ήλιος. Κηλίδες του Ήλιου. Η περιστροφή του γύρω από τον άξονα του και οι διαστάσεις του. Η απόστασή του από τη Γη. Στοιχειώδεις γνώσεις για τη φυσική του κατάσταση.
- Στοιχειώδεις γνώσεις περί των πλανητών.
- Η Γη. Σχήμα και διαστάσεις της. Περιστροφή της γύρω από τον άξονα, ημέρα και νύχτα.
- Πόλοι, ισημερινός, μεσημβρινός, παράλληλοι μήκος και πλάτος τόπου τινός.
- Περιστροφή της γύρω από τον Ήλιο, εποχές του έτους.
- Η σελήνη. Οι κινήσεις της. Το σχήμα και οι διαστάσεις της. Οι φάσεις της. Η φυσική σύστασή της.
- Κομήτες, διάττοντες, βολίδες.
- Αστέρες, νεφελώματα, γαλαξίας.

²⁶⁷ ΦΕΚ 537/Α'/9-11-1935.

Σε αυτή τη περίπτωση να επισημανθεί ότι στην ύλη ότι υπάρχει σαφέστατη οδηγία για την επεξήγηση μέρας και νύχτας.

Την ίδια χρονιά σε άλλο ΦΕΚ²⁶⁸ το οποίο έχει ως θέμα του το Αναλυτικό Πρόγραμμα της έκτης τάξης των Πρακτικών Λυκείων, το μάθημα της Κοσμογραφίας διδάσκεται ως υποενότητα των Μαθηματικών και μάλιστα από τις 8 συνολικές ώρες, διδάσκεται τη 1. Η ύλη παρατίθεται πολύ συνοπτικά (σε μόλις 3,5 σειρές) και είναι η εξής: “Στοιχεῖα. Ἀστερισμοί. Συντεταγμένα. Γῆ. Σελήνη. Ἥλιος. Χρόνος. Ἡμερολόγια. Διάρκεια ἡμέρας καί νυκτός. Ἐκλειπτική. Ἀποστάσεις Σελήνης. Ἡλίου. Πλανῆται. Ἄπλανεῖς. Παγκόσμιος ἔλξις”. Πρόκειται για άλλη μια περίπτωση που φυσικά γίνεται αναφορά στη διάρκεια ημέρας-νύχτας.

Δυο χρόνια αργότερα σε ΦΕΚ²⁶⁹ που περιλαμβάνει διάταγμα με τίτλο: “Περί τροποποίησης τοῦ Ἀναλυτικοῦ προγράμματος τῶν μαθημάτων τοῦ γυμνασίου ὡς πρός τὰ γυμνάσια τῶν θηλέων”, που είναι η τροποποίηση του προηγούμενου Αναλυτικού Προγράμματος για τα γυμνάσια θηλέων, πάλι τα Μαθηματικά είναι μαζί με τη Κοσμογραφία, αλλά λιγότερες συνολικά ώρες, μόλις 3 την εβδομάδα και η Κοσμογραφία διδάσκεται στη τελευταία τάξη των Γυμνασίων θηλέων για 1 ώρα.

Δυο χρόνια μετά, το 1939 σε ΦΕΚ²⁷⁰ με το Αναλυτικό και Ωρολόγιο Πρόγραμμα των μαθημάτων των διδασκόντων στους μαθητές του εξατάξιου γυμνασίου, βλέπουμε πάλι τη Κοσμογραφία να συνδέεται με τα Μαθηματικά και να διδάσκεται στη τελευταία, στην έκτη τάξη του Γυμνασίου για 1 ώρα την εβδομάδα. Η ύλη που περιγράφεται φαίνεται να χωρίζεται σε 4 μέρη και έχει ως εξής:

- Οὐρανός. Φυσικός ὀρίζων. Ἀστέρες. Πλανῆται, ἄπλανεῖς.
- Ἡ γῆ ὡς σφαιρικό σῶμα. Ἡ σφαιρικότης τῆς γῆς (περίμετρος καί διάμετρος). Περιστροφή τῆς γῆς περί τόν ἴδιον ἄξονα, ἡμέρα καί νύξ. Πόλοι, ἰσημερινός, μεσημβρινός, παράλληλοι, μῆκος καί πλάτος τόπου τινός.
- Ἡ γῆ ἐν ταῖς σχέσεσιν αὐτῆς πρός τὰ λοιπά οὐράνια σώματα, ἰδίως δε τόν ἥλιον καί τήν σελήνην. Ὁ ἥλιος ὡς ἄπλανής. Μέγεθος αὐτοῦ ἐν σχέσει πρός τό τῆς γῆς. Ἀπόστασις ἀπ’αὐτῆς. Ἡ γῆ ὡς πλανήτης. Κίνησις τῆς γῆς πρός τόν ἥλιον. Σχῆμα τῆς τροχιάς τῆς γῆς. Τροπικοί καί πολικοί κύκλοι. Ζῶναι τῆς γῆς. Ὁραὶ τοῦ ἔτους. Ἡ σελήνη. Μέγεθος αὐτῆς. Ἀπόστασις ἀπό τῆς γῆς. Κινήσεις τῆς σελήνης καί φάσεις αὐτῆς. Χρόνος τῶν

²⁶⁸ ΦΕΚ 554/Α’/16-11-1935.

²⁶⁹ ΦΕΚ 24/Α’/25-01-1937.

²⁷⁰ ΦΕΚ 477/Α’/09-11-1939.

κινήσεων. Άμπωτις καί πλημμύρις. Εκλείψεις τοῦ ἡλίου καί ταῆς σελήνης. Ἡμερολόγιον καί μέτροις τοῦ χρόνου.

- *Κομῆται, διάττοντες, βολίδες. Νεφελώματα, Γαλαξίας. Τό Σύμπαν. Ἡ περί κοσμογονίας θεωρία.*

Και σε αυτή τη περίπτωση αναλυτικού προγράμματος στην ύλη έχουμε τη ξεχωριστή αναφορά στην οδηγία για τη διδασκαλία διαδοχής ημέρας-νύχτας.

Το επόμενο χρονικά ΦΕΚ²⁷¹ στο οποίο εντοπίζουμε το μάθημα της Κοσμογραφίας είναι το 1941 πάλι σε διάταγμα που παρουσιάζει το Αναλυτικό και Ωρολόγιο Πρόγραμμα των εξατάξιων Γυμνασίων παλαιού τύπου. Έτσι στα γυμνάσια παλαιού τύπου για το σχολικό έτος 1940-41 βλέπουμε να διδάσκονται μαζί Μαθηματικά και Κοσμογραφία στη τελευταία μόνο τάξη του γυμνασίου για 6 ώρες στη θερινή περίοδο και για 7 ώρες την εβδομάδα κατά τη φθινοπωρινή περίοδο-και για τα 2 μαθήματα. Στη σελίδα 986 δίνεται η ύλη και περισσότερες λεπτομέρειες, έτσι φαίνεται να διατίθενται έως 2 ώρες για το μάθημα της Κοσμογραφίας. Στην ύλη όπως παρατίθεται και στο προηγούμενο ΦΕΚ -κινείται στην ίδια λογική- και φυσικά πάλι στο κομμάτι που αναφέρει τη Γη, το σχήμα, τις διαστάσεις της και τη περιστροφή της, αναφέρει και την ημέρα-νύχτα.

Την ίδια χρονιά σε ΦΕΚ²⁷² που δημοσιεύθηκε τον Σεπτέμβριο περιλαμβάνονταν διάταγμα με τίτλο: “Περί διαρρυθμίσεως τῶν σχολείων τῆς Μέσης Ἑκπαιδεύσεως” έγιναν κάποιες τροποποιήσεις ὅσων ἀφορᾶ τὰ Ωρολόγια Προγράμματα τῶν Γυμνασίων Παλαιοῦ τύπου, τῶν εξατάξιων Γυμνασίων Νέου τύπου καὶ στα Πρακτικά Λύκεια. Ἐτσι στα Παλαιοῦ τύπου, ἡ Κοσμογραφία συνυπάρχει μαζί με τὰ Μαθηματικά γιὰ τὴ τελευταία Τάξη, ὡστόσο τὸ μάθημα εξαφανίζεται ἀπὸ τὰ Ωρολόγια προγράμματα τῶν Γυμνασίων Νέου τύπου καὶ ἀπὸ τὰ Πρακτικά Λύκεια. Γεγονός που επιβεβαιώνεται μέσα καὶ ἀπὸ ἄλλο ἓνα ΦΕΚ²⁷³ τῆς ἰδίας χρονιάς ὅπου σε ἀνάλογο διάταγμα που δίνονται περισσότερες λεπτομέρειες ὡς πρὸς τὰ αναλυτικὰ ὠρολόγια προγράμματα ἡ Κοσμογραφία δὲν υφίσταται οὔτε στα Νέου Τύπου, οὔτε στα Πρακτικά Λύκεια.

Ἰδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει τὸ επόμενο χρονολογικὰ ΦΕΚ²⁷⁴, τοῦ 1955 που ἀφορᾶ στο Αναλυτικὸ καὶ Ωρολόγιο Πρόγραμμα τοῦ Ναυτικοῦ Γυμνασίου στὶς Οἰνούσες. Σὲ αὐτὴ τὴ περίπτωση ἡ Κοσμογραφία παρουσιάζεται σὲ 3 τάξεις τοῦ

²⁷¹ ΦΕΚ 197/Α'/17-06-1941

²⁷² ΦΕΚ 300/Α'/ 06-09-1941.

²⁷³ ΦΕΚ 346/Α'/21-10-1941.

²⁷⁴ ΦΕΚ 53/Α'/03-03-1955.

Γυμνασίου, στις τελευταίες. Μάλιστα διδάσκεται 2 ώρες την εβδομάδα στη ΣΤ' τάξη, 1 ώρα την εβδομάδα στη Ζ' τάξη και 2 ώρες την εβδομάδα στην Η' τάξη.

Όπως φαίνεται από την ύλη που παρατίθεται στη σελίδα 336, πρόκειται -όπως την ονομάζει και μέσα στο ΦΕΚ- για Ναυτική Κοσμογραφία. Περιλαμβάνει ό,τι και η ύλη της Κοσμογραφίας στα υπόλοιπα Γυμνάσια, αλλά αποδίδονται με μεγαλύτερη λεπτομέρεια και φυσικά δίνεται έμφαση στις πρακτικές γνώσεις που θα βοηθήσουν στη πλοήγηση του αυριανού ναυτικού²⁷⁵. Ενώ υπάρχει πολύ μεγάλη ανάλυση ως προς την ύλη που πρέπει να καλυφθεί, δεν υπάρχει αναφορά όπως στα προηγούμενα προγράμματα για την εξήγηση της εναλλαγής ημέρας-νύχτας.

Το 1962, σε άλλο ΦΕΚ²⁷⁶ που περιλαμβάνει το Ωρολόγιο Πρόγραμμα 4 διαφορετικών Γυμνασίων α) των Οικονομικών β) των Γυμνασίων Ξένων Γλωσσών γ) της πρακτικής κατεύθυνσης και δ) των Γυμνασίων Οικιακής Οικονομίας μπορούμε να εντοπίσουμε τα εξής: το μάθημα της Κοσμογραφίας για τα Γυμνάσια Οικονομικών, Ξένων Γλωσσών και Οικιακής Οικονομίας συνδυάζεται με τα Μαθηματικά, διδάσκεται για 1 ώρα την εβδομάδα και μάλιστα στη ΣΤ' Τάξη. Στο Πρακτικό Γυμνάσιο όμως η Κοσμογραφία αυτονομείται από τα Μαθηματικά, καταλαμβάνει ξεχωριστή θέση μέσα στο Ωρολόγιο Πρόγραμμα και φαίνεται να δίνεται έμφαση, στο συγκεκριμένο γνωστικό αντικείμενο, να αναβαθμίζεται αφού διδάσκεται στη ΣΤ' τάξη αλλά για 2 ώρες την εβδομάδα.

Την επόμενη χρονιά το 1962 δημοσιεύεται άλλο ΦΕΚ²⁷⁷ που τροποποιεί το Ωρολόγιο και Αναλυτικό Πρόγραμμα των Ναυτικών Γυμνασίων. Έτσι πάλι εντοπίζουμε το μάθημα της Κοσμογραφίας να διδάσκεται σε 2 τάξεις, 2 ώρες την εβδομάδα στην Ε' τάξη, 1 ώρα στο Α' εξάμηνο και 2 ώρες στο Β' εξάμηνο στη ΣΤ' τάξη. Την ίδια χρονιά φαίνεται²⁷⁸ ότι στα επτατάξια εσπερινά Γυμνάσια η Κοσμογραφία είναι ξεχωριστό διδακτικό αντικείμενο και διδάσκεται στη ΣΤ' τάξη.

Το 1966, εκδίδεται ΦΕΚ²⁷⁹ με το Αναλυτικό και Ωρολόγιο Πρόγραμμα της Β' τάξης Λυκείου και αφορά σε όλους του τύπους Λυκείου. Αυτό το οποίο βλέπουμε λοιπόν είναι ότι στη Β' Λυκείου σε κανένα από τα άλλα Λύκεια – ούτε στο ενιαίου τύπου, ούτε

²⁷⁵ Ενδεικτικά μπορεί να αναφερθεί ότι η ύλη περιλαμβάνει: η Γη- σχήμα. Γεωγραφικοί πόλοι, Μεσημβρινοί- Παράλληλη- Γεωγραφικοί συντεταγμένοι-πρακτικό σχήμα της Γης.ουράνια σώματα. Άξων του Κόσμου και πόλοι του, περιφορά της Γης περί τον Ήλιον και φαινόμενη περιφορά του Ήλιου περί τη Γην, Εποχές του έτους, Λυκαυγές και Λυκόφως, Νόμοι του Νεύτωνα κ.λπ.

²⁷⁶ ΦΕΚ 173/Α'/ 29-10-1962.

²⁷⁷ ΦΕΚ 144/Α'/13-09-1963.

²⁷⁸ ΦΕΚ 182/Α'/ 22-10-1963.

²⁷⁹ ΦΕΚ 289/Α'/21-11-1966.

στο οικονομικό, ούτε στα αντίστοιχα νυχτερινά δεν υπήρχε το μάθημα της Κοσμογραφίας. Υπήρχε μόνο στα Ναυτικά Λύκεια στα οποία διδασκόταν για 2 ώρες την εβδομάδα η Ναυτική Κοσμογραφία, προσπαθώντας -όπως φαίνεται και από την ύλη- να καλύψει πρακτικές ανάγκες. Στη διδακτέα ύλη όπως ορίζεται μέσα και από το ΦΕΚ, είναι η ίδια με αυτή του 1955 για τα Ναυτικά Λύκεια και πάλι δεν υπάρχει αναφορά στη διαδοχή ημέρας-νύχτας.

Πολύ ενδιαφέρον παρουσιάζει το ΦΕΚ²⁸⁰ του 1969. Πρόκειται για το διάταγμα με τίτλο: “Περί τῶν ὠρολογίων καὶ ἀναλυτικῶν προγραμμάτων τῶν μαθημάτων τῶν σχολείων Μέσης Ἐκπαίδευσως”. Σε αυτή τη περίπτωση έχουμε μια ολοκληρωμένη εικόνα για την Μέση Εκπαίδευση αφού περιλαμβάνει τα Αναλυτικά και Ωρολόγια Προγράμματα όλων των τάξεων, όλων των τύπων σχολείων. Αυτό το οποίο εντοπίζουμε για όλους του τύπους σχολείων, είτε είναι ημερήσια, είτε είναι εσπερινά, είναι ότι η Κοσμογραφία υφίσταται ως μάθημα στη τελευταία τάξη τους, με κοινή ύλη και για μία ώρα την εβδομάδα. Εξαιρεση αποτελεί για άλλη μια φορά το Ναυτικό Γυμνάσιο το οποίο διαφοροποιείται και ως προς την ύλη, λογικό επακόλουθο αν αναλογιστεί κανείς ότι διδάσκεται στις 2 τελευταίες τάξεις του, 2 ώρες στην Ε' τάξη και 1 ώρα στην ΣΤ' τάξη.

Στην ύλη που δίνεται με μεγάλη ανάλυση βλέπουμε ότι χωρίζεται σε 12 ενότητες :

- 1) Εισαγωγή
- 2) Το Σύμπαν
- 3) Αστέρες και αστρικά συστήματα
- 4) Ήλιος
- 5) Το ηλιακό σύστημα
- 6) Γη
- 7) Σελήνη
- 8) Η ουράνιος σφαίρα
- 9) Μέτρηση του χρόνου
- 10) Κοσμογονία
- 11) Αστρονομικά όργανα
- 12) Αστροναυτική

²⁸⁰ ΦΕΚ 225/Α'/ 10-11-1969.

Σε καμία από αυτές τις ενότητες δεν γίνεται αναφορά στη διδακτέα ύλη για την εναλλαγή της ημέρας σε νύχτα. Επίσης είναι ενδιαφέρον ότι σε πολλά από τα υπόλοιπα μαθήματα πριν τη διδακτέα ύλη αναλύεται ποιος είναι ο σκοπός του μαθήματος, τι δεξιότητες, τι γνώσεις θα κληθεί ο μαθητής να αποκτήσει, να ανακτήσει, ωστόσο στη Κοσμογραφία δε δίνεται ο σκοπός του μαθήματος.

Το μάθημα της Κοσμογραφίας το συναντάμε μέσα σε ΦΕΚ δέκα χρόνια αργότερα²⁸¹, σε διάταγμα που αφορά στο Ωρολόγιο και Αναλυτικό Πρόγραμμα της Γ' τάξης του Ημερήσιου Λυκείου και στο Γενικής Κατεύθυνσης και στο Πρότυπο Ελληνικό Κλασικό Λύκειο, αλλά και για τη Γ' και Δ' τάξη του Εσπερινού Λυκείου Γενικής Κατεύθυνσης. Αυτό το οποίο βλέπουμε είναι ότι η Κοσμογραφία διδάσκεται για 1 ώρα την εβδομάδα στο Πρόγραμμα το κοινό, συνεπώς το παρακολουθούν και οι 2 κατευθύνσεις. Στη συγκεκριμένη περίπτωση δίνεται και η ύλη αναλυτικά η οποία φαίνεται να χωρίζεται σε 9 μέρη:

- 1) Εισαγωγή
- 2) Το Σύμπαν
- 3) Αστέρες και αστρικά συστήματα
- 4) Ήλιος
- 5) Ηλιακό σύστημα
- 6) Γη και σελήνη
- 7) Ουράνια σφαίρα
- 8) Μέτρηση του χρόνου
- 9) Κοσμογονία

Στην ύλη που παρατίθεται δεν εντοπίζουμε άμεσα να γίνεται αναφορά στην ερμηνεία εναλλαγής της ημέρας-νύχτας. Ίσως θα μπορούσε να υπάρχει στο έκτο μέρος όπου αναφέρει ως τίτλο: “Τα αποτελέσματα των κινήσεων της Γης” και ύστερα αναφέρει: “Οι εποχές του έτους, μετάπτωση, κλόνηση”. Όμως δεν υφίσταται στην ύλη πουθενά με σαφήνεια η διαδοχή ημέρας-νύχτας.

Στο ίδιο ΦΕΚ βλέπουμε ότι η Κοσμογραφία υπάρχει για 1 ώρα μέσα στην εβδομάδα για τη Γ' τάξη του Πρότυπου Ελληνικού Κλασικού Λυκείου καθώς και στη Δ' τάξη του Εσπερινού Λυκείου.

Λίγα χρόνια αργότερα σε ΦΕΚ²⁸² που παρουσιάζει τη τροποποίηση του Ωρολογίου και Αναλυτικού Προγράμματος των σχολείων της Μέσης Εκπαίδευσης, βλέπουμε φυσικά

²⁸¹ ΦΕΚ 240/Α'/23-11-1979.

²⁸² ΦΕΚ 157/Α'/31-12-1982.

ότι η Κοσμογραφία δεν εντάσσεται στο Πρόγραμμα των Γυμνασίων αλλά μόνο στο Πρόγραμμα του Λυκείου. Ειδικότερα τα Λύκεια εκείνης της εποχής χωρίζονταν στη Γ' τάξη σε 2 κύκλους: α) στο Φιλολογικό και β) στο Φυσικομαθηματικό. Έτσι κατανοούμε πως η Κοσμογραφία διδάσκεται στη Β' Τάξη για 1 ώρα από το Β' εξάμηνο και για 2 ώρες στην Γ' τάξη και για τους 2 κύκλους από 2 ώρες την εβδομάδα. Ανάλογα η Κοσμογραφία υπάρχει και στα Εσπερινά Λύκεια, 1 ώρα την εβδομάδα στη Γ' τάξη και 1 ώρα στη Δ' τάξη και για τους 2 κύκλους. Αντίστοιχα και στα Πρότυπα Ελληνικά Κλασσικά Λύκεια η Κοσμογραφία υφίσταται για τις Β' και Γ' τάξεις του από 1 ώρα την εβδομάδα.

Το 1984 με προεδρικό διάταγμα²⁸³ ορίζεται το Ωρολόγιο και Αναλυτικό Πρόγραμμα των Σχολείων Μέσης Εκπαίδευσης. Έτσι συναντάμε πάλι το μάθημα της Κοσμογραφίας στα Λύκεια και συγκεκριμένα στη Β' τάξη των Ημερήσιων Λυκείων Γενικής Κατεύθυνσης και στα Πρότυπα Ελληνικά Κλασσικά Λύκεια για 1 ώρα την εβδομάδα. Στην ίδια λογική διδάσκεται στη Γ' τάξη και των Εσπερινών Λυκείων Γενικής Κατεύθυνσης.

Σημείο αναφοράς για την παρούσα έρευνα στα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών είναι το επόμενο χρονολογικά ΦΕΚ²⁸⁴, 13 χρόνια από το προηγούμενο. Σε αυτή τη χρονική στιγμή βλέπουμε το μάθημα να έχει αλλάξει πλέον ονομασία και έχει μετονομαστεί σε “Στοιχεία Αστρονομίας και Διαστημικής” καθώς και έχει πλέον παραγκωνιστεί από το βασικό κορμό μαθημάτων. Για την ακρίβεια δεν υπάρχει ούτε στα μαθήματα κατεύθυνσης και έχει υποβαθμιστεί σε μάθημα επιλογής, για όλες τις κατευθύνσεις. Ως μάθημα επιλογής βρίσκεται στη Β' Λυκείου και διδάσκεται για 2 ώρες την εβδομάδα. Την ίδια ακριβώς θέση έχει όπως φαίνεται και κατά το σχολικό έτος 1998, στο αντίστοιχο ΦΕΚ²⁸⁵ με τις αναθέσεις μαθημάτων ανά ειδικότητα.

Η περίπτωση εκείνη που μας δίνει μια πιο εναργή εικόνα του μαθήματος είναι το ΦΕΚ²⁸⁶ του 1999 το οποίο περιλαμβάνει το Πρόγραμμα Σπουδών των μαθημάτων της Α', Β', Γ' τάξης του Ενιαίου Λυκείου για το σχολικό έτος 1999-2000. Συγκεκριμένα στο άρθρο 13 στη σελίδα 20190, αναλύονται οι σκοποί και η διδακτέα ύλη του μαθήματος. Το μάθημα διδάσκεται στη Β' τάξη του Λυκείου για 2 ώρες την εβδομάδα.

Σε αυτή τη περίπτωση είναι η πρώτη φορά που έχουμε τους σκοπούς διδασκαλίας του μαθήματος και συγκεκριμένα αναφέρει:

²⁸³ ΦΕΚ 35/Α'/ 23-03-1984.

²⁸⁴ ΦΕΚ 1057/Β'/01-12-1997.

²⁸⁵ ΦΕΚ 1084/Β'/ 16-10-1998.

²⁸⁶ ΦΕΚ 1540/Β'/29-07-1999.

“Με τη διδασκαλία του μαθήματος επιδιώκεται:

- *Να γνωρίσουν οι μαθητές τα φαινόμενα που μελετά η Αστρονομία.*
- *Να γνωρίσουν οι μαθητές τις μεθόδους επιστημονικής παρατήρησης και αξιολόγησης των αστρονομικών παρατηρήσεων.*
- *Να ασκηθούν σε απλές αστρονομικές παρατηρήσεις.*
- *Να ενδιαφερθούν για την επιστημονική έρευνα στην Αστρονομία και να κατανοήσουν την αλληλεπίδρασή της με την Τεχνολογία προς την κατεύθυνση της βελτίωσης των συνθηκών της ζωής και του πολιτισμού μας.*
- *Να ευαισθητοποιηθούν σε θέματα προστασίας του περιβάλλοντος και γενικότερου οικολογικού περιεχομένου”.*

Η διδακτέα ύλη χωρίζεται σε 8 μέρη:

- 1) Εισαγωγή
- 2) Αστρονομικές παρατηρήσεις και όργανα
- 3) Το ηλιακό σύστημα
- 4) Ο Ήλιος
- 5) Αστέρες
- 6) Γαλαξίες
- 7) Δομή και εξέλιξη του σύμπαντος
- 8) Το σύμπαν και ο άνθρωπος

Αυτό που μπορούμε να κατανοήσουμε και από τους σκοπούς αλλά και από τη διδακτέα ύλη είναι ότι εναρμονίζονται με τη θέση που έχει το μάθημα στο Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών ως μάθημα επιλογής. Προσανατολίζεται περισσότερο στη διαμόρφωση αστρονομικής παιδείας, παρά στην τεχνική κατάρτιση του μαθητή. Ως στόχος φαίνεται να προκρίνεται να εξάψει το ενδιαφέρον και να κατανοήσει ο μαθητής τον Κόσμο που τον περιβάλλει χωρίς το μάθημα να γίνεται ιδιαίτερα τεχνικό και απαιτητικό μιας και απευθύνεται σε όλες τις κατευθύνσεις. Και σε αυτή τη περίπτωση διδακτέας ύλης όμως δεν βλέπουμε να γίνεται αναφορά στην εναλλαγή ημέρας-νύχτας.

Τελευταίο ΦΕΚ²⁸⁷ για να ολοκληρωθεί αυτή η αναδρομή μέχρι το 2000 είναι εκείνο που δίνει τη τροποποίηση του Ωρολογίου Προγράμματος των Ενιαίων Λυκείων Ειδικής αγωγής. Ακόμη και σε αυτή την ιδιαίτερη περίπτωση το μάθημα της Αστρονομίας

²⁸⁷ ΦΕΚ 2123/Β'/06-12-1999.

συνεχίζει και υπάρχει ως μάθημα επιλογής της Β' Λυκείου, το οποίο όμως διδάσκεται σε αντίθεση με το Ενιαίο Λύκειο- 1 ώρα την εβδομάδα.

Από το 2000 μέχρι το 2013, όπου και καταργήθηκε το μάθημα, ένα ΦΕΚ²⁸⁸ εντοπίστηκε που παραθέτει το Αναλυτικό και Ωρολόγιο Πρόγραμμα των 3 τάξεων του Λυκείου. Όπως ακριβώς το μάθημα διδασκόταν το 1999 - όπως φαίνεται από το ανάλογο ΦΕΚ²⁸⁹ - με την ίδια διδακτική ύλη, τους ίδιους σκοπούς, ως μάθημα επιλογής για τη Β' Λυκείου, έτσι ακριβώς παρατίθεται σε αυτό το νέο ΦΕΚ.

5.4 Καταληκτικές σκέψεις της ιστορικής αναδρομής του μαθήματος

Συνοψίζοντας, θα μπορούσαμε να αποδώσουμε τα εξής μέσα από την ιστορική αναδρομή. Αρχικά, πρόκειται για ένα μάθημα που διδασκόταν στις τελευταίες τάξεις και στο μεγαλύτερο μέρος της ζωής του, ιδιαίτερα στη προτελευταία τάξη πριν την αποφοίτηση. Αυτό ίσως συνδέεται με την σκέψη ότι αποτελεί το επιστέγασμα των Σπουδών και των γνώσεων, είτε ίσως την αντιληπτικότητα, την ωριμότητα που χρειάζεται να έχει ο διδασκόμενος για να κατανοήσει ένα απαιτητικό θέμα. Ένα θέμα που ίσως δημιουργήσει συγκρουσιακή σχέση με αυτά που έχει ήδη διδαχθεί.

Επίσης μπορεί να αντιληφθεί κανείς από την έρευνα στα Αναλυτικά Προγράμματα ότι πρόκειται για ένα διδακτικό αντικείμενο που δεν δρούσε πάντα αυτόνομα, αλλά συνδεόταν είτε με τα Μαθηματικά (π.χ. το 1906), είτε σε συνδυασμό με ένα άλλο διδακτικό αντικείμενο αυτό της Γεωγραφίας (όπως φαίνεται από το Πρόγραμμα των Σχολείων Θηλέων του 1934).

Επίσης από ότι φαίνεται από το Αναλυτικό Πρόγραμμα του 1916, κατά το οποίο φαίνεται ποια μαθήματα διδάσκονταν τις πρωινές ώρες και ποια τις απογευματινές, το μάθημα διδασκόταν τις πρωινές ώρες με τα άλλα μαθήματα που ήταν θεμελιώδη, όπως τα Αρχαία Ελληνικά και τα Μαθηματικά.

Εξέχουσα θέση λαμβάνει το μάθημα στις περιπτώσεις των Ναυτικών Γυμνασίων και ύστερα Λυκείων όπως φαίνεται. Σε αυτές τις περιπτώσεις το μάθημα ενισχύεται αφού διδάσκεται σε 2 τάξεις -πάλι τις τελευταίες- 2 ώρες στη ΣΤ' και 1 ώρα στη τελευταία τάξη

²⁸⁸ ΦΕΚ 131/Β'/07-02-2002.

²⁸⁹ ΦΕΚ 1540/Β'/29-07-1999.

τη Ζ'. Βέβαια πρόκειται για μια Κοσμολογία εξειδικευμένη και προσαρμοσμένη στον στόχο, που είναι πολύ συγκεκριμένος και τεχνικός, να προετοιμάσει τους μελλοντικούς ναυτικούς, συνεπώς πρόκειται Ναυτική Κοσμογραφία.

Ανάλογη περίπτωση, κατά την οποία η Κοσμογραφία αναδεικνύεται είναι εκείνη του Βαρβάκειου Πρακτικού Λυκείου. Σύμφωνα με το αντίστοιχο ΦΕΚ²⁹⁰, πρόκειται για άλλη μια περίπτωση στην οποία το μάθημα διδάσκεται στις 2 τελευταίες τάξεις για 2 ώρες στη Ζ' τάξη και 1 ώρα στη ΣΤ' τάξη.

Είναι πραγματικά αξιοσημείωτο ότι και σε ειδικές περιπτώσεις σχολείων, όπως το 1911 στις ιερατικές σχολές και σχεδόν έναν αιώνα αργότερα, το 2000 στα ειδικά σχολεία, το μάθημα της Κοσμογραφίας δεν ελλείπει. Ακόμη και αν θεωρητικά μπορεί να οδηγούσε σε ρήξεις.

Το μάθημα το 1997 φαίνεται ότι μετονομάζεται σε “Στοιχεία Αστρονομίας και διαστημικής” και πλέον εξοβελίζεται από το βασικό κορμό των μαθημάτων και γίνεται μάθημα επιλογής για όλους τους μαθητές, όλων των κατευθύνσεων της Β' Λυκείου. Εάν αναζητήσουμε το μάθημα μετά το 2000, μέσα από τα ΦΕΚ, θα το εντοπίσουμε σε ΦΕΚ²⁹¹ του 2002, στο οποίο παρατίθεται το Αναλυτικό και Ωρολόγιο Πρόγραμμα του Λυκείου. Σε αυτή τη περίπτωση το εντοπίζουμε ως μάθημα επιλογής για τη Β' Λυκείου και για όλες τις κατευθύνσεις.

Βέβαια όπως παρουσιάζεται και από τον τύπο και τους ειδικούς και σε αυτή τη περίπτωση μιλάμε για πραγματικό εξοστρακισμό του μαθήματος αφού ούτε το 20 % των σχολικών μονάδων δεν περιλαμβάνει το μάθημα στο πρόγραμμά του²⁹². Πως θα μπορούσε να ερμηνευθεί αυτή η μειωμένη ζήτηση εκ μέρους των παιδιών; Μια λογική ερμηνεία -γιατί δεν μπορούμε να φανταστούμε ότι οι νέοι σταμάτησαν να είναι φιλερρευνητικά πνεύματα, ούτε ότι το διάστημα σταμάτησε αίφνης να είναι ένα θέμα ελκυστικό- ίσως συνδέεται με το πρακτικό του θέματος, ότι εκείνο το διάστημα τα παιδιά επέλεξαν την πληροφορική σε αντίθεση από όλα τα άλλα μαθήματα επιλογής, αφού δεν συνυπολογιζόταν στον μέσο όρο και ούτε χρειαζόταν να δίνουν γραπτές εξετάσεις.

Το μάθημα καταργήθηκε το 2014, όπως φαίνεται και φυσικά σταμάτησε η έκδοση του αντίστοιχου βιβλίου που είχε τον κωδικό 22-0121. Όπως φαίνεται η κατάργηση είχε θορυβήσει την αστρονομική και εκπαιδευτική κοινότητα, αφού και η Εταιρεία

²⁹⁰ ΦΕΚ 264/Α'/01-09-1912.

²⁹¹ ΦΕΚ 131/Β'/ 07-02-2002.

²⁹² <https://www.tanea.gr/2004/11/16/greece/o-ypopsifios-ena-endaiaferon-alla-rigmeno-mathima/>

Αστρονομίας και Διαστήματος Βόλου²⁹³ είχαν υποβάλει πολυσέλιδο υπόμνημα γιατί η Αστρονομία πρέπει να παραμείνει στην εκπαίδευση και μάλιστα ως υποχρεωτικό μάθημα²⁹⁴. Μια πιο μετριοπαθή πρόταση ήταν αυτή της Ένωσης Ελλήνων Φυσικών να επανέλθει ως προαιρετικό μάθημα, ώστε να τη διδάσκουν όσοι την αγαπούν.

Η απάντηση του Υπουργείου, ήταν ότι παρά τη κατάργηση του μαθήματος οι μαθητές θα μπορούσαν να έχουν επαφή με την Επιστήμη της Αστρονομίας μέσω των εργασιών, των projects. Όμως αυτό φαίνεται λίγο οξύμωρο αν αναλογιστεί κανείς ότι οι καθηγητές που θα μπορούσαν να υποστηρίξουν ανάλογα διδακτικά αντικείμενα, όπως οι μαθηματικοί ή οι φυσικοί²⁹⁵ είχαν αποκλειστεί από τη συμμετοχή στα projects²⁹⁶.

Σήμερα αν αναζητήσουμε τη σχολική πορεία ενός παιδιού, μέχρι την αποφοίτησή του θα δούμε ότι οι αστρονομικές γνώσεις που λαμβάνει μπορούν να ανιχνευθούν στη πρωτοβάθμια εκπαίδευση και μάλιστα ως υποενότητες μέσα από μαθήματα όπως η Μελέτη του Περιβάλλοντος ή η Γεωγραφία. Μάλιστα για την εναλλαγή ημέρας-νύχτας, μια πρώιμη παρατήρηση, το παιδί φτάνει στη ΣΤ΄ δημοτικού για να έρθει αντιμέτωπο με μια λογικοφανή ερμηνεία του. Από εκεί και πέρα η αστρονομική του εκπαίδευση μετατίθεται σε φορείς και θεσμούς εκτός του σχολείου (όπως τα πλανητάρια, οι ερασιτεχνικοί Σύλλογοι Αστρονομίας κ.λπ.). Με αυτόν τον τρόπο άλλωστε μπορεί να ερμηνευθεί και η άνθηση των αστρονομικών εταιριών ανά την Ελλάδα.

Πραγματικό αίνιγμα είναι γιατί ένα μάθημα που διδασκόταν από τις απαρχές του ελληνικού εκπαιδευτικού συστήματος και για πάνω από έναν αιώνα χάθηκε από τα προγράμματα Σπουδών. Γιατί μια από τις επιστήμες εκείνες που διδάσκονταν από την αρχαιότητα, και που όπως παρουσιάστηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο δυνητικά μπορεί να έχει τόσα οφέλη καταποντίστηκε, αναδεικνύοντας τις πιθανές επιπτώσεις που μπορεί να έχει, όχι μόνο για το άτομο αλλά πιο σημαντικά ίσως, για το σύνολο. Ένα μάθημα που δεν είναι σημαντικό μονάχα ιδωμένο μέσα από την ανθρωπιστική/ανθρωποπλαστική του εκδοχή, αλλά όπως έδειξε η πορεία του μέσα στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα, όταν το προσεγγίσουμε εντελώς χρησιμοθηρικά, τεχνικά, τεχνοκρατικά (αναφερόμαστε στα Πρακτικά Λύκεια ή στα Ναυτικά Γυμνάσια).

²⁹³ Αριθ. πρωτ. 128928/Γ2/12-08-2014.

²⁹⁴ Σανούδου. Χ. (2015). Διάστημα, ο γνωστός μας άγνωστος. ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ. <https://www.kathimerini.gr/life/science/818903/diastima-o-gnostos-mas-agnostos/>

²⁹⁵ Αριθ. πρωτ. 137852/Γ2/02-09-2014.

²⁹⁶ Ο.π.

Μέσα από τα Αναλυτικά Προγράμματα μπορούμε να αντιληφθούμε πως ενώ το περιβάλλον μέσα στο οποίο λειτουργούσε ο βασικός εκπαιδευτικός φορέας συνεχώς άλλαζε, το σχολείο είχε έναν διαχρονικό και αναλλοίωτο στόχο, την προσφορά γνώσης και τη δημιουργία ενός εκπαιδευτικού κεφαλαίου. Μέσα σε αυτό το μεταβαλλόμενο περιβάλλον εκείνο είχε καταφέρει να δημιουργήσει μια παράδοση. Αυτή η παράδοση, μπορεί να άλλαζε τον τρόπο έκφρασής της, όμως ο βασικός πυρήνας έμενε αναλλοίωτος. Έτσι η Κοσμογραφία/Αστρονομία ήταν ένα μάθημα με παράδοση συγκεκριμένη στην Ελλάδα η οποία όμως εγκαταλείφθηκε. Την χαρακτηρίζουμε ως παράδοση, αφού για αιώνες διδασκόταν και τον τελευταίο και παραπάνω αιώνα, διδασκόταν χωρίς μεγάλες αποκλίσεις σε συγκεκριμένες τάξεις, συγκεκριμένες ώρες, με ανάλογη διδακτέα ύλη.

Μέσα από την αναδρομή αυτή κατανοούμε πως ένα τόσο σημαντικό μάθημα που αποτέλεσε ίσως θεμέλιο λίθο για τη διαμόρφωση παιδείας εξοβελίστηκε κάτω από τη πίεση ενός ήδη πολύ βεβαρυμένου Ωρολογίου σχολικού Προγράμματος. Καταδεικνύεται το πώς οι πολιτικές ή κοινωνικές συνθήκες μπορούν να αναπροσαρμόσουν, να επηρεάσουν ή ακόμη και να επαναπροσδιορίσουν ποιο είναι το είδος εκείνης της γνώσης, ποιος θα είναι ο βαθμός της δημόσιας αντίληψης σε ορισμένα θέματα και ποιοι ενδεχομένως είναι οι σκοποί του θεσμοθετημένου φορέα εκπαίδευσης.

Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και φυσικά της Αστρονομίας δεν συνδέεται μόνο με την αναγνώριση τους ως ενός καταξιωμένου γνωστικού πεδίου, αλλά θεωρείται ως απαραίτητη γνώση για τη συμμετοχή του αυριανού πολίτη στο κοινωνικό γίγνεσθαι. Για κάποιους ενδεχομένως ο στόχος να ήταν η δημιουργία επιστημονικά και τεχνολογικά καταρτισμένων ανθρώπων που θα προωθούσαν την οικονομία και θα τροφοδοτούσαν την εθνική συνείδηση με τα επιτεύγματά τους. Η δημιουργία Αναλυτικών Προγραμμάτων που θα κληθούν να εκπληρώσουν πολλαπλούς στόχους και θα συμβαδίζουν με τα σύγχρονα δεδομένα, συνιστά μια δαιδαλώδη και επίπονη διαδικασία με κάποια θύματα. Κάτω από το βάρος μια τέτοιας διαδικασίας η Αστρονομία εκδιώχθηκε. Στο επόμενο κεφάλαιο θα εστιάσουμε στην αναζήτηση του παραδόξου του σκοτεινού ουρανού στα αντίστοιχα σχολικά εγχειρίδια.

Κεφάλαιο: 6

Σχολικά Εγχειρίδια

Στόχοι κεφαλαίου:

- ✓ Να παρουσιάσουμε ποιος είναι ο ρόλος των σχολικών εγχειριδίων στη διαδικασία μάθησης.
- ✓ Να επισημανθεί η αντίθετη θέση που πλήττει τη παντοδυναμία των σχολικών εγχειριδίων.
- ✓ Να επιτευχθεί μια πρωτότυπη παρουσίαση και έρευνα σχετικά με την ύπαρξη ή μη του παραδόξου του σκοτεινού ουρανού στα σχολικά εγχειρίδια, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν από το ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα κατά τη περίοδο του 19^{ου} αιώνα έως τις αρχές του 21 ου αιώνα στο μάθημα της Κοσμογραφίας- Αστρονομίας.
- ✓ Να ερμηνευθεί η απουσία του.

6.1 Ο ρόλος των σχολικών εγχειριδίων

Τα σχολικά εγχειρίδια είναι όλα εκείνα τα βιβλία τα οποία έχουν δημιουργηθεί για να χρησιμοποιηθούν από εκπαιδευτικούς και μαθητές για τη διδασκαλία μαθημάτων. Υποκατηγορία τους είναι τα διδακτικά εγχειρίδια τα οποία μελετούν οι μαθητές είτε στο σχολείο, είτε στο σπίτι, για να μελετήσουν τη διδακτέα ύλη^{297, 298}. Το πιο σημαντικό διδακτικό μέσο του θεσμοθετημένου εκπαιδευτικού συστήματος αναδεικνύεται παραδοσιακά να είναι το βιβλίο. Στην Ελλάδα μάλιστα έχουμε τη μονοκρατορία του σχολικού βιβλίου, χωρίς να δίνεται η δυνατότητα επιλογής, ίσως από μια συλλογή σχολικών εγχειριδίων τα οποία θα μπορούσαν να επιλεγθούν κατά τη κρίση ενδεχομένως του διδάσκοντος, λαμβάνοντας υπόψιν το επίπεδο των διδασκόμενων, είτε τα ενδιαφέροντα τους. Όταν λοιπόν ένα βιβλίο είναι το διδακτικό μέσο το οποίο

²⁹⁷ Παρά την εννοιολογική διαφορά που παρουσιάζουν οι όροι σχολικό εγχειρίδιο και διδακτικό εγχειρίδιο, με τον όρο σχολικό εγχειρίδιο εννοούμε, συμβατικά το διδακτικό εγχειρίδιο.

²⁹⁸ Καψάλης, Α. & Χαραλάμπους, Δ.(1995). *Σχολικά Εγχειρίδια*. Αθήνα: Μεταίχμιο.

μεταχειρίζεται ολόκληρος ο μαθητικός κόσμος μίας χώρας, μπορούμε να αναλογιστούμε τη μεγάλη επίδραση που μπορεί να έχει και την δύναμη που αποκτά.

Το πόσο σημαντική είναι η θέση του σχολικού βιβλίου μπορούμε να τη κατανοήσουμε αν αναλογιστούμε ότι η διδασκαλία, η παράδοση του μαθήματος γίνεται με άξονα το σχολικό βιβλίο και αποτελεί το σημείο αναφοράς για τη μαθησιακή διαδικασία. Μέσω του βιβλίου ο μαθητής επικοινωνεί, είναι το μέσο μέσα από το οποίο ο μαθητής μαθαίνει, είναι το μέσο με το οποίο η επιστημονική γνώση μετουσιώνεται σε σχολική γνώση, είναι το μέσο μέσα από το οποίο συνδέεται με τη σχολική παράδοση - το μάθημα-, είναι το μέσο μέσα από το οποίο συνδέεται με τους υπόλοιπους συμμαθητές του αλλά και με τους μαθητές προηγούμενων ή επόμενων τάξεων. Το βιβλίο θα μπορούσε να θεωρηθεί ως το “σκεύος” της κοινωνίας του μαθητή όχι μόνο με τη γνώση, το ανώτατο, το θείο, αλλά το “σκεύος” με το οποίο κοινωνεί και με τους υπόλοιπους.

Σαφώς όμως η επικοινωνία είναι μια διαδικασία η οποία δεν είναι ευθύγραμμη, ούτε απλή. Το περιεχόμενο ενός βιβλίου, η δομή του, το υλικό του, η εικονογράφηση του δεν μπορεί να έχει την ίδια επίδραση σε όλους τους δέκτες, δηλαδή μαθητές. Το πόσο επιδραστικό, σε ποιο βαθμό μπορεί να είναι επιδραστικό ένα βιβλίο, πόσο ικανό είναι να μεταβάλλει παγιωμένες αντιλήψεις ή να δημιουργήσει νέα νοητικά σχήματα εξαρτάται από πολλούς παράγοντες -όπως το γλωσσικό επίπεδο του μαθητή, ο βαθμός κατανόησης του, το προηγούμενο ιδεολογικό, πολιτιστικό υπόβαθρό του-.

Τα ίδια τα σχολικά συγγράμματα φυσικά δεν είναι και αυτά στατικά, αλλά αλλάζουν και αντικαθίστανται, όταν αυτό κριθεί αναγκαίο, συνήθως στη κάθε προσπάθεια αναμόρφωσης των αναλυτικών προγραμμάτων Σπουδών και φυσικά αντικατοπτρίζουν τις διαφορετικές αντιλήψεις, παιδαγωγικές προσεγγίσεις, τη διαφορετική νοοτροπία, τον διαφορετικό στόχο ή μέθοδο που οφείλουν να υπηρετήσουν. Το σχολικό σύγγραμμα ενσαρκώνει το περιεχόμενο των Αναλυτικών Προγραμμάτων και μέσω αυτού και τους σκοπούς της εκπαίδευσης. Διατυπωμένο πιο τεχνικά *“είναι ο μοχλός που συμβάλλει στη διαμόρφωση της συμπεριφοράς του αυριανού ενεργού πολίτη και μέσο για τη προώθηση αξιών και κινήτρων”*²⁹⁹.

²⁹⁹ Παιδαγωγικό Ινστιτούτο. (2003). Προδιαγραφές σχολικών βιβλίων. Αθήνα: Παιδαγωγικό Ινστιτούτο. Ανακτήθηκε στις 20 Σεπτεμβρίου 2014 από <http://www.pi-schools.gr/programs/depps/>-

Ως προέκταση της παραπάνω σκέψης, το σχολικό βιβλίο έχει πολλαπλή λειτουργία, δεν είναι μόνο *“ότι μέσα από αυτό ο μαθητής αντλεί γνώση, είτε ελέγχει το βαθμό κατανόησης της μέσα από τις ασκήσεις που του προσφέρει, αλλά έχει και κοινωνικοποιητική διάσταση”*³⁰⁰.

Οι μελέτες που έχουν γίνει αναδεικνύουν τέσσερις εκπαιδευτικές λειτουργίες του σχολικού εγχειριδίου : α) τη γνωσιακή β) τη διδακτική γ) τη μαθησιακή και δ) την ιδεολογική.

Πιο αναλυτικά:

α) Η γνωσιακή αναφέρεται στον τρόπο με τον οποίο αναπαρίσταται η πραγματικότητα, μέσα από το πλαίσιο που έχει καθοριστεί ως διδακτέα ύλη. Αφορά δηλαδή τον μετασχηματισμό της επιστημονικής γνώσης σε σχολική. Αυτή η παρουσίαση της πραγματικότητας μπορεί να γίνει με τρεις τρόπους: 1) πρακτικά 2) εικονικά 3) συμβολικά. Φυσικά ένα καλό εγχειρίδιο πρέπει να συνδυάζει και τους τρεις τρόπους³⁰¹.

β) Η διδακτική, είναι εκείνη που στέκεται αρωγός στον εκπαιδευτικό, στην καθημερινότητά του αφού τον βοηθάει να επιλέξει τι, με ποια σειρά και με ποιον τρόπο θα διδάξει το κάθε θέμα, είτε αυτό είναι ένα παραδοσιακού τύπου σχολικό εγχειρίδιο, είτε αυτό είναι ένα ανοιχτού τύπου και πιο σύγχρονο το οποίο είναι πιο ευέλικτο, καθώς ο εκπαιδευτικός μπορεί να το προσαρμόσει. Σκοποί της είναι να ενεργοποιηθεί και να κινητοποιηθεί το ενδιαφέρον των μαθητών, μέσα από ελκυστικό τρόπο παρουσίασης των κειμένων, που θα ωθήσου στην ενεργή συμμετοχή του μαθητή και τελικά στην αφομοίωση της νέας γνώσης.

γ) Η μαθησιακή λειτουργία είναι αυτή που στοχεύει στην οργάνωση των προηγούμενων μαθητικών εμπειριών και ενεργοποιεί δεξιότητες, μέσα από δημιουργικές εργασίες, μέσα από την ανάδειξη της αυτενέργειας του μαθητή, μέσα από την εφαρμογή της γνώσης στην καθημερινότητα, μέσα από την ομαδοκεντρική εργασία, μέσα από τη σύνδεση με προηγούμενες εμπειρίες, μέσα από την ανατροφοδότηση και όλα αυτά ιδωμένα μέσα από το πρίσμα της διαφορετικότητας, των διαφορετικών αναγκών του κάθε μαθητή.

³⁰⁰ Ματσαγγούρας, Η.(2004). *Στρατηγικές διδασκαλίας. Η κριτική σκέψη στη διδακτική πράξη*. Αθήνα: Gutenberg.

³⁰¹ Καψάλης, Α. & Χαράλάμπος, Δ. (1995,σ. 129). *Σχολικά Εγχειρίδια*. Αθήνα: Μεταίχμιο.

δ) Η ιδεολογική λειτουργία των σχολικών βιβλίων, είναι και αυτή που φαίνεται να έχει περισσότερο μελετηθεί³⁰², όχι μόνο διεθνώς αλλά και στην Ελλάδα μπορεί να παρατηρηθεί το αντίστοιχο κενό. Η ιδεολογική λειτουργία των σχολικών βιβλίων μπορεί να καταστεί σαφής τα προσεγγίσουμε ως προϊόντα της εποχής, του συστήματος, της φιλοσοφίας, της κοσμοθεωρίας μέσα στα οποία αυτά δημιουργήθηκαν. Μέσα από τα βιβλία μπορεί να μεταβιβαστεί ιδεολογία, να εμφυσήσουν αξίες, να δημιουργηθεί κοσμοαντίληψη, σε ακραίες περιπτώσεις, όπως αυτή απολυταρχικών- δικτατορικών καθεστώτων, ακόμη και να αποτελέσουν μέσο προπαγάνδας. Μέσα από αυτά ενισχύεται η επαφή των μαθητών με τη κοινωνική πραγματικότητα και η αποδοχή της³⁰³.

Βέβαια όλες οι παραπάνω λειτουργίες και ο βαθμός επίδρασης του σχολικού βιβλίου δεν είναι εύκολο να προσδιοριστεί και να μετρηθεί πιο τεχνικά. Μάλιστα για να εξετάσουμε σε ποιο βαθμό είναι επιδραστικό το σχολικό βιβλίο πρέπει να λάβουμε υπόψιν ότι εξαρτάται όχι μόνο από το ίδιο αλλά και από τις ειδικές συνθήκες διδασκαλίας³⁰⁴ και θα συμπληρώναμε και όχι μόνο από τις συνθήκες. Η επιρροή που μπορεί να έχει ένα βιβλίο δεν είναι η ίδια για κάθε μαθητή και φυσικά δεν μπορεί να αποδοθεί στην ίδια ένταση για όλους τους μαθητές, αφού εξαρτάται από ποικίλους παράγοντες.

6.2 Η αμφισβήτηση των σχολικών εγχειριδίων

Τα τελευταία χρόνια τα σχολικά εγχειρίδια έχουν αρχίσει να αντιμετωπίζονται με επιφυλακτικότητα. Το σχολικό βιβλίο που τα προηγούμενα χρόνια θεωρούνταν ο πυρήνας της διδασκαλίας έχει σταματήσει να αποτελεί το θέσφατο. Αυτό ίσως οφείλεται στο γεγονός ότι το βιβλίο πλέον δεν είναι το μόνο μέσο με το οποίο ο μαθητής θα έρθει σε επαφή με τη γνώση, αφού πλέον αυτό πλαισιώνεται και από άλλα μέσα, η επίδραση πλέον που έχει το διαδίκτυο στη ροή της πληροφορίας, οι νέες εκπαιδευτικές τεχνολογίες σε συνδυασμό με το γεγονός ότι το βιβλίο δεν μπορεί να είναι ουδέτερο δημιουργεί ένα πεδίο προβληματισμού και ανάλογης έρευνας.

³⁰² Johanne, L. et al. (2002). Past and Current Trends in the Analysis of Textbooks in a Quebec Context. *Curriculum Inquiry*, 32, (1),68.

³⁰³ Μπονίδης, Κ. Θ. (2004). *Το περιεχόμενο του σχολικού βιβλίου ως αντικείμενο έρευνας*. Αθήνα: Μεταίχμιο.

³⁰⁴ Καψάλης, Α. & Χαραλάμπους, Δ.(1995, σ.215). *Σχολικά Εγχειρίδια: θεσμική εξέλιξη και σύγχρονη προβληματική*, Αθήνα: Μεταίχμιο.

Τα σχολικά βιβλία δεν μπορούν να είναι ουδέτερα, όταν οφείλουν να ανταποκρίνονται και να παραλληλίζονται με τα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών, τα οποία και αυτά με τη σειρά τους καθρεφτίζουν την εκάστοτε εκπαιδευτική αντίληψη. Ουσιαστικά το σχολικό βιβλίο είναι ένα πολιτιστικό προϊόν, το οποίο κωδικοποιεί και στο οποίο αντίστοιχα μπορούμε να αποκωδικοποιήσουμε και το οποίο φυσικά μπορεί να βριθεί σημειολογικών αναλύσεων. Τα κείμενα που περιέχουν είναι η μια ανάγνωση του μηνύματος. Όμως δεν είναι η μοναδική. Ο λόγος που χρησιμοποιούν, οι εικόνες που παρουσιάζουν, ακόμη και οι παραπομπές σε άλλες πηγές, η δομή και ο τρόπος οργάνωσης, το μέγεθος και η έκταση της ανάλυσης που μπορεί να έχουν, από μόνα τους μπορούν να αποτελούν ένα σχόλιο.

Δεν είναι βέβαια μόνο ότι το σχολικό βιβλίο μπορεί να μην είναι ουδέτερο, αλλά πολλά από τα σχολικά βιβλία, έχουν απαρχαιωμένες αντιλήψεις, παρουσιάζουν ένα συγκεκριμένο τρόπο θέασης κι αντίληψης της πραγματικότητας, χωρίς να παρουσιάζονται και άλλες εκδοχές. Φυσικά όλα αυτά μπορούν να αισθητοποιηθούν μέσα από μια μελέτη στα βιβλία προηγούμενων ετών και ιδιαίτερα των εγχειριδίων.

6.3 Ψήγματα του παραδόξου του σκοτεινού ουρανού στα ελληνικά σχολικά εγχειρίδια

Σκοπός της παρούσας ενότητας δεν είναι να κρίνει το περιεχόμενο των σχολικών βιβλίων, τον τρόπο προσέγγισης της πραγματικότητας, τους αναχρονισμούς ή κατά πόσο καλά ήταν για τον διδακτικό στόχο ή σκοπό που υπηρετούσαν. Θα παρουσιάσουμε τα σχολικά εγχειρίδια τα οποία έχουν ως θέμα τον ουρανό και χρησιμοποιούνταν μέσα στο πλαίσιο των ανάλογων διδακτικών αντικειμένων, είτε το μάθημα αυτό στα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών, ονομαζόταν Κοσμογραφία είτε Αστρονομία.

Ειδικότερα θα παρουσιάσουμε τα σχολικά εγχειρίδια τα οποία χρησιμοποιήθηκαν κατά το τέλος του 19^{ου} αιώνα έως και το 2013, όταν το μάθημα της Αστρονομίας εξαφανίστηκε από τα Αναλυτικά Προγράμματα ακόμη και ως μάθημα επιλογής που ήταν μέχρι τότε. Ο στόχος είναι να αναδειχθεί η σημασία που είχε το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού, η προσπάθεια εξήγησης και ερμηνείας της απλής αυτής καθημερινής παρατήρησης. Εάν αυτή υφίσταται στα ανάλογα βιβλία και με ποιον τρόπο παρουσιάζεται.

Τα σχολικά εγχειρίδια τα οποία θα εξετάσουμε, είναι βιβλία τα οποία έχουν χρησιμοποιηθεί στη Μέση Εκπαίδευση και μάλιστα στις μεγαλύτερες τάξεις ή σε σχολεία

τα οποία είχαν πιο συγκεκριμένο προσανατολισμό, όπως για παράδειγμα τα πρακτικά Λύκεια ή τα Ναυτικά Λύκεια³⁰⁵. Θα τα παρουσιάσουμε κατά χρονολογική σειρά έκδοσης, από την παλαιότερη στη πιο πρόσφατη.

Μελετώνται τα σχολικά εγχειρίδια τα οποία αντλήθηκαν από τη ψηφιακή συλλογή σχολικών εγχειριδίων του ΙΕΠ, τη πιο πλούσια ψηφιακή συλλογή σχολικών εγχειριδίων του παρελθόντος, η οποία αποτελείται από 5.979 βιβλία, τα οποία αντλήθηκαν στο μεγαλύτερο μέρος από το πρώην Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, αλλά και από άλλες βιβλιοθήκες και ιδρύματα, όπως η Εθνική βιβλιοθήκη, η Βιβλιοθήκη της Βουλής, η Ακαδημία Αθηνών κ.α.³⁰⁶.

Το πρώτο σχολικό εγχειρίδιο το οποίο θα εξετάσουμε είναι αυτό του καθηγητή Μαθηματικών και Φυσικών, Δημήτριου Σ. Ζαλούχου. Τίτλοφορείται ως: “ΣΤΟΙΧΕΙΩΔΗΣ ΚΟΣΜΟΓΡΑΦΙΑ” και φαίνεται να απευθύνεται σε μαθητές της ανώτατης τάξης των σχολείων και παρθεναγωγείων καθώς και της κατωτάτης Γυμνασιακής. Εκδόθηκε το 1887 στην Αθήνα και κόστιζε 1,50 δραχμές³⁰⁷.

Το βιβλίο αποτελείται από 15 κεφάλαια. Ονομάζεται Στοιχειώδης Κοσμογραφία αλλά από τη πρώτη στιγμή, στη σελίδα 5 δηλώνεται ότι προοιαιοποιούνται γνώσεις Γεωμετρίας και θα μπορούσαμε να πούμε ότι το βιβλίο είναι αρκετά απαιτητικό και τεχνικό. Στην αρχή του κάθε κεφαλαίου επιγραμματικά αναφέρει το περιεχόμενό του, καθώς και στην αρχή συνοδεύεται από στίχους ποιημάτων, στο τέλος περιέχει ερωτήσεις σχετικές με το κεφάλαιο που προηγήθηκαν, ως ασκήσεις.

Αφού λοιπόν ορίσει στη πρώτη ενότητα την έννοια της Κοσμογραφίας, ξεκινά το πρώτο κεφάλαιο με τους στίχους:

*“Ἡ νύξ ἐν τούτοις τάς πικράς ἀνοίγει πτέρυγας της, καί ὑπ’ αὐτήν θολώνεται τῆς Γῆς ἡ ὄψις ὄλη~ Ἄλλ’ ἄνω φέγγουν στίλβοντες τῶν οὐρανῶν οἱ θόλοι, ὅθεν τό Σύμπαν ἐφορᾷ τοῦ Σύμπαντος ὁ Πλάστης”*³⁰⁸.

³⁰⁵ Για παράδειγμα τα Ναυτικά Λύκεια το 1966 στη Β' τάξη τους διδάσκονταν 2 ώρες την εβδομάδα Ναυτική Κοσμογραφία, ώστε να τους βοηθήσει στη ναυσιπλοΐα.

³⁰⁶ Όλα τα στοιχεία σχετικά με το ψηφιακό αποθετήριο του ΙΕΠ, αντλήθηκαν από την ιστοσελίδα του <https://www.ekt.gr/en/node/19667>, και ανακτήθηκαν στις 31 Αυγούστου.

³⁰⁷ Ιδιαίτερα ενδιαφέρον είναι το γεγονός ότι στο 2 ο φύλλο το σχολικό βιβλίο φαίνεται να έχει αφιερωθεί εις ἐνδειξὴν σεβασμοῦ καὶ υπολήψεως στον Αλέξανδρο Καραθεοδωρή, ο οποίος ήταν Έλληνας διπλωμάτης, διετέλεσε Ηγεμόνας Σάμου, με αξιοσημείωτη συμβολή στη μετάφραση και ιδιαίτερη ζέση για την αρχαία ελληνική, αραβική και περσική φιλολογία.

³⁰⁸ Αναφέρει στη σελίδα 5, ότι όλα τα ποιήματα τα έλαβε εκ του Σύμπαντος μ. Ραπτάρχου, πρόκειται για το έργο του Ιωάννου Ραπτάρχου με τίτλο: “Τὸ Σύμπαν ἢ Τὰ θαυμάσια τοῦ ἀστερόεντος οὐρανοῦ, Ἰ. Μ. Ραπτάρχου, Τὸ Σύμπαν ἢ Τὰ θαυμάσια τοῦ ἀστερόεντος οὐρανοῦ”, Κωνσταντινούπολη, ἐκ τοῦ Τυπογραφείου τῆς “Προόδου”, 1866.

Με αφορμή αυτούς τους στίχους ξεινάει με μια υπόθεση ώστε να καταλήξει στο τι ακριβώς είναι ο ορίζοντας:

“Εάν, κατ’ ανέφελον νύκτα, τεθῶμεν ἐν τῷ μέσῳ εὐρέως ἐπιπέδου, οὕτως ὥστε οὐδέν περιορίζῃ τὴν ὄρασιν ἡμῶν, ὁ οὐρανός θά φαίνεται ὑπεράνω τῶν κεφαλῶν ἡμῶν, ὡς ἡμισφαίριον κοῖλον ἐστηριγμένον ἐπὶ κύκλου ὁ ὁποῖος ἀποτελεῖ μέρος τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς...”

Αυτό το οποίο εντοπίζουμε είναι ότι ξεινάει με παρατήρηση διατυπωμένη σε α’ πρόσωπο και μάλιστα δίνει στο παρατηρητή συγκεκριμένη θέση και θέαση, την οποία προσπαθεί να συνδέσει με την εμπειρία του. Αφού λοιπόν στο παρόν κεφάλαιο εξηγεί τι είναι ο ορίζοντας, τι είναι έναστρος σφαίρα, τι είναι η ανατολή, τι ονομάζεται δύση, τι είναι οι πόλοι, τι είναι η αστρική και πόσο μεγαλύτερη είναι η ηλιακή³⁰⁹ δεν γίνεται καμία αναφορά για την εναλλαγή μέρας-νύχτας.

Ένα άλλο σημείο του βιβλίου στο οποίο θα μπορούσαμε ίσως να αναζητήσουμε την ερμηνεία για την εναλλαγή μέρας-νύχτας και ίσως την επισήμανση της παρατήρησης του παραδόξου, είναι το κεφάλαιο Ε’, το οποίο αναφέρεται στην περιστροφική κίνηση της Γης, την φαινόμενη κίνησης του Ήλιου και την ερμηνεία των εποχών. Ωστόσο ούτε σε αυτή τη περίπτωση υφίσταται η προσπάθεια ερμηνείας του σκοτεινού ουρανού.

Το σημείο εκείνο στο οποίο γίνεται αναφορά, χωρίς ανάλυση ή μεγαλύτερη εξήγηση το πώς γίνεται η νύχτα και το πώς το φως μπορεί να επηρεάζει την αντίληψή μας ή την επίδραση που μπορούν να έχουν οι ακτίνες φωτός, είναι ένα σημείο απρόσμενο. Στο κεφάλαιο Ζ’ στην ενότητα 132 αναλύει την επίδραση του αέρα στην Αστρονομία αφού εξηγήσει ότι το λυκόφως και το λυκαυγές οφείλονται στη παρουσία του αέρα και έτσι καταλήγει στη παράγραφο 133:

“Χάρις τῇ παρουσίᾳ τοῦ ἀέρος λοιπόν, ὡς βλέπει οὐδεὶς, δέν μεταβαίνομεν ἐν ἀκαρεῖ ἀπὸ τῆς ἡμέρας εἰς τὴν νύκτα καὶ ἀπὸ τῆς νυκτός εἰς τὴν ἡμέραν”.

³⁰⁹ Μάλιστα ιδιαίτερα ενδιαφέρον είναι ότι στη προσπάθεια να ορίσει την ηλιακή ημέρα, γράφει ότι ο Ήλιο κινείται και πιο συγκεκριμένα: *Ο χρόνος, ὃν ὁ Ήλιος χρειάζεται ἵνα διαγράψῃ ὁμοίαν περιφέρειαν..* και ανάλογες διατυπώσεις υπάρχουν και σε άλλα σημεία του βιβλίου, ὅπως για παράδειγμα, σελ. 22 ενότητα 37 *ὅταν ὁ Ήλιος διέρχεται κατὰ τὴν ἡμέρα...*

Στην ακριβώς επόμενη παράγραφο την 134, για να ολοκληρώσει:

“Ἡ διάρκεια τοῦ λυκόφωτος μεταβάλλεται σὺν τῷ πλάτει. ἐν ταῖς ἡμετέραις χώραις, τὸ λυκόφως ἐκλείπει καὶ γίνεται νύξ, ὅταν ὁ Ἥλιος κατέλθῃ ὑπὲρ τὰς 17 μοίρας ὑποκάτω τοῦ ὀρίζοντος”.

Ἔτσι λοιπὸν παρατηροῦμε, ὅτι για την εναλλαγὴ μέρας-νύχτας ἐπισημαίνει ὅτι δὲν γίνεται ἀκαριαία, ἀλλὰ ἡ ὑπαρξὴ του ἀέρα εὐθύνεται για την πιο ομαλὴ μετάβαση, καθὼς και ὅτι το λυκόφως ἐκλείπει και γίνεται νύξ ὅταν ὁ Ἥλιος κατέβει πάνω ἀπὸ 17 μοίρες ἀπὸ τον ὀρίζοντα.

Στο συγκεκριμένο ἀπόσπασμα μάλιστα, ἡ φράση *“ἐκλείπει καὶ γίνεται νύξ”*, εἶναι τονισμένα με πλαγιαστὴ γραφὴ. Ἴσως γιατί ὁ γράφων κατανοεῖ την σημασία της παρατήρησης και για αὐτὸ ἔχει ἀπομονωθεί μόνη της σε μια ἐνότητα.

Συνεπῶς στο πρῶτο σχολικὸ εγχειρίδιο Κοσμογραφίας, το ὁποῖο ὅπως στην πρώτη ἐνότητα του ὀρίζει τι εἶναι ἡ Κοσμογραφία, την ὁποία και χαρακτηρίζει ως περιγραφικὴ Ἐπιστῆμη των ουράνιων φαινομένων και ἀσχολεῖται με τὴ Γῆ και τὴ σχέση της με τα ὑπόλοιπα ουράνια σώματα, δὲν γίνεται καμία προσπάθεια ἐρμηνείας οὔτε της εναλλαγῆς ἡμέρας-νύχτας κι φυσικὰ οὔτε του παραδόξου του σκοτεινοῦ ουρανοῦ. Θραυσματικὰ και σταχυολογώντας το βιβλίο ἐντοπίστηκε το σημεῖο που περιγράφει πως γίνεται ἡ νύχτα και πάλι δοσμένο με ἕναν τρόπο ὅπου το συσχετίζει μὴ την κίνηση του Ἥλιου.

Το δεῦτερο κατὰ σειρά σχολικὸ εγχειρίδιο το ὁποῖο θα μελετήσουμε εἶναι το βιβλίο του Παναγιώτου Σ. Κονδύλη, με τίτλο: *“ΦΥΣΙΟΓΝΩΣΙΑ, ἤτοι στοιχειώδεις γνώσεις, φυσικῆς, χημείας και κοσμογραφίας”*. Ὅπως ἀναφέρεται στο ἐμπροσθόφυλλο, πρόκειται για βιβλίο το ὁποῖο προοριζόταν για χρῆση των μαθητῶν της Γ' τάξης των Ἑλληνικῶν Σχολείων³¹⁰.

Εμεῖς ἐξετάζουμε τὴ δεῦτερη ἐκδοση ἡ ὁποία ἀναφέρει ὅτι εἶναι ἐπεξεργασμένη και τα κείμενα συνοδεύουν πολλές εἰκόνες. Ἐκδότης φαίνεται να εἶναι ὁ Γεώργιος Κασδόνης και ἐκδόθηκε στην Ἀθῆνα το 1891 και ἀπὸ το ὀπισθόφυλλο φαίνεται ὅτι κοστίζει 2,50 δραχμές.

Το συγκεκριμένο βιβλίο χωρίζεται σε τρεῖς θεματικὲς: α) Φυσικὴ β) Χημεία και τέλος γ) Κοσμογραφία. Ἡ κάθε θεματικὴ χωρίζεται σε μέρη (το κάθε μέρος ἔχει ἕνα πιο

³¹⁰ Το Ἑλληνικὸ σχολεῖο στα τέλη του 19^{ου} αἰῶνα ἦταν το α μέρος της Μέσης ἐκπαίδευσης των ἀγοριῶν και ἦταν τριτάξιο. Ἀκολουθοῦσε το τετρατάξιο Γυμνάσιο.

ειδικό θέμα που εξετάζει π.χ μέρος Α Περί βαρύτητας , μέρος Β' Περί υγρών) και το κάθε μέρος σε επιμέρους ενότητες. Οι θεματικές δεν είναι ανάλογα ανεπτυγμένες αλλά η καθεμιά φαίνεται να προσεγγίζει βασικές έννοιες και φαινόμενα.

Το πρώτο σημείο στο οποίο θα περιέμενε ίσως ο αναγνώστης ψήγματα του παραδόξου του Olbers είναι στην θεματική της Φυσικής και στο μέρος ΣΤ' που ονομάζεται “Περί φωτός”. Το συγκεκριμένο μέρος εκτείνεται σε 15 σελίδες και αποτελείται από 14 ενότητες. Στη πρώτη παράγραφο αυτού του μέρους ξεκινά με την διερεύνηση του τι είναι το φως και πώς λειτουργεί η όραση, δίνοντας μάλιστα και παραδείγματα, όπως αυτό της όρασης της γάτας και ξεκινώντας με μια πλάνη σχετικά με την αιτία της όρασης. Στη συνέχεια, στην επόμενη ενότητα, στη σελίδα 106, στη προσπάθεια να εξηγήσει τα αυτόφωτα και ετερόφωτα σώματα, ξεκινά με τη πρόταση:

“Ο ήλιος δέν εἶνε ἡ μόνη πηγή τοῦ φωτός, ἦν γινώσκομεν. Οἱ ἀστέρες, ἡ ἀστραπή, ἡ φλόξ τοῦ κηρίου ἢ τῆς λυχνίας εἶνε ὡσαύτως πηγαί φωτός”.

Και ενώ ξεκινά με τη πρόταση ότι ο Ήλιος δεν είναι η μοναδική πηγή φωτός που γνωρίζουμε, η οποία θα μπορούσε να αποτελέσει τη βάση του συλλογισμού για την ανάπτυξη του παραδόξου του σκοτεινού ουρανού, παρόλα ταύτα αναφέρει στην αρχή τους αστέρες και ύστερα πιο καθημερινές και κοντινές στον αναγνώστη πηγές φωτός. Έτσι στη θεματική της Φυσικής δεν υπάρχει καμία διατύπωση σχετικά με το παράδοξο.

Στο ίδιο βιβλίο, η τρίτη θεματική, αυτή της Κοσμογραφίας, η οποία είναι και η πιο σύντομη, με μόλις 13 σελίδες βλέπουμε να είναι κατηγοριοποιημένη σε 20 ενότητες. Στην πρώτη ενότητα του μέρους ΙΕ' με τίτλο: “Πρώτη άποψις του ουρανού”, ξεκινάει με μια παρατήρηση την οποία μάλιστα διατυπώνει και σε α' πληθυντικό πρόσωπο, ώστε να τονίσει την καθολικότητα της παρατήρησης για να εξηγήσει τη έννοια του ουράνιου θόλου. Στην αμέσως επόμενη παράγραφο λοιπόν λέει:

“Τό πρώτον δέ φαινόμενον τῶν ὑποπιτόντων εἰς τὰς αἰσθήσεις ἡμῶν εἶνε ἡ διαδοχή τῶν ἡμερῶν καί τῶν νυκτῶν. Ἐκάστην πρωίαν ὁ ἥλιος ἀναφαίνεται ἐξ ἀνατολῶν, ἀνέρχεται ἐπί τοῦ οὐρανοῦ, κατόπιν κατέρχεται εἰς τό ἀντίθετον μέρος τοῦ ὀρίζοντος, τήν δύσιν. Μετά τήν δύσιν τοῦ ἡλίου τό φῶς ἐξαφανίζεται, ἡ δέ νύξ διαδέχεται τήν ἡμέραν”.

Σε αυτή τη παράγραφο βλέπουμε να παρατηρεί την διαδοχή ημέρας-νύχτας, το οποίο μάλιστα διευκρινίζει ότι είναι το πρώτο φαινόμενο το οποίο καταλαβαίνουν οι

αισθήσεις μας. Και σε αυτό το σημείο δεν φαίνεται να εστιάζει σε κάποια αντίφαση, ενώ μάλιστα λέει ότι μετά τη δύση του Ηλίου το φως εξαφανίζεται και η νύχτα διαδέχεται τη μέρα. Δεν ερμηνεύει το πώς το φως εξαφανίζεται, αλλά ίσα ίσα οδηγεί τον αναγνώστη και σε μια λανθασμένη θεώρηση μέσω των λεκτικών σημείων που χρησιμοποιεί. Πιο συγκεκριμένα, ο Ήλιος φαίνεται να ανέρχεται και να κατέρχεται, έτσι ο Ήλιος είναι αυτός που κινείται και όχι η Γη.

Σε κανένα άλλο σημείο δεν γίνεται αναφορά για τη διαδοχή ημέρας και νύχτας και φυσικά καμία παρατήρηση σχετικά με το παραδόξο του σκοτεινού ουρανού. Όταν η απειρία του Σύμπαντος και των πηγών φωτός είναι η βάση για τη διατύπωση του παραδόξου, όταν τουλάχιστον 60 χρόνια πριν τη διατύπωση στην ώριμή του μορφή από τον Olbers, το συγκεκριμένο σχολικό εγχειρίδιο αναφέρεται στη διαδοχή ημέρας και νύχτας, αλλά χωρίς καμία επισήμανση σχετικά με την αντίφαση. Τουναντίον, όταν ακόμη πάει να ερμηνεύσει την εναλλαγή, κάνει λόγο στον Ήλιο, ο οποίος *ανεβαίνει και κατεβαίνει* στον ουράνιο θόλο.

Το επόμενο βιβλίο είναι το πρώτο βιβλίο που γράφτηκε στις αρχές του 20^{ου} αιώνα και μάλιστα από έναν άνθρωπο του πνεύματος, που πραγματικά άφησε το στίγμα του στην ελληνική εκπαίδευση, τη προώθηση της αστρονομικής εκπαίδευσης και πνευματικής πορεία του έθνους, τον Δημήτριο Αιγινίτη³¹¹.

Το σχολικό εγχειρίδιο με τίτλο: “Στοιχεία Κοσμογραφίας” γράφτηκε το 1910, ενώ ο Αιγινίτης ήταν ήδη καθηγητής Μετεωρολογίας και Αστρονομίας στο Πανεπιστήμιο Αθηνών και φυσικά διευθυντής του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, κάτι που μας πληροφορεί και το εξώφυλλο του βιβλίου. Απευθυνόταν στην Δ’ τάξη του Γυμνασίου, φαίνεται να έχει εγκριθεί μέσα από διαγωνισμό ανάθεσης συγγραφής για τη τετραετία 1910-1914 και εκδότης ήταν ο Δ.Χ. Τερζόπουλος³¹².

Το βιβλίο χωρίζεται σε 7 κεφάλαια και στο τέλος κάθε κεφαλαίου υπάρχουν ασκήσεις σχετικά με το κεφάλαιο. Στο σύνολο το βιβλίο φαίνεται να καλύπτει τις ίδιες θεματικές

³¹¹ Ο Δ. Αιγινίτης ήταν Έλληνας αστρονόμος διετέλεσε υπουργός εθνικής Παιδείας και θρησκευμάτων, ύστερα από πρόσκληση του τότε πρωθυπουργού της Ελλάδος Χ. Τρικούπη έγινε διευθυντής του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών και καθηγητής Μετεωρολογίας και Αστρονομίας στο Πανεπιστήμιο Αθηνών. Εκτός από το συγγραφικό του έργο και την έντονη κοινωνική του δράση, είναι υπεύθυνος για τη καθιέρωση του Γρηγοριανού Ημερολογίου καθώς και την ένταξη της Ελλάδας στο παγκόσμιο σύστημα αναφοράς χρόνου. Ήταν αυτός που έδωσε τη πλήρη εξήγηση για το πρόβλημα του Ευρίπου. Από:

Theodossiou, E., Manimanis, V.N., Mantarakis, P. (2007). Demetrios Eginitis: Restorer of the Athens Observatory. *Journal of Astronomical History & Heritage*, 10, 123-132.

³¹² Το κόστος του βιβλίου ήταν 1.55 ενώ το βιβλιόσημο χρώματος κόκκινου αυτό κόστιζε 74 λεπτά. Σε αυτό το σημείο κρίνεται απαραίτητο να αναφέρουμε ότι τα σχολικά εγχειρίδια δε διατίθεντο δωρεάν.

όπως και τα άλλα δυο βιβλία, με λιγότερες εικόνες και περισσότερα σχήματα που βοηθούν στη κατανόηση του κειμένου κι δρουν επικουρικά. Αυτό που είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρον είναι ότι φαίνεται να συνοδεύεται από προτάσεις διδακτικές οι οποίες ακόμα και σήμερα θα φαινόταν ιδιαίτερα πρωτοποριακές³¹³.

Αφού κάνει λοιπόν μια εισαγωγή στην ενότητα 4 ορίζει και τι είναι η Κοσμογραφία ή αλλιώς όπως την ονομάζει Αστρονομία φτάνουμε στο δεύτερο κεφάλαιο. Εκεί στην ενότητα 27 με τίτλο: “Διάχυτον φως” στη τρίτη παράγραφο παραθέτει:

“Ομοίως, εάν δεν υπήρχεν ή ατμόσφαιρα, πάντα τὰ σημεῖα τῆς Γῆς, τὰ ὁποῖα δὲν θὰ ἐφωτίζοντο ἀμέσως ὑπὸ τοῦ Ἥλιου, θὰ ἦσαν ἐντελῶς σκοτεινά καὶ διὰ τοῦτο, τὸ φῶς τῆς ἡμέρας δὲν θὰ ὑπῆρχε πέραν τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων. Ὁ οὐρανὸς θὰ ἦτο πανταχοῦ μέλας, ἡ ἡμέρα καὶ ἡ νύξ θὰ διεδέχοντο ἀλλήλας ἀποτόμως, οἱ δὲ ἀστέρες θὰ ἦσαν ὄρατοὶ ἐν πλήρει μεσημβρίᾳ, ὀλίγον μακρὰν τῶν ἀμέσων ἀκτίνων τοῦ Ἥλιου”.

Αυτό το οποίο υποστηρίζει είναι ότι εάν δεν υπήρχε η ατμόσφαιρα, όλα τα σημεία της Γης τα οποία δε θα φωτιζόνταν άμεσα από το Ήλιο θα ήταν εντελώς σκοτεινά, ο ουρανός θα ήταν σκοτεινός και η ημέρα και η νύχτα θα διαδέχονταν η μία την άλλη απότομα. Συνεπώς η εναλλαγή ημέρας και νύχτας και ότι ο ουρανός δεν είναι σκοτεινός συνδέεται με το Ήλιο και την ύπαρξη της ατμόσφαιρας. Πάλι όμως εμμέσως εκμαιεύουμε, για την εναλλαγή ημέρας και νύχτας, χωρίς και σε αυτή τη περίπτωση σχολικού εγχειριδίου να έχει προϋπάρξει προσπάθεια για την ερμηνεία της.

Ένα άλλο σημείο το οποίο έχει ιδιαίτερη σημασία είναι η ενότητα 35 με τίτλο: “Η Γη στρέφεται περί άξονα”. Σε αυτό το σημείο ξεινά δίνοντας δυο εκδοχές που εξηγούν την ημερήσια κίνηση της ουράνιας σφαίρας είτε η Γη είναι ακίνητη και οι αστέρες κινούνται γύρω από αυτήν, είτε η Γη κινείται γύρω από τον άξονα της και θέτει το ερώτημα στους αναγνώστες ποια από τις δύο υποθέσεις είναι ακριβής. Για να επισημάνει το εξής:

“Εάν δεχθῶμεν τὴν πρώτην, τότε πρέπει νὰ δεχθῶμεν, ὅτι ὅλοι οἱ ἀπειροπληθεῖς καὶ ἀνεξάρτητοι ἀπ’ ἀλλήλων ἀστέρες, οἱ κείμενοι εἰς μέγιστας καὶ ὅλως διαφόρους ἀποστάσεις ἀπὸ τῆς Γῆς, κινοῦνται πέριξ τῆς μικρᾶς σχετικῶς Γῆς, με τεράστιας ταχύτητας”.

³¹³ Ειδικότερα, στη σελίδα 17 και στην ενότητα εκείνη που προσπαθεί να εξηγήσει πώς θα βρίσκουν πρακτικά τους αστερισμούς, σε υποσημείωση από κάτω προτείνει ότι αφού πρώτα διδαχθούν την ουρανογραφία από το καθηγητή και ύστερα στον πίνακα και με σφαίρα, καλό θα ήταν μια αίθρια νύχτα στην ύπαιθρο να κάνουν εξάσκηση.

Εδώ λοιπόν βλέπουμε ότι για πρώτη φορά σε ένα σχολικό εγχειρίδιο της εποχής καταγράφεται η βασική προϋπόθεση για τη δημιουργία του παραδόξου του σκοτεινού ουρανού, αυτή της απειρίας. Εδώ ξεκάθαρα ο Αιγινήτης διατυπώνει τη πεποίθηση ότι οι αστέρες είναι άπειροι, συνεπώς θα μπορούσε να διατυπωθεί, όχι σε αυτό το σημείο, αλλά σε παρακάτω ίσως υποενότητα το παράδοξο.

Επίσης εάν δικαιολογούσε μέσα στο δικό του σύστημα ερμηνείας του Κόσμου, ότι η εναλλαγή ημέρας-νύχτας οφείλεται στην περιστροφή της Γης γύρω από τον Ήλιο, γιατί δε το χρησιμοποίησε ως επιχείρημα στην ενότητα 36 με τίτλο: “Αποδείξεις της περιστροφής της Γης;”

Το γιατί υπάρχει φως την ημέρα και σκοτάδι τη νύχτα καθώς και ορισμό της ημέρας και της νύχτας τον δίνει στην ενότητα 61 στη σελίδα 56-57, με τίτλο: “Ανισότης των ημερών και των νυκτών” όπου παραθέτει τα εξής:

“Ἡμέρα καλεῖται ὁ χρόνος, καθ’ ὃν ὁ Ἥλιος εὕρισκεται ἄνω τοῦ ὀρίζοντος. νύξ δε ὁ χρόνος καθ’ ὃν ὁ Ἥλιος εὕρισκεται ὑπὸ τὸν ὀρίζοντα. Ἀνά πᾶσαν στιγμὴν, ἔν ἡμισφαίριον τῆς Γῆς φωτίζεται ὑπὸ τοῦ Ἥλιου καὶ ἔχει ἡμέραν, το δε ἕτερον εὕρισκεται εἰς τὸ σκότος καὶ ἔχει νύκτα”.

Από το δοθέν απόσπασμα λοιπόν το ένα ημισφαίριο της Γης φωτίζεται από τον Ήλιο και έχει ημέρα, ενώ το άλλο βρίσκεται στο σκοτάδι και έχουμε νύχτα. Πάλι όμως πρόκειται για μια παρατήρηση που έγινε όχι για να ερμηνευθεί η εναλλαγή ημέρας-νύχτας, αλλά ως βάση συλλογισμού για την εξήγηση της ανισότητας μεταξύ ημέρας και νύχτας.

Αυτά που ανακύπτουν ως εύλογα ερωτήματα είναι τα εξής: α) γιατί κανένα από τα έως τώρα εγχειρίδια κοσμογραφίας δεν έχουν ασχοληθεί σε καμία φάση τους με τη προφανή παρατήρηση, αυτής της εναλλαγής ημέρας νύχτας³¹⁴ και β) γιατί ο Αιγινήτης, ο οποίος είχε τη γνώση σίγουρα στα χέρια του, αφού έκανε λόγο για την υπαρκτή άπειρων αστέρων, δεν σκόνταψε ο συλλογισμός του στο παράδοξο του σκοτεινού ουρανού;

Μέσα στο ψηφιακό αποθετήριο του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής πολιτικής, από όπου και αντλήσαμε όλα τα σχολικά εγχειρίδια, βρήκαμε και την 5^η έκδοση του ίδιου βιβλίου όμως με κάποιες αλλαγές όπως μας πληροφορεί και το εμπροσθόφυλλο, με κάποιες βελτιώσεις και προσθήκες. Εκδόθηκε το 1922, αφού ο Δ. Αιγινήτης έχει γίνει και

³¹⁴ Πιθανές ερμηνείες θα δοθούν στο τέλος της παρούσας ενότητας.

διευθυντής του Αστροσκοπίου και φυσικά είναι καθηγητής του Εθνικού Πανεπιστημίου. Απευθύνεται σε μαθητές του Γυμνασίου.

Το συγκεκριμένο βιβλίο συνεχίζει να έχει τα 7 κεφάλαια που είχε, απλώς προστέθηκαν κάποιες νέες ενότητες σε κάποια από αυτά, στο σύνολό τους 4 καινούργιες με τους τίτλους: α) Αστρονομικά όργανα β) Γεωγραφικοί χάρτες γ) Περίοδοι και αποστάσεις πλανητών και δ) Μετεωρικοί δακτύλιοι. Και στις καινούργιες προσθήκες δεν εντοπίζονταν σημεία τα οποία να συνδέονται με το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού, ούτε παρατηρήθηκαν αλλαγές στα σημεία που έχουν επισημανθεί στην προηγούμενη έκδοση του βιβλίου.

Το πέμπτο σχολικό βιβλίο κατά σειρά είναι η γ' έκδοση του βιβλίου με τίτλο: "Κοσμογραφία" του Νικόλαου Δ. Νικολάου, ο οποίος είναι (όπως γράφει στο εξώφυλλο του βιβλίου), αριστοβάθμιος διδάκτωρ και καθηγητής Μαθηματικών στο πρότυπο Γυμνάσιο του Διδασκαλείου της Μέσης Εκπαίδευσης. Το συγκεκριμένο βιβλίο θα μας απασχολήσει πολύ στην ιστορική αυτή αναδρομή μέσα από τα σχολικά εγχειρίδια της εποχής, αφού εδιδάσκετο τουλάχιστον για 40 χρόνια και πιο συγκεκριμένα από το 1928³¹⁵ έως το 1968 μέσα από τις εκδόσεις που εντοπίσαμε.

Πρόκειται για ένα σχολικό εγχειρίδιο το οποίο απευθύνεται σε μαθητές και μαθήτριες των Γυμνασίων και των Πρακτικών Λυκείων ενώ φαίνεται να εγκρίθηκε από εκπαιδευτικό Συμβούλιο το 1922. Κοστίζει 29,75 δραχμές και η συγκεκριμένη έκδοση όπως αναγράφει στο πρόλογο της, ύστερα από συστάσεις της Αναθεωρητικής Επιτροπής είναι πλουσιότερο, χωρίς όμως αυτό να επηρεάσει τη διάταξη της ύλης.

Το ύφος του βιβλίου, ο τρόπος με τον οποίο έχει γραφεί είναι σαφώς επηρεασμένος από την ιδιότητα του συγγραφέα, ο οποίος είναι μαθηματικός. Είναι πιο μαθητικοποιημένο, έχει αρκετά ιστορικά στοιχεία, δεν είναι τόσο περιγραφικό ή ερμηνευτικό, δίνοντας έμφαση στα τεχνικά μέρη και τις μεθόδους που μπορεί να χρησιμοποιήσει κάποιος. Σε γενικές όμως γραμμές το βιβλίο ακολουθεί την ύλη και τη διάταξη των προηγούμενων.

Προσπάθεια ερμηνείας της εναλλαγής ημέρα-νύχτας δεν έχουμε ούτε σε αυτή τη περίπτωση έχουμε όμως ορισμό της ημέρας και της νύχτας στη παράγραφο 77 όταν προσπαθεί να παρουσιάσει την ανισότητα των ημερών και των νυχτών, αναφέροντας: "*Ο χρόνος, καθ' όν ο ήλιος εύρίσκειται υπέρ τον όριζοντα τόπου τινός, καλεῖται ἡμέρα, ὁ δέ χρόνος, καθ' ὃν οὗτος κείται ὑπό τον όριζοντα καλεῖται νύξ*".

³¹⁵ Λέμε για 40 χρόνια τουλάχιστον, γιατί το 1928 ήταν η γ' έκδοση όπως αναφέρεται, οπότε έχουν προηγηθεί άλλες 2, συνεπώς μάλλον από το 1926 έχει πρωτοεκδοθεί.

Όπως και στα προηγούμενα σχολικά εγχειρίδια, προσπαθεί να οριστεί η μέρα και η νύχτα, πάντα φυσικά με σημείο αναφοράς τη θέση του Ήλιου, χωρίς όμως να ερμηνευτεί και σε αυτή τη περίπτωση, ούτε να γίνει κάποια περαιτέρω ανάλυση, αλλά πάλι ως βάση συλλογισμού για να αναπτυχθεί κάποια άλλη θεματική. Σε αυτή τη περίπτωση βέβαια έχουμε μια πρόοδο αφού ο Ήλιος είναι πιο “παθητικός”, δεν χρησιμοποιούνται ρήματα όπως “ανέρχεται ή κατέρχεται”, αλλά ο Ήλιος “εύρίσκεται ή κείται”.

Ένα άλλο σημείο στο οποίο υπονοεί την διαδοχή ημέρας-νύχτας, είναι στη παράγραφο 116, η οποία τιτλοφορείται: “Ατμόσφαιρα και ύδωρ της Σελήνης”. Στην προσπάθεια του να υποστηρίξει τη θέση ότι η Σελήνη δεν έχει ατμόσφαιρα, στο δεύτερο μάλιστα επιχείρημά του λέει: *“Αλλά αν υπήρχεν επί της Σελήνης ατμόσφαιρα, ή απότομος αυτή διαδοχή των ημερών και νυκτών θα ήτο αδύνατος, διότι θα παρήγετο και εκεί λυκαυγές και λυκόφως”*.

Αυτό λοιπόν που εξάγουμε ως συμπέρασμα, είναι ότι στη σελήνη υπάρχει απότομη μετάβαση ημέρας -νύχτας επειδή δεν υπάρχει ατμόσφαιρα να δημιουργήσει λυκαυγές και λυκόφως, όπως συμβαίνει στη Γη.

Συνοψίζοντας τη μελέτη στο συγκεκριμένο βιβλίο, ενώ ο συγγραφέας φαίνεται να έχει αντίληψη της απειρίας, την οποία μάλιστα αναφέρει στη παράγραφο 3, όταν περιγράφει ότι οι αστέρες βρίσκονται διασκορπισμένοι στο άπειρο. Άλλωστε ολοκληρώνει το βιβλίο με μια ενότητα φιλοσοφικής χροιάς και με θρησκευτικό προσανατολισμό³¹⁶. Η παράγραφος με αριθμό 163 έχει ως τίτλο: “Η ζωή στο Σύμπαν” και ολοκληρώνοντας υποστηρίζει: *“Αφ’ού ανέκαλύφθη ὅτι υπάρχουν και άλλα σώματα ανάλογα προς την Γῆν π.χ. ὁ Ἄρης, ἐφ’ού διεπιστώθη ἡ ὕπαρξις φυτικοῦ κόσμου, και ἐν τῷ ἀείρω περί ἡμῶς διαστήματι ἀπειράριθμοι υπάρχουν Ἥλιοι...”*. Για να συνεχίσει ότι δεν αποκλείεται η πιθανότητα να υπάρχουν και αλλού οι ανάλογες συνθήκες που θα επιτρέπουν την ανάπτυξη του φυτικού και ζωικού κόσμου.

Ωστόσο, δεν φαίνεται σε κανένα σημείο να προσπαθεί και αυτός ο συγγραφέας να εξηγήσει τη διαδοχή ημέρας-νύχτας και φυσικά και αυτός, όπως και ο Αιγινήτης, ενώ φαίνονταν να ήταν εξοικειωμένοι με την απειρότητα δεν έκαναν καμία νύξη για τη λογική αντίφαση που θα προέκυπτε.

Υστερα μελετήθηκε και η πέμπτη έκδοση του παραπάνω βιβλίου το οποίο εκδόθηκε το 1931 και το οποίο εγκρίθηκε σύμφωνα με τον νόμο 3438 για να διδαχθεί για μια πενταετία, αρχής γενομένης από του σχολικού έτους 1931-32. Στο εξώφυλλό του εκτός

³¹⁶ Χαρακτηρίζουμε θρησκευτικό τον προσανατολισμό αφού η τελευταία φράση με την οποία κλείνει το βιβλίο είναι, με κεφαλαία γράμματα όπως είναι γραμμένο: “ΩΣ ΕΜΕΓΑΛΥΝΘΗ ΤΑ ΕΡΓΑ ΣΟΥ, ΚΥΡΙΕ, ΠΑΝΤΑ ΕΝ ΣΟΦΙΑ ΕΠΟΙΗΣΑΣ”.

από τα συνήθη χαρακτηριστικά, έχει και απόσπασμα κριτικής των κριτών του, δίνοντας έμφαση σύμφωνα με το απόσπασμα στη σαφήνεια της γλώσσας και την τάξη με την οποία είναι γραμμένο. Και σε αυτή την έκδοση όπως και στην ακριβώς προηγούμενη που έγινε το 1930, ο συγγραφέας δεν έχει φοβερές αλλαγές ούτε ως προς τη δομή, ούτε ως προς την οργάνωση και διατύπωση της ύλης. Το μόνο που θα επισημαίναμε είναι ότι έχει προσθέσει κάποιες παραγράφους, όπως π.χ για τον εξάντα ή για τον θεοδόλιχο. Στα σημεία που είχαμε επισημάνει στην έκδοση του 1928, τα οποία θα μπορούσαμε να συνδέσουμε με το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού δεν υπάρχει καμία αλλαγή.

Η επόμενη έκδοση χρονολογικά που βρίσκουμε είναι αυτή του 1951. Μετά από τα 20 χρόνια που έχουν μεσολαβήσει μεταξύ των εκδόσεων, πολλά πράγματα έχουν αλλάξει. Πλέον δεν έχουμε την ανάθεση συγγραφή ή έκδοσης, αφού έχει δημιουργηθεί ο Οργανισμός Εκδόσεων Σχολικών Βιβλίων³¹⁷. Ο συγγραφέας του βιβλίου είναι πλέον τώως καθηγητής μαθηματικών και το βιβλίο προορίζεται για τη ΣΤ' τάξη των Γυμνασίων. Ενώ η συγκεκριμένη έκδοση δεν έχει αλλαγές ως προς την διάρθρωση της ύλης ή των γενικών θεματικών που προσεγγίζει, είναι βελτιωμένη έκδοση με καλύτερες εικόνες, μεγαλύτερης ακρίβειας και με κάποιες νέες προσθήκες.

Εδώ λοιπόν στο κεφάλαιο Β' με γενικό τίτλο: "ΑΙ ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΓΗΣ" και ειδικότερα η παράγραφος 87, είναι η πιο ενδιαφέρουσα προσθήκη. Η παράγραφος 87 έχει το τίτλο: "Διαδοχή τῶν ἡμερῶν και νυκτῶν εἰς τινὰ τόπον" και αναπτύσσεται κατά αυτόν τον τρόπο:

“ Ἡ διαδοχή τῶν ἡμερῶν και τῶν νυκτῶν ὀφείλεται εἰς τὴν ἐκ Δυσμῶν πρὸς Ἀνατολάς στροφήν τῆς Γῆς περὶ τὸν ἄξονα αὐτῆς. Ἐὰν π.χ. κατὰ τινὰ ἡμέραν αἱ ἀκτίνες τοῦ Ἥλιου ἔχωσι τὴν διεύθυνσιν ΗΓ, αἱ ἐξ αὐτῶν ἐφαπτόμεναι τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς ὀρίζουσιν ἐπ' αὐτῆς ἐπίπεδον Φ'ε Φε', τῆς ὁποίας τὸ ἐπίπεδον διέρχεται ἀπὸ τὸ κέντρον τῆς Γῆς καὶ εἶναι κάθετον ἐπὶ τὴν διεύθυνσιν ΓΗ τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων”.

“Ἐπειδὴ ἡ Γῆ ἐλάχιστα διαφέρει σφαιράς, θὰ δεχθῶμεν χάριν ἀπλότητος ὅτι ἡ γραμμὴ αὐτῆ εἶναι περιφέρεια μεγίστου κύκλου. Τοῦτον καλοῦμεν κύκλον φωτισμοῦ. Ἡ περιφέρεια αὐτοῦ

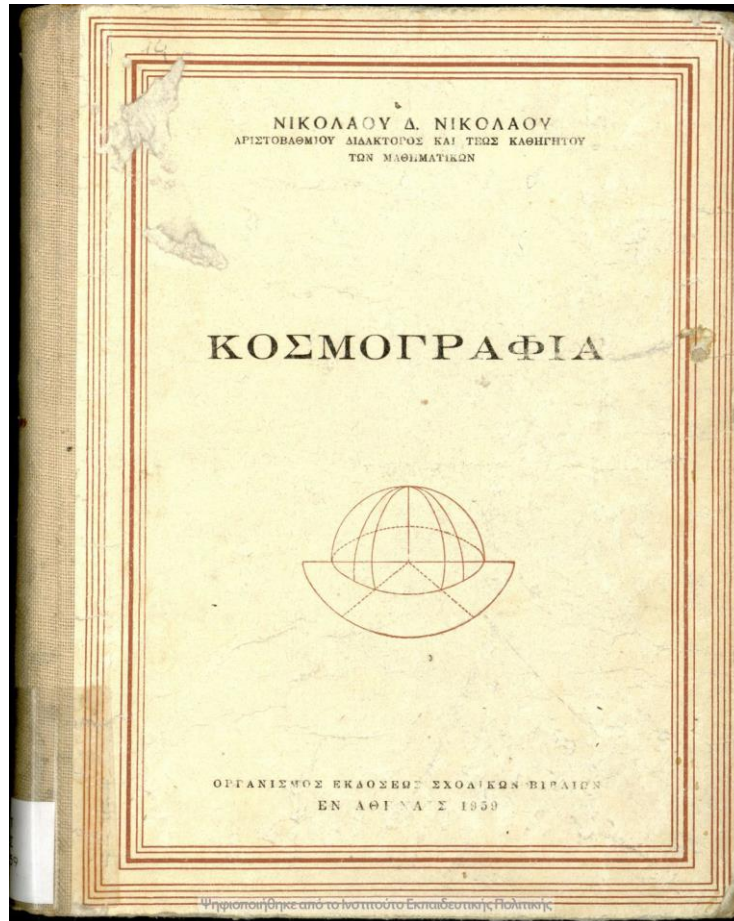
³¹⁷ Ο Οργανισμός Εκδόσεων Σχολικών Βιβλίων δημιουργήθηκε το 1937, Μετά από έναν αιώνα σύγκρουσης και εναλλαγής του κρατικού μονοπωλίου και του ελεύθερου ανταγωνισμού καθιερώνεται με το Νόμο 952/1937 Περί ιδρύσεως οργανισμού προς έκδοσιν σχολικῶν κλπ βιβλίων η πολιτική του κρατικού μονοπωλίου καθώς το βιβλίο αναγνωρίζεται ως ένα ισχυρό μέσο ιδεολογικού ελέγχου. http://e-library.iep.edu.gr/iep/articles/presentation/page_003.html

χωρίζει τό φωτιζόμενον από τό μή φωτιζόμενον μέρος τῆς ἐπιφανείας τῆς κέντρον τῆς Γῆς. Ὅταν δε ἔνεκα τῆς στροφῆς τῆς Γῆς περί τόν ἄξονα ππ' ἔλθῃ εἰς θέσιν a καὶ ἐξῆς, θά ἔχῃ ἡμέραν. Αὕτη θά διαρκέσῃ μέχρι τῆς στιγμῆς. καθ' ἣν ὁ τόπος εὐρεθῆ εἰς τό δ , ὄτε εἰσέρχεται πάλιν εἰς τό μη φωτιζόμενον μέρος καὶ ἀρχίζει ἡ νύξ'.

Πρόκειται λοιπόν για το πρώτο σχολικό εγχειρίδιο Κοσμογραφίας, στα μέσα του 20^{ου} αιώνα που υπάρχει μια προσπάθεια ξεκάθαρης ερμηνείας την διαδοχής ημέρας-νύχτας. Με έναν τρόπο, ο οποίος έχει διατυπωθεί μαθηματικά και μέσα από την παράθεση του ανάλογου σχήματος, η εναλλαγή ημέρας-νύχτας οφείλεται στη στροφή της Γης γύρω από τον άξονά της.

Δυστυχώς όμως και σε αυτή την έκδοση, αν και είναι ανανεωμένη και έχουν γίνει οι ανάλογες προσθήκες δεδομένης και της εξέλιξης που έχει επιτευχθεί στην ενδιάμεση 20ετία, ενώ έχει αλλάξει στη τελευταία παράγραφο τον τίτλο σε: “Τό Σύμπαν” και έχει δώσει με μεγαλύτερη ακρίβεια τα πόσα αστέρια περιέχει μόνο ο δικός μας γαλαξίας -37 δισεκατομμύρια- και δεν το έχει περιγράψει με την έννοια της απειρίας, όπως στις προηγούμενες εκδόσεις, πάλι δεν έχουμε καμία αναφορά στη λογική αντίφαση που θα προέκυπτε αν αναπτυσσόταν ο συλλογισμός.

Στην έκδοση του 1959 ελάχιστες αλλαγές έχουν γίνει στο βιβλίο, παραδείγματος χάριν στο εξώφυλλο που πρώτη φορά έχουμε ένα σχήμα. Το βιβλίο σε αυτή τη περίπτωση δεν αναγράφει σε ποια τάξη απευθύνεται. Κατά τα άλλα η δομή της ύλης είναι η ίδια με τη προηγούμενη καθώς και οι θεματικές που προσεγγίζει. Ουσιαστικά πρόκειται για το ίδιο βιβλίο με ελάχιστες βελτιώσεις προσθήκες.



Εικόνα: 1

Υπάρχει ακριβώς με τον ίδιο τρόπο, χωρία καμία αλλαγή ως προς τη διατύπωση η παράγραφος 87 σχετικά με: “Διαδοχή τῶν ἡμερῶν και νυκτῶν εἰς τινα τόπον”. Αυτό όμως που έχει τροποποιηθεί είναι η παράγραφος με την οποία κλείνει το βιβλίο με τίτλο Τό Σύμπαν και η οποία έχει πολύ ενδιαφέρον. “Κατά τοῦς τελευταίους χρόνους διεπιστώθη ὅτι παραδόξως τά νεφελώματα ταῦτα ἀπομακρύνονται τοῦ Γαλαξίου καί ἀλλήλων και μάλιστα ταχύτερον οἱ ἀπώτερον ἡμῶν κείμενοι. Τό μέχρις ὧρας ἀνεξήγητον τοῦτο φαινόμενον λέγεται διαστολή τοῦ Σύμπαντος”.

Σε αυτό το μικρό απόσπασμα βλέπουμε την επικαιροποίηση του περιεχομένου η οποία εναρμονίζεται με τις ανακαλύψεις και τη πρόοδο της Επιστήμης. Εδώ έχει ενδιαφέρον ότι εκ μέρους του συγγραφέως παρουσιάζεται ένα νέο δεδομένο, αυτό της απομάκρυνσης των νεφελωμάτων για να περιγράψει τη διαστολή του Σύμπαντος. Την οποία σχολιάζει ως “ανεξήγητο φαινόμενο” και την απομάκρυνση των γαλαξιών ως “παράδοξη” διαπίστωση.

Και συνεχίζει:

“Έκαστον τῶν νεφελωμάτων τούτων περιέχει, πλήν ἄλλων, δισεκατομμύρια ἀστέρων. Οὗτω κατά τινα στατιστικὴν ὁ Γαλαξίας περιέχει περί τὰ 37 δισεκατομμύρια ἀστέρων. Ἐπειδὴ ὅμως τὰ φωτεινὰ καὶ μὴ τοιαῦτα Γαλαξιακὰ νεφελώματα ἀποκρύπτουσι ἀφ’ ἡμῶν πολλοὺς ἀστέρας του, δεν ἀποκλείεται νὰ ἔχη οὗτος περί τα 100 δισεκατομμύρια ἀστέρας, ὡς τίνες ἰσχυρίζονται. Πολλοὶ τούτων δὲν ἀποκλείεται νὰ εἶναι κέντρα ἰδίου ἡλιακοῦ συστήματος, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖται ἀπὸ πλανήτας μετὰ ἢ ἄνευ δορυφόρων, ἀπὸ κομήτας καὶ μετεωρίτας”.

Μέσα σε αυτό το απόσπασμα μας δίνει και περισσότερα ποσοτικά δεδομένα υποστηρίζοντας ότι οι αστέρες που μπορεί να έχει ο δικός μας γαλαξίας μπορεί να είναι 100 δισεκατομμύρια, αν και πολλοί από αυτούς δεν είναι ορατοί λόγω των γαλαξιακών νεφελωμάτων. Σε αυτό το σημείο θα μπορούσε κάποιος να πει ότι έχει ανά χειράς όλες τις προκείμενες προτάσεις για να καταλήξει σε συμπέρασμα και να παρουσιάσει το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού. Έχει ήδη αναφερθεί στην κίνηση της Γης γύρω από τον Ήλιο η οποία ευθύνεται για τη διαδοχή ημέρας και νύχτας, έχει σχολιάσει ως παράδοξο και ως ανεξήγητο φαινόμενο τη διαστολή του σύμπαντος, έχει εικόνα ποσοτική-αριθμητική για το πλήθος των αστέρων.

Καταλήγει όμως στο εξής:

“Ἄν κάμωμεν ἀνάλογον σκέψιν δι’ ἕκαστον τῶν ἑκατομμυρίων ἄλλων σπειροειδῶν νεφελωμάτων, ἰλιγγιῶμεν προ τοῦ ἀσύλληπτου πλήθους τῶν Κόσμων τοῦ Σύμπαντος καὶ ἀναφωνοῦμεν ΩΣ ΕΜΕΓΑΛΥΝΘΗ ΤΑ ΕΡΓΑ ΣΟΥ, ΚΥΡΙΕ, ΠΛΑΝΤΑ ΕΝ ΣΟΦΙΑ ΕΠΟΙΗΣΑΣ”.

Ενώ λοιπόν κάνει και προέκταση του συλλογισμού, εκτός του δικού μας Γαλαξία καθώς και για το ασύλληπτο πλήθος των άλλων Κόσμων, καταλήγει στον ψαλμό και ευχαριστεί τον Θεό Δημιουργό.

Στη συνέχεια η 10^η έκδοση, αυτή του 1963 είναι ακριβώς η ίδια με του 1959, συνεπώς δεν έχουμε καμία παρατήρηση σχετικά. Στην έκδοση του 1966, η οποία είναι η 12^η έκδοση το περιεχόμενο είναι ακριβώς το ίδιο, όπως αυτή του 1959, η αλλαγή που όμως αξίζει να επισημανθεί είναι αυτή του εξωφύλλου.



Εικόνα: 2

Να σημειώσουμε σε αυτό το σημείο, ότι η αλλαγή του εξώφύλλου μπορεί να συνοδευτεί με μια σημειολογική ανάλυση³¹⁸. Το εξώφυλλο γίνεται πιο παραστατικό, με χρώμα και μια πιο παιχνιδιάρικη προσέγγιση. Βλέπουμε ότι ο τίτλος του βιβλίου δεν είναι αυστηρά τυπωμένος, αλλά φαίνεται να αιωρείται στο διάστημα. Έχουμε την αποτύπωση της Γης (ενδεχομένως) και ένας δορυφόρος, ο οποίος φαίνεται να μπαίνει σε τροχιά. Όλο αυτό έχει ως υπόβαθρο έναν ουρανό σε κυανούν χρώμα και μικρά αστέρια-σημεία γύρω. Έτσι κατανοούμε ότι ακόμη και στην προσπάθεια που έγινε ώστε να εκσυγχρονιστεί το σχολικό

³¹⁸ Δεν είναι αντικείμενο της παρούσας διατριβής, σε αυτό το σημείο θα παρουσιάσουμε την εικόνα χωρίς να αναλύσουμε περαιτέρω, μόνο στο βαθμό που υπηρετεί τον σκοπό της παρούσας ενότητας.

εγχειρίδιο, η απεικόνιση έχει στοιχεία του ερωτήματος που προκύπτει από τη στοιχειώδη παρατήρηση. Ένας ουρανός σκοτεινός με αστέρες και η θέση της Γης και του ανθρώπου μέσα σε αυτό το σύστημα.

Η τελευταία έκδοση που έχουμε του Νικολάου Νικολάου, είναι αυτή του 1968, που είναι και 14^η έκδοση. Πάλι το περιεχόμενο είναι αμετάβλητο από την έκδοση του 1963, μόνο που στην εσωτερική σελίδα μετά το εξώφυλλο, είναι αποτυπωμένα τα σημεία που αποδεικνύουν το πολιτικό πλαίσιο της εποχής και την επίδρασή τους στα σχολικά εγχειρίδια τα οποία είχαν μετατραπεί σε μέσο προπαγάνδας.

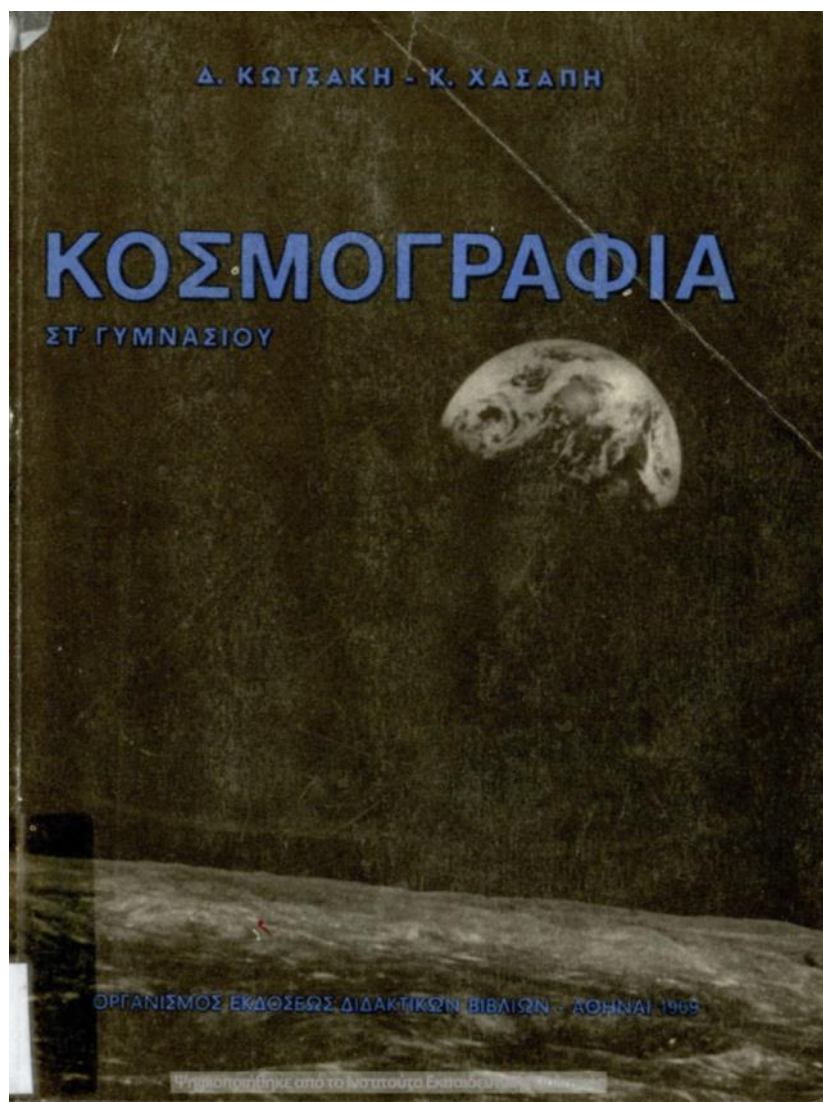


Εικόνα: 3

Το βιβλίο το οποίο διαδέχεται μετά από 4 δεκαετίες αυτό του Ν. Νικολάου, είναι από τους συγγραφείς Δημήτριο Κωτσάκη³¹⁹ και Κωνσταντίνο Χασάπη³²⁰. Το βιβλίο έχει τον τίτλο Κοσμογραφία και εκδόθηκε για πρώτη φορά το 1969. Απευθύνεται στη ΣΤ΄ τάξη του Γυμνασίου και από το εξώφυλλο φαίνεται να αλλάζει ο τρόπος προσέγγισης και η θέση που δίνει πλέον στον αναγνώστη.

³¹⁹ Ο Δημήτριος Κωτσάκης ήταν αστρονόμος ο οποίος διετέλεσε καθηγητής στο Πανεπιστήμιο Αθηνών, στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο όπως επίσης και διευθυντής στο Ευγενίδειο Ίδρυμα. Επίσης ήταν από τους θεμελιωτές της ίδρυσης του Κοργιαλένειου Αστρονομικού Σταθμού Κρουονερίου και υπήρξε συγγραφές εκτός πανεπιστημιακών συγγραμμάτων και πολλών εκλαϊκευτικών βιβλίων.

³²⁰ Ο Κωνσταντίνος Χασάπης ήταν παρατηρησιακός αστρονόμος, εργαζόταν στο Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών και στη συνέχεια έγινε επιμελητής στο εργαστήριο Αστρονομίας στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Είχε αξιόλογο συγγραφικό έργο και ως ιδιαίτερο αντικείμενο μελέτης του ήταν η ηλιακή φωτόσφαιρα.



Εικόνα: 4

Η εικόνα πλέον έχει διαφορετική οπτική, ο πλανήτης Γη βρίσκεται σε απόσταση και ο αναγνώστης – θεατής φαίνεται να βρίσκεται σε άλλον πλανήτη ή στη Σελήνη από όπου και παρατηρεί τον πλανήτη Γη και από πίσω υπάρχει ένα ερεβώδες υπόβαθρο. Θα μπορούσε να συνδεθεί με το γεγονός ότι την ίδια χρονιά και πιο συγκεκριμένα στις 20 Ιουλίου γίνεται η πρώτη διαστημική πτήση και ο άνθρωπος φαίνεται να κατακτά το Σύμπαν. Έτσι αυτό το νέο βιβλίο φαίνεται να προσπαθεί να συμβαδίσει με τις εξελίξεις.

Το βιβλίο όπως λέει και στο πρώτο φύλλο, με απόφαση της Ελληνικής κυβέρνησης πλέον διατίθεται δωρεάν από τον Οργανισμό Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων και αποτελείται από 12 κεφάλαια, εκ των οποίων τα 3 τελευταία δεν ακολουθούν την ύλη των προηγούμενων σχολικών εγχειριδίων και εκεί φαίνεται η αλλαγή προσέγγισης. Το κεφάλαιο Γ' το οποίο τιτλοφορείται ως Κοσμογονία, το κεφάλαιο ΙΑ' με τον τίτλο Αστρονομικά όργανα και το τελευταίο, το ΙΒ' με το τίτλο: “Αστροναυτική”.

Από την εισαγωγή του βιβλίου, από τις πρώτες ακόμη γραμμές, βλέπουμε ότι ξεκινά με τη κοινή παρατήρηση και πιο συγκεκριμένα με τον σκοτεινό ουρανό για να καταγράψει το εξής:

“Εἶναι νύκτα χωρίς νέφη και Σελήνην. Εὐρισκόμεθα μακράν ἀπό τὰ φῶτα τῆς πόλεως, εἰς τό ὕπαιθρον. Ἐάν κωττάζωμεν πρὸς τὰ ἐπάνωκαί γύρω μας, θα ἴδωμεν τον οὐρανὸν πλημμυρισμένον ἀπὸ χιλιάδες φωτεινά σημεῖα, τούς ἀστέρας. Ὁ οὐρανός φαίνεται συνήθως κυανῶς κατὰ τὴν ἡμέραν καί μελανός κατὰ τὴν νύκτα”.

Στις πρώτες γραμμές αυτό που φαίνεται είναι ότι θέτει τον αναγνώστη σε ένα περιβάλλον που θα μπορούσε να είναι η αφετηρία για την παρουσίαση του παραδόξου του σκοτεινού ουρανού. Έτσι χρησιμοποιώντας το α' πληθυντικό “Εὐρισκόμεθα”, μακριά από τα φώτα της πόλης- αποφεύγοντας τη φωτορρύπανση-και στρέφοντας το βλέμμα μας προς τον ουρανό, θα παρατηρήσουμε τον ουρανό γεμάτο από χιλιάδες φωτεινά σημεία, για να καταλήξει στο χρώμα του ουρανού ότι συνήθως είναι κυανός την ημέρα, αλλά μελανός τη νύχτα. Για να συνεχίσει αλλάζοντας τη θέση μας μέσα στο σύστημα:

“Ἐάν φαντασθῶμεν, ὅτι δέν ὑπῆρχεν ἡ γῆ καί ὅτι ἐμέναμεν μετέωροι εἰς τό διάστημα, τότε θά ἐβλέπαμε νά μᾶς περιβάλλουν ἀπό παντοῦ οἱ ἀστέρες τοῦ οὐρανοῦ. Θά ἐφαίνοντο δέ ὅλοι εἰς τὴν ἰδίαν ἀπό ἡμᾶς ἀπόστασιν, διεσπαρμένοι ἐπάνω εἰς τὴν οὐράνιον σφαῖραν. Ἡ σφαῖρα αὐτή δέν εἶναι πραγματική, ἀλλά φανταστική”.

Για να μας περιγράψει μια φανταστική κατάσταση, όπου δεν υπάρχει Γη, αλλά βρισκόμαστε μετέωροι μέσα στο διάστημα, θα βλέπαμε να μας περιβάλλουν από παντού αστέρες, οι οποίοι θα φαίνονταν όλοι να ισαπέχουν.

Συνεπώς από τη πρώτη σελίδα, από τις πρώτες παραγράφους βλέπουμε ότι στρέφεται στον ουρανό, παρατηρεί την νύχτα και περιγράφει την ουράνια σφαίρα, το χρώμα του ουρανού μέσα στη νύχτα, κάνει αναφορά στους αστέρες που βλέπουμε παντού, επισημαίνει την φανταστική διάσταση και την απόσταση του τι φαίνεται, με το τι πραγματικά ισχύει, ωστόσο καμία αναφορά στη παραδοξότητα του σκοτεινού ουρανού.

Και ένας λόγος που μάλλον στο συγκεκριμένο βιβλίο δεν αναφέρεται ούτε στην αρχή, ούτε στη πορεία του το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού, είναι το γεγονός ότι δεν αποδέχεται ότι το Σύμπαν είναι άπειρον και πιο συγκεκριμένα στη σελίδα 18, στο κεφάλαιο 1 λέει: “Τὸ Σύμπαν δέν εἶναι οὔτε ἄμορφον, οὔτε ἄπειρον, ἀλλ’ ἔχει πέρατα”.

Ένα άλλο σημείο του σχολικού εγχειριδίου το οποίο θα μπορούσε να αναδείξει το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού είναι εκείνο, το οποίο αναφέρεται και εξηγεί την εναλλαγή ημέρας νύχτας. Αυτό συμβαίνει στη σελίδα 135 στην ενότητα με το τίτλο: “ΑΙ ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΓΗΣ”. Ειδικότερα στη παράγραφο 94 στο γ’ στο οποίο ερμηνεύει τη διαδοχή ημέρας- νύχτας ως αποτέλεσμα της περιστροφής της Γης.

“Αποτέλεσμα τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς εἶναι ἡ συνεχῆς διαδοχὴ τῆς ἡμέρας καὶ τῆς νυκτός, εἰς τοὺς διαφόρους τόπους. Διότι ἡ γῆ στρέφει πρὸς τὸν ἥλιον διαφορετικὸν ἡμισφαίριον, ἀνὰ πᾶσαν στιγμὴν, τὸ ὁποῖον φωτίζεται καὶ ἔχει ἡμέραν, διαχωρίζεται δὲ ἀπὸ ἄλλο ἡμισφαίριον, τὸ ὁποῖον δὲν φωτίζεται καὶ ἔχει νύκτα”.

Αυτό που μπορούμε να κατανοήσουμε είναι ότι δεν ήταν αρχικός σκοπός του συγγραφέα να ερμηνεύσει την εναλλαγή ημέρας- νύχτας, αλλά το αναφέρει ως απότοκο της κίνησης της Γης, μίας ερμηνείας που βλέπουμε να υφίσταται και σε όλα τα προηγούμενα σχολικά εγχειρίδια.

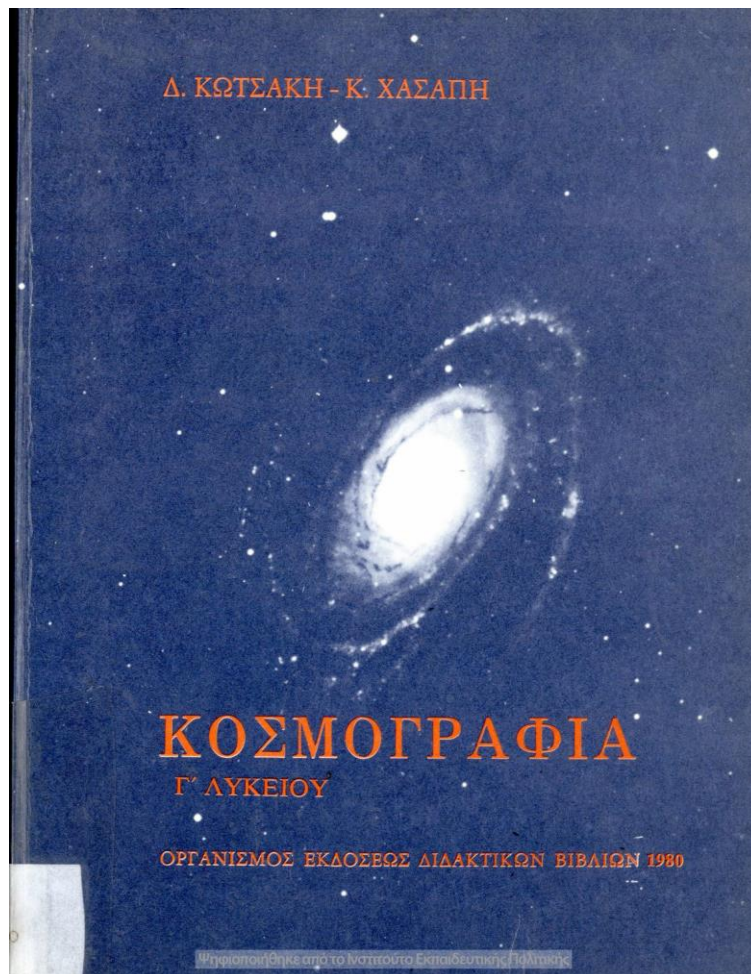
Αυτό που είναι αντιφατικό και μπορεί να θεωρηθεί παράδοξο στο συγκεκριμένο σχολικό εγχειρίδιο είναι ότι ενώ φαινόταν να μην αποδέχεται την έννοια της απειρίας μέσα στο Σύμπαν στη συνέχεια όταν βρίσκεται στο κεφάλαιο που διερευνά την ουράνια σφαίρα στη παράγραφο 113 αναφέρει: “Κέντρον τῆς σφαίρας ταύτης εἶναι τὸ κέντρον Κ τῆς γῆς (σχ.24) Ἐπειδὴ ὅμως ἡ ἀκτίς τῆς οὐρανοῦ σφαίρας δύναται νὰ θεωρηθῆ ὡς ἔχουσα ἄπειρον μῆκος, διὰ τοῦτο”.

Για το σχολικό εγχειρίδιο των Δ. Κωτσάκη και Κ. Χασάπη έχουμε να επισημάνουμε τα εξής: ενώ το σχολικό εγχειρίδιο φαίνεται να κινείται και να προσπαθεί να συμβαδίσει με τη νέα εποχή του διαστήματος, ενώ έχει σαφώς μεγαλύτερο όγκο δεδομένων, ενώ φαίνεται να προσπαθεί να μυήσει τους μαθητές στην Κοσμολογία, αφού δεν αναφέρει μόνο τεχνικά ζητήματα, αλλά έχει εισάγει και κεφάλαια πιο φιλοσοφικά, όπως αυτό της Κοσμογονίας, ωστόσο όσον αφορά στην πιο θεμέλια παρατήρηση που μπορεί να κάνει κάποιος ενώ στρέφει το βλέμμα του στον ουρανό, βλέπουμε να υπάρχει μια απλοϊκή εξήγηση.

Ενώ βρισκόμαστε στο δεύτερο μισό του 20^{ου} αιώνα, ενώ έχουν γίνει άλματα όσον αφορά την εξερεύνηση του διαστήματος, ενώ αιώνες πριν έχει διατυπωθεί το παράδοξο και έχει απασχολήσει την παγκόσμια επιστημονική κοινότητα, ενώ η έννοια της απειρίας εμφανίζεται μέσα στο βιβλίο -αν και στη μια περίπτωση απορρίπτεται ενώ στην άλλη

γίνεται αποδεκτή και χρησιμοποιείται για να γίνουν υπολογισμοί³²¹- η απάντηση στο ερώτημα γιατί ο ουρανός είναι σκοτεινός και η αντίφραση που προκύπτει δεν φαίνεται να απασχολεί τους συγγραφείς.

Η επόμενη έκδοση που βλέπουμε είναι αυτή του 1980³²², η οποία διαφοροποιείται από τη προηγούμενη, αφού μετά από 11 χρόνια έχει υποστεί αλλαγές. Αρχικά αλλάζει το εξώφυλλο στο οποίο αναγράφεται ότι απευθύνεται στη Γ' Λυκείου και πλέον απεικονίζεται ένας σπειροειδής γαλαξίας. Το βιβλίο είναι πιο μικρό καθώς, έχουν αλλάξει τη δομή των κεφαλαίων και έχει διαφορετικές διατυπώσεις ως προς την έκφραση. Η βασική του βέβαια ιδέα, η πληροφορία που δίνει είναι η ίδια.



Εικόνα: 5

³²¹ Το ότι υπάρχουν δυο διαφορετικές θέσεις μέσα στο σχολικό εγχειρίδιο αυτό ίσως μπορεί να αποδοθεί στη διαφορετική θεώρηση που ενδεχομένως έχουν οι δύο συγγραφείς του σχολικού εγχειριδίου.

³²² Υπάρχουν και άλλες ενδιάμεσες εκδόσεις από το αρχείο του ΙΕΠ, όπως αυτές του 1971,1974,1975,1976,1979,1981 τις οποίες δεν αναλύουμε διεξοδικά αφού είναι η επανάληψη της πρώτης έκδοσης και επιλέξαμε να αναλύσουμε αυτή του 1980 όπου έχει μεγάλη χρονική απόσταση οπότε έχουμε και τη πιο ολοκληρωμένη τελική μορφή.

Σε σχέση με τα αποσπάσματα που είχαμε επισημάνει στην έκδοση του 1969 και τα οποία συνδέονται με τη διατύπωση του παραδόξου, παρατηρήθηκε ότι ολόκληρη η πρώτη παράγραφος έχει παραλειφθεί η πρώτη επισήμανση στην εισαγωγή για την σκοτεινή νύχτα που παρατηρεί ο αναγνώστης μακριά από το φως της πόλης. Στη συνέχεια στη σελίδα 8 συνεχίζει όπως και στη προηγούμενη έκδοση να υποστηρίζει ότι το Σύμπαν δεν είναι άπειρο, αλλά πεπερασμένο.

Για τη διαδοχή ημέρας νύχτας βλέπουμε ότι γίνεται πάλι αναφορά στο κεφάλαιο που διερευνά τη Γη και συγκεκριμένα στην ενότητα με τίτλο: “Περιστροφή και περιφορά της γης” στη σελίδα 72. Πάλι αναφέρεται στην εναλλαγή ως αποτέλεσμα της περιστροφής της γύρω από τον άξονα της και γύρω από το Ήλιο, όμως σε αυτή την έκδοση είναι πολύ πιο απλά και λακωνικά δοσμένο :

*“Η γη στρέφεται γύρω από άξονα και τό επίπεδο της τροχιάς της γύρω από τον ήλιο 23° 27’.
Συμπληρώνει μία πλήρη περιστροφή σε 23 ώρ. 56 λ. και 4,091 δ., καθώς κινείται από τη Δύση
πρός την Ανατολή. Αποτέλεσμα της περιστροφής της γης είναι ή συνεχής διαδοχή της ημέρας
και της νύχτας σε διάφορους τόπους της”.*

Ούτε και σε αυτή την έκδοση του βιβλίου των Δ. Κωτσάκη-Κ. Χασάπη δεν εντοπίζεται κάποια αναφορά στο παράδοξο του σκοτεινού ουρανού, είτε σε κάποιο σημείο δεν γίνεται λόγος ή δεν δημιουργούνται οι συνθήκες για την ανάδειξή του.

Το επόμενο σχολικό εγχειρίδιο το οποίο φαίνεται ότι διανεμήθηκε στα σχολεία κατά τη περίοδο 1986-1998, ήταν αυτό του Γεωργίου Ι. Μπάνου³²³ με τον τίτλο: “Στοιχεία Αστρονομίας και Διαστημικής”. Από ότι μπορούμε να καταλάβουμε και από το τίτλο του σχολικού εγχειριδίου πρόκειται για μια νέα εποχή στα σχολικά εγχειρίδια του μαθήματος, πλέον της Αστρονομίας. Τη χαρακτηρίζουμε ως μια νέα εποχή, αφού πλέον το βιβλίο δεν φέρει στο τίτλο του τον όρο “Κοσμογραφία”³²⁴, αλλά πλέον λέγεται “Στοιχεία Αστρονομίας και Διαστημικής”, βάζοντας έτσι και τον όρο Διαστημική

³²³ Ο Γεώργιος Ι. Μπάνου είχε διατελέσει ερευνητής στο Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών και στο Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών. Ύστερα εξελέγη καθηγητής του τμήματος Φυσικής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων από όπου και αποχώρησε του 1989.

³²⁴ Όπως καταγράφει και το σχολικό εγχειρίδιο των Κωτσάκη- Χασάπη, στη σελίδα 5, η Κοσμογραφία είναι το σύνολο των στοιχειωδών γνώσεων της Αστρονομίας. Περιλαμβάνει τις βασικές γνώσεις της Αστρονομίας, χωρίς πολλούς μαθηματικούς τύπους.

τονίζοντας και διαμορφώνοντας τη βάση για τη συλλογική γνώση που αφορά στην προσπάθεια του ανθρώπου για εξερεύνηση του διαστήματος.

Το βιβλίο είναι πλέον γραμμένο σε πιο απλή γλώσσα, πιο κατανοητή, στη δημοτική χωρίς πολυτονικό σύστημα και στο εξώφυλλο υπάρχει μια εντυπωσιακή, ελκυστική, με χρώματα εικόνα, που δίνει πάλι στον αναγνώστη μια ιδιαίτερη οπτική, πάνω σε ένα τεχνητό δορυφόρο όπου από απόσταση παρατηρεί χρωματιστά νεφελώματα σε έναν έναστρο ουρανό. Από την αρχή, στον πρόλογο ακόμα λέει:

“Από τα πρώτα του βήματα πάνω στον πλανήτη μας, ο άνθρωπος έστρεψε το ανήσυχο βλέμμα του στον έναστρο ουρανό γεμάτος δέος κι ερωτήματα. Η ανατολή και η δύση του Ήλιου, οι φάσεις της Σελήνης, η εναλλαγή των εποχών, η κίνηση των άλλων πλανητών στον ουρανό, η εμφάνιση των κομητών και το συγκλονιστικό φαινόμενο των εκλείψεων, ήταν τα πρώτα ερεθίσματα για να αρχίσει τη συστηματική παρακολούθηση των ουράνιων σωμάτων”.

Ενώ λοιπόν από την αρχή βλέπουμε ότι ως ένα από τα θεμέλια και πρώτα ερωτήματα θεωρεί την ανατολή και δύση του Ηλίου και περιμένουμε στο βιβλίο να υπάρξει ερμηνεία για τη διαδοχή ημέρας και νύχτας, δεν βλέπουμε να κάνει καμία αναφορά σχετική. Ακόμη και στην ενότητα με τίτλο: “Κίνηση της Γης”, εκεί που τα προηγούμενα βιβλία αναφέρονταν στην εναλλαγή ημέρας-νύχτας ως απότοκο της περιστροφής της Γης γύρω από τον Ήλιο, δεν παρατηρήσαμε κάποια αντίστοιχη αναφορά. Το μόνο το οποίο φαίνεται να προσιδιάζει σε μια ανάλογη περιγραφή είναι στη σελίδα 36 όπου και αναφέρει: “Έτσι καθώς η Γη κινείται στην τροχιά της από μέρα σε μέρα, ένας παρατηρητής βλέπει διαφορετικές περιοχές του ουρανού κάθε νύχτα”. Καμία επίσης αναφορά δε γίνεται στην έννοια της απειρίας του Σύμπαντος και φυσικά καμία αναφορά στο παράδοξο του σκοτεινού ουρανού.

Το τελευταίο σχολικό βιβλίο το οποίο εκδόθηκε και μοιράστηκε στα σχολεία, αυτό με το οποίο και έπεσε η αυλαία για το μάθημα της Αστρονομίας ήταν αυτό της συγγραφικής ομάδας των Κ. Γαβρίλη, Μ. Μεταξά, Π. Νιάρχος και Κ. Παπαμιχάλη με τίτλο και πάλι “Στοιχεία Αστρονομίας και Διαστημικής”. Πρόκειται για ένα βιβλίο που γράφτηκε το 2008 και διδάχτηκε ως το 2013-2014 στη Β' Λυκείου ως μάθημα επιλογής. Το βιβλίο φαίνεται ότι καταργήθηκε κατά το σχολικό έτος 2014-2015 και είχε τον κωδικό 22-0121.



Εικόνα: 6

Το βιβλίο είναι χωρισμένο σε 9 κεφάλια και η δομή του είναι κλιμακωτή από τα πιο απλά στα πιο σύνθετα θέματα³²⁵, σε κάθε κεφάλαιο υπάρχουν ένθετα και πληθώρα εικόνων για να καταστήσουν την απόκτηση γνώσης και βαθιάς κατανόησης.

Το άξιο επισήμανσης στο συγκεκριμένο βιβλίο είναι ότι κανένα από τα 9 κεφάλαια δεν είναι αποκλειστικά αφιερωμένο στη Γη είτε στις κινήσεις της Γης, εκεί που στα προηγούμενα υπήρχε και η αναφορά στην εναλλαγή ημέρας- νύχτας. Υπάρχουν όμως κεφάλαια με το ηλιακό σύστημα, με τον Ήλιο, με τους αστέρες ή τους γαλαξίες. Ενώ το παράδοξο του Olbers δεν αναφέρεται πουθενά στο βιβλίο ούτε στα ένθετα ούτε στις εικόνες, που έχουν μπει ως πρόσθετη αλλά όχι προαπαιτούμενη γνώση, η αναφορά στη διαδοχή ημέρας-νύχτας έχει γίνει τουλάχιστον 3 φορές -είτε άμεσα, είτε έμμεσα-, χωρίς καμία προσπάθεια ερμηνείας. Αρχικά στο πρώτο κεφάλαιο και συγκεκριμένα στη σελίδα 10, όπου αναφέρει:

³²⁵ <http://digitalschool.minedu.gov.gr/modules/auth/opencourses.php?fc=23>

“Η ανατολή και η δύση του Ήλιου, οι φάσεις της σελήνης, η εναλλαγή των εποχών, η εμφάνιση των κομητών, οι εκλείψεις του Ήλιου και της Σελήνης, η κίνηση των πλανητών στον έναστρο ουρανό υπήρξαν μερικά από τα φαινόμενα που ώθησαν τον άνθρωπο στη συστηματική παρατήρηση του ουρανού”.

Είτε το διατυπώνει άμεσα στη σελίδα 16 στη προσπάθειά του να καταδείξει πως γεννήθηκε και εξελίχθηκε ένα επιστημονικό μοντέλο καταγράφει:

“Από την αρχή της εμφάνισής του στη Γη ο άνθρωπος παρατηρούσε και βίωνε τις μεταβολές του φυσικού περιβάλλοντος, μέσα στο οποίο αγωνιζόταν να επιβιώσει. Με το νου του ανέλυσε και ταξινομούσε καθετί που κατέγραφαν οι αισθήσεις του. Έτσι δεν άργησε να διαπιστώσει ότι πολλά φαινόμενα επαναλαμβάνονται περιοδικά, όπως, για παράδειγμα, η εναλλαγή ημέρας και νύχτας”.

Η τρίτη φορά είναι στη σελίδα 21 στην ενότητα με τίτλο: “ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΚΙΝΗΣΗ ΤΩΝ ΟΥΡΑΝΙΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ” όπου και ξεκινάει με την παρατήρηση: “Ο Ήλιος την ημέρα, η Σελήνη και οι αστέρες τη νύχτα είναι τα φωτεινά αντικείμενα που αιώνες τώρα βλέπουν οι άνθρωποι στον ουρανό”.

Καταληκτικά, ο ρόλος του σχολικού βιβλίου είναι να ανανεώσει τη γνώση, να την αποκωδικοποιήσει και να τη μεταδώσει στην επόμενη γενιά. Το κατά πόσον μπορεί να συνδεθεί με τη πραγματικότητα ή να έρθει σε ρήξη με αυτήν ανοίγοντας νέους δρόμους για τη κατάκτηση νέας γνώσης, στοχασμού, προσδιορισμού και αντίληψης μπορεί να αναδειχθεί εναργέστερα μέσα από ένα βιβλίο Κοσμογραφίας-Αστρονομίας. Μέσα από την ιστορία ενός σχολικού βιβλίου μπορεί ο ερευνητής να παρακολουθήσει όχι μόνο την αλλαγή της εκπαιδευτικής πολιτικής ή των κοινωνικοπολιτικών τάσεων, αλλά και την εξέλιξη των Επιστημών.

Το τι έχει επιλεγεί να παρουσιαστεί σε ένα σχολικό βιβλίο, με ποιο τρόπο έχει αυτό παρουσιαστεί και σε ποιο βαθμό, αποτελεί από μόνο του ένα σχόλιο σχετικό, αφού μέσα από αυτά εκφράζονται ιδεολογίες, μεταδίδονται ιδέες και διαμορφώνονται κοσμοαντιλήψεις.

Μέσα λοιπόν από την ιστορική αναδρομή στα σχολικά εγχειρίδια Κοσμογραφίας και ύστερα Στοιχείων Αστρονομίας και διαστημικής μπορούμε να καταλήξουμε στα εξής:

Α) Ο πυρήνας όλων των βιβλίων είναι ο ίδιος, οι θεματικές που όλα προσπαθούν να αναλύσουν και να διδάξουν είναι ανάλογες όπως: οι κινήσεις της Γης, τα χαρακτηριστικά

του Ήλιου, οι γαλαξίες, τα αστρονομικά όργανα. Βέβαια το κάθε βιβλίο εναρμονίζεται με την εποχή του και το κλίμα που το διέπει επηρεάζει τον τρόπο παρουσίασης τους.

Β) Σε όλα τα βιβλία βλέπουμε να γίνεται αναφορά στην εναλλαγή ημέρας-νύχτας, χωρίς όμως να είναι σε όλες τις περιπτώσεις σκοπός η ερμηνείας της. Είτε σε κάποιες περιπτώσεις όπως στο πρώτο βιβλίο που εξετάσαμε αυτό του Δ. Ζαλούχου, γίνεται έμμεσα προσπαθώντας να εξηγήσει κάποιο άλλο φαινόμενο (στη παρούσα περίπτωση ως αποτέλεσμα της απουσίας του λυκόφωτος), είτε όπως στο βιβλίο του Π.Σ. Κονδύλη ως μια παρατήρηση αρχική των αισθήσεων μας, είτε όπως συμβαίνει στο βιβλίο του Ν.Δ. Νικολάου όπου δεν έχουμε προσπάθεια ερμηνείας, αλλά απλού ορισμού της ημέρας και της νύχτας. Το μόνο βιβλίο με ξεκάθαρη ερμηνεία της εναλλαγής ημέρας-νύχτας είναι του Ν.Δ. Νικολάου σε μεταγενέστερη έκδοση, σε αυτή του 1951. Εκεί βλέπουμε να υπάρχει η προσπάθεια ερμηνείας, η οποία μάλιστα συνοδεύεται από το ανάλογο σχήμα.

Γ) Σε κανένα βιβλίο δε γίνεται αναφορά στο παράδοξο του Olbers ή αλλιώς του σκοτεινού ουρανού, σε κανένα δεν τονίζεται η αντίφαση.

Για να δημιουργηθεί το παράδοξο, για να σκοντάψουμε πάνω του χρειαζόμαστε τα εξής συστατικά:

1. Την απλή παρατήρηση για την εναλλαγή ημέρας-νύχτας.
2. Τη προσπάθεια ερμηνείας της.
3. Την απλοϊκή ερμηνεία ότι η περιστροφή της Γης γύρω από τον Ήλιο είναι υπεύθυνη.
4. Ένα άπειρο Σύμπαν, με άπειρους Ήλιους.

Την απλή παρατήρηση την είχαμε σε όλες τις περιπτώσεις σχολικών εγχειριδίων. Την προσπάθεια ερμηνείας την είχαμε -τουλάχιστον ξεκάθαρα- σε τουλάχιστον 1 περίπτωση, αυτή του Νικολάου, όπως και την απλοϊκή ερμηνεία της. Αυτό που έλειπε στα περισσότερα ήταν η έννοια της απειρίας, αν και αυτή υπήρχε σε αυτό του Αιγινήτη. Πως λοιπόν δεν αναδείχθηκε η αντίφαση μέσα στα σχολικά εγχειρίδια;

Και αν δεν ανέκυψε ως προϊόν λογικής διαδικασίας, γιατί όταν το παράδοξο ήταν τόσα χρόνια γνωστό από τη διεθνή βιβλιογραφία δεν εντάχθηκε μέσα στα σχολικά συγγράμματα και αν όχι στα προγενέστερα, γιατί ούτε καν στο τελευταίο που είχε και την ευκαιρία, όχι ίσως στον βασικό κορμό αλλά ίσως μέσα στα ένθετα που είχε; Όταν

μάλιστα πρόκειται για ένα από τα θεμελιώδη κοσμολογικά ερωτήματα, το οποίο έχει απασχολήσει τα πιο λαμπρά μυαλά της Επιστήμης διαχρονικά και ένα ερώτημα που ακόμη ταλανίζει αλλά και ελέγχει οποιαδήποτε νέα θεωρία παρουσιάζεται;

Ως προέκταση της παραπάνω συλλογιστικής, γιατί ένα θέμα όπως η εναλλαγή ημέρας-νύχτας, ένα ερώτημα από τα θεμελιώδη όταν ο άνθρωπος προσπαθεί να ερμηνεύσει το Κόσμο γύρω του δεν υφίσταται στα σχολικά βιβλία, τα οποία μάλιστα διαμορφώνουν την αντίληψη του κοινού, ένα ερώτημα που όπως οι Lelliott και Rollnick³²⁶ θεωρούν το ένα από τα πέντε θεμελιώδη ερωτήματα-έννοια της Αστρονομίας και όχι μόνο της Αστρονομίας, αλλά ενός φαινομένου όπου μπορεί και να αναδείξει τα στάδια της ανάπτυξης της κατανόησής τους, όπως ο Piaget είχε αναλύσει το 1929, στο βιβλίο του “The child’s conception of the world” αλλά και οι κ. Σ. Βοσνιάδου και W.F. Brewer μέσα από το “Mental models of the day/night cycle”³²⁷. Ειδικότερα όταν πρόκειται για ένα θέμα το οποίο οι έρευνητες των τελευταίων -τουλάχιστον 50 χρόνων- καταδεικνύουν τις ελλείψεις και τις παρανοήσεις των μαθητών³²⁸;

6.4 Πιθανές ερμηνείες παράλειψης του αινίγματος του σκοτεινού ουρανού

Στόχος είναι να διερευνήσουμε τις πιθανές αιτίες, για την έλλειψη ερμηνείας -ή έστω αναφοράς- του αινίγματος του σκοτεινού ουρανού από τα σχολικά βιβλία Κοσμογραφίας

³²⁶ Lelliott, A. & Rollnick, M. (2010). Big ideas: A review of astronomy education research 1974–2008. *International Journal of Science Education*, 32, (13), 1771-1799.

³²⁷ Vosniadou, S. & Brewer, W. F. (1994). Mental models of the day/night cycle. *Cognitive science*, 18, (1), 123-183.

³²⁸ Atwood, V. A. & Atwood, R. K. (1995). Preservice Elementary Teachers’ Conceptions of What Causes Night and Day. *School Science and Mathematics*, 95, 290.

ή στο:

Byrne, T. (2001). Tilt, Rock and Roll. Understanding the Day/Night Cycle. *Australian Science Teachers Journal*, 47, 12.

Η στο:

Dunlop, J. (2000). How Children Observe the Universe. *Publications of the Astronomical Society of Australia*, 17, 194.

Η στο:

Fleer, M. (1997). A Cross-Cultural Study of Rural Australian Aboriginal Children’s Understandings of Night and Day. *Research in Science Education*, 27, 101.

Η στο:

Danaia, L. & Mckinnon, D. (2007). Common Alternative Astronomical Conceptions Encountered in Junior Secondary Science Classes: Why Is This So? *Astronomy Education Review*, 6.

και Στοιχείων Αστρονομίας και Διαστημικής κατά τον 20ο και 21ο αιώνα. Ωστόσο, θα συνδέσουμε τη προβληματική και με την έλλειψη ερμηνείας εναλλαγής της ημέρας-νύχτας, αφού αυτό το ερώτημα συνιστά την αφετηρία της πορείας σκέψης που θα οδηγήσει στο παράδοξο του σκοτεινού ουρανού.

6.4.1 Έχει ήδη εξεταστεί

Μια πιθανή ερμηνεία είναι ότι η διαδοχή ημέρας-νύχτας έχει ήδη εξεταστεί σε προηγούμενες τάξεις και έχει ήδη αποκτηθεί ως γνώση. Από τη στιγμή που συνιστά την πιο απλή παρατήρηση με την οποία τα παιδιά έρχονται αντιμέτωπα στην προσπάθεια ερμηνείας τους του συστήματος τα οποία τα περιβάλλει, ίσως φαντάζει λογικό να έχει διερευνηθεί σε μικρότερες τάξεις.

Παράδειγμα μπορεί να αποτελέσει η περίπτωση του σχολικού εγχειριδίου Γεωγραφίας (Μαθαίνω τη Γη) που διδάσκεται στη ΣΤ' δημοτικού³²⁹. Στην α' ενότητα, στο κεφάλαιο το 4^ο με τίτλο: “Ο άξονας και η περιστροφή της Γης- Ημέρα και Νύχτα”, γίνεται προσπάθεια ερμηνείας της εναλλαγής με αφορμή πρώτα ένα ποίημα και ύστερα από ένα μικρό κείμενο και ένα σκίτσο οποίο το εξηγεί ως εξής:

“Ο Ήλιος φωτίζει τη Γη, όπως ο φακός στη διπλανή εικόνα φωτίζει την υδρόγειο σφαίρα. Επειδή η Γη είναι σχεδόν σφαιρική και περιστρέφεται γύρω από τον άξονά της, δεν φωτίζεται ολόκληρη την ίδια ώρα. Φωτίζεται μόνο η μισή, δηλαδή το μέρος που βρίσκεται απέναντι από τον Ήλιο. Το μέρος αυτό έχει ημέρα. Το άλλο μισό μέρος που δεν φωτίζεται έχει νύχτα”.

Εάν λάβουμε υπόψιν και τις βασικές αρχές του εποικοδομητισμού/κονστρουκτιβισμού, που εστίαζε στις Φυσικές Επιστήμες και χαίρει ευρείας αποδοχής, η κατανόηση του κόσμου επιτυγχάνεται με τη σύνθεση των νέων εμπειριών με αυτά που έχουν ήδη αποκτηθεί. Έτσι και σε αυτή τη περίπτωση, δεν υπάρχει λόγος να επανέλθουμε σε μια θεματική όταν αυτή έχει ήδη εξεταστεί σε μικρότερη τάξη. Η νέα γνώση που θα οικοδομηθεί σε αυτή θα προσαρμοστεί και θα λάβει υπόψιν τη προηγούμενη.

³²⁹ Κουτσόπουλος Κ. & Σωτηράκου, Μ. & Τασσόγλου, Μ. Γεωγραφία, Διόφαντος. Από τον διαδικτυακό ιστότοπο: http://ebooks.edu.gr/ebooks/v/html/8547/2272/Geografia_ST-Dimotikou_html-empl/index.html

6.4.2 Πολύ δύσκολο να αποδοθεί

Η δημιουργία ενός σχολικού βιβλίου είναι μια πολύ απαιτητική διαδικασία η οποία περιλαμβάνει ένα σύνολο από αποφάσεις που πρέπει να ληφθούν ώστε να θεωρηθεί ότι πέτυχε τον στόχο του και κατάφερε να μετασχηματίσει τη μαθησιακή γνώση, σε γνώση διδάξιμη για τα παιδιά³³⁰. Έτσι δεν αρκεί οι συγγραφείς να ξέρουν μόνο το γνωστικό αντικείμενο, αλλά και τη γνώση που ήδη κατέχουν οι μαθητές, το πως αυτή αποκτήθηκε, πώς μπορεί να οργανωθεί και να αποδοθεί η νέα γνώση ώστε να μην οδηγήσει σε παρανοήσεις.

Ενδεχομένως λοιπόν, οι συγγραφείς των ανάλογων σχολικών βιβλίων δεν θεωρούσαν ότι θα ήταν δόκιμο και ίσως αποδοτικό, να κάνουν αναφορά ή να διδάξουν το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού. Αφού για να εξηγηθεί ή απλώς και να επισημανθεί ο μαθητής ακόμη και των μεγαλύτερων τάξεων θα ήταν αναγκαίο να έρθει σε επαφή με έννοιες που δύσκολα θα γίνονταν αντιληπτές, όπως αυτή του απείρου ή ακόμη και τι ακριβώς σημαίνει η λέξη παράδοξο. Και αυτά τα δυο, απλά για να γίνει μια αναφορά, γιατί στη περίπτωση πραγματικής διδασκαλίας θα ήταν ένα πολύ απαιτητικό εγχείρημα που θα προϋπέθετε και πολύ καλές γνώσεις μαθηματικών αλλά και πολύ μεγάλη ανάλυση αν συζητούσαμε για τις πιθανές λύσεις ή τις φιλοσοφικές του προεκτάσεις.

6.4.3 Δεν συνδεόταν με τα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών

Το σχολικό βιβλίο συνδέεται άμεσα με το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών, αφού αυτό είναι που ορίζει το τι θα διδαχθεί, με ποιο τρόπο, για πόσο χρόνο και με ποια μορφή. Το σχολικό βιβλίο είναι το μέσο το οποίο θα ενσαρκώσει το πνεύμα και θα επιτευχθούν οι στόχοι που έχει θέσει το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών. Εάν λοιπόν μια πιθανή διδασκαλία του παραδόξου του σκοτεινού ουρανού δεν εναρμονίζεται, δεν καθρεφτίζεται στο Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών και στη φιλοσοφία που αυτό το διαπνέει τότε μπορεί να εξηγηθεί η παράλειψή του.

³³⁰ Φλουρής, Γ. (2000). *Αναλυτικά Προγράμματα για μια νέα εποχή στην εκπαίδευση*. Αθήνα: Γρηγόρη.

Βέβαια ιδιαίτερα για τα τελευταία τουλάχιστον 2 εγχειρίδια που εξετάσαμε, αποτελεί πραγματικά άξιο απορίας πως μπορεί να μην ανεδείκνυαν τα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών την ανάγκη διδασκαλίας της εναλλαγής ημέρας και νύχτας και του παραδόξου, όταν σύμφωνα και με τις υποδείξεις του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου³³¹ τα σχολικά βιβλία οφείλουν να συνδέονται με το ανθρωπιστικό χαρακτήρα της εκπαίδευσης λαμβάνοντας υπόψιν τη κοινωνικοποιητική λειτουργία του βιβλίου που αποτελούν φορείς ιδεολογικών αντιλήψεων.

6.4.4. Δεν υπήρχε στα προγενέστερα

Η μελέτη των σχολικών εγχειριδίων Κοσμογραφίας μας έδειξε ότι ανεξάρτητα από τη γλώσσα γραφής, από το υλικό, τις εικόνες ή τα σχήματα που τα συνόδευαν, ανεξάρτητα από τον τρόπο -άλλες φορές πιο τεχνικός, άλλες φορές πιο περιγραφικός- παρουσίασης της πραγματικότητας, η ύλη στο γενικό της πλαίσιο από το πρώτο βιβλίο μέχρι το τελευταίο ήταν ανάλογη. Έτσι λοιπόν αν δεν είχε επιλεγθεί κάποιο θέμα από την αρχή δύσκολο φαντάζει να έμπαινε αργότερα. Αφού σε κάθε περίπτωση το μάθημα υποτίθεται ότι είχε ως στόχο να διδάξει τις βασικές γνώσεις Αστρονομίας. Οι αξιοσημείωτες προσθήκες έρχονταν ύστερα από τα άλματα της Επιστήμης και ιδιαίτερα της διαστημικής, όπου τότε δημιουργήθηκαν ολόκληρα κεφάλαια ως μνεία για αυτή τη νέα εποχή που ξεκινούσε.

6.4.5 Δεν δίνει λύση αλλά δημιουργεί ένα πρόβλημα

Η εκπαίδευση είναι εκείνη που μεταλαμπαδεύει τη γνώση από γενιά σε γενιά. Κατά τον Rogers³³² η εκπαίδευση συνίσταται στη μεταφορά γνώσεων ή δεξιοτήτων η οποία πραγματοποιείται από ένα πομπό σε έναν δέκτη μέσω της διδασκαλίας σε συγκεκριμένα διδακτικά αντικείμενα, είναι συνεπώς μια πράξη επικοινωνίας.

Σε προηγούμενη ενότητα προσπαθήσαμε να παρουσιάσουμε τα ενδεχόμενα εκπαιδευτικά οφέλη που θα είχε η διδασκαλία της Κοσμολογίας και της Αστρονομίας. Βασικός στόχος είναι η απάντηση σε πρωταρχικά ερωτήματα, η γνώση που θα οδηγήσει

³³¹ Ανάκτηση από: http://www.pi-schools.gr/paideia_dialogos/prot_sxol_vivlia.pdf

³³² Rogers, A. (1999). *Η Εκπαίδευση ενηλίκων*. Αθήνα: Μεταίχμιο.

στη κατανόηση του κόσμου που περιβάλλει τον άνθρωπο, η δημιουργία αντίληψης και συνείδησης. Όλα αυτά θα επιτευχθούν μέσα από την απόπειρα του ανθρώπου να απαντήσει σε ερωτήματα, όπως ποια είναι η θέση μας μέσα στο Σύμπαν, πως δημιουργήθηκε ο Κόσμος μέσα στον οποίο εντασσόμαστε. Τι γίνεται όμως όταν επιστρέφουμε στο σωκρατικό “ἔν οἶδα, ὄτι οὐδὲν οἶδα”. Τι γίνεται και ποια ήταν η στάση της εκπαιδευτικής πολιτικής απέναντι σε ερωτήματα ή σε θεματικές που δεν δίνουν απαντήσεις, αλλά δημιουργούν νέα ερωτήματα που δεν μπορούν να απαντηθούν ή παραμένουν αινίγματα;

Μια πιθανή εξήγηση για την απουσία του παραδόξου του σκοτεινού ουρανού, το οποίο δεν αναφέρεται μέσα στα σχολικά βιβλία, μπορεί να δοθεί αν αναλογιστούμε το πλαίσιο μέσα στο οποίο οικοδομούνταν η γνώση και κατ’ επέκταση τα σχολικά βιβλία. Πιο συγκεκριμένα όταν τα Αναλυτικά Προγράμματα της Ελλάδας δεν είχαν επηρεαστεί από τις ιδέες της σύγχρονης παιδαγωγικής, όταν η μαθησιακή διαδικασία ήταν δασκαλοκεντρική και ο δάσκαλος λειτουργούσε ως αυθεντία φαντάζει λογικό να μην αναφέρονται ή αναλύονται θέματα στα οποία δεν μπορεί να δώσει απάντηση ο πομπός.

Έτσι το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού δεν δίνει μια απάντηση σε ένα ερώτημα, αλλά αντιθέτως μπορεί να αποτελέσει την αφετηρία για περαιτέρω προβληματισμό και για μια ενδεχόμενη ανασφάλεια του διδασκόμενου για τα όσα ήδη γνωρίζει.

6.4.6. Ρήξη και εννοιολογική αλλαγή

Το πως μαθαίνουν οι μαθητές είναι ένα αντικείμενο που απασχολεί ιδιαίτερα τη γνωστική ψυχολογία. Στη προσπάθειά της η κ. Βοσνιαδού να αναδείξει τον τρόπο διατύπωσε 12 βασικές αρχές³³³, που οφείλουν να λάβουν υπόψιν όσοι σχεδιάζουν τα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών και τους τρόπους διδασκαλίας προκειμένου να ανταποκρίνονται στα νέα δεδομένα. Δίνει έμφαση α) στη σύνδεση των πληροφοριών με τις προϋπάρχουσες γνώσεις και β) στην αναδόμηση της προ υπάρχουσας γνώσης.

Φυσικά ό,τι νέο μαθαίνουμε συνδέεται/ στηρίζεται σε προϋπάρχουσα γνώση και για να δομηθεί η νέα γνώση πρέπει να ενεργοποιήσουμε αυτή που υπάρχει ήδη, να υπάρξει

³³³ Βοσνιαδού, Σ. (2001). Πως μαθαίνουν οι μαθητές. Η παρούσα δημοσίευση πραγματοποιήθηκε το 2001 από τη Διεθνή Ακαδημία της Εκπαίδευσης (ΔΑΕ), Palais des Academies, 1, rue Ducale, 1000 Βρυξέλλες, Βέλγιο, και το Διεθνές Γραφείο της Εκπαίδευσης (ΔΓΕ), P.O.Box199, 1211 Geneva 20, Ελβετία. Ανακτήθηκε από: <https://www.pdv.org.gr/img/Howstudentslearn.pdf>

μια σύνδεση. Συνεπώς είναι λογικό σε ορισμένες περιπτώσεις η προϋπάρχουσα γνώση να αποτελέσει πρόσκομμα στην απόκτηση νέας ή να οδηγήσει σε παρανοήσεις. Σύμφωνα με τον Kolb³³⁴, η γνώση προκύπτει από το συνδυασμό αντίληψης, εμπειρίας και μεταβολής τους. Αυτό ακριβώς τον κύκλο ακολουθεί και το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού. Η αντίληψη που έχει το παιδί για τη διαδοχή ημέρας-νύχτας, η εμπειρία του μέσα από τη παρατήρηση, η εξέταση των αποτελεσμάτων των παρατηρήσεων και ύστερα περαιτέρω διαδικασία επεξεργασίας. Όλο αυτό δημιουργεί μια διαδικασία ανατροφοδότησης.

Το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού είναι ένα ευαίσθητο θέμα και το χαρακτηρίζουμε ως ευαίσθητο γιατί οι προϋπάρχουσες γνώσεις θα έρθουν σε ρήξη με τη νέα γνώση που θα αποκτηθεί οδηγώντας αναπόφευκτα στην εννοιολογική αλλαγή. Αυτή η εννοιολογική αλλαγή ίσως είναι ο λόγος που το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού δεν εντάχθηκε σε κανένα σχολικό εγχειρίδιο, ούτε στα πιο πρόσφατα.

Ως τρόπος μάθησης η εννοιολογική αλλαγή προέκυψε ως απάντηση στις παρανοήσεις των μαθητών, στις λανθασμένες αντιλήψεις που ήταν σταθερές και δύσκολο να μετασχηματιστούν. Αντίστοιχα το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού είναι δύσκολο για έναν ενήλικα, πόσο μάλλον για έναν μαθητή, αφού για να το εξηγήσουμε θα πρέπει να έρθουμε σε σύγκριση με τη βασική εξήγηση που έχουν οι περισσότεροι για την εναλλαγή ημέρας και νύχτας, ότι για αυτή ευθύνεται η περιστροφή της Γης γύρω από τον Ήλιο.

Έτσι για να αντικατασταθεί μια λανθασμένη αντίληψη θα πρέπει να ικανοποιούνται τέσσερις συνθήκες σύμφωνα με τον Posner³³⁵ και του συνεργάτες του: α) οι μαθητές να δυσανασχετήσουν με αυτό που ήδη γνωρίζουν (γνωστική σύγκριση) β) η νέα γνώση να είναι κατανοητή γ) η νέα γνώση να φαντάζει εύλογη και αληθοφανής και δ) να είναι αποδοτική και να λύνει προβλήματα.

Συνεπώς το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού έρχεται σε γνωστική σύγκριση σίγουρα και από εκεί και πέρα χρειάζεται μια πολύ σύνθετη οργάνωση και ευέλικτους εκπαιδευτικούς χειρισμούς για να φτάσει να λύσει προβλήματα και όχι να δημιουργήσει νέα.

³³⁴ Kolb, D. (1984). *Experiential Learning: Experience as the source of learning and development*. New Jersey: Prentice Hall.

³³⁵ Posner, G.J. et al. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change, *Science Education*, 66, 221-227.

6.4.7. Δεν ήταν γνωστό

Για το τέλος αφήσαμε την πιο ίσως απλοϊκή εκδοχή, αυτή της άγνοιας των ιδίων των συγγραφέων για το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού. Όπως εξετάσαμε και σε προηγούμενο κεφάλαιο της παρούσας διατριβής, ακόμη και το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού έχει πέσει θύμα της αμέλειας ή της άγνοιας ή της ίδιας της δημοφιλίας του. Το παράδοξο έχει λανθασμένα παγιωθεί στη διεθνή βιβλιογραφία ως παράδοξο του Olbers, ενώ χρόνια πριν τον Olbers είχε διατυπωθεί από άλλους ανθρώπους του πνεύματος.

Μήπως λοιπόν και οι ίδιοι οι συγγραφείς, αναφερόμαστε κυρίως σε εκείνους του 20^{ου} αιώνα, δεν γνώριζαν ή δεν αποδέχονταν την ύπαρξη του παραδόξου γιατί δεν αποδέχονταν ως πούμε τις αναγκαίες συνθήκες για την γέννησή του όπως την ύπαρξη ενός Σύμπαντος που χαρακτηρίζεται από την απειρία του;

Ολοκληρώνοντας το έκτο κεφάλαιο και την έρευνα σχετικά με την αναφορά ή και ανάλυση του παραδόξου του σκοτεινού ουρανού στα σχολικά εγχειρίδια του 19^{ου} και του 20^{ου} αιώνα στην Ελλάδα, διαπιστώθηκε ότι αυτό δεν υπήρχε ούτε ως απλή αναφορά σε αυτά. Η παράλειψή του μπορεί να έχει διαφορετικές ερμηνευτικές προσεγγίσεις. Στο κεφάλαιο που έπεται θα προσπαθήσουμε να θέσουμε το θεωρητικό πλαίσιο για την εισαγωγή του στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση και τη συνεπακόλουθη γνωριμία του με τον μαθητικό κόσμο.

ΜΕΡΟΣ: Δ

Η εκπαιδευτική πρόταση

Στο τέταρτο μέρος το παράδοξο του Olbers συνδέεται με την εκπαιδευτική πραγματικότητα. Προτείνουμε τη θεσμοθέτηση μιας “Ημέρας Αστρονομίας” που θα έχει ως θέμα προς διαπραγμάτευση το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού. Αφού αναλυθούν οι θεωρητικοί πυλώνες της εκπαιδευτικής πρότασης στη συνέχεια θα προτείνουμε διάφορες εκπαιδευτικές δραστηριότητες για τη δημιουργία μιας ευέλικτης διδακτικής παρέμβασης που θα κληθεί να πληρώσει ποικίλους στόχους.

Κεφάλαιο: 7

Το θεωρητικό πλαίσιο της πρότασης

Στόχοι κεφαλαίου:

- ✓ Να θέσουμε τα όρια της εκπαιδευτικής πρότασης (γιατί η θεσμοθέτηση μιας “Ημέρας Αστρονομίας”, σε ποια τάξη θα εισαχθεί και για ποιους λόγους η “Ημέρα Αστρονομίας” με θέμα της το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού).
- ✓ Να ορίσουμε το θεωρητικό πλαίσιο που θα αποτελέσει τους πυλώνες της εκπαιδευτικής πρότασης, από ποιες αρχές θα διέπετε και ποιοι θα είναι οι στόχοι της.

7.0 Μια εκπαιδευτική πρόταση: Το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού

Η εισαγωγή και ανάδειξη του παραδόξου του Olbers μέσα στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα, είναι από μόνο του μια πολύ απαιτητική και συνάμα προκλητική ίσως πρόταση. Προκλητική μπορεί να χαρακτηριστεί, αφού θα αναδειχθεί ένα κενό, μια αδυναμία της Επιστήμης να δώσει απαντήσεις σε θεμελιώδη ερωτήματα. Ιδιαίτερα όταν η εκπαίδευση -και ιδιαίτερα η εκπαιδευτική διαδικασία- παραδοσιακά έχει ως στόχο της να δίνει απαντήσεις σε ερωτήματα και όχι να τα θέτει. Όταν διερευνά το τί και όχι το πώς και το γιατί. Προκλητική θα μπορούσε να χαρακτηριστεί για έναν ακόμη λόγο, γιατί αν προσπαθήσουμε να διερευνήσουμε το παράδοξο ιστορικά, θα προβληθούν και οι αδυναμίες, τα τρωτά σημεία της επιστημονικής μεθόδου και των συμπαρομαρτούντων τους³³⁶.

³³⁶ Αναφερόμαστε στις αστοχίες σε σχέση με το όνομα και την αμέλεια κάποιων ιστορικών της Επιστήμης να αποδώσουν, βεβιασμένα την διατύπωση του παραδόξου σε διαφορετικά πρόσωπα. 38. Jaki, S.L. (1969). The paradox of Olbers' paradox: A case history of scientific thought. New York: Herder and Herder.

Θα μπορούσε να θεωρηθεί απαιτητικό εγχείρημα, αφού θα χρειαστεί να συντονιστούν και φυσικά να ληφθούν υπόψιν πολλές και διαφορετικές παράμετροι για την επιτυχία της εκπαιδευτικής πρότασης, όπως η προγενέστερη γνώση των μαθητών, τα μέσα που θα έχουν στη διάθεση τους οι διδάσκοντες, η οργάνωση και η πρόσβαση σε πολλαπλές πηγές γνώσης, καθώς και η διάθεση εις μέρους των ιθυνόντων για μια τέτοια προσπάθεια η οποία σε κάθε περίπτωση θα υπαγορεύεται από τη συνειδητοποίηση των πολυεπίπεδων ωφελειών που θα είχε ένα τέτοιο εγχείρημα.

Συνάμα απαιτητικό μπορεί να θεωρηθεί για έναν, ίσως ακόμη πιο βασικό λόγο από τους τεχνικούς, πιο απτούς περιορισμούς που αναφέρθηκαν προηγουμένως. Γιατί θα πρέπει να αναστοχαστούμε και να επαναξιολογήσουμε τον τρόπο με τον οποίο διδάσκονται οι Φυσικές Επιστήμες στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Δυστυχώς η απόκτηση γνώσης στο σχολείο, η σπουδή των Φυσικών Επιστημών πιο συγκεκριμένα, θα έπρεπε να συνδέεται με τη παρατήρηση, με το έναυσμα που τους δίνει το περιβάλλον τους για να αναζητήσουν ερμηνείες, να ερευνήσουν, να στοχαστούν, να δημιουργήσουν το δικό τους σύστημα παρατήρησης, το δικό τους κοσμοείδωλο και ίσως μετά να χρειαστεί να το αμφισβητήσουν και να χρειαστεί να ανατροφοδοτήσουν την όλη διαδικασία με καινούργια αποτελέσματα και νέες αναζητήσεις. Εντούτοις το σχολείο παρουσιάζει και προσεγγίζει διαφορετικά τη γνώση, μέσα από ένα σύνολο απαντήσεων, χωρίς καν να έχουν τεθεί οι ερωτήσεις. Εκεί λοιπόν αποτυγχάνει η εκπαιδευτική διαδικασία να εκπληρώσει τους στόχους, να επιτύχει τα προσδοκώμενα αποτελέσματα και ο διδασκόμενος να μην την εμπεδώνει πραγματικά.

Ο τρόπος με τον οποίο θα αποπειραθούμε να προσεγγίσουμε την γνώση της Αστρονομίας και της Κοσμολογίας, μπορεί να αποτελέσει την ασφαλιστική διλιδα με την οποία θα έχουμε επιτύχει τους περισσότερους εκπαιδευτικούς στόχους. Πρέπει να αποφευχθεί το παραδοσιακό μοντέλο εκπαίδευσης το οποίο αντιμετωπίζει τη γνώση ως ένα εκπαιδευτικό κεφάλαιο το οποίο οφείλει ο διδάσκων να μεταβιβάσει στον διδάσκοντα, στηριζόμενος στο βιβλίο, στη διάλεξη, στην αφήγηση και στην “ex cathedra” διδασκαλία. Θα πρέπει η γνώση με την οποία θα έρθει σε επαφή ο μαθητής να προκύψει ως φυσική ανάγκη, ύστερα από την παρατήρησή του και τη προσπάθεια ερμηνείας του Κόσμου που τον περιβάλλει, θα πρέπει να διαπνέεται από τις αρχές της ανακαλυπτικής μεθόδου και του εποικοδομητισμού και θα στοχεύει στη διαθεματική προσέγγιση της γνώσης και στον επιστημονικό γραμματισμό με έμφαση στην Ιστορία του παραδόξου και μια πιο ολιστική ίσως προσέγγιση, αυτήν της STEAM.

Θέτοντας αυτούς ως πυλώνες της εκπαιδευτικής μας πρότασης, όταν η γνώση ανακαλύπτεται, παράγεται, όταν αυτενεργείς, συσχετίζεις και δημιουργείς νέες προβληματικές, τότε η διδασκαλία της λειτουργεί ως ένα εξελισσόμενο πλαίσιο παραγωγής γνώσης, που όμως έχει άλλες απαιτήσεις για να εφαρμοστεί και να είναι αποδοτικό. Κατ' αυτόν τον τρόπο όμως συνδέεται η Επιστήμη με τη κοινωνία, με τη ίδια τη ζωή, αναδεικνύοντας την κοινωνική της διάσταση.

Έτσι, η πρόταση να εισαχθεί το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού προϋποθέτει μια σημαντική υπερπήδηση εμποδίου. Θα πρέπει να παρουσιαστεί μέσα σε ένα εντελώς διαφορετικό πλαίσιο από τα παραδοσιακά και μέσα σε ένα εντελώς νέο εκπαιδευτικό κλίμα, για να επιτύχει τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα. Η αρχική σκέψη, να δημιουργηθεί ένα κεφάλαιο -ενδεχομένως με εργασίες και άλλες δραστηριότητες-, το οποίο θα έφερνε σε επαφή τα παιδιά με το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού φαίνεται ίσως άκαιρο, ανέφικτο και κατώτερο των περιστάσεων, αφού δεν διδάσκεται αυτή τη στιγμή το μάθημα της Αστρονομίας, αλλά και χωρίς να μπορεί να αναδειχθεί σε καμία περίπτωση η εκπαιδευτική αξία του αν αυτό δεν συνδεθεί και δεν προσεγγιστεί όπως του αρμόζει.

Αυτό που θα προτείνουμε λοιπόν είναι μια “Ημέρα Αστρονομίας” μέσα στο σχολείο. Αφού η Αστρονομία είναι μια Επιστήμη που δυστυχώς έχει πάψει να βρίσκεται στα Αναλυτικά Προγράμματα της Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, θεωρούμε ότι θα μπορούσε να αποτελέσει το εφαλτήριο για πολλές δράσεις με πολλαπλά εκπαιδευτικά οφέλη. Ειδικότερα, θα μπορούσε να έχει την κάθε χρονιά ένα διαφορετικό θέμα η “Ημέρα Αστρονομίας”, το οποίο θα είναι προσαρμοσμένο στις ανάγκες της κάθε βαθμίδας. Ωστόσο η συγκεκριμένη διδακτική πρόταση θα έχει ως θέμα της “Το Παράδοξο του Σκοτεινού ουρανού” και θα εστιάσει στον προγραμματισμό μια τέτοιας μέρας στη Β' Λυκείου.

7.1 Γιατί “Ημέρα Αστρονομίας”;

Μια “Ημέρα Αστρονομίας” συνιστά μια εμπειρία για τον εκπαιδευόμενο. Ξεφεύγει από τη σχολική ρουτίνα και ο εορτασμός της μπορεί να έχει πολλαπλά οφέλη και άμεσα, αλλά και μακροπρόθεσμα. Μέσα από μια “Ημέρα Αστρονομίας” δίνεται μεγαλύτερη ευχέρεια για πολλαπλές δράσεις και για τη δημιουργία μιας μέρας -και γιατί όχι ακόμη και νύχτας- που μπορεί να αλλάξει τη ζωή, τις επιλογές, την αντίληψη πολλών μαθητών. Μια ημέρα που μπορεί

να εμπνεύσει, που μπορεί να ευαισθητοποιήσει, να ενεργοποιήσει, να αφυπνίσει το παιδί που εντάσσεται στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα και δεν έχει καμία εμπειρία από το διδακτικό αντικείμενο της Αστρονομίας, πόσο μάλλον της Κοσμολογίας, που πολύ πιθανό να μην έχει ξανασυναντήσει τη λέξη ούτε ως ειδικό όρο.

Στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα, η λέξη εορτασμός³³⁷ συνδεόταν μέχρι πολύ πρόσφατα με τους εορτασμούς των εθνικών επετείων, ενώ τα τελευταία χρόνια έχουν αρχίσει και εορτάζονται ημέρες όπως η “Πανελλήνια Ημέρα Σχολικού Αθλητισμού” ή “Πανελλήνια Σχολική Ημέρα κατά της Βίας και του Σχολικού εκφοβισμού”, οι οποίες όμως και αυτές δεν είναι ιδιαίτερα οργανωμένες και ίσως χάνονται κάτω από το πιεστικό Πρόγραμμα της εκάστοτε σχολικής μονάδας³³⁸. Η αξία των γιορτών μέσα στο σχολείο είναι αδιαπραγμάτευτη, αφού γεννούν στους μαθητές θετικά συναισθήματα, ενισχύουν την αγάπη των παιδιών προς το σχολείο, ωθούν στην αυτενέργεια, στη δράση, βοηθούν στην ανακάλυψη νέων ταλέντων, αλλά και στην ανάπτυξη της συνεργατικότητας ή της επαφής του σχολείου με την οικογένεια³³⁹.

Μια “Ημέρα Αστρονομίας”, υπό τη σκέπη του σχολείου, μια γιορτή Αστρονομίας, μπορεί να αποτελέσει τη κορωνίδα της εκπαιδευτικής διαδικασίας και φυσικά συνιστά βοηθητικό παιδαγωγικό και ψυχοδιαγνωστικό μέσο³⁴⁰. Για την οργάνωση μιας σχολικής γιορτής απαιτείται η εφαρμογή της γνώσης από το σύνολο των μαθημάτων που έχουν ήδη διδαχθεί τα παιδιά.

Μέσα από τις σχολικές γιορτές ή τις αντίστοιχες δράσεις, όπως είναι η θεσμοθέτηση μιας Πανελλήνιας Σχολικής Ημέρας, θα μπορούσε να διερευνηθεί ποιες είναι οι αξίες που προσπαθεί να μεταγγίσει το εκπαιδευτικό σύστημα, το οποίο και αυτό με τη σειρά του υπαγορεύεται από το πολιτικό σύστημα. Κοντολογίς, η εξέλιξη των σχολικών γιορτών οι ημέρες που διατίθενται για τον σχολικό εορτασμό καθρεφτίζουν τα χαρακτηριστικά και τα ιδεώδη που το κάθε κοινωνικό σύστημα θέλει να προωθήσει.

³³⁷ Δεν αναφερόμαστε στην έννοια εορτασμός με την σύνδεση που μπορεί να γίνει με τις σχολικές γιορτές που στόχο έχουν να τονώσουν την εθνική συνείδηση και που υπάρχει ενδεχομένως η ανάλογη σημειολογία, και έχει ίσως ιδεολογικό υπόβαθρο. Την αναφέρουμε ως γιορτή, αφού θέλουμε να διενεργηθεί μέσα σε ένα κλίμα χαράς, να ξεφεύγει από τις τυποποιημένες και ανούσιες ημέρες εορτασμών ή πανελλήνιων σχολικών ημερών. Να γίνεται μέσα στο κατάλληλο εκπαιδευτικό κλίμα που θα ωθήσει τα παιδιά στην κατανόηση, στη διερεύνηση, στους συσχετισμούς.

³³⁸ Σύμφωνα με την ανάλογη εγκύκλιο που γνωστοποιήθηκε στις σχολικές μονάδες, με σύνθημα Αγαπώ την Άθληση- Αγαπώ την υγεία μου, τα παιδιά προκειμένου να ενεργοποιηθούν για τα ευεργετικά οφέλη της διατροφής και της άθλησης, είχαν τις 2 επιλογές α) είτε αερόβιες κινητικές δραστηριότητες, είτε β)ομαδικά-ατομικά αθλήματα https://www.esos.gr/sites/default/files/articleslegacy/6i_panellinia_eyropaiki_imer_a_scholiky_athlitismoy_2019.pdf.

³³⁹ Χαραλαμπόπουλος, Γ. (1984, σ. 286). *Θεωρία της Παιδείας: Γενική παιδαγωγική*. Αθήνα.

³⁴⁰ Γεωργούλης, Κ.Δ. (1974). *Γενική Διδακτική*. Αθήνα: Παπαδήμας.

Μάλιστα μέσα από τη διατριβή της κ. Γκόλια³⁴¹, οι σχολικές γιορτές μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε:

- Α) Σχολικές γιορτές με ιστορικά και εθνικά συμφραζόμενα.
- Β) Σχολικές γιορτές με πολιτειακά σημαίνοντα (αφορούν το πολίτευμα, τους θεσμούς, π.χ. ημέρες πένθους για τον θάνατο του Ιωάννη Μεταξά).
- Γ) Σχολικές γιορτές με κοινωνικές παραμέτρους (προάγουν ιδέες, αξίες, πρότυπα, όπως μητέρα, τα άτομα με ειδικές ανάγκες, οι ηλικιωμένοι κ.λπ.).
- Δ) Σχολικές γιορτές με πολιτισμικό περιεχόμενο (π.χ. Διεθνής Ημέρα Μουσείων)
- Ε) Σχολικές γιορτές με περιβαλλοντική διάσταση (που στοχεύουν στην περιβαλλοντική, οικολογική αγωγή).
- ΣΤ) Σχολικές γιορτές με θρησκευτικό περιεχόμενο (π.χ. η γιορτή των Τριών Ιεραρχών).

Μια “Ημέρα Αστρονομίας” μπορεί και συνδυάζει το σύνολο των παραπάνω γιορτών (ή έστω τη πλειονότητά τους), εάν μάλιστα στα πλαίσιά της υπάρχει κάθε χρονιά ή σε διαφορετικές βαθμίδες διαφορετικό θέμα. Έτσι θα μπορούσε να ενταχθεί στις σχολικές γιορτές με ιστορικά και εθνικά σημαίνοντα, όπως είναι η συμβολή της ελληνικής διανόησης στην εξέλιξη της Αστρονομίας, στις γιορτές με κοινωνικές παραμέτρους προωθώντας αξίες όπως αυτή της αειφορίας και της αέναης προσπάθειας του ανθρώπου και φυσικά θα μπορούσε να ενταχθεί στις γιορτές με πολιτισμικό περιεχόμενο ή δίνοντας μια περιβαλλοντική διάσταση.

Δεν θα πρέπει να παραβλέψουμε ωστόσο πόσο σημαντικό είναι τα παιδιά να προετοιμάζονται και να νιώθουν ότι είναι μέλη μια παγκόσμιας κοινότητας. Για τη συμμετοχή τους και τη σύνδεσή τους με αυτή την ολότητα είναι απαραίτητο να υπάρξουν κοινά βιώματα και ανάλογες εμπειρίες. Έτσι μέσα από μια “Ημέρα Αστρονομίας” θα δημιουργηθεί ένα κοινό σημείο αναφοράς, ένας τρόπος σύνδεσης, μια κοινή εμπειρία, μιας και οι αντίστοιχες μέρες στο εξωτερικό είναι ήδη θεσμοθετημένες εδώ και πολλά χρόνια.

Πολλά σχολεία παγκοσμίως συμμετέχουν σε δράσεις και γιορτάζουν τη Παγκόσμια “Ημέρα Αστρονομίας”, είτε με την επίσκεψή τους σε πλανητάρια, συμμετέχοντας και διοργανώνοντας “workshops”, είτε σε κοινές δράσεις με άλλα σχολεία είτε με αστρονομικές οργανώσεις και λέσχες. Μια τέτοια δραστηριοποίηση έχει ως στόχο να

³⁴¹ Γκόλια, Π. (2006). Εθνική και Πολιτική διαπαιδαγώγηση στο ελληνικό δημοτικό σχολείο: ο ρόλος των σχολικών γιορτών. (Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, Ελλάδα). Ανακτήθηκε από <https://www.didaktorika.gr/eadd/handle/10442/14405>.

ευαισθητοποιήσει τα παιδιά και να τα ενεργοποιήσει, φέρνοντάς τα σε επαφή με το Σύμπαν που τα περιβάλλει, όπως ανάλογη ήταν και η θεσμοθέτηση της Παγκόσμιας Ημέρας Αστρονομίας που καθιερώθηκε το 1973, από τον Doug Berger, πρόεδρο της Αστρονομικής Ένωσης νότιας Καλιφόρνιας. Στη προσπάθειά του και εκείνος να φέρει τα άστρα κοντά στον άνθρωπο, εγκατέστησε τηλεσκόπια σε διάφορα σημεία ώστε όποιος περνάει να μπορεί να στρέψει το βλέμμα του προς τον ουρανό.

Μια “Ημέρα Αστρονομίας” και όχι κάτι μικρότερο, όχι κάτι λιγότερο έχει 2 βασικούς πυλώνες για να υποστηριχθεί:

Α) Δίνει τη δυνατότητα για περισσότερους και βιωματικούς τρόπους προσέγγισης της γνώσης, που δεν θα είναι αποσπασματική, αλλά θα δημιουργεί από μόνη της μια εμπειρία, ένα σημείο αναφοράς αυθυπόστατο, πού δεν θα πλατειάζει με τις αντίστοιχες δράσεις. Όπως αναφέρεται και σε ανάλογο ΦΕΚ για τις σχολικές δράσεις στο πλαίσιο της σχολικής ζωής³⁴², όταν αυτές είναι κατάλληλα σχεδιασμένες και προγραμματισμένες συμπληρώνουν το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών. Ειδικότερα:

“Έχουν διεπιστημονικό, βιωματικό χαρακτήρα και ενθαρρύνουν τη διερεύνηση. Αποσκοπούν στον εμπλουτισμό του περιεχομένου των προγραμμάτων Σπουδών, στην ανάπτυξη των ικανοτήτων και δεξιοτήτων, στην αισθητική καλλιέργεια στην έκφραση της δημιουργικότητας, στη συνεργατικότητα, στην ανάπτυξη της αυτονομίας και της υπευθυνότητας και στην ευαισθητοποίηση σε θέματα που αφορούν το φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον”.

Όλα τα παραπάνω -και περισσότερα- μπορούν να επιτευχθούν με τη διοργάνωση μιας “Ημέρας Αστρονομίας” και ιδιαίτερα μια μέρα που θα έχει ως άξονά της το Παράδοξο του Σκοτεινού ουρανού. Όλοι αυτοί είναι στόχοι που αφορούν τους διδασκόμενους και τα άμεσα εκπαιδευτικά οφέλη.

Β) Ο δεύτερος πυλώνας ξεπερνά τα εκπαιδευτικά οφέλη που στοχεύουν στη ανάπτυξη του διδασκόμενου και προσανατολίζεται στα οφέλη που μπορεί να έχει στο ίδιο το σχολείο και στη σύνδεση του με τον κοινωνικό ιστό. Οι δράσεις που λαμβάνουν χώρα μέσα σε τέτοιες γιορτές και θεματικές ημέρες μπορούν να οδηγήσουν στον μετασχηματισμό του θεσμού του σχολείου. Το σχολείο μπορεί να ανοίξει προς τη κοινότητα και να αναδειχθεί σε οργανισμό παραγωγής γνώσης και μάθησης, ώστε να καταφέρει ο αυριανός πολίτης να προσαρμόζεται και να είναι σε θέση να ανταποκριθεί

³⁴² ΦΕΚ 79/ Α’/ 01-08-2017.

σε ένα συνεχώς μεταβαλλόμενο περιβάλλον. Πιο συγκεκριμένα, όπως ορίζονται και από τον ΟΟΣΑ³⁴³ θα μπορέσει να ενσαρκώσει μια τέτοια δράση και θα εστιάσει:

- 1) Στην ανάπτυξη γνώσης για όλους τους μαθητές.
- 2) Στη δημιουργία και την ενίσχυση της δια βίου εκπαίδευσης.
- 3) Στη προώθηση της συνεργατικής μάθησης και της συνεργασίας για όλους(και για το εκπαιδευτικό προσωπικό).
- 4) Στην εδραίωση της κουλτούρας της αναζήτησης, της καινοτομίας και της εξερεύνησης
- 5) Στην ενοποίηση συστημάτων για τη συλλογή και την ανταλλαγή γνώσης και μάθησης
- 6) Μια μάθηση με και από το εξωτερικό περιβάλλον (από το ερέθισμα που του προσφέρει) και από το ευρύτερο κοινωνικοποιητικό σύστημα.
- 7) Ανάπτυξη και δημιουργία του εκπαιδευτικού ηγέτη.

Συνεπώς μια “Ημέρα Αστρονομίας” στην οποία μάλιστα θα παρουσιάζεται το αίνιγμα του σκοτεινού ουρανού μπορεί να αποτελέσει τη μετάβαση - και το απότομο παράδειγμα για το μετασχηματισμό- όχι μόνο της γνώσης, αλλά του θεσμοθετημένου φορέα που μεταδίδει τη γνώση, δηλαδή του σχολικού θεσμού. Μπορεί να αποτελέσει μια παραδοξότητα, μια ανωμαλία μέσα στην εκπαιδευτική και μαθητική ζωή που θα οδηγήσει όχι μόνο στη παραγωγή γνώσης μέσα από το βίωμα, αλλά και σε μία άλλη πιο εκσυγχρονισμένη προσέγγιση του σχολείου.

7.2 Γιατί στη Β' Λυκείου το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού

Το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού επιλέξαμε να το ορίσουμε ως θεματική στην “Ημέρα Αστρονομίας” στη Β' Λυκείου. Πρόκειται για μια επιλογή που υπαγορεύτηκε από την αξιολόγηση των δεδομένων που ήδη υπάρχουν και από τους εκπαιδευτικούς στόχους που θέλουμε να επιτύχουμε. Μιας και η Αστρονομία δεν είναι ένα μάθημα που διδάσκεται ήδη, δεν χρειάζεται να διερευνήσουμε ποια είναι η προϋπάρχουσα γνώση που έχουν οι μαθητές από τη διδασκαλία της σε άλλη τάξη ώστε να τη θεωρήσουμε ως βάση και να δομήσουμε τη νέα γνώση πάνω σε αυτή. Ό,τι γνώση προϋπάρχει συνδέεται με την εμπειρία τους και με τη τη θραυσματική γνώση που έχουν λάβει από άλλους οργανισμούς

³⁴³ <https://www.oecd.org/education/school/school-learning-organisation.pdf>, ανακτήθηκε στις 04/12/2020.

μάθησης (όπως η επίσκεψή τους σε ένα πλανητάριο, η επαφή τους με κάποια λέσχη Αστρονομίας κ.λπ).

Η Β' Λυκείου επίσης είναι μια τάξη πολύ σημαντική για τη σχολική ζωή ενός μαθητή που μετέχει στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα, αφού καλείται να επιλέξει κατεύθυνση/προσανατολισμό για να ακολουθήσει το αντίστοιχο Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών, με έμφαση στα μαθήματα που θα χρειαστεί για να οδηγηθεί στις πανελλαδικές εξετάσεις και να διεκδικήσει μία θέση στη Τριτοβάθμια εκπαίδευση της χώρας³⁴⁴. Έτσι πρόκειται για μια τάξη επιστέγασμα της σχολικής ζωής, έχοντας ολοκληρώσει όλοι οι μαθητές ως εδώ έναν κύκλο εκπαίδευσης Γενικής Παιδείας, κοινό για όλους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μην χρειάζεται να δημιουργηθεί ένα εκπαιδευτικό σενάριο διπλής ταχύτητας -ανάμεσα σε αυτούς που έχουν ειδικευτεί για παράδειγμα στις θετικές, επιστήμες και εκείνους που έχουν επιλέξει τις ανθρωπιστικές σπουδές-.

Ωστόσο το γεγονός ότι τα παιδιά επιλέγουν προσανατολισμό σε αυτή τη τάξη ενέχει και μια άλλη ευκολία, που στηρίζει τη συγκεκριμένη επιλογή, αφού τα παιδιά που έχουν επιλέξει τις θετικές επιστήμες ίσως εμπνευστούν και στραφούν στην Αστρονομία, έχοντας ένα ερέθισμα που δεν το είχαν ενδεχομένως στην ως τώρα σχολική τους ζωή και εκείνοι που έχουν αποφασίσει να στραφούν προς τις ανθρωπιστικές επιστήμες δε θα αποκοπούν από τις φυσικές. Επιπρόσθετα όλοι θα κατανοήσουν και θα εμπεδώσουν ότι η γνώση δε κατηγοριοποιείται, δεν κομματιάζεται και στόχος είναι μια άρτια εκπαίδευση που η γνώση δε θα αντιμετωπιστεί χρησιμοθηρικά και αποσπασματικά, αλλά ως σύνολο που θα οδηγήσει στην ενοποίησή της και τελικά στη βαθιά κατανόηση του συστήματος που μας περιβάλλει.

Σαφώς δε παραβλέπουμε και την ιστορική πορεία του μαθήματος μέσα από τα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών³⁴⁵. Δεν είναι τυχαίο ότι η Κοσμογραφία ή αργότερα η Αστρονομία διδασκόταν στη προτελευταία τάξη των σχολείων τον τελευταίο αιώνα τουλάχιστον. Πρόκειται για μια επιλογή που συνάδει με τις απαιτήσεις του μαθήματος. Έτσι και σε αυτή τη περίπτωση, ίσως περισσότερο από ποτέ, χρειάζεται οι διδασκόμενοι να έχουν τη κατάλληλη ωριμότητα να συνδιαλεχθούν με ένα από τα θεμελιώδη κοσμολογικά ερωτήματα -που όμως αποτελεί και μια τόση κοινή παρατήρηση- στο οποίο η Επιστήμη δεν έχει καταφέρει να επιλύσει. Αναφέρουμε ωριμότητα ενώ στην ουσία χρειάζεται διαλλακτικότητα από τη μεριά των εφήβων ή ευελιξία, ώστε να μην ακυρώσουν ίσως την Επιστήμη και της μεθόδους της που σε αυτή τη περίπτωση

³⁴⁴ Άλλος ένας λόγος είναι ότι τα παιδιά δεν πιέζονται κάτω από τη πρόκληση των πανελλαδικών.

³⁴⁵ Όπως παραθέσαμε στην ενότητα 2.1.

φαντάζουν ανεπαρκείς ή να μη βιαστούν να αποδεχθούν οποιαδήποτε απάντηση φαντάζει λογικοφανής.

7.3 Το θεωρητικό πλαίσιο της πρότασης

Πριν από όλα θεωρείται σημαντικό σε αυτό το σημείο πριν παρουσιάσουμε τη σχετική εκπαιδευτική μας πρόταση να αναφερθούμε στις βασικές έννοιες, θεωρίες μάθησης, διδακτικές στρατηγικές, τις αξίες που θα αποτελέσουν το έρεισμα της πρότασης μας. Με αυτόν τον τρόπο θα εξηγήσουμε πως οι συγκεκριμένες επιλογές συνάδουν με την ανάπτυξη του δικού μας εκπαιδευτικού σεναρίου.

7.3.1 Ο εποικοδομητισμός / εποικοδομισμός

Μια “Ημέρα Αστρονομίας” επιβάλλεται να εμφορείται, να διαπνέεται από τις αρχές του εποικοδομητισμού. Πόσο μάλλον όταν η μέρα αυτή έχει ως θέμα της το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού. Αυτό γίνεται κατανοητό όταν εμβαθύνουμε στις βασικές αρχές του εποικοδομισμού και τα πλεονεκτήματα που σε αυτή τη περίπτωση μπορούν να προκύψουν.

Ο εποικοδομισμός ή αλλιώς κονστρουκτιβισμός ή οικοδομισμός ή δομητισμός, συνιστά μια θεωρία μάθησης η οποία πρεσβεύει ότι η μάθηση οικοδομείται καθώς αλληλοεπιδρούμε με τις εμπειρίες, τα ερεθίσματα και τα βιώματα τα οποία έχουμε και αναστοχαζόμαστε σε σχέση με αυτά³⁴⁶. Επικεντρώνεται στην οικοδόμηση της νέας γνώσης η οποία όμως στηρίζεται στη προγενέστερη, στη γνωστική σύγκρουση που θα προκύψει και στην εννοιολογική αλλαγή που θα επέλθει. Σε αυτή τη περίπτωση, πρωταγωνιστικό ρόλο έχει το ίδιο άτομο, για αυτό και αποτελεί μια μαθητοκεντρική προσέγγιση της γνώσης. Η μάθηση είναι μια ενεργητική διαδικασία προσωπικής

³⁴⁶ Σε καμία περίπτωση δεν θα προσπαθήσουμε να αναλύσουμε ή να κάνουμε ιστορική αναδρομή στη συγκεκριμένη θεωρία μάθησης, αλλά θα περιοριστούμε στη σκιαγράφηση βασικών αρχών της που δικαιολογούν τη συγκεκριμένη επιλογή από μέρους μας και φυσικά συνδέονται με τη διδακτική μας-εκπαιδευτική μας πρόταση. Ενδεικτικά:

Piaget, J. (1971). *Psychology and Epistemology: Towards a Theory of Knowledge*, NY: Grossman.

οικοδόμησης νοήματος, μέσα από τις κοινωνικές ή πολιτισμικές εμπειρίες που έχει το υποκείμενο.

Βέβαια ακόμη και ανάμεσα στους αμύνητους του εποικοδομισμού υπάρχουν διαφοροποιήσεις, έτσι η έννοια φαντάζει φασματική ως ένα σημείο³⁴⁷, εάν και υπάρχουν κάποιες βασικές αρχές που όλοι οι υποστηρικτές του εποικοδομισμού αποδέχονται. Ειδικότερα ότι:

α) Η γνώση δεν μπορεί να επιβληθεί, αλλά θα πρέπει ο μαθητής να ενεργήσει για τη κατάκτησή της .

β) Μπορεί η γνώση να είναι ένα ατομικό κατασκευάσμα, αλλά δημιουργείται συνεργατικά σε συγκεκριμένο κοινωνικό και πολιτισμικό περιβάλλον, δεν δημιουργείται μέσα σε κοινωνικό και πολιτισμικό κενό.

γ) Λόγω της οικοδόμησης της γνώσης σε προϋπάρχουσα γνώση είναι επιτακτική ανάγκη να ληφθεί αυτή υπόψιν³⁴⁸.

Αυτό που έχει βαρύνουσα σημασία και συνδέεται με τη προσπάθεια επαφής των μαθητών με το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού είναι ότι η φιλοσοφία του εποικοδομισμού μετέρχεται διδακτικές στρατηγικές οι οποίες προάγουν την ενεργή οικοδόμηση της γνώσης μέσα από την εφαρμογή αυθεντικών μαθησιακών δραστηριοτήτων, ενταγμένες σε διαδικασίες επίλυσης προβλημάτων από τον πραγματικό κόσμο³⁴⁹. Έτσι μπορούμε να δούμε πως το αίνιγμα τους σκοτεινού ουρανού μπορεί να εναρμονιστεί με τις αρχές του εποικοδομισμού αφού συνιστά ένα πρόβλημα για το οποίο εκκρεμεί η λύση και αφού αποτελεί μια από τις αρχικές παρατηρήσεις που κάνει ο άνθρωπος όταν αποπειραθεί να ερμηνεύσει τον κόσμο.

Πολύ σημαντική αρχή του εποικοδομισμού είναι αυτή της προαντίληψης που έχουν οι μαθητές, αυτή της προϋπάρχουσας γνώσης. Ο μαθητής δηλαδή δεν έρχεται “*tabula rasa*” μέσα στη σχολική τάξη αλλά έχει ήδη διαμορφώσει μέσα από την εμπειρία του, από το ερέθισμα που έχει λάβει ως τότε, το δικό του τρόπο οργάνωσης και ερμηνείας του Κόσμου³⁵⁰. Στη Β’ Λυκείου στη οποία απευθυνόμαστε σε αυτή τη περίπτωση, τα

³⁴⁷ Cobb, P. (1994, p.1049). *Constructivism and Learning*, International Encyclopedia of Education. Oxford Pergamon Press.

³⁴⁸ .Καπραβέλου, Α. (2011). Η σημασία των θεωριών μάθησης στο πλαίσιο των ΤΠΕ στην εκπαίδευση. *The Journal for Open and Distance Education and Educational Technology*, 7, (1).

³⁴⁹ Barab, S. & Duffy, T. (2000, p.25-55). From practice fields to communities of practice. In *Theoretical foundation of learning environments*. Jonassen, D.H. & Land, S.M. (Edit.). London: LEA Publishers.

³⁵⁰ .Duit, R. et al., (2008, p. 61-82). *Teaching Science for Conceptual Change: Theory and Practice*, in Vosniadou, S. *International handbook of research on conceptual change*. N.Y: Routledge.

παιδιά βρίσκονται ένα χρόνο πριν την αποφοίτησή τους και την ενηλικίωση τους και σίγουρα θα έχουν ήδη κατεκτημένες γνώσεις που θα απαντούν με έναν τρόπο όχι τόσο επιστημονικό και τεκμηριωμένο -αλλά λογικοφανή- στην απλοϊκή ερώτηση, γιατί ο ουρανός είναι σκοτεινός το βράδυ;

Αυτές οι γνώσεις που προϋπάρχουν και δεν συμβαδίζουν με τις επιστημονικές προσεγγίσεις στη διεθνή βιβλιογραφία έχουν και διαφορετική ορολογία³⁵¹, όπως:

- Προαντιλήψεις (preconceptions)
- Προηγούμενη γνώση (prior knowledge)
- Εναλλακτικές αντιλήψεις (alternative conceptions)
- Πεποιθήσεις (beliefs)
- Παρανοήσεις (misconceptions)
- Προϋπάρχουσες αντιλήψεις (preconceptions)
- Αντιλήψεις (existing conceptions)
- προηγούμενη γνώση (prior knowledge)
- Εναλλακτικές αντιλήψεις (alternative conceptions)
- Πεποιθήσεις (beliefs)
- Παρανοήσεις (misconceptions)
- Επιστημονικές διαισθήσεις των παιδιών (children's scientific intuitions)
- Εναλλακτικά πλαίσια (alternative frameworks)
- Έννοιες της κοινής γνώμης (common sense concepts)
- Αυθόρμητη γνώση (spontaneous knowledge)
- Αφελείς θεωρίες (naïve theories)³⁵².

Αυτή η απόκλιση μεταξύ της γνώσης που έχουν οι μαθητές, από την επιστημονική προσέγγιση και η οποία αποδίδεται με τόσους διαφορετικούς όρους στη διεθνή βιβλιογραφία, μπορεί να γίνει αντιληπτή στον κύκλο ημέρας-νύχτας. Ειδικότερα δυο μελέτες που έγιναν στη δεκαετία του '90 διερεύνθησαν τις ιδέες παιδιών σχετικά με αυτή

³⁵¹ Βαιοπούλου, Χ.Π.(2018). Συνεκτικά νοητικά μοντέλα και κατακερματισμένη γνώση: Μεθοδολογικά ζητήματα στην έρευνα για την κατανόηση εννοιών στις Φυσικές Επιστήμες. (Διδακτορική διατριβή, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Ελλάδα). Ανακτήθηκε από <http://hdl.handle.net/10442/hedi/44810>

³⁵² Ανάμεσα σε όλους αυτούς του όρους υπάρχουν και διαφορετικό εννοιολογικό φορτίο, π.χ. υπάρχει διαφορά ανάμεσα στις προϋπάρχουσες αντιλήψεις (οι προ-διδασκαλίας αντιλήψεις) και παρανοήσεις (οι οποίες είναι αντίθετες από την επιστημονική αντίληψη και προσέγγιση, είτε είναι πριν τη διδασκαλία είτε μετά από αυτήν).

τη τόση κοινή παρατήρηση. Η μια πραγματοποιήθηκε το 1987 από τον P.M.Sadler³⁵³ και η άλλη το 1989 από τον Baxter³⁵⁴ στις οποίες καταγράφονται οι πιθανές κατά τους μαθητές ερμηνείες για την εναλλαγή ημέρας-νύχτας, σε παιδιά από 9 έως 16 ετών. Ενδεικτικές απαντήσεις που δόθηκαν ήταν: α) ο Ήλιος εξαφανίζεται τη νύχτα β) η ατμόσφαιρα κρύβει τον Ήλιο γ) η Σελήνη καλύπτει τον Ήλιο δ) ο Ήλιος χάνεται πίσω από τους λόφους ε) ο Ήλιος περιστρέφεται γύρω από τη Γη μια φορά την ημέρα. Όλα αυτά αναδεικνύουν την προβληματική που μπορεί να υπάρξει εάν πάμε να εξηγήσουμε στα παιδιά τη παραδοξότητα του παραδόξου του Olbers. Οι μαθητές δεν θα βλέπουν που είναι το πρόβλημα, που έγκειται η αναντιστοιχία θεωρίας και πράξης, αφού μέσα στο δικό τους πλαίσιο ερμηνείας του Κόσμου υπάρχει για εκείνους μια εξήγηση.

Αυτές οι αντιλήψεις, είτε τις χαρακτηρίσουμε ως προϋπάρχουσες, είτε εναλλακτικές, είτε ως παρανοήσεις έχουν τα εξής χαρακτηριστικά κατά τον Hammer:

- 1) Είναι πολύ βαθιά ριζωμένες.
- 2) Διαφέρουν από τις αντιλήψεις των ειδικών.
- 3) Επηρεάζουν την πρωταρχική αντίληψη και το πώς οι μαθητές καταλαβαίνουν τα φυσικά φαινόμενα και τις επιστημονικές εξηγήσεις.
- 4) Πρέπει να ξεπεραστούν, να αποφευχθούν ή να καταστραφούν για να καταφέρουν οι μαθητές να επιτύχουν την επιστημονικής αντίληψη³⁵⁵.

Για να δομηθεί η νέα γνώση, εξηγώντας ένα τόσο ιδιαίτερο θέμα, του οποίου η αφετηρία είναι γιατί ο ουρανός είναι σκοτεινός τη νύχτα, στο οποίο τα παιδιά έχουν απαντήσεις οι οποίες όμως είναι μακριά από την επιστημονική προσέγγιση, στο οποίο θα επέλθει η σύγκρουση με τη προηγούμενη γνώση και στο οποίο κρίνεται αναγκαία η εννοιολογική αλλαγή, για όλους αυτούς τους λόγους προκρίνεται η κονστрукτιβιστική προσέγγιση και φιλοσοφία ως η πιο ταιριαστή. Μια ημέρα κατά την οποία τα παιδιά, μέσα από τις ανάλογες δραστηριότητες θα αναγνωρίσουν την ως τότε πλάνη τους και θα

³⁵³ Sadler, P.M. (1987). Misconceptions in Astronomy, στο Proceedings of the Second International Seminar, Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics, Ithaca, Cornell University.

³⁵⁴ Baxter, J. (1989). Children's Understanding of Familiar Astronomical Events. International Journal of Science Education, 11,502-513.

³⁵⁵ Hammer, D. (1996). Misconceptions or P-Prims: How May Alternative Perspectives of Cognitive Structure Influence Instructional Perceptions and Intentions?, The Journal of the Learning Sciences, 5, (2), 97-127, ανακτήθηκε από: <http://ccl.northwestern.edu/constructionism/2012LS452/assignments/5/MisconceptionsOrP-Prims.pdf>

γυρεμίσουν το σύστημά τους. Έτσι μέσα από τη κατανόηση της προϋπάρχουσας γνώσης θα δομηθεί και θα αποτελέσει την αφετηρία για την αλλαγή.

Ειδικότερα όμως, για την εναλλαγή ημέρας-νύχτας και τις νοητικές αναπαραστάσεις που αλλάζουν κατά τη διάρκεια της διαδικασίας απόκτησης γνώσης, ενδελεχή έρευνα έχει διεξάγει η κ. Σ. Βοσνιάδου και οι συνεργάτες της³⁵⁶. Στη συγκεκριμένη έρευνα το σημαντικό είναι ότι εξετάστηκαν και καταγράφηκαν οι απαντήσεις των παιδιών σχετικά με τη διαδοχή ημέρας-νύχτας, ωστόσο δεν περιορίστηκαν μόνο στη καταγραφή, αλλά εντόπισαν και τα νοητικά μοντέλα που καθρεφτίζονταν πίσω από τις απαντήσεις των παιδιών, καθώς και τις αλλαγές που υπέστησαν τα παιδιά από τη πρώτη τάξη ως τη τελευταία του Δημοτικού. Έτσι από τα αρχικά μοντέλα που στηρίζονται στις εμπειρίες των παιδιών, τα παιδιά μεταβαίνουν σε συνθετικά μοντέλα τα οποία προσπαθούν να συμβιβάσουν την εμπειρία τους με την πολιτισμικά αποδεκτή εξήγηση του κύκλου ημέρας- νύχτας, για να καταλήξουμε ενδεχομένως και σε μικρό ποσοστό όπως φάνηκε μόλις ένα παιδί, στο τέλος του Δημοτικού σε ένα επιστημονικό μοντέλο.

Μιας και τα παιδιά της Β' Λυκείου δεν διδάσκονται στις ενδιάμεσες τάξεις Αστρονομία, αυτές είναι οι αντιλήψεις και τα νοητικά μοντέλα που πρέπει να λάβει υπόψιν ο εκπαιδευτής για να τους καθοδηγήσει στην επιστημονική γνώση ώστε να δομήσει το παιδί το ανάλογο νοητικό μοντέλο και για να κατανοήσει το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού. Έτσι για να κατανοήσουν και να μάθουν πραγματικά τι είναι το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού θα πρέπει να δομηθεί η νέα γνώση μέσα από τη διαδικασία που ονομάζεται εννοιολογική αλλαγή (conceptual change)³⁵⁷. Ο όρος εννοιολογική αλλαγή αναφέρεται στη διαδικασία μάθησης κατά την οποία ο διδασκόμενος αναδομεί τη νέα γνώση. Αφού ο μαθητής έρχεται σε αυτή τη διαδικασία διαθέτοντας ένα προηγούμενο σύστημα ερμηνείας που βασίζεται στη καθημερινή εμπειρία, έρχεται σε αντίθεση με την

³⁵⁶ Vosniadou, S. & Brewer, W.F. (1994). Mental Models of the Day/ night Cycle, *Cognitive Science*, 18, 123-183. Μεταφρασμένο από: https://eclass.uoa.gr/modules/document/file.php/PHS122/%CE%91%CF%81%CE%B8%CF%81%CE%B1/Vosniadou_day%20night.pdf

³⁵⁷ Όταν αναφερόμαστε στον όρο εννοιολογική αλλαγή έχουμε κατά νου την διάσταση ως προς σε τι ακριβώς ανταποκρίνεται και συμπαρατασσόμαστε με την προσέγγιση εκείνη που δεν αναγνωρίζει στον όρο εννοιολογική αλλαγή την αυτόματη αντικατάσταση των προηγούμενων γνώσεων με το επιστημονικό μοντέλο, δηλαδή πιστεύουμε ότι συνεχίζουν και μετά τη διδακτική παρέμβαση να υπάρχουν αυτά που οι κ. Βοσνιάδου και Brewer υποστήριξαν στο Vosniadou, S. & Brewer, W. F. (1992). *Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood*. *Cognitive Psychology*, 24, 535–585. Συνθετικά μοντέλα ή όπως ο Jung στο Jung, W. (1993). *Hilft die Entwicklungspsychologie dem Physikdidaktiker [Does developmental psychology help the physics educator?]*. In R. Duit & W. Gräber (Eds.), *Kognitive Entwicklung und naturwissenschaftlicher Unterricht* (p. 86–107). Kiel, Germany: IPN–Leibniz Institute for Science Education υβριδικά μοντέλα.

επιστημονική γνώση, θα πρέπει να αλλάξει η νοηματοδότηση της προϋπάρχουσας/αφελούς έννοιας.

Μάλιστα όπως ο Posner et al.³⁵⁸ έχουν υποστηρίξει για να υπάρξει εννοιολογική αλλαγή θα πρέπει να υπάρχει ένα συγκεκριμένο πλαίσιο που θα προκαλέσει τη δυσφορία για τον παρόν μοντέλο και θα οδηγήσει στη μετάβαση στο νέο:

- 1) Να υπάρχει δυσφορία, με το παρόν μοντέλο, δηλαδή θα πρέπει να κατανοεί ότι το μοντέλο ερμηνείας που έχει παρουσιάζει προβληματικές, δεν δίνει απαντήσεις σε ερωτήματα, δεν είναι ικανό να εξηγήσει ίσως, έτσι πιο ευκολά θα μεταβεί σε ένα νέο πιο συνεπές.
- 2) Θα πρέπει να είναι η νέα έννοια εύληπτη, να μπορεί ο μαθητής να κατανοήσει τις δυνατότητες που έχει, για αυτό και είναι πολύ χρήσιμες οι μεταφορές και οι αναλογίες.
- 3) Οφείλει η νέα έννοια να φαντάζει εφαρμόσιμη, θα πρέπει να φαίνεται ότι λύνει περισσότερα προβλήματα από την προκάτοχό της έννοια.
- 4) Τέλος η νέα έννοια θα πρέπει να παρέχει την προοπτική ενός περαιτέρω ερευνητικού προγράμματος, να δίνει τη δυνατότητα να επεκταθεί.

Όλες αυτές οι προϋποθέσεις φαίνεται να ισχύουν στο παράδοξο του σκοτεινού ουρανού, αφού οι μαθητές έχουν προηγούμενες γνώσεις που θεωρητικά εξηγούν γιατί ο ουρανός είναι σκοτεινός το βράδυ, οι οποίες όμως δεν συνάδουν με την επιστημονική εξήγηση. Αφού λοιπόν ο διδάσκων σχηματοποιήσει και περιγράψει τη προβληματική, αφού εξηγήσει πώς δεν εξηγείται ότι ο ουρανός είναι σκοτεινός μιας και υπάρχουν άπειρες πηγές φωτός, τότε θα βρεθεί ο μαθητής στη προϋπόθεση αριθμός 1, δηλαδή θα δυσφορεί με το μοντέλο και την ερμηνεία που ήδη έχει.

Υστερα θα υπάρξει περαιτέρω ανάλυση και επεξήγηση του παραδόξου ίσως με την αναλογία του δάσους και την οπτική που έχουμε. Αν στείκόμαστε σε ένα σημείο στο δάσος τότε η ματιά μας πάντα θα πέφτει σε δέντρα, όπως αντίστοιχα θα συνέβαινε και σε εμάς μέσα σε ένα σύμπαν με άπειρους Ήλιους και φυσικά με την εξήγηση της έννοιας του παραδόξου. Έτσι βρισκόμαστε στη προϋπόθεση αριθμό 2.

Η έννοια του παραδόξου και η παρουσίαση μιας προβληματικής, συνιστά ένα από τα θεμελιώδη κοσμολογικά ερωτήματα σίγουρα βοηθά όχι στο να λυθούν περισσότερα προβλήματα, αλλά αδιαμφισβήτητα δίνουν μια νέα προοπτική και εμπιθούν τη γνώση, οδηγούν στη πραγματική κατανόηση και αναντίρρηση δίνουν ένα ευρύ πεδίο για αναζήτηση και διερεύνηση στη συνέχεια, απαντώντας στην προϋπόθεση 3 και 4 μαζί.

³⁵⁸ Posner, G.J. Et al., (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change, Science Education, 66, (2), 11-227.

Η φύση της εννοιολογικής αλλαγής που θα υποστεί ένας μαθητής σχετικά με το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού δεν μπορεί σε αυτή τη φάση να αποτυπωθεί, ενδεχομένως μπορεί να προσιδιάζει στη φύση της εννοιολογικής αλλαγής που αποτύπωσε η κ. Βοσνιάδου³⁵⁹. Ειδικότερα υποστήριξαν ότι σε θέματα Αστρονομίας δεν μπορεί να υπάρξει εννοιολογική αλλαγή με τη μέθοδο του εμπλουτισμού της γνώσης, αλλά πιο εφικτή φαντάζει μια αλλαγή με κλαδικό άλμα, που μπορεί να περιλαμβάνει: *“τη προσθήκη ή την εξάλειψη εννοιών, ή τις μεταμορφώσεις τους, που μπορεί να είναι απλές, όταν περιλαμβάνουν διαφοροποίηση ή συνένωση, ή πολύπλοκες όταν περιλαμβάνουν αλλαγές στις σχέσεις είδους ή στις σχέσεις μέρους”*.

Καταλήγοντας ότι η διαδικασία απόκτησης γνώσης, ιδιαίτερα εκείνης που αφορά στον φυσικό κόσμο περιλαμβάνει την αναδιοργάνωση των υπαρχόντων εννοιολογικών δομών. Πόσο μάλλον όταν στη περίπτωση του παραδόξου του σκοτεινού ουρανού, η επιστημονική εξήγησή του απέχει τόσο πολύ από τις εξηγήσεις που δίνουν τα παιδιά, στηριζόμενα στη καθημερινή τους παρατήρηση.

Για να επέλθει η εννοιολογική αλλαγή, μια διδακτική στρατηγική που ενδείκνυται είναι αυτή τη γνωστικής σύγκρουσης (cognitive conflict). Στη παρούσα περίπτωση ίσως να κρίνεται μάλιστα πιο ωφέλιμη η κοινωνιο-γνωστική σύγκρουση (socio-cognitive conflict). Ειδικότερα, προκειμένου ο μαθητής να αναπτυχθεί γνωστικά και να περάσει σε μοντέλα επιστημονικά, θα πρέπει να αντιληφθεί την ασυμφωνία της προηγούμενης γνώσης, αυτής που φέρει με αυτό που η επιστημονική προσέγγιση προεσβεύει. Αυτή η ανισορροπία³⁶⁰ μπορεί να αποτελέσει τη κινητήρια δύναμη.

Η γνωστική σύγκρουση ανακύπτει όταν το υποκείμενο νιώθει μια ασυμβατότητα ανάμεσα σε αυτό που πίστευε, στη δική του αναπαράσταση και στην νέα έννοια με την οποία έρχεται σε επαφή. Αυτή η αντίφαση μπορεί να είναι ασυνείδητη, αλλά σε κάθε περίπτωση η αποτελεσματικότητά της συνδέεται με την γνώση των προαντιλήψεων πριν από κάθε απόπειρα διδακτικής παρέμβασης³⁶¹. Σε κάθε περίπτωση απαιτείται η συμμετοχή των μαθητών στην συνειδητοποίηση αυτής της προβληματικής κατάστασης³⁶².

³⁵⁹ Ο.π.350.

³⁶⁰ Η ανισορροπία έχει χρησιμοποιηθεί από τον Piaget, στη διεθνή βιβλιογραφία όμως έχει αποδοθεί και ως γνωστική ασυμφωνία, εννοιολογική σύγκρουση.

³⁶¹ Duit, R. et al, (2008). Teaching science for conceptual change: theory and practice, in Vosniadou, S. (edit.), International handbook of research on conceptual change, p. 61-82, New York: Routledge.

³⁶² Limon, M. (2001). On the cognitive conflict as an instructional change for conceptual change: a critical appraisal. Learning and Instruction, 11, (4-5), 357-380.

Η κοινωνιο-γνωστική σύγκρουση φαντάζει ως προέκταση ή μια πιο ανεπτυγμένη μορφή της γνωστικής σύγκρουσης. Ερμηνεύει τη μάθηση ως μια διαδικασία προσωπικής οικοδόμησης μέσω γνωστικών συγκρούσεων που είναι όμως κοινωνικής προέλευσης³⁶³, ουσιαστικά εμπεριέχει 2 είδη συγκρούσεων:

A) Ανάμεσα στα άτομα, που πηγάζει από τις διαφορετικές απαντήσεις τους στο πρόβλημα προς διαπραγμάτευση.

B) Μια σύγκρουση εσωτερική στο άτομο -γνωστικής φύσης-, η οποία πυροδοτείται από την διαφορετικότητα των απαντήσεων που το παρακινεί να αμφισβητήσει τη δική του³⁶⁴.

Οι λόγοι που καθιστούν τη κοινωνικό-γνωστική σύγκρουση ως μια στρατηγική που θα οδηγήσει στην γνωστική ανάπτυξη σχετίζονται με το γεγονός:

A) Ότι τα παιδιά συνειδητοποιούν τις απαντήσεις των άλλων ως διαφορετικές από τις δικές τους, ότι απέχουν.

B) Ότι τα άλλα παιδιά δίνουν στον μαθητή ενδείξεις που μπορούν να οδηγήσουν στην επεξεργασία της νέας γνώσης.

Γ) Ότι παρακινεί το παιδί να αναζητήσει τη γνώση, να γίνει γνωστικά δραστήριο, να αυτενεργήσει³⁶⁵.

Έτσι και στην περίπτωση μιας διδακτικής παρέμβασης με θέμα το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού, είναι πολύ σημαντική για να επέλθει η εννοιολογική αλλαγή -για να συνειδητοποιήσει όχι μόνο τη φύση και την έννοια του παραδόξου- να καταλάβει ο μαθητής και το παράδοξο, την εκπαιδευτική αντίφαση, τη σύγκρουση ανάμεσα στα 2 μοντέλα – αυτό που έχει τη στιγμή που ερωτάται σχετικά, με το επιστημονικό μοντέλο- η πιο γόνιμη στρατηγική αναδεικνύεται αυτή της σύγκρουσης. Μια ερώτηση τόσο αθώα και αφελής, ίσως απλοϊκή για ένα παιδί της Β' Λυκείου μπορεί να αποτελέσει την αφετηρία για μια νέα προσέγγιση, επανατοποθέτηση, επαναϊεράρχηση, αναδόμηση, αναδιοργάνωση της γνώσης σχετικά.

Σε καθρεφτισμό με τους προαναφερθέντες λόγους, μια ερώτηση του τύπου γιατί ο ουρανός είναι σκοτεινός το βράδυ, αφού ζούμε σε ένα σύμπαν άπειρο, με άπειρες πηγές φωτός; Θα προάγει τις παρακάτω σκέψεις στον μαθητή:

A) “Μάλλον δεν έχουν όλοι την ίδια αντίληψη και ερμηνεία με εμένα”.

B) “Μήπως ισχύει αυτό που είπε ο συμμαθητής μου;”

³⁶³ Doise, W. & Mugny, G. (1989). *Η κοινωνική ανάπτυξη της νοημοσύνης*. Αθήνα: Πατάκης.

³⁶⁴ Foulin, J.N. & Mouchon, S. (2002). *Εκπαιδευτική Ψυχολογία*. Αθήνα: Μεταίχμιο.

³⁶⁵ Doise, W. & Mugny, G. 1984). *The social development of the intellect*. Oxford: Pergamon Press.

Γ) “Ποια είναι η σωστή απάντηση;”

Η γνωστική σύγκρουση όμως δεν είναι απαραίτητο ότι θα επιφέρει την αντικατάσταση του προηγούμενου γνωστικού “status” από ένα εναλλακτικό πλαίσιο που θα επιφέρει την επιστημονική ερμηνεία και προσέγγιση. Η αναγνώριση της σύγκρουσης δεν αρκεί σύμφωνα με τους μελετητές, αφού οι μαθητές φαίνονται να μην εγκαταλείπουν τις προ-αντιλήψεις τους απλώς επειδή τους γνωστοποιήθηκε η επιστημονική γνώση η οποία θα έρχεται σε ρήξη με τη δική τους³⁶⁶. Ιδιαίτερα στη περίπτωση του κοσμολογικού παραδόξου και στη διδακτική παρέμβαση που προτείνουμε σε ένα μαθητικό κοινό που δεν έχει εξοικειωθεί με αστρονομικά ζητήματα, αλλά που μετέχουν και σε ένα εκπαιδευτικό σύστημα που στηρίζεται στην μετάδοση γνώσης και όχι στην ανεύρεσή της, θα είναι δύσκολη μια τέτοια εννοιολογική αλλαγή. Για αυτό και οι μέθοδοι που θα χρησιμοποιηθούν σε αυτή την “Ημέρα Αστρονομίας” πρέπει να στοχεύουν στο να αλλάξει η αντίληψη του παιδιού, να αποκτήσει αμφιβολία, να βιώσει ίσως την ματαίωση του και να επανατοποθετηθεί μέσα στον Κόσμο του.

7.3.2 Ο επιστημονικός γραμματισμός

Απώτερος στόχος μιας “Ημέρας Αστρονομίας”, που θα έχει ως θέμα προς διαπραγμάτευση το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού είναι να επέλθει η εννοιολογική αλλαγή που θα οδηγήσει στον επιστημονικό γραμματισμό. Ο επιστημονικός γραμματισμός αντικατοπτρίζει την ανάγκη των συγχρόνων κοινωνιών να στηρίζονται σε πολίτες οι οποίοι θα κατανοούν το επιστημονικό πλαίσιο και τις διαδικασίες που χρειάζονται για να μετέχουν στις αποφάσεις, να συμμετέχουν και να προάγουν τη κοινωνική, πολιτισμική και οικονομική ανάπτυξη. Πιο συγκεκριμένα, ο επιστημονικός αλφαριθμητισμός όπως αλλιώς αναφέρεται, συνιστά ένα πολύ σημαντικό στόχο της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών, η οποία στοχεύει στο να δημιουργήσει πολίτες που είναι ικανοί να ανταποκριθούν στις πολυσύνθετες προκλήσεις της σημερινής κοινωνίας της μάθησης, της γνώσης και της Επιστήμης.

Ο επιστημονικός γραμματισμός ή αλλιώς επιστημονική εγγραματοσύνη (scientific literacy) ή δημόσια κατανόηση των Φυσικών Επιστημών (public understanding of science), σημαίνει ότι ο άνθρωπος θέτει ερωτήματα και αναζητά απαντήσεις σε

³⁶⁶ Lee, G. et al, (2003). Development of an instrument for measuring cognitive conflict in secondary level science classes. *Journal of Research in science teaching*, 40, (6), 585-603.

ερωτήματα που προκύπτουν από την περιέργεια σχετικά με τις καθημερινές εμπειρίες και ειδικότερα, ότι είναι σε θέση να περιγράψει να εξηγήσει και να προβλέψει φυσικά φαινόμενα, καθώς και να διαβάσει εκλαϊκευμένα άρθρα για την Επιστήμη ώστε να συμμετέχει σε σχετικές συζητήσεις³⁶⁷. Η έννοια του επιστημονικού γραμματισμού όμως είναι αριετὰ διευρυμένη και έχουν γίνει διάφορες απόπειρες προκειμένου να οριστεί με ακρίβεια. Αυτό στο οποίο μπορούμε να καταλήξουμε είναι ότι η έννοια του επιστημονικού γραμματισμού δεν έχει έναν καθολικά και διαχρονικά αποδεκτό ορισμό, αφού συνεχώς εξελίσσεται και ερμηνεύεται διαφορετικά σε συνάρτηση με το κοινωνικό πλαίσιο μέσα στο οποίο αυτό ορίζεται³⁶⁸. Το κοινό στοιχείο που έχουν όλες οι απόπειρες ανεξάρτητα από τους επιστημονικούς κλάδους στον οποίο εφαρμόζεται³⁶⁹ είναι σύμφωνα με τον Wray: “η κατανόηση δεδομένων και η χρήση δεξιοτήτων εφαρμογής”³⁷⁰.

Ο όρος έχει συνδεθεί με τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και μάλιστα θεωρείται ως ο θεμελιώδης στόχος της εκπαίδευσης στις θετικές επιστήμες και στο σύνολό της, η προώθηση και η ανάπτυξη της Επιστήμης και της Τεχνολογίας συνιστά τον ακρογωνιαίο λίθο για τη θεμελίωση μιας δημοκρατικής κοινωνίας η οποία θα αποβλέπει στην ευημερία. Η κατάκτηση του επιστημονικού γραμματισμού, τα μέσα με τα οποία θα επιτευχθεί, το επίπεδο του, ο τρόπος με τον οποίο θα μετουσιωθεί υπαγορεύεται από τους στόχους που θέτει το εκάστοτε εκπαιδευτικό σύστημα, το οποίο και αυτό με τη σειρά του διαμορφώνεται αφού αφουγκράζεται τις ανάγκες της κοινωνίας και τις τάσεις της εκάστοτε εποχής.

Οι λόγοι που επιβάλλουν την δημόσια κατανόηση της Επιστήμης μπορούν να ιδωθούν σύμφωνα με τον Shamos³⁷¹ και να διερευνηθούν μέσα από την: α) Μακροσκοπική θεώρηση (εξετάζοντας τα θετικά για το σύνολο) και μέσα από τη β) Μικροσκοπική θεώρηση (εξετάζοντας τα θετικά μέσα από την οπτική του κάθε ατόμου). Πιο συγκεκριμένα μέσα από τη μακροσκοπική θεώρηση η δημόσια κατανόηση της Επιστήμης μπορεί να οδηγήσει:

³⁶⁷ National Science Education Standards, p. 22, ανακτήθηκε από: <https://www.nap.edu/catalog/4962/national-science-education-standards> στις 21/12/2020.

³⁶⁸ Χαλιιά, Κ.(2012). *Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες: Θεωρητικά ζητήματα, προβληματισμοί, προτάσεις*. Αθήνα: Πατάκη.

³⁶⁹ Αναφερόμαστε στα διαφορετικά πεδία εγγραμματισμού όπως είναι ο ιστορικός γραμματισμός (history literacy), ο μαθηματικός γραμματισμός (mathematics literacy), ο μουσικός γραμματισμός, ο γεωγραφικός γραμματισμός (geography literacy) κ.λπ.

³⁷⁰ Wray, D. (2001). Literacy in the Secondary Curriculum. Wiley ONLINE Library, 35, (1), 12-17, ανακτήθηκε από: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1467-9345.00154>.

³⁷¹ Shamos, H.M. (1995). *The Myth of Scientific Literacy*. New Brunswick: Rutgers University Press.

- Στην οικονομική ευμάρεια του κράτους, αφού με αυτό τον τρόπο θα δημιουργηθεί το ανάλογο ανθρώπινο κεφάλαιο -εξειδικευμένο προσωπικό- που θα στηρίζει τις παραγωγικές διαδικασίες και μακροπρόθεσμα θα οδηγήσει στην οικονομική ανάπτυξη.
- Στην ενίσχυση της επιστημονικής έρευνας, αφού έτσι θα κατανοεί ο όχι εξειδικευμένος πολίτης την επιστημονική έρευνα, θα συναινεί και ίσως θα την στηρίζει και οικονομικά.
- Στη συμμετοχή των πολιτών στις αποφάσεις που σχετίζονται με την Επιστήμη, κατ' αυτόν τον τρόπο θα συμμετέχει ενεργά και συνειδητά στον δημόσιο διάλογο σε θέματα με επιστημονικό περιεχόμενο.
- Στη κατανόηση των προσδοκιών που μπορεί να έχει το κοινό από την Επιστήμη, δεν θα καθίστανται θύματα του τεχνολογικού μεσσιανισμού, αντιθέτως θα αναγνωρίζουν τις δυνατότητες και τους ενδεχόμενους περιορισμούς που μπορεί να έχει η επιστημονική έρευνα.

Από την μικροσκοπική σκοπιά η δημόσια κατανόηση της Επιστήμης επιδρά:

- Στην καθημερινή ζωή του πολίτη, αφού ο επιστημονικά εγγράμματος πολίτης μπορεί να διαχειριστεί θέματα που σχετίζονται με την Επιστήμη και τη τεχνολογία και τα συναντά στη καθημερινή του ζωή, οδηγώντας τελικά το άτομο σε πιο συνετές επιλογές που αφορούν π.χ. το κάπνισμα, τη χρήση κινητών, τη δημιουργία αιολικού πάρκου στη περιοχή του κ.λπ.
- Στη εργασιακή του απασχόληση, αφού σε μια κοινωνία που ο τεχνολογικός αλφαριθμητισμός είναι τόσο σημαντικός, η επιστημονική γραμματισμένη μπορεί να θέσει τον πολίτη που χαρακτηρίζεται από αυτήν, σε θέση ισχύος. Έτσι γίνονται πιο ανταγωνιστικοί στη σύγχρονη αγορά εργασίας καθώς είναι εξοικειωμένοι με τη χρήση τεχνολογικών μέσων και προϊόντων αλλά και ενημερωμένοι για τις τρέχουσες επιστημονικές εξελίξεις.
- Μπορεί να επιδράσει και στην κοσμοαντίληψη του ατόμου, αφού η κατανόηση της Επιστήμης διαμορφώνει και επηρεάζει την φιλοσοφία, την ηθική, την αισθητική, τη κουλτούρα του ατόμου και τον τρόπο θέασης του κόσμου που τον περιβάλλει.

Ο επιστημονικός γραμματισμός μπορεί να επιτευχθεί μέσα από την εκπαίδευση, για αυτό το λόγο μάλιστα συνδέθηκε και αποτέλεσε τον στόχο πολλών Αναλυτικών Προγραμμάτων Σπουδών. Ωστόσο, παρά τη προσπάθεια πολλών χωρών, τα αναλυτικά προγράμματά τους να διαπνέονται από τις αρχές εκείνες που θα αποβλέπουν μακροπρόθεσμα στη δημόσια κατανόηση, οι έρευνες καταδεικνύουν ότι τα επίπεδα επιστημονικού γραμματισμού των πολιτών παραμένουν πολύ χαμηλά. Πρόκειται για μια

δυσοίωνη διατύπωση που δεν αφορά μόνο μια περίπτωση. Έρευνες που έχουν γίνει στην Αμερική³⁷², στην Ευρώπη³⁷³ αλλά και στην Ελλάδα επιβεβαιώνουν ότι όχι μόνο είναι λιγότερο από διψήφιο επί τις εκατό το ποσοστό των ανθρώπων που μπορούν να χαρακτηριστούν εγγράμματοι, αλλά ότι δεν έχουν ούτε και τον ανάλογο βαθμό ευαισθητοποίησης για θέματα σχετικά με την Επιστήμη και τη τεχνολογία.

Αυτή η αδυναμία επικοινωνίας της επιστημονικής κοινότητας με το ευρύ κοινό μπορεί να αποδοθεί στον καταιγισμό πληροφορίας που δημιουργεί σύγχυση και ίσως δεν διεγείρει την περιέργεια των μαθητών, είτε στον παρωχημένο τρόπο διδασκαλίας που δεν αναπτύσσει την κριτική σκέψη, την αυτενέργεια, είτε ακόμη και στο γεγονός ότι το ευρύ κοινό δεν έχει αντιληφθεί τη σημασία κατανόησης της Επιστήμης και της Τεχνολογίας.

Μια “Ημέρα Αστρονομίας” μπορεί να αποτελέσει την αφετηρία για τον αστρονομικό γραμματισμό, και ιδιαίτερα μια “Ημέρα Αστρονομίας” με θέμα το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού μπορεί να αποτελέσει το θεμέλιο για τον κοσμολογικό γραμματισμό. Όταν λέμε κοσμολογικός γραμματισμός θα παραθέσουμε τον ορισμό που έχει δώσει Z.E. Buck³⁷⁴, ότι πρόκειται για το σύνολο των αντιλήψεων και των σημειωτικών πηγών που είναι απαραίτητα για να κατανοήσουμε το επιστημονικό Σύμπαν σε μια κοσμολογική κλίμακα. Μάλιστα σύμφωνα με τη παραπάνω προσέγγιση οι όψεις τις κοσμολογικής γραμματισμότητας είναι: α) Τα συστήματα β) Οι δυνάμεις γ) Η παρατηρητικότητα δ) Η κλίμακα. Για να το προσαρμόσουμε στη περίπτωση μελέτης και παρουσίασης του σκοτεινού ουρανού:

A) Σύστημα: πρόκειται για την οργάνωση του Σύμπαντος, των αστέρων, των σωμάτων και ό,τι αυτό περιλαμβάνει που είναι απαραίτητη η γνώση και κατανόηση για τη μελέτη του παραδόξου του σκοτεινού ουρανού.

B) Δυνάμεις: οι δυνάμεις που διέπουν αυτό το σύστημα και υπαγορεύουν τη λειτουργία του.

Γ) Παρατήρηση: αυτό το οποίο παρατηρούμε, ποιο είναι το ερέθισμα για εμάς γιατί έχουμε σκοτάδι, σε αυτή τη περίπτωση τη νύχτα.

Δ) Κλίμακα: πως ίσως επιδρά ο χρόνος και το διάστημα στην επίλυση του παραδόξου.

³⁷² Σημείο αναφοράς είναι οι έρευνες που έχει κάνει ο J.D. Miller στο: Miller, J.D. (1991). The public understanding of science and technology in the United States, 1990: a report to the National Science Foundation, DeKalb, Ill.: Public Opinion Laboratory Northern Illinois University.

³⁷³ Συγκεκριμένα αναφερόμαστε στο : Eurobarometer (1989). Brussels, Commission of the European Communities.

³⁷⁴ Buck, Z.E. (2014). Dynamic visualizations as tools for supporting cosmological literacy. (Μη εκδοθείσα διδακτορική διατριβή), UC Santa Cruz, California, ανακτήθηκε από <https://escholarship.org/uc/item/9g0104gs>.

Έτσι μια “Ημέρα Αστρονομίας”, η οποία θα μελετά ένα κοσμολογικό παράδοξο δεν συνιστά μια μόνο μια ημέρα που εντάσσεται στην τυπική εκπαίδευση και θα οδηγήσει στην αφύπνιση του κόσμου και την ευαισθητοποίηση σχετικά με την Κοσμολογία, αλλά συνδυασμένη ίσως και προσανατολισμένη, ώστε ο μαθητής να αναζητήσει την εκπαίδευση μέσα από μη τυπικές πηγές εκπαίδευσης, όπως η επίσκεψη σε ένα πλανητάριο. Στόχος είναι μια “Ημέρα Αστρονομίας” να πυροδοτήσει, μέσα από την προσωπική εμπειρία που θα αποκτήσει ο μαθητής, την προσωπική αναζήτηση της γνώσης και τελικά να μιλάμε για έναν στόχο όχι γενικό όπως είναι ο επιστημονικός γραμματισμός, αλλά ειδικό τον κοσμολογικό γραμματισμό.

7.3.3 Διερευνητική μάθηση (Inquiry Based Learning)

Ο απώτερος στόχος μιας “Ημέρας Αστρονομίας” είναι ο αστρονομικός γραμματισμός ή κοσμολογικός γραμματισμός του παιδιού (στη περίπτωση που θα έχει ως θέμα του ένα κοσμολογικό παράδοξο) μέσω της δημιουργίας μια εμπειρίας για τον μαθητή. Μιας εμπειρίας η οποία θα ευαισθητοποιήσει, θα κινητοποιήσει, θα διαφωτίσει, θα τον φέρει σε επαφή με τις επιστημονικές μεθόδους και πρακτικές και θα αποτελέσει το έναυσμα, ίσως και έμπνευση, για την περαιτέρω ενασχόλησή του με τις Φυσικές Επιστήμες, όχι μόνο σε ακαδημαϊκό επίπεδο, αλλά που θα τον ευαισθητοποιήσει σε ανάλογα θέματα και θα τον ωθήσει στην Επιστήμη.

Ο τρόπος με τον οποίο μπορούν να επιτευχθούν τα προαναφερθέντα, εκείνος που θα έχει τα μεγαλύτερα εκπαιδευτικά οφέλη είναι μέσω της διερευνητικής μάθησης. Πρόκειται για μια εκπαιδευτική στρατηγική που εναρμονίζεται με τις αρχές του εποικοδομητισμού και αντιτίθεται στις παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας. Η διδασκαλία δεν είναι δασκαλοκεντρική αλλά μαθητοκεντρική. Η ιδέα της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών είναι στενά συνδεδεμένη με τη διερευνητική διαδικασία και αυτό μπορεί να ερμηνευθεί, αφού μέσω της διερευνητικής διαδικασίας η μάθηση δεν ορίζεται μόνο ως η μετάδοση ενός σώματος γνώσης, αλλά ως μια διαδικασία διερεύνησης, στην οποία ο μαθητής εμπλέκεται προσωπικά και τελικά αναπτύσσει τις δεξιότητες διερεύνησης.

Ειδικότερα, πρόκειται για μια μαθησιακή διαδικασία στην οποία ο μαθητής προσπαθεί να επιλύσει προβληματικές, οι οποίες σχετίζονται με τα δικά του ενδιαφέροντα, παρέχοντάς του την αυτονομία να πειραματιστεί, να εξερευνήσει, να

λειτουργήσει με έναν επιστημονικό τρόπο ώστε τελικά να μετασχηματίσει τη προηγούμενη γνώση, να δομήσει τη νέα. Έχει οριστεί ως: “η συνειδητή διαδικασία διάγνωσης προβλημάτων, κριτικής θεώρησης πειραμάτων και διάκρισης εναλλακτικών λύσεων, σχεδιασμού ερευνών, διερεύνησης εικασιών, αναζήτησης πληροφοριών, κατασκευής μοντέλων, συζήτησης με όμοιους (συνομηλίκους) και διατύπωσης συνεκτικών επιχειρημάτων”³⁷⁵.

Για να μεταφερθεί αυτή η σύνθετη διαδικασία εντός του σχολείου, πρέπει να χωριστεί σε μικρότερα κομμάτια, τα οποία θα έχουν συνοχή, θα καθοδηγούν τους μαθητές και θα ελκύουν το ενδιαφέρον τους σε σημαντικές όψεις της επιστημονικής διάνοησης³⁷⁶. Αυτά τα κομμάτια, ονομάζονται φάσεις διερευνητικής μάθησης (inquiry phases), και φυσικά ποικίλουν. Η επιστημονική βιβλιογραφία που σχετίζεται με το συγκεκριμένο θέμα φαίνεται να διαφοροποιεί και να περιγράφει με διαφορετικό τρόπο τον κύκλο της διερευνητικής διαδικασίας. Μια διαφοροποίηση που σχετίζεται και με το πλήθος των φάσεων και με το περιεχόμενο των φάσεων.

Βέβαια σε κάποιες περιπτώσεις οι φάσεις μπορεί να δίνονται με διαφορετικό όρο αλλά πρόκειται για το ίδιο περιεχόμενο. Σε έρευνα που έγινε³⁷⁷ και συγκέντρωσαν ένα σημαντικό αριθμό σχετικών μελετών κατέληξαν σε ένα μοντέλο που αποτελείται από 5 φάσεις, το οποίο καλύπτει σε μεγάλο βαθμό τα προηγούμενα μοντέλα και συνιστά τον πυρήνα τους και αυτό αποτελείται από τα εξής:

- 1) Προσανατολισμός (Orientation): πρόκειται για το πρώτο στάδιο στο οποίο προσπαθείς να διεγείρεις τη περιέργεια του μαθητή σχετικά με ένα θέμα και εισάγεις μια μαθησιακή πρόκληση μέσα από τη διατύπωση ενός προβλήματος.
- 2) Δημιουργία ενός πλαισίου/ μιας έννοιας (Conceptualization): είναι η διαδικασία που διατυπώνονται ερωτήματα ή υποθέσεις. Δηλαδή η διαδικασία που δημιουργούνται ερωτήματα ερευνητικά για το πρόβλημα που έχει τεθεί, καθώς και η δημιουργία υποθέσεων σχετικές με το πρόβλημα.
- 3) Έρευνα (Investigation): η διαδικασία οργάνωσης της εξερεύνησης, του πειραματισμού τα οποία θα ελέγξουν μια υπόθεση, της συλλογής και ανάλυσης δεδομένων, τα οποία θα οδηγήσουν σε ένα συμπέρασμα και στη σύνθεση της νέας γνώσης.

³⁷⁵ Linn, M.C. et al, (2004). Inquiry and technology, in Linn, M. & Davis, E.A. & Bell, P. Internet environments for science education, 3-28, Lawrence Erlbaum Associates.

³⁷⁶ Pedaste, M. et al, (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. Educational Research Review, 14, 47-61.

³⁷⁷ Ο.π.

- 4) Συμπέρασμα (Conclusion): η διαδικασία δημιουργίας συμπερασμάτων από τα δεδομένα που έχουν συγκεντρωθεί.
- 5) Συζήτηση (Discussion): η διαδικασία παρουσίασης των ευρημάτων από το κάθε στάδιο της διερευνητικής διαδικασίας ή ολόκληρου του κύκλου, σε συνομήλικους, διδάσκοντες συλλέγοντας σχόλια που θα οδηγήσουν στην ανατροφοδότηση, αλλά και εσωτερικός στοχασμός σχετικά με τα ευρήματα.

Οι λόγοι που θα επιλέγαμε τη συγκεκριμένη μέθοδο για την “Ημέρα Αστρονομίας” με θέμα το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού μπορούν να συνδεθούν με τα βασικά χαρακτηριστικά της διερευνητικής μεθόδου.

Αναλυτικότερα :

A) Βάση της διερευνητικής μεθόδου είναι η προσωπική εμπλοκή του μαθητή, ο οποίος με αφορμή τα ερεθίσματα που λαμβάνει από το εξωτερικό περιβάλλον κινητοποιείται ώστε να επιλύσει πραγματικές προβληματικές. Συνάμα σε αυτή τη διαδικασία επίλυσης σημαντικό ρόλο διαδραματίζει το περιβάλλον μέσα στο οποίο ο μαθητής εκφράζει το πρόβλημα και εκφράζεται. Η ομάδα μέσα στην οποία εντάσσεται ο μαθητής, οι διαφορετικές απόψεις, οι διαφοροποιήσεις που θα υπάρχουν ως λογικό επακόλουθο της προηγούμενης γνώσης και εμπειρίας που έχει το κάθε παιδί, η συνεργασία και η ελεύθερη έκφραση διαφορετικών ερμηνειών, υποθέσεων, διαφορετικής οπτικής ή αντίληψης, όλα αυτά διαμορφώνουν το τέλειο πλαίσιο για την επαφή του παιδιού με το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού.

Το ερώτημα γιατί ο ουρανός είναι σκοτεινός τη νύχτα, συνιστά ένα από τα θεμελιώδη ερωτήματα που το παιδί, ο άνθρωπος καλείται να εξηγήσει, συνιστά ένα ερώτημα που συνδέεται με τη πραγματικότητα και ιδιαίτερα μέχρι τη Β' Λυκείου τα παιδιά είναι σίγουρα για την ερμηνεία του. Τους φαντάζει ως μια απλοϊκή ερώτηση πλέον, που όμως όταν τεθεί μέσα σε ένα σύνολο μαθητών, σε μια τάξη, οι διαφορετικές εκδοχές απάντησης θα αναδείξουν τη προβληματική.

Έτσι ο μαθητής θα εμπλακεί προσωπικά στο ερώτημα, θα επέλθει η γνωστική σύγκρουση και θα αναζητήσει λύσεις. Ο μαθητής στη προσπάθεια επίλυσης θα προσφέρει, θα προτείνει λύσεις μέσα από την πρότερη εμπειρία που έχει, θα επιλέξει και θα κρίνει τη κάθε λύση που διατυπωθεί, θα είναι πρόθυμος να αναθεωρήσει ερμηνείες, να θέσει ερωτήσεις.

Β) Επίσης ένα πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό της διερευνητικής μάθησης είναι ότι μάθηση και η γνώση δεν αντιμετωπίζεται ως ένα γνωστικό κεφάλαιο που πρέπει να μεταδώσει ο καθηγητής στον διδασκόμενο, αλλά ότι πρέπει ο διδασκόμενος να γίνει συνδιαμορφωτής της γνώσης, θα πρέπει να την ανακαλύψει τη γνώση. Έτσι η προσπάθεια του παιδιού να προσεγγίσει το πρόβλημα μετασχηματίζει και την έννοια του λάθους, το οποίο είναι σχεδόν απαραίτητο στην όλη διαδικασία. Μάλιστα στη συγκεκριμένη μέθοδο δίνεται πολύ μεγάλη βαρύτητα και στην διαίσθηση που έχει το παιδί, την οποία ο εκπαιδευτικός την αξιοποιεί γόνιμα, αναδεικνύοντας και την ενορατική σκέψη του μαθητή³⁷⁸.

Έτσι και στην εκπαιδευτική προσέγγιση του παραδόξου, δεν είναι στόχος να μάθει τεχνικά το παιδί ή μαθηματοποιημένα μόνο σε τι έγκειται. Είναι μια ιδανική περίπτωση ώστε το παιδί να κατανοήσει ότι μια ενδεχόμενη ερμηνεία του δεν υποστηρίζεται από την επιστημονική προσέγγιση, αλλά ότι είναι απόρροια της διαίσθησης ή του θρησκευτικού, πολιτισμικού υποβάθρου του. Δίνει έμφαση στη κατανόηση και στην άρτια γνώση της ερευνητικής διαδικασίας, όχι μόνο στο περιεχόμενο του προβλήματος. Ανάλογα και στη περίπτωση της “Ημέρας Αστρονομίας”, μέσα από μια τέτοια δράση δεν είναι μονάχα στόχος να κατανοήσουν τα παιδιά πού έγκειται και τι είναι το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού, αλλά να αποτελέσει έναν εκπαιδευτικό φάρο για την Κοσμολογία, την Αστρονομία και τις Φυσικές Επιστήμες, ώστε τα παιδιά να μάθουν να δρουν επιστημονικά και από παθητικοί δέκτες γνώσης να γίνουν διαμορφωτές της.

Καταληκτικά, σε ένα εκπαιδευτικό σύστημα που η Αστρονομία και η αστρονομική εκπαίδευση εκλείπει, σε ένα σύστημα που υπάρχει ασυμβατότητα μεταξύ αυτών, που παιδιά διδάσκονται μέσα στη τάξη και σε αυτό που οι πραγματικοί επιστήμονες κάνουν³⁷⁹, σε μια θεματική που πραγματικά αναδεικνύει μια αντίφαση και μια παραδοξότητα, η διερευνητική μέθοδος θα μπορούσε να θεωρηθεί αν όχι αποδοτική, τουλάχιστον απελευθερωτική. Εν τέλει, μια “Ημέρα Αστρονομίας” θα μπορούσε να έχει τους ανάλογους στόχους όπως και διερευνητική μάθηση κατά την Spunken- Smith³⁸⁰, δηλαδή να αναπτύξει την κριτική σκέψη, την ικανότητα για ανεξάρτητη έρευνα, να επωμιστεί την ευθύνη της μάθησης και να αναπτυχθεί διανοητικά.

³⁷⁸ Bigge, M. & Shermis, S. (1992). *Learning theories for teachers*. NY: Harper Collins.

³⁷⁹ Herrington, D. et al. (2012). Target inquiry: helping teachers use a research experience to transform their teaching practices. *Journal of Chemist Education*, 89, (4), 442-448.

³⁸⁰ Spunken-Smith, R. (2008). Experiencing the process of knowledge creation: The nature and use of inquiry-based learning in higher education. *Journal of Geography in Higher Education*, 2, 183–201.

7.3.4. Διαθεματικότητα

Η “Ημέρα Αστρονομίας” θέλουμε να αποτελέσει όχι μια συνέχεια της σχολικής καθημερινότητας, αλλά να σπάει τη σχολική ρουτίνα. Θα θέλαμε να στηρίζεται σε καινοτόμες δράσεις, σε προοδευτικές παιδαγωγικές πρακτικές και να προσεγγίζει τη γνώση με διαφορετικό τρόπο. Ο μαθητής θέλουμε να καταστεί ερευνητής και το κέντρο βάρους της διαδικασίας να μετατοπιστεί από τον διδάσκοντα στον διδασκόμενο. Για αυτό τον λόγο θέλουμε να στηριχθεί στις αρχές του εποικοδομητισμού, να στοχεύσει στον επιστημονικό γραμματισμό και να στηριχθεί στη διερευνητική μέθοδο. Δε θέλουμε η εδραίωση μιας τέτοιας μέρας να στοχεύσει απλώς στη σώρευση γνώσεων, αλλά να αναδειχθεί ως μια μέρα που τα παιδιά θα αλληλεπιδράσουν, θα χρησιμοποιήσουν το συναίσθημα και το βίωμα, που θα τα τονώσει, θα αναπτύξει τη καλλιέργεια τους και η γνώση πλέον δεν θα αντιμετωπίζεται θραυσματικά ή ελιτίστικα (μόνο από τους καλούς μαθητές που καταλαβαίνουν), αλλά θα αποτελέσει μια ημέρα που θα κατεβάσουμε τα άστρα στη Γη.

Ένας άλλος θεμέλιος λίθος της παρούσας εκπαιδευτικής πρότασης που σχετίζεται και εντάσσεται στο ανάλογο πλαίσιο με τα προαναφερθέντα, είναι η έννοια της διαθεματικότητας. Η διαθεματική προσέγγιση της γνώσης συνιστά μια ολιστική προσέγγισή της, στηρίζεται στην αρχή της συμπληρωματικότητας σύμφωνα με την οποία οι οπτικές γωνίες από τις οποίες κάθε διδακτικό αντικείμενο βλέπει το ίδιο σύστημα δεν είναι εξ ολοκλήρου ούτε ανεξάρτητες, ούτε συμβατές μεταξύ τους, ενώ όλες μαζί αποκαλύπτουν περισσότερες αλήθειες για το σύστημα απ’ ότι η καθεμία ξεχωριστά^{381, 382}. Στη διεθνή βιβλιογραφία αυτή η σύνδεση των επιστημονικών κλάδων αποδίδεται με διάφορους όρους όπως:

- Thematic instruction
- Holistic education
- Cross- disciplinary teaching.

³⁸¹ Ψυχάρης, Σ. & Γιαβρής, Α.(2003, σ. 40-54).Η εκπαίδευση ως σύστημα, στο Αγγελάκος, Κ. (Επιμ.), Διαθεματικές προσεγγίσεις της γνώσης στο Ελληνικό Σχολείο, Αθήνα: Μεταίχμιο.

³⁸² Παρ’ αυτά υπάρχουν και άλλοι ορισμοί σχετικά με τη διαθεματικότητα, που ο καθένας δίνει τονίζει κάποιο άλλο χαρακτηριστικό της, όπως επίσης υπάρχει και μια σύγχυση με τους όρους διαθεματικότητα, διεπιστημονικότητα και ενιαιοποίηση. Στη παρούσα περίπτωση εμείς θα εμείνουμε στην έννοια της διαθεματικότητας, χωρίς να αποπειραθούμε να την αποσαφηνίσουμε από τους άλλους όρους.

Σύμφωνα με άλλες απόπειρες προσέγγισης της διαθεματικότητας πρόκειται για μια διαδικασία στην οποία ενοποιούνται δυο ή περισσότερες γνωστικές περιοχές με σκοπό την αύξηση της μάθησης σε κάθε περιοχή³⁸³ και αυτή η ενοποίηση συνδυάζεται με τη διδασκαλία εργαστηριακής και ευρηματικής μορφής³⁸⁴. Όμως η διαθεματική προσέγγιση δεν σταματά εκεί, αλλά καταργεί τα διακριτά μαθήματα και αντιμετωπίζει τη γνώση ολόπλευρα σε συνάρτηση πάντα με τις εμπειρίες και τα πραγματικά ενδιαφέροντα των μαθητών³⁸⁵. Συνάμα ο διδασκόμενος προσεγγίζει το θέμα μέσα από την οπτική γωνία που θέλει ο ίδιος, αναπτύσσοντας εφόδια που θα τον οδηγήσουν στη δια βίου μάθηση και κατ' αυτόν τον τρόπο θα εξάψει το ενδιαφέρον του. Θα του επιτρέψει να διαμορφώσει τη δική του άποψη σε θέματα που άπτονται της Επιστήμης, που συνδέονται με τη καθημερινότητά του, αποκρυσταλλώνοντας τη δική τους κοσμοθεωρία.

Εκτός από του στόχους που υπηρετεί, η επιλογή της διαθεματικής διδασκαλίας για την “Ημέρα Αστρονομίας” στηρίζεται και στο γεγονός ότι περιλαμβάνει πρακτικά τα εξής σύμφωνα με το Δελτίο παιδαγωγικού Ινστιτούτου Κύπρου³⁸⁶:

- 1) Ανάδειξη θέματος που ανταποκρίνεται ή απαντά στις ανάγκες, ενδιαφέροντα και εμπειρίες των μαθητών.
- 2) Αναδιοργάνωση των τάξεων και των ομάδων των μαθητών.
- 3) Εισαγωγή επαλληλίας της ύλης στα διάφορα μαθήματα.
- 4) Ενιαία εξέταση ιδεών και εννοιών που καλύπτονται από διάφορα παραδοσιακά γνωστικά αντικείμενα.
- 5) Επιλογή περιεχομένου που εμβαθύνει τη διδακτέα ύλη.
- 6) Επιλογή περιεχομένου που να προέρχεται από τουλάχιστον δύο ξεχωριστά μαθήματα.
- 7) Επιλογή περιεχομένου που συμπληρώνει και επεκτείνει το περιεχόμενο του βιβλίου.
- 8) Ευκαιρία για εμπλοκή σε θέματα από την πραγματικότητα της ζωής.
- 9) Εφαρμογή της διδασκαλίας της πολλαπλής νοημοσύνης.
- 10) Μη παραδοσιακή ή εκτός συστήματος οργάνωση του διαθέσιμου χρόνου.
- 11) Μορφή παροχής κινήτρων και πρόκλησης των μαθητών.

³⁸³ Cone, T.P. & Werner, P. Cone, & S. L. & Woods, A.M. (1998). *Interdisciplinary teaching through physical education*. Champaign IL: Human Kinetics.

³⁸⁴ Θεοφιλίδης, Χ. (2010, σ.11). Διαθεματική προσέγγιση της Διδασκαλίας. Αθήνα: Γρηγόρη.

³⁸⁵ Κοσσυβάκη, Φ.(2003). *Προτάσεις για μετάβαση από τη διδακτική του αντικειμένου στη διδακτική του ενεργού υποκειμένου*. Αθήνα: Gutenberg.

³⁸⁶ Παπανδρέου, Α.(2008). Η έννοια της διαθεματικής διδασκαλίας. Δελτίο Παιδαγωγικού Ινστιτούτου Κύπρου, 8, 9.

- 12) Οργάνωση της ύλης με τρόπο που ξεφεύγει από τον τρόπο οργάνωσης που προτείνεται στο Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών.
- 13) Παροχή ευκαιριών για εξατομικευμένη και/ ή ομαδική εργασία των μαθητών.
- 14) Προσφορά πεδίου εξάσκησης δεξιοτήτων.
- 15) Χρήση μέσων διδασκαλίας που επεκτείνονται πέρα από το εγχειρίδιο διδασκαλίας.

Συνεπώς μέσω της διαθεματικής προσέγγισης αναπτύσσονται και δεξιότητες/ ικανότητες καθώς στηρίζεται σε προϋπάρχουσες γνώσεις των παιδιών, σε εμπειρίες του και έτσι επιτυγχάνεται η θεμελίωση κοινωνικό-γνωστικών στάσεων που θα οδηγήσει στην προετοιμασία του μαθητή, στην αντιμετώπιση της πολυδιάστατης και απαιτητικής πραγματικότητας. Ταυτόχρονα, επειδή η διαθεματικότητα είναι άμεσα συνυφασμένη με τη διερευνητική μάθηση και οι δυο αυτές προσεγγίσεις δημιουργούν το πλαίσιο εκείνο που θα ωθήσει στην ανάπτυξη του παιδιού όχι μόνο γνωστικά αλλά και συναισθηματικά και κοινωνικά, αφού αναδεικνύει στάσεις και αξίες ζωής όπως η ισότητα, η υπευθυνότητα, ο εθελοντισμός³⁸⁷.

Συνεπώς η διαθεματική προσέγγιση είναι εκείνη που στοχεύει στα διαφορετικά είδη νοημοσύνης κατά τη θεωρία του Gardner³⁸⁸, που είναι πολύ καιρίες, αφού οι γνώσεις συνεχώς αυξάνονται λόγω της ανάπτυξης της Επιστήμης και της Τεχνολογίας, είναι επιτακτική ανάγκη να μάθουμε στους μαθητές πως θα την προσεγγίζουν. Το αντίκτυπο της συσχέτισης της γνωστικής εποικοδομητικής θεωρίας και της διαθεματικότητας αποτυπώνουν οι Cambell και Harris³⁸⁹: α) Κατανόηση ουσιαστική, αφού μπορεί να καλύπτεται μικρότερη ύλη, αλλά προωθεί την πολύπλευρη κατανόηση των θεμάτων β) Συνάφεια, αφού τα θέματα σχετίζονται με τη καθημερινότητά τους γ) Ενεργητική έρευνα, αφού ο μαθητής καλείται να βρει λύσεις μέσα από την επαφή του με πολλαπλές πηγές, οπότε και ωθείται να αξιολογήσει, να συνθέσει, να αναλύσει δ) Συνεργασία, μέσα από την ομαδοσυνεργατική μάθηση ε) Επιλογές, αφού οι μαθητές είναι σημαντικό να παρεμβαίνουν στη διαδικασία.

Ιδιαίτερα μια “Ημέρα Αστρονομίας” με θέμα ένα κοσμολογικό παράδοξο δεν θα μπορούσε να μην ενσαρκωθεί μέσα από την έννοια της διαθεματικότητας/ διεπιστημονικότητας/ενιαιοποίησης, όταν η Κοσμολογία ως Επιστήμη συνιστά την

³⁸⁷ Τσοβράς, Λ.(2016). Η διαθεματική προσέγγιση της γνώσης στο Δημοτικό σχολείο και τα σχέδια εργασίας. Τα Εκπαιδευτικά,79-80, 160-168.

³⁸⁸ Wood, K.E. (2001, p.5).Interdisciplinary instruction. Upper Saddle River, NJ: Merrill/ Prentice Hall, όπως είναι η γλωσσική, η λογικο-μαθηματική, η χωρική, η διαπροσωπική, η ενδοπροσωπική, η σωματο-κιναισθητική, η μουσική, η περιβαλλοντική.

³⁸⁹ Campbell, D.M. & Harris, L.S. (2001, p. 19-21). Collaborative them building: How teachers write integrated curriculum. Boston: Allyn & Bacon.

κορωνίδα των Επιστημών, η οποία εξετάζει και ενοποιεί επιστήμες όπως η Χημεία, η Αστροφυσική, η Φυσική, τα Μαθηματικά, η Βιολογία εξερευνώντας την ιστορία του Κόσμου, τη φιλοσοφία και τη θέση του ανθρώπου μέσα σε αυτόν.

Το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού έχει ως βάση του μια καθημερινή παρατήρηση, που για να το κατανοήσουμε ουσιαστικά οφείλουμε να το προσεγγίσουμε διαθεματικά. Μπορεί να συνδεθεί:

Α) Με το Γλωσσικό μάθημα διερευνώντας τι σημαίνει παράδοξο, ποια είναι η ετυμολογία της λέξης παράδοξο και τι προδίδει για την εμβάθυνση σε αυτό, ίσως οι διαφορετικές αποδόσεις π.χ το παράδοξο, το αίνιγμα, ο γρίφος.

Β) Με τα Θρησκευτικά, αφού θα μπορούσαμε να το συνδέσουμε με τις διαφορετικές εκδοχές της εναλλαγής ημέρας και νύχτας όπως ερμηνεύονται και αποδίδονται στις διαφορετικές θρησκείες μέσα από τα ανάλογα θρησκευτικά αφηγήματα.

Γ) Με τα Εικαστικά, πως ο ένας αστρος ουρανός έχει εμπνεύσει και έχει αποτυπωθεί σε πίνακες όπως αυτός του Van Gogh, με τίτλο: “The starry night” δίνοντας ίσως μέσα από τη μελέτη τους μια διαφορετική οπτική σε μια παρατήρηση τόσο οικεία για όλους.

Δ) Με τη Λογοτεχνία, αντίστοιχα πως η λογοτεχνία έχει επηρεάσει την επιστημονική σκέψη και πως η επιστημονική σκέψη έχει επιδράσει στη λογοτεχνία και δίνοντας ως σημείο αναφοράς το πεζολογικό ποίημα του Edgar Allan Poe με τον τίτλο: “Eureka”³⁹⁰.

Ε) Με τη Φυσική, θα μπορούσε να συνδεθεί και να δομηθεί η νέα γνώση στη προηγούμενη, ενδεικτικά στη διατύπωση των διαφορετικών λύσεων που έχει δοθεί σε σχέση με το παράδοξο, μια από αυτές στηρίζεται στη συνεχόμενη διαστολή του σύμπαντος και το φαινόμενο Doppler θα μπορούσε να βοηθήσει στη κατανόηση της ενδεχόμενης λύσης ή με την ηλεκτρομαγνητική θεωρία, με τη ταχύτητα του φωτός.

Στ) Με τα Μαθηματικά, θα μπορούσε να συνδεθεί με την κατανόηση εννοιών, όπως αυτής του απείρου, έννοια την οποία διδάσκονται σε μικρότερες τάξεις π.χ. όταν διδάσκονται τα σύνολα των πραγματικών αριθμών, είτε θα αποτελέσουν τη βάση για τα Μαθηματικά τα οποία θα συναντήσουν σε μεγαλύτερη τάξη όταν θα διδαχθούν τον απειροστικό λογισμό.

Ζ) Με την Ιστορία και πιο συγκεκριμένα την Ιστορία των Επιστημών, αφού το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού αποτελεί μια ενδεικτική περίπτωση πως ένα θεμελιώδες ερώτημα και πρόβλημα εξελίχθηκε παράλληλα με την ανάπτυξη των Επιστημών, πως η

³⁹⁰ Αναφορά για την συμβολή του συγκεκριμένου ποιήματος στην ιστορία του παραδόξου του σκοτεινού ουρανού έχει γίνει στο Β' μέρος της παρούσας εργασίας.

εξέλιξη της Επιστήμης επηρέαζε και αναδιαμόρφωνε εκτός από τη θέση του ανθρώπου και τη θέση μας σε σχέση με το παράδοξο.

Η) Με τη Φιλοσοφία, μπορεί η Κοσμολογία να άλλαξε μετά το 1965 και να φάνηκε ότι απομακρύνθηκε από το φιλοσοφικό τόνο που είχε, αφού συνδέθηκε με τη φυσική, την Αστρονομία, και λόγω του όγκου των δεδομένων που παρέχουν τα υπερσύγχρονα τηλεσκόπια, ωστόσο συνδέεται με τη φιλοσοφία και τον κλάδο της φιλοσοφίας της Κοσμολογίας αφού εγείρονται πολλά φιλοσοφικά ζητήματα όπως ποια είναι τα όρια της επιστημονικής ερμηνείας, για τη φύση των φυσικών νόμων ή ακόμη και τη σύνδεση του με την ανθρωπική αρχή.

Θ) Με τη Πληροφορική, αφού μέσα από τα ανάλογα εκπαιδευτικά προγράμματα, που είναι ειδικά σχεδιασμένα οι μαθητές μπορούν να ανακαλύψουν τις δυνατότητες που δίνει το διαδίκτυο και πως πραγματικά μπορούν να το αξιοποιούν για να εκπονούν τη δική τους έρευνα. Στη περίπτωση του παραδόξου του σκοτεινού ουρανού θα μπορούσαν να εμπλακούν σε προγράμματα όπως το “Πρόγραμμα Τηλεσκοπίων Faulkes”³⁹¹, το οποίο ξεκίνησε στο Ηνωμένο Βασίλειο, λαμβάνοντας εικόνες αλλά και μπορούν οι μαθητές να επεξεργαστούν δεδομένα από τα μεγαλύτερα ρομποτικά τηλεσκόπια στον Κόσμο.

Ι) Με την Αρχαία Ελληνική Γραμματεία, θα μπορούσε να συνδεθεί με κείμενα αρχαία τα οποία φανερώνουν τον τρόπο που οι αρχαίοι αντιλαμβάνονταν την εναλλαγή ημέρας-νύχτας, και πώς γενικά αντιλαμβάνονταν τον νυχτερινό ουρανό. Μια τέτοια αναφορά θα μπορούσε να γίνει μέσα από το έργο του Ησίοδου, τη “Θεογονία”³⁹² και συγκεκριμένα του στίχους του 729-774.

Το πόσο σημαντική είναι η έννοια της διαθεματικότητας φαίνεται να έχει αναγνωριστεί από την εποχή του Πλάτωνα, όταν στο έργο του “Πολιτεία” είχε καταγράψει: *“τά τε χύδην μαθήματα παισὶν ἐν τῇ παιδείᾳ γενόμενα τούτοις συνακτέον εἰς σύνοψιν οἰκειότητός τε ἀλλήλων τῶν μαθημάτων καὶ τῆς τοῦ ὄντος φύσεως”* η μετάφραση του οποίου είναι η εξής: *“και τα μαθήματα, που στην εκπαίδευση της παιδικής των ηλικίας τούς τα δίναμε σκορπιστά και χώρα, θα τα παρουσιάζεις σ’ αυτούς τώρα συντεταγμένα σ’ ένα σύνολο, ώστε να μπορούν με μια ματιά να διακρίνουν τις σχέσεις που έχουν οι επιστήμες και μεταξύ τους και με τη φύση του*

³⁹¹ <https://www.scienceinschool.org/el/2007/issue4/faulkestescope>, ανακτήθηκε στις 08/01/2021.

³⁹² https://www.greek-language.gr/digitalResources/ancient_greek/library/browse.html?text_id=2&page=15 ανακτήθηκε στις 08/01/2021.

όντος³⁹³, αναδεικνύοντας το πόσο σημαντική είναι η ενοποίηση της γνώσης και η σύνδεση της με τη πραγματικότητα.

Πόσο πιο δόκιμη λοιπόν είναι η περίπτωση του παραδόξου του σκοτεινού ουρανού, που ως αφετηρία της έχει μια τόση κοινή παρατήρηση, η οποία έχει απασχολήσει ανά τους αιώνες την επιστημονική κοινότητα, καθρεφτίζοντας την εξέλιξη της ίδιας της Επιστήμης και έχοντας επιδράσει ποικιλοτρόπως, μέσα από τους διάφορους γνωστικούς τομείς, στην ανθρώπινη διανόηση. Έτσι η διαθεματική προσέγγιση του παραδόξου θα αναβαθμίσει τη μάθηση ποιοτικά, διότι οι διαδικασίες γενίκευσης, αφαίρεσης και σύνθεσης που αυτή συνεπάγεται, οδηγούν σε πιο ουσιαστική, ποιοτική μάθηση³⁹⁴.

7.3.5 Ιστορική προσέγγιση του παραδόξου

Μια άλλη πολύ βασική συνιστώσα για την εκπαιδευτική προσέγγιση του παραδόξου του σκοτεινού ουρανού, είναι αυτή της πορείας του μέσα στον χρόνο. Πρόκειται για ένα από τα βασικά κοσμολογικά ερωτήματα που η απάντηση του θα είναι αποκαλυπτική. Η ίδια η φύση του παραδόξου και όλα τα παράδοξα που συνδέονται με αυτό -όπως ποιος είναι αυτός που συνέλαβε και πρωτοδιατύπωσε την αναντιστοιχία, οι διαφορετικές ανά κοσμολογικό μοντέλο απαντήσεις, οι διαφορετικοί ορισμοί, το όνομά του, η πεποίθηση του κόσμου ότι γνωρίζει ποια είναι η απάντηση στην απλοϊκή ερώτηση γιατί ο ουρανός είναι σκοτεινός- όλα αυτά συνθέτουν την ιδιαίτερη φυσιογνωμία και σημασία του παραδόξου.

Η ένταξη της Ιστορίας των Επιστημών στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών δεν συνιστά μια καινούργια παρατήρηση. Τις τελευταίες δεκαετίες πολλές μελέτες³⁹⁵ τονίζουν το πόσο ευεργετική, αν όχι αδήριτη, μπορεί να είναι η συμπόρευσή τους. Αυτή είναι μια παρατήρηση που μπορεί να φαντάζει οξύμωρη, αφού η διδασκαλία των Φυσικών

³⁹³

https://www.greek-language.gr/digitalResources/ancient_greek/library/browse.html?text_id=111&page=101
ανακτήθηκε στις 08/01/2021.

³⁹⁴ Μάτσαγγούρας, Η. (1996). *Θεωρία και πράξη της Διδασκαλίας*. Αθήνα: Γρηγόρη.

³⁹⁵ Ενδεικτικές μελέτες των:

- Gooday, G. et al. (2008). Does Science Education Need the History of Science? *The History of Science*, 99, (2), 322-330.
- Mc.Comas, W.F. (2008). Seeking historical examples to illustrate key aspects of the Nature of Science. *Science and education*, 17, (2-3), 249-263.
- Seroglou, F. & Koumaras, P. (2001). The Contribution of the History of Physics in Physics Education: a Review. *Science and Education*, 10, 153-171.

Επιστημών είναι να μάθουμε να επιλύουμε προβλήματα, να προβλέψουμε και να αποτρέψουμε ίσως προβλήματα, μήπως η Ιστορία των Επιστημών είναι μια χρονοβόρα και ανούσια ενασχόληση ιδιαίτερα όταν το εκπαιδευτικό σύστημα προσπαθεί να είναι επίκαιρο και σύγχρονο;

Η Ιστορία των Επιστημών όμως είναι αυτή που θα οδηγήσει στη βαθύτερη κατανόηση. Ιδιαίτερα όταν η Επιστήμη μέσα στις σχολικές τάξεις δίνεται στη τελική της μορφή, ως παραδεδομένη γνώση, ως κάτι έτοιμο που δεν εγείρει ερωτήματα, που δεν εγείρει το ενδιαφέρον, που θεωρείται τετελεσμένο. Μέσα από τη Ιστορία της Επιστήμης ο μαθητής μπορεί να καταλάβει λοιπόν ότι υπήρχε κάποια άλλη εκδοχή της πραγματικότητας, που αυτή μετεξελίχθηκε και ότι αυτή η γνώση που λαμβάνει τη δεδομένη στιγμή μπορεί να είναι αποτέλεσμα συγκρούσεων, αιρετικών αντιλήψεων και έτσι να μάθει να ελέγχει και να ασκεί και κριτική και ο ίδιος.

Ο Mc.Comas³⁹⁶ έχει συγκεντρώσει από άλλους μελετητές τις θετικές επιδράσεις που μπορεί να έχει η Ιστορία των Επιστημών στην εκπαιδευτική διαδικασία:

- 1) Να αυξήσει το κίνητρο των μαθητών.
- 2) Να ενισχύσει το θαυμασμό τους για τους επιστήμονες.
- 3) Να βοηθήσει να αναπτύξουν θετική στάση απέναντι στην Επιστήμη.
- 4) Να εξανθρωπίσει τις επιστήμες.
- 5) Να αναδείξει το γεγονός ότι η Επιστήμη έχει ιστορία.
- 6) Να κάνει πιο απαιτητική τη διαδικασία και έτσι να ενισχύσει την σχέση αιτιατού-αποτελέσματος.
- 7) Να προσφέρει τη δυνατότητα για την ανάπτυξη ανώτερων γνωστικών δεξιοτήτων.
- 8) Να συνεισφέρει στην πιο ολοκληρωμένη κατανόηση βασικού επιστημονικού περιεχομένου.
- 9) Να βοηθήσει να αποκαλυφθούν και να εξαλειφθούν βασικές λανθασμένες πεποιθήσεις σχετικά με την Επιστήμη, που συνδέονται με τις λανθασμένες αντιλήψεις επιστημόνων του παρελθόντος που διακρινόνταν κατ' αυτόν τον τρόπο.
- 10) Προσφέρει μια διεπιστημονική/διαθεματική σύνδεση μεταξύ των Επιστημών και ιδιαίτερα μεταξύ των άλλων σχολικών γνωστικών αντικειμένων, γεφυρώνοντας το χάσμα μεταξύ ανθρωπιστικών και θετικών Επιστημών.

³⁹⁶ Mc Comas, W.F. (2010, p.37-54.).The history of science and the future of science education: A typology of approaches to the history of science in science instruction, στο Adapting Historical Knowledge Production to the Classroom. Kokkotas, P.V. & Malamitsa, K.S. & Rizaki, A.A. (Edit.). Rotterdam. Έχει γίνει επιλογή, δεν έχουμε αναφέρει όλα όσα συνοψίζει η συγκεκριμένη μελέτη.

Μια “Ημέρα Αστρονομίας” και ιδιαίτερα με ένα θέμα όπως το παραδόξο του σκοτεινού ουρανού οφείλει να συνδεθεί με την Ιστορία του. Μόνο μέσα από την ιστορική αναδρομή θα μπορέσει ο μαθητής να καταλάβει πρωτίτως, ότι η αντίληψη που έχει για τον σκοτεινό ουρανό το βράδυ είναι λανθασμένη. Αλλά και σε αυτή τη περίπτωση η διαπίστωση της πλάνης έχει διττή σημασία εκπαιδευτικά. Αφενός το παιδί θα αναζητήσει την απάντηση/ λύση που θα το οδηγήσει σε ένα νέο νοητικό σχήμα, αφετέρου θα κατανοήσει ότι το λάθος συνιστά ένα πολύ σημαντικό κομμάτι της εκπαιδευτικής διαδικασίας αλλά και της προσωπικής του ανάπτυξης. Άλλωστε όπως ο καθηγητής Αστρονομίας Giancarlo Setti είχε διατυπώσει³⁹⁷: “η Κοσμολογία είναι σαν την αγάπη, σε όλους αρέσει να κάνουν τα δικά τους λάθη”.

Ένα επίσης πολύ σημαντικό πλεονέκτημα είναι ότι μέσα από την Ιστορία των Επιστημών αναδεικνύεται το γεγονός ότι η κατάκτηση της γνώσης μπορεί να συνιστά μια συνεχόμενη και επίπονη διαδικασία. Ανάλογα και η Ιστορία του παραδόξου δεν ήταν μια ευθύγραμμη διαδικασία, αλλά υπήρξαν συγκρούσεις (σε επίπεδο γνωστικό) και ίσως θα μπορούσαμε να χαρακτηρίσουμε και ζοφερά κομμάτια της Ιστορίας των Επιστημών³⁹⁸. Το πολύ σημαντικό στοιχείο είναι ότι η Ιστορία των Επιστημών μπορεί να αποτελέσει τη βάση για την εδραίωση της αντίληψης ότι η Επιστήμη μπορεί να αλλάξει τις μεθόδους της, μπορεί να αλλάξει τις αιτιάσεις, τον τρόπο που εξάγει συμπεράσματα ή και ακόμη και τους στόχους της. Δεν είναι κάτι στατικό, αλλά εξελίσσεται. Η ιστορία του παραδόξου του σκοτεινού ουρανού μπορεί να σε ωθήσει στην εξερεύνηση της φύσης, δεν είναι ότι δόθηκε ως θεϊκό πρόσταγμα από τους ουρανούς, ούτε φιλοσοφία που μας παραδόθηκε και αυτό είναι που κάνει να ξεχωρίζει την Επιστήμη από όλα τα υπόλοιπα³⁹⁹.

Η ιστορία του παραδόξου είναι επίσης πολύ σημαντική γιατί θα συνδέσει το παράδοξο με τον Κόσμο που μας περιβάλλει. Θα φέρει ένα επιστημονικό-κοσμολογικό παράδοξο σε επαφή με τον άνθρωπο και θα το συνδέσει με ανθρώπινες προσωπικότητες και κουλτούρες. Θα δείξει πως κάποιοι από τους μεγαλύτερους διανοούμενους και επιστήμονες όπως ο Halley, προσπάθησαν να ερμηνεύσουν αυτή την απλή παρατήρηση

³⁹⁷ Longair, M.S. (2004). A Brief History of Cosmology. Carnegie Observatories Astrophysics Series, 2, Measuring and Modeling the Universe. Freedman, W.L. (edit.). Cambridge: Cambridge University Press.

³⁹⁸ Αναφερόμαστε στις συγκρούσεις με τη μεταφορική λειτουργία της έννοιας, έχοντας υπόψιν π.χ τη διάσταση απόψεων μεταξύ εκείνων που πρέσβευαν ότι το σύμπαν ήταν άπειρο, όποτε και αναγνώριζαν το παράδοξο και σε εκείνους που δεν πίστευαν καν υποστήριζαν την απειρία του σύμπαντος οπότε και δεν αναγνώριζαν το ίδιο το παράδοξο.

³⁹⁹ Chang, H. (2017). Who cares about the history of science? The Royal Society Publishing. <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsnr.2016.0042>, ανακτήθηκε στις 12/01/2021.

και ενδεχομένως θα μπορούσαμε να πούμε ότι εξανθρωπίζει την Επιστήμη αφού τη συνδέει με τους ανθρώπους που τη δημιούργησαν. Μάλιστα ορισμένες φορές οι ιστορίες και οι χαρακτήρες πίσω από τις επιστημονικές ανακαλύψεις είναι τόσο εντυπωσιακές όσο και οι ίδιες οι ανακαλύψεις⁴⁰⁰.

Η ιστορική προσέγγιση του παραδόξου μπορεί να μας οδηγήσει να καταλάβουμε γιατί αποδεχόμαστε τη συγκεκριμένη επιστημονική εκδοχή σήμερα. Το πως φτάσαμε να αποδεχόμαστε αυτό που αποδεχόμαστε επιστημονικά σήμερα είναι αυτό που οδηγεί στην εμβάθυνση της κατανόησης της Επιστήμης⁴⁰¹. Μάλιστα θα μπορούσε να συνδεθεί με το πολιτισμικό και κοινωνικό πλαίσιο μέσα στο οποίο αναδείχθηκε ώστε να κατανοήσει ο μαθητής πως όλα αυτά αλληλοεπιδρούν και σε παλαιότερες ίσως εποχές κατηύθυναν την επιστημονική σκέψη. Έτσι ο μαθητής θα αναπτύξει τη κριτική στάση απέναντι σε αυτήν.

Ιδιαίτερα το παράδοξο του Olbers, εκτός από κοσμολογικό παράδοξο, θα μπορούσε να αναδείξει και τον κοσμοπολιτικό χαρακτήρα της Επιστήμης. Το πώς δηλαδή ένα πανανθρώπινο ερώτημα, αντιμετωπίστηκε με διαφορετικό τρόπο από διαφορετικά πολιτισμικά, επιστημονικά και κοσμολογικά συστήματα που με αυτήν την διαφοροποίηση τη χρονική ή και τη διαφορά προσέγγισης τελικά συνεισέφεραν σε αυτό. Συνεπώς θα καταστεί πιο εναργής η συσχέτιση Επιστήμης και κοινωνίας.

Καταληκτικά, η διδασκαλία του κοσμολογικού παραδόξου μέσα από την ιστορία του μπορεί να αποτελέσει τη περίτρανη απόδειξη, ότι η ιστορία των Επιστημών αποτελεί τη γεφύρωση του χάσματος μεταξύ ανθρωπιστικών και θετικών Επιστημών. Η Κοσμολογία βέβαια, ούτως ή άλλως συνιστά ένα επιστημονικό αντικείμενο που συνδέει τις ανθρωπιστικές επιστήμες με τις θετικές, αλλά τώρα μέσα από την ιστορία του παραδόξου μπορούμε πιο απτά να δούμε πως η θρησκεία και η φιλοσοφία και οι μέθοδοι που μετέρχεται η δεύτερη, συνδέονται με τον θετικό τρόπο σκέψης, αναδεικνύοντάς την ως την κορωνίδα όλων των Επιστημών. Εύλογα λοιπόν, όσο νέες ανακαλύψεις γίνονται, τόσο και το παράδοξο και αντίληψη μας γύρω από τη θέση μας στον κόσμο θα μετασχηματίζεται, αποδεχόμενοι πλέον ότι πρόκειται για μια αέναη διαδικασία.

⁴⁰⁰ Holding, A. (2014). My best science lesson: why history is essential to engage students. The Guardian, <https://www.theguardian.com/teacher-network/teacher-blog/2014/mar/25/lesson-science-history-engage-students> ανακτήθηκε στις 12/01/2021.

⁴⁰¹ Ο.π.

7.3.6 STEAM

Στόχος μιας “Ημέρας Αστρονομίας” με θέμα το παράδοξο του Olbers είναι εκθέσει τον μαθητή στην Κοσμολογία και φυσικά στην ίδια την Επιστήμη. Για να έχει όσο το δυνατόν τη μεγαλύτερη επιδραστικότητα στη σχολική του ζωή -αλλά και στη μετέπειτα- πρέπει να βιωθεί, ώστε να αναδειχθεί μέσα σε λίγες ώρες το πόσο σημαντική μπορεί να είναι μια παρατήρηση κοσμολογικού περιεχομένου η οποία επιδρά πολυεπίπεδα στην διανόηση. Για να καταφέρει ο μαθητής να αναδειχθεί μέσα από την επαφή του με το παράδοξο σε “homo universalis” ενδεχομένως, για να έχουμε μια καθολική προσέγγιση της γνώσης και του παραδόξου ως συνέπεια, για να εμπνεύσει τα παιδιά με διαφορετικές κλίσεις η ημέρα αυτή οφείλει να υπακούσει στις αρχές της εκπαιδευτικής προσέγγισης STEAM και ίσως πιο διευρυμένα της STEMAC⁴⁰².

Η εκπαιδευτική προσέγγιση STEAM, συνιστά ουσιαστικά τη προέκταση του όρου STEM εισάγοντας και τον ρόλο της Τέχνης μέσα στη διαδικασία. Πρόκειται για την εκπαίδευση που χρησιμοποιεί τις αρχές των Φυσικών Επιστημών (Science), της Τεχνολογίας (Technology), της Μηχανικής (Engineering) των Μαθηματικών (Mathematics)⁴⁰³ και της Τέχνης (Art). Πρόκειται για μια φιλοσοφία εκπαίδευσης, δεν είναι απλώς μια σύνδεση αυτών των γνωστικών αντικειμένων που στοχεύει στην ανάπτυξη δεξιοτήτων πολύτιμων για να ανταποκριθεί ο μελλοντικός πολίτης στις απαιτήσεις του 21^{ου} αιώνα. Να καταφέρει να αναπτύξει κριτική σκέψη, να λύνει διεπιστημονικά προβλήματα, να είναι δημιουργικός, να προάγει τη καινοτομία και την ομαδοσυνεργατικότητα⁴⁰⁴. Ειδικότερα μέσα από την εκπαίδευση STEAM οι μαθητές καθίστανται ευέλικτοι, συνδέονται με τη πραγματική ζωή και μπορούν να αντιμετωπίσουν τις αντινομίες της.

Η σύνδεση της Αστρονομίας με την STEAM εκπαίδευση συνιστά μια πρόταση που απορρέει από την φύση του αντικείμενου της Αστρονομίας, η οποία ως Επιστήμη δεν δρα αυτόνομα, αλλά αλληλοεπιδρά με τη Φυσική, τα Μαθηματικά, με τη Χημεία, με τις υπολογιστικές επιστήμες, την Πληροφορική, επιβεβαιώνοντας τον χαρακτηρισμό της ως η επιτομή της διεπιστημονικότητας. Αντίστοιχα η Κοσμολογία συνιστά την ενσάρκωση

⁴⁰² Liritzis, I. (2018). STEMAC ((SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, MATHEMATICS FOR ARTS & CULTURE): THE EMERGENCE OF A NEW PEDAGOGICAL DISCIPLINE, *Scientific Culture*, 4, (2), 73-76.

⁴⁰³ Bybee, R. W. (2010). What Is STEM Education? *Science*, 329, 5995), 996.

⁴⁰⁴ Panou, E. & Violetis, A. (2018). TEACHING ASTRONOMY USING MONUMENTS OF CULTURAL HERITAGE: THE EDUCATIONAL EXAMPLE OF “HOROLOGION OF ANDRONIKOS KYRRHESTES”. *Scientific Culture*, 4, (2), 77-83.

της διεπιστημονικότητας και συνεπώς το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού μπορεί να αποτελέσει την ιδανική περίπτωση για μια ολιστική προσέγγιση των επιμέρους γνωστικών αντικειμένων, του συνδυασμού των μεθόδων και των δεξιοτήτων που έχουν αναπτύξει από το καθένα ξεχωριστά.

Ο Dewey είχε αναδείξει αυτή την σύνδεση αφού υποστήριζε ότι δε ζούμε σε διαφορετικούς κόσμους, άλλος μαθηματικός, άλλος φυσικός, άλλος ιστορικός, αλλά ζούμε σε έναν κόσμο που όλες οι πλευρές συνδέονται και η σπουδή του κόσμου δεν μπορεί να είναι κομματιασμένη, αλλά ενιαία⁴⁰⁵. Συνεπώς η εκπαιδευτική αξία του κοσμολογικού παραδόξου που συνδέεται με τον σκοτεινό ουρανό δεν μπορεί να αναδειχθεί εναργέστερα εκτός από τη STEAM εκπαιδευτική προσέγγιση.

Το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού μπορεί μέσα από τη διάρθρωση του STEAM να προσφέρει πληθώρα γνώσεων, να επιβεβαιώσει και να εδραιώσει τη προηγούμενη γνώση που έχουν ήδη λάβει τα παιδιά, να οδηγήσει σε γνωστικές συγκρούσεις και φυσικά να τους παροτρύνει για νέες ανακαλύψεις και νέες προσεγγίσεις. Ενδεικτικά αναφέρουμε:

A) Για το S (SCIENCE) αφού συνιστά μια παρατήρηση που συνδέεται με τον φυσικό κόσμο και συνιστά αντικείμενο μιας φυσικής Επιστήμης, αυτής της Αστρονομίας μπορεί να φέρει σε επαφή τους μαθητές με την έννοια του αστέρα, τη διαφορά του με τον πλανήτη και φυσικά με άλλα θέματα που εντάσσονται στη διδακτέα ύλη της Φυσικής, όπως είναι η έννοια του φωτός, της ενέργειας και την αρχή διατήρησης της ενέργειας.

B) Για το T (Technology) και E (Engineering) οι μαθητές θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν και να κατανοήσουν πόσο σημαντική ήταν για το παράδοξο η ανάπτυξη της Τεχνολογίας και της Μηχανικής για την εξέλιξη του παραδόξου και φυσικά την εξερεύνηση του Σύμπαντος. Μάλιστα θα μπορούσαν να βρεθούν σε ένα πλανητάριο και να δουν μέσα από ένα τηλεσκόπιο ή να αξιοποιήσουν τις φοβερές δυνατότητες που δίνει πλέον το διαδίκτυο και να παρακολουθήσουν μέσα από τη τάξη τους τον Γαλαξία χρησιμοποιώντας εφαρμογές και εκπαιδευτικά προγράμματα που τα συνδέουν με τηλεσκοπία απομακρυσμένα.

Γ) Για το A (Arts) θα μπορούσε να εισάγει τα παιδιά και να τα φέρει σε επαφή με νέες μορφές τέχνης, όχι μόνο με τη Λογοτεχνία, με ποιήματα αντίστοιχων θεματικών, αλλά με την Αστροφωτογραφία για παράδειγμα⁴⁰⁶.

⁴⁰⁵ Dewey, J. (1990). *The School and Society: The Child and the Curriculum*. Chicago, IL: University of Chicago Press.

⁴⁰⁶ Salimpour, S. (2019). Capturing the Cosmos: Teaching Astronomy (and more) through Astrophotography in Middle School, Robotic Telescopes, Student Research and Education (RTSRE) Proceedings Conference Proceedings, Hilo, Hawaii USA, Jul 23-27, 1, (2).

Δ) Για το M (Mathematics), μπορεί να φέρει σε επαφή και πραγματική κατανόηση της έννοιας του απείρου ή ακόμη και να τα μυήσει την πραγματική μαθηματική σκέψη.

Ολοκληρώνοντας το θεωρητικό πλαίσιο της πρότασής μας είναι σημαντικό να κατανοήσουμε ότι μια “Ημέρα Αστρονομίας” και ειδικότερα με θέμα το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού μόνο ωφέλιμο μπορεί να είναι για την εκπαιδευτική κοινότητα. Πρόκειται για μια διατύπωση που δεν αφορά τα μακροπρόθεσμα εκπαιδευτικά -και όχι μόνο- οφέλη, όπως παραδείγματος χάριν είναι τα διαφορετικά επίπεδα γραμματισμού που μπορεί να βελτιώσει ή τις τεχνικές γνώσεις ή δεξιότητες που θα αναπτύξουν οι μαθητές.

Δεν θα αναφερθούμε σε αυτά που χρησιμοθηρικά μπορούν να αποτυπωθούν αργότερα μέσα σε στατιστικές ή σε διαγράμματα. Δεν θα αποτελέσει μόνο παράγοντα οικονομικής και τεχνολογικής προόδου που θα ενισχύσει την εθνική οικονομία ούτε ότι θα εμπνεύσει και θα δεσμεύσει τους μελλοντικούς επιστήμονες. Μια ημέρα σχολική με μια τέτοια θεματική θα ενισχύσει την αξία της γνώσης, της κατανόησης, θα αναδείξει το έργο μέσα από την ένωση των διαφορετικών ψηφίδων, των διαφορετικών γνωστικών αντικειμένων, θα θέσει τον εαυτό του στη σωστή κλίμακα μέσα σε αυτό που αποκαλεί Σύμπαν και θα ενισχύσει τη Πίστη του στη Δύναμη της Επιστήμης και του ίδιου του Ανθρώπου, στην ανθρώπινη Διάνοηση. Στο επόμενο κεφάλαιο βάσει των πυλώνων-αρχών που αναπτύξαμε προηγουμένως, θα προβούμε στη πρόταση συγκεκριμένων εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων, οι οποίες θα εναρμονίζονται με αυτές.

Κεφάλαιο: 8

Διδακτικές προτάσεις

Στόχοι κεφαλαίου:

- ✓ Να οριστούν με σαφήνεια τα αναμενόμενα αποτελέσματα από την εισαγωγή μιας “Ημέρας Αστρονομίας” στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα.
- ✓ Να εκφραστεί με σαφήνεια τι μπορεί να διδάξει το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού.
- ✓ Να προταθούν δραστηριότητες που θα δημιουργούν μια εκπαιδευτική εμπειρία για τον μαθητή και μια ευέλικτη διδακτική παρέμβαση.

8.0 Η διδακτική πρόταση

Η “Ημέρα Αστρονομίας” που προτείνουμε, με θέμα το παράδοξο του Olbers, όπως αναφέραμε και στο θεωρητικό κομμάτι της πρότασης, οφείλει για να αποδώσει τα μέγιστα εκπαιδευτικά οφέλη να διαπνέεται από τις αρχές του εποικοδομισμού, να στηρίζεται στην διερευνητική μέθοδο οικοδόμησης της νέας γνώσης και να προσεγγισθεί μεθοδολογικά και διδακτικά με έναν πιο ευέλικτο τρόπο. Κατ’ αυτόν τον τρόπο θα αποφευχθεί άλλη μια παρωχημένη προσέγγιση και θα καταφέρουμε, λαμβάνοντας ο κάθε εκπαιδευτικός τις ιδιαίτερες συνθήκες, να προσεγγίσει και να καθοδηγήσει τους δικούς του μαθητές, να τους διαφωτίσει και ίσως να τους αφυπνίσει σχετικά με την τόσο απλή παρατήρηση, αυτή του σκοτεινού ουρανού.

Για αυτόν τον λόγο, επειδή θέλουμε να αποτελέσει μια μαθησιακή εμπειρία για τον μαθητή, μια εμπειρία που θα καθιστά την οικοδόμηση της γνώσης μια ενεργή διαδικασία, που θα αναδιαμορφώνεται από τον ίδιο τον μαθητή, από τις ανάγκες του, τα ερεθίσματά του, από τις προηγούμενες γνώσεις του, από τη πρόσβαση στα διδακτικά μέσα που έχει η ελάχιστη σχολική μονάδα, δε θα παρουσιάσουμε διδακτικά βήματα ή δραστηριότητες που θα είναι αυστηρά καθορισμένα. Άλλωστε αυτός είναι και ο πυλώνας της διερευνητικής μεθόδου, ο καθηγητής γίνεται μεσολαβητής και οι μαθητές είναι εκείνοι που καθορίζουν ποιες είναι εκείνες οι προβληματικές που τους ενδιαφέρουν, αποφασίζουν και ίσως καθορίζουν την

αποδεκτή λύση για το πρόβλημα. Για αυτό άλλωστε και υπάρχουν τόσα διαφορετικά μοντέλα για την αποτύπωση της διερευνητικής διδασκαλίας.

Αφού τεθούν οι διδακτικοί/εμπαιδευτικοί στόχοι της “Ημέρας Αστρονομίας” - απαραίτητο βήμα για οποιαδήποτε διδακτική παρέμβαση- προτείνουμε δραστηριότητες που απορρέουν από τη φιλοσοφία της διαθεματικότητας, τις αρχές της διερευνητικής μάθησης, αξιοποιώντας τις νέες τεχνολογίες, την Ιστορία των Επιστημών, τον τρόπο διασύνδεσης των διάφορων επιστημονικών πεδίων μέσω STEAM και όλα αυτά κάτω από τη σκέπη του εποικοδομισμού, προσεγγίζοντας μια καθημερινή παρατήρηση του παιδιού, ένα διαχρονικό ερώτημα.

8.1 Οι διδακτικοί στόχοι

Το να τεθούν οι στόχοι στους οποίους αποβλέπουμε από μια “Ημέρα Αστρονομίας” είναι πολύ σημαντικό στάδιο της όλης διαδικασίας, διότι οι στόχοι είναι που υπαγορεύουν τελικά και τον τρόπο που θα προσεγγίσουμε τις δραστηριότητες που θα προτείνουμε και τον προγραμματισμό και τέλος την αξιολόγηση του βαθμού επιτυχίας, μιας και αποτελεί μια ανατροφοδοτούμενη διαδικασία. Πηγάζουν από τους σκοπούς, οι οποίοι είναι οι επιδιώξεις μιας διδακτικής παρέμβασης που όταν αναλυθούν και διατυπωθούν με σαφήνεια ορίζουν το ποια είναι η αναμενόμενη συμπεριφορά του μαθητή.

Υπάρχουν διαφορετικές ταξινομήσεις των διδακτικών στόχων, όπως για παράδειγμα: α) η ταξινόμηση κατά Bloom⁴⁰⁷ (η πιο γνωστή), β) η ταξινόμια του Gagne⁴⁰⁸ γ) η αναθεωρημένη του Bloom και άλλες που δεν είναι όμως στις προθέσεις της παρούσας εργασίας να διερευνήσουμε. Μάλιστα για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και ιδιαίτερα στις περιπτώσεις που επιδιώκεται η εννοιολογική αλλαγή θα ήταν πιο πρόσφορη μια ταξινόμια

⁴⁰⁷ Bloom, B. S. (1956). Taxonomy of educational objectives: the classification of educational goals; Handbook I: Cognitive domain. In Engelhart, M. D & Furst, E. J. & Hill, W. H. & Krathwohl, D. R (Edit.), Taxonomy of educational objectives: the classification of educational goals; Handbook I: Cognitive domain. New York: David McKay.

⁴⁰⁸ Gagne, R.M. & Briggs, L.J. (1974). *Principles of instructional design. (2nd Ed.)*. Holt, Rinehart & Winston.

στόχων που δεν θα αποσκοπεί μόνο στη κατάρτιση της γνώσης, αλλά θα δίνει έμφαση και στον μεταγνωστικό και συναισθηματικό χαρακτήρα της μάθησης⁴⁰⁹.

Γενικός στόχος μιας “Ημέρας Αστρονομίας”, με κεντρικό θέμα το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού, δεν αφορά μόνο τη γνωστική ανάπτυξη αλλά και τη συναισθηματική ανάπτυξη που με τη σειρά της αφορά στη διαμόρφωση στάσεων, όσο και στη ψυχοκινητική που στοχεύει στην ανάπτυξη δεξιοτήτων. Σε πλήρη εναρμόνιση με τον γενικό σκοπό που είχε καταγραφεί για το μάθημα Αρχές Φυσικών Επιστημών στον οδηγό για τον εκπαιδευτικό από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής⁴¹⁰ :

“Κύριος στόχος του Προγράμματος Σπουδών του μαθήματος Αρχές Φυσικών Επιστημών είναι η διαμόρφωση των μορφωμένων μαθητών / μελλοντικών πολιτών (επιδιωκόμενες στάσεις), με γνώση των αρχών και των νόμων που διέπουν το φυσικό κόσμο, το ανθρωπογενές ή μη περιβάλλον, την παρατήρηση και ερμηνεία των φυσικών / χημικών / βιολογικών / γεωλογικών φαινομένων καθώς και των τεχνολογικών εφαρμογών αυτών των αρχών και νόμων, αλλά και δεξιότητες βέλτιστης αξιοποίησης και εκμετάλλευσής τους στο κοινωνικό χώρο και την επικοινωνία. Αυτός ο στόχος αφορά σε όλους τους μαθητές / μελλοντικούς πολίτες”.

Έτσι δεν θα πρέπει, να στοχεύσουμε μόνο στη διεύρυνση του γνωστικού κεφαλαίου του μαθητή, στην επαφή του με την επιστημονική μέθοδο και τον επιστημονικό λόγο, αλλά και στην παράλληλη ανάπτυξη δεξιοτήτων, στην εξοικείωση με τα νέα μέσα τεχνολογίας, στην ανάπτυξη και κατανόηση διασυνδέσεων και με την επίδραση του με άλλα γνωστικά πεδία, με τη σύνδεσή του με τη καθημερινότητα, από τα ερεθίσματα που έχει. Συνάμα προσδοκούμε ο μαθητής να αισθανθεί, να νιώσει, να βιώσει να αναπτύξει θετική στάση απέναντι στην Επιστήμη και πιο ειδικά την Αστρονομία και τη Κοσμολογία.

Με αφετηρία τη θέση των Petersen και Brandt ότι: “η Αστρονομία του μέλλοντος αρχίζει στον νου και στη καρδιά των παιδιών”⁴¹¹ οι στόχοι θα μπορούσαν να εκφραστούν ως⁴¹²:

⁴⁰⁹ Duit, R. (1994). THE CONSTRUCTIVIST VIEW IN SCIENCE EDUCATION – WHAT IT HAS TO OFFER AND WHAT SHOULD NOT BE EXPECTED FROM IT, Proceedings of the International Conference “Science and Mathematics for the 21st century: Towards Innovative Approaches”. Concepción, Chile, 26/9 - 1/10.

⁴¹⁰ Ανακτήθηκε από: http://repository.edulll.gr/edulll/bitstream/10795/1719/2/1719_%ce%9f%ce%94%ce%97%ce%93%ce%9f%ce%a3_%ce%91%ce%a6%ce%95_%ce%95%ce%9e%ce%a9%ce%a6%ce%a5%ce%9b%ce%9b%ce%9f.pdf, στις 27/01/2021.

⁴¹¹ Petersen, C. C. & Brandt, J. C. (2003). *Visions of the Cosmos*. Cambridge: Cambridge University Press.

⁴¹² Δεν κατηγοριοποιούμε τους στόχους σε αυτούς που απευθύνονται στον γνωστικό, συναισθηματικό ή ψυχοκινητικό τομέα, κατά τη ταξινόμηση του Bloom, αλλά θα τις παραθέσουμε ως σύνολο αφού θέλουμε να διατηρήσουμε την ευελιξία, ως χαρακτηριστικό μιας τέτοιας ημέρας στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα. Η κάθε σχολική μονάδα ανάλογα με τις δράσεις/δραστηριότητες που θα επιλέξει, θα αναδείξει διαφορετικές πτυχές του παραδόξου και οι στόχοι θα συμβαδίζουν με τις παραπάνω επιλογές.

- 1) Να κατανοήσει ο μαθητής, μέσα από την ετυμολογική ανάλυση του όρου του κοσμολογικού παραδόξου, τι είναι η Κοσμολογία, όταν λέμε Κόσμος τι περιλαμβάνει η έννοια και σε τι συνίσταται η έννοια του παραδόξου.
- 2) Να αναγνωρίσει την αναντιστοιχία μεταξύ θεωρίας και καθημερινής παρατήρησης.
- 3) Να προσεγγίσει την έννοια του απείρου, του αστέρα.
- 4) Να κατανοήσει τον κύκλο της ζωής ενός αστέρα και τι σημαίνει ταχύτητα του φωτός.
- 5) Να προσεγγίσει την έννοια του φωτός και πως αυτό συμπεριφέρεται.
- 6) Να διακρίνει τη δομή του σύμπαντος.
- 7) Να συνδέσει τη προηγούμενη γνώση και να τη συσχετίσει με τα νέα δεδομένα.
- 8) Να διακρίνει τα διαφορετικά κοσμολογικά μοντέλα και πως το παράδοξο λειτουργεί μέσα σε αυτά.
- 9) Να παρατηρήσει τον τρόπο με τον οποίο ο κάθε πολιτισμός, διαχρονικά ερμήνευσε τον βραδινό σκοτεινό ουρανό.
- 10) Να εντοπίσει τη κοινωνικότητα της Επιστήμης, να κατανοήσει ότι πρόκειται για μια κοινωνική δραστηριότητα μέσα από την επισήμανση ότι οι επιστημονικές γνώσεις συνιστούν ένα αντικατοπτρισμό των κοινωνικών, θρησκευτικών, πολιτικών, οικονομικών, περιβαλλοντικών συνθηκών μέσα στις οποίες γεννήθηκαν⁴¹³.
- 11) Να ερμηνεύσει τις διαφορετικές/ εναλλακτικές απαντήσεις που δόθηκαν.
- 12) Να αποπειραθεί να δώσει τη δική του απάντηση στο κοσμολογικό παράδοξο.
- 13) Να μάθει να επιλύει προβλήματα. Μέσα από την ιστορία του παραδόξου, μέσα από την ανάλυση περιστατικών που περιγράφουν την ανάλυση του συγκεκριμένου προβλήματος από επιστήμονες στο παρελθόν⁴¹⁴, μπορούν οι μαθητές να διαχειριστούν το ίδιο πρόβλημα αλλά μέσα από το δικό τους πρίσμα και μέσα σε ένα εντελώς διαφορετικό πλαίσιο, με άλλα μέσα.
- 14) Να αναπτύξει τη φαντασία του.
- 15) Να μάθει να χειρίζεται το διαδίκτυο και ειδικότερα τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης για την αναζήτηση και τη κατάκτηση της γνώσης.
- 16) Να αντιμετωπίζει κριτικά την όποια πληροφορία λαμβάνει.
- 17) Να επικοινωνεί και να συνεργάζεται με τους συμμαθητές του.

⁴¹³ Hodson, D. (1993). In Search of a Rationale for Multicultural Science Education. *Science Education*, 77, (6), 685-711.

⁴¹⁴ Machamer, D. & Woody, A. (1994). A model of Intelligibility in Science: Using Galileo's balance as a model for understanding the motion of bodies. *Science and Education*, 3, (3), 215-244.

- 18) Να αναγνωρίσει ότι η γνώση του φυσικού κόσμου και των φυσικών φαινομένων ήταν ο στόχος του ανθρώπου από καταβολής κόσμου.
- 19) Να ξεπεράσουν την εγωκεντρική άποψη και να κατανοήσουν τη θέση τους στο Σύμπαν.
- 20) Να αναγνωρίσουν τον ουσιαστικό ρόλο που διαδραματίζουν οι Φυσικές Επιστήμες σε όλο το φάσμα της εμπειρίας τους, από την καθημερινή ζωή ως τις βασικές λειτουργίες του σύμπαντος⁴¹⁵.
- 21) Να εξοικειωθούν με την επιστημονική μέθοδο.
- 22) Να έρθει σε επαφή με νέες επιστημονικές μεθόδους όπως αυτές της μοντελοποίησης ή της προσομοίωσης.
- 23) Να αποκτήσουν ενδιαφέροντα και θετική στάση απέναντι στις Φυσικές Επιστήμες και ειδικότερα στην Αστρονομία και την Κοσμολογία.
- 24) Να ανακαλύψουν πόσο συναρπαστικά μπορεί να είναι τα θέματα της Επιστήμης και μέσα από τη διαθεματική προσέγγιση πως μπορούν να συνεργαστούν και να συνυπάρξουν ενοποιημένοι οι διαφορετικοί τομείς και ειδικότητες.
- 25) Να αποδεχτούν ότι η ενασχόληση με τις επιστήμες δεν είναι κάτι δύσκολο, απρόσιτο, αλλά μπορεί να είναι και διασκεδαστικό.
- 26) Να αναδειχθεί και η μη ποσοτικοποιημένη εκδοχή των Φυσικών Επιστημών, να μην δίνεται μόνο έμφαση στη μαθητικοποιημένη εκδοχή των Φυσικών Επιστημών.
- 27) Να αλλάξει η στάση τους μέσα από την αλλαγή του κλίματος στην τάξη, από τον επιστημονικό αποκλεισμό, σε μια πιο ανοιχτή θέαση των θεμάτων που αφορά και άλλα γνωστικά επίπεδα⁴¹⁶.
- 28) Να αποπειραθούν να ελέγξουν την ορθότητα, την ακρίβεια των υποθέσεων και των ιδεών που θα συναντήσουν, να μυηθούν στη Λογική, στους κανόνες της.
- 29) Να κατανοήσουν μέσα από το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού, πως η Επιστήμη των Φυσικών Επιστημών είναι ένα λειτουργικό μοντέλο ερμηνείας, περιγραφής, πρόβλεψης της εξέλιξης των φυσικών φαινομένων και όχι ως “απόλυτη αλήθεια”⁴¹⁷.

⁴¹⁵ Ο.π.404.

⁴¹⁶ Nielsen, H. & Thomsen, P.V. (1990). History and philosophy of science in physics education. *International Journal of Science Education*, 12, (3).

⁴¹⁷ Σερόγλου, Φ. Μια τριδιάστατη γνωστική, μεταγνωστική και συναισθηματική προσέγγιση της διδασκαλίας και μάθησης των Φυσικών Επιστημών ανακτήθηκε από στις 31/01/2021, [Μια τριδιάστατη γνωστική, μεταγνωστική και συναισθηματική προσέγγιση της διδασκαλίας και μάθησης των φυσικών επιστημών](#)

- 30) Να συνειδητοποιήσουν ότι η Επιστήμη βρίσκεται αρκετές φορές μπροστά στα αδιέξοδα, δεν υπάρχουν σε όλα τα ερωτήματα απαντήσεις και ότι πολλές φορές η απάντηση μπορεί να αποδοθεί μέσα από συνεκτική θεωρία⁴¹⁸.
- 31) Να προβεί στην επίλυση της προβληματικής για να αναπτύξει τη δημιουργικότητα και να λάβει αποφάσεις σχετικά⁴¹⁹.
- 32) Να κατανοήσει μέσα από την αντιμετώπιση του παραδόξου από διαφορετικά πολιτισμικά συστήματα με τον κοσμοπολιτικό χαρακτήρα της Επιστήμης.
- 33) Να αναδείξει τη σημασία της ηθικής διάστασης της Επιστήμης, αφού μέσα από την ιστορία του παραδόξου και το όνομά με το οποίο έχει γίνει γνωστό, παραβιάζει τον εσωτερικό κώδικα λειτουργίας της Επιστήμης.
- 34) Να ενισχύσει την αυτοεκτίμηση του μαθητή⁴²⁰.
- 35) Να εμπνεύσει τον μαθητή για νέα δημιουργία.
- 36) Να αρθούν οι προκαταλήψεις σχετικά με τον σκοτεινό ουρανό, να επέλθει η γνωστική σύγκρουση και να οδηγηθεί στην εννοιολογική αλλαγή, να επέλθει πλήγμα στο κύρος της προηγούμενης γνώσης.
- 37) Να κατανοήσει μέσα από την επαφή του με το κοσμολογικό παράδοξο πώς δεν υπάρχει Επιστήμη που λειτουργεί μέσα σε στεγανά, αλλά να αποτελέσει τη γεφύρωση του χάσματος μεταξύ ανθρωπιστικών και θετικών Επιστημών.
- 38) Να αφυπνίσει τον μαθητή και ίσως να τον ωθήσει σε επαγγελματικές επιλογές που σχετίζονται με τομείς όπως αυτούς της Αστρονομίας ή της Κοσμολογίας.
- 39) Να διασιεδάσει και να παίξει.
- 40) Να αναλάβει την ευθύνη και να αυτοπροσδιοριστεί μέσα από την υιοθέτηση του δικού του μοντέλου του κόσμου, κατακτώντας και ανακαλύπτοντας τη θέση του μέσα σε αυτό.

Αυτοί είναι οι ειδικοί στόχοι που μπορούμε να καταγράψουμε για μια “Ημέρα Αστρονομίας” που ως ζητούμενο θα έχει τη γνωριμία με το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού. Κύριοι στόχοι είναι να διαμορφώσει μελλοντικούς πολίτες που θα μπορούν να κατανοήσουν την αλληλεπίδραση της Επιστήμης με τη κοινωνία, που θα κατανοούν, θα συναινούν και θα συνδράμουν στην προσπάθεια για επιστημονική εξέλιξη. Πολίτες ικανούς που θα μπορούν να ανταποκριθούν στις επιταγές του 21^{ου} αιώνα. Να εμπνεύσει και να αποτελέσει την αφετηρία

⁴¹⁸ Ο.π.

⁴¹⁹ Hodson, D. (1993). In Search of a Rationale for Multicultural Science Education, Science Education, 77, (6), 685-711.

⁴²⁰ Ο.π.

των μαθητών για την αναζήτηση της γνώσης, να αποτελέσει το κίνητρο για μάθηση, να αποτελέσει πηγή θαυμασμού για τα επιτεύγματα του ανθρώπου, να συναισθανθούν, να συμπορευτούν, να συνεργαστούν και τελικά να κατεβάσουν τους αστέρες μέσα στη τάξη τους, να μην εξιδανικεύουν την Επιστήμη, να την φέρουμε πιο κοντά στον μαθητή, μέσα από τις αστοχίες, τα λάθη, τα κενά που παρουσιάζει η Ιστορία του παραδόξου του σκοτεινού ουρανού. Τελικά στόχος είναι η επόμενη φορά που ο μαθητής θα στρέψει το βλέμμα τους τον νυκτερινό ουρανό μια έναστρη νύχτα, να τη παρατηρήσει μέσα από ένα νέο, εντελώς διαφορετικό πρίσμα, μέσα από μια διαφορετική και όχι τόσο μοναδική θέση, γεννώντας του ένα άλλο πλήθος ερωτήσεων.

8.2 Διδακτικές προτάσεις/ δραστηριότητες

Οι δραστηριότητες και τα εκπαιδευτικά σενάρια που θα προτείνουμε δεν είναι αυστηρά δομημένα, αλλά θέλουμε να δίνεται η δυνατότητα στον εκπαιδευτή να επιλέγει ποια από αυτά, ανάλογα με τις συνθήκες ή με το ακροατήριο στο οποίο θα απευθυνθεί, θα είναι εκείνα τα οποία θα ανταποκρίνονται καλύτερα. Δεν είναι όμως μόνο η ευελιξία που θέλουμε να εξασφαλίσουμε, είναι και πρακτικοί οι λόγοι. Επειδή αναφερόμαστε σε μια “Ημέρα Αστρονομίας”, που θα οριστεί ως κοινή για όλα τα σχολεία της επικράτειας, θα ήταν ουτοπικό για παράδειγμα να προτείνουμε μια ταυτόχρονη επίσκεψη σε πλανητάρια. Επίσης όλα τα σχολεία δεν έχουν την ίδια πρόσβαση σε μέσα, τεχνολογικά ή και την ίδια ευκαιρία μετακίνησης. Για αυτό σαφώς θα προτείνουμε ό,τι μπορεί σε πρώτη φάση να λάβει σάρκα και οστά μέσα στις σχολικές αίθουσες με τα παραδοσιακά εποπτικά μέσα και ύστερα κάποιες εναλλακτικές που όμως όπως, σε κάθε διδακτική παρέμβαση, χρήζουν κατάλληλης οργάνωσης.

8.3 Διδακτική παρέμβαση

Ως διδακτική παρέμβαση, η οποία είναι ολιγόωρη και θέλουμε να αποτελέσει μια διαφορετική εμπειρία μάθησης για τους μαθητές, όχι αυστηρά δομημένη, στην οποία οι στόχοι δεν είναι μόνο γνωστικοί, προτείνουμε μια παρέμβαση που ακολουθεί τις αρχές της διερευνητικής μάθησης και η οποία διαπνέεται από τον εποικοδομισμό. Η διερευνητική μάθηση με την ανάπτυξη της τεχνολογίας και ιδιαίτερα συνδυασμένη με το διαδίκτυο και τις

δραστηριότητες που προτείνουμε μπορεί να είναι πολύ αποτελεσματική⁴²¹ ιδιαίτερα όσον αφορά την εκπαιδευτική προσέγγιση του σκοτεινού ουρανού, αφού μέσω της διερευνητικής μεθόδου ο μαθητής αναγνωρίζει την προβληματική, οδηγείται σε υποθέσεις οι οποίες μπορούν να ελεγχθούν μέσω των πειραμάτων (στη περίπτωση του παραδόξου μέσα από πειράματα που γίνονται σε εικονικά- προσομοιωτικά περιβάλλοντα) κάνοντας παρατηρήσεις και όλα αυτά αφού ο μαθητής πρέπει να χρησιμοποιήσει τις ανάλογες δεξιότητες που όλα όμως –πηγάζουν από την ενεργητική συμμετοχή και την ανάληψη της ευθύνης για την ανακάλυψη της νέας γνώσης.

Οι δραστηριότητες που θα προτείνουμε εμπίπτουν στις φάσεις της διερευνητικής μάθησης, του διερευνητικού κύκλου ακολουθώντας όχι κάποιο συγκεκριμένο μοντέλο που έχει προταθεί άλλα ακολουθώντας έρευνα⁴²² που έγινε, ύστερα από σταχυολόγηση σε σχετική βιβλιογραφία έχει δομήσει ένα μοντέλο συνθετικό, με τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά ενός τέτοιου κύκλου. Οι συγκεκριμένες φάσεις είναι:

1. Προσανατολισμός (Orientation)
2. Διαμόρφωση εννοιών (Conceptualization)
3. Έρευνα (Investigation)
4. Συμπεράσματα (Conclusion)
5. Συζήτηση (Discussion)

8.3.1. Δραστηριότητες εντασσόμενες στη φάση του Προσανατολισμού (Orientation)

Η φάση του προσανατολισμού είναι αυτή που εισάγει τους μαθητές στο θέμα, προσπαθεί να τους κινήσει τη περιέργεια, να κατανοήσουν την προβληματική και να τα συνδέσουν με τις προηγούμενες εμπειρίες τους. Δεν σημαίνει απαραίτητα ότι ο καθηγητής θα είναι εκείνος που θα διατυπώσει το πρόβλημα, αλλά μπορεί να αναδείξει την προβληματική και ύστερα οι μαθητές να διερευνήσουν ενδεχομένως και να προσπαθήσουν με δικά τους λόγια να σχηματοποιήσουν νοητικά το πρόβλημα. Είναι η φάση που ενδεχομένως με αφορμή το εκπαιδευτικό υλικό θα αναγνωρίσουν το πρόβλημα και ο καθηγητής θα τους ωθεί στην έρευνα.

⁴²¹ Pedaste, M. et al, (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47-61.

⁴²² Ο. π.

Σε αυτό το σημείο επειδή αρχικός στόχος είναι η δέσμευση του μαθητή με το πρόβλημα και απώτερος στόχος είναι ο μετασχηματισμός των αρχικών αντιλήψεων του μαθητή -ίσως η εννοιολογική αλλαγή- θα μπορούσαν οι δραστηριότητες να συνδεθούν με ερεθίσματα της καθημερινότητας, τα οποία θα έχουν αντληθεί από διαφορετικές εκφάνσεις της καθημερινής ζωής. Με ίσως έναν πιο αιρετικό τρόπο, να συνδεθεί με εκπαιδευτικό υλικό το οποίο θα επιφέρει τη ρήξη και θα φωτίσει την αναντιστοιχία μεταξύ θεωρίας και πράξης και θα καταστήσει επιτακτική την ανάγκη για αλλαγή στο νοητικό- γνωστικό κατασκευάσμα του μαθητή.

Μια τέτοια πρόταση θα μπορούσε να συνδεθεί με συγκεκριμένα ερεθίσματα και ως αφετηρία θα μπορούσαμε να θέσουμε ένα παιδικό τραγούδι:

Α) Ειδικότερα με το παιδικό τραγούδι: “Φεγγαράκι μου λαμπρό”. Ένα παιδικό δημοτικό τραγούδι που όλα τα παιδιά έχουν ακούσει και συνδέεται με την περίοδο της τουρκοκρατίας. Οι στίχοι:⁴²³

*Φεγγαράκι μου λαμπρό
Φέγγε μου να περπατώ
Να πηγαίνω στο σχολειό,
Να μαθαίνω γράμματα,
γράμματα σπουδάγματα,
Του Θεού τα πράγματα,
Ραφήματα, κεντήματα,
Του θεού θελήματα.*

Το συγκεκριμένο τραγούδι θα μπορούσε να αποτελέσει τη βάση και να αποτελέσει το πρώτο πλήγμα στα παιδιά. Με καθοδηγητικές ερωτήσεις θα μπορούσε ο εκπαιδευτής να θέσει τα εξής ζητήματα όπως:

- Εντοπίζετε κάποιο λάθος στο συγκεκριμένο τραγούδι;
- Εάν σας έλεγαν ότι το Φεγγαράκι δεν είναι απαραίτητο για να δείχνει το δρόμο στα παιδιά;
- Εάν ο ουρανός ήταν πάντα φωτεινός και τη νύχτα δε νυχτώνει, σας φαίνεται σα σενάριο επιστημονικής φαντασίας;
- Γιατί ο ουρανός είναι σκοτεινός και τα παιδιά του τραγουδιού χρειάζονται το Φεγγάρι για να τους φωτίσει το δρόμο;

Μέσα από τη διαδικασία της συζήτησης και μέσα από τις διαφορετικές απαντήσεις που θα διατυπωθούν εντός της αίθουσας θα επέλθει και θα αναγνωριστεί η διάσταση των απόψεων και

⁴²³ Το συγκεκριμένο τραγούδι έχει και άλλες παραλλαγές που συνδέονται με τη λαϊκή παράδοση.

η έλλειψη συναίνεσης θα είναι εκείνη που θα πλήξει τις μέχρι τότε αντιλήψεις των παιδιών. Η αντιπαράθεση μεταξύ των μαθητών, η περίπτωση του ενδεχόμενου λάθους που έχει δαιμονοποιηθεί στην ελληνική εκπαίδευση, θα αποτελέσει πολύτιμο αρωγό, γιατί θα διαμορφώσει μέσα από τη σύγκρουση το κατάλληλο κλίμα για συνεργασία μεταξύ των μαθητών και φυσικά για εξερεύνηση, ώστε να αποκατασταθεί το λάθος.

B) Ένας άλλος τρόπος που θα μπορούσε να εξάψει το ενδιαφέρον των μαθητών για τον έναστρο ουρανό, είναι μέσω ενός πολύ γνωστού πίνακα παγκοσμίως, του ομώνυμου έργου του Vincent van Gogh. Αφού πρώτα παρουσιάσουμε τον πίνακα στην ομήγυρη θα μπορούσε να ζητηθεί από τους μαθητές να περιγράψουν τον πίνακα, ποια είναι τα συναισθήματα που τους δημιουργεί. Ύστερα θα μπορούσε να γίνει μια εισαγωγή για τη χρονολογία δημιουργίας και τη συνθήκη κάτω από την οποία δημιουργήθηκε, δημιουργώντας στους μαθητές το πλαίσιο μέσα στο οποίο εντασσόταν και πως η παρατήρηση ενός έναστρου ουρανού, μέσα από ένα άσυλο, μπορεί να εμπνεύσει αλλά και να δώσει μια άλλη οπτική που θα μετασχηματίσει την αντίληψή μας χρόνια μετά.

Ίσως θα ήταν γόνιμο να χρησιμοποιηθεί μέσα στη τάξη και να παρουσιαστούν βίντεο που έχουν δημιουργηθεί, όπως είναι από το μουσείο MoMA⁴²⁴, στο οποίο εκτίθεται ο πίνακας και δίνεται η δυνατότητα να εξετάσουν τον πίνακα από πιο κοντά, αλλά και η δυνατότητα και η σύνδεση που γίνεται μεταξύ Τέχνης και Αστροφυσικής αφού υπάρχει βίντεο με τίτλο: “Van Gogh's Starry Night as seen by an astrophysicist” κατά το οποίο ο πίνακας ερμηνεύεται και προσεγγίζεται από μια γνωστή καθηγήτρια Αστροφυσικής την Janna Levin.

Η προσέγγιση της Αστρονομίας και του παραδόξου μέσα από το συγκεκριμένο πίνακα θα ήταν ιδιαίτερα επικοινωνιακή, αφού θα έδειχνε πως η Επιστήμη αλληλεπιδρά με την Τέχνη και όχι μόνο, αλλά θα μπορούσαμε να δούμε και γιατί αυτός ο πίνακας είναι τόσο σημαντικός, εκτός από την καλλιτεχνική του αξία. Ο έναστρος ουρανός δεν παρουσιάζεται στατικός αλλά παρουσιάζεται δυναμικός, χωρίς όρια και όχι τόσο απόμακρος αφού φαίνεται να συνδέεται με το υπόλοιπο, το γήινο τοπίο. Αντίστοιχα το φως φαίνεται να διαχέεται σε ομόκεντρους κύκλους, σαν κύματα.

Η εικόνα του ουρανού μέσα από τη ματιά του Vincent van Gogh, είναι αυτή που μπορεί να αλλάξει τη θέαση και την αντίληψη του δικού μας έναστρου ουρανού, όχι ως ενός σκοτεινού ουρανού, αλλά ως μιας φωτεινής νύχτας όσο οξύμωρο και αν ακούγεται αυτό. Θα μπορούσαν επίσης να παρατεθούν και αποσπάσματα από τα γράμματα που έστειλε ο καλλιτέχνης στους συγγενείς του και συνδέονται με την εικόνα του νυχτερινού ουρανού όπως:

⁴²⁴ <https://www.moma.org/collection/works/79802>.

*“It often seems to me that the night is much more alive and richly colored than the day”*⁴²⁵ ή

*“I definitely want to paint a starry sky now. It often seems to me that the night is even more richly coloured than the day, coloured in the most intense violets, blues and greens. If you look carefully you’ll see that some stars are lemony, others have a pink, green, forget-me-not blue glow. And without labouring the point, it’s clear that to paint a starry sky it’s not nearly enough to put white spots on blue-black”.*⁴²⁶

Μέσα από τη παράθεση και τη παρουσίαση του συγκεκριμένου έργου οι μαθητές θα μπορούσαν να δουν μέσα από τα μάτια του καλλιτέχνη μια άλλη εικόνα του νυχτερινού ουρανού, όχι στατική και πολύχρωμη, δυναμική χωρίς όρια. Θα μπορούσε να τεθεί στο τέλος το ερώτημα: “Μήπως η εικόνα μιας καλλιτεχνικής διάνοιας μέσα από ένα άσυλο, στη Γαλλία, μια βραδιά του Ιουνίου το 1889, είναι πιο σωστή και πιο κοντά στην επιστημονική/κοσμολογική αλήθεια από αυτή που έχουμε όλοι εμείς;”.

Τον τρόπο με το οποίο η Κοσμολογία μπορεί να εμπνεύσει τη καλλιτεχνική δημιουργία και vice versa, μπορεί επίσης να γνωστοποιηθεί μέσα από το ζωντανό παράδειγμα του Gregory Horndesky⁴²⁷. Φυσικός ο ίδιος με ιδιαίτερο ενδιαφέρον και έρευνα στον τομέα της σχετικότητας και σαφώς επηρεασμένος από το έργο του Vincent van Gogh, άρχισε να δημιουργεί έργα τα οποία έχουν ως σταθερό σημείο αναφοράς τον ουρανό, εκφράζοντας με έναν ιδιότυπο τρόπο το επιστητό με τη παράλληλη σύζευξη της μουσικής, της λογοτεχνίας, των μαθηματικών. Συνιστά μια τέλεια περίπτωση STEAM, καθώς και την ενσάρκωση της θέσης του J.D. Barrow, *ότι η Κοσμολογία στοχεύει στην περιγραφή του Σύμπαντος σε ένα ευρύτερο πλαίσιο δυνατότητων*⁴²⁸.

8.3.2 Δραστηριότητες εντασσόμενες στη φάση της Διαμόρφωσης εννοιών (Conceptualization)

Στη φάση αυτή που διαδέχεται τον προσανατολισμό, οι μαθητές έχουν ήδη αναγνωρίσει και εντοπίσει μια προβληματική κατάσταση που αφορά τον τρόπο αντίληψης του κόσμου που προκύπτει μέσα από την ασυμφωνία των απαντήσεων στα ερωτήματα που έχουν προηγηθεί. Η αξιοπιστία της προηγούμενης γνώσης, αυτής που είχαν ήδη έχει κλονιστεί και έτσι

⁴²⁵ <http://www.vangoghletters.org/vg/letters/let676/letter.html>

⁴²⁶ <http://www.vangoghletters.org/vg/letters/let678/letter.html>

⁴²⁷ <https://www.horndeskicontemporary.com/>

⁴²⁸ Barrow, J.D. (2012). *The Book of Universes: Exploring the limits of the Cosmos*. New York: Vintage books.

μπορούμε να μεταβούμε στην επόμενη φάση του διερευνητικού κύκλου μάθησης, αυτόν της διαμόρφωσης Ιδεών.

Σε αυτή τη φάση μπορούμε να χωρίσουμε τη τάξη σε μικρότερες ομάδες και να θέσουμε συγκεκριμένα ερωτήματα, που θα βοηθήσουν την ολομέλεια της τάξης να αρχίζει και να διατυπώνει υποθέσεις, να μηχανεύεται ενδεχόμενες απαντήσεις. Τέτοια ερωτήματα θα μπορούσαν να είναι:

- Τι είναι η Κοσμολογία;
- Τι διερευνά η Κοσμολογία;
- Ποια η διαφορά Κοσμολογίας και Αστρονομίας;
- Τι σημαίνει η λέξη παράδοξο;
- Γιατί ο ουρανός είναι σκοτεινός τη νύχτα;
- Πως εξηγείτε την εναλλαγή ημέρας-νύχτας;
- Το Σύμπαν έχει όρια;
- Πόσα είναι τα αστέρια στον ουρανό;
- Γιατί ο ουρανός είναι σκοτεινός τη νύχτα;
- Πως ο σκοτεινός ουρανός έχει ανά τους αιώνες και τους πολιτισμούς ερμηνευτεί;
- Πως ο σκοτεινός ουρανός έχει εμπνεύσει και αντίστοιχα επηρεάζει τη καθημερινότητα
- Τι είναι το παράδοξο του Olbers;

Μέσα από αυτές τις ερωτήσεις και τις διαφορετικές απαντήσεις που δίνει η κάθε ομάδα οι μαθητές θα βρεθούν μπροστά σε μια κατάσταση προβληματική που απαιτεί λύση και μια κοινά αποδεκτή λύση, έτσι ώστε οι μαθητές μέσα από την γνωστική σύγκρουση θα οδηγηθούν σε μια αναβάθμιση του γνωστικού του επιπέδου, αφού ο μαθητής θα αποκτήσει ενεργητικότητα και θα αρχίσει να αναζητά νέα νοητικά σχήματα που θα βρίσκονται πιο κοντά στα επιστημονικά δομημένα και θα αντικαταστήσουν τα προηγούμενα.

Συνεπώς μέσα από τη διαδικασία μεθοδευμένων ερωτήσεων θα τεθεί το πρόβλημα που αναζητά λύση και θα επικεντρωθούν σε αυτό, γιατί ο νυχτερινός ουρανός είναι σκοτεινός το βράδυ; Σε τι συνίσταται το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού; Κατ' αυτό τον τρόπο θα αρθρωθεί το πρόβλημα, θα προσπαθήσουν να το αιτιολογήσουν, να διατυπώσουν τις εικασίες τους σχετικά, να το διαπραγματευτούν.

8.3.3. Δραστηριότητες εντασσόμενες στη φάση της Έρευνας (Investigation)

Η φάση της έρευνας συνιστά ίσως και τη καρδιά του διερευνητικού κύκλου μάθησης. Σε αυτή τη φάση είναι που ενθαρρύνονται οι μαθητές να δρουν ως ερευνητές. Έτσι σε αυτό το στάδιο της διαδικασίας οι μαθητές επιλέγουν τη μέθοδο θα ακολουθήσουν, από πού θα αντλήσουν πληροφορίες, θα θέσουν ερωτήματα συγκεκριμένα προς διερεύνηση, θα οδηγηθούν στη παρατήρηση, ίσως σε κάποιο πείραμα προσομοίωσης, θα συλλέξουν και θα καταγράψουν δεδομένα, θα αναλύσουν δεδομένα, θα προσπαθήσουν να ερμηνεύσουν, να αιτιολογήσουν, αξιολογήσουν, να διαμορφώσουν μοντέλα ερμηνείας.

Για να αναπτυχθούν δεξιότητες, να αλλάξει η στάση των μαθητών και ο τρόπος θέασης του υψτερινού ουρανού, για να οδηγηθούν στην εννοιολογική αλλαγή, η διαδικασία δεν μπορεί να είναι άμεση και η πληροφορία που θα λάβουν οι μαθητές δεν μπορεί να έχει μόνο λεκτικές αναφορές. Για ένα τόσο σημαντικό θέμα η εκπαιδευτική προσέγγιση οφείλει να είναι πολυτροπική⁴²⁹ και δεν είναι απαραίτητο ότι θα αποτελέσει μια γραμμική διαδικασία.

Ιδιαίτερα για το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού η έρευνα, η ιστορική του αναδρομή, η συνειδητοποίηση ότι συνιστά ένα παράδοξο που ακόμη και σήμερα η απάντηση εικνρεμεί, θα οδηγήσει όχι σε βεβαιότητες, όχι σε σίγουρες απαντήσεις, αλλά θα ενισχύσει ενδεχομένως το αδιέξοδο. Ακόμη όμως δοσμένο και μέσα από αυτή την οπτική το κοσμολογικό παράδοξο μπορεί να αναδειχθεί σε “εκπαιδευτικό παράδοξο”. Ενώ δεν δίνει απαντήσεις σίγουρες, δεν ενισχύει την αυτοπεποίθηση του μαθητή, ωστόσο τον οδηγεί στην κουλτούρα και στη διαδικασία αναζήτησης της γνώσης, με όλα τα αδιέξοδα, μώνοντας τον στην αληθινή διαδικασία προσέγγισης και γέννησης της επιστημονικής αλήθειας.

Για την αναζήτηση, για την έρευνα θα μπορούσαν να προταθούν οι τρόποι που αναλύουμε στη συνέχεια, όπως επισιέψεις σε πλανητάκια, χρήση ανοιχτού κώδικα λογισμικού, προγραμματών προσομοιωτών, θέαση μέσω ρομποτικών τηλεσκοπίων και όχι μόνο. Άλλα σε αυτό το σημείο θα μπορούσε να αναδειχθεί και η συμβολή των αρχών της STEAM εκπαίδευσης. Εκτός από ανάλυση καλλιτεχνημάτων όπως ο πίνακας του Vincent van Gogh, θα μπορούσαμε να φέρουμε τα παιδιά σε επαφή με κείμενα λογοτεχνίας ή ποιήματα που συνδέονται με τον σκοτεινό ουρανό τη νύχτα. Θα μπορούσε ενδεικτικά να συνδεθεί με το έργο “Σονάτα του σεληνόφωτος” του Γ. Ρίτσου ώστε να αναδειχθεί ο τρόπος με τον οποίο

⁴²⁹ Callinan, J. C. (2015). Multimodal science learning: A hybrid model of conceptual change. In O. Finlayson & R. Pinto (Edit.), Proceedings of the 11th biannual Conference of the European Science Education Research Association (Part 1, p. 192-199). Helsinki, Finland: University of Helsinki.

έχει επηρεάσει το ψυχισμό και τη ποίηση ο νυχτερινός ουρανός, που κάνει το φεγγάρι να λαμβάνει διαστάσεις μαγικές, αλλά θα μπορούσε να συνδεθεί και με ποιητικά δημιουργήματα που ξεπερνούν τα σύνορα και να τονίσουν με αυτόν τον τρόπο ότι δε συναντά όρια εθνικά ή πολιτισμικά η παρατήρηση του νυχτερινού ουρανού, υπερβαίνει τα σύνορα και τα χρονικά όρια.

Ως παράδειγμα τέτοιας προσέγγισης θα μπορούσε να είναι το κείμενο του Edgar Allan Poe, με τίτλο: “Eureka” το οποίο γράφτηκε το 1848 και το οποίο υπήρξε η άμεση απόρροια των επιστημονικών ανακαλύψεων της εποχής από τις οποίες επηρεάστηκε ο δημιουργός και προέβη στη σύνθεση του συγκεκριμένου ποιήματος παρουσιάζοντας τη δική του Κοσμολογία⁴³⁰. Στη συγκεκριμένη περίπτωση μπορεί να αναλυθεί με άξονα όχι μόνο την επίδραση που μπορεί να έχει μια καθημερινή αστρονομική παρατήρηση, ένα φαινόμενο όπως η παρατήρηση του νυχτερινού ουρανού στην καλλιτεχνική δημιουργία και τούμπαλιν, αλλά εμπεριέχει ειδικά την λύση του παραδόξου ποιητικά, καλλιτεχνικά εκφρασμένη⁴³¹.

Άλλος ένας τρόπος που θα μπορούσε να αξιοποιηθεί σε μια “Ημέρα Αστρονομίας”, στη φάση της διερεύνησης/εξερεύνησης του ζητήματος θα μπορούσε να είναι η αξιοποίηση της αστροφωτογραφίας⁴³². Αυτός θα μπορούσε να είναι ένας ιδιαίτερος τρόπος και συνάμα εύκολα υλοποιήσιμος αν σκεφτούμε την πρόσβαση που μπορεί ο καθένας να έχει μέσω των ρομποτικών τηλεσκοπιών σε ανάλογα δεδομένα. Με αυτόν τον τρόπο θα ενισχύονταν η αισθητική όχι με την έννοια της εικονικής ομορφιάς, αλλά και η αισθητική μέσα στο πλαίσιο των εμπειριών⁴³³.

Μέσα από διαδικασίες όπως οι παραπάνω τα παιδιά της Β' Λυκείου σε μια “Ημέρα Αστρονομίας” θα καταφέρουν όχι μόνο να ενημερωθούν και να αποκτήσουν βασικές γνώσεις Αστρονομίας ή να ξεπεράσουν πλάνες, αλλά θα καταφέρουν και κάτι πολύ πιο ουσιαστικό, θα αναζητήσουν και θα προσεγγίσουν μια γνώση πολυπρισματικά. Θα κατανοήσουν την ουσία της Αστρονομίας και της Κοσμολογίας, θα συσχετίσουν την εμπειρία τους με την

⁴³⁰ Cappi, A. (2009). The Cosmology of Edgar Allan Poe, The Role of Astronomy in Society and Culture Proceedings IAU Symposium No. 260, 2009 D. Valls- Gabaud & A. Boksenberg, eds. Ανακτήθηκε στις 15/02/21 από <https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/S1743921311002468>

⁴³¹ Σχετική ανάλυση έχει προηγηθεί στο μέρος α' στην υποενότητα με το τίτλο Edgar Allan Poe.

⁴³² Salimpour, S. (2019). Capturing the Cosmos: Teaching Astronomy (and more) through Astrophotography in Middle School, Robotic Telescopes, Student Research and Education (RTSRE) Proceedings Conference Proceedings, Hilo, Hawaii USA, Jul 23-27, 1, (2).

⁴³³ Wickman, P.O. (2013). Aesthetic Experience in Science Education: Learning and Meaning-Making as Situated Talk and Action. London: Routledge.

επιστημονική εξήγηση και μέθοδο. Θα έρθουν σε επαφή με τεχνολογίες, εναλλακτικές μεθόδους προσέγγισης της γνώσης, και θα αυτενεργήσουν, θα συνεργαστούν, θα συλλέξουν δεδομένα, θα προσπαθήσουν να τα ερμηνεύσουν. Δεν θα είναι απλώς οι δέκτες της πληροφορίας, αλλά θα μπορούν να δημιουργήσουν την πληροφορία. Θα δουν μια όψη της Επιστήμης που δεν είναι ελιτιστική, αλλά αλληλεπιδρά με την καθημερινότητα και τις τέχνες. Θα δουν τις άπειρες δυνατότητες που τους παρέχουν οι νέες τεχνολογίες και θα βιώσουν μια μοναδική εκπαιδευτική εμπειρία, προσαρμοσμένη και καθοδηγούμενη από τους ίδιους.

8.3.4. Δραστηριότητες εντασσόμενες στη φάση Συμπεράσματα (Conclusion) και Συζήτηση (Discussion)

Οι τελευταίες αυτές φάσεις σε πολλές έρευνες⁴³⁴ συγχέονται μεταξύ τους. Στη τέταρτη φάση διατυπώνονται τα βασικά συμπεράσματα ως απότοκος της διερεύνησης που έκαναν. Εδώ οι μαθητές αναγνωρίζουν τα νέα ευρήματα, τις νέες σχέσεις που ανέδειξαν, συσχετίζουν τη προηγούμενη γνώση με τη νέα γνώση και πώς αυτή δομήθηκε. Μπορεί να δώσουν μια τελική απάντηση, να προτείνουν ένα νέο μοντέλο, να δημιουργήσουν μια νέα θεωρία. Οι μαθητές αξιολογούν και συνδέουν τις απαντήσεις τους με την επιστημονική γνώση. Οδηγεί στην αυτοπαρατήρηση, την κριτική και όσον αφορά την πορεία της γνωστικής τους εξέλιξης.

Στη τελευταία φάση αυτή της Συζήτησης επικοινωνούν τα ευρήματά τους, παρουσιάζουν τα αποτελέσματά τους και λαμβάνουν ανατροφοδότηση⁴³⁵. Μια δραστηριότητα που θα μπορούσε να βοηθήσει και την επικοινωνία των αποτελεσμάτων τους και στην ανάπτυξη συλλήβδην δραστηριοτήτων τους θα ήταν η ανάθεση στη κάθε ομάδα να δημιουργήσει ολιγόλεπτο “video”, το οποίο θα ανεβάσουν στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης όπως είναι το “YouTube”. Έτσι όχι μόνο θα προηγηθεί μια διαδικασία εξερεύνησης σχετικά με το παράδοξο που θα αναπτύξει γνωστικά τους μαθητές, αλλά θα τους βοηθήσει να αναπτύξουν και άλλες δεξιότητες, να γίνουν υπεύθυνοι για τη πληροφορία και τον τρόπο που θα την μεταβιβάσουν, ενώ τέλος θα έχουν την ανάλογη ανατροφοδότηση μέσω των σχολίων που συνοδεύουν ένα τέτοιο εγχείρημα.

⁴³⁴ Pedaste, M. et al. (2015). Phases of Inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle, *Educational Research Review*, 14, 47–61.

⁴³⁵ Scanlon, E. et al., (2011). How technology resources can be used to represent personal inquiry and support students' understanding of it across contexts. *Journal of Computer Assisted Learning*, 27, 516-529.

8.4 Επίσκεψη σε πλανητάριο

Η επίσκεψη σε ένα πλανητάριο εντάσσεται στις άτυπες μορφές εκπαίδευσης, η οποία όμως ιδιαίτερα στη περίπτωση της Αστρονομίας προσπαθεί και μπορεί να λειτουργήσει επικουρικά, αφού όπως είχε οραματιστεί και ο Ευγένιος Ευγενίδης, θεμελιωτής του Ευγενιδείου Πλανηταρίου, στόχος είναι “να συμβάλει εις την εκπαίδευσιν νέων ελληνικής ιθαγενείας εν τω επιστημονικώ και τεχνικώ πεδίω”⁴³⁶. Ως άτυπη μορφή εκπαίδευσης δρουν συμπληρωματικά στον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας και μπορούν να προσφέρουν μοναδικές ευκαιρίες για την οικοδόμηση της γνώσης, ιδιαίτερα στις Φυσικές Επιστήμες⁴³⁷.

Η επίσκεψη στο πλανητάριο μπορεί να είναι πραγματικά ευεργετική αφού σύμφωνα με την IPS (International Planetarium Society)⁴³⁸ προσφέρει :

1. Ένα μοναδικό περιβάλλον που μπορεί να αποτελέσει το έναυσμα και πραγματικά να εμπνεύσει τον μαθητή. Πιο συγκεκριμένα μέσα από το τρισδιάστατο περιβάλλον, που αναπαριστά πολύ ρεαλιστικά, την όψη των αστέρων όπως εμφανίζονται στον σκοτεινό ουρανό ιδιαίτερα σε περιοχές αστικοποιημένες οι οποίες λόγω της φωτορρύπανσης δεν υφίσταται ως επιλογή. Ο νυχτερινός ουρανός του θόλου του πλανηταρίου είναι μια δυνατή, αξέχαστη και χαλαρωτική εικόνα που προωθεί την μάθηση, αφού μπορεί να πυροδοτήσει τη δημιουργικότητα, το ενδιαφέρον και την ενασχόληση με τον ουρανό.
2. Συνιστά ένα εξαιρετικό περιβάλλον μάθησης, το περιβάλλον του πλανηταρίου μπορεί να αναδείξει το Σύμπαν, τη δομή του με τρόπους που μια δυσδιάστατη οθόνη δεν μπορεί. Μπορεί να σε μεταφέρει και να σου αλλάξει τη προοπτική. Έτσι φαινόμενα όπως π.χ. οι φάσεις της σελήνης καθίστανται εύληπτες.
3. Επίσης μπορεί να συντελέσει στην διερευνητική μάθηση, αφού μέσα σε ένα πλανητάριο τα παιδιά μπορούν να παρακολουθήσουν σε σύντομο χρόνο τις αλλαγές που γίνονται στον ουράνιο θόλο και όλα αυτά, όχι περιμένοντας να τα παρατηρήσουν στον πραγματικό χρόνο, αλλά μέσα από διαδικασίες που επιταχύνουν τις ουράνιες κινήσεις. Όλο αυτό διεγείρει τη περιέργεια του εκπαιδευόμενου και φυσικά έτσι ανακύπτουν οι ερωτήσεις, οι ιδέες και φυσικά ωθούνται στην εξερεύνηση.

⁴³⁶ Σιμόπουλος, Δ.(2016). Ίδρυση του Ευγενιδείου Πλανηταρίου, Καθημερινή, ανακτήθηκε στις 03/02/2021 <https://www.kathimerini.gr/society/889268/idrysi-toy-eygenideioy-planitairoy/>

⁴³⁷ Κόκοτας, Π. & Πλακίτση, Κ.(2005). *Μουσειοπαιδαγωγική και Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες*. Αθήνα: Πατάκη.

⁴³⁸ Ανακτήθηκε στις 03/02/2021: <https://www.ips-planetarium.org/page/planetariumeducationvalue>

4. Μπορεί να οδηγήσει στην κατάκτηση της γνώσης, στην εξάλειψη των εναλλακτικών ιδεών, ενώ παράλληλα μπορεί να προσελκύσει το ενδιαφέρον εκείνων των μαθητών που δεν είναι δεκτικά στη διδασκαλία των τυπικών μορφών εκπαίδευσης. Έτσι μπορεί να εμπνεύσει και να καθοδηγήσει σε μια σταδιοδρομία μέσα στα πλαίσια του STEAM και όχι μόνο, αφού για να δημιουργηθούν τα προγράμματα των πλανηταρίων απαιτούνται και άλλες ειδικότητες, όπως συγγραφέων, καλλιτεχνών, μουσικών κλπ.

Ανάλογα λοιπόν μια επίσκεψη σε ένα πλανητάριο μέσα στα πλαίσια μιας Ημέρας Αστρονομίας με θέμα το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού θα ήταν πολύ ευεργετική. Αφενός, γιατί μια επίσκεψη στο πλανητάριο θα καλύψει σίγουρα συναισθηματικούς στόχους και μπορεί να δημιουργήσει τις ανάλογες στάσεις. Είναι οι χώροι εκείνοι που οξύνουν τις αισθήσεις, που εμπνέουν, που παρακινούν και σίγουρα εντυπωσιάζουν τους μαθητές, τους ενθαρρύνουν για εξερεύνηση και αναζήτηση της γνώσης, αλλά το πολύ σημαντικό είναι ότι όλα αυτά προκύπτουν αβίαστα μέσα από τα ερεθίσματα που λαμβάνουν οι επισκέπτες. Αφετέρου, μπορεί να δώσει το έναυσμα και να αποτελέσει την αφετηρία της Ημέρας, ενώ αντίστοιχα μπορεί να αποτελέσει και το επιστέγασμα της Ημέρας.

Ειδικότερα η επίσκεψη στο πλανητάριο, ιδιαίτερα για μαθητές του ελληνικού εκπαιδευτικού συστήματος οι οποίοι δεν διδάσκονται σε όλη τη διάρκεια τη 12ετούς φοίτησης τους το μάθημα της Αστρονομίας συστηματικά, θα αποτελέσει τη βάση και τη συσχέτιση, τη συνειδητοποίηση των εναλλακτικών ιδεών από τις οποίες εμφορούνται και οι οποίες αποτελούν απόρροια της θραυσματικής γνώσης που έχουν από άτυπες συνηθώς μορφές εκπαίδευσης. Μέσα σε ένα πλανητάριο θα μπορέσουν να δουν τον ουράνιο θόλο από διαφορετική προοπτική, να διακρίνουν τους άπειρες αστέρες και γαλαξίες, να συνειδητοποιήσουν αποστάσεις και τη πραγματική μας θέση μέσα στο Σύμπαν. Θα μπορέσουν να μάθουν για τις κινήσεις των αστερών ή τη γέννηση και το θάνατο ενός αστέρα και όλα αυτά με έναν εντυπωσιακό και βιωματικό τρόπο. Ιδιαίτερα μέσα στα σύγχρονα ψηφιακά πλανητάρια με όλες αυτές τις δυνατότητες που δίνει η σύγχρονη τεχνολογία, μπορούμε να εστιάσουμε σε συγκεκριμένα φαινόμενα ή αντικείμενα μέσα στο Σύμπαν και να μετέχουν οι μαθητές σε παρουσιάσεις που θα αποτελέσουν την εισαγωγή, τη βάση για την εκπαιδευτική ανάπτυξη του παραδόξου του Olbers. Τέλος θα μπορούσε να αποτελέσει το επιστέγασμα της «Ημέρας Αστρονομίας», αφού οι μαθητές θα έχουν έρθει σε επαφή με το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού, να μεταβούν σε ένα πλανητάριο μέσα στα πλαίσια ανατροφοδότησης, σχολιασμού και αναστοχασμού.

8.5 Σύνδεση με διαδίκτυο-τα διαδικτυακά περιβάλλοντα μάθησης

Η επίσκεψη στο πλανητάριο έχει σίγουρα κάποιους περιορισμούς και δυσκολίες για όσες σχολικές μονάδες βρίσκονται μακριά από τα αστικά κέντρα. Όμως πλέον όλα τα σχολεία διαθέτουν συνδέσεις με το διαδίκτυο και αίθουσα ηλεκτρονικών υπολογιστών, αν και η δεύτερη δεν είναι απαραίτητη, δίνοντας απεριόριστες δυνατότητες και κάνοντας πραγματικότητα την κοινωνικοποίηση της γνώσης. Προκειμένου να ανταποκριθεί ο σχολικός θεσμός στις ανάγκες την κοινωνίας, οφείλει να υπακούσει στις επιταγές της και να εκσυγχρονιστεί.

Τα διαδικτυακά περιβάλλοντα μάθησης εναρμονίζονται με την ευελιξία και τους στόχους που έχουμε θέσει ως πυλώνες της πρότασής μας. Η μαθησιακή διαδικασία μετατοπίζεται και εστιάζει στον μαθητή ο οποίος πλέον αυτενεργεί. Αναζητά τη πληροφορία, την αναπτύσσει, την κρίνει και ακόμη μπορεί να τη δημιουργήσει. Η χρήση του διαδικτύου απελευθερώνει και επεκτείνει τη μαθησιακή διαδικασία έξω από τα όρια της στενά ορισμένης σχολικής αίθουσας. Παρέχει πληροφορίες και εμπειρίες, εξοικειώνει τον μαθητή με τη χρήση του, τον μυεί στις μεθόδους και τα επιστημονικά εργαλεία, μπορεί πραγματικά να μετασχηματίσει τη φύση της μάθησης.

Το ποια θα είναι η θέση μιας τέτοιας δραστηριότητας μέσα στην μέρα Αστρονομίας, έγκειται στις ιδιαίτερες συνθήκες, την εξατομίκευση. Η επαφή με το διαδίκτυο και τα διαδικτυακά περιβάλλοντα μάθησης όπως εκπαιδευτικά λογισμικά, μέσα κοινωνικής δικτύωσης, ιστοσελίδες, συμμετοχή σε fora, προσομοιώσεις κ.α., εντάσσονται στις άτυπες μορφές εκπαίδευσης και μπορούν να προσεγγιστούν με δύο τρόπους: α) Μπορεί να λειτουργήσει επικουρικά στη γνώση που έχει ήδη αποκτηθεί μέσα από το σχολικό θεσμό και έτσι να οδηγήσει στη καλύτερη κατανόηση και αφομοίωση όρων και εννοιών⁴³⁹ είτε β) Μπορεί να αποτελέσει το κίνητρο και το θεμέλιο πάνω στο οποίο θα δομηθεί η σχολική γνώση⁴⁴⁰.

⁴³⁹ Δημόπουλος, Κ.(2008). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Άτυπες Μορφές Εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες*. Πάτρα: ΕΑΠ.

⁴⁴⁰ Χαλικιά, Κ. (2013). *Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες. Θεωρητικά ζητήματα, προβληματισμοί, προτάσεις*. Αθήνα: Πατάκης.

8.6 Χρήση ρομποτικών τηλεσκοπίων

Η πρώτη δραστηριότητα που προτείναμε ήταν η επίσκεψη σε ένα πλανητάριο. Πρόκειται όμως για μια επιλογή, η οποία δεν είναι σε όλες τις περιπτώσεις εφικτή. Σε αυτή την περίπτωση την λύση τη δίνει το διαδίκτυο και η πρόσβαση που μπορεί να προσφέρει σε οποιαδήποτε σχολική μονάδα σε ρομποτικά τηλεσκόπια. Τα ρομποτικά τηλεσκόπια έχουν τη δυνατότητα να μετασχηματίσουν και να δώσουν άλλη ώθηση στην αστρονομική εκπαίδευση και δεν αποτελεί μια καινούργια ιδέα, όταν από τη δεκαετία του '80 έχει αναδειχθεί η πολύπτυχη προσφορά τους⁴⁴¹.

Όταν αναφερόμαστε σε ρομποτικά τηλεσκόπια αναφερόμαστε σε αυτά που μπορούμε να τα χειριστούμε από απόσταση. Μια τέτοια προσέγγιση και γνωριμία με τον ουράνιο θόλο μπορεί να λύσει πολλά προβλήματα και πρακτικά αλλά και να επιτύχει σημαντικούς εκπαιδευτικούς στόχους. Σύμφωνα με τους Gomez και Fitzgerald⁴⁴² μπορεί να λύσει τα εξής προβλήματα:

1. Τα παιδιά βρίσκονται στο σχολείο κατά τη διάρκεια της ημέρας, ενώ τα περισσότερα αστρονομικά φαινόμενα είναι ορατά κατά τη νύχτα.
2. Αποφεύγουμε τα προβλήματα που δημιουργεί η φωτορρύπανση στη παρατήρηση του σκοτεινού ουρανού.
3. Λύνουν το πρόβλημα με τις καιρικές συνθήκες, αφού ένας συννεφιασμένος ουρανός δημιουργεί προβλήματα στη παρατήρηση, καθώς και το θέμα τους στησίματος και χειρισμού του τηλεσκοπίου.
4. Ακόμα και σε χώρες του αναπτυγμένου κόσμου, δεν μπορεί η κάθε σχολική μονάδα να διαθέτει έναν τόσο ακριβό εξοπλισμό.
5. Δίνει τη δυνατότητα σε μαθητές με κινητικά προβλήματα να παρατηρήσουν, χωρίς να χρειάζεται να βρίσκονται ανεβασμένοι π.χ. σε μια σκάλα.
6. Δεν θα απογοητεύσει τους μαθητές, τόσο εύκολα, αφού κάποια από τα πιο εντυπωσιακά ουράνια αντικείμενα, μέσα από ένα τηλεσκόπιο μπορεί να μην διακρίνονται και να είναι πολύ αχνά, κάτι που θα ενισχυθεί σε μεγάλο βαθμό μέσα από ένα ρομποτικό τηλεσκόπιο.

⁴⁴¹ Gomez, E. L. & Fitzgerald, M. T. (2017). Robotic Telescopes in education. *ASTRONOMICAL REVIEW*, ανακτήθηκε στις 05/02/2021 από <http://dx.doi.org/10.1080/21672857.2017.1303264>

⁴⁴² Ο.π.

Μια τέτοια περίπτωση θα μπορούσε να είναι η περίπτωση του Προγράμματος “Our Solar Siblings”⁴⁴³, το οποίο είναι με πολλαπλούς τρόπους ωφέλιμο. Επειδή πρόκειται για ένα Πρόγραμμα το οποίο είναι εύκολα προσβάσιμο, μιας και δεν χρειάζεται κάποιου είδους συνδρομή, είναι ένα Πρόγραμμα που δεν συνδέεται με κάποιο ίδρυμα ή ινστιτούτο και φυσικά μπορεί, αφού δεν απευθύνεται στο ελληνικό σχολικό κοινό, να βοηθήσει στη διασύνδεση και την επικοινωνία με σχολικές μονάδες εκτός συνόρων. Πέρα όμως από τον χαρακτήρα του προγράμματος που μπορεί να είναι ιδιαίτερα ελκυστικό για την εκπαιδευτική του χρήση σε μια “Ημέρα Αστρονομίας”, είναι πολύ σημαντική και η ώθηση που μπορεί να δώσει στην αστρονομική εκπαίδευση αφού σε αναλογία με τους στόχους που έχουν θέσει οι Fitzgerald, et al.⁴⁴⁴:

1. Εξοικειώνει τους μαθητές στη χρήση πραγματικών αστρονομικών δεδομένων, που έχουν συγκεντρωθεί από ένα αληθινό ερευνητικό τηλεσκόπιο μεγάλης κλίμακας.
2. Ενισχύει τη κατανόηση των μαθητών και την εκτίμηση του σύμπαντος που τους περιβάλλει, πως αυτό μοιάζει, ποια είναι η ιστορία του και ποια είναι η θέση του μέσα σε αυτό.
3. Ενισχύει την εκτίμηση για την πραγματική μεθοδολογία και την επιστημονική προσέγγιση, σε αντίθεση με την ισχυρή αντίληψη που έχουν για αυτή μέσω της σχολικής απόδοσης της.
4. Ενισχύει τη πιθανότητα να επιλέξουν οι μαθητές να ασχοληθούν με την Επιστήμη, όχι μόνο στο επίπεδο του προσωπικού ενδιαφέροντος, αλλά και ως μια μελλοντική επιλογή επαγγελματικής σταδιοδρομίας.
5. Δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές μέσα από την έρευνα τους να οδηγηθούν σε ένα επιστημονικό συμπέρασμα που ακόμη μπορεί και να δημοσιευθεί.

Το συγκεκριμένο Πρόγραμμα δίνει πρόσβαση σε ρομποτικά τηλεσκόπια που η συλλογή δεδομένων γίνεται από διαφορετικές περιοχές του κόσμου και είναι ο επίσημος εκπαιδευτικός εταίρος του “Las Cumbres Observatory”, που βρίσκεται στη Καλιφόρνια και οι εκπαιδευτές και εκπαιδευόμενοι μπορούν να ζητήσουν δεδομένα για να δημιουργήσουν τις δικές τους εικόνες και να προβούν σε δικές τους έρευνες μέσα από τα δεδομένα. Η πλατφόρμα δίνει τη δυνατότητα δημοσίευσης των αποτελεσμάτων, ένα πολύ σημαντικό στάδιο ιδιαίτερα για τη διερευνητική προσέγγιση του θέματος.

⁴⁴³ <https://www.oursolarsiblings.com>

⁴⁴⁴ Fitzgerald, M.T. et al, (2017).Our Solar Siblings: A high school focused robotic telescope-based astronomy education project, Robotic Telescopes, Student Research and Education (RTSRE) Proceedings Conference Proceedings, San Diego, California, USA, Jun 18-21,Fitzgerald, M., James, C.R., Buxner, S., White, S.,(Edit.), 1, (1).

Μια τέτοια δραστηριότητα για την “Ημέρα Αστρονομίας” και το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού, θα ήταν πολύ ωφέλιμη αφού έτσι οι μαθητές θα μπορούσαν πιο απτά, με μεγαλύτερη ενάργεια να εμπλακούν σε μια πιο επιστημονική μέθοδο και σε μια συλλογή δεδομένων ίσως πιο αξιόπιστη στα μάτια των μαθητών. Οι μαθητές άμεσα θα μετατραπούν σε ερευνητές. Επίσης είναι πολύ σημαντικό ότι στη περίπτωση του παραδόξου του Olbers, θα κατανοήσουν και θα έρθουν σε επαφή με τις άπειρες πηγές φωτός, που συνιστά τον θεμέλιο λίθο για την σχηματοποίησή του.

8.7 Χρήση μέσων κοινωνικής δικτύωσης

Ο όρος μέσα κοινωνικής δικτύωσης είναι ευρύς και οι κατηγοριοποιήσεις πολλές που αφορούν στα χαρακτηριστικά και τη χρησιμότητα τους. Ενδεικτικά θα μπορούσαμε να αναφερθούμε στον ορισμό των Kaplan & Haenlein σύμφωνα με τους οποίους “media” είναι ένα σύνολο εφαρμογών, βασισμένων στο διαδίκτυο, που χρησιμοποιούν τεχνικά αλλά και ιδεολογικά τις αρχές του Web 2.0.⁴⁴⁵. Ένας άλλος ορισμός πιο διευρυμένος και αναθεωρημένος από τους ίδιους τους δημιουργούς του είναι αυτός των D.M. Boyd & N.B. Ellison: “Μια πλατφόρμα δικτυωμένης επικοινωνίας στην οποία οι συμμετέχοντες:

1. Έχουν μοναδικά αναγνωριστικά προφίλ που αποτελούνται από περιεχόμενο που παρέχει ο ίδιος ο χρήστης, περιεχόμενο που παρέχουν άλλοι χρήστες και/ή από δεδομένα που παρέχει το σύστημα,

2. Μπορούν δημόσια να δημιουργήσουν επαφές τις οποίες μπορούν να προβάλλουν και να διασταυρώσουν άλλοι, και

3. Μπορούν να καταναλώσουν, να παραγάγουν και/ή να αλληλεπιδράσουν με ροές περιεχομένου παραγόμενου από τους χρήστες, το οποίο παρέχουν οι επαφές τους στον ιστότοπο”⁴⁴⁶.

Τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης πλέον αποτελούν σημαντικό κομμάτι της ζωής του ανθρώπου αφού επιδρούν ποικιλοτρόπως στη καθημερινότητά μας, μετασχηματίζοντας ολοκληρωτικά τη ζωή και επιδρώντας στην ποιότητά της. Η χρήση των μέσων κοινωνικής δικτύωσης μπορεί πραγματικά να αναβαθμίσει και την εκπαίδευση, καθιστώντας τη διαδικασία μάθησης πιο ελκυστική και σίγουρα πιο αποδοτική. Συνιστά μια μέθοδο καινοτόμα που τα τελευταία χρόνια κερδίζει συνεχώς έδαφος, αφού μπορεί να λειτουργήσει ως εποπτικό μέσο

⁴⁴⁵ Kaplan, A.M. & Haenlein, M. (2010). Users of the world, unite! The challenges and opportunities of Social Media. 2010, Business Horizons, 53, (1), 59–68.

⁴⁴⁶ Boyd, D.M. & Ellison, N.B. (2007). Social Network Sites: Definition, History, and Scholarship. Journal of Computer-Mediated Communication, 13, (1).

δίνοντας μάλιστα μια πιο παιγνιώδη διάσταση στη διαδικασία και οδηγώντας στη κοινωνικοποίηση της γνώσης, αφού δίνει νέες δυνατότητες χωρίς περιορισμούς.

Τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης έχουν τα εξής χαρακτηριστικά πολύ σημαντικά για την κατανόηση της επίδρασής τους στην εκπαίδευση τα οποία σύμφωνα με τον Mayfield είναι⁴⁴⁷ :

1. Συμμετοχικότητα: αφού ενθαρρύνουν τη συμμετοχή και την αντίδραση όποιου το επιθυμεί, καθιστώντας όχι τόσο διακριτά τα όρια μεταξύ κοινού και μέσου.
2. Ανοικτός χαρακτήρας τους: τα περισσότερα μέσα κοινωνικής δικτύωσης είναι ανοιχτά στη συμμετοχή και στην αντίδραση. Προωθούν τα σχόλια και τον διαμοιρασμό της πληροφορίας. Δεν υπάρχει σχεδόν κανένα πρόσκομμα στην πρόσβαση και στη χρήση περιεχομένου.
3. Διάλογος: σε αντίθεση με τα παραδοσιακά μέσα, που η πληροφορία μεταδίδεται μονόπλευρα (δηλαδή υπάρχει ο πομπός και ο δέκτης που δέχεται το μήνυμα), τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης υποστηρίζουν την αλληλεπίδραση (και ο δέκτης μπορεί να γίνει πομπός του μηνύματος).
4. Κοινότητα: τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης ωθούν στη δημιουργία κοινότητας και στην αποτελεσματική επικοινωνία μεταξύ τους.
5. Συνδεσιμότητα: τα περισσότερα πραγματικά ευδοκίμων μέσα από το στοιχείο της διασύνδεσης, αφού συνδέονται με άλλους ιστότοπους, με άλλες πηγές κλπ.

Οι δραστηριότητες που θα προτείνουμε σε αυτή την “Ημερα Αστρονομίας” αφορούν σε ένα συγκεκριμένο μέσο κοινωνικής δικτύωσης αυτό του “YouTube”. Σύμφωνα με την ιστοσελίδα “statista”, το “YouTube” συνιστά το δεύτερο πιο δημοφιλές μέσο κοινωνικής δικτύωσης μετρώντας 2 δισεκατομμύρια ενεργούς χρήστες⁴⁴⁸, μετά από το “Facebook” που κατέχει τη πρωτιά. Το “YouTube” εμφανίζει μεγάλη ποικιλία περιεχομένων και πολύ σημαντικό στοιχείο του είναι η διαδραστικότητα, αφού μπορούν να ανεβάσουν βίντεο και ατομικοί χρήστες, απλοί άνθρωποι, αλλά και οργανισμοί. Έτσι βλέπουμε μουσεία, εκπαιδευτικούς οργανισμούς όπως πανεπιστήμια και άλλοι, να ανεβάζουν βίντεο στα οποία ο κάθε χρήστης που τα παρακολουθεί μπορεί από κάτω να τα σχολιάσει, να εκφράσει την άποψή του καθώς επίσης και δείχνει πόσοι έχουν παρακολουθήσει το συγκεκριμένο βίντεο. Μάλιστα το “YouTube”, έχει και μια υποκατηγορία, το “YouTube EDU”, το οποίο παρέχει υψηλής

⁴⁴⁷ Mayfield, A. What is social media? Ανακτήθηκε στις 07/02/2021 από : https://www.icrossing.com/uk/sites/default/files_uk/insight_pdf_files/What%20is%20Social%20Media_iCrossing_ebook.pdf

⁴⁴⁸ Ανακτήθηκε στις 07/02/2021 από : <https://www.statista.com/statistics/272014/global-social-networks-ranked-by-number-of-users/>

ποιότητας εκπαιδευτικά videos το οποίο δημιουργήθηκε το 2009 από τη σύμπραξη 300 πανεπιστημίων και κολλεγίων διεθνικά με στόχο τη προώθηση της γνώσης.

Προτεινόμενα κανάλια για τις δραστηριότητες που εντάσσονται σε μια “Ημέρα Αστρονομίας” θα ήταν εκείνα τα οποία θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για να εξάψουν τη περιέργεια του μαθητή και για να παρέχουν πληροφορίες μέσα από τα πολυτροπικά κείμενα και τις εικόνες τους, τα οποία σύμφωνα με τον Berk⁴⁴⁹, διεγείρουν και τα 2 ημισφαίρια του εγκεφάλου αφού χρειάζεται να επεξεργαστούν εικόνες, μουσικές, κείμενα και κάθε λογής ερέθισμα. Ο ανοιχτός χαρακτήρας τέτοιων πόρων είναι πολύ σημαντικός αφού τα παιδιά έχουν τη δυνατότητα και την ελευθερία να εξερευνήσουν και τα ίδια να κατευθύνουν τη μάθησή τους, ενισχύοντας πάντα τη κριτική τους προσέγγιση.

Ενδεικτικά μπορούμε να αναφέρουμε τα εξής κανάλια στο “YouTube”:

A) Το κανάλι της “NASA”⁴⁵⁰, το οποίο συνεχώς ενημερώνεται και μπορεί να είναι πολύ ωφέλιμο, γιατί δεν είναι μόνο ότι έχει ενδιαφέροντα “videos” που αφορούν σε νέα δεδομένα, αλλά έχει και τη δυνατότητα να παρακολουθήσεις συνεντεύξεις ανθρώπων που πήγαν στο διάστημα, να παρακολουθήσεις δραστηριότητες σε “live streaming”, οδηγίες για να δημιουργήσεις δικές σου κατασκευές, όπως και να απαντήσεις, να λύσεις απορίες απλοϊκές που συνδέονται με τη καθημερινότητα⁴⁵¹. Πρόκειται για ένα κανάλι που συνεχώς ανανεώνει το περιεχόμενο του και είναι πολύ επικαιροποιημένο. Δεν στηρίζεται στις εισηγήσεις, που μπορεί να φανούν κουραστικές και παρωχημένες, αλλά χρησιμοποιεί πρακτικές πολύ οικείες για τους μαθητές, όπως τα “Q & A”s, μέθοδος ερωτήσεων-απαντήσεων που είναι πολύ διαδεδομένος στα σύγχρονα μέσα κοινωνικής δικτύωσης. Πρόκειται για ένα κανάλι που μπορεί να αναδειχθεί σε πολύτιμο εκπαιδευτικό εργαλείο αφού δεν στηρίζεται στα εντυπωσιακά εφέ, αλλά στο γεγονός ότι μπορεί να φέρει τον συγκεκριμένο διαστημικό οργανισμό μέσα στη τάξη, μπορεί να εξοικειώσει τους μαθητές με τα ζητήματα του διαστήματος.

B) Το ελληνικό κανάλι με το όνομα “Astronio”, του οποίου την επιμέλεια έχει ο Παύλος Καστανάς, φυσικός ο ίδιος, με αγάπη για την Αστροφυσική. Το κανάλι του μετρά αυτή τη στιγμή 188 χιλιάδες συνδρομητές και έχει φιλοξενήσει μεγάλους φυσικούς παγκόσμιας

⁴⁴⁹ Berk, R.A. (2009). Multimedia teaching with video clips: TV, movies, YouTube, and mtvU in the college classroom. *International Journal of Technology in Teaching and Learning*, 5, (1), 1-21.

⁴⁵⁰ <https://www.youtube.com/c/NASA/videos>

⁴⁵¹ Ως παράδειγμα θα μπορούσε να δοθεί το video με τίτλο: HOW DO Astronauts use the potty in space? Ανακτήθηκε στις 07/02/2021 από : <https://www.youtube.com/watch?v=u80H3FpTezA>

εμβέλειας όπως ο Neil de Grasse Tyson. Το ιδιαίτερο στο συγκεκριμένο κανάλι είναι ότι γίνεται μια απόπειρα από έναν επιστήμονα που έχει όμως ασχοληθεί με την εκπαίδευση, να απαντηθούν και να παρουσιαστούν με ένα ελκυστικό τρόπο ζητήματα που αφορούν το διάστημα. Χρησιμοποιώντας εντυπωσιακά προγράμματα που προσομοιώνουν και στα ουράνια σώματα και δημιουργώντας ένα περιβάλλον ελκυστικό, προσπαθεί να ταξιδέψει τον δέκτη και να κατανοήσει το διάστημα.

Γ) Το κανάλι με το όνομα “minutephysics”⁴⁵². Πρόκειται για ένα εκπαιδευτικό κανάλι που δημιουργήθηκε το 2011 από τον Henry Reich. Χρησιμοποιεί κινούμενα σχέδια σε λευκό πίνακα (whiteboard animation) για να εξηγήσει ζητήματα φυσικής σύντομα, συνήθως μέσα σε ένα λεπτό. Αυτή τη στιγμή έχει πάνω από 5 εκατομμύρια συνδρομητές. Το συγκεκριμένο κανάλι συνιστά το τέλειο παράδειγμα της STEAM εκπαίδευσης, αφού μέσα από την τέχνη αναπαρίστανται και δίνονται επιστημονικά τεμνηρωμένες απαντήσεις με έναν τρόπο πολύ διασκεδαστικό και συνάμα εύληπτο. Στόχος είναι να καταστήσει την Επιστήμη προσβάσιμη χωρίς όπως να παραδίδει με έναν απλοϊκό τρόπο τις λεπτομέρειες⁴⁵³.

Στο συγκεκριμένο κανάλι υπάρχει και επεισόδιο με τον τίτλο: “Why is it dark at night?”⁴⁵⁴. Πρόκειται για ένα video που διαρκεί 3,52 λεπτά και με πολύ δημιουργικό και ελκυστικό τρόπο, μέσα από το κινούμενο σχέδιο και την ανάλογη αφήγηση να το συνοδεύει, εξηγεί γιατί ο ουρανός -ή όπως σε απόσπασμά του λέει- γιατί το διάστημα είναι σκοτεινό. Ξεκινώντας από την στερεοτυπική αντίληψη που ο περισσότερος κόσμος έχει, επισημαίνοντας την πλάνη αρχίζει το ταξίδι στο παράδοξο. Σχηματοποιώντας το παράδοξο, δίνοντας τους θεμέλιους λίθους μέσα από εικόνες, αναφέρεται στην απειρία των αστέρων και στην θέση ότι όπου και να κοιτάξει ένας παρατηρητής θα έπρεπε να συναντά το βλέμμα του έναν αστέρα ή γαλαξία. Έχοντας ως αφετηρία την αναντιστοιχία μεταξύ θεωρίας και πράξης προσπαθεί να εξηγήσει την προτεινόμενη απάντηση.

Καταλλήγοντας, τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης μπορούν να είναι πολύ ευεργετικά για μια “Ημέρα Αστρονομίας” με θέμα το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού αφού:

1. Λόγω του πλουραλιστικού χαρακτήρα τους θα αναδείξουν τις διαφορετικές απαντήσεις που δίνονται για αυτό, οπότε και τη κρίση τους σχετικά με αυτό.

⁴⁵² <https://www.youtube.com/watch?v=gxJ4M7tyLRE>

⁴⁵³ Ανακτήθηκε στις 07/02/2021 από: <https://innotechtoday.com/minutephysics-henry-reich/>

⁴⁵⁴ Ανακτήθηκε στις 07/02/2021 από: <https://www.youtube.com/watch?v=gxJ4M7tyLRE>

2. Οι μαθητές θα εμπλακούν περισσότερο στη διαδικασία, θα αναζητήσουν γνώση και οι ίδιοι θα επιλέξουν τη μαθησιακή τους πορεία, δίνοντας έναν πιο δημοκρατικό χαρακτήρα στην διαδικασία.
3. Ακριβώς μέσα από τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης θα αναδειχθούν και άλλες πτυχές προσέγγισης του παραδόξου, όπως η ζωγραφική, η φωτογραφία, η μουσική.
4. Θα αποκτήσει μεγαλύτερο ενδιαφέρον και θα είναι πιο ελκυστικό για τους μαθητές, αφού θα χρησιμοποιήσουν ένα εργαλείο με το οποίο είναι απόλυτα εξοικειωμένοι.
5. Θα ενισχύσει την αυτενέργεια και οι ίδιοι οι μαθητές θα έχουν τη δυνατότητα να παράγουν υλικό και να το ανεβάσουν, ενισχύοντας έτσι και την επικοινωνία τους, τη συνεργατικότητα τους αλλά αλλάζοντας και θέση, αφού από δέκτες θα αναδειχθούν σε πομποί της πληροφορίας.
6. Θα ενισχύσει παράλληλα και την εγγραματοσύνη σχετικά με τα “social media”.

8.8 Προγράμματα προσομοιώσεων

Η διδασκαλία της Αστρονομίας βασίζεται κυρίως στην παρατήρηση, αφού δεν είναι εφικτό εντός μιας αίθουσας να διεξάγεις πειράματα. Είναι μια Επιστήμη που το αντικείμενό της το παρατηρούμε και φυσικά επηρεάζει/καθορίζει την καθημερινότητά μας, την ύπαρξή μας, ωστόσο τα στοιχεία της βρίσκονται πολύ μακριά. Όταν και οι ίδιοι οι αστρονόμοι θέλουν να μελετήσουν λοιπόν τους τρόπους λειτουργίας του Σύμπαντος καταφεύγουν στην μέθοδο της προσομοίωσης. Η προσομοίωση συνιστά έναν μοντέρνο τρόπο για να καθιερωθεί η επιστημονική αλήθεια, αφού μέσω της χρήσης μεγάλων υπολογιστικών συστημάτων τα οποία μιμούνται τη φύση, η θεωρία επιβεβαιώνεται⁴⁵⁵.

Την έννοια τη προσομοίωσης έχει αποπειραθεί η Φιλοσοφία της Επιστήμης να προσεγγίσει και να αποδώσει όσο πιο ολοκληρωμένα και με ενάργεια γίνεται, αφού αποτελεί μέθοδο επιστημονική. Παρόλα ταύτα, οι ορισμοί είναι πολλοί και η διακρίσεις τους πολυπληθείς ανάλογα με τα χαρακτηριστικά τους⁴⁵⁶. Η μέθοδος της προσομοίωσης δεν

⁴⁵⁵ Heng, K. (2014).The nature of scientific proof in the age of simulation. American Scientist , 102,(3), 174, ανακτήθηκε στις 09/02/2021 από <https://www.americanscientist.org/article/the-nature-of-scientific-proof-in-the-age-of-simulations>.

⁴⁵⁶ Grune-Yanoff, T. & Weirich, P. (2010). The Philosophy and Epistemology of Simulation: A review, SAGE, 41,(1), ανακτήθηκε στις 09/02/2021 από: <https://www.ida.liu.se/~729A94/mtrl/Philandepistofsimulation.pdf>

αφορά μόνο τις Φυσικές Επιστήμες αλλά και τις κοινωνικές, γιατί μπορεί παραδειγματος χάριν η Αστρονομία να προσομοιώνει τη ζωή αστερών από τη γένεσή τους μέχρι το τέλος τους ή ακόμη και τη ζωή ολοκλήρου του σύμπαντος⁴⁵⁷ κατ' αναλογία όμως και οι κοινωνικές μπορούν να προσομοιώνουν την εξέλιξη της οικονομίας ή ακόμη και της πανδημίας⁴⁵⁸.

Μια εκπαιδευτική προσέγγιση βασισμένη στις προσομοιώσεις, συμβαδίζει με τις βασικές αρχές της διερευνητικής μάθησης και για αυτό σε πολλές περιπτώσεις οι προσομοιώσεις χρησιμοποιούνται ως μέθοδος για τη διερευνητική μάθηση⁴⁵⁹. Οι προσομοιώσεις και αυτό το εικονικό περιβάλλον το οποίο δημιουργείται μπορεί να είναι πολύ ευεργετικό και να οδηγήσει στην ανακάλυψη της γνώσης, αφού δεν προσιδιάζει καθόλου στις παραδοσιακές μορφές διδασκαλίας. Ο μαθητής μπορεί να ορίσει τις παραμέτρους, να δει άλλες εκδοχές της πραγματικότητας και να γίνει μέτοχος στη δημιουργία της εικονικής πραγματικότητας. Ως μέσο μπορεί να είναι πιο ευέλικτο αφού ο μαθητής μπορεί να ανακαλύψει τη πληροφορία μόνος του.

Η προσομοίωση είναι πολύ σημαντική για την Κοσμολογία και έχει διαδραματίσει πολύ σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξή της, αφού έχει σταθεί σημαντικός αρωγός στην κατανόηση της λειτουργίας και δημιουργίας του Σύμπαντος. Έχει βοηθήσει τόσο πολύ γιατί πρόκειται για ένα δυναμικό σύστημα το οποίο δεν έχει γραμμική ανάπτυξη και μπορεί να μοντελοποιήσει ένα πλήθος φυσικών διαδικασιών, προσεγγίζοντας τα τεράστια μεγέθη από άποψη χρόνου και μεγεθών⁴⁶⁰.

Τα εκπαιδευτικά οφέλη από τη προσομοίωση κατά τη διδασκαλία μπορούν να συνοψιστούν στα εξής:

1. Αυξάνει τα κίνητρα για μάθηση, ελκύει τη προσοχή των μαθητών και συνιστά μια συμμετοχική διαδικασία.

⁴⁵⁷ αναφερόμαστε στο Πρόγραμμα προσομοίωσης του Ινστιτούτου Max Planck , με τίτλο: The Millennium Simulation Project : [https://www.mpa.mpg-de/garching.mpg.de/galform/virgo/millennium/](https://www.mpa.mpg.de/garching.mpg.de/galform/virgo/millennium/)

⁴⁵⁸ Αναφερόμαστε σε αντίστοιχο Πρόγραμμα από το προαναφερθέν Ινστιτούτο <https://www.mpg.de/research/corona>

⁴⁵⁹ Ενδεικτικό παράδειγμα θα μπορούσε να θεωρηθεί των Letinen, A. & Virii, J. (2017). Guidance Provided by Teacher and Simulation for Inquiry-Based Learning: a Case Study. Journal of Science Education and Technology, 26,193–206.

ή εναλλακτικά

Jong, T. (2006). Technological advances in inquiry learning. Science,312, (5773),532–533

⁴⁶⁰ Vogelsberger, M. et al., (2010). Cosmological simulations of galaxy formation. Nature Reviews Physics, 2, 42–66.

2. Επιτρέπει την εξερεύνηση, τη θέαση κομματιών του επιστητού και όχι μόνο, ακόμη και των αντικειμένων που δεν αντιλαμβάνεται ο άνθρωπος με τις αισθήσεις και τις οποίες, ιδιαίτερα ο μαθητής δεν μπορεί να προσεγγίσει⁴⁶¹.
3. Βιωματική προσέγγιση την γνώσης, θετικές εμπειρίες και ώθηση στη λήψη αποφάσεων⁴⁶².
4. Βοηθούν στο να κατέβουν οι αστέρες μέσα στη τάξη, αφού κατ' αυτόν τον τρόπο εναρμονίζεται η σχολική γνώση με τη παρατήρηση και τον κόσμο γύρω τους.
5. Μπορεί να είναι ιδιαίτερα ευεργετικές στη κατανόηση αφού μέσω αυτών μπορούν να περιγηθούν μέσα στο χρόνο, να αλλάξουν θέση, οπτική γωνία, μπορούν να παγώσουν το χρόνο και να εμείνουν ίσως σε φάσεις που δεν κατανοούν.
6. Βοηθούν στη κατανόηση σύνθετων και ίσως απαιτητικών θεμάτων χωρίς να έχει τις ανάλογες γλωσσικές απαιτήσεις εκ μέρους των μαθητών⁴⁶³.
7. Ιδιαίτερα για τις επιστήμες της Αστρονομίας και της Κοσμολογίας, στις οποίες η προσομοίωση συνιστά και μέσο, εργαλείο, μέθοδο, είναι πολύ σημαντικό ότι οι μαθητές μαθαίνουν πώς να τις χρησιμοποιούν, ποιες είναι οι δυνατότητες τους και έτσι μετέχουν στην αυθεντικής μεθοδολογία τους.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση, στην “Ημέρα Αστρονομίας”, δε θα εξετάσουμε προσομοιώσεις και συμμετοχή σε περιβάλλοντα εικονικής πραγματικότητας τα οποία προϋποθέτουν ειδικό εξοπλισμό, όπως είναι για παράδειγμα τα συστήματα εμβύθισης (immersive systems), αλλά θα εστιάσουμε σε επιτραπέζια συστήματα (desktop systems) που το μόνο που χρειάζεται ο εκπαιδευόμενος είναι η πρόσβαση στο διαδίκτυο και ένας υπολογιστής. Για τον ίδιο λόγο, θα εξετάσουμε και θα προτείνουμε προγράμματα που χρειάζεται κάποιο αντίτιμο χρηματικό, όπως φυσικά και ανοιχτού λογισμικού, που δεν χρειάζονται χρήματα ώστε να διευκολυνθεί η πρόσβαση σε αυτά αλλά και για να αποτελέσουν εύκολες λύσεις που τα παιδιά ενδεχομένως θα συνεχίσουν να χρησιμοποιούν εκτός αυτής της σχολικής Ημέρας.

⁴⁶¹ Μικρόπουλος, Α. et al., (1998). Virtual Reality και Εκπαίδευση, ένα νέο εργαλείο ή μια νέα μεθοδολογία; ανακτήθηκε στις 09/02/2021 από: https://www.researchgate.net/profile/Costas_Diplas/publication/257422630_Eikonike_pragma_tiketeta_kai_ekpaideuse_ena_neo_ergaleio_e_nea_methodologia/links/56ec019e08ae24f050991115.pdf

⁴⁶² Παντελάκης, Γ.(2016). Εφαρμογή των διαδραστικών προσομοιώσεων μελετών περίπτωσης με παιγνιώδη χαρακτηριστικά ως μέσο εκπαίδευσης των στελεχών της εκπαίδευσης. (Μη εκδοθείσα διπλωματική). Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Ρόδος.

⁴⁶³ Hegarty, M.et al, (2003). The roles of mental animations and external animations in understanding mechanical systems. *Cognition and instruction*, 21, (4), 209-249.

Προγράμματα Αστρονομίας που προσομοιώνουν το σύμπαν μας και θα ήταν πολύ χρήσιμα στην προτεινόμενη “Ημέρα Αστρονομίας”, με θέμα το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού είναι τα εξής:

A) “Stellarium”⁴⁶⁴: Αποτελεί ένα από τα πιο γνωστά και εύχρηστα ανοιχτά προγράμματα λογισμικού. Εμφανίζει ένα ρεαλιστικό ουρανό σε τρισδιάστατη διάσταση. Είναι πολύ βασικό για τα παιδιά που δεν έχουν διδαχθεί Αστρονομία, που δεν έχουν ανάλογες εμπειρίες, το συγκεκριμένο λογισμικό τους δίνει πληθώρα δυνατοτήτων. Το θετικό του είναι ότι εκτός από πολύ εύχρηστο υπάρχει και ελληνική έκδοση και ότι συνεχώς εξελίσσεται. Η εγκατάσταση του δεν απαιτεί ιδιαίτερες τεχνικές προδιαγραφές και μπορεί να γίνει εκτός από υπολογιστές και σε κινητά τηλέφωνα, μιας και έχει και τις ανάλογες εκδόσεις για κινητά “mobile version”. Το γεγονός ότι είναι φωτορεαλιστικό είναι που το καθιστά ακόμη πιο ελκυστικό.

Μπορεί ο χρήστης να δει τον ουρανό σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή και από όποια τοποθεσία του πλανήτη επιθυμεί, έτσι επιτρέπει όχι να ταξιδέψουμε μέσα στο διάστημα αλλά να ταξιδέψουμε και μέσα στο χρόνο. Συνιστά ένα Πρόγραμμα προσομοίωσης που όχι μόνο μιμείται το σύμπαν, αλλά δίνει τη δυνατότητα να επισπεύσουμε το χρόνο, να τον σταματήσουμε και να δώσουμε χρόνο για επεξεργασία. Για τη δραστηριότητα που εξετάζει το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού είναι πολύ ωφέλιμο, γιατί όχι μόνο δίνει μια εικόνα του σύμπαντος και των αντικειμένων του, αλλά γιατί μπορούμε να καταλάβουμε και την έννοια της σχετικότητας ως προς τον τρόπο θέασης του σκοτεινού ουρανού και αυτό γιατί δίνει τη δυνατότητα να δούμε τα διαφορετικά σχήματα που έβλεπαν στον ουρανό οι διαφορετικοί πολιτισμοί.

B) “Universe Sandbox2”⁴⁶⁵ όπως και στην αρχική του σελίδα περιγράφει είναι ένας προσομοιωτής του διαστήματος που βασίζεται στη Φυσική. Μπορεί να αναδειχθεί σε ιδιαίτερο εργαλείο της διερευνητικής μάθησης αφού δίνει τη δυνατότητα στον χρήστη να λειτουργήσει, να ανακαλύψει και το βασικό να αλληλοεπιδράσει, αφού μέσω αυτού ο χρήστης δύναται να φτιάξει τη δική του έκδοχή και ιστορία του διαστήματος. Μπορεί ο χρήστης να δημιουργήσει τα δικά του κοσμικά σενάρια, να φτιάξει τα δικά του συστήματα, να βάλει τα αντικείμενα να αλληλοεπιδράσουν και να εξετάσει ενδεχόμενες λύσεις.

Το συγκεκριμένο λογισμικό έχει και έτοιμες προσομοιώσεις, αλλά το πιο ενδιαφέρον στοιχείο που θα μπορούσε να γίνει αντικείμενο μελέτης για το παράδοξο του Olbers, είναι ότι μπορείς να δημιουργήσεις τη δική σου προσομοίωση με τα δικά σου αστρικά αντικείμενα

⁴⁶⁴ <https://stellarium.org/el/>

⁴⁶⁵ <http://universesandbox.com/>

και τις δικές σου συνθήκες. Έτσι τα παιδιά θα μπορούσαν να πειραματιστούν σε ένα Σύμπαν με άπειρες πηγές φωτός, ποια θα ήταν η εκδοχή του, να ελέγξουν κατ' αυτόν τον τρόπο το παράδοξο, όπως αντίστοιχα και αν θα υπήρχε το παράδοξο σε άλλα κοσμολογικά μοντέλα.

Γ) Το τρίτο Πρόγραμμα είναι το “Space Engine”⁴⁶⁶. Πρόκειται για ένα πολύ εντυπωσιακό Πρόγραμμα το οποίο έχει και ιδιαίτερα παιγνιώδη χαρακτήρα. Είναι ένα Πρόγραμμα προσομοίωσης που δίνει τη δυνατότητα να εξερευνήσεις το Σύμπαν μέσα από την οθόνη του υπολογιστή. Μπορείς να ταξιδέψεις όπου θέλεις, αλλάζοντας τη ταχύτητά σου και να παρακολουθήσεις τα ουράνια φαινόμενα που εσύ επιθυμείς, όπως προλογίζει και στη εισοδό της η σελίδα. Όλα αυτά μέσα από την απεικόνιση του σύμπαντος και τον τρόπο λειτουργίας του όπως αυτός αποδίδεται επιστημονικά. Ο χρήστης γίνεται εξερευνητής του διαστήματος που όμως δεν γνωρίζει χρονικούς ή χωρικούς περιορισμούς.

Το συγκεκριμένο Πρόγραμμα θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί στην “Ημέρα Αστρονομίας”, αφού μπορεί να εγείρει τη περιέργεια, να τονώσει το ενδιαφέρον και τη διάθεση για ανακάλυψη και εξερεύνηση. Με αυτόν τον τρόπο τα παιδιά θα εξοικειωθούν όχι μόνο με ένα Πρόγραμμα προσομοίωσης που μπορεί παράλληλα να είναι διασκεδαστικό και θα τους συντροφεύει, ίσως και στην υπόλοιπη ζωή τους, αλλά θα προσεγγίσουν και άλλα συστήματα, θα κατανοήσουν ότι οι Ήλιοι, οι αστέρες μπορεί να είναι άπειροι και έτσι να επιβεβαιώσουν εμπειρικά, μέσω των αισθήσεων τους το παράδοξο του Olbers.

Η επιλογή μιας εκπαιδευτικής πρότασης που περιλαμβάνει προγράμματα προσομοίωσης μέσα σε μια “Ημέρα Αστρονομίας” με θέμα το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού, ιδιαίτερα για ένα μαθητικό κοινό που δεν έχει διδαχθεί σε καμία τάξη της 12ετούς υποχρεωτικής φοίτησης το μάθημα της Αστρονομίας κρίνεται απαραίτητη. Συνιστά έναν πολύ σημαντικό παράγοντα που θα έλξει τα παιδιά αφού περιέχει τη χρήση Τεχνολογίας, με την οποία είναι εξοικειωμένα τα παιδιά, βοηθώντας τα να εξοικειωθούν με έννοιες, με σχήματα, με αντικείμενα, με συστήματα που μόνο μέσω της μη τυπικής εκπαίδευσης μπορεί να έχουν έρθει σε επαφή. Συνάμα συνιστούν μια πρόταση που μπορεί να ενταχθεί στη STEAM εκπαίδευση και θα οδηγήσει τους μαθητές με έναν παιγνιώδη τρόπο στην αναζήτηση της γνώσης, η οποία δεν αντιμετωπίζεται μονοδιάστατα, αλλά βιωματικά. Έτσι θα κατανοήσει -ενδεχομένως ή θα περιορίσει εναλλακτικές ιδέες- αν όχι εξαλείψει ολοκληρωτικά- και θα έχει μια νέα εμπειρία μάθησης.

⁴⁶⁶ <http://spaceengine.org/>

Κεφάλαιο: 9

Συμπεράσματα

Το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού είναι μια κοσμολογική παρατήρηση, η πιο απλή που μπορεί να κάνει ο κάθε άνθρωπος και η οποία φυσικά συντροφεύει την ανθρώπινη διανόηση από τις απαρχές της, από τότε που άρχισε να υπάρχει συνείδηση, από τότε που ο άνθρωπος έστρεψε για πρώτη φορά το βλέμμα του στο νυχτερινό ουρανό. Συνάμα συνιστά ένα από τα πιο σημαντικά κοσμολογικά ερωτήματα που αποκαλύπτει τις διαφορετικές εκδοχές, τις διαφορετικές αρχές που διέπουν το Σύμπαν. Όσο διαχρονικό μπορεί να είναι, τόσο επίκαιρο σε κάθε εποχή είναι, κάτι που επιβεβαιώνεται και από το γεγονός ότι σε κάθε εποχή σημαντικά πνεύματα της ανθρώπινης διανόησης κλήθηκαν να το ερμηνεύσουν και αποπειράθηκαν να το αποκωδικοποιήσουν.

Η ιστορική αναδρομή του παραδόξου και ο τρόπος με τον οποίο ο κάθε επιστήμονας, το κάθε σύστημα το αντιμετώπισε, αντικατοπτρίζει και τον τρόπο με τον οποίο η κάθε εποχή αντιμετωπίζει τον κόσμο γύρω της, πως ερμηνεύει τα φαινόμενα, σε τι κοσμολογικό πλαίσιο τοποθετείται και συνεπώς πως αυτοπροσδιορίζεται. Τα ερωτήματα που τίθενται και οι απαντήσεις αντίστοιχα, που σχετίζονται με αυτή την απλοϊκή παρατήρηση όπως: Ποια είναι η λύση του, αν είναι ορθό να το ονομάζουμε ως παράδοξο του Olbers, αν είναι πραγματικά παράδοξο, αίνιγμα ή γρίφος απορρέουν από τη θέση και την κοσμοαντίληψη που έχουμε, την κοσμοθεωρία που αποδεχόμαστε. Αν για παράδειγμα δεχτούμε ένα κοσμολογικό μοντέλο που θέτει όρια και είναι πεπερασμένο, τότε το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού δεν υφίσταται. Αν δεν ανατρεξούμε ιστορικά να δούμε ποιος είναι εκείνος που πρωτοδιατύπωσε το παράδοξο, θα συνεχίσουμε να χρησιμοποιούμε το όνομα του Olbers, όταν αναφερόμαστε στο αίνιγμα του σκοτεινού ουρανού. Αν αποδεχτούμε τη θέση των J.M. Overduin και P.S. Wesson ότι: *“τα παράδοξα δεν υπάρχουν στη φύση, αλλά σχετίζονται με την κατανόηση μας σχετικά με τη Φυσική”*⁴⁶⁷, τότε ούτε παράδοξο θα το ονομάζαμε αλλά ίσως θα ήταν πιο ορθό να το χαρακτηρίζαμε ως αίνιγμα αφού η απάντηση υφίσταται, αλλά εικνεμεί.

Οι προβληματικές σε σχέση με την αναντιστοιχία μεταξύ θεωρίας και πράξης, μεταξύ της διαχρονικής παρατήρησης του σκοτεινού ουρανού και της θεωρίας της Κοσμολογίας, δεν εξαντλούνται σε ζητήματα ορθής ονοματοποιίας αλλά είναι πολύ πιο θεμελιώδεις. Το γεγονός ότι σε μια εποχή που χαρακτηρίζεται από τη διακίνηση της πληροφορίας, σε μια εποχή που

⁴⁶⁷ Overduin, J.M. & Wesson, P.S. (2003). Dark Sky, Dark Matter. U.K: Institute of Physics.

η κοινωνικοποίηση της γνώσης και της παιδείας συνιστούν θεμέλιο λίθο και το ζητούμενο στις σύγχρονες κοινωνίες, που η εκπαίδευση στοχεύει στην αρτίωση του πολίτη και στη δημιουργία ενός τύπου ανθρώπου “*homo universalis*”, ο οποίος θα είναι υπεύθυνος για την αναβάθμιση της ποιότητας της ζωής του, που θα πρέπει να λαμβάνει αποφάσεις, όχι μόνο για τη δική του ζωή, αλλά και για τις μελλοντικές γενιές, το πραγματικό ερώτημα είναι πώς γίνεται σε ένα τέτοιο πλαίσιο ανάπτυξης και εκπαίδευσης ακόμη και σήμερα όταν θέτεις το ερώτημα γιατί ο ουρανός είναι σκοτεινός, η αυθόρμητη απάντηση να σχετίζεται με την κίνηση της Γης;

Αυτό στο οποίο καταλήγουμε και φυσικά προτείνουμε για περαιτέρω μελέτη είναι η σημασία της ανάδειξης του παραδόξου του σκοτεινού ουρανού. Το αίνιγμα του σκοτεινού ουρανού πρέπει να φωτιστεί και να διερευνηθεί η θέση που κατέχει στην αναπαράγωγή και στην εξέλιξη της γνώσης, στην αντίληψη μας για τον Κόσμο που μας περιβάλλει. Όταν αυτό αντιμετωπίζεται τεχνικά και εργαλειακά/μαθηματικοποιημένα, φυσικά και είναι πολύ σημαντικό γιατί κατ’ αυτόν τον τρόπο μπορούμε να αναπτύξουμε την εικόνα που έχουμε για το Σύμπαν γύρω μας. Άλλωστε δεν είναι τυχαίο, ότι οι κοσμολόγοι σε κάθε προτεινόμενο κοσμολογικό μοντέλο ελέγχουν την ύπαρξη και την εναρμόνισή του με το παράδοξο. Αντίστοιχα η προσπάθεια επίλυσής του συνέβαλε στην ανάπτυξη της Επιστήμης συλλήβδην, είτε αυτή ήταν Φυσική, Μαθηματικά, Χημεία, Αστρονομία, αποκάλυψε ή επιβεβαίωσε θεωρίες όπως είναι η θεωρία της Μεγάλης Έκρηξης, τη σύντομή ζωή των αστέρων, την απειρία ως έννοια.

Αυτό όμως που είναι θεμελιώδους σημασίας είναι να αναδείξουμε το παράδοξο με έναν εναλλακτικό, μη αναμενόμενο, αιρετικό τρόπο. Θα πρέπει να το δούμε ως ένα ενεργό ζήτημα προς διαπραγμάτευση, ένα ζήτημα που ακόμη έχει να προσφέρει πολλά η προσέγγισή του και πραγματικά μπορεί να έχει ενεργό ρόλο στη διανόηση και στη καθημερινότητα μας, σε αυτό που είμαστε ή θα γίνουμε ως πολιτισμός, καθώς μπορεί να αποτελέσει και δείκτη εκπολιτισμού. Οφείλουμε να μετατοπίσουμε το κέντρο βάρους, από τα προφανή, δηλαδή την αυστηρά κοσμολογική προσέγγισή του και μέσα από το παράδοξο να κατεβάσουμε τα άστρα κοντά στον άνθρωπο και παράλληλα την Κοσμολογία, να την απογυμνώσουμε από τον ελιτιστικό χαρακτήρα της.

Τι άλλο μπορεί η τόσο κοινή παρατήρηση να μας διδάξει σήμερα; Ως απάντηση θα μπορούσαμε να παραθέσουμε και να αναπτύξουμε τον τίτλο άρθρου: “Το παράδοξο του Olbers, έχει να μας διδάξει περισσότερα”, όπως είχε προτείνει σε άρθρο του ο Sir John Royden Maddox, εκδότης του περιοδικού “*Nature*”⁴⁶⁸. Το συγκεκριμένο άρθρο υποστήριζε πώς το παράδοξο έχει πολλά να μας μάθει, μέσα από την επιλογή που καλούνταν να κάνουν

⁴⁶⁸ Maddox, J.R. (1991). Olbers’ paradox has more to teach. *Nature*, 349, 363.

ανάμεσα σε δύο προτεινόμενες λύσεις. Εκτός όμως από το τι μπορεί να μας διδάξει κοσμολογικά, σημασία έχει να εξετάσουμε πως το παράδοξο μπορεί να μας διδάξει και σε άλλους τομείς της ανθρώπινης διανόησης. Πώς μπορεί σήμερα να αναγεννηθεί και να αναδειχθεί η συμβολή του, μέσα από μια διαφορετική προσέγγιση.

Η συμβολή του παραδόξου μπορεί με ακρίβεια να αποδοθεί αν συνδεθεί με την εκπαίδευση. Ειδικότερα μπορεί να συντελέσει στον μετασχηματισμό της γνώσης και στην κατάρριψη εναλλακτικών πεποιθήσεων οι οποίες βρίσκουν πρόσφορο έδαφος στην αμάθεια ή ακόμη χειρότερα στην ημιμάθεια, στην προγενέστερη γνώση που έχει δομηθεί. Κατ' αυτόν τον τρόπο, μιας και αφορά ένα πρωταρχικό ερώτημα που θέτει ο άνθρωπος, θα καταφέρει να καταρρίψει πεποιθήσεις και δεισιδαιμονίες, θα εμπνεύσει για νέες ανακαλύψεις, θα τονώσει τη φαντασία και ενδεχομένως θα δημιουργήσει τις βάσεις για την ανακάλυψη της γνώσης, θα ωθήσει στην επιστημονική μέθοδο, αλλά πολύ περισσότερο θα βοηθήσει στον προσδιορισμό, στην εύρεση της θέσης του ατόμου μέσα σε αυτόν τον Κόσμο, θα καταλάβει τις πραγματικές του διαστάσεις.

Ο συσχετισμός του παραδόξου όμως με την εκπαίδευση μπορεί να αποδώσει καρπούς και με έναν εναλλακτικό τρόπο. Η αναζήτηση του παραδόξου μέσα στα σχολικά εγχειρίδια αλλά και μέσα στα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών μπορεί να αποτελέσουν τον καθρεφτισμό μιας ολόκληρης κοινωνίας και της κοσμοαντίληψής της. Μπορεί να αποτελέσει πηγή Ιστορίας, αφού μέσα από τη μελέτη του, από την παρουσία του ή την απουσία -και όχι μόνο του παραδόξου- αλλά ακόμη και του ίδιου του μαθήματος, μπορούμε να κατανοήσουμε σε κάθε φάση την αντίληψη που είχε η κάθε κοινωνία για τον Κόσμο της.

Ειδικότερα μπορεί να αποκαλύψει και ποιοι είναι οι στόχοι του θεσμοθετημένου φορέα εκπαίδευσης, δηλαδή του σχολείου. Πρόκειται για μια παρατήρηση που μπορεί να καταστεί εύληπτη, αν αναλογιστούμε σε πρώτο επίπεδο την πορεία του μαθήματος που συνδέεται με το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού, αυτό δηλαδή της Κοσμογραφίας – Αστρονομίας. Μέσα από την ιστορική αναδρομή του από τα τέλη του 19ου αιώνα μέχρι και τις αρχές του 21ου αυτό για το οποίο μας διαφώτισε η πορεία του μαθήματος είναι ότι ενώ αποτελούσε μάθημα που διδασκόταν όχι ως προαιρετικό, αλλά εντασσόταν στο βασικό κορμό των μεγάλων τάξεων ανεξαρτήτου ειδικότητας και τύπου σχολείου, το μάθημα εξοβελίστηκε όταν έγινε στροφή στα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών και στην προσπάθεια να συνδεθεί το σχολείο-ενδεχομένως- με την αγορά εργασίας ή να εναρμονιστεί με τις κοινωνικοοικονομικές συνθήκες. Συνεπώς μπορούμε να κατανοήσουμε πώς ένα μάθημα που από την αρχαιότητα θεωρούνταν θεμέλιο για την αριστεία του πολίτη εκδιώχθηκε, αποκαλύπτοντας την στάση του

εκάστοτε πολιτικού και κοινωνικού πλαισίου απέναντι στη γνώση και το είδος της γνώσης που προορίζεται.

Κατ' αναλογία η αναζήτηση του παραδόξου του σκοτεινού ουρανού μέσα στα σχολικά συγγράμματα είναι αυτή που μπορεί να αποκαλύψει:

- α) Τι θεωρούνταν σημαντική γνώση για να συμπεριληφθεί μέσα στα σχολικά βιβλία
- β) Ποιες είναι οι πληροφορίες και ποια κομμάτια της επιστημονικής γνώσης έχουν επιλεγεί να επικοινωνήσουν μέσω του σχολείου στο ευρύτερο σύνολο.
- γ) Γιατί -όπως έρευνες έχουν δείξει⁴⁶⁹ - είναι τόσο καλά εδραιωμένη η αντίληψη ότι για τη διαδοχή Ημέρας/ Νύχτας ευθύνεται η κίνηση της Γης γύρω από τον Ήλιο.
- δ) Ποια ήταν η προεπάρχουσα γνώση που είχε ήδη οικοδομηθεί μέσω του εκπαιδευτικού συστήματος και ίσως πιο σημαντικό,
- ε) Τι θεωρούσαν ως δεδομένη γνώση εκείνη την εποχή.

Ιδιαίτερα σημαντική είναι η τελευταία παρατήρηση για το εκπαιδευτικό και ευρύτερα για το σύστημα αξιών, για την κοσμολογική αντίληψη που η εκάστοτε εποχή υπαγόρευε. Αν αποδεχτούμε ότι το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού αναφέρεται και διδάσκεται μέσα από τα σχολικά εγχειρίδια, αποδεικνύει ότι αποδέχονται ένα πιο ανοιχτό, χωρίς όρια κοσμολογικό σύστημα, το οποίο έχει άπειρες πηγές φωτός. Αποδέχεται επίσης ότι η Επιστήμη δεν έχει όλες τις απαντήσεις, ότι έχει αποτάξει από πάνω της τις προκαταλήψεις και τους μύθους, ότι δεν είναι τόσο ανθρωποκεντρικό, ότι αναγνωρίζει ίσως το πόσο μικροί είμαστε και ότι γενικά δεν έχει αποδεχθεί και δεν αναπαράγει παγιωμένες πεποιθήσεις, ότι έχει επικαιροποιηθεί, ότι ενημερώνεται, ότι συνδέεται με την καθημερινότητα, ότι δεν είναι στείρο, ότι προσπαθεί πραγματικά να αφυπνίσει και να οδηγήσει τα παιδιά στην αναζήτηση της γνώσης, την οποία δεν αντιμετωπίζουν εργαλειακά και χρησιμοθηρικά.

⁴⁶⁹ Vosniadou, S. & Brewer, W. F. (1994). Mental models of the day/night cycle. *Cognitive science*, 18, (1), 123-183

ή στο:

Atwood, V. A. & Atwood, R. K. (1995). Preservice Elementary Teachers' Conceptions of What Causes Night and Day. *School Science and Mathematics*, 95, 290.

ή στο:

Byrne, T. (2001). Tilt, Rock and Roll. *Understanding the Day/Night Cycle*. *Australian Science Teachers' Journal*, 47, 12.

ή στο:

Dunlop, J. (2000). How Children Observe the Universe. *Publications of the Astronomical Society of Australia*, 17, 194.

ή στο:

Fleer, M. (1997). A Cross-Cultural Study of Rural Australian Aboriginal Children's Understandings of Night and Day. *Research in Science Education*, 27, 101.

Στον αντίποδα η παράλειψή του από τα σχολικά εγχειρίδια ίσως δείχνει ότι δεν πίστευαν στην απειρία του σύμπαντος που συνιστά απαραίτητη προϋπόθεση για την δημιουργία του παραδόξου, είτε θεωρούσαν ότι δεν μπορεί να αποδοθεί, αφού για την εξήγησή του θα χρειαστεί ο μαθητής να έρθει σε επαφή με δύσκολες έννοιες, είτε πιθανόν να θεωρούν ότι η απάντηση για την εναλλαγή ημέρας-νύχτας, έχει ήδη δοθεί και εξαντλείται εκεί, αφού είναι ιδιαίτερα δύσκολο το εκπαιδευτικό σύστημα να προβάλλει ένα ερώτημα, να φωτίσει μια προβληματική χωρίς να δίνει απάντηση τουναντίον μάλιστα, δημιουργεί και ωθεί σε μια πιο επίπονη διαδικασία, αυτήν της αναζήτησης της γνώσης που προϋποθέτει εννοιολογική αλλαγή. Ίσως μια πιο αφελής, πιο απλοϊκή ερμηνεία είναι ότι δεν ήταν γνωστό.

Σήμερα όμως, πώς μπορεί το παράδοξο να μας εκπαιδεύσει, σε παροντικό χρόνο, χωρίς τις ιστορικές αναδρομές σε αυτό. Τι μπορεί να μας μάθει, σε τι μπορεί να μας μυήσει, ποια μπορεί να είναι η πραγματική συνεισφορά του, η οποία μάλιστα και θα διαγωνίζεται; Πως μπορούμε να εντάξουμε το παράδοξο στην καθημερινότητά μας και πως μπορεί να επιδράσει ωφέλιμα σε μεγαλύτερη βάση του πληθυσμού; Πως μπορεί να λάβει δεσπόζουσα θέση μέσα στο σημερινό σύστημα, είτε αυτό είναι κοινωνικό, είτε είναι οικονομικό, πολιτιστικό, επιστημονικό;

Αυτό το οποίο προτείνουμε είναι λοιπόν μια “Ημέρα Αστρονομίας” με θέμα το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού, το οποίο θα μπορέσει να αποτελέσει ίσως τη κορωνίδα της εκπαιδευτικής διαδικασίας, που θα δημιουργήσει μια πρωτόγνωρη για την ελληνική εκπαιδευτική πραγματικότητα εμπειρία. Η ανάδειξη του αινίγματος του σκοτεινού ουρανού μπορεί να έχει πολυεπίπεδα οφέλη που η κοινωνία ως σύνολο θα καρπωθεί μελλοντικά. Μπορεί να αποτελέσει ένα είδος εκπαιδευτικής επένδυσης εκ μέρους τη πολιτείας, που όμως θα σταθεί αρωγός στη διαμόρφωσή ενός πολίτη που θα μπορεί να αντιμετωπίσει τις προκλήσεις της εποχής του.

Σε κοινωνίες όπως οι σημερινές που η συμμετοχικότητα είναι προαπαιτούμενο για την εύρυθμη λειτουργία τους, το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού θα οδηγήσει στον επιστημονικό γραμματισμό. Μέσα από αυτή τη διαδικασία ο αυριανός πολίτης θα μάθει να θέτει ερωτήματα, να αναζητά απαντήσεις σε ερωτήματα μάλιστα, που σχετίζονται με τη καθημερινή του παρατήρηση και έτσι θα μπορεί να συμμετέχει στη λήψη συλλογικών αποφάσεων, ενώ παράλληλα η δημόσια κατανόηση της Επιστήμης θα οδηγήσει στη οικονομική ευμάρεια και τη συναίνεση για την στήριξη της επιστημονικής έρευνας και ως λογική απόρροια θα επηρεάσει την Ηθική, τη Φιλοσοφία, την Αισθητική, αφού μέσα από τη κατανόηση του παραδόξου θα αλλάξει και η κοσμοαντίληψή του. Πιο ειδικά η επαφή του κάθε μαθητή με το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού, υπό προϋποθέσεις και μέσα σε

συγκεκριμένο πλαίσιο θα μας καταστήσει κοινωνούς της Επιστήμης της Κοσμολογίας και φυσικά θα οδηγήσει στον κοσμολογικό γραμματισμό.

Επιπρόσθετα εάν το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού αποπειραθούμε να το προσεγγίσουμε μέσω της διερευνητικής μεθόδου μπορεί να μάθει στον εκπαιδευόμενο να εντοπίζει προβληματικές, να τις αντιμετωπίζει κριτικά, να διερευνά και να σχεδιάζει, να αναζητά τρόπους επίλυσης προβλημάτων. Κατ' αυτόν τον τρόπο θα εμπλακεί προσωπικά και θα γίνει συνδιαμορφωτής της γνώσης. Το αίνιγμα του σκοτεινού ουρανού θα αποτελέσει έναν φάρο μέσα στην εκπαιδευτική διαδικασία, αφού θα μάθει στους μαθητές να μην είναι παθητικοί δέκτες και θα τους απελευθερώσει μέσα από τη συγκεκριμένη παραδοξότητα.

Μπορεί επίσης να μας μάθει ότι η γνώση δεν έχει στεγανά, δεν κατηγοριοποιείται. Μέσα από το διεπιστημονικό χαρακτήρα της Κοσμολογίας, αλλά και το ίδιο το παράδοξο δύναται να οδηγήσει στην ενιαιοποίηση της γνώσης, αναβαθμίζοντας τη μάθηση ποιοτικά. Θα μας μάθει ότι μια παρατήρηση που σχετίζεται με τον φυσικό κόσμο μπορεί να αντιμετωπιστεί ολιστικά. Ότι μια παρατήρηση οικουμενική και πανανθρώπινη δεν μπορεί να περιοριστεί, ούτε να κατηγοριοποιηθεί ως αντικείμενο των φυσικών ή των ανθρωπιστικών Επιστημών, μπορεί συνεπώς να συντελέσει στη γεφύρωση του χάσματος μεταξύ ανθρωπιστικών και θετικών Επιστημών.

Συνάμα μπορεί να αναδείξει και τον κοσμοπολιτικό χαρακτήρα της Επιστήμης. Μπορεί να επιβεβαιώσει την αντίληψη ότι η πρόοδος του πολιτισμού, η ανάπτυξη της Γνώσης δεν είναι κατόρθωμα ενός πολιτισμού, ενός κοινωνικού συστήματος, μιας ανθρώπινης διάνοιας, αλλά ότι πρόκειται για μια οικουμενική προσπάθεια, κατά την οποία μάλιστα το κάθε σύστημα συνέβαλε στην ανάπτυξη του παραδόξου και στον ανασχηματισμό του, στην αποκάλυψή του. Μπορεί να εξανθρωπίσει τις επιστήμες και ενδεχομένως να οδηγήσει στον εκδημοκρατισμό τους, απεικδύοντας τον κλειστό και ίσως ελιτιστικό χαρακτήρα που έχουν, κατανοώντας ιδιαίτερα μέσα από την ιστορία του παραδόξου ότι η κατάκτηση της γνώσης είναι μια επίπονη και αέναη διαδικασία, που σίγουρα δεν ήταν ευθύγραμμη.

Καταληκτικά το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού έχει πάψει όπως φαίνεται στην παγκόσμια βιβλιογραφία τα τελευταία χρόνια να απασχολεί την επιστημονική κοινότητα, ίσως γιατί έχουν δοθεί πλέον απαντήσεις για αυτό, δεν συνιστά ένα άλυτο πρόβλημα. Όμως το αίνιγμα του σκοτεινού ουρανού οφείλουμε να το επανασυστήσουμε και να το γνωστοποιήσουμε, όχι μόνο στην επιστημονική κοινότητα, αλλά και στους μη επαΐοντες. Όχι μόνο για αυτά που μπορεί να μας διδάξει τεχνικά, γιατί μπορεί να μας βοηθήσει να κατανοήσουμε αυτά που συμβαίνουν βαθύτερα, όχι γιατί θα μας βοηθήσει να αναπτύξουμε δεξιότητες, να αλλάξουμε στάσεις, όχι γιατί θα φωτίσει εναργέστερα το κοσμοείδωλό μας, όχι

γιατί μακροπρόθεσμα μπορεί να έχει θετικό αντίκτυπο στην οικονομία, στη δημοκρατία, στο κοινωνικό γίγνεσθαι, αλλά γιατί θα οδηγήσει στην αυτογνωσία μας και στην αριτώση μας. Ακόμη και μέσα από κείμενα που συνδέονται με αυτό, όπως το κείμενο του Olbers το οποίο 130 χρόνια πριν την διατύπωση της ανθρωπικής αρχής, από τον Robert Dicke, καταδεικνύεται η σύνδεση του παραδόξου με την ίδια την ανθρώπινη ύπαρξη, όταν αναφέρει ότι μας επιτρέπει να γνωρίζουμε μέρος του σχεδίου του σύμπαντος, για το οποίο δε θα γνωρίζαμε απολύτως τίποτα -γιατί δε θα είμασταν εδώ να τα παρατηρούμε- αν τα αστέρια έλαμπαν με αμείωτο φως⁴⁷⁰.

Είναι ο τρόπος με τον οποίο η Επιστήμη θα διακονεί τον άνθρωπο, θα βοηθήσει στην ανάδυση νέων αξιών, ο άνθρωπος θα κατανοήσει την κλίμακά του μέσα στο Σύμπαν και θα τον προφυλάξει από την αλλοτριώσή του. Θα αλλάξει την οπτική θέασής του και παρατήρησής του, θα σταματήσει να είναι ανθρωποκεντρικός, αφού ένα τόσο απλό ερώτημα που συνδέεται άμεσα με τη ζωή του δεν θα αποτελέσει μόνο αντικείμενο επιστημονικής έρευνας, αλλά και φιλοσοφικής ηθικής αναζήτησης. Ο Αϊνστάιν είχε τονίσει: *“ότι η Επιστήμη δε μπορεί να δημιουργήσει σκοπούς, αλλά να προσφέρει, το πολύ, τα μέσα για την ανάπτυξη κάποιων σκοπών”*, έτσι το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού μπορεί να συνδέσει την Επιστήμη με τους σκοπούς, δίνοντας στην Επιστήμη έναν ανθρωπιστικό σκοπό, την ανάπτυξη του Ανθρώπου.

⁴⁷⁰ Ανάλυση της παραπάνω θέσης έχει προηγηθεί στη σελ. 44 της παρούσας εργασίας

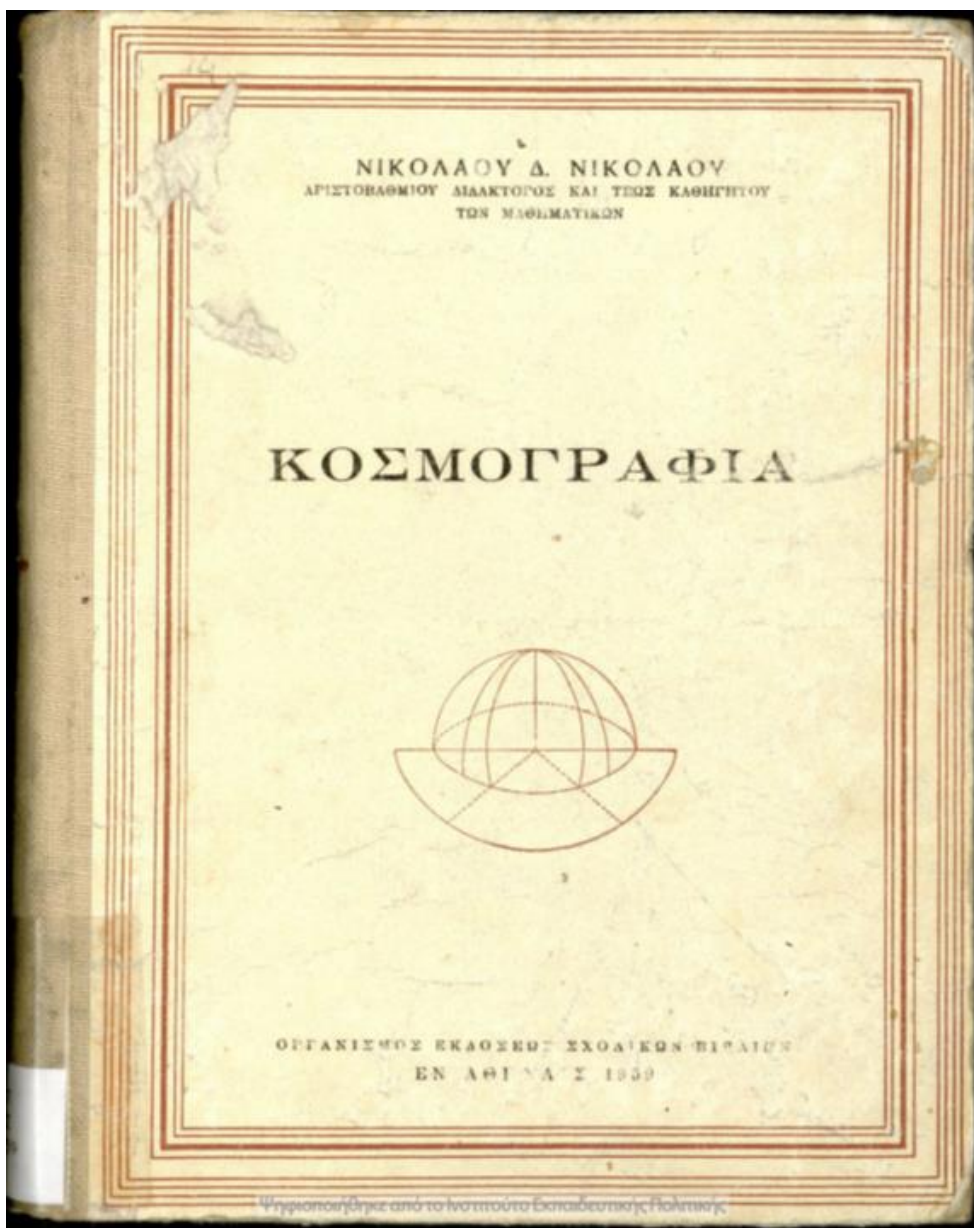
Παράρτημα

Όλες οι εικόνες που περιλαμβάνονται στα παραρτήματα, προέρχονται από το ψηφιακό αποθετήριο της ιστορικής συλλογής του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής και μπορούν να αναζητηθούν μέσα από τον εξής σύνδεσμο:

<http://elibrary.iep.edu.gr/iep/collection/browse/index.html?q=%CE%BA%CE%BF%CF%83%CE%BC%CE%BF%CE%B3%CF%81%CE%B1%CF%86%CE%AF%CE%B>

1

Εικόνα:1



Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

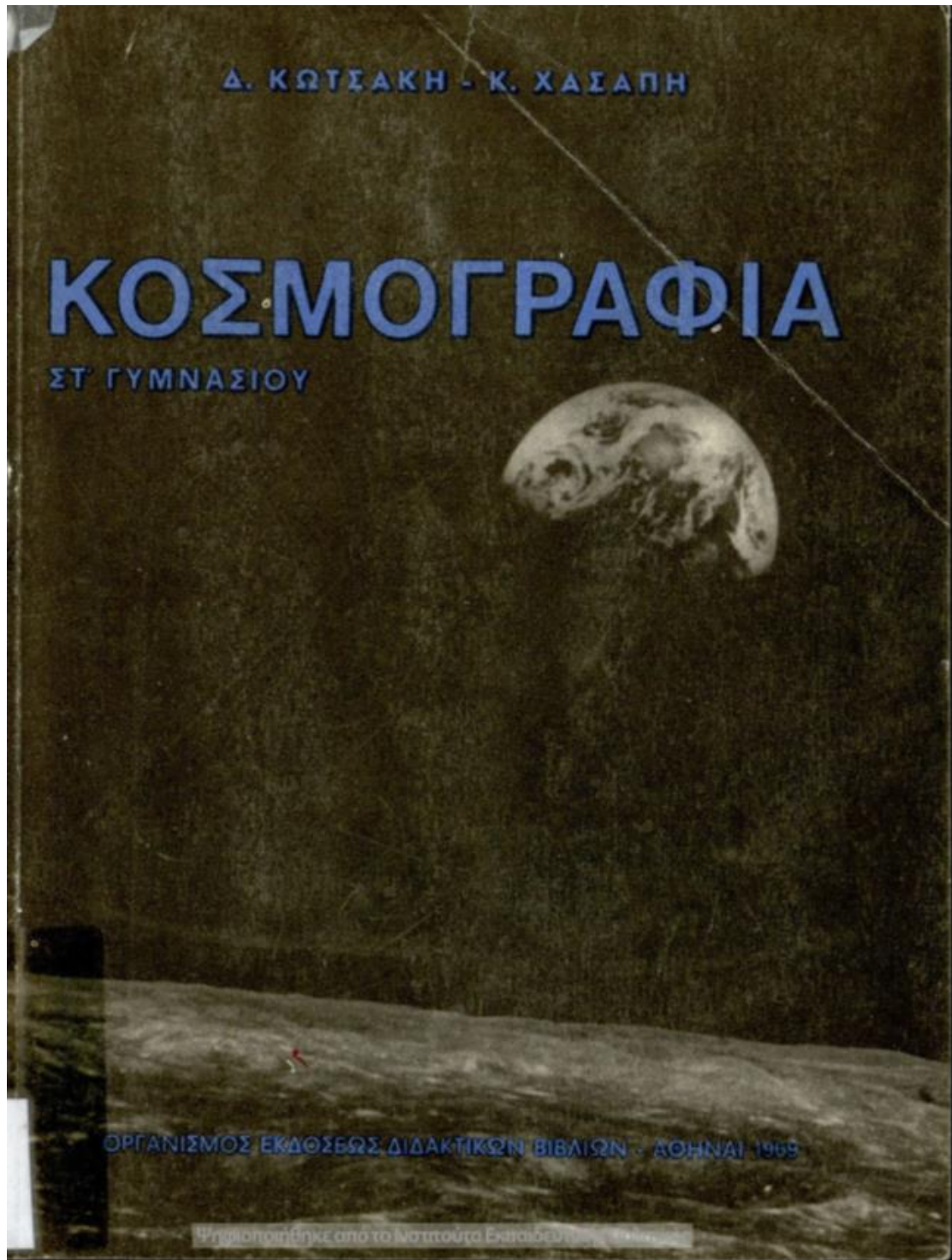
Εικόνα:2



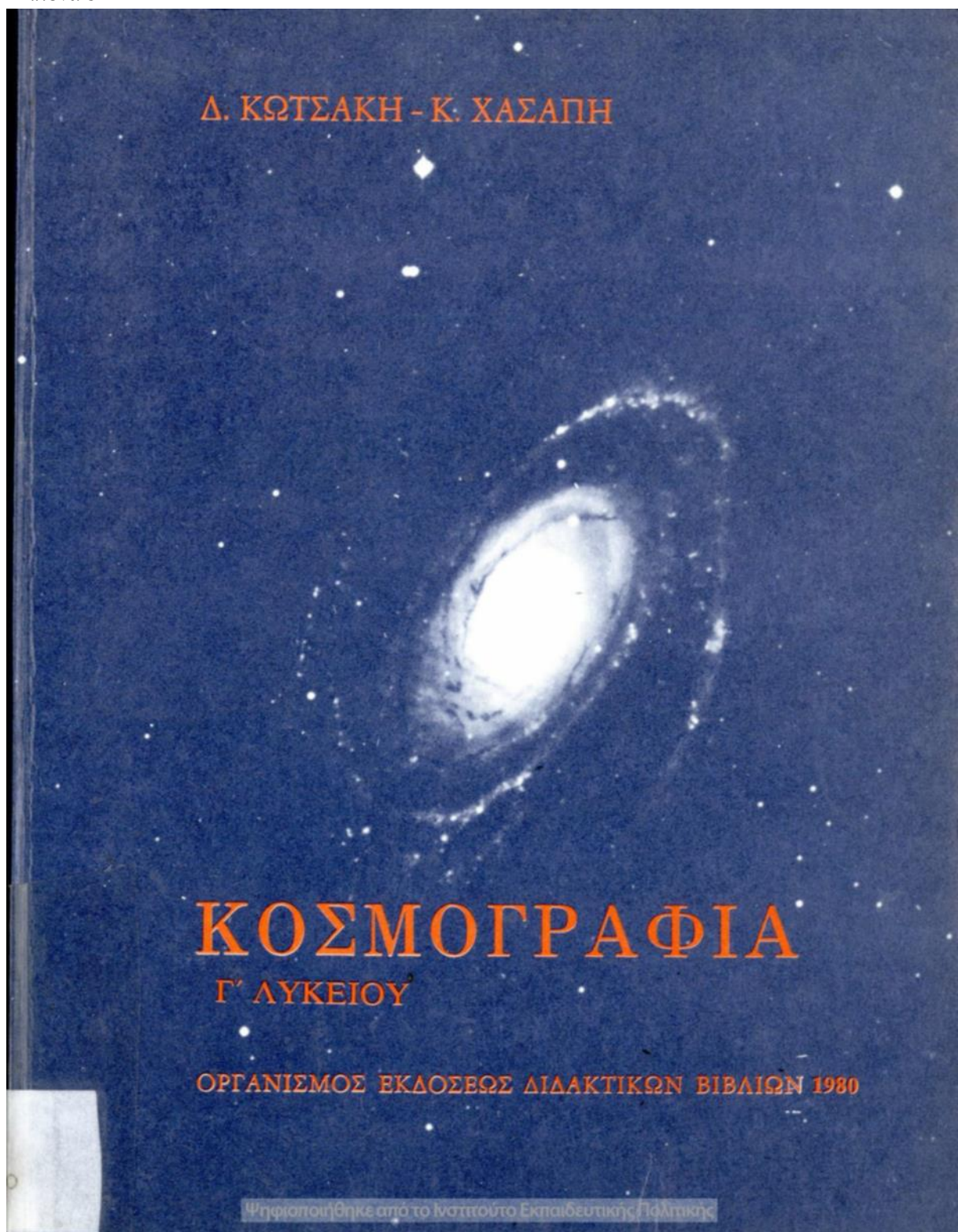
Εικόνα:3



Εικόνα: 4



Εικόνα:5



Εικόνα:6



Χρονολόγιο

Σημαντικότεροι σταθμοί στη σχηματοποίηση του παραδόξου του σκοτεινού ουρανού

Digges (1576) = θεώρησε ότι ο σκοτεινός ουρανός χρειάζεται εξήγηση και σκόρπισε τους αστέρες στο άπειρο. Ενώ υποστήριζε ότι οι αστέρες είναι άπειροι, λόγω των μεγάλων αποστάσεων δεν μπορούμε να τους δούμε.

Kepler (1610) = συνέβαλε στη ξεκάθαρη διατύπωση του παραδόξου του σκοτεινού ουρανού στη προσπάθειά του να υποστηρίξει ότι το Σύμπαν δεν είναι άπειρο.

Halley (1720) = ήταν ο πρώτος που εισήγαγε την ιδέα των ομόκεντρων κύκλων και αντιμετώπισε το ζήτημα πιο μαθηματικά και έτσι συνέβαλε στη διατύπωση ενός γεωμετρικού επιχειρήματος.

Cheseaux (1744) = υπολόγισε ότι το φως των αστερων που φτάνει στην επιφάνεια της Γης είναι 180000 φορές πιο έντονο από αυτό του Ήλιου και θεώρησε ότι η ερμηνεία για τον σκοτεινό ουρανό είναι η απορρόφησή του από ένα μέσο.

Olbers (1823) = εισήγαγε την έννοια της ομοιογένειας, αυτή της ομοιόμορφης κατανομής των αστερων και διατύπωσε το επιχειρήμα της οπτικής ακτίνας (the line of sight argument), έτσι έδωσε νέα χαρακτηριστικά στον γρίφο του σκοτεινού ουρανού.

Herschel (1848) = παρουσίασε ως λύση το ιεραρχικό μοντέλο δόμησης του Σύμπαντος και απέδειξε ότι δεν ισχύει το μέσον απορρόφησης όπως είχαν προτείνει προηγούμενοι επιστήμονες.

Poe (1848) = περιγράφει τη λύση με έναν “μεταφυσικό” τρόπο χρόνια πριν μπορέσει να υποστηριχθεί και πιο τεχνικά. Η λύση που προτείνει σχετίζεται με το γεγονός ότι το φως των αστερων δεν μας έχει προσεγγίσει ακόμη.

Kelvin (1848) = με ποσοτικό τρόπο απέδωσε αυτό που είχε προτείνει ο Poe.

Harrison (1987) = επαναφέρει το παράδοξο του σκοτεινού ουρανού στην επικαιρότητα και προσφέρει στη λύση-κατανόηση του παραδόξου αφού μετατοπίζει το κέντρο βάρους από τη λύση που εστιάζει σε ένα διαστελλόμενο σύμπαν και τη προσανατολίζει στο γεγονός ότι οι αστέρες είχαν μόνο 15 δισεκατομμύρια χρόνια για να ακτινοβολήσουν και δεν έχουν αρκετή ενέργεια για να συνεχίσουν να ακτινοβολούν. Επίσης ανέδειξε τη προσφορά του Edgar Allan Poe στη λύση του παραδόξου⁴⁷¹.

⁴⁷¹ <https://physicstoday.scitation.org/doi/10.1063/PT.4.2379/full/>.

Βιβλιογραφία

1. Aitken, R.G. (1933). The use of astronomy. Leaflets of the astronomical society of the pacific 2, 59, 33-36.
2. Andersen, R. (2012). How big data is changing astronomy (Again).The Atlantic. <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2012/04/how-big-data-is-changing-astronomy-again/255917/>.
3. Armitage, A. (1966). *Edmond Halley*. London: Nelson
4. Atwood, V. A. & Atwood, R. K. (1995). Preservice Elementary Teachers' Conceptions of What Causes Night and Day. *School Science and Mathematics*, 95, 290.
5. Barab, S. & Duffy, T. (2000). From practice fields to communities of practice. In *Theoretical foundation of learning environments*. Jonassen, D.H. & Land, S.M. (Edit.). London: LEA Publishers.
6. Barba R., & Rubba, P. (1992). A comparison of pre-service and in-service Earth and space science teachers' general mental abilities, content knowledge, and problem solving skills. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 1021–1035
7. Barrow, J.D. & Tipler, F.J. (1986). *The Anthropic Cosmological Principle*. New York: Oxford University Press.
8. Barrow, J.D. (2005). *The Infinite Book: A short guide to the Boundless, Timeless and Endless*. New York: Vintage books.
9. Barrow, J.D. (2007). *Άπειρο*, Αθήνα: Τραυλός
10. Barrow, J.D. (2012). *The Book of Universes: Exploring the limits of the Cosmos*. New York: Vintage books.
11. Baxter, J. (1989). Children's understanding of familiar astronomical events. *International Journal of Science Education*, 11, 302–313.
12. Baxter, J. (1989). Children's Understanding of Familiar Astronomical Events. *International Journal of Science Education*, 11, 502-513.
13. Berk, R.A. (2009). Multimedia teaching with video clips: TV, movies, YouTube, and mtvU in the college classroom. *International Journal of Technology in Teaching and learning*, 5, (1), 1-21.
14. Bessel, H.G.R. (1845). Ueber Olbers. *Astronomische Nachrichten*, 521, 265-270.

15. Bigge, M. & Shermis, S. (1992). Learning theories for teachers. NY: Harper Collins.
16. Biggs, J. (1996). Enhancing teaching through constructive alignment. *Higher Education*, 32, 347-364.
17. Bloom, B. S. (1956). Taxonomy of educational objectives: the classification of educational goals; Handbook I: Cognitive domain. In Engelhart, M. D & Furst, E. J. & Hill, W. H. & Krathwohl, D. R (Edit.), *Taxonomy of educational objectives: the classification of educational goals; Handbook I: Cognitive domain*. New York: David McKay.
18. Bouguer, P. (1729). *Essai d'optique sur la gradation de la lumiere*. Paris: Claude Jombert.
19. Boyd, D.M. & Ellison, N.B. (2007). Social Network Sites: Definition, History, and Scholarship. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 13, (1).
20. Buck, Z.E. (2014). Dynamic visualizations as tools for supporting cosmological literacy. (Μη εκδοθείσα διδακτορική διατριβή), UC Santa Cruz, California, ανακτήθηκε από <https://escholarship.org/uc/item/9g0104gs>.
21. Bybee, R. W. (2010). What Is STEM Education? *Science*, 329, (5995), 996.
22. Byrne, T. (2001). Tilt, Rock and Roll. Understanding the Day/Night Cycle. *Australian Science Teachers' Journal*, 47, 12.
23. Callinan, C. (2016). Stuck for words: multimodal representations of children's ideas in science. In *Proceedings of Conference: New Perspectives in Science Education*. Pixel/Libreria Universitaria Edizioni, 610-614.
24. Callinan, J. C. (2015). Multimodal science learning: A hybrid model of conceptual change. In O. Finlayson & R. Pinto (Edit.), *Proceedings of the 11th biannual Conference of the European Science Education Research Association (Part 1*, p. 192-199). Helsinki, Finland: University of Helsinki.
25. Campbell, D.M. & Harris, L.S. (2001). *Collaborative team building: How teachers write integrated curriculum*. Boston: Allyn & Bacon.
26. Cappi, A. (1994). Edgar Allan Poe's Physical Cosmology. *Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society*, 35, 177-192.
27. Cappi, A. (2009). The Cosmology of Edgar Allan Poe, The Role of Astronomy in Society and Culture *Proceedings IAU Symposium No. 260, 2009 D*. Valls-Gabaud & A. Boksenberg, eds. Ανακτήθηκε στις 15/02/21 από

<https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/S1743921311002468>.

28. Cartledge, P., Millety, P., Reden, S. (1998). *KOSMOS: Essays in order, conflict and community in classical Athens*, Cambridge University press.
29. Chang, H. (2017). Who cares about the history of science? The Royal Society Publishing. <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsnr.2016.0042>, ανακτήθηκε στις 12/01/2021.
30. Chéseaux, Jean-Philippe Loys de. (1744). *Traité de la comète qui a paru en Décembre 1743 & en Janvier, Février & Mars 1744*. Lausanne: M.M. Bousquet.
31. Cobb, P. (1994). *Constructivism and Learning*, International Encyclopedia of Education. Oxford Pergamon Press.
32. Cone, T.P. & Werner, P. Cone, & S. L. & Woods, A.M. (1998). *Interdisciplinary teaching through physical education*. Champaign IL: Human Kinetics.
33. Cowell, P.H. & Crommelin, (1908). The Perturbations of Halley's Comet in the past. Fifth paper. The period B.C. 240 to A.D. 760. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 68, (9), 664-665.
34. Coyne, G.V. (2002). Modern cosmology: a resource for elementary school education. *Scripta varia*, 104.
35. Danaia, L. & Mckinnon, D. (2007). Common Alternative Astronomical Conceptions Encountered in Junior Secondary Science Classes: Why Is This So? *Astronomy Education Review*, 6.
36. Dewey, J. (1938). *Experience and Education*. New York: the Macmillan Company.
37. Dewey, J. (1990). *The School and Society: The Child and the Curriculum*. Chicago, IL: University of Chicago Press.
38. Dingle, H. (1956). Edmond Halley: his times and ours. *The Observatory*, 76, (893), 127.
39. Doise, W. & Mugny, G. 1984). *The social development of the intellect*. Oxford: Pergamon Press.
40. Doise, W. & Mugny, G. (1989). *Η κοινωνική ανάπτυξη της νοημοσύνης*. Αθήνα: Πατάκης.
41. Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E. & Scott, P. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*, 23, (7), 5–12.

42. Duffy, M. & Duffy, O. (2017). Παιδιά του Σύμπαντος: Η κοσμική αγωγή στο μοντεσσοριανό δημοτικό σχολείο. Ραφήνα: Μεταμόρφωση
43. Duit, R. (1994). THE CONSTRUCTIVIST VIEW IN SCIENCE EDUCATION – WHAT IT HAS TO OFFER AND WHAT SHOULD NOT BE EXPECTED FROM IT, Proceedings of the International Conference “Science and Mathematics for the 21st century: Towards Innovative Approaches”. Concepción, Chile, 26/9 - 1/10.
44. Duit, R. et al, (2008). Teaching science for conceptual change: theory and practice, in Vosniadou, S. (edit.), International handbook of research on conceptual change, p. 61-82, New York: Routledge.
45. Duit, R. et al., (2008). Teaching Science for Conceptual Change: Theory and Practice, in Vosniadou, S. International handbook of research on conceptual change. N.Y: Routledge.
46. Dunlop, J. (2000). How Children Observe the Universe. Publications of the Astronomical Society of Australia, 17, 194.
47. Durant, J.R., Evans, G.A., Thomas, G.P. (1989). The public understanding of science, Nature, 340, 11.
48. Ellis, G.F.R. (1999). The different nature in cosmology. Astronomy & Geophysics, 40, (4), 4-20.
49. Falck, B. (2018). Why cosmology without philosophy is like a ship without a hull. Aeon, <https://aeon.co/ideas/why-cosmology-without-philosophy-is-like-a-ship-without-a-hull>
50. Ferguson .K. (2002). Let me nor seem to have lived in vain. In Tycho and Kepler: The Unlikely Partnership That Forever Changed Our Understanding of the Heavens. (266). United States of America: Walker Publishing Company.
51. Finkelberg, A. (1998). On the history of the Greek ΚΟΣΜΟΣ. Harvard Studies in Classical Philology, 98,103-136
52. Fitzgerald, M.T. et al, (2017). Our Solar Siblings: A high school focused robotic telescope-based astronomy education project, Robotic Telescopes, Student Research and Education (RTSRE) Proceedings Conference Proceedings, San Diego, California, USA, Jun 18-21, Fitzgerald, M., James, C.R., Buxner, S., White, S., (Edit.), 1, (1).

53. Fleer, M. (1997). A Cross-Cultural Study of Rural Australian Aboriginal Children's Understandings of Night and Day. *Research in Science Education*, 27, 101.
54. Foulin, J.N. & Mouchon, S. (2002). *Εκπαιδευτική Ψυχολογία*. Αθήνα: Μεταίχμιο.
55. Fourier, J. B. J. (1822). *Théorie analytique de la chaleur*. Paris: F. Didot.
56. Frankoi, A. (1996). The state of the Astronomy education in the US, *Astronomy Education: Current developments, future coordination*. ASP conference series, 89, 9.
57. Gagne, R.M. & Briggs, L.J. (1974). *Principles of instructional design*. (2nd Ed.). Holt, Rinehart & Winston.
58. Gilder, J. & Gilder A.L. (2004). *Heavenly Intrigue: Johannes Kepler, Tycho Brahe, and the Murder behind One of History's Greatest Scientific Discoveries*. New York: Doubleday
59. Gomez, E. L. & Fitzgerald, M. T. (2017). Robotic Telescopes in education. *ASTRONOMICAL REVIEW*, ανακτήθηκε στις 05/02/2021 από <http://dx.doi.org/10.1080/21672857.2017.1303264>
60. Gooday, G. et al. (2008). Does Science Education Need the History of Science? , *The History of Science*, 99, (2), 322-330.
61. Gowing, R. (1995). Halley, Cotes, and the nautical meridian. *Historia Math.*, 22, (1), p.19-32.
62. Graham, D.W & Hintz, E. (2010). An Ancient Greek Sighting of Halley's Comet. *Journal of Cosmology*, 9, 2130-2136.
63. Gregersen, E. (Ed.). (2010). *The Universe: a historical survey of beliefs, theories, and laws*. New York: Britannica educational Publishing
64. Grune-Yanoff, T. & Weirich, P. (2010). The Philosophy and Epistemology of Simulation: A review, *SAGE*, 41,(1), ανακτήθηκε στις 09/02/2021 από: <https://www.ida.liu.se/~729A94/mtrl/Philandepistofsimulation.pdf>
65. Halley, E. (1721). Of the number, order, and light of the fix'd star. *Phil.Trans*, 31, 22ff.
66. Halley, E. (1721). Of the number, order, and light of the fix'd star. *Philosophical Transactions*, 31, 364.
67. Hammer, D. (1996). Misconceptions or P-Prims: How May Alternative Perspectives of Cognitive Structure Influence Instructional Perceptions and Intentions? *The Journal of the Learning Sciences*, 5, (2), 97-127, ανακτήθηκε από:

<http://ccl.northwestern.edu/constructionism/2012LS452/assignments/5/MisconceptionsOrP-Prims.pdf>.

68. Harrison, E. (2000). *Cosmology: The science of the Universe*. Cambridge: Cambridge University Press.
69. Harrison, E.R. (1987). *Darkness at night: A riddle of the universe*. England: Harvard University Press.
70. Hawley, J.F. & Holcomb, K.A. (2007). *Foundation of Modern Cosmology*. Oxford: Oxford University Press.
71. Hegarty, M. et al, (2003). The roles of mental animations and external animations in understanding mechanical systems. *Cognition and instruction*, 21, (4), 209-249.
72. Heng, K. (2014). The nature of scientific proof in the age of simulation. *American Scientist*, 102, (3), 174, ανακτήθηκε στις 09/02/2021 από <https://www.americanscientist.org/article/the-nature-of-scientific-proof-in-the-age-of-simulations>.
73. Herrington, D. et al. (2012). Target inquiry: helping teachers use a research experience to transform their teaching practices. *Journal of Chemist Education*, 89, (4), 442-448.
74. Herschel, J. F. W. & South, J. (1824). *Observations of the Apparent Distances and Positions of 380 Double and Triple Stars, Made in the Years 1821, 1822, and 1823, and Compared with Those of Other Astronomers; Together with an Account of Such Changes as Appear to Have Taken Place in Them Since Their First Discovery. Also a Description of a Five-Foot Equatorial Instrument Employed in the Observations*. *Phil. Trans. R. Soc. Lond.*, 114, 1-412.
75. Herschel, J. (1848). , *Humboldt's Kosmos*, *The Edinburgh review*, 87, Essays from the quarterly reviews, 1857, 257-364.
76. Herschel, J.F.W., (1813). On a remarkable application of Cotes's theorem in the *Transactions of the Royal Society*. *Phil. Trans. R. Soc. Lond*, 103, 8-26.
77. Hodson, D. (1993). In Search of a Rationale for Multicultural Science Education. *Science Education*, 77, (6), 685-711.
78. Hogg, H.S. (1952). The Introduction of the Copernican system to England: III. Thomas Digges and A Perfit Description of the Caelestial Orbes. Out of Old Books. *JRASC*, 46 , 195-201
79. Holden, E.S. (1896). *Kepler*, *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, No 53.

80. Holding, A. (2014). My best science lesson: why history is essential to engage students. *The Guardian*, <https://www.theguardian.com/teacher-network/teacher-blog/2014/mar/25/lesson-science-history-engage-students> ανακτήθηκε στις 12/01/2021.
81. Holton, G. & Brush, S.G. (2001, p.158). *Physics the Human Adventure*. London: Rutgers University Press.
82. Horky, P.S. (2019). *Cosmos in the Ancient World*. Cambridge: Cambridge University Press.
83. Hoskin, M. (1987). Herschel's Cosmology. *Journal for the History of Astronomy*, 18, (1). 1.
84. Hoskin, M., (2003). *The history of Astronomy: A very short Introduction*. Oxford:
85. Hughes, D.W. & Green, D.W.E. (2007). Halley's first name: Edmond or Edmund. *International Comet Quarterly*, 29, 14.
86. Hughes, D.W. (1985). Edmond Halley, Scientist. *Journal of the British Astronomical Association*, 95, (5), p.193.
87. Isaacs, A. (editor). (2003, p. 334). *Oxford Dictionary of Physics*. New York: Oxford University Press.
88. Jaeger W. (1939). *Paideia: The Ideas of Greek Culture: Volume I: Archaic Greece: The Mind of Athens*. New York, Oxford: Oxford University Press.
89. Jaki, S.L. (1969). *The paradox of Olbers' paradox: A case history of scientific thought*. New York: Herder and Herder.
90. Jaki, S.L. (1970). New light on Olbers's dependence on Cheseaux. *Journal for the History of Astronomy*, 1, 53.
91. Johanne, L. et al. (2002). Past and Current Trends in the Analysis of Textbooks in a Quebec Context. *Curriculum Inquiry*, 32,(1),68.
92. Johnson, F.R (1936).The influence of Thomas Digges on the progress of Modern Astronomy in Sixteenth- Century England, *Osiris*, 1, 391
93. Jong, T. (2006). Technological advances in inquiry learning. *Science*, 312, (5773), 532–533.
94. Jung, W. (1993). Hilft die Entwicklungspsychologie dem Physikdidaktiker [Does developmental psychology help the physics educator?]. In R. Duit & W. Gräber (Eds.), *Kognitive Entwicklung und naturwissenschaftlicher Unterricht* (p. 86–107). Kiel, Germany: IPN–Leibniz Institute for Science.

95. Kahn, H.C. (1994). *Anaximander and the Origins of Greek Cosmology*. Cambridge: Hackett Publishing.
96. Kaplan, A.M. & Haenlein, M. (2010). Users of the world, unite! The challenges and opportunities of Social Media. 2010, *Business Horizons*, 53, (1), 59–68.
97. Kelvin, L. (1891), *Popular LECTURES AND ADDRESSES*. Vol.1, London: Macmillan.
98. Kelvin, L. (1906). *Baltimore Lectures on Molecular Dynamics and the Wave Theory of Light*. Cambridge University Press.
99. Kelvin.L. (1901). On the Clustering of Gravitational Matter in Any Part of the Universe. *Nature*, 64, 626-629.
100. King-Hele, D. G. (1992). *John Herschel 1792-1871: A bicentennial commemoration*. London: Royal Society.
101. Klein, C. (1982). Children's concepts of the Earth and the Sun: A cross-cultural study. *Science Education*, 65, 95–107.
102. Kolb, D. (1984). *Experiential Learning: Experience as the source of learning and development*. New Jersey: Prentice Hall.
103. Kragh, H. (2014). *Cosmology and science education: problems and promises*.in *International handbook of research in history, philosophy and science teaching*. Matthews, M.R. (Edit.) Springer.
104. Kragh.K. & Longair, M. (2019).*The Oxford Handbook of the History of Modern Cosmology*. Oxford: Oxford University Press
105. Krumenaker, L. (2009). No child left behind and high school astronomy. *Science Educator*, 18, (2).
106. Lee, G. et al, (2003). Development of an instrument for measuring cognitive conflict in secondary level science classes. *Journal of Research in science teaching*, 40, (6), 585-603.
107. Lelliott, A. & Rollnick, M. (2010).Big ideas: A review of astronomy education research 1974–2008. *International Journal of Science Education*, 32, (13), 1771-1799.
108. Letinen, A. & Virii, J. (2017). Guidance Provided by Teacher and Simulation for Inquiry-Based Learning: a Case Study. *Journal of Science Education and Technology*, 26,193–206.
109. Liddell, H. G. & Scott, R. (2007). *Επιτομή του Μεγάλου Λεξικού της Ελληνικής Γλώσσας*. Αθήνα: Πελεκάνος.

110. Liddle, A. & Loveday, J. (2009). *Oxford Companion to Cosmology*. Oxford: Oxford University Press
111. Liddle, A. & Loveday, J. *The Oxford Companion to Cosmology*. Oxford: Oxford University Press.
112. Liddle, A. & Loveday, J. (2009). *Cosmology in Oxford Companion to Cosmology*. Oxford: Oxford University Press.
113. Lightman, A. & Sadler, P. (1993). Teacher Predictions versus Actual Student Gains. *Physics Teacher*, 31, (3), 162–167.
114. Limon, M. (2001). On the cognitive conflict as an instructional change for conceptual change: a critical appraisal. *Learning and Instruction*, 11, (4-5), 357-380.
115. Linn, M.C. et al, (2004). Inquiry and technology, in Linn, M. & Davis, E.A. & Bell, P. *Internet environments for science education*, 3-28, Lawrence Erlbaum Associates.
116. Liritzis, I. (2018). STEMAC ((SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, MATHEMATICS FOR ARTS & CULTURE): THE EMERGENCE OF A NEW PEDAGOGICAL DISCIPLINE, *Scientific Culture*, 4, (2), 73-76.
117. Longair, M.S. (2004). *A Brief History of Cosmology*. Carnegie Observatories Astrophysics Series, 2, *Measuring and Modeling the Universe*. Freedman, W.L. (edit.). Cambridge: Cambridge University Press.
118. Machamer, D. & Woody, A. (1994). A model of Intelligibility in Science: Using Galileo's balance as a model for understanding the motion of bodies. *Science and Education*, 3, (3), 215-244.
119. Maddox, J.R. (1991). Olbers' paradox has more to teach. *Nature*, 349, 363.
120. Mandelbrot, B. (1975). *C. R. Acad. Sci.* A280 1551.
121. Mandelbrot, B. (1975). *Les Objects Fractals*, Paris: Flammarion
122. Mayfield, A. What is social media? Ανακτήθηκε στις 07/02/2021 από : https://www.icrossing.com/uk/sites/default/files_uk/insight_pdf_files/What%20is%20Social%20Media_iCrossing_ebook.pdf.
123. Mc Comas, W.F. (2010, p.37-54). *The history of science and the future of science education: A typology of approaches to the history of science in science*

- instruction, στο *Adapting Historical Knowledge Production to the Classroom*.
Kokkotas, P.V. & Malamitsa, K.S. & Rizaki, A.A. (Edit.). Rotterdam.
124. Mc.Comas, W.F. (2008). Seeking historical examples to illustrate key aspects of the Nature of Science. *Science and education*, 17, (2-3), 249-263.
125. Miller, J.D. (1991). The public understanding of science and technology in the United States, 1990: a report to the National Science Foundation, DeKalb, III.: Public Opinion Laboratory Northern. Illinois University.
126. National Science Education Standards, p. 22, ανακτήθηκε από:
<https://www.nap.edu/catalog/4962/national-science-education-standards> στις 21/12/2020.
127. Novotny, L. & Svobodova, J. (2015). The main ideas of cosmology at school, *procedia- social and behavioral sciences*, 190, 281-286.
128. Nussbaum, J. (1979). Children's Conceptions of the Earth as a cosmic body: A cross age study, 1979. *Science Education*, 63, 83-93.
129. Overduin, J.M. & Wesson, P.S. (2003). *Dark Sky, Dark Matter*. U.K: Institute of Physics.
130. Panou, E. & Violetis, A. (2018). TEACHING ASTRONOMY USING MONUMENTS OF CULTURAL HERITAGE: THE EDUCATIONAL EXAMPLE OF "HOROLOGION OF ANDRONIKOS KYRRHESTES". *Scientific Culture*, 4, (2), 77-83.
131. Panou, E. & Violetis, A. (2018). Teaching astronomy using monuments of cultural heritage: the educational example of horologion of Andronicus Kyrrestes. *Scientific Culture*, 4, (2), 77-83.
132. Patterson, L.D. (1951). Leonard and Thomas Digges, *Biographical Notes*, *Isis*, 42, 120-121
133. Pedaste, M. et al. (2015). Phases of Inquiry- based learning: Definitions and the inquiry cycle, *Educational Research Review*, 14, 47-61.
134. Pedaste, M. et al, (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47-61.
135. Peebles, P. J. E. (1993). *Principles of Physical Cosmology*. Princeton: Princeton University Press.
136. Percy, J. (2006). Teaching Astronomy: Why and How? *JAAVSO*, 35, (1), 248-254.

137. Percy, J.R. (1998). Preserving the Astronomical “Windows” by/for Education and Culture. ASP Conference Series, 139.
138. Petersen, C. C. & Brandt, J. C. (2003). *Visions of the Cosmos*. Cambridge: Cambridge University Press.
139. Piaget, J. (1968). *Le structuralisme*. Paris : Presse Universitaires de France
140. Piaget, J. (1971). *Psychology and Epistemology: Towards a Theory of Knowledge*, NY: Grossman.
141. Posner, G.J. et al., (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change, *Science Education*, 66, (2), 11-227.
142. Posner, G.J. et al. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change, *Science Education*, 66, 221-227.
143. Rogers, A. (1999). *Η Εκπαίδευση ενηλίκων*. Αθήνα: Μεταίχμιο.
144. Sadler, P.M. Astronomy’s Conceptual Hierarchy, *Astronomy education: current developments, future coordination* Astronomical Society of the Pacific Conference Series. Proceedings of an ASP symposium held in College Park, MD, 24-25 June 1994, San Francisco: Astronomical Society of the Pacific (ASP), |c1996, Percy, J. A. (edit.), 89,46.
145. Sadler, P.M. (1987). Misconceptions in Astronomy, στο *Proceedings of the Second International Seminar, Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*, Ithaca, Cornell University.
146. Salimpour, S. (2019). Capturing the Cosmos: Teaching Astronomy (and more) through Astrophotography in Middle School, *Robotic Telescopes, Student Research and Education (RTSRE) Proceedings Conference Proceedings*, Hilo, Hawaii USA, Jul 23-27, 1, (2).
147. Salimpour, S. et al., (2020). The Gateway Science: a Review of Astronomy in the OECD School Curricula, including China and South Africa, *Research in Science Education*. <https://doi.org/10.1007/s11165-020-09922-0>
148. Scanlon, E. et al., (2011). How technology resources can be used to represent personal inquiry and support students' understanding of it across contexts. *Journal of Computer Assisted Learning*, 27, 516-529.
149. Sciama, D.W. (1959). *The Unity of the Universe*, New York: Dover Publications
150. Seroglou, F. & Koumaras, P. (2001). The Contribution of the History of Physics in Physics Education: a Review. *Science and Education*, 10, 153-171.

151. Shamos, H.M. (1995). *The Myth of Scientific Literacy*. New Brunswick: Rutgers University Press.
152. Sharp, J. (1996). Children's astronomical beliefs: A preliminary study of year 6 children in south-west England. *International Journal of Science Education*, 18, 685–712.
153. Shulman, L. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. *Harvard Educational Review*, 57, (1), 1–23.
154. Sir Harold Spencer Jones. (1946). Edmond Halley and his times. A paper presented at the Copenhagen conference of the representatives of the International Astronomical Union.
155. Snow, C.P. (1959). *The Two Cultures and the Scientific Revolution*. London: Cambridge University Press.
156. Spronken-Smith, R. (2008). Experiencing the process of knowledge creation: The nature and use of inquiry-based learning in higher education. *Journal of Geography in Higher Education*, 2, 183–201.
157. Stengler, E. & Hansen Ruiz, C.S. (1999). Considerations on the teaching and popularization of Cosmology, Astrophysics and Space Science, 263, 405-408.
158. Theodossiou, E., Manimanis, V.N., Mantarakis, P. (2007). Demetrios Eginitis: Restorer of the Athens Observatory. *Journal of Astronomical History & Heritage*, 10, 123-132.
159. Thomas, G., & Durant, J. (1987). Why should we promote the public understanding of science? In: Shortland M. (ed.) *Scientific Literacy Papers*. Oxford: Rewley House.
160. Thomas, J. & Durant, J. (1987). Why should we promote the public understanding of science? *Scientific Literacy Papers*, 1, 1-14.
161. Thompson, D. (1978). *The uses of poetry*. Cambridge: Cambridge University Press.
162. Thompson, S. P. (1908). *The Kelvin lecture: The life and work of Lord Kelvin*. Michigan: University of Michigan Library.
163. Vogelsberger, M. et al., (2010). Cosmological simulations of galaxy formation. *Nature Reviews Physics*, 2, 42–66.
164. Vosniadou, S. & Brewer, W.F. (1994). Mental Models of the Day/ night Cycle, *Cognitive Science*, 18, 123-183. Μεταφρασμένο από:

https://eclass.uoa.gr/modules/document/file.php/PHS122/%CE%91%CF%81%CE%B8%CF%81%CE%B1/Vosniadou_day%20night.pdf

165. Vosniadou, S. & Brewer, W. F. (1992). Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*, 24, 535–585.
166. Vosniadou, S. & Brewer, W. F. (1994). Mental models of the day/night cycle. *Cognitive science*, 18, (1), 123-183.
167. Vosniadou, S. (1991). Designing curricula for conceptual restructuring: Lessons from the Study of knowledge acquisition in astronomy. *Journal of Curriculum Studies*, 32, 219-217.
168. Vosniadou, S. (1992). Designing curricula for conceptual restructuring: Lessons from the Study of knowledge acquisition in astronomy. Technical report No. 546.
169. Vygotsky, L.S. (1978). *Mind in society: the development of higher psychological processes*. Cambridge: Harvard University Press.
170. Wickman, P.O. (2013). *Aesthetic Experience in Science Education: Learning and Meaning-Making as Situated Talk and Action*. London: Routledge.
171. Wood, K.E. (2001). *Interdisciplinary instruction*. Upper Saddle River, NJ: Merrill/ Prentice Hall.
172. Wray, D. (2001). Literacy in the Secondary Curriculum. *Wiley ONLINE Library*, 35, (1), 12-17, ανακτήθηκε από:
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1467-9345.00154>.
173. Wszolek, B. (2009). We do not forget Johannes Kepler. Invited lecture, 16th Young Scientists' Conference on Astronomy and Space Physics
174. Wulf, A. (2015). *The Invention of Nature: The Adventures of Alexander von Humboldt, the Lost Hero of Science*. London: John Murray Publishers.
175. Yager, R.E. (1988). Features which separate least effective from most effective science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 210-222.
176. Zamarovsky, P. (2013). *Why is it dark at night?* USA: Authorhouse.
177. Ziman J. (2001). Getting scientists to think about what they are doing. *Sci. Engl. Ethics*, 7, 165–176.
178. Αιγινίτης, Δ. (1910). *Στοιχεία Κοσμογραφίας*. Αθήνα: Τερζόπουλος.
179. Αντωνίου, Ν., Δημητριάδης, Π., Καμπούρης, Κ., Παπασιμπα, Λ., (2018, σ.3). *Φυσική: β' γυμνασίου*, Αθήνα: Διόφαντος

180. Βαιοπούλου, Χ.Π. (2018). Συνεκτικά νοητικά μοντέλα και κατακερματισμένη γνώση: Μεθοδολογικά ζητήματα στην έρευνα για την κατανόηση εννοιών στις Φυσικές Επιστήμες. (Διδακτορική διατριβή, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Ελλάδα). Ανακτήθηκε από <http://hdl.handle.net/10442/hedi/44810>.
181. Βοσνιάδου, Σ. (2001). Πως μαθαίνουν οι μαθητές. Η παρούσα δημοσίευση πραγματοποιήθηκε το 2001 από τη Διεθνή Ακαδημία της Εκπαίδευσης (ΔΑΕ), Palais des Academies, 1, rue Ducale, 1000 Βρυξέλλες, Βέλγιο, και το Διεθνές Γραφείο της Εκπαίδευσης (ΔΓΕ), P.O.Box199, 1211 Geneva 20, Ελβετία. Ανακτήθηκε από: <https://www.pdv.org.gr/img/Howstudentslearn.pdf>
182. Γαβριήλ, Κ. & Μεταξά, Μ & Νιάρχος, Π. & Παπαμιχάλη, Κ. (2011). Στοιχεία Αστρονομίας και Διαστημικής. Αθήνα: ΟΕΔΒ.
183. Γερογιάννης, Κ. & Μπούρας, Α. (2007). Αναλυτικά προγράμματα- Σχολικά Εγχειρίδια, Σχεδιασμός Αναλυτικών προγραμμάτων Σπουδών- Νέες τάξεις. Στο Καψάλης, Γ.Δ. & Κατσίκης, Α.Ν. (επιμ.) Πρακτικά Συνεδρίου Η πρωτοβάθμια εκπαίδευση και οι προκλήσεις της εποχής μας, Ιωάννινα, 17-20 Μαΐου, 2007.
184. Γεωργούλης, Κ.Δ. (1974). *Γενική Διδακτική*. Αθήνα: Παπαδήμας.
185. Γιόλια, Π. (2006). Εθνική και Πολιτική διαπαιδαγώγηση στο ελληνικό δημοτικό σχολείο: ο ρόλος των σχολικών γιορτών. (Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, Ελλάδα). Ανακτήθηκε από <https://www.didaktorika.gr/eadd/handle/10442/14405>.
186. Δανέζη, Μ. & Θεοδοσίου, Σ. (1999) Το σύμπαν που αγάπησα. (τ.2). Αθήνα: Δίαυλος
187. Δενδρινού. Β. & Ξωχέλλης, Π. (2000). Προγράμματα Σπουδών στη σχολική εκπαίδευση: Έννοιες και όροι, Γλωσσικός Υπολογιστής. Περιοδική έκδοση του Κέντρου Ελληνικής Γλώσσας για τη γλώσσα και τη γλωσσική αγωγή, 1.
188. Δημόπουλος, Κ. (2008). Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Άτυπες Μορφές Εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες. Πάτρα: ΕΑΠ.
189. Ζαλούχος, Δ. (1887). Στοιχειώδης Κοσμογραφία. Αθήνα.
190. Θεοφιλίδης, Χ. (2010). Διαθεματική προσέγγιση της Διδασκαλίας. Αθήνα: Γρηγόρη.
191. Καπραβέλου, Α. (2011). Η σημασία των θεωριών μάθησης στο πλαίσιο των ΤΠΕ στην εκπαίδευση. The Journal for Open and Distance Education and Educational Technology, 7, (1).

192. Καψάλης, Α. & Χαραλάμπους, Δ.(1995). Σχολικά Εγχειρίδια: θεσμική εξέλιξη και σύγχρονη προβληματική, Αθήνα: Μεταίχμιο.
193. Κόκοτας, Π. & Πλακίτση, Κ.(2005). Μουσειοπαιδαγωγική και Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες. Αθήνα: Πατάκη.
194. Κολιόπουλος, Δ. (1997).Επιστημολογικές και διδακτικές διαστάσεις των διαδικασιών συγκρότησης αναλυτικού προγράμματος: Η περίπτωση του διδακτικού μετασχηματισμού και της μάθησης της έννοιας της ενέργειας. (Αδημοσίευτη διδακτορική διατριβή). Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα.
195. Κονδύλη, Σ. (1891). Φυσιογνωσία. Αθήνα: Κασδόνης.
196. Κοσσυβάκη, Φ.(2003). Προτάσεις για μετάβαση από τη διδακτική του αντικειμένου στη διδακτική του ενεργού υποκειμένου. Αθήνα: Gutenberg.
197. Κουτσόπουλος Κ. & Σωτηράκου, Μ. & Τασσόγλου, Μ. Γεωγραφία, Διόφαντος. Από τον διαδικτυακό ιστότοπο :
http://ebooks.edu.gr/ebooks/v/html/8547/2272/Geografia_ST-Dimotikou_html-empl/index.html
198. Κωτσάκης, Δ. & Χασάπης, Δ. (1969). Κοσμογραφία. Αθήνα: ΟΕΔΒ.
199. Λακασάς, Α. (2018).Με το βλέμμα στραμμένο στο Σύμπαν. Καθημερινή.
<https://www.kathimerini.gr/society/942819/me-to-vlemma-strammeno-sto-sympan/>.
200. Ματσαγγούρας, Η. (1996).Θεωρία και πράξη της Διδασκαλίας. Αθήνα: Γρηγόρη.
201. Ματσαγγούρας, Η.(2004). Η διαθεματικότητα στη σχολική γνώση. Αθήνα: Γρηγόρης.
202. Ματσαγγούρας, Η.(2004). Στρατηγικές διδασκαλίας. Η κριτική σκέψη στη διδακτική πράξη. Αθήνα:Gutenberg.
203. Μικρόπουλος, Α. et al., (1998). Virtual Reality και Εκπαίδευση, ένα νέο εργαλείο ή μια νέα μεθοδολογία; ανακτήθηκε στις 09/02/2021 από:
https://www.researchgate.net/profile/Costas_Diplas/publication/257422630_Eikonike_pragmatikoteta_kai_ekpaideuse_ena_neo_ergaleio_e_nea_methodologia/links/56ec019e08ae24f050991115.pdf.
204. Μουτσόπουλος, Θ. & Βασιλείου, Κ.(Επιμ.).(2017).Η εποχή του διαστήματος: Ηλεκτρική και ηλεκτρονική τέχνη στην Ελλάδα 1957-1989. Αθήνα: Ασίνη.

205. Μπάνου, Γ. (1986). Στοιχεία Αστρονομίας και Διαστημικής. Αθήνα: ΟΕΔΒ.
206. Μπονίδης, Κ. Θ. (2004). Το περιεχόμενο του σχολικού βιβλίου ως αντικείμενο έρευνας. Αθήνα: Μεταίχμιο.
207. Nielsen, H. & Thomsen, P.V. (1990). History and philosophy of science in physics education. *International Journal of Science Education*, 12, (3).
208. Νικολάου, Ν. (1966). Κοσμογραφία. Αθήνα: ΟΕΔΒ.
209. Παιδαγωγικό Ινστιτούτο. (2003). Προδιαγραφές σχολικών βιβλίων. Αθήνα: Παιδαγωγικό Ινστιτούτο. Ανακτήθηκε στις 20 Σεπτεμβρίου 2014 από <http://www.pi-schools.gr/programs/depps/>
210. Παιδαγωγικό Ινστιτούτο. Γενικό μέρος: Εισαγωγή. http://www.pi-schools.gr/download/programs/depps/1Geniko_Meros.pdf
211. Παιονίδης, Φ.(2007) Υπέρ του Δέοντος: Δοκίμια πρακτικής Φιλοσοφίας, Αθήνα: Εκκρεμές.
212. Παντελάκης, Γ.(2016). Εφαρμογή των διαδραστικών προσομοιώσεων μελετών περίπτωσης με παιγνιώδη χαρακτηριστικά ως μέσο εκπαίδευσης των στελεχών της εκπαίδευσης. (Μη εκδοθείσα διπλωματική). Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Ρόδος.
213. Παπανδρέου, Α.(2008). Η έννοια της διαθεματικής διδασκαλίας. Δελτίο Παιδαγωγικού Ινστιτούτου Κύπρου, 8, 9.
214. Σανούδου. Χ. (2015). Διάστημα, ο γνωστός μας άγνωστος. ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ. <https://www.kathimerini.gr/life/science/818903/diastima-ognostos-mas-agnostos/>
215. Σιμόπουλος, Δ.(2016). Ίδρυση του Ευγενιδείου Πλανηταρίου, Καθημερινή,ανακτήθηκε στις 03/02/2021 <https://www.kathimerini.gr/society/889268/idrysi-toy-eygenideioy-planitariou/>
216. Στρατουδάκη,Χ. (2005). Έθνος και Δημοκρατία: όψεις της εθνικής ταυτότητας των εφήβων, *Επιθεώρηση Κοινωνικών Ερευνών*, 116, 32.
217. Συναχοπούλου- Σβάρα, Α & Συναχόπουλος, Δ. (1988). Η Διδασκαλία της Αστρονομίας στην "Πολιτεία" του Πλάτωνα. *Μαθηματική Επιθεώρηση* 35, (4), 52-55.
218. Trainer, M. (2014). Celebrating the Life of Lord Kelvin: Einstein's Centenary Tribute. University of Glasgow.

219. Τσούρμας, Λ.(2016). Η διαθεματική προσέγγιση της γνώσης στο Δημοτικό σχολείο και τα σχέδια εργασίας. Τα Εκπαιδευτικά,79-80, 160-168.
220. Φλουρής, Γ. (2000). Αναλυτικά Προγράμματα για μια νέα εποχή στην εκπαίδευση. Αθήνα: Γρηγόρη.
221. Φλουρής, Γ. Σ. (2006). Αναλυτικά προγράμματα: Για μια νέα εποχή στην Εκπαίδευση. Αθήνα: Γρηγόρης.
222. Χαλιιά, Κ. (2013). Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες. Θεωρητικά ζητήματα, προβληματισμοί, προτάσεις. Αθήνα: Πατάκης.
223. Χαλιιά, Κ.(2012). Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες: Θεωρητικά ζητήματα, προβληματισμοί, προτάσεις. Αθήνα: Πατάκη.
224. Χαρολαμπόπουλος, Γ. (1984). *Θεωρία της Παιδείας: Γενική παιδαγωγική*. Αθήνα.
225. Χατζηγεωργίου, Γ. (2012). Γνώθι το Curriculum. Αθήνα: Ατραπός.
226. Χατζηγεωργίου, Ι.(2003). Πρόταση για ένα σύγχρονο Αναλυτικό Πρόγραμμα: Μια Ολιστική- Οικολογική Προοπτική. Αθήνα: Ατραπός.
227. Χρυσafiδης, Κ. (2003).Βιωματική – επικοινωνιακή διδασκαλία: Η εισαγωγή του project στο σχολείο. Αθήνα: Gutenberg.
228. Χρυσafiδης, Κ.(2004). Το ελληνικό σχολείο και η συζήτηση γύρω από τα ανοιχτά και κλειστά αναλυτικά προγράμματα. Στο Μπαγάκης, Γ. (Επιμ.). Ο εκπαιδευτικός και το Αναλυτικό Πρόγραμμα. Αθήνα: Μεταίχμιο.
229. Ψυχάρης, Σ. & Γιαβρής, Α.(2003).Η εκπαίδευση ως σύστημα, στο Αγγελάκος, Κ. (επιμ.), Διαθεματικές προσεγγίσεις της γνώσης στο Ελληνικό Σχολείο, Αθήνα: Μεταίχμιο.

Πηγές από διαδίκτυο:

- [Μια τρισδιάστατη γνωστική, μεταγνωστική και συναισθηματική προσέγγιση της διδασκαλίας και μάθησης των φυσικών επιστημών](#)
- <http://ccl.northwestern.edu/constructionism/2012LS452/assignments/5/MisconceptionsOrP-Prims.pdf>
- <http://digitalschool.minedu.gov.gr/modules/auth/opencourses.php?fc=23>
- <http://dx.doi.org/10.1080/21672857.2017.1303264>
- <http://hdl.handle.net/10442/hedi/44810>
- http://pi-schools.gr/progr_spoudon_1899_1999/katalogos_fek.pdf
- http://repository.edulll.gr/edulll/bitstream/10795/1719/2/1719_%ce%9f%ce%94%ce%97%ce%93%ce%9f%ce%a3_%ce%91%ce%a6%ce%95_%ce%95%ce%9e%ce%a9%ce%a6%ce%a5%ce%9b%ce%9b%ce%9f.pdf
- <http://spaceengine.org/>
- <http://universesandbox.com/>
- <http://www.et.gr/>
- <http://www.iep.edu.gr/el/component/k2/1111-plaisio-arxon-gia-tin-ekponisiton-neon-programmaton-spoudon>
- http://www.pi-schools.gr/download/programs/depps/1Geniko_Meros.pdf
- http://www.pi-schools.gr/paideia_dialogos/prot_sxol_vivlia.pdf
- <http://www.vangoghletters.org/vg/letters/let676/letter.html>
- <http://www.vangoghletters.org/vg/letters/let678/letter.html>
- https://eclass.uoa.gr/modules/document/file.php/PHS122/%CE%91%CF%81%CE%B8%CF%81%CE%B1/Vosniadou_day%20night.pdf
- [https://escholarship.org/uc/item/9g0104gs.](https://escholarship.org/uc/item/9g0104gs)
- <https://grammatikakis.gr/gr/tou-sumpantos-kai-tis-zois/item/354-epistimi-kai-texni-mia-paradoksi-sxesi>
- <https://innotechtoday.com/minutephysics-henry-reich/>
- <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1467-9345.00154>
- [https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsnr.2016.0042,](https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsnr.2016.0042)
- <https://stellarium.org/el/>
- [https://www.americanscientist.org/article/the-nature-of-scientific-proof-in-the-age-of-simulations.](https://www.americanscientist.org/article/the-nature-of-scientific-proof-in-the-age-of-simulations)
- <https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/S1743921311002468>
- [https://www.didaktorika.gr/eadd/handle/10442/14405.](https://www.didaktorika.gr/eadd/handle/10442/14405)
- [https://www.ekt.gr/en/node/19667,](https://www.ekt.gr/en/node/19667)
- https://www.esos.gr/sites/default/files/articles-legacy/6i_panellinia_eyropaiki_imera_sholikoy_athlitismoy_2019.pdf

- https://www.greek-language.gr/digitalResources/ancient_greek/library/browse.html?text_id=2&page=15
- https://www.greek-language.gr/digitalResources/ancient_greek/library/browse.html?text_id=111&page=101
- <https://www.ida.liu.se/~729A94/mtrl/Philandepistofsimulation.pdf>
- <https://www.ips-planetarium.org/page/planetariumeducationvalue>
- <https://www.kathimerini.gr/life/science/818903/diastima-o-gnostos-mas-agnostos/>
- <https://www.kathimerini.gr/society/889268/idrysi-toy-eygenideioy-planitarioy/>
- <https://www.moma.org/collection/works/79802>
- <https://www.mpg.de/research/corona>
- <https://www.nap.edu/catalog/4962/national-science-education-standards>
- <https://www.oecd.org/education/school/school-learning-organisation.pdf>,
- <https://www.oursolarsiblings.com>
- <https://www.pdv.org.gr/img/Howstudentslearn.pdf>
- <https://physicstoday.scitation.org/doi/10.1063/PT.4.2379/full/>.
- <https://www.scienceinschool.org/el/2007/issue4/faulkestelescope>,
- <https://spiroscotsakis.com/>
- <https://www.statista.com/statistics/272014/global-social-networks-ranked-by-number-of-users/>
- <https://www.theguardian.com/teacher-network/teacher-blog/2014/mar/25/lesson-science-history-engage-students>
- <https://www.youtube.com/c/NASA/videos>
- <https://www.youtube.com/watch?v=gxJ4M7tyLRE>
- <https://www.youtube.com/watch?v=gxJ4M7tyLRE>
- <https://www.youtube.com/watch?v=u80H3FpTezA>
- <https://www.mpa.mpa-garching.mpg.de/galform/virgo/millennium/>