

Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής

Π.Μ.Σ. Μουσειακές Σπουδές

Δημιουργία πολυαισθητηριακής εμπειρίας στο Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών

πρόταση για το Μουσείο Γεωαστροφυσικής

Επιτροπή:

Δρ. Μαρία Ρούσσου

Δρ. Χαρίκλεια Ντρίνια

Δρ. Αικατερίνη Δερμιτζάκη

Φοιτήτρια:

Δήμητρα Πετούση

Αθήνα, 2020



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837

Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής
University of West Attica



Διδρυματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
«Μουσειακές Σπουδές»

**Δημιουργία πολυαισθητηριακής εμπειρίας
στο Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών**

(πρόταση για το Μουσείο Γεωαστροφυσικής)

Μεταπτυχιακό Δίπλωμα Ειδίκευσης

Τριμελής επιτροπή:

Δρ. Μαρία Ρούσσου (επιβλέπουσα)

Δρ. Χαρίκλεια Ντρίνια

Δρ. Αικατερίνη Δερμιτζάκη

Φοιτήτρια:

Δήμητρα Πετούση

Αθήνα, 2020



Δήμητρα Πετούση, 2020

Η παρούσα εργασία χορηγείται με άδεια Creative Commons Αναφορά Δημιουργού - Μη Εμπορική Χρήση - Παρόμοια Διανομή 4.0 Διεθνές¹.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας διπλωματικής εργασίας, εξολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα.

Οι απόψεις και θέσεις που περιέχονται σε αυτήν την εργασία εκφράζουν την γράφουσα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών και του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής.

Εικόνα εξωφύλλου: «Καλλιτεχνική απεικόνιση της εμπειρίας» [υδατογραφία]

¹ <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.el>

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση αυτής της διπλωματικής εργασίας, θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στους ανθρώπους που συνέβαλαν στην υλοποίησή της.

Κατά κύριο λόγο, οφείλω να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα καθηγήτρια Δρ. Μαρία Ρούσσου, για το χρήσιμο υλικό και τις συμβουλές, την καθοδήγηση, την επιμέλεια του κειμένου, καθώς και για την υπομονή που μου έδειξε. Την ευχαριστώ επίσης για τις πολύτιμες θεωρητικές και πρακτικές γνώσεις που προσέφερε κατά τη διάρκεια των σπουδών μου. Ευχαριστώ τα άλλα δύο μέλη της τριμελούς επιτροπής, Δρ. Χαρίκλεια Ντρίνια και Δρ. Αικατερίνη Δερμιτζάκη, για τις χρήσιμες συμβουλές και διορθώσεις. Ευχαριστώ την Δρ. Ακριβή Κατηφόρη για την επιμέλεια του σκεπτικού και του σεναρίου αφήγησης και την σημαντική βοήθεια στη διαμόρφωση και στο συντονισμό της αξιολόγησης, καθώς και τους συμμετέχοντες σε αυτήν, την ομάδα πληροφορικής από το Ερευνητικό Κέντρο «Αθηνά» και τις φοιτήτριες του ΠΜΣ «Μουσειακές Σπουδές» 2018-2019. Ευχαριστώ τον κύριο Δημήτριο Τσιμπίδα για την εποικοδομητική συνεργασία, την παροχή υλικού για τη σύνταξη του σεναρίου και τις διορθώσεις στην εργασία. Τέλος, ευχαριστώ τη Διοίκηση του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών που μου επέτρεψε την πρόσβαση στις συλλογές για την εκπόνηση της διπλωματικής.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω επίσης την οικογένειά και τους καλούς φίλους μου για τη κατανόηση, τη συμπαράσταση και την υποστήριξη που μου παρείχαν στο διάστημα της εκπόνησης της εργασίας. Ευχαριστώ ιδιαίτερα τους γονείς μου, οι οποίοι φρόντισαν για την καλύτερη δυνατή μόρφωσή μου.

Σας ευχαριστώ όλους από καρδιάς!

Περίληψη

Η παγκόσμια κληρονομιά της αστρονομίας ως επιστήμης θεωρείται, στο μεγαλύτερο μέρος της, άυλη. Σύμφωνα με την UNESCO, αφορά τα στοιχεία σχετικά με την πρακτική της αστρονομίας, τις κοινωνικές χρήσεις και τις αναπαραστάσεις αυτής. Τα μουσεία αξιοποιούν ποικίλες ερμηνείες και πρακτικές εκπαίδευσης για τη διευκόλυνση της μάθησης, της ανακάλυψης και την εμπλοκή του κοινού στην διάρκεια μιας επίσκεψής. Στο πλαίσιο αυτό, οι στρατηγικές ψηφιακής ερμηνείας κατά την επίσκεψη στον χώρο των μουσείων αποτελούν συχνό φαινόμενο. Η ένταξη τεχνολογικών εφαρμογών σε εκθέσεις παρατηρείται περισσότερο, αλλά όχι αποκλειστικά, σε μουσεία επιστημών. Συνεπώς, υπό αυτές τις συνθήκες, αρκετά αστεροσκοπεία έχουν υιοθετήσει ένα εύρος τεχνικών για την παροχή εμπειριών που επεκτείνονται από τις απλές παρουσιάσεις και τη δημιουργία άτυπων μαθησιακών περιβαλλόντων, σε συμμετοχικές ευκαιρίες με ψηφιακά εκθέματα και διαδραστικές οθόνες.

Όπως γίνεται αντιληπτό, από μία επίσκεψη στο Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, στον μουσειακό του χώρο δίνεται περισσότερη έμφαση στην παράθεση πληροφοριών και τον τρόπο που αυτές αντιπαραβάλλονται με τα εκθέματα. Ωστόσο, οι σύγχρονες μουσειακές τάσεις αναζητούν τη στροφή από το αντικείμενο-κεντρικό μοντέλο στο άνθρωπο-κεντρικό. Σε αυτό δίνεται έμφαση στην δημιουργία μοναδικών και εξατομικευμένων εμπειριών, ιδιαίτερα όσον αφορά την άυλη κληρονομιά, η οποία, εξ' ορισμού, απαιτεί ιδιαίτερη προσέγγιση. Αυτό συμβαίνει επειδή η άυλη κληρονομιά θεωρείται ως μία διαδικασία συνεχούς εξέλιξης, η οποία δεν μπορεί να διαχωριστεί τόσο από τον «υλικό πολιτισμό», όσο και από το «ζωντανό πολιτισμό».

Στόχος της εργασίας που προτείνεται είναι ο σχεδιασμός και η δημιουργία πολυαισθητηριακής εμπειρίας μέσω ψηφιακής εφαρμογής και απτών διαδράσεων για χρήση στον φυσικό μουσειακό χώρο του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών. Η πολυαισθητηριακή εμπειρία συμβαίνει όταν περισσότερες από μία εκ των πέντε αισθήσεων συμβάλλουν στην ανθρώπινη αντίληψη. Αυτό υποστηρίζει τη δημιουργία ατομικών εμπειριών και αναφέρεται στον τρόπο αντίδρασης των επισκεπτών, οι οποίοι αλληλοεπιδρούν με τα εκθέματα σε φυσικό, διανοητικό και συναισθηματικό επίπεδο, χρησιμοποιώντας τις αισθήσεις τους.

Σημαντικό εργαλείο μέτρησης της επιτυχίας της συγκεκριμένης πρότασης είναι η διαμορφωτική αξιολόγηση. Σύμφωνα με τα ευρήματα της αξιολόγησης που διεξήχθη με επισκέπτες εντός κι εκτός του μουσειακού χώρου του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, ο συνδυασμός της ψηφιακής αφήγησης και των απτών διαδράσεων δύναται να ενισχύσει τη μουσειακή εμπειρία, ωστόσο παρουσιάζονται αρκετές αδυναμίες και ελλείψεις που χρήζουν βελτίωσης, για τις οποίες απαιτείται περαιτέρω έρευνα. Το ευθύ και εστιασμένο μήνυμα, μέσα από την χρήση της εφαρμογής σε κινητά, θα βοηθήσει στο να ξεπεραστούν τα «στενά» περιθώρια του χώρου. Το ερμηνευτικό υλικό παρέχει πληροφορίες σχετικά με τα εκθέματα, οι οποίες δεν καθίστανται εμφανείς μόνο από την οπτική παρατήρησή τους, επιτρέποντας παράλληλα την ενεργή δράση των επισκεπτών, οι οποίοι καλούνται να δημιουργήσουν το δικό τους ερμηνευτικό πλαίσιο μέσα από την πολυαισθητηριακή εμπειρία.

Λέξεις κλειδιά: απτή αλληλεπίδραση, άυλη πολιτιστική κληρονομιά, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, μουσειακή εμπειρία, ψηφιακή αφήγηση.

Abstract

The world heritage of astronomy, as a science, is for the most of its part intangible. According to UNESCO, it includes various elements about the practice of astronomy, its social use and its representations. Museums use a variety of interpretation methods and practices to facilitate learning, discovery and engagement of the public, during the visit. In this context, digital interpretation strategies are a frequent phenomenon, especially, but not exclusively, in science museums. Consequently, many observatories have adopted a range of techniques, to provide experiences ranging from simple presentations and the creation of informal learning environments, to participatory opportunities with digital exhibits and interactive screens.

As it can be observed, from a visit at the museum of the National Observatory of Athens, emphasis is placed on the presented information and the way it collates the exhibits. However, current museum trends tend to shift from the object-centered model to a human-centered one, where emphasis is placed on creating unique and personalized experiences, regarding particularly the intangible heritage, which by definition requires a more specialized approach. That's because, it is a continuous process that cannot be separated from the "material culture" and the "living culture".

The aim of this thesis is to propose the design and creation of a multi-sensory experience, through a digital application for use in the physical museum space of the National Observatory of Athens. A multi-sensory experience can occur when more than one of the five senses contributes to human perception. This supports the creation of individual experiences and refers to the responses of visitors, who interact with the exhibits at a physical, mental and emotional level, using their senses.

An important tool for measuring the success of this proposal is formative evaluation. According to the findings of the evaluation carried out with visitors inside and outside the National Observatory of Athens, the combination of digital narrative and tactile interactions can enhance museum experience, the combination of digital storytelling and tangible interactions can enhance the museum experience, but there are several weaknesses and deficiencies that need improvement, for which further work is required. The straightforward and focused message, through the use of the mobile application, will help to overcome the "narrow" margins of the museum space. The interpretive media provides information about the exhibits, which is not apparent by just a visual observation, while allowing the visitors to have an active choice and create their own interpretative message through the multi-sensory experience.

Key-words: digital storytelling, intangible cultural heritage, museum experience, National Observatory of Athens, tangible interaction.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	4
Περίληψη	2
Abstract	6
Εισαγωγή	9
Κεφάλαιο 1. Μουσεία θετικών επιστημών – αστροσκοπεία και πολιτιστική κληρονομιά ..	12
1.1. Τα χαρακτηριστικά των μουσείων στον 21 ^ο αιώνα	15
1.2. Η πολιτιστική κληρονομιά της αστρονομίας	16
1.3. Η ένταξη των νέων τεχνολογιών στο μουσειακό περιβάλλον	18
1.4. Ο ρόλος των νέων τεχνολογιών στην ανάδειξη της άυλης πολιτιστικής κληρονομιάς	22
1.4.1. Προσεγγίσεις στην διαχείριση και ανάδειξη της άυλης πολιτιστικής κληρονομιάς	24
Κεφάλαιο 2. Η μουσειακή εμπειρία και η ενεργή μάθηση μέσω διαδραστικών και αισθητήριων στοιχείων	26
2.1. Η απτή αλληλεπίδραση στην μάθηση της αστρονομίας	29
Κεφάλαιο 3. Το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών	33
3.1. Το Μουσείο Γεωαστροφυσικής έως σήμερα	37
3.2. Η παρούσα εκθεσιακή εμπειρία μέσα από το Πρότυπο «Assessing Excellence in Exhibitions»	38
Κεφάλαιο 4. Πρόταση για δημιουργία πολυαισθητηριακής εμπειρίας στο Μουσείο Γεωαστροφυσικής του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών	42
4.1. Μουσειολογικό σκεπτικό της εμπειρίας	42
4.1.1. Ο κύριος σκοπός της συνολικής εμπειρίας	42
4.1.2. Η δομή μέσα από την αφήγηση	43
4.1.3. Το ερμηνευτικό πλαίσιο	44

4.1.4. Οι απτές διαδράσεις.....	45
4.2. Οι θεματικές ενότητες της αφήγησης	46
4.3. Περσόνες (απευθυνόμενο κοινό της εμπειρίας)	49
4.4. Περιεχόμενο της εμπειρίας: σενάριο και απτές διαδράσεις.....	52
 Κεφάλαιο 5. Αξιολόγηση της εμπειρίας	76
5.1. Σκοπός της αξιολόγησης.....	76
5.1.1. Ζητήματα προς διερεύνηση	77
5.1.2. Περιορισμοί στην αξιολόγηση	77
5.2. Μεθοδολογία και μέθοδοι της αξιολόγησης.....	78
5.2.1 Διαμόρφωση των ερωτηματολογίων	78
5.3. Διαδικασία.....	79
5.4. Αποτελέσματα της αξιολόγησης	80
 Κεφάλαιο 6. Ανακεφαλαίωση και συμπεράσματα.....	86
 Βιβλιογραφία	90
 Παράρτημα Εικόνων	107
Διάγραμμα εκθεσιακού περιεχομένου κατά ερμηνευτική προσέγγιση	115
 Παράρτημα 1 Ερωτηματολογίων.....	116
Παράρτημα 2 Ερωτηματολογίων.....	117
 Γραφήματα των αποτελεσμάτων από την διαμορφωτική αξιολόγηση	120
 «Πρότυπο Αξιολόγησης της Εμπειρίας Εκθέσεων»	129

Εισαγωγή

Στη σύγχρονη εποχή, η τεχνολογική εξέλιξη και η παγκοσμιοποίηση έχουν επιφέρει ριζικές αλλαγές στις κοινωνικές δομές, απαιτώντας την ατομική προσπάθεια των ανθρώπων για απόκτηση νέων γνώσεων, δεξιοτήτων, κριτικής σκέψης και δημιουργικότητας. Η πληροφορία καθίσταται ζωτικής σημασίας και αποτελεί απαραίτητο αγαθό για την προσαρμογή και αντιμετώπιση των προκλήσεων ενός ατόμου σε μια τεχνολογικά ανεπτυγμένη, πολυπολιτισμική κοινωνία. Τα μουσεία ανέκαθεν παρείχαν ένα ιδανικό περιβάλλον απόκτησης πληροφοριών, εκμάθησης και ψυχαγωγίας, είτε μέσω παθητικής παρατήρησης είτε ενεργής συμμετοχής.

Η παρούσα εργασία πραγματεύεται το θέμα της ένταξης των νέων τεχνολογιών σε εκθέσεις μουσείων επιστημών, οι οποίες αποτελούν τη συνηθέστερη μέθοδο για επικοινωνία μεταξύ κοινού και μουσείου, για δημιουργία μοναδικών εμπειριών, αλλά και ως τρόποι ανάδειξης – μετάδοσης της επιστήμης και της άυλης πολιτισμικής κληρονομιάς που την περικλείει. Ειδικότερα, η εργασία επιχειρεί να δημιουργήσει μία ολοκληρωμένη πρόταση πολυαισθητηριακής εμπειρίας για το Μουσείο Γεωαστροφυσικής που ανήκει στο Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών. Μέσα από την εμπειρία θα δίνονται στον επισκέπτη δυνατότητες εξατομίκευσης, όπου ο ίδιος επιλέγει τι επιθυμεί να μάθει περισσότερο, αλλά και το είδος της διάδρασης. Έρευνες (Damala et al., 2016b) δείχνουν πως τα απτά μέσα για αλληλεπίδραση με τα εκθέματα ελκύουν τους επισκέπτες και οι εφαρμογές κινητών διευκολύνουν την πλοήγηση τόσο στον φυσικό χώρο, όσο και στο ψηφιακό περιβάλλον.

Η εμπειρία έχει ως σκοπό να «μεταφέρει» τον επισκέπτη ένα βήμα πέρα από την οπτική επαφή, δηλαδή το φυσικό έκθεμα που μόνο βλέπει μπροστά του, προσφέροντας νοητικές και συναισθηματικές δυνατότητες που θα παρέχονται από την αισθητηριακή αλληλεπίδραση με τα αντικείμενα και τις νέες τεχνολογίες. Συγκεκριμένα, προτείνεται ο συνδυασμός οπτικών, ακουστικών και απτικών ερεθισμάτων, ο οποίος μπορεί να ενισχυθεί και να υποστηριχθεί από ψηφιακή παρουσίαση πολυμεσικού υλικού (π.χ. σε φορητή συσκευή του επισκέπτη) σε συνδυασμό με «έξυπνα» απτά αντικείμενα που θα βρίσκονται στον χώρο.

Επιμέρους στόχοι της εργασίας αποτελούν:

- Ο εντοπισμός και η καταγραφή των βασικών στοιχείων που συνθέτουν την άυλη κληρονομιά της αστρονομίας και την κατάλληλη νοηματοδότηση της, μέσα από την ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών.
- Ο προσδιορισμός των στοιχείων που καθιστούν μια εμπειρία πολυαισθητηριακή και πως αυτή συμβάλλει στην ενεργή μάθηση και στη διδαχή πολύπλοκων εννοιών.

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε περιλαμβάνει τα εξής βήματα:

Έρευνα μέσω βιβλιογραφικής επισκόπησης σε θέματα εξέλιξης των μουσειακών πρακτικών, της πολιτιστικής κληρονομιάς, των νέων τεχνολογιών και πως αυτά συμβάλλουν συνδυαστικά στην μουσειακή εμπειρία. Χρησιμοποιήθηκαν πρωτογενείς πηγές, όπως έρευνες και μελέτες περιπτώσεων που σχετίζονται με την πολυαισθητηριακή εμπειρία και ιδιαίτερα αυτή της αφής, αλλά και δευτερογενείς πηγές όπως βιβλία και επιστημονικά άρθρα. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε η επιλογή και η χρήση των σημείων που θεωρήθηκαν ενδιαφέροντα και ωφέλιμα για την εργασία, τα οποία παραπέμπονται στη βιβλιογραφία.

- Πρόσβαση στις συλλογές του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών και συνεργασία με ειδικούς / επιμελητές για τη συλλογή πληροφοριών επιστημονικής φύσεως,

τον συνολικότερο έλεγχο του περιεχομένου και την αξιολόγηση του, ώστε να αναδεικνύεται η μοναδική ταυτότητα του Μουσείου Γεωαστροφυσικής.

- Μελέτη και επιλογή των παραπάνω στοιχείων που θα χρησιμεύσουν στην επίτευξη των στόχων της εργασίας.
- Σχεδιασμός της μουσειακής εμπειρίας, με αξιοποίηση των τεχνολογικών μέσων, δημιουργία και επεξεργασία σεναρίου, κειμένων, οπτικοακουστικού και πολυμεσικού υλικού και τρισδιάστατων φυσικών αντικειμένων. Σύνδεση όλων των παραπάνω στοιχείων για τη πρόταση μιας τελικής εμπλουτισμένης μουσειακής εμπειρίας.

Η εργασία έχει την εξής διάρθρωση: Το πρώτο μέρος περιγράφει το θεωρητικό πλαίσιο της εργασίας μέσα από την βιβλιογραφική ανασκόπηση, όπου τίθενται τα θεωρητικά θεμέλια της μελέτης. Πιο συγκεκριμένα, το πρώτο κεφάλαιο περιλαμβάνει αρχικά τον ορισμό του μουσείου, τις ιδιαιτερότητες στα μουσεία επιστημών και τα αστεροσκοπεία, όπως και τα χαρακτηριστικά των μουσείων στον 21ο αιώνα και τα νέα μουσειακά πρότυπα που ορίζουν τις σύγχρονες εκθεσιακές πρακτικές. Περιλαμβάνει επίσης, τον ορισμό και τις ιδιαιτερότητες της πολιτιστικής κληρονομιάς της αστρονομίας, καθώς και τα είδη των νέων τεχνολογιών και πως αυτά συμβάλουν στην ανάδειξη των παραπάνω στοιχείων.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, αναλύεται η σύνδεση και η επιρροή της μουσειακής εμπειρίας στην ενεργή μάθηση, δηλαδή σε ένα άτυπο εκπαιδευτικό περιβάλλον. Επίσης, δίνεται έμφαση στην σημασία των απτών διαδράσεων για την διδαχή δύσκολων νοημάτων ή εννοιών, όπως αυτών που μπορούν να συναντηθούν σε μία θετική επιστήμη και δη της αστρονομίας. Στο τρίτο κεφάλαιο, παρουσιάζεται συνοπτικά το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, όπως και το Μουσείο Γεωαστροφυσικής. Για το Μουσείο περιγράφεται και μία μικρή αξιολόγηση του, μέσα από το πρότυπο Framework: Assessing Excellence in Exhibitions (Serrell, 2016), ώστε να γίνουν φανερά τα ιδιαίτερα σημεία της συλλογής, αλλά και ζητήματα που μπορούν να επηρεάζουν θετικά ή αρνητικά την μουσειακή εμπειρία κατά την επίσκεψη στην μόνιμη έκθεση.

Το δεύτερο μέρος αφορά το πρακτικό πλαίσιο της εργασίας μέσα από την αναλυτική πρόταση της πολυαισθητηριακής εμπειρίας. Συγκεκριμένα, στο τέταρτο κεφάλαιο αναλύεται το μουσειολογικό σκεπτικό και οι θεματικές ενότητες που προκύπτουν από αυτό. Στην συνέχεια, παρουσιάζονται οι δύο περσόνες, που αντικατοπτρίζουν το κοινό-στόχο της εμπειρίας. Έπειτα, παρατίθεται το ολοκληρωμένο σενάριο και οι περιγραφές των κεντρικών ιδεών γύρω από τις απτές διαδράσεις. Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα στάδια αξιολόγησης που έχουν πραγματοποιηθεί μέσα από πιλοτικές δοκιμές και ερωτηματολόγια, αλλά και δίνονται προτάσεις για την περαιτέρω αξιολόγηση της συνολικής εμπειρίας πριν την υλοποίηση και την ένταξη της στο μουσειακό περιβάλλον. Στο έκτο κεφάλαιο, παρουσιάζονται τα συμπεράσματα, τα προβλήματα της εργασίας, καθώς και προτάσεις για μελλοντικές έρευνες – ανάπτυξη της εμπειρίας. Η εργασία ολοκληρώνεται με τη παράθεση βιβλιογραφίας και των παραρτημάτων.

ΜΕΡΟΣ Α'

Κεφάλαιο 1. Μουσεία θετικών επιστημών – αστροσκοπεία και πολιτιστική κληρονομιά

Στο κεφάλαιο αυτό, εξετάζεται η έννοια και ο ρόλος του μουσείου, με έμφαση σε νέες μουσειολογικές προσεγγίσεις ως προς τον τρόπο ερμηνείας με βάση τα πρότυπα του 21^{ου} αιώνα. Μέσα από την παράθεση της εξέλιξης των μουσείων επιστημών και των αστροσκοπειών γίνονται αντιληπτές οι ιδιαιτερότητες ως προς το περιεχόμενο των συλλογών τους και τον ρόλο που καλούνται να αποκτήσουν στην σημερινή κοινωνία ως φορείς μετάδοσης της επιστήμης. Ειδικότερα τα αστροσκοπεία, αφού σχετίζονται άμεσα με την πολιτιστική κληρονομιά της αστρονομίας, η οποία εμφανίζει ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και αξίες. Στην ανάδειξη των στοιχείων αυτών, συμβάλλουν οι νέες τεχνολογίες, καθώς όπως σημειώνεται παρακάτω μπορούν να παρέχουν ποικίλα πλαίσια νοημάτων και ερμηνείας.

Αρχικά είναι απαραίτητο να εξεταστεί ο ορισμός της έννοιας του μουσείου. Σύμφωνα με το ICOM (2007), είναι «ένα μη κερδοσκοπικό, μόνιμο ίδρυμα στην υπηρεσία της κοινωνίας και της ανάπτυξής της, ανοικτό στο κοινό, το οποίο αποκτά, συντηρεί, ερευνά, επικοινωνεί και εκθέτει την υλική και άυλη κληρονομιά της ανθρωπότητας και του περιβάλλοντος της, για τους σκοπούς της εκπαίδευσης, της μελέτης και της ψυχαγωγίας».

Ήδη από τον ορισμό του ICOM², ξεχωρίζει ο ρόλος και η λειτουργία του μουσείου στην κοινωνία, η οποία χαρακτηρίζεται ως «διπλή»: αφενός, η παραδοσιακή έννοια του χώρου διατήρησης της πολιτιστικής κληρονομιάς (συντήρηση – έρευνα). Αφετέρου, ο χώρος όπου το κοινό έρχεται σε επαφή με την τέχνη και την επιστήμη. Η συντήρηση και η έκθεση των μουσειακών αντικειμένων, καθώς και η επικοινωνία με το ευρύ κοινό, έχουν ως απώτερο σκοπό την εκπαίδευση, την αισθητική καλλιέργεια, τη διάθεση έμπνευσης καινούργιων δημιουργιών και την κοινωνική συμμετοχή. Από τα παραπάνω μπορεί να καλλιεργηθεί η τοπική συνείδηση – ταυτότητα, έπειτα από προσεγγμένες δράσεις που θα στοχεύουν στην ενδυνάμωση των κοινοτήτων, με σκοπό την ανάπτυξη τους (Knutson & Crowley, 2010: 189; Kim & Crowley, 2010: 51-52).

Τα μουσεία αναλόγως του περιεχομένου (συλλογές), κοινού ή σκοπού χωρίζονται σε επιμέρους κατηγορίες³ (Δάλλκος, 2000: 32; Lewis, 2019; Virginia Association of Museums, 2008). Σύμφωνα με την Οικονόμου (2003: 20-21) «εκτός από τα μουσεία που ακολουθούν στενά τον ορισμό του ICOM, αναγνωρίστηκαν επίσης ήδη από το 1974 ως μουσεία και μια σειρά οργανισμών που δεν ακολουθούν στενά το πνεύμα του». Σε αυτούς συγκαταλέγονται μεταξύ άλλων⁴, τα κέντρα επιστήμης και αστρονομίας. Γίνεται κατανοητό λοιπόν, πως το μουσείο αποτελεί ένα ίδρυμα «υπηρετής» της κοινωνίας και «βοηθός» στην ανάπτυξη της. Από τις τελευταίες έννοιες δεν μπορεί να λείπει η προώθηση και διάδοση της επιστημονικής γνώσης, που υποστηρίζει την εφαρμογή της επιστήμης σε ζητήματα που

² Το *International Council of Museums* (Διεθνές Συμβούλιο Μουσείων) αποτελεί έναν μη κερδοσκοπικό οργανισμό που προωθεί και υποστηρίζει το έργο των μουσείων και των εργαζομένων τους σε παγκόσμιο επίπεδο, καθώς και την ανάπτυξη του κλάδου της μουσειολογίας. Πηγή: <http://network.icom.museum/icom-greece/pliories/ti-einai-to-icom/>

³ Αυτές οι κατηγορίες είναι: Αρχαιολογικά μουσεία. Μουσεία ιστορίας. Μουσεία τέχνης. Ανοιχτά – υπαίθρια μουσεία. Οίκο-μουσεία. Μουσεία επιστημών υπάγονται: μουσεία φυσικής ιστορίας, μουσεία τεχνολογίας. Μουσεία για παιδιά. Μουσεία ειδικού ενδιαφέροντος. Εικονικά μουσεία, ψηφιακές συλλογές.

⁴ Οι υπόλοιποι οργανισμοί είναι: Φυσικά αρχαιολογικά και εθνογραφικά μνημεία. Ιστορικά σπίτια / τοποθεσίες. Βοτανικοί κήποι. Ζωολογικοί κήποι. Προστατευμένοι βιότοποι. Αίθουσες εκθέσεων τέχνης μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα. Πολιτιστικά κέντρα, για την διάδοση της υλικής και άυλης πολιτιστικής κληρονομιάς. Λοιπά ιδρύματα και φορείς (δημόσιοι-ιδιωτικοί, κρατικοί-περιφερειακοί, υπουργία κ.ά.), υπεύθυνοι για τα μουσεία.

σχετίζονται με τον πολιτισμό της εκάστοτε κοινωνίας. Αποτέλεσμα αυτής της σχέσης είναι η δημιουργία συγκεκριμένων φορέων, όπως τα μουσεία θετικών επιστημών, στα οποία συγκαταλέγονται τα μουσεία τεχνολογιών, τα αστεροσκοπεία ή και τα πλανητάρια (Illingworth, 2013: 5-7).

Πρόδρομοι των μουσείων επιστημών αποτελούν εξειδικευμένες ιδιωτικές συλλογές ιστορικών επιστημονικών – τεχνολογικών οργάνων ή φυσικών δειγμάτων⁵. Τα παλαιά μουσειακά πρότυπα που βασίζονταν σε αυτές τις συλλογές, έτειναν να επικεντρώνονται σε στατικές επιδείξεις αντικειμένων που σχετίζονται με τη φυσική ιστορία, την παλαιοντολογία, τη γεωλογία, τη βιομηχανία, τη τεχνολογία και λοιπές θετικές επιστήμες⁶. Ιστορικά η έννοια τους εξελίχθηκε, με αποτέλεσμα την ύπαρξη σύγχρονων ιδρυμάτων με διαφορετική αντίληψη για τους σκοπούς, το περιεχόμενο και τον εκπαιδευτικό τους ρόλο σε σχέση με την «οικοδόμηση» της γνώσης γύρω από την επιστήμη (Κολιόπουλος, 2005: 91).

Πρωτοπόρος αυτού του σύγχρονου τύπου, από τις αρχές του 20^{ου} αιώνα, αποτελεί το Γερμανικό Μουσείο στο Μόναχο, το οποίο δεν περιόρισε την εκθεσιακή πρακτική του στην «απλή» παράθεση επιστημονικών αντικειμένων, αλλά επεκτάθηκε στην ερμηνεία και ανάδειξη της σημασίας της επιστήμης και της τεχνολογίας (Hooper - Greenhill, 2006: 187, 209; Lewis, 2019). Σήμερα, τα μουσεία επιστημών αποτελούν τον κυριότερο «εκπρόσωπο» της επιστήμης, εν σύγκριση με τα υπόλοιπα ιδρύματα άτυπης εκπαίδευσης. Πρόκειται ουσιαστικά, για χώρους «επιστημονικής και τεχνολογικής καλλιέργειας, που απευθύνονται σ' ένα ευρύ κοινό, το οποίο ενδιαφέρεται να μάθει ή να ανακαλύψει καινούργια θέματα (αντικείμενα, γεγονότα, ιδέες κ.λπ.) (Κολιόπουλος, 2005: 88, 90). Οι συγκεκριμένοι τύποι μουσείων επιχειρούν την στροφή από «χώρους συλλογών» σε «χώρους αλληλεπίδρασης», με ποικίλες δυνατότητες δραστηριοτήτων και ιδεών, που βοηθούν τους επισκέπτες να ερευνήσουν και να μελετήσουν, όχι μόνο τα φαινόμενα, αλλά και τα σύγχρονα κοινωνικό-επιστημονικά ζητήματα (Πλακίτση, 2008: 224).

Συνεπώς, αποτελούνται από τρία θεμελιώδη στοιχεία: 1) το στοιχείο της συλλογής, 2) το «εργαστηριακό» στοιχείο (πειράματα – έμπρακτη μάθηση) και 3) την «εγγενή ή εν δυνάμει σύνδεση» με τον πολιτισμό (Πλακίτση, 2008: 224-225). Ο συνδυασμός των παραπάνω αποκαλύπτει τον κύριο σκοπό των μουσείων επιστημών: η προώθηση μαθησιακών ευκαιριών που βασίζονται στην εξερεύνηση των συλλογών – θεμάτων, μέσα από την ενεργή δράση και την δυνατότητα για επικοινωνία και συνεργασία (McLeod & Kilpatrick, 2000: 60-61). Πιο συγκεκριμένα, επιδιώκουν την ολόπλευρη ανάπτυξη της προσωπικότητας, μέσα από τη δημιουργία ανεξάρτητης σκέψης και την ανάπτυξη ικανότητας για την επίλυση προβλημάτων. Επομένως, για την επίτευξη των παραπάνω, επιμέρους στόχοι αναφορικά με το κοινό τους, αποτελούν (Feher, & Diamond, 1990: 26-28):

- Η εξοικείωση με το μουσειακό χώρο (δημιουργία θετικής στάσης από και προς τους επισκέπτες).

⁵ Πρόκειται για ιδιωτικές συλλογές έργων τέχνης, ιστορικών αντικειμένων, είδη πανοπλίας ή φυσικών δειγμάτων σε ειδικά διαμορφωμένα δωμάτια, γνωστά με την ονομασία «Αίθουσες του Κόσμου» (Cabinets of Curiosities) του 16ου αιώνα, τα οποία θεωρούνται ένα πρώιμο μουσειακό πρότυπο. Η μετέπειτα δημιουργία ακαδημαϊκών κοινοτήτων όπως η Βασιλική Εταιρεία του Λονδίνου ή η Ακαδημία των Επιστημών στο Παρίσι, με σκοπό τη διεξαγωγή πειραμάτων και τη προώθηση γνώσης, άνοιξε αυτές τις συλλογές για το κοινό και κατά συνέπεια οδήγησε στην ίδρυση των πρώτων μουσείων τον 17ο αιώνα. Τα πρώτα μουσεία ιστορίας και επιστημών που προέκυψαν από αυτές τις συλλογές, είναι το Βρετανικό Μουσείο, το Μουσείο του Λούβρου και το Ashmolean, πλέον Museum of the History of Science (Hooper - Greenhill, 2006).

⁶ Το περιεχόμενο των συλλογών τους περιλαμβάνει εκθέματα στις αντίστοιχες θετικές επιστήμες, όπως επιστημονικά όργανα, μηχανές, δείγματα της φυσικής ιστορίας (αποξηραμένα φυτά, ταριχευμένα ζώα, απολιθώματα), ορυκτά κ.ο.κ. (Κολιόπουλος, 2005).

- Η ανάπτυξη δεξιοτήτων μέσα από την έρευνα.
- Η κατανόηση του φυσικού και του τεχνητού κόσμου που μας περιβάλλει.
- Ο εφοδιασμός (των επισκεπτών) με στρατηγικές για ανεξάρτητη μάθηση.
- Η «δημιουργία επιθυμίας» να επισκεφτούν ξανά το μουσείο.

Κατηγορία των μουσείων επιστημών αποτελούν τα αστεροσκοπεία, τα οποία έχουν μία μακρά ιστορία. Πρόδρομοι τους θεωρούνται μονολιθικές δομές όπως το Stonehenge, απ' όπου παρατηρούσαν τις θέσεις του Ήλιου ή της Σελήνης για χρονομετρήσεις και ημερολογιακές πρακτικές. Το πρώτο που χρησιμοποίησε όργανα θεωρήθηκε ότι χτίστηκε γύρω στο 150 μ.Χ. στη Ρόδο. Αστεροσκοπεία άρχισαν να χτίζονται στη Δαμασκό και τη Βαγδάτη ήδη από τον 9ο - 10ο αιώνα π.Χ. Στις αρχές του 17ου αιώνα η εφεύρεση και τεχνολογική εξέλιξη των τηλεσκοπίων, έδωσε στην αστρονομία μία νέα ώθηση. Ιδρύθηκαν τα πρώτα μεγάλα αστεροσκοπεία που χρησιμοποιούσαν ένα κινητό τηλεσκόπιο κατά μήκος του τοπικού μεσημβρινού (π.χ. το Greenwich στο Λονδίνο κ.ά.) Στους επόμενους αιώνες ακολούθησε η ίδρυση περισσότερων αστεροσκοπειών τέτοιου τύπου παγκοσμίως (Encyclopædia Britannica, 2017; Kellermann & Klock, 2016).

Στο δεύτερο μισό του 19ου αιώνα, το πέρασμα από την κλασική αστρονομία στην σύγχρονη αστροφυσική σηματοδότησε νέες αλλαγές στον θεσμό των αστεροσκοπειών. Αυτή η εξέλιξη, έφερε στο προσκήνιο την ανάγκη ανοικοδόμησης εκσυγχρονισμένων κτιριακών εγκαταστάσεων που έπρεπε να στηρίζουν τα εξελιγμένα όργανα και τους νέους επιστημονικούς κλάδους. Αστεροσκοπεία, τα οποία συγκαταλέγονταν στα παλαιότερα επιστημονικά ιδρύματα, άρχισαν να μετατρέπονται σε αξιόλογους πολιτιστικούς φορείς με ιδιαίτερο ενδιαφέρον στην μετάδοση της ιστορίας τους, της ιστορίας της επιστήμης και της αστρονομίας μέσα από εκθεσιακές πρακτικές⁷ (Wolfschmidt, 2008: 44-46). Πυρήνες των συλλογών τους αποτελούν τα όργανα – εργαλεία με επιστημονική, ιστορική, κοινωνική αξία στο πλαίσιο χρήσης τους στους περασμένους αιώνες, δηλαδή για τα γεγονότα που χρησιμοποιήθηκαν, τις ανακαλύψεις που έκαναν και την εξέλιξη της τεχνολογίας και της ακρίβειας την οποία και αντιπροσωπεύουν (Granato, 2008: 123).

Οι επιρροές των παραπάνω αλλαγών, θα πρέπει να μελετηθούν διεξοδικά, μέσω της ανάλυσης της αυθεντικότητας των μνημείων και των αξιών τους, αλλά και των αστεροσκοπειών ως περιβάλλοντα εκπαίδευσης, που διαδραματίζουν ένα σημαντικό ρόλο: αποτελούν φορείς ειδικευσης στην ερμηνεία, στην επικοινωνία και στην μετάδοση της επιστήμης στο ευρύ κοινό. Σε αντίθεση με μουσεία άλλων τύπων, τα οποία έχουν μια βασική συλλογή εγγενούς αξίας και ενδιαφέροντος, οι συγκεκριμένοι φορείς εξαρτώνται σε πολύ μεγάλο βαθμό από την προσωπική ερμηνεία της επιστήμης. Αυτό αποτελεί δε την ειδοποιό διαφορά τους.

Τα ζητήματα ερμηνείας αφορούν τα χαρακτηριστικά της κληρονομιάς της επιστήμης γενικότερα και των κινητών – ακίνητων μνημείων ειδικότερα. Τα στοιχεία αυτά θα πρέπει να αντικατοπτρίζονται μεταξύ άλλων και στις εκθεσιακές υποδομές, όπου θα δίνεται έμφαση στο περιεχόμενο των συλλογών. Αυτό συνεπάγεται με τον νέο ρόλο που καλούνται να αποκτήσουν, σχετικά με τη νοηματοδότηση των αντικειμένων και την κατανόηση του κοινού τους. Για να έρθουν αντιμέτωπα με αυτές τις προκλήσεις, θα πρέπει να προσαρμόζονται στις ανάγκες της εποχής και να επανεξετάζουν την ίδια τους την ταυτότητα, αλλά και τον ρόλο που αποκτούν στην σύγχρονη κοινωνία.

⁷ Τα αστεροσκοπεία μέσα από τα κέντρα επισκεπτών ή τα μουσεία που διαθέτουν, αναπτύσσουν την σχέση αλληλεπίδρασης μεταξύ ιστορίας – έρευνας – τεχνολογίας και τοπικών κοινοτήτων. Μια σημαντική πρόκληση που αντιμετωπίζουν, είναι στο πώς να παρουσιάσουν τη σύγχρονη αστρονομία σε φυσικούς χώρους, όταν οι παρατηρήσεις γίνονται πλέον πιο αυτοματοποιημένες και απομακρυσμένες (Cotte & Ruggles, 2010).

1.1. Τα χαρακτηριστικά των μουσείων στον 21^ο αιώνα

Εξετάζοντας την εξέλιξη των μουσείων από τα τέλη του περασμένου αιώνα, διαφαίνονται τολμηρά και ποικίλα πρότυπα της ανάπτυξης τους, στο πλαίσιο μιας κοινωνίας που «διψά» για πληροφόρηση και γνώση, αλλά θέλει να την λάβει σε «εύπεπτη» μορφή. Η αποτελεσματική διαμόρφωση ενός εκτεταμένου εκπαιδευτικού – κοινωνικού ρόλου για τα μουσεία του 21^{ου} αιώνα, θα απαιτήσει την ανάπτυξη μιας βαθύτερης ικανότητας στον εκθεσιακό σχεδιασμό, για την παροχή ισχυρών και εμπνευσμένων εκπαιδευτικών εμπειριών για το ευρύ κοινό (Skramstad, 2010: 119).

Ειδικότερα, μετά την ίδρυση παγκόσμιων οργανισμών για την προώθηση πολιτισμού (UNESCO, ICOM, ICOMOS, IIC, κ.λπ.) και την ανάπτυξη κρατικών – διακρατικών νομοθεσιών, παρατηρούνται ραγδαίες και εντυπωσιακές αλλαγές στον προσανατολισμό, στην οργάνωση, στο ρόλο και γενικότερα στην έννοια του μουσείου (Middleton, 1998: 31-35). Μια μεγάλη αλλαγή που χαρακτηρίζει τα μουσεία του 21ου αιώνα, είναι η μετατόπιση από αντικείμενο-κεντρικά σε άνθρωπο-κεντρικά και του τρόπου με τον οποίο οι επισκέπτες βιώνουν την επίσκεψή τους (Οικονόμου, 2003: 49-50).

Η μετάθεση του ενδιαφέροντος και η διάθεση τους να διευρύνουν τη βάση των επισκεπτών τους, αποτυπώνονται στην ανάγκη εφαρμογής μιας εκθεσιακής ερμηνευτικής πολιτικής, καθώς άρχισε να διαφαίνεται η ανεπάρκεια αφηγήματος και επαρκούς πληροφόρησης του προηγούμενου αιώνα. Σύμφωνα με την Pearce (2002: 58-59), η λέξη «πολιτική», που σημαίνει το κοινωνικό πλέγμα των σχέσεων, έγινε λέξη κλειδί στην ερμηνεία⁸ και στην νοηματοδότηση της αξίας των εκθεμάτων. Όπως υποστηρίζουν οι θεωρητικοί, η λέξη αυτή έχει διττή σημασία στο εννοιολογικό πλαίσιο της μουσειακής έκθεσης: αποδίδεται σε σταθερές και αμοιβαίες δημιουργικές αλληλεπιδράσεις αντικειμένου και ανθρώπου (αντικειμένου – δημιουργού, αντικειμένου – επισκέπτη). Η σχέση ανάμεσα στους ανθρώπους και τα αντικείμενα λοιπόν, «δεν είναι αυτή μιας ευθύγραμμης αντιπροσώπευσης ή μιας γραμμικής συμβολικής», αλλά ένας δυναμικός διάλογος που επιτρέπει την εξερεύνηση «των ποικίλων επίπεδων σημασίας» του αντικειμένου από τον άνθρωπο με σκοπό την ανάδειξή της σημασίας αυτής (Σολομών, 2012: 75-77).

Το αποτέλεσμα γίνεται ξεκάθαρο καθώς οι νέες μουσειολογικές αντιλήψεις εγκατέλειψαν τη χρονική, ταξινομική ή στατική παρουσίαση των συλλογών, με σκοπό την καλύτερη κατανόηση των αφηγημάτων, όπου τα εκθέματα εκφράζουν τον άνθρωπο και τη κοινωνία μέσα από την ιστορία, ως προσπάθεια έλλογης ερμηνείας των εκθεμάτων και του κόσμου (Τζώνος, 2007: 54, 56). Στο ερμηνευτικό πλαίσιο των μουσείων επιστημών, μία επιπλέον πρόκληση, κατά την παρουσίαση των συλλογών, είναι η αντιπροσώπευση της επιστημονικής γνώσης, η οποία αποτελεί «βασική συνιστώσα του πολιτισμού», παρόλο που η κατανόησή της από το ευρύ κοινό είναι περιορισμένη. Αφενός, διότι δεν έχει παρελθόν (συνήθως δεν υπάρχει παράδοση) και αφετέρου, οι γνωστικοί της στόχοι αρκετές φορές δεν ανταποκρίνονται στην καθημερινότητα (Κολιόπουλος, 2005: 12-13). Τη λύση σε αυτό το ζήτημα δίνει μία προσχεδιασμένη εκθεσιακή οργάνωση, η οποία θα φανερώνει στον επισκέπτη δύο σταθερές «αλήθειες» με επιστημονική αποδοχή: 1) ότι δηλαδή, η επιστήμη

⁸ Η ερμηνεία στη μουσειακή έκθεση είναι «η διαδικασία επικοινωνίας που έχει σχεδιαστεί για να αποκαλύψει έννοιες και σχέσεις της φυσικής και πολιτιστικής κληρονομιάς, στο κοινό, μέσω άμεσης εμπειρίας και επαφής με αντικείμενα - έργα τέχνης ή τοπία» (Veverka, 2010; Νικονάνου, 2006).

αποτελείται από τρεις «συνιστώσες» (εννοιολογική, μεθοδολογική και πολιτισμική⁹), συνεπώς είναι φορέας σύνθετων νοημάτων (Κολιόπουλος, 2005: 12) και 2) ότι «ο πολιτισμός αποτελεί σύνθετο κώδικα επικοινωνίας» (Μπούνια, 2006: 141).

Αυτή η προσέγγιση υποστηρίζεται από τη θεματική ή τη μικτή παρουσίαση των συλλογών, όπου δίνεται έμφαση στην ερμηνεία, συχνότερα μέσω του ερωτήματος «γιατί;». Επομένως, τίθεται ένα πιο συγκεκριμένο ερώτημα: *ποιοί παράγοντες διαμορφώνουν το πλαίσιο, μέσα στο οποίο δομείται και ολοκληρώνεται η συνολική ερμηνεία ενός εκθεσιακού θέματος σύμφωνα με τις αρχές της νέας μουσειολογίας;* Η Μούλιου (2005: 12-15) αναφέρει τα επιμέρους ερωτήματα που απαρτίζουν το προηγούμενο:

- **Τί ερμηνεύεται;**
- **Ποιά ερμηνευτικά μέσα χρησιμοποιούνται;**
- **Πώς οι ερμηνευτικοί συμμετοχοί αντιλαμβάνονται το θέμα;**

Τις απαντήσεις σε αυτά τα σημεία συνοψίζει η πλέον εκσυγχρονισμένη μορφή του μουσείου, η οποία λύνει τα ζητήματα ερμηνείας με καινοτόμους τρόπους: οργανώνει *έννοιο-κεντρικές εκθέσεις* με βασικές ιδέες και θεμελιώδη πανανθρώπινα θέματα, σύμφυτα με τους επιστημολογικούς, κοινωνικούς ή και μεταφυσικούς προβληματισμούς του ανθρώπου. Υιοθετεί *εκσυγχρονισμένα ερμηνευτικά μέσα*, τα οποία αποτελούν «σημεία εισόδου... με διαβαθμισμένη και σπονδυλωτή παρουσίαση» οδηγώντας τον επισκέπτη σταδιακά στη βαθύτερη κατανόηση του εκάστοτε θέματος, δίνοντας του ενίοτε και τη δυνατότητα για ενεργή εμπλοκή. Διεξάγει *έρευνες κοινού και αξιολογήσεις εκθέσεων*, ώστε να εντοπίσει την διαφορετικότητα στα διαμορφωμένα νοήματα και στις εμπειρίες, ειδικότερα όταν οι ερμηνευτικοί συμμετοχοί (επισκέπτες – κοινό) δεν προσλαμβάνουν αυτό που είχαν κατά νου οι ερμηνευτές – επιμελητές (Μούλιου, 2005: 12-15).

Οι παραπάνω αρχές εφαρμόζονται μεταξύ άλλων και στα μουσεία επιστημών, στα οποία η ερμηνεία επιτυγχάνεται με τη κατ' εξοχήν εκλαΐκευση της επιστημονικής γνώσης. Πιο συγκεκριμένα, ο εκλαϊκευτικός λόγος: είναι επιλεκτικός (αναδεικνύει ή εξαφανίζει στοιχεία του επιστημονικού λόγου), αναδομεί (παρουσιάζει γεγονότα και δεδομένα με διαφορετικό τρόπο) και επαναδιατυπώνει (οι τεχνικοί όροι του επιστημονικού λόγου προσεγγίζουν την φυσική γλώσσα) (Κολιόπουλος, 2005: 34). Σύμφωνα με τους Guichard & Martinad (2000 σε Κολιόπουλος, 2005: 34), η ερμηνεία της επιστήμης «αποκτάται με τέτοιο τρόπο ώστε να εγκαθιδρύεται μια λειτουργική σχέση με τη γνώση, δηλαδή μια σχέση που εμπεριέχει την ιδέα της επιθυμίας για τη γνώση και της κινητοποίησης του χρήστη αυτής της γνώσης στο πλαίσιο μιας δράσης».

Συνοψίζοντας, η εναλλακτική λειτουργία του μουσείου, όπως εμφανίστηκε στις αρχές του 21^{ου} αιώνα ως «υποκατάστατο» του «παραδοσιακού μουσείου», ασχολείται με την ανάδειξη των βαθύτερων και πιο αόριστων νοημάτων των συλλογών που μπορεί να έγκειται στην άυλη πολιτιστική κληρονομιά (Spalding, 2002: 9). Μέρος αυτής αποτελεί η κληρονομιά της αστρονομίας, η οποία εμφανίζει ιδιαιτερότητες που απαιτούν προσεκτικό σχεδιασμό σε ερμηνευτικές προσεγγίσεις.

1.2. Η πολιτιστική κληρονομιά της αστρονομίας

Τα πρώτα βήματα για την διαχείριση της κληρονομιάς της αστρονομίας πραγματοποιήθηκαν το 2003 από την UNESCO, υπό το πρίσμα της Παγκόσμιας Στρατηγικής

⁹ Η εννοιολογική συνιστώσα αφορά τις έννοιες και τα εννοιολογικά πλαίσια των επιστημών. Η μεθοδολογική αφορά τις επιστημολογικές αρχές και μεθοδολογικές τεχνικές επίλυσης προβλημάτων και η πολιτισμική αφορά το σύνολο των σχέσεων που αναπτύσσει η επιστήμη ως κοινωνικό φαινόμενο (Κολιόπουλος, 2005: 12)

και του Κατάλογου της Παγκόσμιας Κληρονομιάς. Ακολούθησε η διαβούλευση της Επιτροπής Παγκόσμιας Κληρονομιάς (World Heritage Committee) της UNESCO (10-17 Ιουλίου 2005 Durban, Νότια Αφρική) (ICOMOS, 2010), κατά την οποία ξεχώρισε ο κεντρικός σκοπός της δράσης για την ανάδειξη της κληρονομιάς της αστρονομίας από την άποψη της ταυτοποίησης και αξιολόγησης των τοπίων – μνημείων που σχετίζονται με την αστρονομία και την αρχαιοαστρονομία (archaeoastronomy) και που έχουν τη δυνατότητα να επιδείξουν εξαιρετική παγκόσμια πολιτιστική αξία.

Σύμφωνα με τους ορισμούς της Πρωτοβουλίας Astronomy and World Heritage της UNESCO το 2005, η οποία ξεκίνησε από την προαναφερθείσα διαβούλευση, στην πολιτιστική κληρονομιά της αστρονομίας συγκαταλέγονται τα πολιτιστικά αγαθά που συνδέονται άρρηκτα με την ιστορία της αστρονομίας, στην οποία εμπεριέχονται (Cotte & Ruggles, 2010: 1, 5-7):

Η υλική κληρονομιά:

- Πολιτιστικά μνημεία που σχετίζονται με την ιστορία της αστρονομίας και τις ανθρώπινες πολιτιστικές πρακτικές πάνω σε αυτή.
- Αστεροσκοπεία, ως «επιστημονικά ακίνητα μνημεία».
- Κινητά μνημεία όπως όργανα – εργαλεία, αντικείμενα και κατασκευές.
- Υλικές αναπαραστάσεις των αποτελεσμάτων από παρατηρήσεις και θεωρήσεις: αρχαιακά έγγραφα παρατηρήσεων και γεγονότων, πίνακες παρατηρήσεων, φυσικές εικόνες και πληροφορίες όπως προβλέψεις των εκλείψεων, φωτογραφίες, φάσματα κ.ά.

Η άυλη κληρονομιά:

- Ερμηνεία και θεωρίες (φυσικοί νόμοι του σύμπαντος), κοσμολογία (παγκόσμιες θεωρίες και ερμηνείες του ουρανού και του σύμπαντος).
- Υπολογισμοί και προβλέψεις (εφήμερα, ημερολόγια, αστρονομικές ερμηνείες, φαινόμενα κ.ά.).
- Κοινωνικές χρήσεις και κοινωνικές προεκτάσεις της αστρονομίας, ανεξάρτητα από το αν είναι ή όχι ορθολογικές ή σύγχρονες επιστημονικές (ημερολόγια, πλοήγηση, γεωργικές πρακτικές που σχετίζονται με τη Σελήνη, αστρολογία κ.ά.).
- Συμβολισμοί, πίστη και θρησκευτικές προεκτάσεις της αστρονομίας.

Η κληρονομιά της αστρονομίας περιλαμβάνει και μία ακόμη κατηγορία, αυτή της **φυσικής κληρονομιάς**, όπου τα φυσικά τοπία και περιβάλλοντα συνδέονται στενά με τα πολιτιστικά σύμμεικτα που μαρτυρούν σχετικές ανθρώπινες δραστηριότητες. Αυτό ισχύει, παραδείγματος χάριν, για τον σκοτεινό νυχτερινό ουρανό, όπως φαίνεται από την Πρωτοβουλία Starlight, η οποία υποστηρίζει την πρόσβαση στο φως των αστεριών ως επιστημονικό, περιβαλλοντικό και πολιτιστικό δικαίωμα του ανθρώπου (Marin, 2011: 449-450). Το τρίπτυχο υλικής, άυλης και φυσικής της κληρονομιάς της αστρονομίας, την καθιστά ως μία περίπλοκη πολιτισμική κληρονομιά, στην οποία απαιτείται ιδιαίτερη προσέγγιση στην διαχείριση και στην ερμηνεία της. Στην άυλη κληρονομιά της αστρονομίας υπάρχουν προκλήσεις και ζητήματα στον τρόπο παρουσίασης της σε μία μουσειακή έκθεση. Αυτό συμβαίνει επειδή το φάσμα των κοσμολογικών θεωριών είναι αρκετά ευρύ, είτε αυτό αφορά την αντιπροσώπευση των παλαιότερων αντιλήψεων, είτε αυτό εξετάζει τα σύγχρονα επιστημονικά συστήματα γνώσης (Borges & Botelho, 2008: 58). Το μνημείο, κινητό ή ακίνητο, δεν εξετάζεται πλέον μόνο του, αλλά στο γενικό πλαίσιο του, που σημαίνει δηλαδή την υιοθέτηση μιας ολοκληρωμένης προσέγγισης ως προς την ερμηνεία της κληρονομιάς αυτής (Vecco, 2010: 322-324; Κόνσολα, 2006: 124-125, 129).

Συγκεκριμένα, η κληρονομιά της αστρονομίας εξετάζεται με μία ολιστική προσέγγιση, διαχείριση και συνδυασμένη δράση, καθώς η κληρονομιά αυτή αναπτύσσεται και εξετάζεται μέσα από την παγκόσμια ιστορία, εξ' ου και ο χαρακτηρισμός «παγκόσμια κληρονομιά», στον οποίο τίθεται το ζήτημα της «καθολικής αξίας». Ως εκ τούτου, η υλική κληρονομιά της αστρονομίας συχνά ενσωματώνεται μέσα στην άυλη, που έχει μια πιο ευρύτερη φύση και σημασία. Τα αντικείμενα είναι προϊόντα επιστημονικών δραστηριοτήτων στο πολιτιστικό τους πλαίσιο, όπου ο πυρήνας της επιστημονικής γνώσης είναι κυρίως άυλος. Πρόκειται για την πνευματική υπόσταση του ανθρώπινου νου, που χρησιμοποιεί εξειδικευμένες γλώσσες (γραπτή γλώσσα, μαθηματικά κ.λπ.) και εικόνες (σχέδια, χάρτες, φωτογραφίες, φυσικές πληροφορίες κ.ά.) (Cotte & Ruggles, 2010: 7).

Σε αυτό το πλαίσιο, αντιμετωπίζεται ως αποτέλεσμα μίας πολυεπίπεδης, πολιτισμικής και εξελικτικής πορείας, όπου κάθε στάδιο βασίζεται στη γνώση που αποκτήθηκε από προηγούμενα στάδια και που οδηγεί σε επόμενο. Πρόκειται για την ανάδειξη των πολλαπλών επιστημονικών τεχνικών και ανταλλαγών που συνέβησαν ανά περιόδους (Kochhar, 2008: 41; Benoist et al 2016: 164-165). Αυτό θέτει το επιμέρους ζήτημα της αντιπροσώπευσης της κληρονομιάς κατά την ερμηνεία – επικοινωνία, όπου προβλέπεται μια απλή «διχοτόμηση», δηλαδή ένας διαχωρισμός, μεταξύ των σύγχρονων ορθολογικών επιστημονικών μεθόδων και της κάθε προσπάθειας του παρελθόντος για την κατανόηση της φύσης που περιβάλλει τον άνθρωπο, δηλαδή το σύμπαν (Wolfschmidt & Hesse, 2008: 339-340). Όλες αυτές οι εκφάνσεις αντικατοπτρίζονται στα κτιριακά συγκροτήματα, στις ποιότητες των αντικειμένων, στα πρόσωπα και νοούνται ως τεκμήρια με πολλαπλά αφηγήματα της ιστορίας της.

Αναγνωρίζοντας αυτό, μπορεί να γίνει ο προσδιορισμός και η αποκάλυψη της αξίας της κληρονομιάς της αστρονομίας στο εννοιολογικό πλαίσιο μίας μουσειακής έκθεσης μέσα από την αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών που θα επιτρέψουν την έκφραση πολυεπίπεδων νοημάτων. Η κληρονομιά της χαρακτηρίζεται από τη συνεχή αλληλεπίδραση μεταξύ υλικών και άυλων πτυχών και μεταξύ γεγονότων και πολιτισμού, μέσα σε μία συγκεκριμένη χρονική περίοδο και ανθρώπινη κοινωνία (Cotte & Ruggles, 2010: 9). Η ανάλυση αυτού του δικτύου σχέσεων, παρέχει την απαραίτητη βάση για την αξιολόγηση και αξιοποίηση ενός πολιτιστικού αγαθού, ως φορέα της κληρονομιάς αυτής, συμβάλλοντας στην αιτιολόγηση επιλεγμένων κριτηρίων που μπορούν να του αποδώσουν χαρακτηρισμούς εξαιρετικών επιστημονικών – τεχνολογικών – ιστορικών – αισθητικών αξιών. Παράλληλα, μπορεί να λειτουργήσει ως κριτήριο επιλογής μιας ξεχωριστής ερμηνείας με ποικίλα στάδια, τα οποία θα φανερώνονται μέσω της εκθεσιακής διαπραγμάτευσης του υλικού και άυλου, ενσωματώνοντας ποικίλα ερμηνευτικά μέσα και τεχνικές, όπως οι ψηφιακές αφηγήσεις και οι διαδραστικές εφαρμογές, που περιγράφονται παρακάτω.

1.3. Η ένταξη των νέων τεχνολογιών στο μουσειακό περιβάλλον

Σε αυτό το σημείο, είναι απαραίτητο να εξετασθεί η ενσωμάτωση των νέων τεχνολογιών στο μουσειακό περιβάλλον, μέσα από μία πολύ σύντομη ιστορική αναδρομή, την παράθεση πλεονεκτημάτων και προκλήσεων αυτών, αλλά και την ανάλυση των παραγόντων που επηρεάζουν την επιτυχή ένταξη τους σε μία εκθεσιακή πρακτική, ειδικότερα αν πρόκειται για μία ερμηνευτική προσέγγιση των εκθεμάτων. Είναι βέβαια αναγκαίος και ο προσδιορισμός συγκεκριμένων κατηγοριών των νέων τεχνολογιών που σχετίζονται άμεσα με την πρόταση της πολυαισθητηριακής εμπειρίας, προς διευκόλυνση της αναγνώρισης των δυνατοτήτων που προσφέρουν, αλλά και των απαιτήσεων που μπορεί να έχουν.

Την τελευταία δεκαετία παρατηρείται ραγδαία και συνεχόμενη εξάπλωση των νέων τεχνολογιών της πληροφορίας και της επικοινωνίας σε χώρους πολιτισμού. Τα μουσεία συνδέονται με την εικόνα ενός «μοντέρνου» οργανισμού που ακολουθεί τις τεχνολογικές και κοινωνικές εξελίξεις, όπου το αντικείμενο αποτελεί φορέας επιστημονικών και άλλων πληροφοριών, ερμηνειών, μηνυμάτων και αξιών. Σε κάθε φάση του κύκλου ζωής του προσλαμβάνει διαφορετικό νόημα ανάλογα των ιστορικών, κοινωνικών, ιδεολογικών συμφραζόμενων. Τα πολιτισμικά αντικείμενα χαρακτηρίζονται από πολύμορφες πληροφορίες και σχετίζονται με ένα σύνθετο πλέγμα διασυνδέσεων, οι οποίες προσδίδουν το νόημα σε αυτά (Μούλιου & Μπούνια, 1999: 55-57). Στην ανάδειξη των παραπάνω, συμβάλλει αναμφισβήτητα η ανάπτυξη της τεχνολογίας. Τα μουσεία, ειδικότερα των επιστημών, είναι από τους πρώτους χώρους που ξεκίνησαν να εφαρμόζουν τις νέες τεχνολογίες για αυτούς τους σκοπούς.

Από το 1990, η χρήση υπολογιστών γίνεται ευρεία στα μουσεία και αρχίζουν να εμφανίζονται οι νέες τεχνολογίες¹⁰ στον εκθεσιακό χώρο. Τα μουσεία προσέδωσαν δύο ιδιότητες σε αυτές: 1) ως μέσο προσέλκυσης κοινού και 2) ως μέσο να εντάξουν το έκθεμα σε ένα πλούσιο σημασιολογικό και ερμηνευτικό πλαίσιο (Thomas, 1998 σε Γκαζή & Νικηφορίδου, 2008: 374). Στις αρχές του 2000, οι πρώτοι πειραματισμοί όσον αφορά τον σχεδιασμό και την υλοποίηση έξυπνων συσκευών αποτελούν ένα ακόμη τεχνολογικό επίτευγμα. Οι ηλεκτρονικές συσκευές χειρός, ενσωματώθηκαν στα μουσεία στην προσπάθεια στήριξης αυτόνομης περιήγησης, με παροχή πληροφοριών σε βάθος, οι οποίες προσφέρουν δυνατότητες εξατομίκευσης (επιλογές – προτιμήσεις – προσαρμογές από/προς τον χρήστη) (Marshall et al., 2016: 160). Παράλληλα, η ανάπτυξη των μέσων κοινωνικής δικτύωσης προσφέρει στα μουσεία νέους τρόπους προβολής και επικοινωνίας με το κοινό.

Οι νέες τεχνολογίες χρησιμεύουν ως βοηθητικά εργαλεία στη διοργάνωση μίας μουσειακής έκθεσης, αλλά και ως εποπτικά μέσα στην έκθεση. Προκλήσεις και ζητήματα αποτελούν: 1) το κόστος αγοράς υλικού και λογισμικού, τα οποία καθορίζονται από τις εταιρίες πληροφορικής και 2) η επίδραση στο κοινό, καθώς σε ορισμένες περιπτώσεις μπορούν να αποσπάσουν τη προσοχή (Οικονόμου, 2004: 3). Αποτελούν σύγχρονες αξιόλογες υποδομές για την ερμηνεία μίας μουσειακής έκθεσης, δημιουργώντας ευκαιρίες για το κοινό, ώστε να προχωρήσει σε πνευματική και συναισθηματική σύνδεση με τα αντικείμενα και τα νοήματα που εμπεριέχονται στα αντικείμενα. Οι νέες τεχνολογίες εντάσσονται με τέτοιο τρόπο, ώστε να αναδεικνύεται η λειτουργική σχέση μεταξύ των αντικειμένων και τα κοινά τους στοιχεία, ενώ παράλληλα διαμορφώνεται η έννοια και η αφήγηση μια ιστορίας (van Mensch, 2004). Η ερμηνευτική έκθεση¹¹ συνεπώς, θα πρέπει να τηρεί τις συλλογές σε πρώτο πλάνο και με τη χρήση τεχνολογικών μέσων να ενθαρρύνει τον επισκέπτη για συμμετοχή, να αναδεικνύει το περιεχόμενο και να κατανέμει το υλικό με δομημένο τρόπο με βάση τον καθορισμό μηνυμάτων (Black, 2009: 264-265).

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή και ένταξη των νέων τεχνολογιών είναι (Harpers Ferry Center, 1998 33-34, 40; Heritage Lottery Fund, 2013: 5-8; CEMCA, 2003: 57-59; Valls, 2013: 266-267):

¹⁰ Βλ. σελ. 20-21 αναλυτικά για τις νέες τεχνολογίες.

¹¹ Πρόκειται για μια εκθεσιακή διάταξη με οργανωμένη δομή και αντιληπτό – χωρικό πλαίσιο υλικών ή άυλων στοιχείων, που αναπτύσσονται αποτελεσματικά μέσα από την προγραμματισμένη σύνδεση αντικειμένων – εκθεμάτων και εποπτικών μέσων (κείμενα, γραφικά, πολυμέσα κ.λπ.) ώστε να δημιουργήσουν ευκαιρίες για το κοινό να προχωρήσει σε πνευματική και συναισθηματική σύνδεση με τα αντικείμενα μέσα από νοήματα (Dean, 2002).

- Το *επιθυμητό ερμηνευτικό αποτέλεσμα* και το *περιεχόμενο* του μηνύματος στο οποίο αποσκοπεί η έκθεση. Το μήνυμα, είτε απλό είτε σύνθετο, επηρεάζει την επιλογή των τεχνολογικών μέσων και αντίστροφα. Ο στόχος θα πρέπει να είναι κατάλληλος και εφικτός. Η επιλογή αρχίζει με τον *προσδιορισμό του θέματος* και της *ευρύτερης σημασίας* και των *στόχων* της έκθεσης.
- Το *περιβάλλον*, δηλαδή ο διαθέσιμος χώρος που υπάρχει, οι διαστάσεις και η διάταξη της αίθουσας, ο φωτισμός, η θέση παραθύρων και εισόδων – εξόδων, ο χώρος έξω από την επιλεγμένη αίθουσα κ.ο.κ.
- Η *σύνδεση* μεταξύ των μουσειακών αντικειμένων, της επιθυμητής ερμηνείας και της εκπαιδευτικής αποτελεσματικότητας, δηλαδή κατά πόσο θα καλύψουν τους στόχους και θα προσφέρουν καλή παρουσίαση του περιεχομένου με βάση τα χαρακτηριστικά σχεδιασμού – αισθητικής (ευχάριστες εικόνες, ομαλότητα ήχου ή βίντεο, υλικό που δεν προσβάλλει κ.ά.).
- Η *ψυχαγωγική αξία*, αν παρέχουν ευχάριστα μέσα μάθησης.
- Η *φιλικότητα προς τον χρήστη*, αν είναι ευρέως διαθέσιμα και εύκολα στη χρήση.
- Οι *διαθέσιμοι οικονομικοί και ανθρωπيني πόροι* του μουσείου. Πιο συγκεκριμένα, το κόστος του υλικού, τις ικανότητες εγκατάστασης, διαχείρισης και χρήσης από το ανθρώπινο δυναμικό ή αν θα χρειαστεί περαιτέρω εκπαίδευση ή η ανάθεση σε εξωτερικούς συνεργάτες, τις ανάγκες συντήρησης του υλικού και του λογισμικού, καθώς και περιορισμούς στη διαχείριση αυτών.
- Το *κοινό* στο οποίο απευθύνεται και το είδος των εμπειριών που θα προσφέρει σε αυτό. Επίσης, θα πρέπει να ελεγχθεί και η προσβασιμότητα των μέσων από τις διάφορες ομάδες επισκεπτών (παιδιών, ηλικιωμένων, Α.μ.Ε.Α., μειονότητες, τουρίστες κλπ.).

Οι κατηγορίες των νέων τεχνολογιών που εντάσσονται στο εκθεσιακό ερμηνευτικό πλαίσιο μπορούν να ποικίλουν με βάση το επιθυμητό ερμηνευτικό αποτέλεσμα, το είδος του μέσου που μπορούν να προσφέρουν και αναλόγως με τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους, ξεκινώντας από τα πιο συμβατικά και καθιερωμένα, όπως βίντεο και καταλήγοντας με τις πιο σύγχρονες τεχνολογίες, όπως εικονική πραγματικότητα. Οι πιο σύνηθες μορφές νέων τεχνολογιών που συναντώνται σε μουσειακές εκθέσεις και που θα αξιοποιηθούν στην συγκεκριμένη πρόταση περιγράφονται συνοπτικά παρακάτω:

Πολυμέσα: ορίζεται η ενσωμάτωση των πολλαπλών μορφών μέσων, που περιλαμβάνει κείμενο, εικόνα, γραφικά, ήχο, βίντεο, διαδραστική τεχνολογία, κ.λπ. Τα μέσα μπορούν να διαχωριστούν σε δύο γενικές κατηγορίες: στατικά (κείμενο και γραφικά) και δυναμικά (κινούμενη εικόνα, ήχος, βίντεο) (Schär, Zuberbühler & Krueger, 2000: 1-2). Λόγω των έμφυτων δυναμικών αισθητηρίων και ατμοσφαιρικών χαρακτηριστικών, υποστηρίζουν και συμπληρώνουν την παρουσίαση και την αλληλεπίδραση με τρόπους που τα αντικείμενα από μόνα τους δε επιτυγχάνουν (Καγιάφας, 2007: 76; Choudary et al., 2010: 27-28).

Κινητή Τεχνολογία: μπορούν να θεωρηθούν τα κινητά τηλέφωνα ή smartphones, tablets, iPads, λοιπές φορητές συσκευές/ τσέπης. Οι εφαρμογές κινητών τηλεφώνων που χρησιμοποιούνται τα τελευταία χρόνια σε μουσεία και αρχαιολογικούς χώρους αξιοποιούν την εξέλιξη της τεχνολογίας των κινητών τελευταίας γενιάς (Damala, 2009: 37; Harper, 2003: 4-5). Οι δυνατότητες είναι ποικίλες και πολυάριθμες. Τα ερμηνευτικά σημεία εκθέσεων στα οποία χρησιμεύουν είναι μεταξύ άλλων¹² οι ηχητικές ξεναγήσεις και οι ψηφιακές

¹² Κείμενο, ήχος και βίντεο, με δυνατότητα μεγάλης χωρητικότητας, χωρίς ανάγκη δαπανών για εξοπλισμό και με σύνδεση σε δημοφιλείς ιστότοπους υπηρεσιών βίντεο και ήχου (π.χ. YouTube), Διαδίκτυο και κοινωνικά δίκτυα. Παιχνίδια, με μορφές κουίζ ή κινήγι θησαυρού, ανά έναν ή πολλούς παίκτες, εφαρμογές

αφηγήσεις (digital storytelling) και θεωρούνται ως εναλλακτικές λύσεις για τους «συμβατικούς» οδηγούς (audio-guides, PDAs) που χρησιμοποιούνταν μέχρι πρόσφατα (Damala, 2009: 39-48; Fisher, & Moses, 2013).

Διαδραστική Τεχνολογία: συγκαταλέγονται ηλεκτρονικοί υπολογιστές ή διαδραστικά τραπέζια, τα οποία ενσωματώνουν συστήματα εισόδου-εξόδου, χρησιμοποιώντας οριζόντια επιφάνεια απεικόνισης. Τα αντικείμενα αναδεικνύονται μέσω απεικονίσεων σε συστήματα διεπαφών (user interface), που ενεργοποιούνται από σημεία πολλαπλής αφής (multitouch), προσφέροντας ταχύτητα, αξιοπιστία και τεχνολογική αορατότητα (technological invisibility). Περιέχουν οπτικές και περιγραφικές πληροφορίες σε μορφή ψηφιακού αρχείου σχετικά με τα πραγματικά αντικείμενα, ωστόσο η ένταξη τους απαιτεί προσοχή ώστε να μην τα «υποβαθμίζουν» (Dysert, Rankin & Wagner, 2018: 42-44; Hinrichs & Carpendale, 2011: 3023). Αυτό επιτυγχάνεται εάν προσδιορίσουν το αντικείμενο μέσω ενός συμβόλου, μιας ιδέας ή αλληγορίας, διευκολύνοντας την παρακολούθηση του περιεχόμενου που παρουσιάζεται (Lehn, Heath, & Hindmarsh, 2001: 190-191).

Τα αστεροσκοπεία παγκοσμίως, εκτός από φορείς μετάδοσης της κληρονομιάς της αστρονομίας, αποτελούν επίσης μαθησιακά περιβάλλοντα της σύγχρονης επιστήμης, τα οποία και αυτά με τη σειρά τους κατευθύνθηκαν στη χρήση ερμηνευτικών μέσων σε μεγάλο ή μικρό βαθμό, ωφελώντας την άτυπη εκπαίδευση¹³. Αυτό συνέβη με την ένταξη των νέων τεχνολογιών στη σύγχρονη καθημερινότητα (προσωπικοί υπολογιστές, εφαρμογές κινητών κ.ά.) και ιδιαίτερα με την ενσωμάτωσή τους σε σχολεία, μουσεία και άλλους μορφωτικούς οργανισμούς ως εκπαιδευτικά εργαλεία. Είναι σαφές λοιπόν, πως τα μουσεία επιστημών και τα αστεροσκοπεία, αξιοποιούν την ανάπτυξη και χρήση τεχνολογικών εφαρμογών που «αμφισβητούν» και «προκαλούν» τις παραδοσιακές αντιλήψεις της ερμηνείας γύρω από την επιστήμη αναδεικνύοντας τα αντικείμενα και την άυλη πολιτιστική κληρονομιά πίσω από αυτά.

(applications), χρήση GPS - wayfinding, Wi-Fi Geolocalization, επικοινωνία κοντινού πεδίου (NFC), κωδικοί QR, επαυξημένη πραγματικότητα (augmented reality) κ.ο.κ.

¹³ Ενδεικτικά παρατίθενται επιλεγμένες εκθέσεις από αστεροσκοπεία του εξωτερικού, όπου χρησιμοποιούν συνδυασμό διαφόρων μέσων για την μουσειακή ερμηνεία. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε μέσα από την αναζήτηση στο Διαδίκτυο. Παραδείγματα χρήσης διαδραστικών τεχνολογιών: Στο Greenwich Royal Observatory, Ηνωμένο Βασίλειο, στην έκθεση Domes of Discovery αξιοποιούνται έξι διαδραστικά εκθέματα αστρονομίας, π.χ. τεχνολογία για τους αστερισμούς, όπου οι χρήστες ασκούν απλές κινήσεις με το χέρι. Πηγή: <https://www.the-observatory.org/domes-of-discovery>. Στην έκθεση The Forces Exhibition, χρησιμοποιούνται ειδικά διαδραστικά εκθέματα για έννοιες όπως βαρύτητα, μαγνητισμός κ.ά. Πηγή: <https://www.the-observatory.org/forces-exhibits> Στην έκθεση Weller Astronomy Galleries, υπάρχει αίθουσα με διαδραστικά εκθέματα και μεγάλη διαδραστική επιφάνεια για την εξερεύνηση του διαστήματος. Πηγή: <https://www.rmg.co.uk/see-do/we-recommend/attractions/explore-free-astronomy-centre-galleries> | Στο Blackrock Castle Observatory, Ιρλανδία, στην έκθεση Cosmos at the Castle, αξιοποιούνται διαδραστικά hands-on πειράματα για βασικές έννοιες της Φυσικής (The SFI Discover Zone) και ένα παιχνίδι δράσης εικονικής πραγματικότητας (The Comet Chaser). Πηγή: <https://www.bco.ie/whats-here/cosmos-at-the-castle/> | Στο Tartu Observatory, Εσθονία στις εκθέσεις The Eastern Hall και The Clock Room υπάρχουν διαδραστικά τραπέζια. Πηγή: <https://www.tahetorn.ut.ee/en/content/exhibitions> | Στο Griffith Park Observatory, Ηνωμένες Πολιτείες, οι εκθέσεις Ahmanson Hall of the Sky και Wilder Hall of the Eye χρησιμοποιούν ποικίλα ψηφιακά μέσα, όπως διαδραστικοί υπολογιστές οθόνες – οπτικοακουστικό υλικό και η έκθεση Edge Of Space, επιτρέπει την αφή σε κομμάτι από μετεωρίτη και ορυκτά από την Σελήνη και τον πλανήτη Άρη. Πηγή: <http://griffithobservatory.org/exhibits/exhibitmap.html> | Στο Lowell Observatory, Ηνωμένες Πολιτείες, στην έκθεση Pluto at 85: From Discovery to New Horizons, εντάσσεται ειδική κατασκευή διαδραστικής σφαίρας, που δείχνει τις πιο πρόσφατες εικόνες του Πλούτωνα. Πηγή: <https://lowell.edu/new-pluto-exhibit-at-lowell-observatory/> | Στο Carter Observatory, Νέα Ζηλανδία, στην έκθεση Space Place υιοθετείται διαδραστικό τραπέζι με τίτλο «do-it-yourself Black Hole» και κομμάτια από αστεροειδείς που μπορούν να αγγίζουν οι επισκέπτες. Πηγή: <https://www.museumswellington.org.nz/space-place/>

Όπως γίνεται αντιληπτό από την εξέταση των νέων τεχνολογιών, η απόκτηση ελέγχου από τον επισκέπτη, αποτελεί κύριο χαρακτηριστικό τους. Είναι αναγκαίο να δίνεται εξίσου έμφαση στη χρήση των εφαρμογών, επιτρέποντας υψηλό βαθμό εξατομικευμένης εμπειρίας και προσωπικής ερμηνείας. Σκοπός λοιπόν, είναι να «υπερβαίνουν την απλή παροχή πληροφοριών και να αποκαλύπτουν βαθύτερα νοήματα» (Beck & Cable, 2002: 44-46, 48; Dean, 2002: 134-135). Οι τάσεις αυτές ανοίγουν παράλληλα, νέους ορίζοντες στην προστασία, ανάδειξη και ερμηνεία της άυλης πολιτιστικής κληρονομιάς.

Η ένταξη της ψηφιακής αφήγησης ιστοριών μέσα από την εφαρμογή στο Μουσείο, πιθανόν θα ενθαρρύνει μια οικεία, ζωντανή και βιωματική ατμόσφαιρα, παρέχοντας τη δυνατότητα αύξησης της επαφής με τα εκθέματα (προσωπικής νοηματοδότησης), ώστε να σχηματίσουν τη δική τους πνευματική και συναισθηματική σύνδεση με την συλλογή ή ένα συγκεκριμένο αντικείμενο. Παράλληλα, θα εξασφαλίσει την παρότρυνση για αλληλεπίδραση με τις συνοδευτικές απτές διαδράσεις της συνολικής εμπειρίας, σύμφωνα με τις ποικίλες δυνατότητες που προσφέρουν, με βάση όσων προαναφέρθηκαν σχετικά με τις νέες τεχνολογίες.

1.4. Ο ρόλος των νέων τεχνολογιών στην ανάδειξη της άυλης πολιτιστικής κληρονομιάς

Οι πιο σύγχρονες τάσεις που αφορούν την ανάδειξη της άυλης πολιτιστικής κληρονομιάς (ΑΠΚ) και της σύγχρονης πολιτιστικής δραστηριότητας επικεντρώνονται στη χρήση νέων τεχνολογιών. Στο σημείο αυτό της εργασίας, αναφέρεται η σημασία και ο ρόλος αυτών στην συνολικότερη διαχείριση της ΑΠΚ, όπου τα τεχνολογικά μέσα καθιστούν τις βασικές εργασίες (ταξινόμηση, έκθεση, συντήρηση κ.ά.) πιο αποτελεσματικές και γρήγορες. Παρέχουν επίσης, δυναμικούς τρόπους μάθησης και ψυχαγωγίας με κύριο χαρακτηριστικό την προσαρμοστικότητα, καλύπτοντας τις διαφορετικές ανάγκες των επισκεπτών. Παράλληλα εξετάζονται και οι κίνδυνοι «επισκίασης» της ΑΠΚ, αν και μέσα από την παράθεση παραμέτρων και ιδιαίτερων προσεγγίσεων ορθής ένταξης τους, αυτό το ζήτημα μπορεί να λυθεί εύκολα. Τέλος, επισημαίνεται η αξιοποίηση τους, τόσο στη ψηφιακή διατήρηση της ΑΠΚ, όσο και στην ερμηνευτική προσέγγιση, με ιδιαίτερη έμφαση στην μουσειοπαιδαγωγική.

Αν και η τεχνολογία δεν πρέπει να αντικαθιστά την ανθρώπινη αλληλεπίδραση, ανοίγονται «νέα παράθυρα» στην ανάπτυξη μαθησιακών δραστηριοτήτων γύρω από τον άυλο πολιτισμό. Υπό αυτή την έννοια, η τεχνολογία μπορεί να βοηθήσει στη διατήρηση της γνώσης του παρελθόντος και να επιτρέψει τη μετάδοσή της στις μελλοντικές γενιές, με βάση το ζητούμενο της ΑΠΚ (Alivizatos-Barakou et al., 2017: 152-153). Οι δύο κυριότεροι λόγοι ένταξης των τεχνολογιών είναι η επέκταση του κοινού μέσω της προσέλευσης όλο και περισσότερων επισκεπτών και η βελτίωση του τρόπου ερμηνείας και έρευνας από την πλευρά του μουσείου (Spencer, 1998: 495). Το πρώτο αποσκοπεί στην αύξηση των εσόδων ή στην αιτιολόγηση χορηγήσεων και το δεύτερο αφορά τα τεχνολογικά μέσα ως ισχυρά εργαλεία επικοινωνίας και ερμηνειών της ιστορίας, των συλλογών και της κληρονομιάς.

Οι εφαρμογές, οι ιστοσελίδες και άλλες δυνατότητες που προσφέρουν οι τεχνολογίες, οφείλουν να σέβονται την αυθεντικότητα των μνημείων. Για αυτό και δίνεται έμφαση στο περιεχόμενο, όπου αποφεύγεται η ανακριβής και ακατάλληλη νοηματοδότηση, και προβάλλεται η σημασία, οι αξίες κ.ά. Ιδιαίτερη σημασία πρέπει να δίνεται στο να αποφεύγεται η υπερβολική χρήση («συνωστισμός») των ερμηνευτικών μέσων σε ένα χώρο. Θα πρέπει να είναι ορθώς ενταγμένες στο εκθεσιακό περιβάλλον και να ταιριάζουν στον χαρακτήρα και στο περιεχόμενο της ΑΠΚ (Μικελάκης, 2016). Η χρήση αυτών θα πρέπει να εξυπηρετεί τους εκθεσιακούς στόχους και συνεπώς την αποστολή του μουσείου.

Με αφετηρία της συλλογής ενός μουσείου και κατ' επέκταση την διαχείριση της ΑΠΚ, ο ρόλος των νέων τεχνολογιών είναι εμφανής από τις ενέργειες διαχείρισης και διαφύλαξης ως τις δράσεις επικοινωνίας, στις οποίες η παροχή γνώσεων προς το κοινό αποκτά μια «άλλη διάσταση». Με βάση τις δυνατότητες στην χρήση τους οι εφαρμογές μπορούν να (Καραχάλης, 2010; Μπούνια, 2004: 18-19):

- Εξασφαλίσουν στο προσωπικό ευχέρεια διαχείρισης του υλικού και άυλου περιεχομένου με ολοκληρωμένη τεκμηρίωση.
- Αυξάνουν την προσφερόμενη πληροφορία. Ειδικότερα εξασφαλίζοντας την πρόσβαση σε αντικείμενα που δεν εκτίθενται και σε πληροφορίες που δεν φαίνονται.
- Λειτουργούν ως πηγές πληροφόρησης με συμμετοχή σε δίκτυα τοπικής, εθνικής ή παγκόσμιας εμβέλειας. Επιπλέον μπορούν να παρέχουν γνώση εκτός του μουσειακού χώρου, π.χ. με την δυνατότητα κινητών εφαρμογών, Διαδικτύου κ.ά.
- Λειτουργούν ως στοιχεία «τοπικής ταυτότητας», με πρωταρχικό παράγοντα το κοινό. Προσφέρουν στον επισκέπτη μια «εμπειρία» ή ένα «γεγονός», όπως επιτάσσουν οι σύγχρονες τάσεις, αποκρίνοντας στις διαφορετικές ανάγκες τους.
- Αποτελούν στοιχεία βιώσιμης τοπικής και τουριστικής ανάπτυξης καθώς διευκολύνουν την διάσωση και διάδοση της ΑΠΚ, ειδικότερα μέσα από εργασίες ψηφιοποίησης.

Τα τεχνολογικά μέσα δεν θα πρέπει να είναι ο μοναδικός τρόπος παρουσίασης και ανάδειξης της ΑΠΚ, που χρησιμοποιείται στα μουσεία. Ο εστιακός στόχος της εμπειρίας, οι ιδέες ως μέρος της αποστολής του ιδρύματος, τα αντικείμενα και ο επισκέπτης αποτελούν επίσης σημεία αναφοράς (Οικονόμου, 2006). Η ανθρωποκεντρική προσέγγιση είναι το κύριο μέλημα στην ερμηνεία της ΑΠΚ, επομένως κατά τον σχεδιασμό εφαρμογών τεχνολογιών θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι ανάγκες του κοινού και οι προτιμήσεις τους, ώστε να εξασφαλισθεί η συμμετοχικότητα και το πολιτιστικό ενδιαφέρον (Στεφανίδης & Γραμμένος, 2007: 112-113). Η ταυτοποίηση των κατάλληλων κριτηρίων για αξιολόγηση είναι ζωτικής σημασίας. Αν και εξαρτώνται από την έκταση, το σκοπό και τους στόχους της έκθεσης, είναι σημαντικός ο συνδυασμός των εξής κριτηρίων αξιολόγησης (Εconoμου, 1998: 185), ώστε να αποφευχθούν αστοχίες και προβλήματα νοσηματοδότησης – ερμηνείας της ΑΠΚ:

- Η διεπαφή χρήστη και η συνολική παρουσίαση.
- Η δομή και οι δυνατότητες πλοήγησης.
- Ο προγραμματισμός.
- Το περιεχόμενο.
- Η συνολική εντύπωση και η επίδραση στους επισκέπτες.

Πριν την τελική ένταξη των τεχνολογιών στις εκθέσεις, είναι απαραίτητη η μελέτη των δυνατοτήτων και περιορισμών τους, όπως επίσης και των εγγενών μηνυμάτων των αντικειμένων, ώστε να αναδεικνύονται τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους, καθώς και το συνολικό κυρίαρχο θέμα. Ο προσεκτικός σχεδιασμός περιορίζει τα πιθανά λάθη σε αισθητικό και οικονομικό επίπεδο που μπορούν να οδηγήσουν σε αγνόηση εκθεμάτων, απαρατήρητα μέσα και αποτυχία μετάδοσης της επιθυμητής ιστορίας – ερμηνείας. Οι νέες τεχνολογίες είναι ιδιαίτερα χρήσιμες σε περίπτωση που τα αυθεντικά εκθέματα διεγείρουν τόσο την περιέργεια και το ενδιαφέρον του επισκέπτη, ώστε να επιθυμεί την αναζήτηση περαιτέρω πληροφοριών (Wessel & Mayr, 2007: 33-34). Το περιεχόμενο είναι από τα πιο σημαντικά θέματα στη χρήση των νέων τεχνολογιών. Είναι σημαντικό να δοθούν στοιχεία που δεν είναι ορατά και προφανή από το φυσικό περιβάλλον της έκθεσης.

Χρησιμοποιώντας διαφορετικούς τρόπους ενίσχυσης της ερμηνείας και της επιρροής της έκθεσης σε όλα τα επίπεδα, οδηγώντας σε προτροπή μάθησης, ζωντανών εμπειριών και αύξηση του ενδιαφέροντος (Smith, 2009).

1.4.1. Προσεγγίσεις στην διαχείριση και ανάδειξη της άυλης πολιτιστικής κληρονομιάς

Η ανάδειξη και η μετάδοση της ΑΠΚ έχει αναμφισβήτητη κοινωνική σημασία και λόγω του άυλου χαρακτήρα της χρειάζεται κατάλληλες μεθοδολογίες, τεχνολογίες και εργαλεία για την επεξεργασία της. Απαιτείται ιδιαίτερη προσέγγιση, καθώς η αναζήτηση του μηνύματος και του νοήματος των μνημείων και των αξιών τους γύρω από τα κοινωνικά έθιμα, τις γνώσεις ή τις πεποιθήσεις, γίνεται ολοένα και περισσότερο ύψιστης σημασίας. Είναι απαραίτητο να προσδιοριστούν οι δράσεις που μπορούν να συμβάλλουν στην διαφύλαξη και διάδοση της.

Στις διατάξεις του άρθρου 14 της σύμβασης της UNESCO (2003), διαφαίνονται πρακτικές προσεγγίσεων για την ερμηνεία και την μετάδοση της. Παρά την αναγνώριση της UNESCO ότι η ΑΠΚ βρίσκεται σε διαρκή αλλαγή και εξέλιξη, η θεσμοθέτηση της «ζωντανής κουλτούρας» μέσω κρατικών προγραμμάτων, αρχείων και ηχογραφήσεων θα μπορούσε ενδεχομένως να την «παγώσει» στο χώρο και το χρόνο. Ως εκ τούτου, η συμμετοχή των κοινοτήτων που ασκούν πρακτικές της άυλης πολιτιστικής κληρονομιάς αναγνωρίστηκε ως θεμελιώδης αρχή και ως ένας τρόπος εξασφάλισης της βιωσιμότητας της (Severo, 2015: 408). Τα ερωτήματα που τίθενται είναι: *ποιες είναι οι ιδιαιτερότητες της ΑΠΚ και με ποιους τρόπους γίνεται μία προσεγγισμένη και ολοκληρωμένη προσέγγιση στην διαχείριση της;*

Η έννοια της ΑΠΚ είναι αρκετά ιδιαίτερη και περιεκτική. Δεν επικεντρώνεται σε μεμονωμένα στοιχεία, όπως ο χορός ή η διατροφή, αλλά σε ευρύτερες πρακτικές. Θεωρείται κατά συνέπεια, ως μία διαδικασία σε συνεχή εξέλιξη που δεν μπορεί να διαχωριστεί τόσο από τον «υλικό πολιτισμό» όσο και από το «ζωντανό πολιτισμό» (Alivizatos, 2008: 50-51). Δεν πρέπει να αντιμετωπίζεται λοιπόν μεμονωμένα, καθώς δεν αφορά μόνο την χειροτεχνία και τις τεχνικές, αλλά περιστρέφεται γύρω από τις ζωές των ανθρώπων. Αλληλένδετες και αντιπαραβαλλόμενες έννοιες, όπως «παράδοση» ή «αλλαγή», «σχετικισμός» ή «καθολικότητα», πλαισιώνουν τα χαρακτηριστικά της.

Η διατήρηση, η ερμηνεία και η διάδοση της απαιτούν μια τριπλή προσέγγιση με τα εξής γνωρίσματα (Bouchenaki, 2003: 4):

- **Ολιστική προσέγγιση:** η ένταξη της απτής – υλικής κληρονομιάς στο ευρύτερο πλαίσιο της (άυλη), όπου δίνεται βαρύτητα στις πνευματικές, πολιτικές και κοινωνικές της αξίες.
- **Μεταβλητή προσέγγιση:** η μετάφραση της ΑΠΚ σε "υλικότητα", όπου υλικός και άυλος πολιτισμός είναι αλληλένδετα και έχουν βαθιά διασύνδεση.
- **Ενισχυτική προσέγγιση:** η υποστήριξη των επαγγελματιών και της μετάδοσης δεξιοτήτων και γνώσεων.

Τα παραπάνω συμπληρώνει και μία «τέταρτη», η **ερμηνευτική προσέγγιση** στο κομμάτι επικοινωνίας του άυλου πολιτισμού. Στην ανάγνωση των μηνυμάτων των αγαθών, καταλυτικό ρόλο διαδραματίζει η γλωσσολογική στροφή. Το μοντέλο του Hodder (1982 σε Γιαλούρη, 2012: 24-25) περιλαμβάνει δύο στάδια αναφοράς: 1) το περιβάλλον και τη συμπεριφορά της δράσης και 2) τα «δίκτυα» των συσχετίσεων. Το σχήμα αυτό αναδεικνύει τη «σημαίνουσα» και «συμβολική» διάσταση του άυλου πάνω στον υλικό κόσμο, όπου «τα υλικά αντικείμενα δεν μπορούν να διαβαστούν μεμονωμένα, παρά μόνο ενταγμένα στο άυλο συγκειμενικό τους».

Όσον αφορά τις σύγχρονες μουσειολογικές προσεγγίσεις, η ΑΠΚ είναι άμεσα συνυφασμένη με την ιδέα της «αυτοδιάθεσης». Με άλλα λόγια, αφορά την ενσωμάτωση των παραδοσιακών συστημάτων γνώσης στις δράσεις και στις πρακτικές των μουσείων, όπως η διατήρηση και η ερμηνεία των συλλογών και η επικοινωνία αυτών (Alivizatos, 2008: 51). Κατά συνέπεια, θεωρείται ως ένα πνευματικό πλαίσιο, από το οποίο μπορούν να προβληθούν νέοι ρόλοι για τα μουσεία και τους φορείς πολιτισμού. Κεντρικό στοιχείο μελετών είναι η συμμετοχικότητα μέσα από τις σχέσεις αλληλεπιδράσεων μουσείων και διαφορετικών κοινοτήτων. Το μουσείο οραματίζεται ως δημόσιος χώρος όπου διαμοιράζονται ιδέες και έρχονται οι άνθρωποι πιο κοντά, μέσα από τον αμφίδρομο διάλογο, παρά μιας μονοδιάστατης και μονόπλευρης διάδοσης της γνώσης (Alivizatos, 2012: 190-192).

Ο τρόπος παρουσίασης και ερμηνείας της ΑΠΚ της αστρονομίας αποτελεί μία πρόκληση για τους ερμηνευτές – επιμελητές των εκθέσεων. Ιδιαίτερα στην περίπτωση που η Σύμβαση της UNESCO (2003) την ορίζει ως «γνώσεις και πρακτικές που αφορούν τη φύση και το σύμπαν». *Πώς υλοποιείται η επεξήγηση ιδεών που συνδέονται άρρηκτα με την έννοια της, ενώ παράλληλα χρησιμοποιείται γλώσσα που επιτρέπει στο κοινό να αλληλεπιδράσει ενεργά και κριτικά με αυτό που του παρουσιάζεται;* Την λύση σε αυτό το ζήτημα δίνουν οι απαντήσεις σε επιμέρους ερωτήματα που προκύπτουν κατά την διαχείριση της γενικότερα (Borges, & Botelho, 2008: 61-62):

- **Πώς;** δηλαδή ο τρόπος εξήγησης για κάτι που είναι εγγενώς άυλο.
- **Τί;** δηλαδή το είδος των πόρων και των μέσων που χρησιμοποιούνται.
- **Σε ποιούς;** δηλαδή η επιλογή, η σύλληψη και η παρουσίαση των αφηρημένων και πνευματικών εννοιών απευθύνεται πάντα σε ένα διαφορετικό κοινό (διαφορές σε κοινωνικό – εκπαιδευτικό υπόβαθρο, ηλικίες κ.ο.κ.).

Λόγω της διεθνούς ανταλλαγής απόψεων και εμπειριών, όσον αφορά την προστασία, διαφύλαξη, μετάδοση και ερμηνεία της ΑΠΚ γίνεται αντιληπτό, πως η αναγνώριση των αξιών της θα διαμορφώσει την περαιτέρω ανάπτυξη και εφαρμογή των νέων τεχνολογιών σε μουσεία και συναφή ιδρύματα. Επομένως, η διαδραστικότητα και η ενεργοποίηση του χρήστη σε διανοητικό, συναισθηματικό και κοινωνικό επίπεδο αποτελεί κεντρικό κριτήριο εισαγωγής των ψηφιακών εφαρμογών στην μουσειοπαιδαγωγική. Σε αυτό το πλαίσιο οι εφαρμογές θα πρέπει να (Νικονάνου & Μπούνια, 2012: 630):

- Βασίζονται στην κονστρουκτιβιστική προσέγγιση.
- Αξιοποιούν τις δυνατότητες της διαδραστικότητας για την ενθάρρυνση ενεργητικής προσέγγισης των περιεχομένων της εφαρμογής και τον εμπλουτισμό της ερμηνείας και τις παιδαγωγικές αξίες των αντικειμένων.
- Συνυπολογίζουν τον καθοριστικό ρόλο που παίζει η κοινωνική διάσταση της εκπαιδευτικής διαδικασίας στη διαμόρφωση της εμπειρίας του επισκέπτη.
- Προάγουν διαδικασίες «συνάντησης» του χρήστη με το μουσειακό έκθεμα.

Κλείνοντας το πρώτο κεφάλαιο, ίσως διαφαίνεται το γεγονός ότι οι δυνατότητες που μπορεί να παρέχουν στους επισκέπτες η εφαρμογή και οι απτές διαδράσεις της πρότασης αφορούν την επιλογή περιεχομένου και τη δημιουργία δικών τους ατομικών διαδρομών. Σημείο προσοχής βέβαια στην διατύπωση του περιεχομένου, στη χρήση πολυμέσων και άλλων στοιχείων είναι ότι η παρουσία τους θα πρέπει να είναι *δευτερεύουσα* και *περιορισμένη*. Η σύνδεση με την εφαρμογή αφήγησης και τις απτές διαδράσεις δεν θα πρέπει να διακόπτει με κανένα τρόπο την επαφή του επισκέπτη με το αρχικό μουσειακό περιβάλλον και τα εκθέματα του.

Κεφάλαιο 2. Η μουσειακή εμπειρία και η ενεργή μάθηση μέσω διαδραστικών και αισθητήριων στοιχείων

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο πραγματοποιείται η ανάλυση του μουσειακού περιβάλλοντος ως χώρου δημιουργίας μοναδικών εμπειριών συμμετοχικής και ενεργής μάθησης, με έμφαση σε μουσεία επιστημών, ως τον συνηθέστερο τύπο μουσείων, όπου συναντώνται συχνά δράσεις με διαδραστικές και αισθητηριακές εφαρμογές κατά την διαδικασία της άτυπης εκπαίδευσης. Στην συνέχεια, παρατίθενται απόψεις και θεωρίες γύρω από την μελέτη των αισθήσεων και των ρόλων τους στην κατανόηση γεγονότων, μέσα από την δημιουργία μουσειακών εμπειριών που μπορούν να προσφέρουν «αυξημένη» πρόσβαση στο περιεχόμενο των συλλογών και μια πιο βαθύτερη και συνεκτική κατανόηση των πληροφοριών και νοημάτων, ειδικότερα μέσα από την αίσθηση της αφής.

Στις περισσότερες σύγχρονες κοινωνίες, τα μουσεία αποτελούν μια μεγάλη δημόσια επένδυση. Πρόκειται ουσιαστικά για «θεμελιώδη και απαραίτητα εκπαιδευτικά ιδρύματα, όπου ο ρόλος τους περιλαμβάνει την κοινωνική συμμετοχή και την ενεργή δράση» (Hein, 2005). Η βάση των μουσείων είναι οι συλλογές τους. Ανεξαρτήτως τυπολογίας ή θέματος, συλλέγουν και συντηρούν πρωτότυπα αντικείμενα (κομμάτια του υλικού και άυλου πολιτισμού) και επικοινωνούν τις πληροφορίες και τις γνώσεις σχετικά με αυτά σε ένα κοινό, κυρίως μέσα από τη διοργάνωση εκθέσεων. Οι εκθέσεις λοιπόν είναι η συχνότερη μορφή επικοινωνίας μεταξύ μουσείου και κοινού, όπου οι λειτουργίες τους μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε *κοινωνικές, συγκινησιακές και γνωσιακές* (Μπούνια, 2004: 1).

Στο μουσειακό περιβάλλον, η μάθηση βασίζεται σε πραγματικά αντικείμενα – έργα τέχνης, ιστορικά τεκμήρια, επιστημονικά είδη κ.ά. Σκοπός της έκθεσης είναι η διανοητική πρόσβαση στα αντικείμενα, άρα μία έκθεση έχει επιμέρους μορφωτικούς στόχους. Οι διαδικασίες μάθησης μέσα στο μουσείο προάγουν το μοντέλο της ανοικτής και δια βίου εκπαίδευσης, το οποίο βασίζεται στην επικοινωνία πομπού και δέκτη. Στη θέση του πομπού βρίσκονται οι μουσειολόγοι – επιμελητές και στη θέση του δέκτη βρίσκεται το κοινό. Η επικοινωνία αυτή μπορεί να είναι μονόπλευρη και ασύμμετρη σε μία παραδοσιακή διδακτική έκθεση, αλλά μπορεί να είναι πολύπλευρη έως αμφίδρομη σε μία σύγχρονη συμμετοχική έκθεση (Νικονάνου, 2006: 165-167).

Η τελευταία επιτυγχάνεται με την χρήση ποικίλων ερμηνευτικών μέσων, που στοχεύουν στην επαφή του επισκέπτη με τα εκθέματα και αξιοποιούν διάφορες παιδαγωγικές προσεγγίσεις. Η αξία της μάθησης της επιστήμης σε ένα ανεπίσημο πλαίσιο επισημάνθηκε από έρευνες (Rennie & McClafferty, 1995: 10). Η ανάδειξη της μπορεί να διεκπεραιωθεί μέσα από ερωτήσεις, πρακτικές προσεγγίσεις και πειράματα, που αποσκοπούν στην κατάλληλη εννοιολογική προσαρμογή της για το ευρύ κοινό. Προτείνεται συνήθως, στο επιστημονικό περιεχόμενο να μειώνεται ο formalism και να αποκαλύπτεται η ολοκληρωτική και αλληλοεξαρτώμενη φύση των ανθρώπινων επιτευγμάτων (Allchin, 2013).

Πώς ωστόσο, ο εκπαιδευτικός ρόλος του μουσείου σχετίζεται με τη χρήση διαδραστικών και αισθητήριων στοιχείων σε εκθέσεις; Αν ληφθεί υπόψη ο τρόπος με τον οποίο μαθαίνουν και κατασκευάζουν νοήματα οι άνθρωποι, τότε τα μουσεία διαμέσου των αισθητηριακών στοιχείων μπορούν να προσφέρουν τις ακόλουθες εκπαιδευτικές δυνατότητες: διάλεξη και κείμενο, μάθηση μέσω ανακάλυψης, έρευνα και επίλυση προβλημάτων, ενθάρρυνση ερωτήσεων – απαντήσεων, παρακίνηση για ενεργή – διαδραστική συμμετοχή μέσω κονστρουκτιβιστικών προσεγγίσεων (Hein, 2005: 3-4). Η εκπαίδευση μέσω των διαφόρων αισθητηριακών στοιχείων επιτυγχάνεται με τρεις κύριους τρόπους: Εικονική, η οποία που λειτουργεί μέσω των εικόνων και των εκθεμάτων, ενεργοποιώντας την οπτική αίσθηση. Συμβολική, η οποία παρουσιάζει και δημιουργεί

σύμβολα και έννοιες μέσω των κειμένων ή ακουστικών μέσων. Τέλος, η εμπειρική, η οποία πυροδοτείται μέσω της διάδρασης, της αφύπνισης των αισθήσεων και της ενεργής συμμετοχής. Η εφαρμογή αυτών προσεγγίζει κάθε είδους κοινού (Hein, 1998: 165).

Ο Dierking (1991: 5) προσδιορίζει τα δέκα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της ενεργής μάθησης στα μουσεία:

- Η αντίληψη είναι κεντρική στη διαδικασία μάθησης, όπου τα άτομα προτιμούν διαφορετικούς τρόπους όπως ανάγνωση, όραση, ακοή, αφή.
- Η μάθηση είναι ενεργή διαδικασία όπου η γνώση κατασκευάζεται και δομείται σταδιακά. Οι νέες πληροφορίες συνδέονται με προηγούμενες, ενώ διεξάγονται επίσης διαδικασίες ανάκτησης και μεταφοράς πληροφοριών.
- Η εκπαίδευση είναι τόσο γνωσιακή, όσο και αισθητηριακή.
- Επισκέπτες της ίδιας ηλικιακής ομάδας μπορεί να έχουν διαφορετικά αναπτυξιακά επίπεδα.
- Η πληροφόρηση δεν είναι πάντοτε τακτοποιημένη ή διαδοχική.
- Η εκπαίδευση επηρεάζεται έντονα από προηγούμενες γνώσεις, πεποιθήσεις και εμπειρίες.
- Η μάθηση λαμβάνει χώρα μέσα σε ένα χωρικό και κοινωνικό πλαίσιο.
- Η παρακίνηση επηρεάζει έντονα τη μάθηση, τις επιλογές σχετικά με το τι και πώς, την επιμονή σε μια εργασία ή τα κίνητρα.
- Οι άνθρωποι μαθαίνουν με διαφορετικούς τρόπους, οι οποίοι εξαρτώνται από τις αντιλήψεις ή τις προτιμήσεις τους.
- Η μνήμη είναι κεντρική στη διαδικασία μάθησης: η εισερχόμενη πληροφορία κατατάσσεται ανάλογα με τη σημασία της για τον εκπαιδευόμενο βραχυπρόθεσμα ή μακροπρόθεσμα.

Σε έναν εκθεσιακό χώρο, όπου αξιοποιούνται τα παραπάνω χαρακτηριστικά της ενεργής μάθησης, ο επισκέπτης παρακινείται να εξερευνήσει τα εκθέματα και τις επιμέρους συνοδευτικές πληροφορίες μέσα από ποικίλα θεματικά μονοπάτια και διακλαδώσεις επιλογών, σε αντίθεση με μια γραμμική πορεία όπου κυριαρχεί ο διδασκισμός. Η ανακαλυπτική μέθοδος ενθαρρύνεται, είτε από την ύπαρξη μουσειοπαιδαγωγών/ οδηγών, που εμμέσως ωθούν τον επισκέπτη στην πορεία του μέσα στον χώρο, χωρίς ωστόσο να υποδεικνύουν μία συγκεκριμένη πορεία, είτε από πρόσθετο συμβατικό ή ψηφιακό υλικό. Όπως γίνεται αντιληπτό οι δυο επικρατέστεροι τύποι μουσείου, στους οποίους βρίσκει εφαρμογή η θεωρία αυτή, είναι τα *μουσεία επιστημών* και τα *παιδικά μουσεία*. Στα πρώτα, δεν απαιτείται η γραμμική παρουσίαση προκειμένου να ερμηνευθεί ένα φαινόμενο ή να παρουσιαστεί μια ιδέα. Οι επισκέπτες μπορούν να δεχθούν θεματικά, αυτόνομα στοιχεία για την κατανόηση ενός ζητήματος ή μέρος αυτού (Φιλίππουπολίτη, 2015: 34).

Αναγνωρίζοντας συνεπώς, την σημασία της επιστήμης στην κοινωνία και επιθυμώντας να υιοθετήσουν νέες μορφές επικοινωνίας με το κοινό, τα μουσεία επιστημών πρωτοπορούν στην δημιουργία και στην εφαρμογή πιο πρακτικών (hands-on) εμπειριών μάθησης. Άρχισαν να μετατρέπονται όλο και περισσότερο σε πρακτικούς χώρους μη τυπικής εκπαίδευσης, όπου οι επισκέπτες μπορούν να διευρύνουν τις γνώσεις τους, με ενεργό συμμετοχή (για παράδειγμα διενεργώντας οι ίδιοι πειράματα) (Conn, 2006: 506-507; Griffin, 2011: 3). Χαρακτηρίζονται έτσι από τρεις πτυχές: εκτός από εκπαιδευτικοί και πολιτιστικοί χώροι, είναι πλέον και έμπρακτοι επιστημονικοί. Αυτή η πεποίθηση στην αξία της έμπρακτης μάθησης συμβαδίζει με τις εξελίξεις στην επιστήμη της παιδαγωγικής και τις νέες θεωρίες μάθησης (Gore, & Stocklmayer, 2011: 11; Friedman, 2010: 47-48).

Σε αυτή την περίπτωση, πρωταρχικός σκοπός τους είναι να διαβιβάζουν επιστημονικές και τεχνικές πληροφορίες που ικανοποιούν την ζήτηση και τις ανάγκες του κοινού, το οποίο «απαιτεί» αυτές οι πληροφορίες να είναι κατανοητές, ουσιαστικές και παράλληλα ευχάριστες – ψυχαγωγικές. Για να ανταποκριθούν στο αίτημα αυτό, τα μουσεία επιστημών, όχι μόνο αναζητούν τα κατάλληλα μέσα για την διάδοση της επιστήμης (συνήθως εκλαϊκευμένης), αλλά και τους τρόπους προσέλευσης του κοινού. Ένας ισορροπημένος συνδυασμός εκπαίδευσης και ψυχαγωγίας, είναι η βασική αρχή που διέπει τις δραστηριότητες τους (Herreman, 1986: 66-67). Για αυτό και διαφοροποιούν τους τρόπους παρουσίασής των συλλογών και την επικοινωνιακή πολιτική τους, ανάλογα με τις τοπικές ανάγκες του κοινού ή τους οικονομικούς τους πόρους.

Δεδομένου ότι η μάθηση προέρχεται από εμπειρίες στον πραγματικό – φυσικό κόσμο, οι εν λόγω φορείς πολιτισμού παρέχουν περιβάλλοντα εκπαίδευσης με μοναδικά χαρακτηριστικά, τα οποία αυξάνουν την περιέργεια, το κίνητρο και το ενδιαφέρον για την επιστήμη. Συμπληρώνουν τη μάθηση που αναπτύσσεται σε ένα τυπικό και επίσημο περιβάλλον εκπαίδευσης (όπως το σχολείο), παρέχοντας όχι μόνο άμεση επαφή με την πραγματικότητα, αλλά και ευκαιρίες να επικεντρωθεί η γνώση και η εξέλιξή της σε ένα ευρύτερο πολιτιστικό και περιβαλλοντικό πλαίσιο που ενισχύει την ενεργή μάθηση (Xanthoudaki, 2002: 6-7). Οι επισκέπτες, αν κινούνται αυτόνομα, δεν ανταποκρίνονται τόσο παθητικά σε εκθέματα και ετικέτες, παρατηρούν το άμεσο περιβάλλον, όπου επιλέγουν σε τι θα επικεντρωθούν. Πιο συγκεκριμένα βλέπουν και εξετάζουν επιλεκτικά (ορισμένες περιπτώσεις προφανώς τυχαία) τα αντικείμενα και το ερμηνευτικό υλικό (Feast, 2014: 6). Μελέτες υποδεικνύουν ωστόσο, ότι οι περισσότεροι επισκέπτες αναζητούν όλο και πιο εμπλουτισμένες διαδραστικές και συμμετοχικές εμπειρίες μάθησης, αν και δεν απαιτούν όλοι τα ίδια επίπεδα αλληλεπίδρασης (La Senna, 2010: 194). Κατά συνέπεια, θα πρέπει να βρεθούν τρόποι, ώστε ο ρόλος του επισκέπτη να είναι πιο «δραστήριος». Για παράδειγμα, η ενεργητική στάση του επισκέπτη στον εκθεσιακό χώρο των μουσείων επιστημών μπορεί να επιτευχθεί μέσω συμμετοχικών εκθεμάτων και να οδηγήσει σε μία πολυδιάστατη εκθεσιακή εμπειρία στον χώρο.

Η συμμετοχή των αισθήσεων λοιπόν, έχει μια ιδιαίτερη σημασία για την ενεργή μάθηση στα μουσεία επιστημών. Οι αλληλεπιδράσεις ομιλίας ή ακρόασης, συνοδεύονται από άλλες δράσεις, ή μέσω της αφής, της οσμής ή της γεύσης, ανάλογα με το εκθεσιακό περιεχόμενο και τους σκοπούς (Falk & Dierking, 2000: 198). Αυτός ο τύπος αισθητηριακής «δέσμευσης» συνάδει με τους διαφορετικούς τρόπους και τις θεωρίες μάθησης και συχνά ενθαρρύνει μια συναισθηματική σύνδεση με τα αντικείμενα. Προάγει την βιωματική πλευρά της σχέσης επισκεπτών – αντικειμένων, ενεργοποιώντας όσο το δυνατόν γίνεται περισσότερες αισθήσεις και την μνήμη (Smith, 2007: 117). Η ενεργητική μάθηση που λαμβάνει χώρα εν μέσου μιας μουσειακής έκθεσης είναι μοναδική, πολυδιάστατη, εμπνέοντας διανοητική και συναισθηματική ανάπτυξη σε μια πιο εξατομικευμένη και «αξέχαστη» εμπειρία για τους επισκέπτες.

Παρ' όλα αυτά, απαιτείται σίγουρα ο προσεκτικός σχεδιασμός στην δημιουργία εκθέσεων με ενεργή μάθηση και αισθητήρια στοιχεία – ερεθίσματα, όπου τα δεύτερα αξιοποιούνται καλύτερα για τη «συμπλήρωση» των συλλογών – αντικειμένων και όχι για την αντικατάστασή τους. Τα διαδραστικά εκθέματα δεν στέκονται μόνα τους, αντ' αυτού συμπληρώνουν τα εκθέματα και δημιουργούν μοναδικές εμπειρίες μάθησης με στόχο την βελτίωση της κατανόησης των αντικειμένων. Παράλληλα, τα εκθέματα δεν «μιλούν» από μόνα τους και απαιτούν ένα συμπληρωματικό – εποπτικό περιεχόμενο (Simon, 2010: 5).

Αυτό ήταν γνωστό ήδη πριν την ένταξη των νέων τεχνολογιών που επιτρέπουν στα μουσεία να ενσωματώσουν μια τόσο μεγάλη ποικιλία αισθητηριακών στοιχείων.

Είναι προφανές, ότι μεταβλητές όπως η ένταξη ψηφιακών μέσων είναι σημαντικές, αλλά εξίσου σημαντικές είναι οι προσωπικές και κοινωνικό-πολιτιστικές συνθήκες του επισκέπτη. Τέτοιες τεχνολογίες, όταν σχεδιάζονται με προσεγμένο τρόπο, έχουν τη δυνατότητα να επηρεάσουν θετικά την εμπειρία των επισκεπτών επιτρέποντας προσαρμογές και ικανοποίηση προσωπικών αναγκών – ενδιαφερόντων. Τα πολυεπίπεδα στοιχεία διαστρωμάτωσης μέσα στην εμπειρία, εμπλουτίζουν τη ποιότητα του φυσικού και νοηματικού πλαισίου (Falk & Dierking, 2008: 27-28). Γενικώς διαπιστώνεται πως η κυρίαρχη τάση στην ένταξη τεχνολογιών είναι η παροχή διαφόρων μορφών πληροφορίας και οι συνδυασμοί αυτών. Αν και το περιεχόμενο είναι πλούσιο, συνήθως ο χρήστης είναι περισσότερο καταναλωτής και πιο σπάνια συμμετέχων, όπως φαίνεται από έρευνες ανάλυσης της εργαλειακής διάστασης της τεχνολογίας (Γιαννούτσου, Μπούνια, Ρούσσου & Αβούρης, 2011: 141, 144-145). Επομένως, για να επιτευχθεί η ενεργή μάθηση είναι απαραίτητη η ένταξη αισθητήριων στοιχείων, κυρίως όσων σχετίζονται με την αφή.

Ο Abungu (1999, σε Hawkey, 2004: 37) αποσαφηνίζει τον εκσυγχρονισμένο ρόλο των μουσείων του 21^{ου} αιώνα πάνω στην ενεργή μάθηση με την εξής συνοπτική διατύπωση: «Είναι χώροι προς εξερεύνηση και χώροι μάθησης μέσω της ανακάλυψης. Τα εκθέματα δεν είναι απαραίτητο να παρέχουν όλες τις απαντήσεις, αλλά να είναι διαδραστικά και να παροτρύνουν τον επισκέπτη, ώστε να διαμορφώνει ερωτήσεις».

2.1. Η απτή αλληλεπίδραση στην μάθηση της αστρονομίας

Σημαντικό κομμάτι της ενεργής μάθησης αποτελούν οι απτές αλληλεπιδράσεις, που ερμηνεύονται ως μια πρακτική ικανή να πολλαπλασιάσει τα επίπεδα αφήγησης, να καταστήσει την εμπειρία επίσκεψης βιωματική και να δώσει υλική υπόσταση στις άυλες αξίες που ενσωματώνονται στα μουσειακά αντικείμενα. Αυτή η προσέγγιση χρησιμοποιεί την αφή ως μέσο και τρόπο που επιτρέπει στο κοινό την έμπρακτη ενέργεια, ώστε να γίνουν κατανοητές οι λειτουργίες και οι έννοιες που συνδέονται με το περιεχόμενο και αντιπροσωπεύουν τον άυλο πολιτισμό. Οι διαδράσεις με αφή εντάσσονται σε ποικίλα μέσα και στις νέες τεχνολογίες, όπου μάλιστα πρόκειται για ένα πεδίο έρευνας της Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου-Υπολογιστή (HCI), με στόχο την υπέρβαση των ορίων των υπολογιστών και της εικονικής πραγματικότητας, καθώς θεωρείται ότι «απομακρύνουν» τους ανθρώπους από τον πραγματικό κόσμο (Shaer & Hornecker, 2009: 6-7).

Στις περισσότερες περιπτώσεις τα εκθέματα σε μουσεία μπορούν να εξεταστούν μόνο από την όραση, αγνοώντας μια από τις σημαντικότερες ανθρώπινες αισθήσεις που επιτρέπουν την αλληλεπίδραση με τον κόσμο, δηλαδή την αφή. Οι ψηφιακές διεπαφές, τα ομοιώματα, η τρισδιάστατη εκτύπωση κ.ο.κ. παίζουν έναν σημαντικό ρόλο, επιτρέποντας την απτή επαφή με αντικείμενα – έννοιες που είναι «απρόσιτα/ες». Με τον χειρισμό απτών διαδράσεων, αποκαλύπτονται νέα σενάρια αλληλεπίδρασης και επικοινωνίας των εκθέσεων. Η δυνατότητα του επισκέπτη για φυσική επαφή με κάποιο έκθεμα έχει το πλεονέκτημα ότι συμπληρώνει μερικές αισθητικές πτυχές τις οποίες δεν μπορεί να αντιληφθεί η όραση από μόνη της, όπως το βάρος, την υφή, το υλικό κ.ά. (Classen 2007 σε Vaz, Fernandes & Veiga, 2018: 43).

Ποιες μπορεί να είναι οι δυνατότητες μιας απτής και δυναμικής διάδρασης για την εκμάθηση της αστρονομίας; Την απάντηση σε αυτό το ερώτημα, δίνουν έρευνες πάνω σε ζητήματα αλληλεπίδρασης της απτής διάδρασης με ερμηνευτικά μέσα και τα μαθησιακά αποτελέσματα στο εκθεσιακό περιβάλλον μουσείων. Μελέτες αποδεικνύουν ότι απτικές

εφαρμογές που διευκολύνουν την πλοήγηση και τον προσανατολισμό, τόσο στον φυσικό εκθεσιακό χώρο όσο και στο περιβάλλον της ψηφιακής διάδρασης, ελκύουν το ενδιαφέρον και εμπλουτίζουν την εμπειρία (Damala, et al, 2016a: 82). Οι διαδραστικές εγκαταστάσεις σε συνδυασμό με τα οπτικοακουστικά μέσα, μπορούν να βοηθήσουν στην επίτευξη των εκθεσιακών στόχων γύρω από δύσκολες και δυσνόητες έννοιες. Ενδεικτικά στο Museum of Astronomy, μέσα από τα διαδραστικά εκθέματα οι επισκέπτες προκλήθηκαν να αμφισβητήσουν τις υπάρχουσες προκαταλήψεις τους σχετικά με την παραδοσιακή γνώση γύρω από την κοσμολογία και τον τρόπο με τον οποίο διδάσκεται στα σχολεία (Borges & Botelho, 2008: 66, 68).

Τα απτά αντικείμενα μπορούν να λειτουργήσουν ως σημεία δράσης με διάφορους τρόπους (Shaer & Hornecker, 2009: 113):

- Είναι πόροι για την αντίληψη και την αισθητική εμπειρία, επιτρέποντας την σωματική – φυσική δέσμευση.
- Παρέχουν μέσα για τον έλεγχο και την εκτέλεση σε ένα ψηφιακό σύστημα, δηλαδή είναι πόροι για μία ψηφιακά μεσολαβούμενη δράση.
- Επιτρέπουν ένα ευρύ φάσμα ενεργειών και μπορούν να χειρισθούν ανεξάρτητα από το σύστημα, όπου αυτό τα καθιστά πόρους για χειρισμό, ειδικότερα στη χρήση της επιστημολογικής δράσης.
- Υποστηρίζουν κοινωνικές και εννοιολογικές δράσεις, καθιστώντας εύκολη την παραπομπή, μέσα από την υπόδειξη ή το άγγιγμα, πραγματοποιώντας δημόσιες ορατές δράσεις.

Παρ' όλα αυτά υπάρχουν κάποια ζητήματα που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά τον σχεδιασμό και την ένταξη τους στο μουσείο. Οι απτές εφαρμογές θα πρέπει να (Horn et al., 2008: 2):

- Προσελκύουν την προσοχή και να προσκαλούν τους επισκέπτες για αλληλεπίδραση, ωστόσο σε βαθμό που να μην τραβούν την προσοχή από το πραγματικό έκθεμα.
- Είναι κατανοητά, όπου οι επισκέπτες χωρίς προηγούμενη εμπειρία θα τα χρησιμοποιούν με ευκολία.
- Κρατούν την προσοχή σε όλη τη διαδικασία εξερεύνησης και ενεργειών.
- Υποστηρίζουν ομαδικές αλληλεπιδράσεις, ενισχύοντας τον κοινωνικό ρόλο του μουσείου.
- Είναι όσο το δυνατόν πιο οικονομικές, αλλά ταυτόχρονα αξιόπιστες, καθώς τα μουσεία ως μη κερδοσκοπικοί οργανισμοί βασίζονται περισσότερο στις δωρεές και στον εθελοντισμό.

Οι άνθρωποι συνδέουν τα εγγενή χαρακτηριστικά και τις λειτουργίες των αντικειμένων παρατηρώντας και εξετάζοντας τις φυσικές τους ιδιότητες. Τα απτά αντικείμενα μπορούν να προσφέρουν μια σαφή κατανόηση των παραπάνω, προσφέροντας στον χρήστη μια εμπειρία ενεργής μάθησης (Sin & Zaman, 2009: 304). Στην αστρονομία, μία από τις προκλήσεις στην διδασκαλία παιδιών, ακόμη και ενηλίκων, είναι η ικανότητα να δομήσουν έννοιες, συχνά γύρω από τις αιτιώδεις σχέσεις ή τις σχετικές θέσεις των ουρανίων σωμάτων, του φωτός και άλλων φαινομένων. Ιδιαίτερα τα άτομα που δεν έχουν αναπτύξει πλήρως την χωρική νοημοσύνη, έχουν δυσκολίες στο να αφομοιώσουν τα γεωμετρικά – οπτικά προβλήματα που συνδέονται με την αστρονομία. Για να ξεπεραστούν αυτοί οι περιορισμοί, υιοθετούνται προσεγγίσεις που εκμεταλλεύονται τον συνδυασμό απτής διάδρασης, ψηφιακής προσομοίωσης και παιδαγωγικών θεωριών (Fleck & Hachet, 2016). Οι χρήστες προβαίνουν στις δικές τους κινήσεις, όπου μπορούν απλά να δοκιμάσουν διαισθητικά τις

αντιλήψεις τους για τις αστρονομικές γνώσεις και τα αναμενόμενα φυσικά φαινόμενα. Ελέγχουν το είδος και την πορεία της ανακάλυψης για να λύσουν σύνθετα προβλήματα και να έχουν τη δυνατότητα να κατασκευάσουν εξηγήσεις χρησιμοποιώντας το δικό τους νοητικό σχήμα (Fleck, Hachet & Bastien, 2015: 27).

Η απτή διάδραση με εκθέματα φαίνεται να παρέχει μια ευθεία φυσική σύνδεση των επισκεπτών με τους κατασκευαστές ή τους χρήστες των αντικειμένων, προκαλώντας με κάποιο τρόπο την «ενσυναίσθηση», δηλαδή τι μπορεί να αισθάνθηκε ο κάτοχος – χρήστης, μέσα από την υλική πραγματικότητα. Τα οφέλη δεν περιορίζονται βέβαια μόνο σε αυτό. Μέσα από την απτή δέσμευση με «άγνωστα» μουσειακά αντικείμενα και με βάση τους διαλόγους γύρω από τις υφές τους, τα σχήματα, άλλες ιδιότητες ή μέσα από συγκρίσεις, οι επισκέπτες έρχονται πιο κοντά στην αντίληψη συγκεκριμένων νοημάτων χρησιμοποιώντας τις αισθήσεις τους και πιο κοντά στην επικοινωνία δικών τους εσωτερικών συναισθημάτων, νοημάτων ή απόψεων (Golding, 2009: 228).

Ο Sheppard (2001: 9) επισημαίνει τη σημασία των αισθητηριακών στοιχείων, τόσο ως προς την ανακάλυψη, όσο και ως προς την πνευματική ανάπτυξη: «Τα μουσεία ενθαρρύνουν την ανακάλυψη... Μέσα από το περιεχόμενο και το ερμηνευτικό πλαίσιο, διδάσκουν δεξιότητες κριτικής σκέψης, χρησιμοποιώντας απτά αντικείμενα βοηθούν τους επισκέπτες να κατανοήσουν και να σεβαστούν τη ποικιλομορφία του κόσμου».

Οι απτές διαδράσεις μπορούν να συνδυάσουν την επιθυμία εξερεύνησης αυθεντικών αντικειμένων με το ψηφιακό περιεχόμενο, εξασφαλίζοντας ότι το πληροφοριακό περιεχόμενο μεταδίδεται στους επισκέπτες ταυτόχρονα με τον χειρισμό των αντικειμένων, ειδικότερα για εκθέματα που δεν μπορούν να αγγιχτούν άμεσα (καθώς υπάρχουν ζητήματα συντήρησης, καταστροφής, κλοπής ή αν πρόκειται για έννοιες πολύπλοκες) (Vaz, Fernandes & Veiga, 2018: 45). Όταν παρουσιάζονται χωρικές ή και χρονικές έννοιες και συμφραζόμενες σχέσεις μεταξύ πραγματικών αντικειμένων και απτών ερμηνευτικών μέσων, δημιουργείται ένα ισχυρό εκπαιδευτικό εργαλείο. Σε μελέτη για την χρήση απτών διαδράσεων στην εκπαίδευση μαθητών πάνω στην αστρονομία, διαπιστώθηκε πως είναι αρκετά χρήσιμη, όπου οι μαθητές δεν μπορούν να βιώσουν τις αναφερόμενες έννοιες από πρώτο χέρι στον πραγματικό κόσμο (λ.χ. τη σχέση Γης-Ήλιου σχετικά με την αξονική κλίση και τα ηλιοστάσια) (Sin & Zaman, 2009: 304).

Η μέτρηση και η αξιολόγηση του αντίκτυπου των απτών εφαρμογών αποτελεί πρόκληση για τα μουσεία και τα ιδρύματα, καθώς αυτό το πεδίο δράσεων είναι ακόμη νέο και δεν έχει μελετηθεί τόσο διεξοδικά σε έρευνες. Υπάρχει ανάγκη να διερευνηθούν οι δυνατότητες συγχώνευσης της διαδραστικότητας και της απτής αλληλεπίδρασης. Έχουν υπάρξει ενδείξεις που υποστηρίζουν ότι οι χρήστες μαθαίνουν καλύτερα μέσω της επαφής, της εξερεύνησης και των πειραμάτων (Strommen, 2004 σε Sorathia & Servidio, 2012: 267). Το κύριο μέλημα των επιμελητών είναι: *αυτή η προσέγγιση μπορεί να ενθαρρύνει μια πολυαισθητηριακή πολυεπίπεδη και πολύπλευρη συμμετοχή των επισκεπτών στην ερμηνεία της υλικής και άυλης πολιτιστικής κληρονομιάς;* Η επιτυχία ή αποτυχία ένταξης μιας απτής διάδρασης μπορεί να εξετασθεί μέσα από τις έρευνες κοινού. Το αποτέλεσμα σίγουρα εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως οι πρακτικές, το περιεχόμενο, το είδος τεχνολογίας, το ίδιο το κοινό κ.ά. Μια πραγματικά πολυαισθητηριακή εμπειρία μπορεί να ενσωματώνει την απτή διάδραση και να συνδυάζει άψογα το ψηφιακό με το φυσικό (παραδοσιακό και μη), επιτρέποντας στους επισκέπτες να προβούν σε ομαλή χρήση όλων των εκθεσιακών στοιχείων που τους παρέχονται (Damala et al., 2016b). Συνεπώς, η απτή αλληλεπίδραση μπορεί να λειτουργήσει ως μέσο παρακίνησης για την συμμετοχή του επισκέπτη σε μία πολυαισθητηριακή μουσειακή εμπειρία.

Λαμβάνοντας υπόψη, ότι οι άνθρωποι μαθαίνουν εκτός της όρασης και μέσω των άλλων αισθήσεων, η ενσωμάτωση πολυαισθητηριακών εφαρμογών στο μουσειακό περιβάλλον, μπορεί να βοηθήσει τους επισκέπτες στην καλύτερη κατανόηση των πληροφοριών που παρέχονται με βάση τα εκθέματα. Είναι ζωτικής σημασίας για τα μουσεία να αναγνωρίσουν ότι, όσο σημαντικά και να είναι τα αντικείμενα, στην σύγχρονη εποχή δεν μπορούν να βασιστούν μόνο στις επιστημονικές επιδείξεις και στις απλές παραθέσεις πληροφοριών (Falk, 2009: 182). Η Wittlin (2004: 46) παρατηρεί ότι η σημασία της οπτικής και απτικής διέγερσης είναι μία από τις θεμελιώδεις αιτίες της προσέλκυσης και αλληλεπίδρασης των επισκεπτών με το μουσειακό υλικό.

Σε γενικές γραμμές, με βάση την παραπάνω εξέταση της σημασίας του πλαισίου και των επιπτώσεων που μπορεί να έχει μια αισθητηριακή ή συναισθηματική εμπειρία, η πρόταση της πολυαισθητηριακής εμπειρίας για το μουσείο, πιθανό να αποτελέσει εργαλείο μετάδοσης των βαθύτερων νοημάτων πίσω από τα εκθέματα. Μέσα από την εφαρμογή και τις απτές διαδράσεις, εξασφαλίζονται πολυεστιακές εμπειρίες στον εκθεσιακό χώρο, όπου με τα εργαλεία υλοποίησης της εμπειρίας, την ψηφιακή αφήγηση και τον σωστό συνδυασμό των εκθεσιακών αντικείμενων με τα διαδραστικά απτά αντικείμενα, οδηγείται ο επισκέπτης σε μία αποτελεσματική εμπλοκή στην ερμηνεία των εκθεμάτων και του χώρου. Όπως αναφέρουν οι Ishii & Ullmer (1997: 234-235), στόχος είναι να γεφυρωθεί το κενό μεταξύ του άυλου, του ψηφιακού και του φυσικού περιβάλλοντος στο προσκήνιο των ανθρώπινων δραστηριοτήτων.

Κεφάλαιο 3. Το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών

Το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, αποτελεί ένα αξιόλογο κρατικό ερευνητικό κέντρο, το οποίο ιδρύθηκε με χορηγία του βαρόνου Γεωργίου Σίνα, έπειτα από την πρόταση του καθηγητή αστρονομίας Γεώργιου Βούρη. Η ιστορική πορεία του Εθνικού αστεροσκοπείου Αθηνών και της δράσης του συμπίπτει με την επιστημονική δράση του εκάστοτε διαδοχικού διευθυντή του ιδρύματος αλλά και των ερευνητικών δραστηριοτήτων των Ινστιτούτων αυτού. Με βάση των παραπάνω γίνεται και η διαίρεση της πορείας του Αστεροσκοπείου στις εξής περιόδους:

- ❖ 1842-1846 κατασκευή του Αστεροσκοπείου
- ❖ 1846-1855 Γεώργιος Βούρης
- ❖ 1855-1858 Ιωάννης Παπαδάκης
- ❖ 1858-1884 Ιούλιος Σμιτ
- ❖ 1884-1890 Δημήτριος Κοκκίδης
- ❖ 1890-1934 Δημήτριος Αιγινήτης
- ❖ 1934-1980 από τον Δ. Αιγινήτη στη σύγχρονη εποχή

Την πρώτη περίοδο του Αστεροσκοπείου ολοκληρώνονται οι προκαταρκτικές διαδικασίες, όταν αυτό κατασκευάζεται και εξοπλίζεται με χορηγία του Γ. Σίνα. Θεμελιώθηκε σε επίσημη τελετή στις 28 Ιουνίου 1842 στον λόφο των Νυμφών. Ο λόφος των Νυμφών συνδέεται με τους παρακείμενους λόφους του Φιλοπάππου (Λόφος Μουσών) και τον λόφο της Πνύκας, όπου σύμφωνα με την παράδοση είχε το παρατηρητήριό του ο αστρονόμος Μέτων. Το κτίριο σχεδιάστηκε από τον Γερμανό αρχιτέκτονα Θεόφιλο Χάνσεν και είναι ένα από τα ωραιότερα νεοκλασικά κτίρια της Αθήνας. Έχει σχήμα σταυρού, του οποίου τα άκρα κατευθύνονται προς τα τέσσερα σημεία του ορίζοντα. Στην κορυφή έχει πύργο με θολωτή ανάπτυξη. Ο δωρητής του νεοσύστατου Αστεροσκοπείου Γ. Σίνας φρόντισε επίσης για τον εξοπλισμό του ιδρύματος με τα πρώτα αστρονομικά όργανα (ένα ισημερινό τηλεσκόπιο, ένας μεσημβρινός κύκλος, δύο εκκρεμή, ένα χρονόμετρο, διόπτρες και μία σειρά μετεωρολογικών οργάνων) και με μία υποτυπώδη βιβλιοθήκη (Τσίγκανος, Κουρουζίδης & Χρησιτιά, 2016: 26, 29, 195; Ζερεφός κ.α., 2013: 33, 44-45).

Η πρώτη περίοδος λειτουργίας του Αστεροσκοπείου σχετίζεται με τον εμπνευστή και πρώτο διευθυντή του, Γ. Βούρη (1846-1855). Ο Γ. Βούρης ξεκίνησε τις αστρονομικές παρατηρήσεις κατά το 1847 για επτά συνεχόμενα έτη, ύστερα από την επιτυχή τοποθέτηση των οργάνων. Από τις πρώτες του δράσεις ήταν ο προσδιορισμός των γεωγραφικών συντεταγμένων του Αστεροσκοπείου, οι οποίες περιγράφονται στην δημοσίευτη εργασία του με τίτλο «Περί της θέσεως του Αστεροσκοπείου Αθηνών» και η εκτέλεση μιας σειράς μεσημβρινών παρατηρήσεων για τον προσδιορισμό των θέσεων 3000 απλανών αστέρων, οι οποίες αναφέρονται στον κατάλογο «Περί του εντελούς προσδιορισμού των αστέρων, οίτινες ιδιάζουσιν εις την Ελλάδα». Πραγματοποίησε επίσης, πλήθος λοιπών εργασιών αστρονομικών και μετεωρολογικών παρατηρήσεων, οι οποίες εκδόθηκαν στα περιοδικά *Astronomische Nachrichten*. Δυστυχώς, συνθήκες υπονόμευσης της διοίκησης και των εργασιών στο Αστεροσκοπείο, αλλά και ζητήματα υγείας, ανάγκασαν τον Γ. Βούρη να διακόψει τις δραστηριότητες το 1855 (Τσίγκανος, Κουρουζίδης & Χρησιτιά, 2016: 53-54, 61; Ζερεφός κ.α., 2013: 33, 44-45; Πλακίδου, 1969: 476).

Τη διεύθυνση του αστεροσκοπείου Αθηνών μετά τον Βούρη ανέλαβε προσωρινά ο Ιω. Παπαδάκης, από το 1855 έως των Δεκέμβριο του 1858, αν και τα επιστημονικά εφόδια του δεν φαίνεται να ανταποκρίθηκαν στις ανάγκες και την αποστολή του Αστεροσκοπείου. Το αστεροσκοπείο υπολειτούργησε και η βιβλιοθήκη δεν αναπτύχθηκε περαιτέρω (Τσίγκανος, Κουρουζίδης & Χρησιτιά, 2016: 73, 195).

Τον Ιω. Παπαδάκη διαδέχθηκε ο Γερμανός αστρονόμος Ι. Σμιτ (1858 - 1884). Σε όλη τη διάρκεια της θητείας του πραγματοποίησε πλήθος αστρονομικών, μετεωρολογικών, υψομετρικών και γεωφυσικών παρατηρήσεων, τις οποίες δημοσίευσε σε δύο σειρές με τίτλο «Δημοσιεύσεις του Αστεροσκοπείου Αθηνών». Οι παρατηρήσεις του Ι. Σμιτ αναφέρονταν, μεταξύ άλλων, σε πλανήτες, κομήτες, διάττοντες αστέρες, σε διπλούς και μεταβλητούς αστέρες, νεφελώματα, σε ηλιακές και σεληνιακές εκλείψεις. Το 1860 ανακάλυψε έναν κομήτη, και στα επόμενα χρόνια έναν νέο περιοδικό κομήτη, νέους περιοδικούς μεταβλητούς αστέρες και δύο καινοφανείς αστέρες. Αξιοσημείωτο έργο του Ι. Σμιτ είναι ο «Τοπογραφικός χάρτης της Σελήνης», που σχεδίασε μέσω των παρατηρήσεων του από το τηλεσκόπιο Ploessl στο κτίριο Σίνα και απεικονίζει την ορατή επιφάνεια της Σελήνης με πάνω από 30000 κρατήρες. Επιπλέον, ο Ι. Σμιτ ασχολήθηκε με την αναβάθμιση της μετεωρολογικής υπηρεσίας του Αστεροσκοπείου και με μετεωρολογικές παρατηρήσεις στην Αττική. Έδειξε ενδιαφέρον για τη σεισμολογία καταγράφοντας σεισμούς, αλλά και πραγματοποίησε ταξίδια στο πλαίσιο γεωγραφικών μελετών και συμμετείχε σε αρχαιολογικές ανασκαφές με σκοπό την ανεύρεση της αρχαίας Τροίας (Τσίγκανος, Κουρουζίδης & Χρησιτιά, 2016: 75; Ζερεφός κ.α., 2013: 48-50; Πλακίδου, 1969: 476-477).

Το 1884 τη διεύθυνση του Αστεροσκοπείου ανέλαβε ο Δ. Κοκκίδης (1884 – 1990). Η περίοδος παρουσίαζε πολλές ομοιότητες με την περίοδο Παπαδάκη, το ίδρυμα υπολειτουργούσε, τα κτίρια είχαν υποστεί σοβαρές ζημιές, πολλά από τα όργανα είχαν καταστραφεί και υπήρχε έλλειψη προσωπικού. Το Αστεροσκοπείο την εποχή εκείνη βρισκόταν σε οικονομική δυσχέρεια λόγω της διακοπής της χρηματοδότησης από την οικογένεια Σίνα και ο Κοκκίδης είχε περιορισμένες δυνατότητες για να αναπτύξει διοικητικό και επιστημονικό έργο. Εντούτοις, πραγματοποίησε ορισμένες συστηματικές παρατηρήσεις με το μεσημβρινό τηλεσκόπιο για τον προσδιορισμό της ώρας και παρατηρήσεις των κηλίδων του Ήλιου. Ο Δ. Κοκκίδης βελτίωσε επίσης, τα μετεωρολογικά όργανα και τις μετεωρολογικές παρατηρήσεις, επέκτεινε το μετεωρολογικό δίκτυο με σταθμούς στη Ζάκυνθο, Κέρκυρα και Λάρισα και εγκατέστησε το πρώτο γαιωδαιτικό βάθρο στην Ελλάδα, δίπλα στο κτίριο Σίνα (Τσίγκανος, Κουρουζίδης & Χρησιτιά, 2016: 89; Ζερεφός κ.α., 2013: 50).

Από το 1890 έως το 1934 η διεύθυνση του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών ανατέθηκε στον Δ. Αιγινήτη, έπειτα από ειδικό νόμο στις 19 Ιουνίου του 1890 «περί οργανισμού του Αστεροσκοπείου και των σταθμών αυτού». Ο Δ. Αιγινήτης συνέδεσε άμεσα την παρουσία του στο Αστεροσκοπείο με την «αναγέννηση» του οργανισμού, καθώς το κτίριο είχε υποστεί σοβαρές ζημιές και υπήρχαν ελλείψεις σε πόρους. Ο ίδιος νόμος μετέτρεψε το Αστεροσκοπείο σε κρατικό ίδρυμα. Μέχρι εκείνη την περίοδο το συντηρούσε η οικογένεια Σίνα και έχαιρε διεθνούς φήμης. Η δράση του Αιγινήτη κινήθηκε γύρω από την εύρεση χρηματοδοτήσεων για την υποστήριξη του Αστεροσκοπείου, μέσα από διαδικασίες οικοδόμησης βοηθητικών κτιρίων, συντήρησης και απόκτησης νέων επιστημονικών οργάνων για τον συνολικότερο εξοπλισμό του οργανισμού. Συγκεκριμένα, επέκτεινε το μετεωρολογικό δίκτυο με τη δημιουργία περίπου 100 σταθμών και ίδρυσε τη σεισμολογική υπηρεσία. Οργάνωσε το επιστημονικό έργο του Αστεροσκοπείου και την έκδοση του περιοδικού “Annales de l’Observatoire National d’Athenes” και έφερε νέα όργανα (ενδεικτικά): στο λόφο της Πνύκας, έγινε η εγκατάσταση του ισημερινού τηλεσκοπίου Δωρίδη και στο κτίριο Συγγρού τοποθετήθηκε ο μεγάλος Μεσημβρινός κύκλος Αθηνών για τον υπολογισμό της ώρας της Ελλάδος ως το 1964. Ο Αιγινήτης διεύρυνε τους επιστημονικούς ορίζοντες του Αστεροσκοπείου στους τομείς της μετεωρολογίας, της σεισμολογίας και της αστρονομίας, μέσα από την ίδρυση των αντίστοιχων τμημάτων, ενώ παράλληλα άφησε πληθώρα δημοσιεύσεων και επιστημονικών συγγραμμάτων, όπως

άρθρα, εγχειρίδια αστρονομίας και γεωδαισίας, επιστημονικά και εκλαϊκευτικά βιβλία αστρονομίας και μετεωρολογίας. Επίσης, διαδραμάτισε σημαντικό ρόλο στην πολιτική και ακαδημαϊκή ζωή της Ελλάδας (συμμετοχή στις κυβερνήσεις Α. Ζαΐμη και Θ. Πάγκαλου αντίστοιχα, τακτικός καθηγητής στη Σχολή Ευελπίδων και το Πανεπιστήμιο Αθηνών, καθιέρωση του παγκόσμιου χρονομετρικού συστήματος, του Γρηγοριανού Ημερολογίου, ίδρυση της Ακαδημίας Αθηνών) (Τσίγκανος, Κουρουζίδης & Χρησιτιά, 2016: 95, Ζερεφός κ.α., 2013: 50-55; Πλακίδου, 1969: 477-479).

Ύστερα από τη περίοδο διεύθυνσης του Δ. Αιγινήτη ακολουθεί μία περίοδος 40 ετών κατά την οποία την διεύθυνση του Αστεροσκοπείου αναλάμβαναν ανά διετία και εκ περιτροπής οι διευθυντές των τμημάτων του, όπως επίσης συνεχίστηκαν και οι ερευνητικές δραστηριότητες του ιδρύματος αυτού (Τσίγκανος, Κουρουζίδης & Χρησιτιά, 2016: 112).

Σήμερα, το Αστεροσκοπείο υπάγεται στο Υπουργείο Ανάπτυξης και η δομή του περιλαμβάνει τρία ερευνητικά ινστιτούτα: το Ινστιτούτο Αστρονομίας, Αστροφυσικής, Διαστημικών Εφαρμογών και Τηλεπισκόπησης, το Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης και το Γεωδυναμικό Ινστιτούτο. Επιπλέον σε αυτό ενσωματώνονται και άλλες υπηρεσίες όπως η Έδρα της UNESCO για Φυσικές Καταστροφές, το Κέντρο Εκπαίδευσης του Εθνικού Κέντρου Δημόσιας Διοίκησης και Αποκέντρωσης, καθώς και τα Κέντρα Επισκεπτών Πεντέλης, Θησείου και Κρυονερίου (Ζερεφός κ.α., 2013: 55, 60-62).

Η επικοινωνία ενός πολιτιστικού οργανισμού με το κοινό εκφράζεται μέσω ποικίλων ενεργειών, όπως δραστηριότητες, προγράμματα και εκδηλώσεις, εκθέσεις, μάρκετινγκ, φυλλάδια και άλλα μέσα, ενώ προϋποθέτει και την αξιολόγηση της λειτουργίας αυτών (Νικονάνου, 2006: 165-166). Η επικοινωνία του Αστεροσκοπείου με το ευρύ κοινό πραγματοποιείται με τους εξής τρόπους: 1) *εκπαιδευτικά προγράμματα* (εκπαιδευτικά προγράμματα στα Κέντρα Επισκεπτών που απευθύνονται σε παιδιά¹⁴, ειδικά προγράμματα διάχυσης της επιστήμης¹⁵, «Θερινά Astrocamps» για παιδιά¹⁶, το θερινό σχολείο που απευθύνεται σε μαθητές Γυμνασίου – Λυκείου¹⁷, η δράση «Το Πείραμα του Ερατοσθένη για τον υπολογισμό της ακτίνας της Γης»¹⁸ για μαθητές, εκπαιδευτικά προγράμματα για ευάλωτες κοινωνικά ομάδες¹⁹, όπως η δράση «Το Αστεροσκοπείο "πάει φυλακές"»²⁰ και

¹⁴ Συγκεκριμένα: το Κ.Ε. Θησείου διαθέτει τα εξής προγράμματα: 1) «Στα χνάρια του χαμένου Τηλεσκοπίου», 2) «Οι Εξερευνητές του Διαστήματος» και 3) «Διαστημικές Αποστολές από την Γη στο Διάστημα». Πηγή: http://www.noa.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=1041&Itemid=986&lang=el
Το Κ.Ε. Πεντέλης διαθέτει τα εξής προγράμματα: 1) «Ηλιακό Σύστημα για δυνατούς λύτες», 2) «Παιχνίδια Αστρονομίας»

Πηγές: http://www.noa.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=1084&Itemid=990&lang=el
http://www.noa.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=1056&Itemid=987&lang=el

¹⁵ Για παράδειγμα: «Τα Παιδιά Βρέχει» για τη διάχυση μετεωρολογικών γνώσεων σε μαθητές και ευρύ κοινό. Πηγή: <https://tapaidiavrexai.gr/>

«Περί ανέμων και υδάτων», εκπαιδευτικό πρόγραμμα μετεωρολογίας που απευθύνεται σε μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Πηγή: <http://www.meteo.gr/meteoplus/perianemon.cfm>

¹⁶ Θερινά Astrocamps.

Πηγή: http://www.noa.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=1218&Itemid=1164&lang=el

¹⁷ Το τρέχον θερινό σχολείο: 24ο Θερινό Σχολείο Αστροφυσικής.

Πηγή: https://www.astro.noa.gr/gr/summer_schools/

¹⁸ Πηγή: http://www.noa.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=1143:20-

2018&catid=86&highlight=WyJcdTAzYjVcdTAzYzFcdTAzYjFcdTAzYzRcdTAzYmZcdTAzYzNcdTAzYjhcdTAzYWRcdTAzYmRcdTAzYjciXQ=&Itemid=428&lang=el

¹⁹ Εκπαιδευτικές δράσεις σε καταστήματα κράτησης και επιμόρφωση κρατουμένων.

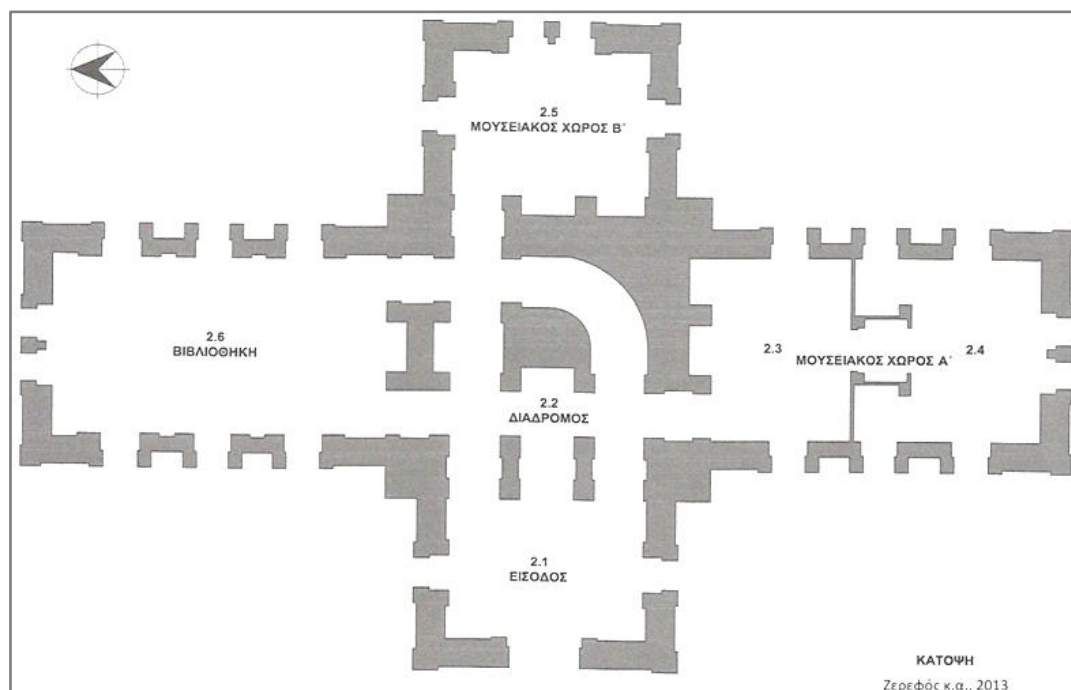
Πηγές: http://www.noa.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=1214:deltio-typou-synergasia-ypourgeiou-dikaioynis-ethnikoy-asteroskopeiou-athinon&catid=86:news-eaa-greek&lang=el&Itemid=428
http://www.noa.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=1493&catid=86&Itemid=547&lang=el

επισκέψεις από δομές προσφύγων, τα οποία συνάδουν με τον σύγχρονο ρόλο των μουσείων ως «παράγοντες κοινωνικής ένταξης» (Sandell, 1998), 2) θεματικές εκλαϊκευμένες ομιλίες, 3) καλλιτεχνικές δραστηριότητες – εκδηλώσεις και 4) τακτικές – οργανωμένες ξεναγήσεις στους εκθεσιακούς και μη χώρους (Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, 2019α).

Η ανάδειξη και προβολή του ιστορικού χώρου του Αστεροσκοπείου επιτυγχάνεται με δύο τρόπους. Ο πρώτος, περιλαμβάνει τον Γεωαστροφυσικό Περίπατο, ο οποίος εντάσσεται στο δίκτυο αρχαιολογικών και ιστορικών περιπάτων της Αθήνας στα πλαίσια του εκπαιδευτικού τουρισμού. Κεντρική ιδέα του Περιπάτου, είναι η διαμόρφωση ενός συγκεκριμένου ερμηνευτικού περιεχομένου που αποσκοπεί στην μετάδοση μηνυμάτων και νοημάτων σχετικά με την σημασία του Αστεροσκοπείου. Παράλληλα, επικοινωνεί την ευρύτερη αναφορά του, ως τόπου προνομιακού σημείου παρατήρησης, από την προϊστορία έως τη σύγχρονη εποχή. Πιο συγκεκριμένα, αφετηρία του Γεωαστροφυσικού Περιπάτου είναι ο λόφος της Πνύκας, όπου βρίσκεται και το σημείο με το «Ηλιοτρόπιο» του Μέτωνα και το μεγάλο ισημερινό τηλεσκόπιο Δωρίδη. Έπειτα συνεχίζει στο λόφο των Νυμφών (με τους επιτύμβιους κιονίσκους) και το κτίριο του Διοικητηρίου του Αστεροσκοπείου. Μετά το διοικητήριο οδηγεί στο κτίριο Συγγρού με το μεσημβρινό τηλεσκόπιο δωρεά του Α Συγγρού. Τέλος, καταλήγει στο κτίριο Σίνα και το Μουσείο και Γεωαστροφυσικής. Σκοπός του Περιπάτου, είναι να γνωρίσει ο επισκέπτης την εξέλιξη της επιστήμης και της τεχνολογίας από την αρχαιότητα (Ηλιοτρόπιο του Μέτωνα 5ος αιώνας π.Χ. ή 1ος αιώνας π.Χ. με το αντίγραφο του Μηχανισμού των Αντικυθήρων) ως τη σύγχρονη εποχή, με κορύφωση την βιβλιοθήκη και τα επιστημονικά όργανα που χρησιμοποιήθηκαν σε επιστημονικές δραστηριότητες από το 1846 ως τον μεσοπόλεμο και αποτελούν τον τελευταίο κλάδο εξέλιξης αυτής της «σπειροειδούς ανθρώπινης επιστημονικής πορείας» προς τη γνώση. Ο Γεωαστροφυσικός Περίπατος «χαρακτηρίζεται» από την εξής ερμηνευτική προσέγγιση: τα κτίρια του Αστεροσκοπείου στο λόφο των Νυμφών και το λόφο της Πνύκας συνδέονται μέσω της σπειροειδούς διαδρομής με τον Περίπατο, στον οποίο «η περιστρεφόμενη δίνη θυμίζει τις διαρκείς στροβιλοειδείς κινήσεις που παρατηρούνται από τη μικροκλίμακα των γήινων ρευστών στη Γη, μέχρι την κλίμακα των σπειροειδών βραχιόνων των γαλαξιών». Με βάση τα παραπάνω, ο Περίπατος αποτελεί σημείο παρατήρησης ουρανού και γης, ως ένα ενιαίο πεδίο φαινομένων (Τσίγκανος, Κουρουζίδης & Χρησιτά, 2016: 193; Ζερεφός κ.α., 2013: 97-98). Ο δεύτερος αφορά το Μουσείο Γεωαστροφυσικής, το οποίο παρουσιάζεται παρακάτω.

²⁰ Πηγή: http://www.noa.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=1493%3Aoloklirothike-o-v-kyklos-epimorfosis-kratoumenon-sta-plaisia-tis-drasis-diaxysis-tis-epistimis-kai-koinonikis-prosforas-pou-organonei-to-eaa-se-sofronistika-katastimata-tis-xoras&catid=86%3Anews-eaa-greek&lang=el&Itemid=428&fbclid=IwAR3ZOHyXZGVzYc1fJVxbVI5__dfJVtP9dWyA4lun4o7w46EifVM9Hw-e9dU

3.1. Το Μουσείο Γεωαστροφυσικής έως σήμερα



Εικόνα 1. Κάτοψη του κτιρίου Σίνα και των χώρων του Μουσείου Γεωαστροφυσικής (Ζερέφος κ.α., 2013: 135)

Το Μουσείο Γεωαστροφυσικής εγκαινιάστηκε στις 4 Σεπτεμβρίου του 2008 και στεγάζεται στο ιστορικό κτήριο Σίνα, στην κορυφή του λόφου των Νυμφών. Στο θόλο του βρίσκεται το ισημερινό τηλεσκόπιο Ploessl. Στις αίθουσες του ισόγειου εκτίθενται η σημαντική συλλογή κλασικών επιστημονικών οργάνων του 19ου και 20ου αιώνα, που «χρησιμοποιήθηκαν στο παρελθόν του Αστεροσκοπείου» και ανήκουν σε ένα «ευρύ φάσμα επιστημών» (Τσίγκανος, Κουρουζίδης & Χρησιτιά, 2016: 193). Η συλλογή του αποτελείται από ιστορικά επιστημονικά όργανα, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν από τους ίδιους τους ερευνητές – ευεργέτες του κέντρου. Αυτό αποτελεί δε μοναδικό χαρακτηριστικό των αντικειμένων, εκτός των ιστορικών ή επιστημονικών τους αξιών και προσδίδει στο Μουσείο το ανταγωνιστικό πλεονέκτημα έναντι άλλων της χώρας. Το κτήριο φιλοξενεί επίσης, την βιβλιοθήκη με επιστημονικά συγγράμματα, περιοδικά και λοιπές εκδόσεις μοναδικού ιστορικού χαρακτήρα και σπανιότητας (Τσίγκανος, Κουρουζίδης & Χρησιτιά, 2016: 193; Ζερέφος κ.α., 2013: 70-73).

Οι «θεματικές» που σχετίζονται με τη συλλογή που εκτίθεται, σύμφωνα με τη χρήση και λειτουργία των αντικειμένων, είναι: «χώρος και χρόνος», «αστρονομική παρατήρηση», «μετεωρολογία και σεισμολογία» (Τσίγκανος, Κουρουζίδης & Χρησιτιά, 2016: 193). Τα αντικείμενα διατάσσονται «αδόμητα» στους δύο εκθεσιακούς χώρους (βλ. παραπάνω εικ. 1.) και ανήκουν στις εξής επιστήμες (όχι μόνο τα εκθέματα, αλλά και η ευρύτερη συλλογή) (Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, 2019β; Ζερέφος κ.α., 2013: 76-90):

- ❖ Μετεωρολογία
 - Υδραργυρικό βαρόμετρο τύπου Fortin
 - Καταγραφικό βροχόμετρο
 - Ανεμόμετρο Richard Freres
 - Κονσόλα ανεμοδείκτη

- Νεφοσκόπιο Claude Lorrain
- Μικροβαρογράφος Short & Maison
- Ορατόμετρο R. Fuess κ.ά.
- ❖ Γεωδαισία/Τοπογραφία
 - Θεοδόλιχοι
 - Επαναληπτικός κύκλος του Borda
 - Ταχυγράφος A.Molteni
 - Κλινόμετρο
 - Υπολογιστική Μηχανή H.W. Egli κ.ά.
- ❖ Σεισμολογία
 - Σεισμόμετρο Sprengnether
 - Γαλβανόμετρο Sprengnether
 - Σεισμοσκόπιο Kinematics
 - Επιταχυνσιογράφος Kinematics κ.ά.
- ❖ Καθορισμός Ώρας/ Μέτρηση Χρόνου
 - Χρονογράφος G.Boullée
 - Χρονογράφος Auguste Fenon
 - Ρολόι εκκρεμές Kessel
 - Ρολόι εκκρεμές Louis Berthoud
 - Ναυτικό χρονόμετρο Frodsham & Baker κ.ά.
- ❖ Αστρονομία
 - Διαθλαστικό ισημερινό τηλεσκόπιο Ploessl
 - Μεσημβρινό τηλεσκόπιο Starke-Fraunhofer
 - Διοπτρικά ισημερινά τηλεσκόπια 80mm
 - Διοπτρικό ισημερινό τηλεσκόπιο Carl Zeiss
 - Μικρό διαθλαστικό τηλεσκόπιο 50 mm
 - Οκτάντας του Hughes
 - Αντίγραφο του Μηχανισμού των Αντικυθήρων
 - Ουράνιες Σφαίρες
 - Χάρτης της Σελήνης κ.ά.
- ❖ Λοιπά εκθέματα
 - Εποπτικά όργανα από τα πρώτα γυμνάσια του κράτους

3.2. Η παρούσα εκθεσιακή εμπειρία μέσα από το Πρότυπο «Assessing Excellence in Exhibitions»

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας πραγματοποιήθηκε αρχικά από την γράφουσα μία «υποτυπώδης» αξιολόγηση της έκθεσης σύμφωνα με το Πρότυπο (Framework for) “Assessing Excellence in Exhibitions” (Serrell, 2016), το οποίο περιλαμβάνει έναν κατάλογο κριτηρίων και δράσεων που συνδέονται με την μουσειακή εμπειρία. Σε αυτό το σημείο, πρέπει να διευκρινιστεί πως η αξιολόγηση έγινε μέσα από μία αυτόνομη περιήγηση στον χώρο (όπως ορίζει το πρότυπο) και όχι σε μία οργανωμένη επίσκεψη με ξεναγό²¹. Η αξιολόγηση αφορά αποκλειστικά και μόνο την εκθεσιακή διάταξη του Μουσείου Γεωαστροφυσικής, ως μουσείου που ανήκει σε ευρύτερο κοινωνικό πλαίσιο πολιτιστικών

²¹ Η περιήγηση στον χώρο από ξεναγό μπορεί να φέρει μία εντελώς διαφορετική επίδραση στην μουσειακή εμπειρία, αναλόγως της σύνθεσης της περιήγησης, το σκοπό, το κοινό και τις δεξιότητες του ξεναγού.

οργανισμών του 21ου αιώνα, υπό το πρίσμα των σύγχρονων μουσειολογικών αντιλήψεων. Όπως ορίζει η Serrell (2016: 17, 21) η αξιολόγηση δεν γίνεται με σκοπούς επικριτικούς, αλλά με γνώμονα την αναγνώριση των χαρακτηριστικών μιας «εκπαιδευτικής» έκθεσης για την μετέπειτα βελτίωση ή επέκταση της. Δεν είναι απλώς μία βαθμολόγηση, αλλά μία διαδικασία συλλογισμού και επανεξέτασης. Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης προκύπτουν από τα τέσσερα κριτήρια που επηρεάζουν την εμπειρία της επίσκεψης σε μία έκθεση: άνεση (comfortable), συμμετοχή (engaging), εμπλουτισμός (reinforcing) και νόημα (meaningful). Για περισσότερα σχετικά με τα κριτήρια και την βαθμολόγηση, βλ. παράρτημα «Πρότυπο Αξιολόγησης της Εμπειρίας Εκθέσεων».

Ως προς την άνεση, η έκθεση παρέχει ελάχιστα εργαλεία προσανατολισμού, ωστόσο η διαμόρφωση του χώρου, ο φωτισμός και η συνολική ατμόσφαιρα είναι ευχάριστα σημεία, ειδικότερα οι οπτικές φυγές που κάνουν αντιληπτή την σύνδεση και την συσχέτιση με το υπόλοιπο περιβάλλον και την ευρύτερη περιοχή, χαρακτηρίζεται στο επίπεδο 3 – «καλή». Ως προς την συμμετοχή, τα εκθεσιακά στοιχεία (εκθέματα – διάταξη αυτών και κείμενα), είναι περισσότερο πληροφοριακά και δεν υφίσταται ποικιλία εποπτικών μέσων ή επίπεδα πληροφοριών (στα κείμενα) για επιλογές και εναλλακτικές διαδράσεις, επομένως ο επισκέπτης είναι περισσότερο καταναλωτής της πληροφορίας. Παρ' όλα αυτά τα μοναδικά χαρακτηριστικά και η έμφυτη αξία των αντικειμένων κινεί την περιέργεια, έστω για την μόνο οπτική επεξεργασία τους και τα επιμέρους στοιχεία τους, συνεπώς χαρακτηρίζεται στο επίπεδο 4 – «αποδεκτή». Ως προς τον εμπλουτισμό, η έκθεση δεν είναι φορτωμένη με πληροφορία και ακολουθεί μια ολοκληρωμένη λογική, αν και θα μπορούσε να παρουσιάζει μια πιο συνεκτική εικόνα αντικειμένων – προσώπων (ανθρώπινες ιστορίες πίσω από τα εκθέματα), συνεπώς δεν κινείται γύρω από ιδεοκεντρικές ερμηνείες, έτσι χαρακτηρίζεται στο επίπεδο 4 – «αποδεκτή». Ως προς το νόημα, η απλή παράθεση των πληροφοριών δεν ενσωματώνεται εύκολα σε μία βιωματική εμπειρία ή στο πολιτιστικό υπόβαθρο του επισκέπτη, αφενός γιατί δεν αγγίζει σύμφωνα με την «νέα μουσειολογία», πανανθρώπινα ζητήματα (στη συγκεκριμένη περίπτωση αναφορικά με την επιστήμη) ή του ρόλου του Αστεροσκοπείου και αφετέρου δεν προάγει τον διάλογο ή δεν «πυροδοτεί» μία κριτική ματιά αναφορικά με αυτή, παρ' όλο που τα εκθέματα έχουν αυτή τη δυναμικότητα σε διαφορετικά πλαίσια της ερμηνείας τους. Κατά συνέπεια, χαρακτηρίζεται στο επίπεδο 5 – «χάνει ευκαιρίες».

Οι συγκυρίες κατά τις οποίες διαμορφώθηκε το Μουσείο, έθεσαν τα θεμέλια για την φιλοσοφία του στην «ανάγνωση» των εκθεμάτων. Η συλλογή του αποτελεί σημαντικό παράγοντα προσδιορισμού της ταυτότητας και του ρόλου του. Επομένως, θα πρέπει να επιτευχθεί η σωστή ανάδειξη της συλλογής, η οποία θα συμβάλλει στην περιγραφή και βελτίωση των σχέσεων μουσείου – συλλογής και μουσείου – κοινού. Το Μουσείο ακολουθεί την πρώιμη εκθεσιακή πρακτική των μουσείων επιστημών του περασμένου αιώνα, όπου θεωρούνται «συλλογές της επιστήμης» και αποτυπώνουν την προσπάθεια εκπαίδευσης και «εκπολιτισμού» του ευρύ κοινού, επιδίδοντας μία μουσειολογική προσέγγιση (εάν υφίσταται) που θεωρείται στατική, διδακτική – πληροφοριακή και που ανήκει κυρίως στο αντικείμενο-κεντρικό φάσμα (βλ. Παράρτημα «Διάγραμμα εκθεσιακού περιεχομένου κατά ερμηνευτική προσέγγιση»).

Η τωρινή μορφή της έκθεσης, με βάση τα σύγχρονα μουσειολογικά πρότυπα, θεωρείται εν μέρει «ξεπερασμένη». Αφενός, γιατί διαγράφεται μόνο μέσω της απλής παράθεσης των αντικειμένων και ένταξης ερμηνευτικών λεζαντών – λίγων εισαγωγικών κειμένων ως τα μόνα εποπτικά μέσα. Αφετέρου, η έλλειψη πολυεπίπεδου νοηματικού πλαισίου, συγκεκριμένου αφηγήματος και ποικιλομορφίας στα ερμηνευτικά μέσα, καθιστά την

έκθεση δύσκολη ως προς την συμμετοχή και την διάδραση του επισκέπτη, εάν αυτός «επιλέξει» μία αυτόνομη περιήγηση στον χώρο. Οι πληροφορίες που παρατίθενται στα κείμενα δεν έχουν στοιχεία που θέτουν τα νέα πρότυπα (π.χ. μέθοδος Ekarv²²) και όπου γνωστοποιούνται είναι «μονόδρομες» και επικεντρώνονται κυρίως στο ιστορικό ή στο τεχνολογικό περιεχόμενο, με λίγες αναφορές στον άνθρωπο ως δημιουργό ή κάτοχο, όπου απλώς πληροφορούν και δεν «εκπαιδεύουν».

Εδώ αξίζει να σημειωθεί, πως το ανθρώπινο δυναμικό δεν μπορεί να λείπει από το Μουσείο για την επίτευξη αποτελεσματικής ερμηνείας και δημιουργίας αμφίδρομου διαλόγου, ως μία λύση στην παροχή νοηματικού πλαισίου. Η διαφορά στην εμπειρία αυτόνομης περιήγησης και ξενάγησης είναι εμφανής, όπως διαπιστώθηκε από συμμετοχή σε εμπειρία ξενάγησης που πραγματοποιήθηκε σε μετέπειτα ημερομηνία²³. Ο ρόλος του ξεναγού είναι αυτός του «ερμηνευτή», που βοηθά τους επισκέπτες στην καλύτερη εκτίμηση και κατανόηση του περιεχομένου των αντικειμένων, καθώς αναδεικνύονται οι σχέσεις: ανθρώπων – αντικειμένων, αλλά και αντικειμένων – χώρου. Χρησιμοποιεί διάφορες μεθόδους και τεχνικές για την μεταφορά των πληροφοριών, όπως περιήγηση, εστίαση σε σημεία, επίδειξη και συζήτηση, στην οποία ο διάλογος κατευθύνεται από τον ξεναγό με ερωταποκρίσεις (βέβαια απαντά και σε ερωτήματα επισκεπτών).

Η διάταξη της συλλογής, αν και παίρνει τον χαρακτήρα της από το παρελθόν, ενδείκνυται να χαρακτηρίζεται από τις σύγχρονες μουσειολογικές αντιλήψεις, όπου το Μουσείο ορίζει τις δραστηριότητες του στο παρόν και το μέλλον, μέσα από τη υιοθέτηση στρατηγικών πλάνων για την ανάδειξη και ερμηνεία της συλλογής του. Το Μουσείο Γεωαστροφυσικής λοιπόν, μέσα από το περιεχόμενο των συλλογών του, προσφέρει μία γενική αφήγηση της ιστορίας των λειτουργιών του Αστεροσκοπείου, η οποία σχετίζεται άμεσα με τα αντικείμενα, θυμίζοντας ωστόσο μια «αποθήκη» του παρελθόντος. Το Μουσείο λοιπόν, θα μπορούσε, με μία μικρή «εσωτερική διαμόρφωση» της έκθεσης, μέσα από την υιοθέτηση και τον συνδυασμό νέων τεχνολογιών ως ερμηνευτικά μέσα, με έναν ορισμένο τρόπο και επιλέγοντας μία συγκεκριμένη προσέγγιση, να παραθέσει ένα νέο νοηματικό πλαίσιο, αφού βέβαια προηγηθεί η επιλογή του επιθυμητού μηνύματος προς μετάδοση και του εκθεσιακού σκοπού, καθώς και ενέργειες ερευνών κοινού, που θα εντοπίσουν τις ανάγκες, τα κίνητρα και τα χαρακτηριστικά των επισκεπτών. Όλοι αυτοί οι παράγοντες, υποδεικνύουν τα στοιχεία σε μια ερμηνευτική στρατηγική, που θα προσφέρει υπόβαθρο και πλαίσιο συμφραζόμενων – κάτι που οι άνθρωποι ψάχνουν, συνειδητά ή ασυνείδητα. Με αυτόν τον τρόπο θα δημιουργηθεί ένας «εποικοδομητικός διάλογος» μεταξύ επισκέπτη – εκθέματος και κατ' επέκταση επισκέπτη – Μουσείου, όπως ορίζουν οι επικρατέστερες τάσεις στην επικοινωνιακή πολιτική των μουσείων.

²² Η μέθοδος συγγραφής μουσειακών κειμένων της Margareta Ekarv αποτελεί ένα σύνολο στοιχείων που συνιστά, καθώς η ίδια παρατήρησε ότι τα κείμενα δύσκολα τραβούν την προσοχή του κοινού. Αυτά τα στοιχεία αφορούν μεταξύ άλλων: τη χρήση κανονικής σειράς λέξεων με το υποκείμενο στην αρχή, την ολοκλήρωση μίας ιδέας σε μία γραμμή, τη χρήση το πολύ 45 χαρακτήρων ανά πρόταση, τις μικρές παραγράφους, τον ρυθμό στα γραφόμενα κ.ά. Πηγή: Ekarv, M., 1999. "Combating redundancy: writing texts for exhibitions". *The educational role of the museum*, pp. 201-204

²³ Συγκεκριμένα στις 30/03/2019.

ΜΕΡΟΣ Β'

Κεφάλαιο 4. Πρόταση για δημιουργία πολυαισθητηριακής εμπειρίας στο Μουσείο Γεωαστροφυσικής του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών

Η παρούσα πρόταση αφορά την δημιουργία μίας ψηφιακής αφήγησης ιστοριών σε εφαρμογή για φορητές συσκευές (βλ. σελ. 20-21), με σκοπό την χρήσης αυτής στον εκθεσιακό χώρο του Μουσείου. Η ψηφιακή αφήγηση θα συνοδεύει τον επισκέπτη κατά τη διάρκεια της επίσκεψής και της περιήγησης του στον χώρο. Ειδικότερα, η πρόταση επιχειρεί να συμβάλει στην δημιουργία μίας πλουσιότερης μουσειακής εμπειρίας χάρη στον συνδυασμό αισθητήριων στοιχείων: την εφαρμογή ψηφιακής αφήγησης που θα περιέχει πολυμεσικό οπτικοακουστικό υλικό (όραση και ακρόαση) και τις απτές διαδράσεις με ομοιώματα και το σύστημα διεπαφής (αφή).

4.1. Μουσειολογικό σκεπτικό της εμπειρίας

Η δομή του μουσειολογικού σκεπτικού της συνολικής εμπειρίας έπρεπε να βασιστεί στην ιδιαίτερη ταυτότητα του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, η οποία διαφαίνεται από την σταδιακή πορεία της εξέλιξης του μέσα από την πρόσκτηση – χρήση οργάνων και τους ευεργέτες του. Τον νοηματικό σχεδιασμό πλαισιώνει η κληρονομιά της αστρονομίας, η οποία εκτείνεται σε υλικές και άυλες πτυχές της πολιτιστικής κληρονομιάς. Συνεπώς, ως κεντρικοί πυλώνες της ψηφιακής αφήγησης σε εφαρμογή φορητής συσκευής και των απτών διαδράσεων επιλέχθηκαν έξι εκθέματα του Μουσείου που σχετίζονται με τα παραπάνω και που παρουσιάζουν μοναδικότητα στα χαρακτηριστικά και κυρίως στον «βιογραφικό τους λόγο», ώστε να μπορούν να αναδειχθούν τα διαφορετικά επίπεδα ερμηνείας.

4.1.1. Ο κύριος σκοπός της συνολικής εμπειρίας

Η πρόθεση είναι να αισθανθούν οι επισκέπτες ότι η έκθεση τους αφορά, καθώς εντοπίζουν στοιχεία γύρω από τα αντικείμενα – εκθέματα, τις γνώσεις και θεωρήσεις που περιγράφουν τα ουράνια σώματα και τα φαινόμενα, δηλαδή τον φυσικό κόσμο, αλλά και μέσα από τις ανθρώπινες ιστορίες, όπου διαφαίνονται πανανθρώπινες αξίες, όπως η φιλομάθεια, η περιέργεια, ο επιστημονικός μόχθος, η επιμονή στην έρευνα κ.ά.

Επιμέρους στόχοι είναι:

- Να εμβαθύνει στον ρόλο του Αστεροσκοπείου ως ενός αξιόλογου ερευνητικού κέντρου, αλλά και στη συμβολή των ανθρώπων που εργάστηκαν σε αυτό και των οποίων οι ενέργειες είναι «χαραγμένες» στα εκθέματα, αφήνοντας ένα «αποτύπωμα» στην παγκόσμια επιστημονική κοινότητα.
- Να αναδείξει την υλική και άυλη κληρονομιά της αστρονομίας του Ελλαδικού χώρου μέσα από τα επιστημονικά όργανα και τις ιδέες – γνώσεις που σχετίζονται με αυτά.
- Να προσφέρει μία μη περιοριστική κατανόηση της εξελικτικής πορείας της αστρονομίας ως επιστήμης και των ανθρώπων που συνέβαλαν σε αυτή, μέσα από την εφεύρεση, χρήση οργάνων – εργαλείων, την έρευνα και τις παρατηρήσεις.
- Να παρέχει ένα μοναδικό και προσωπικό τρόπο στους επισκέπτες, ώστε να βιώσουν την πολιτιστική κληρονομιά της αστρονομίας, μέσα από στοιχεία αυτονομίας, εξατομίκευσης και δυνατότητες επιλογών. Ο χρήστης έχει ενεργό ρόλο στην μάθηση μέσα από τις δυνατότητες της ψηφιακής εφαρμογής.
- Να οδηγήσει στην αμφισβήτηση προκαταλήψεων που θέλουν την επιστήμη να ανήκει μόνο στους επιστήμονες (κοινωνικές προεκτάσεις της επιστήμης).

- Να αναπτύξει την κριτική σκέψη γύρω από ιδέες που διδάσκονται ως «απόλυτες αλήθειες», μέσα από παραδείγματα της ιστορίας και του παρελθόντος.

Αρχές και τεχνικές που αξιοποιούνται στην πρόταση μουσειακής εμπειρίας:

- Αρχή της εποπτείας.
- Αρχή της συνολικότητας.
- Ο κώνος εμπειρίας του Ed. Dale.
- Μάθηση δια της πράξης του Dewey.

Οι αφηγήσεις μέσα από την ψηφιακή εφαρμογή, οι απτές διαδράσεις και ο τρόπος με τον οποίο αντιπαραβάλλονται τα παραπάνω με τα εκθέματα, μεταφέρει τον επισκέπτη του Μουσείου ένα βήμα πέρα από το υλικό (αντικείμενο – έκθεμα) και την απλή οπτική επαφή με αυτό, σε συναισθηματικές και άλλες δυνατότητες που μπορούν να έγκεινται στις αφηγηματικές τεχνικές, στα ηχητικά εφέ, στις ψηφιακές εικόνες και στις απτές διαδράσεις. Τα απτά και διαδραστικά ερμηνευτικά μέσα αντιδιαστέλλονται με και παράλληλα ενσωματώνουν το άυλο περιεχόμενο της συλλογής (δηλαδή, τα ουράνια σώματα αλλά και τις ιδέες, γνώσεις, τεχνικές: όλα αυτά κρύβονται πίσω από τα εκθέματα σε διαφορετικά πλαίσια ερμηνείας), που σημαίνει ότι η ανάδειξη της πολιτιστικής κληρονομιάς της αστρονομίας γίνεται μέρος των βιωματικών εμπειριών του επισκέπτη.

4.1.2. Η δομή μέσα από την αφήγηση

Η λογική στην δομή των πληροφοριών της ψηφιακής αφήγησης βασίζεται στο μοντέλο μελέτης αντικειμένων της Pearce (2002: 374, βλ. εικ. 1 στο Παράρτημα Εικόνων), το οποίο προσεγγίζει τα πολλαπλά στοιχεία που απορρέουν από τα ίδια τα αντικείμενα, ενώ εξετάζει τα εκάστοτε άλλα στοιχεία που μπορεί να συσχετίζονται με αυτά. Μέσα από τις πολλαπλές προσεγγίσεις των μουσειακών αντικειμένων, δίνονται ευκαιρίες ερμηνείας των ποικίλων στοιχείων. Η υλική και άυλη κληρονομιά της αστρονομίας είναι αναπόσπαστα συνυφασμένα, τόσο στα σύγχρονα πλαίσια, όσο και στο παρελθόν. Το σύνολο των επιστημονικών αντικειμένων – εκθεμάτων στον χώρο του Μουσείου, τεκμηριώνουν τον διαχρονικό εμπλουτισμό στην κληρονομιά αυτή. Ως εκ τούτου, το περιεχόμενο των αφηγήσεων και διαδράσεων ποικίλει: χρήσεις, λειτουργίες, ανθρώπινες ιστορίες, επιτεύγματα, παλαιά – σύγχρονη γνώση κ.ά.

Η παρουσίαση ως επί το πλείστον βασίστηκε στα ιστορικά, επιστημονικά και αισθητικά κριτήρια της συλλογής και του ευρύτερου χώρου, όπου οι τρόποι και οι «τροπές» (δηλαδή ροή, επιλογές, εναλλαγή κίνησης – στάσης, πορεία – πλοήγηση, εναλλαγή εστίασης, χρήση αφής – βίωμα) αποτυπώνονται στην ψηφιακή αφήγηση και στις απτές διαδράσεις. Ο λόγος δομείται κυριολεκτικά και μεταφορικά με την χρήση αφηγηματικών τεχνικών (εγκιβωτισμός, περιγραφική γλώσσα, διάλογος, ερωτήματα, χρήση β' ενικού – α' πληθυντικού για οικειότητα, αξιοποίηση ηχητικών εφέ κ.ά.). Χάρη σε αυτά επιστρατεύεται η αφήγηση με έννοιο-κεντρικές και ιστορικές προεκτάσεις στην άμεση διαδικασία της μάθησης. Οι παραπάνω τεχνικές είναι ιδιαίτερα χρήσιμες, καθώς οι πληροφορίες πίσω από τα εκθέματα του Μουσείου έχουν διαφορετικές ποιότητες και πτυχές.

Η δομή της αφήγησης λοιπόν, ξεκινά τονίζοντας συνοπτικά την συμβολή του Αστεροσκοπείου και από εκεί ακολουθεί μια δομή διακλάδωσης που οδηγεί σε επιλογές – υπο-επιλογές, με σημεία και υπο-σημεία πληροφοριών τα οποία ερμηνεύονται με βάση τα αντικείμενα και τέλος οδηγεί σε επιμέρους συμπληρωματικές δράσεις με αφή. Πιο συγκεκριμένα, αφετηρία είναι μια σύντομη εισαγωγή που οδηγεί σε δύο εννοιολογικές θεματικές που αντιστοιχούν στις δύο αίθουσες. Έπειτα, οδηγεί στα εκθέματα και από τα εκθέματα σε επιμέρους πληροφορίες, όπου κάποιες καταλήγουν σε διαδράσεις με αφή. Ενδιάμεσα αναφέρονται οι οδηγίες πλοήγησης στον χώρο για να εξασφαλιστεί η αυτονομία

στη διαδρομή του επισκέπτη. Η παρακίνηση για επιλογές πραγματοποιείται μέσα από ερωτήσεις ή όσο το δυνατό «ελκυστικές» διατυπώσεις. Η συνολική προσέγγιση συμβάλλει στην βιωματική μάθηση μέσα από τα επίπεδα ερμηνείας και με βάση τον συνδυασμό αφήγησης (ερωτήσεις, ιστορίες (ανέκδοτες και μη), επιτεύγματα, γνώση) και εμπειρίας (αφή, ακρόαση – παιγνιώδης μάθηση).

Η διαδρομή της αφήγησης έχει ελεύθερη πορεία που ευνοεί την εξερευνητική κίνηση. Σε αυτό το σημείο η επιλογή ανήκει καθαρά στον επισκέπτη, ο οποίος διαλέγει το αντικείμενο που θα ερευνήσει – «επεξεργασθεί» και κατ' επέκταση το νοηματικό πλαίσιο και τη σύνδεση των επιπέδων πληροφόρησης.

4.1.3. Το ερμηνευτικό πλαίσιο

Η πρόταση πολυαισθητηριακής εμπειρίας στο σύνολο της, επιχειρεί να εξιστορήσει το ταξίδι του ανθρώπου στην γνώση και στον χρόνο, μέσα από την προσπάθεια του να ερμηνεύσει και να εξηγήσει τα φυσικά και αστρονομικά φαινόμενα, χρησιμοποιώντας συγκεκριμένα όργανα. Στέκεται στο γεγονός ότι ο «περίεργος» άνθρωπος πάντα αναρωτιόταν για τον κόσμο γύρω του. Χρησιμοποιεί ένα αφαιρετικό θεματικό πρίσμα εμπνεόμενο από τις λειτουργίες του Αστεροσκοπείου, των ευεργετών, τα καθήκοντα των επιστημόνων, την χρήση των οργάνων και την επιστήμη, ως προσπάθεια κατανόησης και εξήγησης των φαινομένων και απόκτησης γνώσεων. Σε επίπεδο συμβολισμού, η αφήγηση των ιστοριών και των επιστημονικών γνώσεων, καθώς και οι απτές διαδράσεις, εκφράζουν έννοιες και ιδέες της επιστήμης, παλαιές και σύγχρονες σε εκλαϊκευμένη μορφή. Με αυτόν τον τρόπο η εμπειρία προσφέρει πολλαπλά επίπεδα ανάγνωσης και ερμηνείας με αναγωγές μέχρι το σήμερα.

Χαρακτηριστικό του μουσειολογικού σκεπτικού είναι η εννοιολογική σύζευξη των ιστοριών και ιδεών που αποτυπώνονται στην ψηφιακή αφήγηση (ιστορίες γύρω από την ανθρώπινη διάνοια, τον επιστημονικό μόχθο, την χρήση, την έρευνα και την εξέλιξη στην γνώση) με τα υλικά αντικείμενα στον εκθεσιακό χώρο και με προεκτάσεις στην άυλη κληρονομιά της αστρονομίας.

Οι έννοιο-κεντρικές και θεματικές προεκτάσεις μέσω των αφηγηματικών τεχνικών και των απτών στοιχείων, στηρίζουν την κεντρική αφήγηση για τον πρωταγωνιστικό ρόλο της επιστήμης και του ανθρώπου στην λήψη ιδεών και απόκτηση γνώσεων. Το νόημα και η βάση του μουσειολογικού σκεπτικού, που διατρέχουν τις προτάσεις της μουσειακής εμπειρίας, οργανώνονται γύρω από τρεις θεματικούς άξονες:

Αντικείμενα – χρήσεις → Ανάγκη για τη θεώρηση του κόσμου

Άνθρωποι – ιστορίες → Το ταξίδι του ανθρώπου στη γνώση

Γνώση – επιστήμη → Παρατηρήσεις και λογισμοί (επαγωγική μέθοδος)

Το μοτίβο αυτό επαναλαμβάνεται στην ψηφιακή αφήγηση γύρω από τα περισσότερα εκθέματα (π.χ. χάρτης της Σελήνης, Μεσημβρινό τηλεσκόπιο, ουράνιες σφαίρες και αντίγραφο του Μηχανισμού των Αντικυθήρων). Με αυτή την σειρά των συλλογισμών, σε πρώτη φάση πραγματοποιείται η «χρονική» και «χωρική» διάσταση της αφήγησης μέσα από τις λειτουργίες – χρήσεις του αντικειμένου, έχοντας παράλληλα ο επισκέπτης την οπτική επαφή με αυτό. Στην δεύτερη φάση, γίνεται επέκταση σε ανθρώπινα ζητήματα, μέσα από τις ιστορίες και τους ρόλους των επιστημόνων, ανώνυμων και επώνυμων (όπου υπάρχει κάποια καταγραφή φυσικά). Και στην τρίτη φάση, πραγματοποιείται η αποκάλυψη των αποκτηθέντων γνώσεων, μέσα από την παράθεση ιδεών παλαιάς ή σύγχρονης επιστήμης ή έρευνας, ολοκληρώνοντας την εικόνα συμπύκνωσης του νοήματος και των ιδεών πίσω από τα εκθέματα (βλ. εικ. 2 στο Παράρτημα Εικόνων). Την αφήγηση συμπληρώνει η διάδραση με αφή επικοινωνώντας μια ολοκληρωμένη αντίληψη σχετικά με

τα «άπιαστα» ουράνια σώματα και την φύση τους. Επιμέρους θεματικές δημιουργούνται με βάση τα εκθέματα και τις «πλευρές» από τις οποίες εξετάζονται (επιρροές στην λογοτεχνία, φιλοσοφικές προσεγγίσεις, κοινωνικές προεκτάσεις της αστρονομίας).

Η χρονική αλληλουχία στη ροή της αφήγησης εκδηλώνεται με βάση τους θεματικούς άξονες, όπου σε κάθε έκθεμα αποκαλύπτονται οι διάφορες όψεις του, με νοηματική επάρκεια και αυτοτέλεια. Σε ορισμένα σημεία της αφήγησης στην «εμπλοκή» του επισκέπτη με το άυλο περιεχόμενο της συλλογής, τοποθετήθηκαν εσκεμμένα παραδοσιακές και σύγχρονες επιστημονικές απόψεις (λ.χ. στις επιλογές αφήγησης για το έκθεμα «Μοντέλο του Ηλιακού Συστήματος»). Θεωρήθηκε ότι ανήκουν σε παρόμοια επιστημολογική κατηγορία, αφού εξετάζονται παραδείγματα των συστηματικών ή μη-συστηματικών θεωριών που αποτελούν μέρος των προσπαθειών του ανθρώπου να κατανοήσει το σύμπαν. Οι ψηφιακές αφηγήσεις (ιστορίες) θα συνδέουν εν μέρει στοιχεία σχετικά με τα όργανα, τα πρόσωπα και τις γνώσεις.

4.1.4. Οι απτές διαδράσεις

Το Ηλιακό μας Σύστημα φιλοξενεί ουράνια σώματα (ο Ήλιος, οι πλανήτες και οι δορυφόροι τους κ.ά.), το καθένα από τα οποία έχει μοναδικά χαρακτηριστικά (το μέγεθος, την μάζα, την ατμόσφαιρα, την χημική σύσταση, τις επιφάνειες, τους εσωτερικούς χώρους κ.ο.κ.). Με βάση τα παραπάνω σε σχέση με τις απτές διαδράσεις: στο επίκεντρο τίθενται ως κοινοί παρονομαστές, τα ουράνια σώματα, καθώς αποτελούν σημεία αφορμής επεξήγησης και ένταξης της «άυλης» γνώσης γύρω από αυτά, καθώς και της «άπιαστης» φύσης τους.

Αποδομώντας αυτή την ερμηνεία, συμπεραίνεται ότι το μουσειολογικό σκεπτικό της υλικής αναπαράστασης των ουράνιων σωμάτων μπορεί να βασιστεί στο γεγονός ότι το υλικό και το απτό των αισθητηριακών δράσεων «αντιπαραβάλλεται» εννοιολογικά με τις επιστημονικές γνώσεις γύρω από το «άπιαστο» περιβάλλον των σωμάτων αυτών. Παράλληλα «ενσωματώνει» το άυλο περιεχόμενο της κληρονομιάς της αστρονομίας που δομείται πάνω στις γνώσεις αυτές και που πολλές φορές συνδέεται με κινητά και ακίνητα μνημεία. Πιο συγκεκριμένα, θεωρήθηκε ότι η επιλογή αυτή επιτρέπει μια πιο συνεκτική παρουσίαση και συμπερίληψη φαινομενικά ετερόκλητων στοιχείων (τα ουράνια σώματα που μόνο μπορούμε να παρατηρούμε – αίσθηση της όρασης και την υλική αναπαράσταση τους, με τη μορφή ομοιωμάτων – αίσθηση της αφής). Αυτή η προσέγγιση με αφορμή τα εκθέματα του Μουσείου, επιτρέπει ταυτόχρονα την «απόρριψη» αποκλειστικότητας σε παραδοσιακές προσεγγίσεις πάνω στην ερμηνεία και επεξήγηση – περιγραφή (που συνήθως περιλαμβάνει μόνο απεικονίσεις).

Στόχος των απτών διαδράσεων είναι να προσφέρουν στον επισκέπτη την ευκαιρία να αξιοποιήσει την καθημερινή αισθητηριακή αλληλεπίδραση και εμπειρία με τον κόσμο, ώστε να βελτιώσει την κατανόησή του σχετικά με τα ουράνια σώματα, επιτρέποντας νέες μορφές βιωματικής και ενεργής μάθησης σε ένα παραδοσιακό μουσειακό περιβάλλον.

Κορύφωση της συνολικής μουσειακής εμπειρίας λοιπόν, είναι οι απτές διαδράσεις, μέσω των οποίων υφίστανται δύο επίπεδα διάδρασης:

- Το πρώτο επίπεδο αφής (απλό άγγιγμα και ελάχιστες – εύκολες κινήσεις) λαμβάνει χώρα μέσω μιας διαδικασίας ανακάλυψης (εκμάθηση των σταδίων ενός αστέρα), κατά την οποία ο χρήστης αλληλεπιδρά με ένα tangible user interface και κύβους.
- Στο δεύτερο και πιο βιωματικό επίπεδο αφής (πραγματική ενεργοποίηση της αίσθησης της αφής με διάφορα υλικά, υφές, βάρη, μεγέθη), ο χρήστης αλληλεπιδρά με τρισδιάστατα αντικείμενα: το ανάγλυφο ομοίωμα της Σελήνης

και τα ομοιώματα των πλανητών (μοντέλο του Ηλιακού Συστήματος σε σταθερή βάση).

Η εκμάθηση εννοιών που δεν είναι «απτές» και άμεσα αντιληπτές στον πραγματικό κόσμο, είναι μια σύνθετη διαδικασία. Η απλή απεικόνιση ή η παράθεση πληροφοριών της μορφολογίας, των υλικών και άλλων χαρακτηριστικών των ουράνιων σωμάτων είναι σίγουρα απαραίτητα στοιχεία για την αντίληψη των παραπάνω. Ωστόσο, υπάρχει μία πιθανότητα να «αποτύχει» στην δημιουργία πραγματικών κατανοήσεων και συσχετίσεων ανάμεσα σε αυτά, από έναν επισκέπτη. Μια εντελώς διαφορετική εμπειρία μπορεί να ενισχυθεί μέσα από τις απτές διαδράσεις, καθώς οι χρήστες κρατάτε στα χέρια τους και περιεργάζονται τα αντικείμενα (ιδιαίτερα χρήσιμο και για άτομα με προβλήματα όρασης). Ως εκ τούτου, τα απτά αντικείμενα λειτουργούν ως βοηθήματα στην κατασκευή και ενσωμάτωση της επιστημονικής γνώσης, όταν είναι απαραίτητη μια προσέγγιση που αποσκοπεί στην επεξήγηση της πολυπλοκότητας του πραγματικού κόσμου. Τα τρισδιάστατα αντικείμενα θα μπορούν να προσφέρουν στους επισκέπτες νέους τρόπους να «εξερευνήσουν» τους μακρινούς αυτούς κόσμους, προσπαθώντας να κατανοήσουν τους βασικούς μηχανισμούς και να κατασκευάσουν νοητικές – εννοιολογικές αναπαραστάσεις μέσα από την αίσθηση της αφής.

Διά μέσου των αντικείμενων και των οργανωμένων ιστοριών τους, το Μουσείο μαζί με το κοινό, θα προσφέρει νέες απαντήσεις σχετικά με τον ρόλο του Αστεροσκοπείου ειδικότερα, αλλά και της επιστήμης γενικότερα, καθώς η εκάστοτε εποχή και γενιά δημιουργεί και ασχολείται με τη δική της συζήτηση με το παρελθόν, μέσα από την δική της προοπτική. Η ουσία της «επιτυχούς» ερμηνείας είναι ότι μπορεί να αποκαλύπτει μια νέα εικόνα – αντίληψη για τις ιδιαιτερότητες του εκθέματος. *Πώς αυτό είναι ξεχωριστό;*

Κατά μία υποθετική εκτίμηση, ο σχεδιασμός της πολυαισθητηριακής εμπειρίας επιχειρεί να καλλιεργήσει στον επισκέπτη την αίσθηση μίας «ανεπίσημης επιστημονικής κουλτούρας» και «χαλαρής ατμόσφαιρας» πάνω στο μαθησιακό πλαίσιο, σε έναν χώρο που είναι αυστηρά δομημένος και αντικείμενο-κεντρικός, μέσα από την νεοκλασική χωρική οργάνωση και την απλή παράθεση πληροφοριών που διατρέχει στην παραδοσιακή μουσειακή πρακτική της παρούσας εκθεσιακής διάταξης των αντικειμένων και των ερμηνευτικών μέσων που χρησιμοποιούνται.

4.2. Οι θεματικές ενότητες της αφήγησης

Η επιλογή των εκθεμάτων πραγματοποιήθηκε βάσει του θεωρητικού πλαισίου της εργασίας (κληρονομιά της αστρονομίας), τις κεντρικές ιδέες του μουσειολογικού σκεπτικού και των χαρακτηριστικών των αντικειμένων που μπορεί να εκφράζουν μοναδικότητα καθώς και επιστημονικές, τεχνολογικές, ιστορικές, αισθητικές αξίες. Οι θεματικές ενότητες πάνω στο μουσειολογικό σκεπτικό δημιουργούνται βάσει των δύο αιθουσών (ενότητες) και των εκθεμάτων (θεματικές: σελίδες και επιλογές). Εκφράζουν το περιεχόμενο της αφήγησης είτε με κυριολεκτικό, είτε με συμβολικό τρόπο.

Διαδρομές στον χρόνο και στον χώρο – 1 ^η αίθουσα	Εικόνες του παρελθόντος – 2 ^η αίθουσα
1. Οκτάντας και Ναυτικά Χρονόμετρα 2. Το Μεσημβρινό Τηλεσκόπιο 3. Ο χάρτης της Σελήνης	4. Ουράνιες Σφαίρες 5. Μοντέλο του Ηλιακού Συστήματος 6. Αντίγραφο του Μηχανισμού των Αντικυθήρων

1^η ενότητα)

Τίτλος: **Διαδρομές στον χρόνο και στον χώρο**. Το όνομα υποδηλώνει την θεματική του περιεχομένου της ενότητας με βάση τις ιστορικές αφηγήσεις πάνω στην εξέλιξη της μέτρησης του χρόνου και του υπολογισμού γεωγραφικού πλάτους – μήκους.

Εκθέματα: Οκτάντας και Ναυτικά Χρονόμετρα

Το περιεχόμενο αφορά την σχέση αστρονομίας – ναυσιπλοΐας (η ροή ακολουθεί τους άξονες αντικείμενο – επιστήμη: πρακτικές χρήσεις και κοινωνικές προεκτάσεις). Η παρότρυνση για τις επιλογές γίνεται μέσω ερώτησης.

Θεματικές: Με οδηγό τον Ήλιο και τα αστέρια → εισαγωγή στην αστρονομική ναυσιπλοΐα

Η Αστρονομία στο εμπόριο και στις διαπολιτισμικές επαφές → ο ρόλος της Αστρονομίας στην διαμόρφωση της κοινωνίας (επίπεδο 8²⁴)

Επιλογές: Σίγουρα, ένας οκτάντας!

Πώς χρησιμοποιείται;

Μην ξεχάσεις το ναυτικό χρονόμετρο! → αναφορά στην χρήση των οργάνων
Κάτι άλλο; (επίπεδο 3 και 4)

Έκθεμα: Ο Χάρτης της Σελήνης

Το περιεχόμενο είναι δομημένο γύρω από τον Χάρτη της Σελήνης, τον δημιουργό και την Σελήνη (ακολουθεί την ροή αντικείμενο – άνθρωπος – σύγχρονη επιστήμη – ανάγκη ερμηνείας του κόσμου). Στο θέμα άνθρωπος εντάσσεται ο δημιουργός του χάρτη. Η ένταξη της λογοτεχνικής αναφοράς έγινε εσκεμμένα για την σύνδεση τέχνης και επιστήμης. Σε αυτό το σημείο προτείνεται η χρήση ομοιώματος με αφή, για μια εμπλουτισμένη εμπειρία γύρω από την θεματική αυτή. Η παρότρυνση γίνεται μέσα από την αφήγηση με εισαγωγική σελίδα.

Θεματικές: Ο χάρτης της Σελήνης → εισαγωγή για τον χάρτη

Ο ευφυής σχεδιασμός του χάρτη → περιγραφή του σχεδιασμού και της «προσωπικής» ιστορίας του αντικειμένου (επίπεδο 4)

Επιλογές: Η πορεία του Ιούλιου Σμιτ → αναφορά στον δημιουργό μέσα από αφήγηση σε α' πρόσωπο (επίπεδο 5)

«Γύρω από τη Σελήνη» → επιρροές του χάρτη

Διάδραση με αφή: «Αγγίζοντας» την Σελήνη

3 επιλογές διάδρασης → αναγωγή στην σύγχρονη επιστήμη (νοητή μεταφορά του επισκέπτη στην επιφάνεια της Σελήνης, αφηγηματική ή επαυξημένη πραγματικότητα – AR)/ ιστορική ενσυναίσθηση (τα βήματα του Ι. Σμιτ για τις μετρήσεις)

Έκθεμα: Το Μεσημβρινό Τηλεσκόπιο

Το περιεχόμενο περιλαμβάνει την σημασία των αστρονομικών παρατηρήσεων για τον προσδιορισμό της ώρας (πάλι ακολουθείται η ροή αντικείμενο – άνθρωπος – επιστήμη (χρονομέτρηση – προσδιορισμός της ώρας (timekeeping) – ο πρώτος ρόλος των αστεροσκοπείων – συμβολή στην κοινωνική οργάνωση). Στο θέμα άνθρωπος συγκαταλέγεται ο «ανώνυμος παρατηρητής» και ο ρόλος του μέσα από τις κοπιώδεις καθημερινές εργασίες.

²⁴ *Η αρίθμηση για το εκάστοτε επίπεδο σε παρένθεση στην ενότητα 4.2 αναφέρεται στο μοντέλο της S. Pearce, βλ. εικ. 1 στο Παράρτημα Εικόνων.

Θεματικές: Αστρονομικό υπόβαθρο στην χρονική ακρίβεια → εισαγωγή για την σχέση Αστρονομίας και προσδιορισμού της ώρας

Το Μεσημβρινό Τηλεσκόπιο → ιστορία και περιγραφή του τηλεσκοπίου (επίπεδο 3 και 4)

Επιλογές: Κάθε μέρα παρατηρήσεις! → χρήση και σημασία του τηλεσκοπίου (αφήγηση σε α' πρόσωπο) (επίπεδο 4 και 5)

Τι ώρα είναι; → σημασία του προσδιορισμού της ώρας και φιλοσοφικά ερωτήματα γύρω από τον χρόνο (επίπεδο 7)

2^η ενότητα)

Τίτλος: **Εικόνες του παρελθόντος.** Το όνομα υποδηλώνει την θεματική του περιεχομένου της ενότητας, όπου γίνεται αναφορά στο ότι οι εικόνες από τα άστρα που βλέπουμε δεν είναι τωρινές, ενώ παράλληλα λειτουργεί και συμβολικά καθώς τα εκθέματα της αίθουσας (και ειδικότερα ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων) είναι «απόηχοι» του παρελθόντος από την μακραίωνη ιστορία της Αστρονομίας.

Εκθέματα: Ουράνιες Σφαίρες

Το περιεχόμενο αφορά τις Ουράνιες Σφαίρες ως βοηθητικά – εκπαιδευτικά όργανα (πάλι ακολουθείται η ροή αντικείμενο – άνθρωπος – επιστήμη (σύγχρονη). Στο θέμα άνθρωπος αναφέρονται οι κάτοχοι των σφαιρών και η συμβολή τους στο Αστεροσκοπείο. Σε αυτό το σημείο προτείνεται η ένταξη διαδραστικής τεχνολογίας για αφή που θα κάνει πιο βιωματική την εμπειρία του επισκέπτη γύρω από την επιστήμη στη θεματική των άστρων. Η επιλογή των κύβων ως μέσων διάδρασης έχει συμβολική και πρακτική χρήση. Σε συμβολικό επίπεδο αντικατοπτρίζει το νόημα της δόμησης του κόσμου από τα χημικά στοιχεία, όπως αναφέρεται στο περιεχόμενο (κύβος= «χτίσιμο») και σε πρακτικό, (για να είναι οι κύβοι σταθεροί στην επιφάνεια διάδρασης). Η παρότρυνση του χρήστη θα γίνει πάλι μέσω της αφήγησης με εισαγωγική σελίδα.

Θεματικές: Οι Ουράνιες Σφαίρες → εισαγωγή στο θέμα

Και οι απεικονίσεις είναι άπειρες... → αναφορά στην χρήση των σφαιρών ως εκπαιδευτικά εργαλεία (επίπεδο 4)

Επιλογές: Οι φιλομαθείς ιδιοκτήτες

Γεώργιος Βούρης / Δημήτριος Αιγινήτης

Οι αστερισμοί που μας περιβάλλουν →

Αστερισμός της Ανδρομέδας/ Αστερισμός του Υδροχόου/ Αστερισμός του Αετού/Αστερισμός του Ωρίωνα/ Αστερισμός του Κύκνου (οι αστερισμοί είναι ενδεικτικοί, για να λειτουργήσει καλύτερα η δράση οι αστερισμοί στην αφήγηση θα αντιστοιχούν με αστερισμούς που απεικονίζονται στις Ουράνιες Σφαίρες)

Η ζωή και ο θάνατος ενός άστρου → σύγχρονη επιστήμη (σύνδεση με την απτή διάδραση)

Διάδραση με αφή: Χημικά στοιχεία σε ένα άστρο → σύγχρονη επιστήμη.

Πληροφορίες στην επιφάνεια διάδρασης: Κίτρινος νάνος/ Ερυθρός γίγαντας/ Ερυθρός υπεργίγαντας/ Ερυθρός υπεργίγαντας μεγάλης μάζας/ Υπερκαινοφανής αστέρα

Έκθεμα: Μοντέλο του Ηλιακού Μας Συστήματος

Το περιεχόμενο αφορά την σημασία αυτών των μοντέλων ως εκπαιδευτικά εργαλεία (η ροή ακολουθεί αντικείμενο – επιστήμη). Η αντιπαραβολή παλαιάς και σύγχρονης επιστημονικής γνώσης έγινε εσκεμμένα ώστε να αποδοθεί η εξελικτική πορεία της

επιστημονικής μεθοδολογίας κατά την οποία μία ευρέως αποδεκτή «αλήθεια» μπορεί να αλλάζει όταν έρχονται στο φως νέα δεδομένα και στοιχεία.

Θεματικές: Ένα μηχανικό έργο τέχνης → εισαγωγική στο θέμα

Μοντέλο του Ηλιακού Συστήματος → περιγραφή του αντικειμένου, τις λειτουργίας και της σημασίας του (επίπεδο 4 και 7)

Επιλογές: Οι κινήσεις της Γης και της Σελήνης → σύγχρονη επιστήμη

Από τον γεωκεντρισμό στον ηλιοκεντρισμό → ιστορικές αναφορές που υποδεικνύουν ότι η επιστήμη είναι μια διαδικασία συνεχούς εξέλιξης (αναθεώρηση της θεωρίας)

Διάδραση με αφή: «Αγγίζοντας» τους πλανήτες

Υπο-επιλογές της διάδρασης: Ερμής / Αφροδίτη / Γη / Άρης / Δίας / Κρόνος / Ουρανός / Ποσειδώνας

Σε αυτό το σημείο προτείνεται η ένταξη διάδρασης με αφή, μέσα από σύγχρονα ομοιώματα των πλανητών του Ηλιακού Συστήματος σε μία σταθερή βάση. Η παρότρυνση του επισκέπτη για την χρήση των ομοιωμάτων θα γίνεται μέσα από την αφήγηση με την εισαγωγή σελίδων. Η βάση με τους πλανήτες θα «αλληλοσυμπληρώνεται» με το έκθεμα «Μοντέλο του Ηλιακού Συστήματος» σε ένα ερμηνευτικό – νοηματικό επίπεδο. Πιο συγκεκριμένα, θα περιγράφει τους 8 πλανήτες και θα «συμπληρώνει» το εκτεθέν Μοντέλο, το οποίο «περιγράφει» την κίνηση της Γης και της Σελήνης γύρω από τον ήλιο, αντιστοίχως η βάση θα «περιγράφει» τα ιδιαίτερα και μοναδικά χαρακτηριστικά τους. Η νοηματοδότηση θα συνοδεύεται από το κατάλληλο οπτικοακουστικό υλικό, μέσα από αντίστοιχη εισαγωγή σελίδας, η οποία θα πραγματοποιήσει τη συσχέτιση – σύγκριση γνώσης μέσα από το περιεχόμενο. Παράλληλα, θα παρέχεται στον χρήστη ένα ηχητικό αρχείο με ηχογραφήσεις των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων των πλανητών, «μεταφρασμένων», ώστε να ακούγονται από το ανθρώπινο αυτί. Οι ήχοι θα ενεργοποιούνται με το «άγγισμα» των ομοιωμάτων και είναι αρκετά διεισδυτικοί, αρμονικοί και ευχάριστοι και για αυτό, μπορούν να συμπληρώσουν την βιωματική εμπειρία της αφής με μοναδικό τρόπο.

Έκθεμα: Λειτουργικό αντίγραφο του Μηχανισμού των Αντικυθήρων

Το περιεχόμενο αφορά τον ίδιο τον Μηχανισμό (η ροή ακολουθεί αντικείμενο – άνθρωπος). Στο θέμα «άνθρωπος» αναφέρεται ο πιθανός δημιουργός του Μηχανισμού. Επιπλέον, εντάσσεται και η ιστορία της ανακάλυψης του μηχανισμού, ως μία νότα ενδιαφέρουσας και «ελκυστικής» πληροφορίας.

Θεματικές: Λειτουργικά αντίγραφα → εισαγωγική στο θέμα

Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων → αναφορά στην λειτουργία του (επίπεδο 4)

Ο Μηχανισμός στον κοινωνικό βίο → ο ρόλος του Μηχανισμού στην γεωργία και στα κοινά (επίπεδο 8)

Επιλογές: Μία απρόσμενη ανακάλυψη → αναφορά στην ιστορία της ανακάλυψης του ως μία νότα ψυχαγωγίας στην αφήγηση (επίπεδο 4)

Πολλά γρανάζια! → αναφορά στα τεχνικά χαρακτηριστικά του (επίπεδο 2 και 3)

Ο εφευρέτης; → αναφορά στον πιθανό δημιουργό (επίπεδο 5)

4.3 Περσόνες (απευθυνόμενο κοινό της εμπειρίας)

Ο συνολικός σχεδιασμός της εμπειρίας με την συγγραφή του σεναρίου και την παράθεση ιδεών απτής διάδρασης, πραγματοποιείται με βάση δύο κριτήρια: το μουσειολογικό σκεπτικό και το κοινό του Μουσείου. Αναφορικά με το δεύτερο δεν διεξήχθη κάποια έρευνα που να μπορεί να υποδείξει τα χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου κοινού.

Επομένως, επιλέχθηκε ως γνώμονας το ευρύ ενήλικο κοινό (νέοι ενήλικες και ενήλικες) από υπάρχουσες έρευνες σε μουσειακά περιβάλλοντα εκπαίδευσης γενικότερα (De Backer et al., 2015; Kelly, 2007; Falk & Storksdieck, 2005). Το εφηβικό και το παιδικό κοινό δεν εντάσσεται προς το παρόν στον σχεδιασμό της εμπειρίας, καθώς το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών καλύπτει τις μαθησιακές ανάγκες αυτού, μέσα από ένα εύρος ειδικών εκπαιδευτικών προγραμμάτων και ξεναγήσεων²⁵ που οργανώνει για τον συγκεκριμένο τύπο κοινού.

Τα δημοσιευμένα στοιχεία των προαναφερθέντων ερευνών κοινού αναγνωρίζουν κάποια χαρακτηριστικά και συμπεριφορές των ενηλίκων επισκεπτών στα μουσεία, κατά την διαδικασία μάθησης. Οι ενήλικοι επισκέπτες μουσείων:

- Χρησιμοποιούν τα ερμηνευτικά μέσα, εφόσον οι πληροφορίες και τα δεδομένα παρέχονται με έναν ελκυστικό και μη συγκαταβατικό τρόπο.
- Συμμετέχουν με ενδιαφέρον, αν τα εργαλεία εκφράζουν μηνύματα και νοήματα μέσα σε σημασιολογικά πλαίσια με συμφραζόμενα.
- Οι κοινωνικοί λόγοι στην επίσκεψή τους είναι κυρίαρχοι.
- Παρουσιάζουν μαθησιακές συμπεριφορές που βασίζονται σε ομάδες, όπου μαθαίνουν ο ένας από τον άλλο.
- Συσχετίζουν αντικείμενα που βλέπουν με τις κοινές τους εμπειρίες
- Έχουν συγκεκριμένα κίνητρα και ταυτότητες που επηρεάζουν την συνολική εμπειρία της επίσκεψης.
- Έχουν ποικίλα και διαφορετικά υπόβαθρα.
- Διαμορφώνουν «μαθησιακή ταυτότητα» με τρεις τρόπους: ανεύρεσης νέων πληροφοριών, δομημένων συμφωνιών – αντιπαραθέσεων και πολλαπλών εννοιών – νοημάτων.

Σύμφωνα με τους Falk & Storksdieck (2005) παράγοντες που επηρεάζουν τις αναμνήσεις και εμπειρίες των ενηλίκων επισκεπτών είναι αν:

- Καλύπτονται οι μαθησιακές ανάγκες και τα ενδιαφέροντά τους.
- Υποστηρίζονται από μεταγενέστερες εμπειρίες.
- Υπάρχει ένα «αφήγημα» στην ερμηνεία.
- Υπάρχει υψηλό συναισθηματικό περιεχόμενο για το άτομο.

Μετά την συγκέντρωση αυτών των πληροφοριών, επόμενο στάδιο ήταν η δημιουργία περσόνων (personas²⁶). Τα χαρακτηριστικά των περσόνων θα πρέπει να αντικατοπτρίζουν τον ενήλικο επισκέπτη και να αντιπροσωπεύουν σωστά το δείγμα των στοχευόμενων τελικών χρηστών. Ως εκ τούτου, κοινό χαρακτηριστικό τους θα είναι το ενδιαφέρον για το Μουσείο, την συγκεκριμένη επιστήμη ή για συναφή θέματα, ώστε να έχουν κίνητρα που συγκλίνουν σε μία επίσκεψη στον χώρο του και στην διάθεση για μάθηση και ψυχαγωγία. Παράλληλα, θα εμφανίζουν κάποιες διαφορές ή και αντιθέσεις, ώστε να υποδηλώνεται η ποικιλομορφία σε δημογραφικά στοιχεία, στο υπόβαθρο, στις ανάγκες ή και στις απόψεις των επισκεπτών που παρατηρείται πραγματικά από τις έρευνες. Οι περσόνες δίνουν ένα «αληθινό πρόσωπο» στον τελικό χρήστη της εφαρμογής, και βοηθούν στην καλύτερη κατανόηση των ατόμων που θα χρησιμοποιήσουν την ολοκληρωμένη μορφή της. Στόχος στην δημιουργία τους είναι να εξασφαλισθεί η καλύτερη επικοινωνία με το κοινό του

²⁵ Πηγή: http://www.noa.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=1041&Itemid=986&lang=el

²⁶ Περσόνα είναι ένας φανταστικός χαρακτήρας που δημιουργείτε για να αντιπροσωπεύσει έναν τύπο χρήστη κατά τον σχεδιασμό προϊόντων στο μάρκετινγκ. Επίκεντρο του σχεδιασμού είναι ο χρήστης, όπου εξετάζονται τα χαρακτηριστικά, οι σκέψεις, οι συμπεριφορές, τα κίνητρα και οι ανάγκες του, ώστε να απευθύνεται το σχεδιασμένο προϊόν ή η υπηρεσία σε αυτόν. Πηγή: [https://en.wikipedia.org/wiki/Persona_\(user_experience\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Persona_(user_experience))

Μουσείου. Αυτό επιτυγχάνεται καθώς συμβάλλουν στην τοποθέτηση ενός τελικού χρήστη στο επίκεντρο της εμπειρίας, δίνοντας την ευκαιρία στις διάφορες ομάδες σχεδιασμού ενός πρότζεκτ «να μιλούν την ίδια γλώσσα» σε ό,τι αφορά τους στόχους και στο τελικό προϊόν (τι πρέπει να παραχθεί). Ιδιαίτερα σημαντική είναι η χρήση τους ως οδηγούς για τη δημιουργία διαδραστικών ιστοριών. Μπορούν να υποδηλώνουν ότι μία συγκεκριμένη αφήγηση, μία συγκεκριμένη εικόνα, ένα θέμα ή τμήμα της ιστορίας θα αρέσει στην Α περσόνα, κάποιο άλλο στην Β περσόνα κ.ο.κ. Συγκεκριμένα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την επισήμανση συγκεκριμένων στοιχείων του περιεχομένου της αφήγησης, όπου οι επισημάνσεις θα «μεταφράζονται» στα χαρακτηριστικά των χρηστών για να ταυτιστούν αργότερα με τα προφίλ τους και να εξατομικεύσουν την εμπειρία του επισκέπτη (Roussou, M., Katifori, A., Pujol, L., Vayanou, M., & Rennick-Egglestone, S. J., 2013).

Με βάση τα παραπάνω στοιχεία λοιπόν, διαμορφώθηκαν οι δύο περσόνες:

Όνομα: Γιάννης Σιδέρης	Όνομα: Κατερίνα Παπανικολάου
	
Χαρακτηριστικά: Ηλικία: 18 - 30 Σπουδάζει σε δημόσιο πανεπιστήμιο Είναι λάτρης ταινιών επιστημονικής φαντασίας Ενδιαφέρεται για θέματα αστρονομίας και θέλει να γνωρίζει την ορολογία, παρόλο που δεν είναι ειδήμων Του αρέσει να θέτει στόχους και να έχει θετικές επιδράσεις Λειτουργεί αυτόνομα και με τον δικό του ρυθμό Αισθάνεται άβολα με την πολυκοσμία Αναζητά περισσότερα στο Διαδίκτυο για θέματα που βρίσκει ενδιαφέρον	Χαρακτηριστικά: Ηλικία: 40 και άνω Ασχολείται με τα οικιακά και έχει δύο παιδιά Έχει δευτεροβάθμια εκπαίδευση Είναι κάπως εξοικειωμένη με τις έξυπνες συσκευές, αλλά όχι με την τεχνολογία που φοριέται Βλέπει το σύμπαν από φιλοσοφική – συμβολική άποψη Συνηθίζει να παρατηρεί τον ουρανό όταν έχει ξαστεριά Της αρέσει να μοιράζεται αυτά που μαθαίνει με άλλους Μαθαίνει μέσα από εμπειρικές δράσεις και την παράθεση συμφραζόμενων

4.4. Περιεχόμενο της εμπειρίας: σενάριο και απτές διαδράσεις

Τίτλος: Αστεροσκοπείου ιστορίες: εκθέματα, ουράνια σώματα και γνώση μέσα από τις αισθήσεις στο Μουσείο Γεωαστροφυσικής

Υποδοχή του επισκέπτη: Καλώς όρισες!

Το ενδιαφέρον για τους πλανήτες και τα άστρα γεννήθηκε μαζί με τον άνθρωπο και συνεχίζει μέχρι σήμερα να προκαλεί την περιέργεια και την φαντασία. Τα τηλεσκόπια των αστεροσκοπείων στραμμένα προς τον ουρανό, παρακολουθούν ασταμάτητα το άγνωστο Σύμπαν, που εκτείνεται πέρα από τα όρια του πλανήτη μας. Το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, ιδρυόμενο το 1842 από τον Γεώργιο Σίνα, αποτελεί ένα εξέχον κέντρο επιστημονικής δραστηριότητας στην χώρα. Η αρχιτεκτονική του κτηρίου, έργο του Θεόφιλου Χάνσεν, αντανakλά την όψη της νεοκλασικής Αθήνας. Στις δεκαετίες που πέρασαν, το Αστεροσκοπείο ανέπτυξαν περισσότερο οι διάφοροι διευθυντές και ευεργέτες, τους οποίους μπορείς να θαυμάσεις στον πίνακα δεξιά της εισόδου. Σημαντική μορφή, ο Δημήτριος Αιγινήτης ο οποίος διετέλεσε διευθυντής από το 1890 έως το 1934.

Ο χώρος που βρίσκεσαι συγκροτεί το Μουσείο Γεωαστροφυσικής και την βιβλιοθήκη, μία διαδρομή στις λειτουργίες του Αστεροσκοπείου τον 19ο και 20ο αιώνα. Αστρονομικές παρατηρήσεις, γεωδαιτικές έρευνες, μετεωρολογικές και σεισμολογικές μετρήσεις... ενέργειες που χαράχθηκαν στα εκθέματα του μουσείου. Απόηχοι του επιστημονικού μόχθου των ανθρώπων, στην προσπάθεια τους να ερμηνεύσουν τον κόσμο μας. Σήμερα, θα εστιάσουμε σε εκθέματα που αφορούν την Αστρονομία, η οποία ερευνά τα άστρα και ό,τι υπάρχει πέρα από αυτά. Έλα! Για μια εμπειρία που οδηγεί τα μάτια, το νου, αλλά και τα χέρια σε μία προσπάθεια ανακάλυψης και κατανόησης των νοημάτων που κρύβονται πίσω από τα εκθέματα του Μουσείου...

Επιλογή: Διαδρομές στον χρόνο και στον χώρο

[Σε αυτό το σημείο δίνονται στους επισκέπτες οδηγίες για την αίθουσα]

Επιλογή: Εικόνες του παρελθόντος

[Σε αυτό το σημείο δίνονται στους επισκέπτες οδηγίες για την αίθουσα]

Εισαγωγική σελίδα στις αίθουσες: Κάνε μία επιλογή!

Και η περιήγηση μας ξεκινά χάρη στις γενεές των ερευνητών που τηρούν ένα απλό σύνολο κανόνων: να παρατηρούν και να καταγράφουν. Επίλεξε το έκθεμα που επιθυμείς και θα ακούσεις τις ιστορίες που έχει να πει... Μπορεί να είναι διαφωτιστικές, συναρπαστικές, ή «περίεργες» Όλες για τον άνθρωπο, το αντικείμενο, την επιστήμη...

Εκθέματα: Οκτάντας και Ναυτικά Χρονόμετρα

Σελίδα: Με οδηγό τον Ήλιο και τα αστέρια.

Ακούγοντας την λέξη πλοήγηση, πιθανόν να μας έρχεται στον νου το GPS που βασίζεται σε τεχνητούς δορυφόρους. Αιώνες πριν την έλευση αυτής της τεχνολογίας, οι θαλασσοπόροι βασίζονταν στα αστέρια για να ταξιδεύουν. Τα πλοία, εκτός από τις κατευθύνσεις των ανέμων, έβρισκαν τον προσανατολισμό τους από την θέση και τις εμφανείς κινήσεις του Ήλιου και των αστεριών. Αυτή η τεχνική είχε σωστά ονομασθεί αστρονομική ναυσιπλοΐα! Αντίστοιχα με το GPS, χρησιμοποιεί τον καθορισμό θέσης για την ασφαλή πλοήγηση στη θάλασσα. Η Αστρονομία βοήθησε σε αυτό μέσα από την εφεύρεση συγκεκριμένων οργάνων. Ας κάνουμε ένα νοητό ταξίδι σε κάποιο λιμάνι του 18ου αιώνα. Εκεί ως ένας ναύτης του παρελθόντος, προετοιμάζεις το πλοίο για ένα μεγάλο ταξίδι. Ποιο εργαλείο άραγε θα είναι χρήσιμο για την ασφαλή πλοήγηση του; Τις απαντήσεις θα βρεις στην επιτοίχια προθήκη δεξιά της εισόδου.

Επιλογή 1: Σίγουρα, ένας οκτάντας!

Μα φυσικά! Από τα πιο απαραίτητα... ο οκτάντας! Χάρης στον Άγγλο αστρονόμο Τζον Χάντλνι, που το 1730 επινόησε αυτό το αστρονομικό όργανο, η μέτρηση του ύψους των αστερών έγινε μία απλή υπόθεση ρουτίνας. Η χρήση του βασίζεται σε μία απλή μαθηματική λειτουργία. Την ικανότητα μέτρησης γωνιών που δεν υπερβαίνουν τις 90 μοίρες. Περιλαμβάνει έναν κυκλικό τομέα βαθμολογημένο σε 45 μοίρες, δηλαδή το ένα όγδοο (1/8) της περιφέρειας του κύκλου. Σε αυτό το χαρακτηριστικό οφείλει το όνομα του. Αποτελούσε μία δημοφιλής επιλογή για τους ταξιδιώτες στο δεύτερο μισό του 18ου αιώνα. Πολύ απλά γιατί δεν απαιτούσε «τέλειο» σημάδι και έτσι μπορούσαν να το χρησιμοποιήσουν στο κινούμενο πλοίο²⁷.

Υπο-σελίδα επιλογής: Πώς χρησιμοποιείται;

Για να κάνει την μέτρηση, ο πλοηγός κρατούσε όρθιο τον οκτάντα. Κοιτούσε μέσα από το κάτοπτρο τοποθετημένο στην επάνω πλευρά για να εντοπίσει τον ορίζοντα μέσω ενός μικρού παραθύρου τοποθετημένου στην αντίθετη πλευρά. Αυτό το παράθυρο ήταν χωρισμένο στα δύο, όπου το μισό ήταν ένα διαφανές παράθυρο και το άλλο μισό ένας καθρέπτης. Περιστρέφοντας ταυτόχρονα, τον βραχίονα μέτρησης προς τα εμπρός, έως ότου η εικόνα του ήλιου που αντανακλάται στον καθρέπτη θα ευθυγραμμιζόταν με τη γραμμή του ορίζοντα στο παράθυρο. Σταθεροποιούσε τον βραχίονα στη θέση του και η γωνία διαβαζόταν από την χαραγμένη κλίμακα, ώστε να δοθεί το ύψος του Ήλιου σε μοίρες²⁸.

Επιλογή 2: Μην ξεχάσεις το ναυτικό χρονόμετρο!

Αν και το γεωγραφικό πλάτος ήταν σχετικά εύκολο να προσδιοριστεί μετρώντας το υψόμετρο του Ήλιου το μεσημέρι, δεν μπορούσε να καθοριστεί με ακρίβεια το γεωγραφικό μήκος. Για την επίλυση του προβλήματος αυτού λοιπόν, προτάθηκαν διάφορες μέθοδοι με αποτέλεσμα να εφευρεθούν τα ναυτικά χρονόμετρα. Τα ναυτικά χρονόμετρα είναι ρολόγια υψηλής ακρίβειας που σχεδιάστηκαν τον 18ο αιώνα, για χρήση σε θαλάσσια ταξίδια.

²⁷ Εγκυκλοπαίδεια Πάπυρος Λαρούς Μπριτάνικα, 1996. Αθήνα. Τόμος 46: Σελ 325.

Anderson, E. W. et al, 2017. "Latitude measurements" Σε: Navigation. Encyclopædia Britannica
Διαθέσιμο: <https://www.britannica.com/technology/navigation-technology#ref61186>

²⁸ Cooke, J., 2016. Octant. Διαθέσιμο:

https://www.mhs.ox.ac.uk/animateit/wp-content/uploads/sites/6/2016/01/Octant_download.pdf

Χάρη σε αυτά, μπορούσε να εξακριβωθεί πόσο μακριά στα ανατολικά ή στα δυτικά είχε ταξιδέψει ένα πλοίο, συγκρίνοντας δύο σημεία αναφοράς. Το ένα χρονόμετρο κρατούσε τον χρόνο από το σημείο αναχώρησης του πλοίου, το άλλο την τοπική ώρα του πλοίου, που υπολογιζόταν με βάση τον Ήλιο και τα αστέρια. Παρ' όλα αυτά υπήρξαν ακόμη προβλήματα στην χρήση τους. Για παράδειγμα, μια απόκλιση μόλις ενός δευτερολέπτου την ημέρα, μπορούσε να οδηγήσει το πλοίο εκτός πορείας ύστερα από ένα μεγάλο χρονικό διάστημα. Το πρότυπο, ήταν ο σχεδιασμός ναυτικών χρονομέτρων με απόκλιση ενός κλάσματος του δευτερολέπτου ανά ημέρα²⁹.

Επιλογή 3: Κάτι άλλο;

Παρόλο που δεν βρίσκεται ανάμεσα στα εκθέματα της προθήκης, μαζί με τον οκτάντα και ένα ναυτικό χρονόμετρο θα χρειάζονται σίγουρα και ένα ναυτικό αλμανάκ. Το ναυτικό αλμανάκ είναι μια δημοσίευση που κατατάσσει τις καθημερινές θέσεις των ουράνιων σωμάτων σε πίνακες. Περιέγραφε και προβλέψεις αστρονομικών φαινομένων, όπως οι εκλείψεις Ηλίου – Σελήνης, κατά ημερομηνία και ώρα. Η έκδοση του γινόταν σε τόμους ή σε μορφή ημερολογίου ανά έτος³⁰.

Σελίδα: Η Αστρονομία στο εμπόριο και στις διαπολιτισμικές επαφές

Στην μακραίωνη παράδοση των θαλασσοπόρων, μπορούμε να πούμε πως η σημασία της Αστρονομίας και αυτών των οργάνων αντικατοπτρίζεται στις εμπορικές σχέσεις, ή και ακόμη στην αποικιοκρατία. Το πλοίο καθοδηγείται από τις αστρονομικές παρατηρήσεις. Φτάνει με ασφάλεια στο λιμάνι και ξεφορτώνει το εμπόρευμα, που δεν είναι μόνο υλικά αγαθά, αλλά και πολιτισμικές ιδέες. Η ανάπτυξη του υπερπόντιου εμπορίου τόνωσε τις χώρες να παρέχουν περισσότερα πλοία και αγαθά για την επέκταση των κοινωνιών³¹. Αν φανταστούμε μία εναλλακτική ιστορία όπου δεν υπήρχε η αστρονομική ναυσιπλοΐα, σίγουρα η ανθρώπινη κοινωνία θα ήταν πολύ διαφορετική! Και πώς θα ήταν; Ποικίλες οι απαντήσεις...

Έκθεμα: Ο Χάρτης της Σελήνης

Σελίδα: Ο Χάρτης της Σελήνης

Αγναντεύοντας τον νυχτερινό ουρανό ίσως μαγευόμαστε από το αδιαπέραστο και αποπροσανατολιστικό σκοτάδι ή την λάμψη των αστεριών. Σε αυτό που πιθανόν να εστιάσουμε πρώτα πρώτα, ίσως είναι η Σελήνη. Μήπως μας σαγηνεύει το σχήμα της, ή το φως της, ή μπορεί να μας προκαλεί μια «περίεργη αίσθηση»... ίσως λίγο μυστηρίου, θαυμασμού, δημιουργικότητας ή μήπως μας δίνει μια άλλη οπτική ματιά για τον κόσμο μας. Ενδεχομένως, παρόμοιες σκέψεις να έκανε και ο αστρονόμος Ιούλιος Σμιτ, καθώς παρατηρούσε την Σελήνη και σχεδίαζε τον χάρτη που βλέπεις στο κάδρο πάνω από την προθήκη δεξιά της εισόδου.

²⁹ Anderson, E. W. et al, 2017. "The marine chronometer" Σε: Navigation. Encyclopædia Britannica
Διαθέσιμο: <https://www.britannica.com/technology/navigation-technology#ref363589>

³⁰ Anderson, E. W. et al, 2017. "Almanacs and tables" Σε: Navigation. Encyclopædia Britannica
Διαθέσιμο: <https://www.britannica.com/technology/navigation-technology#ref61188>

³¹ Courvoisier, T., 2019. "The role of astronomy in society" Διαθέσιμο: <http://thierrycourvoisier.ch/en/science-and-society/44-the-role-of-astronomy-in-society>

Σελίδα: Ο ευφυής σχεδιασμός του Χάρτη

Πράγματι, ο Χάρτης της Σελήνης είναι το πολυετές και κοπιώδες έργο του Σμιτ. Το έργο αυτό ολοκλήρωσε μετά από 34 χρόνια (1840 – 1874), τα οποία επαρκούν για να μας δώσουν μία καλή ιδέα για την ακούραστη υπομονή του. Ο χάρτης εκδόθηκε το 1878 και χωρίζεται σε 25 τμήματα. Ο δίσκος της Σελήνης αποδίδεται με διάμετρο 1,8 μέτρα. Μέσα από τις παρατηρήσεις του, ο Σμιτ συμπλήρωσε τοπογραφικές λεπτομέρειες και σχεδίασε περιοχές που έλλειπαν από προηγούμενες προσπάθειες χαρτογράφησης της Σελήνης, την λεγόμενη Σεληνογραφία. Υιοθετεί στοιχεία από υπάρχοντα σχέδια, αλλά και απεικονίζει τις περαιτέρω λεπτομέρειες από δικές του παρατηρήσεις. Και για να μπορούμε τώρα σε αυτές τις λεπτομέρειες... Μας εξηγεί, τις μεθόδους μέτρησης των σεληνιακών υψών και τη δική του πρωτότυπη ιδέα, σύμφωνα με την οποία λόγω έλλειψης μικρομέτρου, μετρούσε τα ύψη με βάση τον χρόνο. Αυτό το ιδιαίτερα έξυπνο τέχνασμα, είχε καλή εφαρμογή στις περιπτώσεις οι σκιές έτρεχαν παράλληλα με την κίνηση της Σελήνης. Τα ύψη που διαπιστώθηκαν με αυτή τη μέθοδο αριθμούν 109 στη λίστα του Σμιτ. Ενώ, κατέγραψε άλλα περίπου 2.894 μετρημένα με μικρόμετρο στις παρατηρήσεις του, από το 1853 έως το 1858.

Για τον χρωματισμό του χάρτη, αναπαριστά τις γκρίζες αποχρώσεις των διαμερισμάτων και τις σκοτεινές κηλίδες. Αχνές ακτίνες εμφανίζονται μόνο στη Σεληνιακή θάλασσα, δηλαδή τις σκοτεινόχρωμες πεδιάδες της Σελήνης και φωτεινά σημεία εμφανίζονται μέσα σε άλλες σκοτεινές περιοχές. Παρατηρώντας προσεκτικά τον χάρτη μπορούμε να φανταστούμε με ακρίβεια την επιφάνεια της Σελήνης, τις σεληνιακές θάλασσες, που φαίνονται σκοτεινές και επίπεδες στο γυμνό μάτι, τα τεράστια λεκανοπέδια με υψίπεδα και υπερυψωμένες περιοχές και φυσικά τους κρατήρες της: μεγάλοι και μικροί, είναι αμέτρητοι. Όλα αυτά τα «καλλιτεχνήματα» είναι αποτελέσματα από τις συγκρούσεις αστεροειδών και κομητών³². Μπορεί και η εικόνα του χάρτη να μας θυμίζει την πανσέληνο, όπου οι ατελείωτες αποχρώσεις της φωτεινότητας και των σκιάσεων ξεπερνούν την τέχνη του σεληνογράφου. Τι άλλο μπορεί να μας προκαλεί εξίσου ή περισσότερο θαυμασμό: ο Ιούλιος Σμιτ, οι επιρροές του χάρτη στην λογοτεχνία ή μήπως η ίδια η Σελήνη;

Επιλογή 1: Η πορεία του Ιούλιου Σμιτ (1825 –1884)

Ο Ιούλιος Σμιτ ήταν μια πολυσχιδής προσωπικότητα, με ικανότητες που ξεδιπλώνονται από την επιστημονική σκέψη, στην παρατηρητικότητα, στο σχεδιαστικό ταλέντο. Ήδη από τα μαθητικά του χρόνια σε γυμνάσιο στο Αμβούργο έδειξε το έντονο ενδιαφέρον του για την επιστήμη και κέρδιζε τις εντυπώσεις με την αντίληψη των σχημάτων και των σχεδιαστικών του ικανοτήτων. Μάλιστα, μια ιστορία αναφέρει πως το ενδιαφέρον του για τη Σελήνη, ξεκίνησε μόλις στην ηλικία των 14 ετών, όταν έπεσε στα χέρια του ένα αντίγραφο της Σεληνογραφίας του αστρονόμου Γιόχαν Χιερόνυμους Σρέτερ. Ύστερα από σπουδές στο Αμβούργο, το 1845 απέκτησε θέση βοηθού στο παρατηρητήριο Benzenberg, κοντά στο Ντίσελντορφ.

³² Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, χ.ε. Χάρτης της Σελήνης. [επεξηγηματική λεζάντα αντικειμένου στον εκθεσιακό χώρο]

Westfall, J., 2008. "The Julius Schmidt Moon Map". Διαθέσιμο: <http://www.alpo-astronomy.org/publications/ALPO%20Publications/Monographs/ALPO%20Monograph%2011%20-%20Schmidt0001.pdf>

Birmingham, J., 1879. "Schmidt's lunar map". Σε: The Observatory, Vol. 3, p. 10-17. Διαθέσιμο: http://articles.adsabs.harvard.edu/cgi-bin/nph-iarticle_query?1879Obs.....3...10B&data_type=PDF_HIGH&whole_paper=YES&type=PRINTER&filetype=.pdf

Healy, J. κ.α., 2007. Αστρονομία: γαλαξίες, αστέρια, πλανήτες, χάρτες. Αθήνα: Ελευθερουδάκης, 2008. Σελ. 57

Μετά από 8 χρόνια έγινε διευθυντής του ιδιωτικού παρατηρητηρίου του Baron von Unkrechtsberg στο Όλομους, που σήμερα βρίσκεται στην Τσεχία. Το 1858 ανέλαβε την διεύθυνση του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, όπου και πέρασε το υπόλοιπο της καριέρας του, μέχρι τον θάνατο του. Εκείνη την εποχή, ο Αττικός ουρανός είχε εξαιρετική διαύγεια και τις ιδανικές συνθήκες για αστρονομικές μελέτες, καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου. Οι παρατηρήσεις του Σμιτ εκτός από τη Σελήνη, αναφέρονται σε πλανήτες, κομήτες, τον ήλιο και τις εκλείψεις του, σε αστέρες και νεφελώματα. Μέσα από τις παρατηρήσεις του έκανε και μερικές ανακαλύψεις. Το 1862 έναν κομήτη. Και τον Νοέμβριο του 1876 έναν καινοφανή αστέρα στον αστερισμό του Κύκνου. Ωστόσο, η δράση του δεν περιορίστηκε μόνο στις παρατηρήσεις. Προς το τέλος της καριέρας του άρχισε να μελετά την γεωγραφική μορφολογία της Ελλάδας, τα ηφαίστεια και τα σεισμικά φαινόμενα, αλλά και να εκτελεί αρχαιολογικές έρευνες σχετικά με την αρχαία Τροία. Η προσφορά του στις επιστήμες είναι υψίστης σημασίας και η αξία στην κληρονομιά που άφησε για την Σεληνογραφία, δεν αφήνει περιθώρια αμφισβήτησης... για αυτό και ένας κρατήρας στην επιφάνεια της Σελήνης ονομάστηκε Schmidt προς τιμή του³³.

Επιλογή 2: «Γύρω από τη Σελήνη»

Ο ρεαλισμός στα εντυπωσιακά σχέδια σεληνογραφίας του Σμιτ, κέρδισε τόσο τον θαυμασμό του Ιούλιου Βερν, που δεν μπορούσε να μην κάνει μία αναφορά στο λογοτεχνικό του έργο «Γύρω από τη Σελήνη». Το έργο αυτό εκδόθηκε το 1870, ως συνέχεια του μυθιστορήματος «Από τη Γη στη Σελήνη», με πρωταγωνιστές τους ίδιους ήρωες από το πρώτο. Ας απολαύσουμε τώρα, ένα μικρό απόσπασμα:

«Ωστόσο, είναι δυνατόν να γίνει μια ακριβής περιγραφή όσων είδαν σε καθορισμένο ύψος ο Μπαρμπικέν και οι σύντροφοί του.

Πάνω στο σεληνιακό δίσκο διακρίνονταν μεγάλες εκτάσεις με ποικιλία χρωμάτων. Οι σεληνογράφοι δε συμφωνούν ως προς τη φύση αυτών των χρωματισμών, που είναι ετερόκλητοι και έντονοι. Ο Γιούλιους Σμιτ ισχυρίζεται ότι, αν οι ωκεανοί της Γης ξηραίνονταν, ένας παρατηρητής από τη Σελήνη δε θα ξεχώριζε περισσότερες χρωματικές διαβαθμίσεις στους ωκεανούς και στις ηπείρους απ' ό,τι ένας παρατηρητής από τη Γη στην επιφάνεια της Σελήνης. Σύμφωνα με τον Σμιτ, οι πεδιάδες που είναι γνωστές ως «θάλασσες» έχουν σκούρο γκρι χρώμα, ανάμεικτο με πράσινο και καφέ. Παρόμοιους χρωματισμούς έχουν κι ορισμένοι κρατήρες...

Ο Μπαρμπικέν δεν είχε καμία αμφιβολία γι' αυτό. Άλλωστε, έκανε τις παρατηρήσεις του από το διάστημα και δεν ήταν δυνατό να υπάρξει αστοχία»³⁴.

Διάδραση με αφή: «Αγγίζοντας» την Σελήνη

[Σημ: Σε αυτό το σημείο εισάγεται μία σελίδα που θα παροτρύνει τον χρήστη να περιεργασθεί το ομοίωμα της Σελήνης για την απτική εμπειρία.]

Επιλογή 3: «Αγγίζοντας» την Σελήνη

³³ Wikipedia, 2018. «Johann Friedrich Julius Schmidt»

Διαθέσιμο: https://en.wikipedia.org/wiki/Johann_Friedrich_Julius_Schmidt

Physicsgg, 2016. «Ο Ιούλιος Σμιτ και η χαρτογράφηση της Σελήνης»

Διαθέσιμο: <https://physicsgg.me/2016/08/29/o-ioulios-smit-kai-h-xartografηση-tης-s/>

³⁴ Βερν, Ι., 1870. Γύρω από τη Σελήνη. Αθήνα: Τέσσερα Πι, 2011. Σελ. 143 – 144

Ο Σμιτ έχει μία ακόμα ιστορία να μας πει... Το 1898 δημιούργησε ένα τρισδιάστατο μοντέλο της Σελήνης, ύψους 5 μέτρων από σοβά, ξύλο και μέταλλο. Το αποτέλεσμα ήταν εκθαμβωτικό. Το μοντέλο είχε εκτεθεί στο Μουσείο Field Columbian στο Σικάγο. Σήμερα βρίσκεται στην κατοχή του Μουσείου Επιστημών στο Λονδίνο³⁵.

Παρατήρησε τώρα το ομοίωμα της Σελήνης. Μπορείς να το πάρεις στα χέρια σου. Το πιο σκούρο χρωματισμένο μέρος που βλέπεις στο ομοίωμα, είναι η σκοτεινή πλευρά της. Η πλευρά δηλαδή, που δεν μπορούμε να δούμε από την Γη. Με αυτό το ομοίωμα μπορείς να ταξιδέψεις και να εξερευνήσεις την Σελήνη ή μπορείς να ακολουθήσεις τα βήματα του Σμιτ για την μέτρηση των σεληνιακών υψών!

Υπο-επιλογή 1: «Εξερευνώντας» την Σελήνη

[Το περιεχόμενο περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με τα μορφολογικά χαρακτηριστικά της Σελήνης, μέσα από περιγραφική αφήγηση]

Ενδεικτικό πληροφοριακό περιεχόμενο στην αφήγηση:

Το σεληνιακό τοπίο, μία «μεγαλοπρεπής έρημος», με λόφους, αναρίθμητους κρατήρες και λάκκους που γέμισαν από εκροές λάβας εκατομμύρια χρόνια πριν... Στοιχεία που μαρτυρούν την ιστορία της. Στην επιφάνεια της συναντάμε τρία διακριτά μορφολογικά στοιχεία: Τα υψίπεδα (terrae), που στο γυμνό μάτι μοιάζουν με φωτεινές ορεινές περιοχές. Τις θάλασσες (mare), οι σκοτεινότερες περιοχές που φαίνονται επίπεδες και τους κρατήρες. Με το ομοίωμα, μπορείς να «περιπλανηθείς» για λίγο στην επιφάνεια της και να «κοντοσταθείς» μπροστά σε κάποια θάλασσα, σε ένα υψίπεδο ή σε μερικούς κρατήρες. Άκου προσεκτικά και εντόπισε μερικά από τα παρακάτω στοιχεία στο ομοίωμα³⁶.

Υπο-επιλογή 1.1: Σεληνιακές θάλασσες

Οι σεληνιακές θάλασσες συγκεντρώνονται στην ορατή πλευρά. Οι πρώτοι αστρονόμοι, θεώρησαν ότι ήταν πράγματι θάλασσες, σαν και αυτές που έχει η Γη. Σήμερα, γνωρίζουμε ότι πρόκειται για πεδιάδες βασάλτη και άλλων πετρωμάτων, αν και η ονομασία αυτή παρέμεινε. Αυτές οι σκοτεινές και «αχανείς» πεδιάδες λοιπόν, σχηματίστηκαν από αρχαίες ηφαιστειακές εκρήξεις και εκροές βασαλτικής λάβας, που στερεοποιήθηκε όταν ψύχθηκε.

Θάλασσα της Ηρεμίας

Η Θάλασσα της Ηρεμίας βρίσκεται κοντά στη δυτική άνω άκρη της ορατής πλευράς. Δημιουργήθηκε περίπου 4 εκατομμύρια έτη πριν, σε μια περίοδο όταν η Σελήνη βομβαρδίστηκε έντονα από αστεροειδείς.

Ωκεανός των Καταιγίδων

Ο Ωκεανός των Καταιγίδων, είναι η μεγαλύτερη σεληνιακή θάλασσα. Μπορείς να την εντοπίσεις στα δυτικά να καταλαμβάνει την άνω άκρη και λίγο τη μέση της ορατής πλευράς. Είναι η μοναδική θάλασσα που ονομάζεται «ωκεανός», καθώς εκτείνεται σε πάνω από 2.500 χμ.

³⁵ Gonzalez, C.P., 2018. Selene's Two Faces: From the Daguerreotype to Spacecraft Imaging: A History of the Visualization of the Moon, 1840-2015. Boston: BRILL Σελ. 56

³⁶ Πηγές:

<https://moon.nasa.gov/about/in-depth/>

https://en.wikipedia.org/wiki/Geology_of_the_Moon#Lunar_landscape

https://el.wikipedia.org/Σελήνη#Χαρακτηριστικά_της_επιφάνειας

<https://www.space.fm/astronomy/earthmoonsun/moon.html>

[κ.α.]

Υπο-επιλογή 1.2: Υψίπεδα

Στις παρυφές των θαλασσών συναντάμε βουνά μεμονωμένα ή επιβλητικές οροσειρές. Αυτές οι λοφώδεις, ορεινές και φωτεινές περιοχές, είναι οι υψηλότερες στην επιφάνεια της Σελήνης, για αυτό και λέγονται υψίπεδα. Σε αντίθεση με τα βουνά της Γης, τα υψίπεδα της Σελήνης δεν έχουν αιχμηρές κορυφές. Έχουν χαμηλές, στρογγυλεμένες κορυφές που μοιάζουν με τα παλαιότερα και πιο διαβρωμένα βουνά της Γης.

Απέννινα

Στο βόρειο ημισφαίριο της ορατής πλευράς της Σελήνης, στο νοτιοανατολικό χείλος της Θάλασσας των Βροχών, θα βρεις τα Σεληνιακά Απέννινα, μία απόκρημνη οροσειρά. Από τα δυτικά προς τα βορειοανατολικά βρίσκεται μια διαδοχή 6 κορυφών. Στην μέση αυτών, είναι το Όρος Χούχενς, το υψηλότερο σημείο της επιφάνειας, που φτάνει το ύψος 5,500 μ.

[κ.α.]

Υπο-επιλογή 1.3: Κρατήρες

Οι κρατήρες της Σελήνης δημιουργήθηκαν εκατομμύρια χρόνια πριν, από αστεροειδείς και μετεωρίτες που έπεσαν στην επιφάνεια της. Όλοι έχουν διαφορετικά μεγέθη και μερικοί περιτριγυρίζονται από συστήματα ακτινών. Παραμένουν «ανέγγιχτοι», χάρις στην αραιή ατμόσφαιρα. Για αυτό και η Σελήνη είναι «σημαδεμένη» με τόσους πολλούς κρατήρες, οι οποίοι συνεχίζουν να πληθαίνουν με την πάροδο του χρόνου.

Τύχωνος

Η κεντρική προς νότια περιοχή της ορατής πλευράς, καλύπτεται με μυριάδες κρατήρες σε κάθε γωνιά. Ο Τύχωνος είναι ο πιο αναγνωρίσιμος κρατήρας περιτριγυρισμένος από ένα «μαζικό σύστημα ακτινών» που κυριαρχεί στο νότιο ημισφαίριο της Σελήνης.

Κοπέρνικος

Ελαφρώς βορειοδυτικά από το κέντρο της ορατής πλευράς βρίσκεται ο κρατήρας Κοπέρνικος. Ένας κρατήρας με κυκλικό χείλος σε εξαγωνική μορφή, πολυάριθμες και μεγάλες πέτρες στα τοιχώματα του και ένα συγκρότημα από 3 μεμονωμένες κορυφές.

[κ.α.]

Υπο-επιλογή 2: «Εξερευνώντας» την Σελήνη (AR)

[Το περιεχόμενο περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με τα μορφολογικά χαρακτηριστικά της Σελήνης, μέσω επαυξημένης πραγματικότητας]

Υπο-επιλογή 3: Μετρήσεις... όπως ο Σμιτ!

[Το περιεχόμενο περιλαμβάνει οδηγίες προς τον χρήστη, ώστε να «προσομοιώσει» τις παρατηρήσεις και ενέργειες του Σμιτ για την μέτρηση των υψών, με την χρήση φακού.]

Περιγραφή της διάδρασης:

Σε αυτό το σημείο για να γίνει πιο βιωματική η αφήγηση που αφορά τον Χάρτη και την Σελήνη η πρόταση για την διάδραση με αφή, θα περιλαμβάνει την ύπαρξη ένα λεπτομερούς τρισδιάστατου ανάγλυφου ομοιώματος της Σελήνης (βλ. εικ. 3 στο Παράρτημα Εικόνων), το οποίο ο επισκέπτης θα μπορεί να αγγίζει και να αισθάνεται με την αφή: πώς είναι η επιφάνεια της, τους κρατήρες και τα βάθη τους, αλλά θα δει και θα αγγίξει την σκοτεινή πλευρά της Σελήνης που δεν φαίνεται με την παρατήρηση από την Γη και φυσικά δεν απεικονίζεται στον χάρτη. Η απόδοση της σκοτεινής πλευράς στο ομοίωμα θα έχει λίγο πιο

σκούρο - σκιερό χρώμα από την απόδοση της φωτεινής πλευράς στο ομοίωμα.

Το ομοίωμα μπορεί να είναι τοποθετημένο σε σταντ. Το μέγεθος του προτείνεται να είναι αρκετό για να χωράει σε μία παλάμη, αλλά όχι πολύ μεγάλο, ώστε ο χρήστης να μην δυσκολεύεται στον χειρισμό του. Ενδεικτικό μέγεθος: Η κατασκευή να είναι σφαίρα με διάμετρο 17,4 εκ, η οποία είναι 20 χιλ. φορές μικρότερη από το πραγματικό μέγεθος της Σελήνης (3.474 χλμ.) σε κλίμακα 1: 2×10^6 . Ενδεικτικά υλικά: Προτείνεται η κατασκευή με ξύλο μακέτας, αφρολέξ ή πλεξιγκλάς και ακρυλικά χρώματα – βερνίκια για τον χρωματισμό του ή μοντέλο τρισδιάστατης εκτύπωσης. Τα υλικά αυτά προτείνονται, ώστε να σμιλευθεί εύκολα η ανάγλυφη επιφάνεια που απαιτείται για την σωστή απόδοση της επιφάνειας της Σελήνης, αλλά και να είναι ελαφριά στο κράτημα και ανθεκτικά. Φυσικά, σε όλα τα στάδια κατασκευής του ομοιώματος ενδείκνυται να συμμετέχουν ειδήμονες από τους κατάλληλους επιστημονικούς κλάδους: για τον σχεδιασμό – μελέτη: αστρονόμος και αρχιτέκτονας, για τον χρωματισμό: καλλιτέχνης. Το έργο μπορεί να ανατεθεί σε αντίστοιχες εταιρίες κατασκευής εκπαιδευτικών αντικειμένων που συνεργάζονται με μουσεία.

Το ομοίωμα θα συνοδεύεται από το απαραίτητο οπτικό-ακουστικό υλικό, το οποίο αποσκοπεί στο «νοητό» ταξίδι του επισκέπτη στην επιφάνεια της Σελήνης. Η εστίαση της προσέγγισης είναι να μεταδώσει την ιδιαίτερη μορφολογία του σώματος αυτού, είτε μέσα από το συνοδευτικό οπτικοακουστικό υλικό (περιγραφικές αφηγήσεις για κρατήρες, ύψη, πεδιάδες, διαστάσεις κ.ά.) σε συνδυασμό με τον ξεχωριστό χρωματισμό του ομοιώματος για τα παραπάνω, είτε μέσα από μία εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητα που θα εμφανίζει τα σημεία αυτά στην οθόνη του χρήστη (βλ. εικ. 4 & 5 στο Παράρτημα Εικόνων). Η πρώτη περίπτωση μπορεί να λειτουργήσει και ως μία συνεργατική εμπειρία της επεξεργασίας του ομοιώματος, κατά την οποία ο ένας χρήστης θα το κρατά και ο άλλος θα εντοπίζει μέσα από το παρεχόμενο οπτικοακουστικό περιεχόμενο τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του. Με αυτόν τον τρόπο θα πυροδοτείται μια συζήτηση μεταξύ τους. Η τρίτη εναλλακτική δράση, μπορεί να περιλαμβάνει την χρήση φακού (ή του κινητού, ή ξεχωριστού φακού δίπλα) και με την παροχή οδηγιών θα προσομοιωθούν οι ενέργειες του Σμιτ (ο χρήστης θα ακολουθήσει βήμα-βήμα την μέθοδο του Σμιτ για τις μετρήσεις των υψών των κρατήρων, μέσα από κατάλληλες οδηγίες και την εισαγωγή αντίστοιχης σελίδας για την παρότρυνση του. Η τρίτη περίπτωση αξιοποιεί την ενσυναίσθηση (ιστορική) ως μέσο μάθησης. Όλες αυτές οι δράσεις μπορούν να ενταχθούν συνολικά στην εφαρμογή και να παρέχονται η καθεμία με αντίστοιχη επιλογή για τον χρήστη, ο οποίος θα επιλέγει ποια από τις παραπάνω θα ακολουθήσει στην απτή επεξεργασία του ομοιώματος.

Έκθεμα: Το Μεσημβρινό Τηλεσκόπιο

Σελίδα: Αστρονομικό υπόβαθρο στην χρονική ακρίβεια

Σε παλιότερους αιώνες η πρακτική της χρονομέτρησης, όπως και της ναυσιπλοΐας, ήταν καίριο μέλημα της Αστρονομίας. Η ώρα κατά την ημέρα υπολογίζεται με βάση τη θέση του ήλιου στον τοπικό ουρανό, ο μήνας μέσα από τις φάσεις της Σελήνης και πάει λέγοντας... Για την διευκόλυνση του ο άνθρωπος επινόησε διαφόρων ειδών όργανα μέτρησης του χρόνου. Ένα από αυτά μπορείς να θαυμάσεις λοιπόν, το Μεσημβρινό τηλεσκόπιο, στο κέντρο της αίθουσας. Για να δούμε πιο προσεκτικά την χρησιμότητα του.

Σελίδα: Το Μεσημβρινό Τηλεσκόπιο

Ένα από τα πρώτα όργανα του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, είναι το Μεσημβρινό τηλεσκόπιο... Το αναγκαίο αυτό όργανο παρατήρησης, έφερε ο πρώτος διευθυντής του αστεροσκοπείου το 1845, Γεώργιος Βούρης, έπειτα από μία έκθεση επιστημονικών οργάνων στην Βιέννη³⁷. Λειτουργήσε επί 58 ολόκληρα χρόνια, όταν τελικά σταμάτησε να χρησιμοποιείται το 1902· η χρονομέτρηση συνεχίστηκε με το μεσημβρινό τηλεσκόπιο Gautier. Κατασκευαστής του, η εταιρεία παραγωγής αστρονομικών οργάνων Starke³⁸. Η χρήση του αφορά τον προσδιορισμό των συντεταγμένων των ουράνιων σωμάτων. Η οροφή της αίθουσας, πάνω από το τηλεσκόπιο, ανοίγει με τέτοιο τρόπο, ώστε να επιτραπεί η παρατήρηση των ουράνιων σωμάτων που βρίσκονται στο μεσημβρινό επίπεδο· από τον Βορρά προς τον Νότο, εξού και η ονομασία μεσημβρινό τηλεσκόπιο. Όπως μπορείς να παρατηρήσεις, περιστρέφεται γύρω από έναν οριζόντιο άξονα κάθετο προς τον μεσημβρινό, έτσι ώστε να μπορεί να κινείται μόνο κατά μήκος αυτού του επιπέδου. Δίπλα υπήρχε μία γωνιομετρική κλίμακα για να υπολογιστεί η πολική απόσταση του ουράνιου σώματος και ένα εκκρεμές Kessel. Το τηλεσκόπιο διάθλασης περιλαμβάνει 5 εσωτερικά νήματα για την ακριβή μικρομετρική παρατήρηση, όταν το σώμα θα εισέλθει στο οπτικό του πεδίο³⁹. Από τις λεπτομέρειες στον μηχανισμό καταλαβαίνουμε πόσο σχολαστικός πρέπει να είναι ο παρατηρητής στην καθημερινή του εργασία. Τι μπορεί να μας πει πιο συγκεκριμένα;

Επιλογή 1: Κάθε μέρα παρατηρήσεις!

Μετά την προσθήκη του Μεσημβρινού τηλεσκοπίου στο Αστεροσκοπείο άρχισαν να πραγματοποιούνται αστρονομικές και φυσικές παρατηρήσεις. Οι πιο συχνές βέβαια, αφορούν τις παρατηρήσεις αστερών για τον προσδιορισμό της ώρας από την αρμόδια υπηρεσία. Ας ακολουθήσουμε τα βήματα στην καθημερινή εργασία ενός παρατηρητή. Αρχικά, συμβουλευτείτε τους πίνακες από το αστεροσκοπείο του Γκρίνουιτς ή το αστεροσκοπείο των Παρισιών, αν μιλάμε για παρατηρήσεις προγενέστερες του 1884. Με βάση τους πίνακες υπολογίζει τον αναμενόμενο χρόνο που ένα συγκεκριμένο αστέρι θα διασχίσει τον μεσημβρινό. Έπειτα, προσαρμόζει τον μεσημβρινό κύκλο στην κατάλληλη πολική απόσταση, έτσι ώστε το αστέρι να διασχίσει το οπτικό πεδίο του τηλεσκοπίου. Κοιτάει μέσα από τον φακό, περιμένοντας με υπομονή το άστρο να εισέλθει στο οπτικό του πεδίο. Όταν αυτό περνάει ακριβώς πίσω από το νηματούχο μικρόμετρο, σημειώνει αμέσως την ώρα που υποδεικνύει το εκκρεμές Kessel. Αν αντιληφθεί πως υπάρχει διαφορά στην καταγεγραμμένη ώρα του αστρονομικού πίνακα και στην παρατηρούμενη ώρα που περνάει το αστέρι, τότε διορθώνει το εκκρεμές.

Εντατικές παρατηρήσεις με αυτό άρχισαν από το 1892 που αριθμούνται σε 92. Οι περισσότερες παρατηρήσεις αστερών έγιναν το 1896 και αριθμούνται σε 613 απευθείας παρατηρήσεις και σε 34 μέσω ανακλάσεως του κάτοπτρου. Από το 1900 παρατηρούνται χιλιάδες ζεύγη αστερών⁴⁰. Και τι μας λένε αυτά τα νούμερα; Μας αποδεικνύουν την υπομονή και την προσήλωση του παρατηρητή στην εργασία του και την κοπιώδη προσπάθεια του, ώστε να προσφέρει τον ακριβή υπολογισμό της ώρας, για την εύρυθμη λειτουργία της πόλης. Οι εκκλησίες σημαίνουν τις καμπάνες, οι κάτοικοι προγραμματίζουν

³⁷ Λάζος, Π., [200-]. «Μεσημβρινό Διοπτρικό Τηλεσκόπιο STARKE». Σε: Τα επιστημονικά όργανα του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, 1842-1960. [Διπλωματική εργασία] Αθήνα: Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Διαπανεπιστημιακό Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Ιστορίας Και Φιλοσοφίας Των Επιστήμων Και Της Τεχνολογίας.

³⁸ Wikipedia, 2016. Starke & Kammerer Διαθέσιμο: https://de.wikipedia.org/wiki/Starke_%26_Kammerer

³⁹ Λάζος, Π., [200-]. «Μεσημβρινό Διοπτρικό Τηλεσκόπιο STARKE».

⁴⁰ Λάζος, Π., [200-]. «Μεσημβρινό Διοπτρικό Τηλεσκόπιο STARKE».

την καθημερινότητα τους, τα πλοία ρυθμίζουν τα ναυτικά χρονόμετρα και «όλα κυλούν ρολόι».

Επιλογή 2: Τι ώρα είναι;

Από τα ηλιακά ρολόγια και τις κλεψύδρες στα σύγχρονα ατομικά ρολόγια... Οι άνθρωποι παρακολουθούν τον χρόνο με αυξανόμενη ακρίβεια. Η ώρα είναι κομμάτι του χρόνου που φαίνεται να «κυβερνά» όλες τις δραστηριότητες μας, ακόμη και τα γεγονότα του κόσμου. Αν σκεφτούμε ότι ο χρόνος είναι μια αόρατη, άυλη οντότητα, το θεμελιώδες ερώτημα παραμένει: πώς είναι δυνατόν να μετρήσουμε το χρόνο; Ίσως φανεί παράλογο για τις «αισθήσεις» μας να κατανοήσουμε κάτι «άπιαστο». Παρ' αυτά διαιρούμε την ζωή μας με βάση αυτό: παρελθόν – παρόν – μέλλον... ίσως αυτό να είναι και το περίεργο της υπόθεσης...

Εκθέματα: Ουράνιες Σφαίρες

Σελίδα: Οι ουράνιες σφαίρες

Παρατηρώντας τον έναστρο ουρανό, αντικρίζουμε έναν τεράστιο ημισφαιρικό θόλο με αστέρια στην επιφάνεια του. Εάν η γη ήταν διάφανη κάτω από τα πόδια μας, θα βλέπαμε το άλλο μισό αυτού του θόλου. Αυτό αποκαλούν οι αστρονόμοι μία ουράνια σφαίρα. Οι ουράνιες σφαίρες που βλέπεις στο κάτω ράφι της δεύτερης επιτοίχιας προθήκης, κατασκευάστηκαν τον 19ο αιώνα σε χώρες της Ευρώπης. Άνηκαν σε δύο εξέχουσες προσωπικότητες του Αστεροσκοπείου. Η πρώτη από τα αριστερά, κοσμούσε το γραφείο του διευθυντή Δημήτριου Αιγινήτη. Ενώ, την δεύτερη έφερε ο Γεώργιος Βούρης, ο πρώτος διευθυντής του Αστεροσκοπείου⁴¹.

Σελίδα: Και οι απεικονίσεις είναι άπειρες...

Οι ουράνιες σφαίρες απεικονίζουν την φαινομενική ουράνια επιφάνεια με αυθαίρετα μεγάλη ακτίνα, ομόκεντρη με τη Γη. Ο Ήλιος, οι πλανήτες και οι δορυφόροι τους, οι αστέρες, οι αστερισμοί, τα αστρικά συστήματα, οι γαλαξίες... όλα τα αντικείμενα στον ουρανό του παρατηρητή, μπορούν να είναι «στερεωμένα» πάνω στην επιφάνεια της. Ως εκπαιδευτικά εργαλεία σίγουρα μας αφήνουν μία καλή εντύπωση. Επιτρέπουν στους παρατηρητές να σχεδιάζουν τις θέσεις αντικειμένων στον ουρανό. Ειδικότερα, όταν οι αποστάσεις είναι άγνωστες, αδύνατο να μετρηθούν ή ασήμαντες. Έχουν και μία ιδιαιτερότητα... Η θέση του κέντρου της ουράνιας σφαίρας και το μήκος της ακτίνας της, μπορούν να ποικίλλουν ανάλογα με το πρόβλημα προς επίλυση. Ως κέντρο της, θεωρείται το «μάτι» του παρατηρητή. Και ποιο μπορεί να είναι αυτό; Το κέντρο της Γης ή ένα σημείο της επιφάνειάς της. Ένα σημείο από την Σελήνη ή από άλλο πλανήτη. Ακόμη και το κέντρο του Ήλιου⁴². Αν κοιτάξεις τον θόλο του νυχτερινού ουρανού πού θα εστιάσεις; Στους διάφορους αστερισμούς ή σε ένα μεμονωμένο άστρο; Ή μήπως... στους ίδιους τους παρατηρητές;

Επιλογή 1: Οι φιλομαθείς ιδιοκτήτες

Υπο-επιλογή 1: Γεώργιος Βούρης (1802 – 1860), ένας αστρονόμος με όραμα

Ο Γεώργιος Βούρης, πρωτοπόρος αστρονόμος και καθηγητής, υπήρξε ο εμπνευστής του Αστεροσκοπείου Αθηνών. Διετέλεσε θέση διευθυντή από το 1846 για εννέα χρόνια. Οι

⁴¹ Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, χ.ε. Ουράνια σφαίρα. [επεξηγηματικές λεζάντες αντικειμένων στον εκθεσιακό χώρο].

⁴² Εγκυκλοπαίδεια Πάπυρος Λαρούς Μπριτάνικα, 1996. Αθήνα. Τόμος 47: Σελ 274.

ενέργειες του... ένα ιδεώδες μανιφέστο της επιστημονικής δραστηριότητας της χώρας! Δημοσιεύσεις, παρατηρήσεις αστρονομικές και μετεωρολογικές, χρονομετρήσεις... Αφοσιωμένος σε δράσεις που άφησαν σημάδια χρήσης στα όργανα του Αστεροσκοπείου. Μια ιδιάζουσα προσωπικότητα που χαρακτηρίζεται από απύθμενη περιέργεια και φιλομαθές πνεύμα. Κι' όταν κάτι του κινούσε το ενδιαφέρον, οι έρευνές του ήταν εξαντλητικές, αναζητώντας την ερμηνεία του. Οι απόψεις του για την εκπαιδευτική σημασία της επιστήμης αποτυπώνονται στην επιστολή του προς το Υπουργείο Παιδείας για την απόκτηση της ουράνιας σφαίρας: «Το ουρανοσκοπικόν εργαλείων το 'σταλέν παρά καθηγητού κυρίου Dr. Bohm είναι σφαίρα ουράνια... ο πρωτοφανής και αξιόλογος μηχανισμός *χρησιμεύει ιδίως* εις τους θέλοντας να μάθωσι τα ονόματα των αστέρων και των αστερισμών και να εύρωσι τας θέσεις αυτών εν τω ουρανό, καθ' οποιαδήποτε στιγμήν του ημερονικτίου...»⁴³

Αθήναις 27 Δεκεμβρίου 1851

Γ.Κ. Βούρης

Υπο-επιλογή 2: Δημήτριος Αιγινήτης (1862 – 1934), ένας σύγχρονος αστρονόμος!

Ο Δημήτριος Αιγινήτης ανέλαβε τη θέση διευθυντή από το 1890 ως το 1934. Θεωρείται η περίοδος «αναγέννησης» του Αστεροσκοπείου. Από τους διαπρεπέστερους επιστήμονες παγκοσμίως. Μία πολυσχιδής προσωπικότητα, όπου η δράση του ξεδιπλώνεται από τις επιστημονικές έρευνες και τα συγγράμματα, στην πολιτική σκηνή με την ίδρυση της Ακαδημίας Αθηνών και νοσοκομείου του Ερυθρού Σταυρού⁴⁴. Ας ακούσουμε, όπως ο ίδιος εξιστορεί, τις ενέργειες στο δύσκολο καθήκον της αναδιοργάνωσης του Αστεροσκοπείου.

-Ανέλαβα δε την ανάγκη επαναλήψεως της λειτουργίας του Αστεροσκοπείου... άνευ των απαραίτητων οργάνων, άνευ του αναγκαίου προσωπικού, άνευ επαρκών υλικών πόρων... η δε δημιουργία εν Ελλάδι επιστημονικού κέντρου ήτο ου μόνον καθήκον, αλλά και επαγωγόν έργον... επιμείνωμεν εργαζόμενοι, θυσιάζοντας έτη επιστημονικού σταδίου για διοργάνωση πρακτικότερων και δαπανηρών υπηρεσιών. Χρονομετρικής, Σεισμολογικής, Μετεωρολογικής... και ειδικού τμήματος του Γεωδυναμικού. Μετά τη διοργάνωσις των άνω τμημάτων ακολούθησεν η ίδρυση του κυριότερου τμήματος, του Αστρονομικού... πρακτική ανάγκη και μελέτη της φύσεως...⁴⁵

Επιλογή 2: Οι αστερισμοί που μας περιβάλλουν

Στον θόλο του νυχτερινού ουρανού, αστράφτει το φως των αστεριών με τρόπο μαγευτικό. Διαφορετικών μεγεθών και σχημάτων, λαμπρίζουν και αναβοσβήνουν και σχηματίζουν περίεργες ομάδες αστεριών που ίσως δεν προσέξαμε ποτέ... Αυτές τις ξεχωριστές ομάδες ονομάζουμε αστερισμούς. Ψάχνοντας για άστρα και αστερισμούς μπορεί να είναι μια πηγή ευχαρίστησης για όλους. Ας δούμε μερικούς τώρα.

Υπο-επιλογή 1: Αστερισμός της Ανδρομέδας:

Από τους πιο γνωστούς αστερισμούς λόγω του κοντινού γαλαξία που περιέχει. Τα σημαντικότερα αστέρια του σχηματίζουν ένα μακρύ σχέδιο σε σχήμα V, με το πιο νότιο άκρο να περιέχει τα φωτεινότερα αστέρια. Το ζενίθ του V είναι ο Alpha andromedae.

⁴³ Λαΐος, Γ., 1962. Το Αστεροσκοπείο Αθηνών (Ανέκδοτα έγγραφα). Σελ.8-12 & σελ 54. «Επιστολή 18: Ο Γεώργιος Βούρης προς το Υπουργείο Παιδείας. Περιγραφή αστρονομικού οργάνου, σταλέντος υπό του καθηγητή Dr. Bohm». [Σημ.: Η φωνή στην αφήγηση του γράμματος να έχει θεατρικότητα ώστε να αποδώσει το ύφος της εποχής.]

⁴⁴ Wikipedia, 2019. Δημήτριος Αιγινήτης (πανεπιστημιακός). Διαθέσιμο: [https://el.wikipedia.org/wiki/Δημήτριος_Αιγινήτης_\(πανεπιστημιακός\)](https://el.wikipedia.org/wiki/Δημήτριος_Αιγινήτης_(πανεπιστημιακός))

⁴⁵ Αιγινήτης, Δ., 1916. Το έργο μιας εικοσιπενταετίας (1890-1915). Σελ.4-35 [Σημ.: Η φωνή στην αφήγηση να θυμίζει τον Δ. Αιγινήτη.]

Υπο-επιλογή 2: Αστερισμός του Υδροχόου:

Ένας από τους πιο παλιούς γνωστούς αστερισμούς ο Υδροχόος είναι ο νεροκουβαλητής του Δία. Τα άστρα του είναι αρκετά αχνά. Το πιο εύκολα αναγνωρίσιμο μέρος του, αποτελεί την κανάτα με το νερό στα νοτιοανατολικά του αστερισμού. Ο Beta Aquarii είναι το φωτεινότερο άστρο του.

Υπο-επιλογή 3: Αστερισμός του Αετού:

Παίρνοντας το όνομα του από το βασιλικό αετό του Δία, ο αστερισμός Αετός ορμάει μέσα από τα σύννεφα του γαλαξία μας. Το τρίο των αστερών Alpha που πλαισιώνεται από τους Beta και Gamma είναι ένας εύκολα αναγνωρίσιμος αστερισμός που σχηματίζει το λαιμό και το κεφάλι. Το άστρο Lambda είναι η ουρά.

Υπο-επιλογή 4: Αστερισμός του Ωρίωνα:

Βρίσκεται δίπλα στον γαλαξία μας και είναι ένας από τους πιο εξέχοντες και γνωστούς αστερισμούς στον ουρανό. Τα φωτεινά άστρα του αστερισμού διαγράφουν ένα ορθογώνιο παραλληλόγραμμο, το οποίο διασχίζουν τα τρία άστρα της ζώνης. Τα απόμακρα άστρα συχνά μοιάζουν να σχηματίζουν τι ανασηκωμένο του ρόπαλο, ενώ με το άλλο κουβαλά μια ασπίδα...

Υπο-επιλογή 5: Αστερισμός του Κύκνου:

Ψηλά στο βόρειο καλοκαιρινό ουρανό, παρατηρούμε στο φωτεινότερο τμήμα του γαλαξία μας τον αστερισμό του Κύκνου. Τα πιο φωτεινά αστέρια του ονομάζονται και Βόρειος Σταυρός. Τα ίδια αστέρια μαζί με μερικά πιο εξασθενημένα, που συμπληρώνουν τα φτερά, περιγράφουν τον Κύκνο. Ένας θαυμάσιος αστερισμός⁴⁶!

[Σημ: Η αναφορά στους παραπάνω αστερισμούς είναι ενδεικτική. Ο χρήστης θα μπορεί να επιλέξει οποιουδήποτε άλλους αστερισμούς απεικονίζονται στις ουράνιες σφαίρες. Αυτό αποσκοπεί στην επαναχρησιμοποίηση των σφαιρών ως εκπαιδευτικά εργαλεία με την βοήθεια της τεχνολογίας, είτε μέσα από το ψηφιακό περιεχόμενο, είτε μέσα από τη δυνατότητα επαυξημένης πραγματικότητας.]

Επιλογή 3: Η ζωή και ο θάνατος ενός άστρου

Όταν υπάρχει ξαστεριά, την νύχτα μπορούμε να κοιτάξουμε τον ουρανό και να δούμε μυριάδες άστρα ν' αναβοσβήνουν. Οι μικροσκοπικές αυτές εικόνες, δεν είναι τωρινές, αλλά εκείνες που είχε το αστέρι πριν από τον χρόνο που χρειάστηκε το φως να ταξιδέψει ως τη Γη. Έτσι, οι εικόνες των αστεριών που βλέπουμε είναι εικόνες του παρελθόντος... «Από τα χιλιάδες αστέρια που βλέπουμε στον νυχτερινό ουρανό, κάθε ένα από αυτά βρίσκεται στο διάστημα μεταξύ ζωής και θανάτου...»

«Αν εξετάσουμε την εξέλιξη των άστρων. Τα αστέρια γεννιούνται σε μεγάλα νέφη αερίου και σκόνης που συμπυκνώνονται, χάρις στην βαρύτητα. Όπως το Νεφέλωμα του Ωρίωνα, 1500 έτη φωτός μακριά. Συγκρούσεις μεταξύ των ατόμων θερμαίνουν το νέφος, έως ότου, στο εσωτερικό του το υδρογόνο αρχίζει να συγχωνεύεται με το ήλιο και τα αστέρια ενεργοποιούνται. Τα «εφηβικά» αστέρια, όπως οι Πλειάδες, εξακολουθούν να περιβάλλονται από αέρια και σκόνη. Ο Ήλιος, το πλησιέστερο αστέρι, με κρυμμένο στο εσωτερικό του, κάτι σαν πυρηνικός φούρνος, παράγει ηλιακή ακτινοβολία. Η θερμοκρασία του είναι 20 εκατομμύρια βαθμούς. Είναι το πεπρωμένο των αστεριών να σβήνουν. Υπάρχουν τρεις τρόποι που πεθαίνουν τα αστέρια, οι οποίοι εξαρτώνται από την αρχική

⁴⁶ Healy, J. κ.α., 2007. Αστρονομία: γαλαξίες, αστέρια, πλανήτες, χάρτες. Αθήνα: Ελευθερουδάκης, 2008. Σελ. 306, 312, 314, 364, 420

τους μάζα. Ένα τυπικό αστέρι με μάζα σαν τον Ήλιο κάποια εποχή θα συνεχίσει την κατάρρευσή του, μέχρι η πυκνότητά του να γίνει πολύ υψηλή. Και τότε η συρρίκνωση διακόπτεται από την αμοιβαία άπωση των υπερπλήρων ηλεκτρονίων στο εσωτερικό του. Ένα καταρρέον αστέρι διπλάσιο σε μάζα από τον Ήλιο δεν διακόπτεται από την πίεση των ηλεκτρονίων. Συνεχίζει την πτώση στον εαυτό του, ώσπου οι πυρηνικές δυνάμεις μπαίνουν στο παιχνίδι και κατέχουν το βάρος του αστεριού. Ένα καταρρέον αστέρι τρεις φορές στη μάζα του Ήλιου δεν διακόπτεται ακόμη και από τις πυρηνικές δυνάμεις. Και ένα τέτοιο αστέρι έχει μια εκπληκτική μοίρα. Συνεχίζει να καταρρέει μέχρι να εξαφανιστεί εντελώς»⁴⁷.

Διάδραση με αφή: «Κατασκευάζοντας» τα άστρα

[Σημ: Σε αυτό το σημείο εισάγεται μία σελίδα, έπειτα από την επιλογή 3 «Η ζωή και ο θάνατος ενός άστρου», που θα παροτρύνει τον χρήστη να περιεργασθεί το ψηφιακό διαδραστικό τραπέζι για μία πιο εμπλουτισμένη εμπειρία.]

Σελίδα: Χημικά στοιχεία: δομικά υλικά των άστρων και του σύμπαντος

Ανεξάρτητα από όποιο σημείο του πλανήτη και αν βρισκόμαστε, τα άστρα που διαπερνούν τον ουρανό, διαχέοντας τις μπλε γραμμές, θα είναι εκεί. Άλλα θα ανάβουν και άλλα θα σβήνουν. Όλη η ύλη στην ομορφιά του νυχτερινού ουρανού, όπως και του φυσικού κόσμου γύρω μας, αποτελείται από 92 διακριτά χημικά στοιχεία. Για την ακρίβεια, είναι τα χημικά στοιχεία που βρίσκονται στη φύση και που συναντάμε στον Περιοδικό Πίνακα, μαζί με άλλα ασταθή στοιχεία που ανακαλύφθηκαν πειραματικά. Πράγματι, αυτά τα μικροσκοπικά στοιχεία είναι τα δομικά υλικά του σύμπαντος. Σε κάθε στάδιο της ζωής ενός άστρου, ένα διαφορετικό στοιχείο χρησιμοποιείται στην πυρηνική του σύντηξη, με αποτέλεσμα τον σχηματισμό βαρύτερων στοιχείων.⁴⁸ Με βάση τον βοηθητικό πίνακα τοποθέτησε κυβάρια με τα χημικά στοιχεία, περιμετρικά του κύκλου στην επιφάνεια διεπαφής. Τα αποτελέσματα μπορεί να σε εκπλήξουν...

Περιγραφή της διάδρασης:

Σε αυτό το σημείο, με αφορμή την απεικόνιση αστερισμών στις σφαίρες και το περιεχόμενο της αφήγησης, προτείνεται μια εμπλουτισμένη οπτικοακουστική εμπειρία με αφή, μέσα από ένα **ψηφιακό διαδραστικό τραπέζι** (βλ. εικ. 7 στο Παράρτημα Εικόνων). Σε αυτό ο χρήστης θα μπορεί να χειριστεί κάποια κυβάρια σε επιφάνεια διεπαφής. Τα κυβάρια θα αναγράφουν στην επιφάνεια τους τα χημικά στοιχεία από τα οποία αποτελείται ένας αστέρας, σαν τον Ήλιο μας. Ο χρήστης θα τα συνδυάζει αρχικά τυχαία στην επιφάνεια (ανακαλυπτική μάθηση) και ανάλογα με τον συνδυασμό που θα κάνει θα έχει την διαφορετική φάση του αστερά στην διάρκεια ζωής του ως αποτέλεσμα. Οι πληροφορίες θα αναφέρονται, είτε πάνω στην επιφάνεια, κοντά στο σημείο διεπαφής είτε ως αφήγηση στην

⁴⁷ Carl Sagan, 1980. Cosmos: A Personal Voyage. Part 9 - The Lives of the Stars USA: Public Broadcasting Service [video documentary]. Από 20':30'' ως 26':50''.

⁴⁸ Rice University, 2013. 2.1 Elements and Atoms: the Building Blocks of Matter Σε: Anatomy and Physiology Διαθέσιμο: <https://opentextbc.ca/anatomyandphysiology/chapter/2-1-elements-and-atoms-the-building-blocks-of-matter/>

Halpern, J. B., 2019. Synthesis of the Elements in Stars. Σε: Chapter 24.6: The Origin of the Elements. Howard University

Διαθέσιμο:

https://chem.libretexts.org/Courses/Howard_University/General_Chemistry%3A_An_Atoms_First_Approach/Unit_8%3A_Materials/Chapter_24%3A_Nuclear_Chemistry/Chapter_24.6%3A_The-Origin-of-the-Elements

συσκευή του χρήστη, αν είναι εφικτό (βλ. εικ. 8 & 9 στο Παράρτημα Εικόνων). Με αυτή την απτική διάδραση θα ενημερωθεί για τα στάδια ενός αστέρα αλλά και για την ξεχωριστή δομική σύσταση σε κάθε στάδιο (π.χ. ένας κίτρινος νάνος χρησιμοποιεί υδρογόνο για να συνθέσει το ήλιο, ένας κόκκινος γίγαντας συνθέτει άλλα στοιχεία όπως άνθρακας, οξυγόνο κ.ά., ένας υπεργίγαντας: νάτριο, πυρίτιο κ.ά.). Επομένως, αν ο χρήστης τοποθετήσει στην διαδραστική επιφάνεια ένα κύβο με ήλιο και ένα με υδρογόνο θα έχει ως αποτέλεσμα ένα κίτρινο νάνο. Εάν έπειτα προσθέσει ένα κύβο με άνθρακα θα έχει ως αποτέλεσμα γίγαντα κ.ο.κ. Την εμφάνιση του κάθε σταδίου θα καθορίσει ο κύβος με το στοιχείο (ορισμένα από αυτά τα στοιχεία καθώς είναι πρακτικά αδύνατον να χωρέσουν όλοι οι κύβοι στην επιφάνεια διεπαφής) που συνθέτουν στον πυρήνα τους. Εάν, ο χρήστης τοποθετεί στοιχεία που θα έχουν ως αποτέλεσμα την ίδια φάση αστέρα συνεχώς (π.χ. ως και τρεις φορές), τότε στην επιφάνεια πληροφοριών θα εμφανίζονται συμβουλές και hints (βλ. εικ. 6 στο Παράρτημα Εικόνων) για να δημιουργήσει και άλλα στάδια. Πιθανόν, μαζί με τα hints να παρατίθεται και ερωτήματα που θα αποσκοπούν σε συλλογισμούς του χρήστη (π.χ. γιατί στην σουπερνόβα να δημιουργούνται βαριά στοιχεία; κ.ά.) και μπορεί να δίνονται απαντήσεις. Η διαδραστική επιφάνεια προτείνεται να βρίσκεται σε κοντινή απόσταση από το ράφι με τις ουράνιες σφαίρες, ωστόσο η επιφάνεια δεν θα πρέπει να είναι πολύ μεγάλη, διότι υπάρχει περιορισμός στον χώρο. Το μέγεθος της επιφάνειας προτείνεται σε 25εκ. ύψος x 40εκ. μήκος. Δίπλα ή μπροστά θα βρίσκεται ένα κουτί ή μία θήκη – συρτάρι με τους κύβους των στοιχείων (οι κύβοι θα είναι περίπου 3εκ.). Η επιφάνεια θα στηρίζεται σε ένα ειδικά κατασκευασμένο τραπέζι ή σταντ, σε ύψος περίπου 90εκ.-100εκ. για να είναι εργονομικό.

Ενδεικτικό πληροφοριακό περιεχόμενο στην επιφάνεια διεπαφής ή στην αφήγηση:

Κίτρινος νάνος: Οι κίτρινοι νάνοι (yellow dwarf) είναι κατηγορίες αστέρων, όπως ο Ήλιος μας. Την ονομασία τους πήραν από τον αστρονόμο Χέρτσμπρουκ, ο οποίος παρατήρησε τις σαφείς διαφορές ανάμεσα σε αστέρες μεγάλης ή μικρής απόλυτης λαμπρότητας. Μεταξύ των αστεριών του Γαλαξία, οι κίτρινοι νάνοι συναντώνται πιο συχνά. Η διάρκεια ζωής τους πιθανολογείται σε δέκα δισεκατομμύρια χρόνια και όσο περνούν τα χρόνια η λαμπρότητα του αυξάνεται. Προς το παρόν, ο Ήλιος βρίσκεται στην μέση της διάρκειας της ζωής του.

Ερυθρός γίγαντας: Οι ερυθροί γίγαντες (red giant) είναι κατηγορίες αστέρων που διακρίνονται για το μεγάλο μέγεθος και τη λαμπρότητα τους. Δημιουργούνται όταν ένας αστέρας μάζας όπως ο Ήλιος, εξαντλεί το υδρογόνο που μετέτρεπε σε ήλιο. Η πυκνότητα της ύλης στο εσωτερικό τους είναι πολύ μικρή, εξαιτίας του τεράστιου όγκου στο οποίο είναι μοιρασμένη. Είναι ορατοί με γυμνό μάτι στον νυχτερινό ουρανό. Αλλά, τους συναντάμε σπάνια επειδή ένα άστρο περνάει σχετικά λιγότερο χρόνο σε αυτό το στάδιο της εξέλιξής του.

Ερυθρός υπεργίγαντας: Οι ερυθροί υπεργίγαντες (red supergiant) είναι μια ιδιαίτερη κατηγορία αστέρων. Αποτελούν τα μεγαλύτερα αστέρια του σύμπαντος. Παρ' όλα αυτά, η υπεροχή τους σε μέγεθος, δεν σημαίνει ότι έχουν και τη μεγαλύτερη μάζα. Αυτό συμβαίνει διότι βρίσκονται σε στάδιο όπου η ζωή τους αρχίζει να τελειώνει. Σε αυτή την φάση του άστρου, ο πυρήνας του συνθέτει όλο και βαρύτερα χημικά στοιχεία. Ο γνωστότερος ερυθρός υπεργίγαντας είναι ο VY στον αστερισμό του Μεγάλου Κυνός.

Ερυθρός υπεργίγαντας μεγάλης μάζας (massive red supergiant): Σε επόμενο στάδιο οι ερυθροί υπεργίγαντες αρχίζουν να παράγουν αρκετή πίεση και υψηλή θερμοκρασία. Στον πυρήνα τους γίνεται σύμπτυξη βαριών στοιχείων όπως του σιδήρου και νικελίου. Τα βαρύτερα στοιχεία θα συσσωρεύονται σε πολλά στρώματα γύρω από τον πυρήνα, σαν ένα

κρεμμύδι. Αυτό προκαλεί την αισθητή αύξηση του μεγέθους τους, έως ότου συμβεί ένα αναμενόμενο γεγονός...

Υπερκαινοφανής αστέρας: Το τέλος της ζωής ενός άστρου μπορεί να επέλθει με ενδιαφέρουσες μορφές αστρικού θανάτου... Τόσο μεγάλα αστέρια προορίζονται να πεθάνουν με τεράστιες εκρήξεις. Με άλλα λόγια, οι υπερκαινοφανείς αστέρες (supernova) είναι οι εκρήξεις των αστεριών στο τελευταίο τους στάδιο. Με τη χρήση τηλεσκοπίων, οι αστρονόμοι μπορούν να προσεγγίσουν την ποσότητα φωτός που παράγεται από μια σουπερνόβα. Τόσο το φως όσο και το φάσμα του χρώματος παρατηρούνται για να εξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με τη Φυσική που λαμβάνει χώρα, κατά τη διάρκεια ή μετά την έκρηξη. Ο θάνατος του Ήλιου μας, δεν θα είναι τόσο βίαιος, λόγω της μάζας του. Αφού θα διογκωθεί σε ερυθρό γίγαντα, θα πετάξει τα εξωτερικά στρώματα αερίων, σχηματίζοντας ένα πλανητικό νεφέλωμα. Στο κέντρο αυτού θα απομείνει ένας λευκός νάνος⁴⁹.

Έκθεμα: Μοντέλο του Ηλιακού Συστήματος

Σελίδα: Ένα μηχανικό έργο τέχνης

Λίγα πράγματα είναι τόσο γοητευτικά όσο η τέχνη, ή και η επιστήμη. Τι μπορεί να προκύψει εάν συνδυάσουμε τα δύο; Πιθανόν πολλές δημιουργικές εφευρέσεις! Σίγουρα μία από αυτές είναι το μηχανικό μοντέλο του ηλιακού συστήματος μας, που βρίσκεται στην προθήκη δεξιά της εισόδου.

Σελίδα: Μοντέλο του Ηλιακού Συστήματος

Το μοντέλο του ηλιακού συστήματος που βλέπεις φιλοτεχνήθηκε τον 19ο αιώνα στην Αυστρία. Ο δημιουργός του παραμένει άγνωστος. Μπορούμε όμως, να θαυμάσουμε την δεξιοτεχνία με την οποία κατασκευάστηκε. Η κατασκευή απαιτεί, όχι μόνο τις σχεδιαστικές του ικανότητες, αλλά και την υψηλή αισθητική του. Όπως μια υδρόγειος σφαίρα, έτσι και ένα τέτοιο μοντέλο μας προσφέρει μία πρακτική λειτουργία. Εστιάζει στο εσωτερικό ηλιακό σύστημα, συμπεριλαμβάνοντας μόνο τον Ήλιο, τη Γη και τη Σελήνη. Απεικονίζει τα σχετικά μεγέθη, διότι η απόσταση που χωρίζει την Γη από τον Ήλιο είναι τόσο μεγάλη, που είναι αδύνατον να την αναπαραστήσουμε με ακρίβεια σε ένα τόσο μικρής κλίμακας μοντέλο. Σε αυτό, η προσομοίωση του Ήλιου ως σημειακή φωτεινή πηγή γίνεται με την τοποθέτηση κεριού στην βάση. Ο χειριστής περιστρέφει την μανιβέλα και το μοντέλο έχει την δυνατότητα να εκτελεί προσομοιωμένες κινήσεις, ανάλογες προς τις ετήσιες της Γης και της Σελήνης. Μέσα σε λίγα λεπτά, μπορεί να γίνει κατανοητός ο μηχανισμός των κινήσεων και των φαινομένων των εκλείψεων⁵⁰.

⁴⁹ Healy, J. κ.α., 2007. Αστρονομία: γαλαξίες, αστέρια, πλανήτες, χάρτες. Αθήνα: Ελευθερουδάκης, 2008. Σελ. 131-133

Εγκυκλοπαίδεια Δομή, 2005. Αθήνα. Τόμος 20: Σελ 287

Εγκυκλοπαίδεια Δομή, 2005. Αθήνα. Τόμος 6: Σελ 603

“Yellow Dwarf” Διαθέσιμο: <http://planetfacts.org/yellow-dwarf/>

“Red Giant” Διαθέσιμο: <http://planetfacts.org/red-giant/>

“Red Supergiant” Διαθέσιμο: <http://planetfacts.org/red-supergiant/>

“Supernova” Διαθέσιμο: <http://planetfacts.org/supernova/>

“Massive Red Supergiant” Διαθέσιμο: <http://cse.ssl.berkeley.edu/bmendez/ay10/2000/cycle/massive.html>

⁵⁰ Encyclopædia Britannica, 2012. “Orrery: astronomical model”

Διαθέσιμο: <https://www.britannica.com/science/orrery-astronomical-model>

Η έμφυτη περιέργεια του ανθρώπου για την κατανόηση του Σύμπαντος, είναι σίγουρα ο λόγος ύπαρξης αυτών των μοντέλων. Από το ταπεινό ξεκίνημα του, παρατηρεί τα μοτίβα του ουρανού και όσο εξελίσσεται αναζητά βαθύτερες γνώσεις. Για αυτό και τα μοντέλα, αυξάνοντας την ακρίβεια και την πολυπλοκότητα, δίνουν σαφέστερες εξηγήσεις. Εδώ βρίσκεται και η χρησιμότητα τους. Το μοντέλο του ηλιακού συστήματος θέτει τον Ήλιο στο κέντρο και μας αποκαλύπτει τις λεπτομέρειες στις κινήσεις των τριών σωμάτων. Ωστόσο, υπήρχε από πάντα αυτή η οπτική;

Επιλογή 1: Οι κινήσεις της Γης και της Σελήνης

Η Γη κινείται γύρω από τον Ήλιο σε μία ελλειπτική κίνηση. Αυτό το ονομάζουμε η Τροχιά της Γης. Η απόσταση; Τεράστια! Περίπου 150 εκατομμύρια χιλιόμετρα! Μια πλήρης τροχιά είναι ένα έτος, δηλαδή οι 365 ημέρες που γνωρίζουμε. Για την ακρίβεια 365,26, όπου προσθέτουμε μία ημέρα κάθε 4 χρόνια, το δίσεκτο έτος, για να είναι το ημερολόγιο μας πρακτικό. Ας φανταστούμε, μία γραμμή να περνά από το Βόρειο Πόλο της Γης στο Νότιο, καθώς διέρχεται από το κέντρο της. Αυτή η νοητή γραμμή ονομάζεται άξονας. Η κίνηση της Γης γύρω από τον άξονα της, λέγεται η Περιστροφή της Γης και διαρκεί μία ημέρα, την οποία κατανέμουμε σε 24 ώρες. Ο άξονας περιστροφής της Γης δεν είναι μια ευθεία, έχει μία κλίση 23,4 μοιρών και αυτή η κλίση είναι που μας δίνει τις εποχές. Όταν η Γη βρίσκεται στη μία πλευρά του Ήλιου, το νότιο ημισφαίριο απομακρύνεται από τον Ήλιο, ενώ το βόρειο στρέφεται προς αυτόν. Έτσι θα έχουμε χειμώνα στον Νότο και καλοκαίρι στον Βορρά. Έξι μήνες μετά θα συμβεί το αντίστροφο. Όπως η Γη έχει δύο κινήσεις, έτσι και η Σελήνη περιστρέφεται γύρω από τον άξονα της και την Γη. Βέβαια η περιστροφή της Σελήνης είναι συγχρονισμένη. Αυτό σημαίνει ότι ο χρόνος που παίρνει για να περιστραφεί στον άξονα της είναι ίδιος με τον χρόνο που παίρνει για να περιστραφεί γύρω από την Γη. Για αυτό βλέπουμε πάντα την μία πλευρά της Σελήνης⁵¹.

Επιλογή 2: Από τον γεωκεντρισμό στον ηλιοκεντρισμό

Οι αρχαίοι αστρονόμοι ήταν αρκετά οξυδερκείς παρατηρητές. Παρ' όλα αυτά, δεν έλειπαν οι ανακρίβειες στις παρατηρήσεις εξαιτίας των ελλείψεων, είτε σε τεχνολογικό, είτε σε γνωσιακό επίπεδο. Ίσως μας είναι δύσκολο να το φανταστούμε, αλλά μία από αυτές είναι η πεποίθηση πως το Σύμπαν αποτελείτο μόνο από το ηλιακό μας σύστημα και η Γη ήταν το κέντρο όλων. Στον γεωκεντρισμό λοιπόν, ο Ήλιος, η Σελήνη, τα αστέρια, οι πλανήτες περιστρέφονταν γύρω από τη Γη. Οι βασικές αρχές του μοντέλου αυτού ξεκινούν από την εποχή του Πλάτωνα και του Αριστοτέλη, τον 4ο αιώνα προ Χρηστού. Η ανάπτυξη και η τυποποίηση του έγινε πολύ αργότερα από τον Κλαύδιο Πτολεμαίο, τον 2ο αιώνα μ.Χ. Χρειάστηκαν περίπου δύο χιλιετίες για να αμφισβητηθεί αυτή η αντίληψη. Μεταξύ άλλων, η ανάδρομη κίνηση των πλανητών ήταν μία από τις υποψίες των επιστημόνων, τις οποίες δεν μπόρεσε να επαληθεύσει το γεωκεντρικό μοντέλο.

Κατά συνέπεια το 1543, έχουμε την έκδοση του πρώτου ηλιοκεντρικού μοντέλου από τον Νικόλαο Κοπέρνικο. Στο μοντέλο του Κοπέρνικου διαπιστώθηκε πως η ανάδρομη κίνηση είναι το αποτέλεσμα συνδυασμού των κινήσεων και των ταχυτήτων της Γης με των υπόλοιπων πλανητών.⁵² Τον 17ο αιώνα, η τεχνολογική εξέλιξη των τηλεσκοπίων, οι

Wikipedia, 2019. "Orrery" Διαθέσιμο: <https://en.wikipedia.org/wiki/Orrery>

⁵¹ Healy, J. κ.α., 2007. Αστρονομία: γαλαξίες, αστέρια, πλανήτες, χάρτες. Αθήνα: Ελευθερουδάκης, 2008. Σελ. 51- 52, 59

⁵² Peale, S. J., 2015. "Celestial mechanics: Historical background. Early theories" Σε: Physics. Encyclopædia Britannica. Διαθέσιμο: <https://www.britannica.com/science/geocentric-system>

παρατηρήσεις του αστρονόμου Γιοχάνες Κέπλερ και οι υπολογισμοί του Νεύτωνα, παρείχαν αναμφισβήτητα στοιχεία ότι ο ηλιοκεντρισμός είναι το σωστό μοντέλο για να περιγραφεί το ηλιακό μας σύστημα.⁵³ Ο Ήλιος πράγματι είναι το κέντρο. Όλοι οι πλανήτες, οι αστεροειδείς και οι περισσότεροι κομήτες είναι «δεμένοι» στις τροχιές του χάρις στην βαρύτητα. Βέβαια αν θέλουμε να είμαστε ακριβείς, ο Ήλιος είναι το βαρύκεντρο του ηλιακού συστήματος και η τροχιά της Γης δεν είναι απόλυτα ελλειπτική, αλλά μία πιο περίπλοκη κίνηση που επηρεάζεται και από τους υπόλοιπους πλανήτες.

Παράλληλα με τα γιγαντιαία άλματα στην τεχνολογία, παρατηρούμε τον εμπλουτισμό στις γνώσεις. Βλέπουμε πως το Σύμπαν που μας περιβάλλει όλο και περισσότερο «μεγαλώνει»... Υπερβήκαμε τον περιορισμό της Γης ως σύμπαν και πλέον βλέπουμε ομάδες γαλαξιών ως παρατηρήσιμο σύμπαν. Σε μια απέραντη περιοχή ενός πιθανού άπειρου δυναμικού, θα μπορέσουμε να ξεπεράσουμε τα τεχνολογικά και γνωσιακά όρια του σήμερα; Ίσως σε αυτό να απαντήσουν οι επιστήμονες - παρατηρητές στο μέλλον...

Διάδραση με αφή: «Αγγίζοντας» τους πλανήτες

Περιγραφή της διάδρασης:

Με αφορμή το μοντέλο του ηλιακού συστήματος, σε αυτό το σημείο ο χρήστης θα μπορεί να περιεργασθεί ένα σύγχρονο τρισδιάστατο «μοντέλο» του ηλιακού συστήματος, δηλαδή μία βάση με τους 8 πλανήτες. Το μουσειολογικό σκεπτικό της βάσης με τους πλανήτες είναι να «ενισχύσει» ως ερμηνευτικό μέσο, το Μοντέλο του Ηλιακού Συστήματος σε εννοιολογικό επίπεδο. Δηλαδή, ενώ το Μοντέλο του Ηλιακού Συστήματος περιγράφει τις κινήσεις, η βάση με τους πλανήτες θα απεικονίζει τα μεγέθη τους και το συνοδευτικό περιεχόμενο θα περιγράφει πληροφορίες για μορφολογικά και άλλα χαρακτηριστικά τους.

Σκοπός της δράσης είναι να μεταδώσει στον χρήστη την ιδιαίτερη μορφολογία του κάθε πλανήτη. Ο χρήστης θα μπορεί να αγγίζει τους πλανήτες, αφού τους σηκώνει από μία σταθερή βάση (βλ. εικ. 10, 11 & 12 στο Παράρτημα Εικόνων). Με αυτό τον τρόπο, κατανοεί μέσω της αφής την διαφορά στα μεγέθη, στη μορφολογία, στην πυκνότητα ή και στην υλική σύσταση τους. Τα μεγέθη των ομοιωμάτων θα αντιπροσωπεύουν κατά προσέγγιση τα πραγματικά μεγέθη των πλανητών (η ακριβής κλίμακα είναι αδύνατη, λόγω των τεράστιων διαφορών στις αναλογίες). Τα ομοιώματα των πλανητών θα πρέπει να αφαιρούνται και να κουμπώνουν εύκολα στην βάση, ώστε να μπορεί να τα επεξεργάζεται ο χρήστης χωρίς πρόβλημα. Τα υλικά των ομοιωμάτων των πλανητών μπορεί να ποικίλουν.

Στα ομοιώματα των πρώτων 4 πλανητών Ερμή, Αφροδίτη, Γη, Άρη ενδείκνυται η χρήση υλικών όπως κράμα μετάλλων, γύψος, πέτρα ή βαρύ ξύλο, και η επιφάνειά τους να είναι πιο ανάγλυφη ή τραχιά για να αποδώσει το ότι είναι γήινοι και πιο συμπαγείς πλανήτες, με έντονα μορφολογικά χαρακτηριστικά στα εδάφη τους. Στα ομοιώματα των Δία, Κρόνου, Ουρανού, Ποσειδώνα, ενδείκνυται υλικό όπως μπάλες με αέρα, αφρολέξ ή σφουγγάρι (όπως σφουγγάρι ανθοδετικής), για να αποδώσει το ότι είναι πλανήτες αέριοι γίγαντες (gas giant) έχοντας μια εντελώς διαφορετική σύνθεση από τους γήινους και ότι η πυκνότητα τους είναι αραιή, αν και έχουν μεγάλη μάζα. Η διαφορά των υλικών θα βοηθήσει τον χρήστη να αντιληφθεί κατά προσέγγιση τα διάφορα υλικά από τα οποία αποτελούνται οι πλανήτες

Wikipedia, 2019. "Copernican heliocentrism" Σε: Heliocentrism. Wikipedia.

Διαθέσιμο: https://en.wikipedia.org/wiki/Heliocentrism#Copernican_heliocentrism

⁵³ Ward, K. κ.α., 2009. "The Science: Orbital Mechanics".

Διαθέσιμο: <https://earthobservatory.nasa.gov/features/OrbitsHistory/page2.php>

στην σύσταση τους (πραγματικά χαρακτηριστικά των πλανητών → εννοιολογική μετάφραση των παραπάνω → ξεχωριστή δομική σύσταση → διαφορετικά υλικά). Οι χρωματισμοί των ομοιωμάτων θα αντιστοιχούν στους πραγματικούς χρωματισμούς των πλανητών. Ενδεικτικά:

Ερμής: σφαίρα από σίδηρο με έντονα ανάγλυφη επιφάνεια, αποδίδει τον πυρήνα του, που αποτελείται από σίδηρο και καλύπτει το 40% του συνολικού όγκου του και τα βασικά χαρακτηριστικά της επιφάνειάς του: κρατήρες και βαθύπεδα.

Αφροδίτη: σφαίρα από βασάλτη ή πέτρα με έντονο ανάγλυφο, που θα αποδίδει το βραχώδες και ηφαιστειογενές τοπίο με σχηματισμούς πετρωμάτων και λεπτή σκόνη και τους έντονους σχισμούς στους βράχους (αιχμηροί βράχοι).

Γη: σφαίρα από κράμα μετάλλων ή γύψο με ανάγλυφη επιφάνεια, αυτά σε συνδυασμό με λείο πλεξιγκλάς για να αποδώσει την επιφάνεια γης – νερού.

Άρης: σφαίρα από γύψο ή πυλό με ανάγλυφη – τραχιά επιφάνεια που θα αποδίδει την αίσθηση της άμμου, χαρακτηριστικό που προκύπτει από τις ισχυρές αμμοθύελλες του πλανήτη και την σύσταση του εδάφους.

Δίας: σφαίρα από αφρολέξ, όπου μπορεί λίγο να προεξέχει σημείο που θα αντιστοιχεί στην κηλίδα του ή άλλα σημεία που θα αντιστοιχούν στα τεράστια σύννεφα σκόνης κ.λπ.

Κρόνος: κοίλη σφαίρα από πλαστικό (σαν μπάλα αέρα) με διακριτικά ανάγλυφα, θα αποδίδει το ότι είναι ένας αέριος γίγαντας με «στροβιλίζοντα» σύννεφα και έτσι δεν έχει στερεά σημεία, αλλά μόνο στην επιφάνεια του μεταβάλλει τις πυκνότητες των αερίων, από τα οποία αποτελείται.

Ουρανός: σφαίρα από αφρολέξ, όπου με ειδική τεχνική χρωματισμού με διάφανο ή ημι-διάφανο υλικό (λ.χ. ακρυλικό ή υγρό γυαλί), θα φέρει μια ελαφρώς ανάγλυφη τραχιά επιφάνεια που θα θυμίζει στο άγγιγμα χιόνι ή πάγο, ώστε να αποδώσει ότι ανήκει στην υποκατηγορία των «παγωμένων γιγάντων» (ice giants) λόγω πολύ χαμηλών θερμοκρασιών στην ατμόσφαιρα του.

Ποσειδώνας: σφαίρα από αφρολέξ, όπου με μια συγκεκριμένη τεχνική χρωματισμού θα φέρει μια ελαφρώς ανάγλυφη επιφάνεια με γραμμώσεις (αίσθηση γραμμών στο άγγιγμα), για να αποδώσει την επιφάνεια του που έχει τους γρηγορότερους ανέμους από οποιοδήποτε άλλο πλανήτη στο Ηλιακό Σύστημα.

Ενδεικτικά μεγέθη των ομοιωμάτων: Οι εσωτερικοί γήινοι πλανήτες μπορούν να αναπαρασταθούν σε κλίμακα 1: 200000000, $1,2 \times 10^8$, δηλαδή θα είναι σφαίρες με τις εξής διαμέτρους: Ερμής: 2.4395 εκ., Αφροδίτη: 6.052 εκ., Γη: 6.378 εκ. και Άρης: 3.396 εκ., όπου θα διατηρούν τις αντίστοιχες μεταξύ τους αναλογίες με βάση τα πραγματικά μεγέθη. Τα ομοιώματα των δύο πρώτων εξωτερικών αέριων πλανητών μπορούν να πραγματοποιηθούν σε κλίμακα 1:900000000, $1,9 \times 10^8$, συγκεκριμένα: Δίας: 15.8 εκ. και Κρόνος: 13.3 εκ., και θα διατηρούν την μεταξύ τους αναλογία. Οι δύο τελευταίοι εξωτερικοί αέριοι πλανήτες μπορούν να πραγματοποιηθούν σε κλίμακα 1:600000000 $1,6 \times 10^8$, συγκεκριμένα Ουρανός: 8.5197 εκ. και Ποσειδώνας: 8.2547 εκ., και θα διατηρούν την μεταξύ τους αναλογία⁵⁴.

Τα παραπάνω ομοιώματα θα συνοδεύονται από το αντίστοιχο οπτικοακουστικό υλικό στην αφήγηση, το οποίο θα εξηγεί τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της σύστασης τους, ώστε να αντιληφθεί ο επισκέπτης και την «αιτιολόγηση» της επιλογής των υλικών και να κάνει την εννοιολογική σύνδεση των πραγματικών χαρακτηριστικών των πλανητών με τα ομοιώματα χωρίς δυσκολίες. Στην αρχή, ο χρήστης θα ακούει το περιεχόμενο με τα χαρακτηριστικά των πλανητών παρατηρώντας τα ομοιώματα στη βάση. Αφού σηκώσει κάποιο ομοίωμα θα

⁵⁴ Δεδομένα για πλανήτες: <https://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/>

αναπαράγεται αμέσως το αρχείο ήχου για τον αντίστοιχο πλανήτη, ως ένα στοιχείο έκπληξης. Σε περίπτωση, που θα σηκώσει δύο ομοιώματα ταυτόχρονα, θα ακούσει περιεχόμενο σύγκρισης των δύο πλανητών σύντομο και εύστοχα (τύπου «fun fact»).

Όπως και στις άλλες περιπτώσεις έτσι και σε αυτή, ο σχεδιασμός και η υλοποίηση αυτής της απτής διάδρασης θα πρέπει να ανατεθεί σε αντίστοιχους ειδήμονες και εταιρείες. Παράλληλα, με την απτή επεξεργασία των πλανητών ο χρήστης θα ακούει και τους ήχους τους. Οι ήχοι, αν είναι εφικτό, θα μπορούν να ενεργοποιούνται αυτόματα με την βοήθεια ειδικών αισθητήρων, καθώς ο χρήστης θα σηκώνει τον πλανήτη από την βάση. Η παρότρυνση του χρήστη θα πραγματοποιείται μέσα από αντίστοιχη επιλογή, έπειτα από την ακρόαση των χαρακτηριστικών του κάθε πλανήτη, χωρίς να του αποκαλύπτεται τι θα ακούσει μετέπειτα, για να υπάρχει αυτή η αίσθηση της έκπληξης.

[Σημ: Σε αυτό το σημείο εισάγεται σελίδα που θα παροτρύνει τον χρήστη να περιεργασθεί τους πλανήτες για την εμπειρία με αφή, παράλληλα με την ακουστική εμπειρία.]

Σελίδα: Εικόνες από το Ηλιακό Σύστημα

Αν και ένα μοντέλο του Ηλιακού Συστήματος μας υποδεικνύει τις κινήσεις των ουράνιων σωμάτων γύρω από τον Ήλιο, δεν μας «αποκαλύπτει» με λεπτομέρεια τα μοναδικά χαρακτηριστικά του κάθε πλανήτη. Στις 14 Φεβρουαρίου 1990 οι κάμερες του πρώτου Voyager μας έδωσαν ένα αξιοθαύμαστο θέαμα. Τράβηξαν μια σειρά από φωτογραφίες του Ήλιου και των πλανητών, καθιστώντας το πρώτο «οικογενειακό πορτρέτο» του Ηλιακού μας Συστήματος, όπως αυτό φαίνεται από το διάστημα. Σε κάθε γωνιά του, βλέπουμε πως η φύση προσπαθεί να ξεπεράσει τον εαυτό της. Οι αποστάσεις τεράστιες, κάθε πλανήτης μοναδικός και με τα νέα στοιχεία που έρχονται στο φως, κάθε πλανήτη μας προκαλεί θαυμασμό.

Επίλεξε, τον πλανήτη για να ακούσεις τις «ιδιαιτερότητες του», τα δικά του μοναδικά μορφολογικά χαρακτηριστικά και παρατήρησε το αντίστοιχο ομοίωμα στην βάση.

«Αγγίζοντας» τους πλανήτες: 8 επιλογές: Ερμής/ Αφροδίτη/ Γη/ Άρης/ Δίας/ Κρόνος/ Ουρανός/ Ποσειδώνας

[Σημ: Το περιεχόμενο θα περιλαμβάνει σύντομες πληροφορίες αναφορικά με τα χαρακτηριστικά του εκάστοτε πλανήτη. Έπειτα, θα δίνονται οι οδηγίες ώστε να περιεργασθεί το ομοίωμα – ομοιώματα: «Και τώρα μπορείς να πάρεις έναν ή δύο πλανήτες στα χέρια σου! Μην διστάζεις, μπορείς να σηκώσεις τον πλανήτη από την βάση. Αν σηκώσεις δύο, σύγκρινε και παρατήρησε τα διάφορα μεγέθη, τα βάρη, τα υλικά, τις υφές ή τα χρώματα που έχουν.»]

Ενδεικτικό πληροφοριακό περιεχόμενο στην αφήγηση:

Ερμής, ο «σιδερένιος» πλανήτης

Ερμής, ο πρώτος από τους τέσσερεις γήινους πλανήτες. Βραχύδης, με πετρώδη υλικά και τεράστιο πυρήνα σιδήρου, που καταλαμβάνει το 70% του συνολικού του βάρους. Ο πιο πλούσιος σε σίδηρο πλανήτης στο Ηλιακό μας Σύστημα. Ο λιωμένος πυρήνας του

καλύπτεται από ένα μανδύα και έναν επιφανειακό φλοιό, με άφθονα στοιχεία που μαρτυρούν μία περίοδο έντονων συγκρούσεων με αστεροειδείς και κομήτες⁵⁵.

Αφροδίτη, ο κόσμος των ηφαιστείων

Η Αφροδίτη είναι ένας πλανήτης με εντυπωσιακή γεωλογία. Η επιφάνεια της είναι ένα «ψηφιδωτό» βουνών και πεδιάδων, που κυριαρχείται από ηφαιστειακά φαινόμενα. Για αυτό και το μεγαλύτερο μέρος του φλοιού της αποτελείται από πετρώματα βασάλτη (σε ποσοστό 90%). Ένας κόσμος που καλύπτεται από ηφαίστεια και αρχαία «ποτάμια» λάβας, μήκους χιλιάδων χιλιομέτρων⁵⁶.

Γη, ο «ζωντανός» πλανήτης

Η Γη είναι ένας βραχώδης, γήινος πλανήτης με τέσσερα στρώματα, τον στέρεο εσωτερικό πυρήνα στο κέντρο από σίδηρο και νικέλιο, τον υγρό εξωτερικό πυρήνα, τον μανδύα και τον φλοιό. Έχει μια σταθερή και ενεργή επιφάνεια με κορυφές, κοιλάδες, λόφους και παρυφές και καθετί ενδιάμεσο. Η καλή θερμοκρασία, η κλίση του άξονα της, η μεγάλη ποσότητα νερού, η κατάλληλη ατμόσφαιρα, το προστατευτικό μαγνητικό πεδίο ακόμη και η Σελήνη, όλα «συνωμότησαν» για την δημιουργία ζωής⁵⁷.

Άρης, το αμμόδες τοπίο

Ο Άρης είναι ένας διαφοροποιημένος (διαφορετικός) γήινος πλανήτης. Ο φλοιός του αποτελείται από πετρώματα πλούσια σε οξείδιο και πυριτικό άλας. Η επιφάνεια του είναι γεμάτη κρατήρες, συστάδες φαραγγίων και άλλες ενδείξεις για την ύπαρξη νερού, που στο μεγαλύτερο ποσοστό του έχει εξαφανιστεί. Παρά την αραιή ατμόσφαιρα, φυσούν τόσο δυνατοί άνεμοι, προκαλώντας ισχυρές ανεμοθύελλες, που καλύπτουν ολόκληρο τον πλανήτη. Έτσι, θυμίζει έρημο όπου τα πάντα σκεπάζει κόκκινη άμμος⁵⁸.

Δίας, ο νεφελώδης γίγαντας

Δίας, ο μεγαλύτερος πλανήτης του Ηλιακού Συστήματος. Ένας γίγαντας αερίων με πυκνή ατμόσφαιρα, η οποία αποτελείται κυρίως από υδρογόνο, ήλιο και ίχνη άλλων αερίων. Στην κορυφή της υπάρχουν δομές πολύχρωμων νεφών. Διακριτό χαρακτηριστικό είναι η «μεγάλη ερυθρά κηλίδα», μία θύελλα «πλανητικού» μεγέθους, που διαρκεί πάνω από 175 χρόνια⁵⁹.

Κρόνος, ο πλανήτης των δακτυλίων

Ο Κρόνος είναι ο δεύτερος σε μέγεθος γίγαντας αερίων. Η ατμόσφαιρα του αποτελείται από ένα στρώμα μεταλλικού υδρογόνου και ένα εξωτερικό στρώμα αερίου υδρογόνου που υποβαστάζει τα νέφη που στροβιλίζουν και καλύπτουν τον πλανήτη. Είναι ο μόνος γίγαντας

⁵⁵ Healy, J. κ.α., 2007. Αστρονομία: γαλαξίες, αστέρια, πλανήτες, χάρτες. Αθήνα: Ελευθερουδάκης, 2008. Σελ. 36-38. Πηγή από το διαδίκτυο: <https://solarsystem.nasa.gov/planets/mercury/in-depth/>

⁵⁶ Healy, J. κ.α., 2007. Αστρονομία: γαλαξίες, αστέρια, πλανήτες, χάρτες. Αθήνα: Ελευθερουδάκης, 2008. Σελ. 40-41, 44-48. Πηγή από το διαδίκτυο: <https://solarsystem.nasa.gov/planets/venus/in-depth/>

⁵⁷ Healy, J. κ.α., 2007. Αστρονομία: γαλαξίες, αστέρια, πλανήτες, χάρτες. Αθήνα: Ελευθερουδάκης, 2008. Σελ. 50-52. Πηγή από το διαδίκτυο: <https://solarsystem.nasa.gov/planets/earth/in-depth/>

⁵⁸ Healy, J. κ.α., 2007. Αστρονομία: γαλαξίες, αστέρια, πλανήτες, χάρτες. Αθήνα: Ελευθερουδάκης, 2008. Σελ. 60-62. Πηγή από το διαδίκτυο: <https://solarsystem.nasa.gov/planets/mars/in-depth/>

⁵⁹ Healy, J. κ.α., 2007. Αστρονομία: γαλαξίες, αστέρια, πλανήτες, χάρτες. Αθήνα: Ελευθερουδάκης, 2008. Σελ. 70-71, 76. Πηγή από το διαδίκτυο: <https://solarsystem.nasa.gov/planets/jupiter/in-depth/>

αερίων που η πυκνότητα του είναι χαμηλότερη από αυτή του νερού. Οι πλατιοί και επίπεδοι δακτύλιοι του αποτελούνται από εκατομμύρια κομμάτια πάγου σε μεγέθη που ποικίλουν, από αυτό ενός σωματιδίου έως ενός αυτοκινήτου⁶⁰.

Ουρανός, ένας γαλάζιος κόσμος

Ο Ουρανός είναι ένας από τους δύο παγωμένους γίγαντες στο εξωτερικό Ηλιακό Σύστημα. Η ατμόσφαιρά του είναι σχετικά αραιή. Το μεγαλύτερο ποσοστό της μάζας του πλανήτη αποτελείται από υλικά σε ρευστή κατάσταση: νερό, μεθάνιο και αμμωνία. Το μεθάνιο ευθύνεται για την μονότονη γαλαζωπή του όψη. Σε αντίθεση με τους άλλους γίγαντες αερίων, ο πυρήνας του Ουρανού είναι βραχώδης με την χαμηλότερη θερμοκρασία στο Σύστημα (4.727 C), που ίσως οφείλεται στην παράξενη περιστροφή του πλανήτη⁶¹.

Ποσειδώνας, ο παγωμένος πλανήτης

Ο Ποσειδώνας είναι ο δεύτερος από τους παγωμένους γίγαντες. Στην ατμόσφαιρα του βρίσκεται ένα υγρό στρώμα από ενώσεις υδρογόνου, οξυγόνου και αζώτου και ένα δεύτερο στρώμα από υγρό υδρογόνο, ήλιο και μεθάνιο. Από τους πλανήτες-γίγαντες αερίων, είναι ο μικρότερος, ο πιο παγωμένος αλλά και ο πιο πυκνός. Οι ψυχρές θερμοκρασίες μειώνουν την τριβή στο σύστημα, όπου πνέουν ισχυροί άνεμοι με υπερηχητικές ταχύτητες, αγγίζοντας τα 2.000χμ ανά ώρα⁶².

Υπο-επιλογή 1: Οι «φωνές» των πλανητών

Ερμής/ Αφροδίτη/Γη/ Άρης/ Δίας/ Κρόνος/ Ουρανός/ Ποσειδώνας

[Σημ: Σε αυτό το σημείο ο χρήστης εξετάζει ένα ομοίωμα και το περιεχόμενο θα περιλαμβάνει σύντομα ηχητικά αρχεία (του ενός λεπτού που μπορεί να επαναλαμβάνονται) με ήχους των πλανητών από το *Nasa Voyager Space Sounds*⁶³ ή λοιπά αρχεία της *Nasa*⁶⁴.]

Σελίδα υπο-επιλογών: Η συμφωνία των πλανητών

Η αποστολή του πρώτου Voyager δεν περιοριστικέ μόνο στις φωτογραφήσεις. Αυτό που έκανε η NASA, είναι να σχεδιάσει ειδικά όργανα που καταγράφουν τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα των ουράνιων σωμάτων και τα μετατρέπουν σε ήχους που μπορεί να ακούσει το ανθρώπινο αυτί. Οι ήχοι που άκουσες, ήταν το αποτέλεσμα αυτής της καταγραφής. Ένα αποτέλεσμα, σίγουρα όμορφο και συγκλονιστικό!

Υπο-επιλογή 2: Και αν είχαμε... μόνο δύο πλανήτες;

[Σημ: Σε αυτό το σημείο ο χρήστης εξετάζει δύο ομοιώματα και το περιεχόμενο θα περιλαμβάνει σύντομες συγκριτικές πληροφορίες (ομοιότητες ή και διαφορές) με τα χαρακτηριστικά των δύο πλανητών (π.χ. Γη – Δίας, Άρης –Ερμής, Αφροδίτη – Δίας, Ουρανός

⁶⁰ Healy, J. κ.α., 2007. Αστρονομία: γαλαξίες, αστέρια, πλανήτες, χάρτες. Αθήνα: Ελευθερουδάκης, 2008. Σελ. 80-82, 85. Πηγή από το διαδίκτυο: <https://solarsystem.nasa.gov/planets/saturn/in-depth/>

⁶¹ Healy, J. κ.α., 2007. Αστρονομία: γαλαξίες, αστέρια, πλανήτες, χάρτες. Αθήνα: Ελευθερουδάκης, 2008. Σελ. 90-91. Πηγή από το διαδίκτυο: <https://solarsystem.nasa.gov/planets/uranus/in-depth/>

⁶² Healy, J. κ.α., 2007. Αστρονομία: γαλαξίες, αστέρια, πλανήτες, χάρτες. Αθήνα: Ελευθερουδάκης, 2008. Σελ. 94-96. Πηγή από το διαδίκτυο: <https://solarsystem.nasa.gov/planets/neptune/in-depth/>

⁶³ Οι ήχοι ενδέχεται να έχουν άδειες creative commons. Πηγές:

<https://archive.org/details/nasaaudiocollection>

<https://open.spotify.com/album/5s8KlKe4zZXQxTxCqdWb1T>

⁶⁴ Πηγή: https://www.nasa.gov/vision/universe/features/halloween_sounds.html

– Ποσειδώνας κ.ο.κ.), αντιστοιχών με τα δύο ομοιώματα που θα κρατά ο χρήστης. Ο αριθμός των επιλογών θα αντιστοιχεί σε όλους του πιθανούς συνδυασμούς των ομοιωμάτων.]

Έκθεμα: Λειτουργικό αντίγραφο του Μηχανισμού των Αντικυθήρων

Σελίδα: Λειτουργικά αντίγραφα

Αφότου ανακαλύφθηκε, έχει προβληματίσει και συναρπάσει πολλούς ιστορικούς και μελετητές της επιστήμης και της τεχνολογίας. Πρόκειται για έναν αστρολάβο; Ή μήπως ένα πλανητοσκόπιο; Ένα αστρονομικό ρολόι; Ή κάτι άλλο;... Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων, ένα σκουριασμένο τεχνολογικό κατάλοιπο που χρειάστηκε να περιμένει πολλά χρόνια, μέχρι να αποκαλυφθεί η πραγματική του χρήση...

Κατά καιρούς είχαν πραγματοποιηθεί διάφορες ανακατασκευές του μηχανισμού. Μία από αυτές διεκπεραίωσε ο φυσικός Derek John de Solla Price, σε συνεργασία με επιστήμονες του Ινστιτούτου Δημόκριτος την δεκαετία του 1950. Ωστόσο, υπήρχαν αμφισβητήσεις και διαφωνίες στην ορθότητα του αντίγραφου του. Αυτό διότι, η τότε επιστημονική κοινότητα δεν κατάφερε να δώσει φως στο μυστήριο του μηχανισμού και στηρίχθηκε περισσότερο σε υποθέσεις⁶⁵. Οι διαφωνίες έφεραν και ένα καλό. Οδήγησαν σε όλο και περισσότερο εμπεριστατωμένες έρευνες και σε μετέπειτα δημιουργίες αντίγραφων. Ένα σύγχρονο λειτουργικό αντίγραφο μπορείς να θαυμάσεις, περίπου στο κέντρο της αίθουσας.

Σελίδα: Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων

Σε τι ακριβώς χρησίμευε ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων; Σύμφωνα με τις μελέτες, επιτελούσε μια σειρά λειτουργιών: μπορούσε να υπολογίσει τις θέσεις της Σελήνης και του Ήλιου στον ουρανό με αξιοσημείωτη ακρίβεια, τις φάσεις της Σελήνης και να προβλέπει ηλιακές και σεληνιακές εκλείψεις. Θεωρείται πως μπορούσε επίσης να υπολογίζει τις τροχιές των πλανητών, πιθανόν των πέντε πρώτων, γνωστών στον τότε αρχαίο κόσμο. Αυτό ουσιαστικά αποδεικνύει πως ο σχεδιαστής του μηχανισμού πρέπει να γνώριζε πολύ καλά Αστρονομία. Οι πολύπλοκοι υπολογισμοί που έκανε, το φέρουν σε μία σύγκριση με τους σύγχρονους υπολογιστές, για αυτό και έχει μια δεύτερη ονομασία «Υπολογιστής των Αντικυθήρων»⁶⁶. Αρκετά έχουν γραφτεί και ειπωθεί σχετικά με τον περίφημο και αινιγματικό μηχανισμό. Σίγουρα, δεν δημιουργήθηκε εκ του μηδενός, αλλά είναι απόηχος τεχνολογικής – επιστημονικής παράδοσης και προόδου. Άραγε, ποιά άλλα μυστικά μπορεί να μας αποκαλύψει;

Επιλογή 1: Μία απρόσμενη ανακάλυψη

Τον περασμένο αιώνα, το 1901 δύτες ανασύρουν από τον βυθό της θάλασσας έναν εξαιρετικό θησαυρό από διαβρωμένα αντικείμενα. Ανάμεσα σε αυτά, ένα κουτί που φέρει ένα «αινιγματικό» φορτίο: ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων! Ας ακούσουμε την ιστορία της ανακάλυψής του.

⁶⁵ Παπαδημητρίου, Χ. Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων. Σε: Κείμενα ξενάγησης για το Κέντρο Επισκεπτών Θησείου. Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών. Σελ. 17

⁶⁶ Παπαδημητρίου, Χ. Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων. Σε: Κείμενα ξενάγησης για το Κέντρο Επισκεπτών Θησείου. Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών. Σελ. 17, 19, 20

Κάποια στιγμή κοντά στο Πάσχα του 1900, σφουγγαράδες επιστρέφουν από την Λιβύη στα Δωδεκάνησα ύστερα από κοπιαστικές ώρες εργασίας. Στο ταξίδι της επιστροφής, ξεσπά αναπάντεχα μία φουρτούνα. Μην μπορώντας να πλοηγήσουν στην τρικυμισμένη θάλασσα, αναπόφευκτα δένουν το καΐκι τους σε υπήνεμο όρμο των Αντικυθήρων. Καθώς περίμεναν να καταλαγιάσει η θάλασσα, τις επόμενες ημέρες εξερευνούν τον βυθό της περιοχής. Σφουγγαράς παρατηρεί ένα φαινομενικά «μακάβριο» θέαμα, το πόδι μιας γυναίκας, και έντρομος αναδύεται βιαστικά να το αναφέρει στον καπετάνιο του. Δύτες ερευνούν τον βυθό και διαπιστώνουν πως δεν πρόκειται για κάποιο «ανεξιχνίαστο έγκλημα», αλλά για το τμήμα ενός αγάλματος. Δίχως να το γνωρίζουν οι σφουγγαράδες είχαν συναντήσει τυχαία ένα ρωμαϊκό ναυάγιο. Αργότερα, σε οργανωμένες αποστολές ανέλκυσης ανακτώνται χάλκινα και μαρμάρινα αγάλματα, κοσμήματα και άλλα αντικείμενα. Και φυσικά, το κουτί με τα διαβρωμένα μπρούτζινα και ξύλινα μέλη του μηχανισμού. Μετά από ένα χρόνο, ολοκληρώνεται αυτό το δύσκολο έργο⁶⁷.

Σήμερα, ο μηχανισμός και τα υπόλοιπα ευρήματα του ναυαγίου βρίσκονται στην κατοχή του Εθνικού Αρχαιολογικού Μουσείου, όπου ενίοτε εκτίθενται.

Επιλογή 2: Πολλά γρανάζια!

Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων αντικατοπτρίζει την αρχαία ελληνική παράδοση των περίπλοκων μηχανικών τεχνολογιών. Η παράδοση αυτή έθεσε τις βάσεις για μεταγενέστερες εφευρέσεις. Για να δούμε τώρα κάποιες λεπτομέρειες στον μηχανισμό που το αποδεικνύουν και μας προκαλούν έκπληξη. Το σύστημα των γραναζιών του μηχανισμού, αποκαλύπτει την πολυπλοκότητα με την οποία είναι κατασκευασμένος. Η συσκευή περιέχει 30 γρανάζια και επιγραφές σχετικές με την Αστρονομία. Τα γρανάζια διαφόρων διαμέτρων και οδοντώσεων, στεγάζονταν από μία θήκη, δηλαδή το ξύλινο κιβώτιο. Μέσα σε αυτό, τα γρανάζια ήταν τοποθετημένα έκκεντρα και εμπλέκονταν μεταξύ τους. Ένας μοχλός έθετε σε κίνηση τα γρανάζια, σε διαφορετική ταχύτητα το καθένα. Ίσως μεγαλύτερη έκπληξη, βέβαια, να είναι πως συνοδευόταν από εγχειρίδιο λειτουργίας, φτιαγμένο από μπρούτζινα φύλλα⁶⁸.

Επιλογή 3: Ο εφευρέτης;

Αρκετοί ερευνητές θεώρησαν πως κατασκευάστηκε το 90 π.Χ. Μια λεπτομερής ανάλυση έδειξε ωστόσο, πως κατασκευάστηκε περίπου το 125 π.Χ. Αυτή η διαπίστωση, έφερε στο προσκήνιο ένα πρόσωπο: Ήπαρχος ο Ρόδιος! Αστρονόμος, μαθηματικός, γεωγράφος και μετεωρολόγος. Διανοούμενος της εποχής του, με πολλές τελειοποιήσεις, μεταξύ αυτών της διόπτρας και του ηλιακού ρολογιού⁶⁹ και εφευρέσεις, όπως ο αστρολάβος. Δεν είναι διόλου τυχαίο λοιπόν, πως θεωρείται ένας από τους πιθανούς κατασκευαστές του μηχανισμού⁶⁹. Μία πραγματικότητα είναι σίγουρη: όποιος και αν είναι ο δημιουργός, άφησε μία σημαντική παρακαταθήκη στην παγκόσμια κληρονομιά του ανθρώπινου πολιτισμού και της Αστρονομίας.

Σελίδα: Ο Μηχανισμός στον κοινωνικό βίο

⁶⁷ Παπαδημητρίου, Χ. Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων. Σε: Κείμενα ξενάγησης για το Κέντρο Επισκεπτών Θησείου. Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών. Σελ. 16, 17

⁶⁸ Παπαδημητρίου, Χ. Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων. Σε: Κείμενα ξενάγησης για το Κέντρο Επισκεπτών Θησείου. Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών. Σελ. 19, 20

⁶⁹ Παπαδημητρίου, Χ. Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων. Σε: Κείμενα ξενάγησης για το Κέντρο Επισκεπτών Θησείου. Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών. Σελ. 18

Οι επιγραφές στον Μηχανισμό αποκαλύπτουν πως δεν πρόκειται απλώς για ένα όργανο αφηρημένης επιστήμης, αλλά για μία προηγμένη συσκευή που ενσωματώνει τα αστρονομικά φαινόμενα στους κοινωνικούς θεσμούς. Ένα αρχαιοελληνικό εργαλείο που ξεχώρισε από κάθε άλλο, γνωστοποιώντας τις θέσεις ουράνιων σωμάτων και τα φαινόμενα. Προέβλεπε και κάτι ακόμη πιο «εγκόσμιο»: το πότε θα γίνουν οι επόμενοι Ολυμπιακοί Αγώνες ή τα Ελευσίνια Μυστήρια! Το ημερολόγιο του βασίζεται στον χρόνο μετάβασης από τη μία πανσέληνο στην επόμενη και βοηθά τον χρήστη να οραματιστεί τις εποχές. Μία ευνοϊκή δυνατότητα του Μηχανισμού που χρησίμευε στον συγχρονισμό των εργασιών γεωργίας και των αρχαίων εορτών.

Τέλος αφήγησης

Και κάπου εδώ φτάνει στο τέλος η περιήγηση... Τώρα, μπορείς να επισκεφτείς τον θόλο με το εμβληματικό τηλεσκόπιο Δωρίδη και να απολαύσεις μία αστρονομική παρατήρηση. Σε ευχαριστούμε πολύ!

Κεφάλαιο 5. Αξιολόγηση της εμπειρίας

Σημαντικό εργαλείο μέτρησης της απόδοσης – απήχησης της ψηφιακής αφήγησης και των απτών διαδράσεων αποτελεί η αξιολόγηση, μέσα από την μελέτη επισκεπτών πάνω στην χρήση αυτών των τεχνολογιών, καθώς και στην κατανόηση των νοημάτων της συνολικής πολυαισθητηριακής εμπειρίας που προτείνεται. Γενικά στην έρευνα κοινού (σε σχέση με ένα παρεχόμενο προϊόν/υπηρεσία), χρησιμοποιείται ένα εύρος μεθόδων μέτρησης όπως 1) η συσχετιστική έρευνα, η οποία εξετάζει τις σχέσεις μεταξύ της συμπεριφοράς του επισκέπτη και των αλλαγών που υπάρχουν στο περιβάλλον και 2) η περιγραφική έρευνα ή έρευνα παρατήρησης, η οποία εξετάζει πληροφορίες σχετικά με τον τρόπο που οι επισκέπτες ανταποκρίνονται στα ερεθίσματα (ή μέσω της άμεσης παρατήρησης ή μέσω της αυτό-αναφοράς, η οποία καλύπτεται από ερωτηματολόγια, συνεντεύξεις, ή και ομάδες εστίασης) (Bitgood & Shettel, 1996: 5-6).

Η έρευνα συνδέεται άμεσα με την έννοια της αξιολόγησης, καθώς οι δύο αυτές πρακτικές αποτελούν ταυτόχρονα εργαλεία για απόκτηση γνώσεων και αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας ενός συγκεκριμένου προϊόντος/υπηρεσίας ή θέματος/ζητήματος. Υπάρχουν πολλές ομοιότητες και «αλληλεπικαλύψεις» στην έρευνα και την αξιολόγηση. Ωστόσο, υπάρχουν επίσης πολλές διαφορές στη μορφή, στο σκοπό και στο περιεχόμενό τους, οι οποίες χρησιμοποιούνται για την επίτευξη διαφορετικών στόχων. Πιο συγκεκριμένα, η έρευνα αφορά την ανακάλυψη των αιτιών της συμπεριφοράς, ενώ η αξιολόγηση αφορά τους παράγοντες που επηρεάζουν τη συμπεριφορά. Η έρευνα χρησιμοποιεί αυστηρή μεθοδολογία και ποσοτική στατιστική ανάλυση, η αξιολόγηση είναι λιγότερο «τυπική» και πιθανόν να παράγει περισσότερο ποιοτικά δεδομένα (Bitgood & Shettel, 1996: 6). Η αξιολόγηση διεξάγεται με τρεις τρόπους: από το εσωτερικό προσωπικό του μουσείου, από εξωτερικούς συμβεβλημένους αξιολογητές ή από το συνδυασμό του εσωτερικού προσωπικού και των εξωτερικών αξιολογητών (Diamond, 1999). Η αξιολόγηση της εμπειρίας λοιπόν, αποτελεί σημαντικό εργαλείο για την απόκτηση πληροφοριών της αποτελεσματικότητας ή αποτυχίας της συνολικής εμπειρίας που προτείνεται.

Στην παρούσα εργασία, η διαμόρφωση και ο σχεδιασμός της αξιολόγησης πραγματοποιήθηκε ύστερα από τη συστηματική ανασκόπηση στη διεθνή βιβλιογραφία θεωρητικών και εμπειρικών μελετών που αφορούν την αξιολόγηση τεχνολογικών εφαρμογών ψηφιακών αφηγήσεων σε μουσεία. Προηγούμενη έρευνα επικεντρώθηκε στην διερεύνηση θεμάτων των ψηφιακών εμπειριών, όπως η διαδραστική πλοκή της αφήγησης, η στάση και η εύρεση των εκθεμάτων στο φυσικό χώρο, στοιχεία εξατομίκευσης και κοινωνικής αλληλεπίδρασης. Η κατανόηση της εμπειρίας των χρηστών είναι μια πολύπλοκη διαδικασία, ειδικότερα ως προς την διερεύνηση της αποτελεσματικότητας μίας ψηφιακής εφαρμογής (Roussou & Katifori, 2018).

5.1. Σκοπός της αξιολόγησης

Η αξιολόγηση της εμπειρίας που αναπτύχθηκε έχει ως κεντρικό σκοπό την «διαμόρφωση» μιας πληρέστερης εικόνας ως προς την προτίμηση των επισκεπτών σχετικά με την ένταξη της εφαρμογής και των τεχνολογιών στον χώρο του Μουσείου. Πιο συγκεκριμένα, ερευνάται πως χρησιμοποίησαν την ψηφιακή αφήγηση και για πόσο χρονικό διάστημα, ποιο περιεχόμενο επέλεξαν ή όχι να δουν, τι έμαθαν ή αποκόμισαν από την συνολική εμπειρία, αν ήταν πράγματι βιωματική, αν πέτυχε το σκοπό της κ.ά. Η αξιολόγηση, έχει σαν επιμέρους στόχο τη βελτίωση – αλλαγή στη διαμόρφωση του περιεχομένου της αφήγησης και των απτών διαδράσεων (με μορφή πρόχειρων μακετών), όπου και εάν αυτό

αποδειχθεί απαραίτητο, με βάση την ανάλυση των δεδομένων της αξιολόγησης. Ειδικότερα, τα αποτελέσματα από τις επιμέρους φάσεις της διαμορφωτικής αξιολόγησης μπορούν να αποτελούν τις «κατευθυντήριες γραμμές» για την αρχή της υλοποίησης της συνολικής εμπειρίας.

5.1.1. Ζητήματα προς διερεύνηση

Η αξιολόγηση κατευθύνεται προς την διερεύνηση των παρακάτω ζητημάτων:

- Για τις δυνατότητες, τα θετικά και τα αρνητικά σημεία της συνολικής πολυαισθητηριακής εμπειρίας.
- Για τις δυνατότητες που προσφέρονται μέσα από την ψηφιακή αφήγηση και για τις προτιμήσεις των επισκεπτών.
- Για την άμεση ή έμμεση συσχέτιση των απτών διαδράσεων με το περιεχόμενο και τα εκθέματα.
- Για τις δυνατότητες εξατομίκευσης του περιεχομένου και την ενεργή ή μη συμμετοχή των επισκεπτών.
- Για την ιδιαίτερη ταυτότητα του Αστεροσκοπείου, τα εκθέματα και άλλα ζητήματα – δεδομένα της προτεινόμενης εμπειρίας, που μπορούν να προάγουν ή να δυσκολεύουν την ερμηνεία και την νοηματοδότηση της έκθεσης, και τέλος
- Για τη δυναμική και τις δυνατότητες του Μουσείου.

5.1.2. Περιορισμοί στην αξιολόγηση

Ένας σημαντικός περιορισμός που αντιμετώπισε η διεκπεραίωση της διαμορφωτικής αξιολόγησης είναι η έλλειψη επαρκούς διαθέσιμου χρόνου για τη διεξαγωγή της, ο οποίος δεν επέτρεψε τη συμμετοχή και συλλογή δεδομένων από περισσότερα άτομα, καθιστώντας έτσι το δείγμα σχετικά μικρό και ανέφικτη μία πιο αναλυτική σύγκριση των αποτελεσμάτων. Το ανεπαρκές μέγεθος του δείγματος δεν επέτρεψε επίσης μία πιο ποσοτική – στατιστική ανάλυση. Τα αποτελέσματα της έρευνας περιορίστηκαν λοιπόν, λόγω του μικρού ποσοστού ανταπόκρισης από συμμετέχοντες στη δοκιμή και στη συμπλήρωση των ερωτηματολογίων και της αδυναμίας να καθοριστούν περαιτέρω διαφορές στους παράγοντες που επηρεάζουν τη δοκιμή της εφαρμογής εντός και εκτός του χώρου του Μουσείου. Ένας ακόμη περιορισμός, αφορά τη συμπλήρωση των ερωτηματολογίων, όπου άτομα (ειδικότερα στην τρίτη φάση της διαμορφωτικής αξιολόγησης) άφηναν κενές ερωτήσεις ή και απαντούσαν πολύ γενικευμένα, ωστόσο αυτό ίσως οφείλεται μεταξύ άλλων, στη μη ξεκάθαρη διατύπωση ορισμένων προτάσεων ή και προτάσεων που θέτουν ταυτόχρονα πολλά ερωτήματα.

5.2. Μεθοδολογία και μέθοδοι της αξιολόγησης

Η μεθοδολογία της αξιολόγησης είναι μεικτή (ποσοτική και ποιοτική) και δομείται σε δύο στάδια, τη διαμορφωτική και τη συμπερασματική αξιολόγηση.

Στο πρώτο στάδιο, στόχος της διαμορφωτικής αξιολόγησης είναι να συλλέξει αρκετά αξιοποιήσιμα και κατατοπιστικά στοιχεία κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού και της υλοποίησης της εμπειρίας. Στην παρούσα εργασία, η διαμορφωτική αξιολόγηση πραγματοποιήθηκε επί των πρωτοτύπων σε τρεις επιμέρους φάσεις: 1) αξιολόγηση από υπεύθυνο του Αστεροσκοπείου, 2) αξιολόγηση από χρήστες – επισκέπτες στον χώρο του Μουσείου και 3) αξιολόγηση από χρήστες εκτός χώρου.

Στο δεύτερο στάδιο συνιστάται η αξιολόγηση της εμπειρίας από αρκετούς επισκέπτες στον χώρο του Μουσείου σε μελλοντικό χρόνο, αφού προηγηθεί η διαμόρφωση του περιεχομένου της ψηφιακής αφήγησης και των απτών διαδράσεων, σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πρώτου σταδίου της αξιολόγησης.

Η διαμορφωτική αξιολόγηση διαθέτει μια ποικιλία μεθόδων για τη συλλογή δεδομένων. Συγκεκριμένα, οι μέθοδοι που σχεδιάστηκαν και χρησιμοποιήθηκαν περιλαμβάνουν:

- Ερωτηματολόγια για τα στελέχη του Αστεροσκοπείου.
- Ερωτηματολόγια για τους επισκέπτες.
- Πρωτόκολλο παρατήρησης επισκεπτών την ώρα χρήσης της εφαρμογής.
- Ομάδα εστίασης (focus group) με χρήστες της εφαρμογής.

5.2.1 Διαμόρφωση των ερωτηματολογίων

Η διαμόρφωση του ερωτηματολογίου απευθυνόμενου σε στελέχη του Αστεροσκοπείου έχει ως στόχο την διερεύνηση του κατά πόσο το συνολικό περιεχόμενο της πρότασης μπορεί να επηρεάσει θετικά ή αρνητικά την ερμηνεία της έκθεσης και να οδηγήσει στην κατανόηση ή παρερμηνεία της ταυτότητας και του ρόλου του Αστεροσκοπείου. Οι ερωτήσεις είναι κλειστού τύπου. Συγκεκριμένα, το ερωτηματολόγιο περιλαμβάνει 10 θετικές διατυπώσεις – προτάσεις, οι οποίες καλύπτουν ζητήματα των χαρακτηριστικών και δυνατοτήτων της εφαρμογής, της σύνδεσης με τα εκθέματα ή «επισκίασης» των εκθεμάτων, τη συμμετοχικότητα του χρήστη της εφαρμογής και ζητήματα κατανόησης των εκθεσιακών νοημάτων. Η διαβάθμιση της κλίμακας Likert (Trochim, 2006) είναι πέντε σημείων και περιλαμβάνει τις εξής απαντήσεις: 1= «συμφωνώ», 2= «μάλλον συμφωνώ», 3= «ούτε συμφωνώ, ούτε διαφωνώ», 4= «μάλλον διαφωνώ» και 5= «διαφωνώ» (βλ. Παράρτημα 1 Ερωτηματολογίων).

Η διαμόρφωση των ερωτηματολογίων απευθυνόμενων στους χρήστες της εφαρμογής αποσκοπεί στην δημιουργία δεδομένων από τις εντυπώσεις και απόψεις των επισκεπτών, που σχημάτισαν κατά την διάρκεια χρήσης της εφαρμογής μέσα από διαμορφωμένες ερωτήσεις. Οι ερωτήσεις είναι σε κλίμακα προτίμησης με μονάδα μέτρησης από το 1 έως 5. Οι απαντήσεις υπό τη μορφή κλίμακας τοποθετήθηκαν δίπλα από την διατύπωση – πρόταση, σε οριζόντια διάταξη και αριθμήθηκαν για να είναι πιο εύκολη και γρήγορη η επιλογή της απάντησης από τον ερωτώμενο, αλλά και η εισαγωγή των δεδομένων στο λογισμικό πρόγραμμα. Για τα ερωτήματα που αφορούν την κατανόηση νοημάτων – ερμηνείας, όπως οι εννοιολογικές θεματικές που διατρέχουν την αφήγηση, προτιμήθηκαν ανοικτές ερωτήσεις τύπου “concept map”. Αντίθετα, σε ζητήματα στα οποία όπου οι επιλογές προς αξιολόγηση είναι πολλές, προτιμήθηκαν κλειστές ερωτήσεις του τύπου “rating scale”.

Συγκεκριμένα, η πρώτη και η δεύτερη ερώτηση είναι κλειστού τύπου και αφορούν την επίσκεψη στον Μουσείο και την αξιολόγηση της συνολικής εμπειρίας με τα επιμέρους

θέματα: η αφήγηση, το περιεχόμενο, οι απτές διαδράσεις. Η τρίτη, τέταρτη και πέμπτη ερώτηση, είναι ανοιχτού τύπου και αφορούν την προτίμηση εκθεμάτων και θεματικών ενοτήτων. Η έκτη και έβδομη ερώτηση είναι ανοικτού τύπου και αφορούν τα νοήματα που εξέλαβε ο επισκέπτης μέσα από την εμπειρία, σχετικά με το Αστεροσκοπείο και την επιστήμη. Οι παραπάνω ερωτήσεις είναι σκόπιμα ανοιχτού τύπου, ώστε να καταγραφούν οι αυθόρμητες σκέψεις και απόψεις των επισκεπτών, όπου αναλόγως των απαντήσεων φαίνονται τα δυνατά και αδύναμα σημεία του περιεχομένου, αν όντως «πέρασε» η επιθυμητή ερμηνεία κ.ά. (βλ. Παράρτημα 2 Ερωτηματολογίων).

5.3. Διαδικασία

Η αξιολόγηση ακολούθησε την εξής σειρά βημάτων:

Στο πρώτο στάδιο, διεξήχθη μία σειρά από διαμορφωτικές αξιολογήσεις των πρωτοτύπων, η οποία χωρίστηκε σε τρεις επιμέρους φάσεις. Τα πρωτότυπα διαμορφώθηκαν με βάση ένα αρχικό σενάριο της εμπειρίας που υλοποιήθηκε μέσα από το εργαλείο δημιουργίας αφήγησης ψηφιακών ιστοριών και πρόχειρες ηχογραφήσεις με τη βοήθεια προγράμματος «text to speech».

Η πρώτη φάση, περιέλαβε τη διαμορφωτική αξιολόγηση των πρωτοτύπων της ψηφιακής αφήγησης και των απτών διαδράσεων στον χώρο του Μουσείου από υπεύθυνο του Αστεροσκοπείου στις 21/03/2019. Στην αρχή, πραγματοποιήθηκε μία εισαγωγή, δηλαδή επεξήγηση της γενικότερης ιδέας της ψηφιακής εφαρμογής. Στην συνέχεια, ο υπεύθυνος εξέτασε δείγμα του περιεχομένου από την ψηφιακή αφήγηση, μέσα από την εφαρμογή σε κινητό τηλέφωνο και τις κεντρικές ιδέες των απτών διαδράσεων, μέσα από την περιγραφή των δράσεων και ενδεικτικά σχέδια – εικόνες. Έπειτα, ακολούθησε η συμπλήρωση του ερωτηματολογίου από τον υπεύθυνο και μία μικρή συζήτηση.

Η δεύτερη φάση περιέλαβε τη διαμορφωτική αξιολόγηση των πρωτοτύπων στον χώρο του Μουσείου από τέσσερις «χρήστες – επισκέπτες» (ερευνητές πληροφορικής του Ερευνητικού Κέντρου «Αθηνά») στις 26/03/2019. Η επιλογή του δείγματος ήταν τυχαία. Στην αρχή, πραγματοποιήθηκε μία εισαγωγή για την εξήγηση της συνολικής εμπειρίας και τους σκοπούς της. Στην συνέχεια, οι επισκέπτες εγκατέστησαν ή ενημέρωσαν την ψηφιακή ιστορία στα κινητά τους και ξεκίνησαν αυτόνομα την περιήγηση τους στον εκθεσιακό χώρο, χωρίς περαιτέρω διευκρινήσεις ή οδηγίες. Παράλληλα με την έναρξη της χρήσης της εφαρμογής (σε πρώτη δοκιμαστική μορφή) από τους τέσσερις επισκέπτες στο Μουσείο, πραγματοποιήθηκε η άμεση παρατήρηση, με καταγραφή των πραγματικών δράσεων ή αντιδράσεων τους και λήψη φωτογραφιών, διακριτικά, εν γνώσει αυτών. Η διάρκεια της περιήγησης με την ακρόαση της εφαρμογής κράτησε περίπου 45'. Έπειτα, αφού οι χρήστες ολοκλήρωσαν την αφήγηση, ακολούθησε η ομάδα εστίασης. Η ομάδα εστίασης έλαβε χώρα σε αναψυκτήριο εκτός του χώρου του Αστεροσκοπείου. Πριν την έναρξη, προηγήθηκε η συμπλήρωση των φορμών συγκατάθεσης και των ερωτηματολογίων. Η συζήτηση της ομάδας εστίασης μαγνητοσκοπήθηκε (με εφαρμογή ηχογράφησης σε κινητό) σε όλη τη διάρκεια της (περίπου 50').

Η τρίτη φάση, περιέλαβε και πάλι τη διαμορφωτική αξιολόγηση των πρωτοτύπων, ωστόσο πραγματοποιήθηκε εκτός του χώρου του Μουσείου από έξι χρήστες της εφαρμογής (φοιτήτριες του τμήματος «Μουσειακών Σπουδών» του ακαδημαϊκού έτους 2018-2019) στις 10/04/2019. Η επιλογή του δείγματος έγινε ύστερα από ανταπόκριση σε πρόσκληση συμμετοχής, καθώς οι απόψεις τους θεωρήθηκαν χρήσιμες, όντας μελλοντικοί επαγγελματίες των μουσείων. Η αξιολόγηση έλαβε χώρα σε αίθουσα διδασκαλίας του τμήματος, όπου οι χρήστες είχαν πρόσβαση στο αφηγηματικό περιεχόμενο μέσα από την εγκατεστημένη εφαρμογή στα κινητά τους. Στην αρχή, πραγματοποιήθηκε η παρουσίαση

του Μουσείου και της έκθεσης, μέσα από την επίσημη ιστοσελίδα του στο Διαδίκτυο. Έπειτα, οι συμμετέχοντες ξεκίνησαν την ακρόαση του ψηφιακού περιεχομένου, η οποία διήρκεσε περίπου 20'. Αφού ολοκλήρωσαν την αφήγηση, ακολούθησε η συμπλήρωση των ερωτηματολογίων (χωρίς την συμπλήρωση των φορμών συγκατάθεσης, καθώς δεν πραγματοποιήθηκε λήψη φωτογραφιών – μαγνητοσκόπηση) και μία μικρή συζήτηση, διάρκειας 15'.

Η συστηματική καταγραφή των απαντήσεων, η ανάλυση των αποτελεσμάτων και η δημιουργία διαγραμμάτων πραγματοποιήθηκε με το πρόγραμμα Excel.

5.4. Αποτελέσματα της αξιολόγησης

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων παρουσιάζεται ανά επιμέρους φάση, του πρώτου σταδίου της αξιολόγησης. Επομένως, στην πρώτη φάση της διαμορφωτικής αξιολόγησης, τα αποτελέσματα από το ερωτηματολόγιο προς τον υπεύθυνο του Αστεροσκοπείου παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα ως έχει:

	συμφωνώ	μάλλον συμφωνώ ούτε, ούτε	μάλλον διαφωνώ	διαφωνώ
1. Η αφήγηση είναι πρωτότυπη, ενδιαφέρον	X			
2. Η διάρκεια της αφήγησης είναι μεγάλη			X	
3. Η αφήγηση έχει συνέπεια και σύνδεση με τα εκθέματα	X			
4. Η αφήγηση κάνει αντιληπτά τα βαθύτερα νοήματα της ερμηνείας των εκθεμάτων		X		
5. Η εφαρμογή θα ενισχύσει τα εκθέματα	X			
6. Η εφαρμογή θα διευκολύνει μία αυτόνομη κίνηση στον χώρο		X		
7. Ο επισκέπτης έχει ενεργό ρόλο μέσα από την εφαρμογή		X		
8. Ο επισκέπτης αντιλαμβάνεται το νόημα ύπαρξης του Μουσείου μέσα από την εφαρμογή	X			
9. Οι απτές δράσεις θα ενισχύσουν τα εκθέματα	X			
10. Οι απτές δράσεις θα αναπτύξουν μία βιωματική εμπειρία	X			

Εικόνα 2. Συμπλήρωση του ερωτηματολογίου από υπεύθυνο του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών

Με βάση τις απαντήσεις του υπεύθυνου γίνεται αντιληπτό πως δεν τίθεται το ζήτημα επισκίασης των εκθεμάτων από την εφαρμογή και ο επισκέπτης δύναται να κατανοήσει τον ρόλο ύπαρξης του Μουσείου. Ωστόσο, κατά την συζήτηση επισημάνθηκε από τον ίδιο πως είναι ορθότερο η εφαρμογή αφήγησης να αφορά αποκλειστικά την εξιστόρηση των εκθεμάτων του Αστεροσκοπείου, των ανθρώπων και των ενεργειών τους, χωρίς τις αναγωγές στην σύγχρονη επιστήμη (αστροφυσική), καθώς αυτή δεν σχετίζεται άμεσα με την ιστορία και τις λειτουργίες του συγκεκριμένου χώρου.

Στην δεύτερη φάση της διαμορφωτικής αξιολόγησης: αναφορικά με την ερώτηση 1. «Έχετε ξανά επισκεφθεί το Μουσείο Γεωαστροφυσικής;», το σύνολο των τεσσάρων ατόμων απάντησε ΟΧΙ. Στην ερώτηση 2. «Αξιολογήστε τα παρακάτω με βάση την κλίμακα», ο μέσος όρος των αποτελεσμάτων διαμορφώθηκε ως εξής:

	ΜΟ
Οι αφηγήσεις έχουν:	
Συνέπεια και σύνδεση με τα εκθέματα	4 πολύ
Σαφές νόημα	5 πάρα πολύ
Διάρθρωση (αρχή – μέση – τέλος)	5 πάρα πολύ
Ομαλή μετάβαση μεταξύ των επί μέρους θεμάτων	4 πολύ

Πρωτοτυπία	5 πάρα πολύ
Εκτεταμένη χρονική διάρκεια	4 πολύ
Σωστό ρυθμό	4 πολύ
Το περιεχόμενο των αφηγήσεων:	
Είναι εκτενές	4 πολύ
Είναι κουραστικό	3 μέτρια
Είναι κατανοητό	4 πολύ
Είναι πολύπλοκο	3 μέτρια
Είναι φορτωμένο με επιστημονική πληροφορία	3 μέτρια
Οι λέξεις δεν είναι ιδιαίτερα περιγραφικές	2 λίγο
Η γλώσσα και το ύφος είναι ακατάλληλα	1 καθόλου
Οι απτές διαδράσεις:	
Θα αποσπούν την προσοχή	1 καθόλου
Θα προκαλούν το ενδιαφέρον	4 πολύ
Θα είναι απαραίτητες για μία βιωματική εμπειρία	4 πολύ
Δεν καταλαβαίνω την σύνδεση με το έκθεμα	1 καθόλου
Η συνολική μουσειακή εμπειρία:	
Είναι ενδιαφέρουσα, εκπαιδευτική και συμμετοχική	4 πολύ
Η εμπειρία με βοήθησε να μάθω κάτι καινούργιο σχετικά με το Εθνικό Αστεροσκοπείο ή/και τις προσωπικότητες που σχετίζονται με αυτό	4 πολύ

Για την διευκόλυνση της ανάλυσης των δεδομένων της ερώτησης 2 τα αποτελέσματα χωρίστηκαν σε 4 σκέλη. Όπως γίνεται αντιληπτό, οι αφηγήσεις εκτιμήθηκαν ως προς το συνολικό νόημα, την διάρθρωση και την πρωτοτυπία του περιεχομένου. Σύμφωνα με την ομάδα εστίασης το επαναλαμβανόμενο μοτίβο επιλογών είναι χρήσιμο, καθώς κατατοπίζει τον χρήστη μετά από μία επιλογή, δηλαδή αν θα αγνοήσει ή αν θα επιλέξει μία παρόμοια διακλάδωση σε επόμενο έκθεμα. Μέσα από την συζήτηση φάνηκαν και τα θετικά – αρνητικά σημεία των τεχνικών αφήγησης, η οποία είναι αρκετά ενθαρρυντική στο ότι απευθύνεται στον χρήστη μέσα από ερωτήσεις και τον β' ενικό. Ωστόσο, αυτό δεν ακολουθείται παντού, ενώ θα έπρεπε, ώστε να εξασφαλισθεί η «αίσθηση οικειότητας» κατά την αφήγηση. Οι αφηγήσεις εμφανίζουν αρκετά προβλήματα στην σύνδεση με τα εκθέματα, καθώς οι επισκέπτες δυσκολευτήκαν στο να τα εντοπίσουν στον χώρο. Το ζήτημα αυτό επιβεβαιώθηκε και κατά την διάρκεια της επιτόπιας παρατήρησης των επισκεπτών, στην οποία διαπιστώθηκε ότι υπήρχε δυσκολία στον εντοπισμό των εκθεμάτων «Μοντέλο του Ηλιακού Συστήματος» και τις «Ουράνιες Σφαίρες». Μία λύση στο πρόβλημα της σύνδεσης με τα εκθέματα δύναται να δοθεί μέσα από την εισαγωγή ακόμη πιο περιγραφικών οδηγιών περιήγησης και εντοπισμού των εκθεμάτων (λεπτομερείς οδηγίες – εικόνες – κατόψεις), ή μέσα από διαθέσιμες τεχνολογίες (π.χ. με nfc, η οποία μπορεί να συνδέεται με την συσκευή του χρήστη και να τον «ειδοποιεί» όταν θα βρίσκεται μπροστά από το σωστό έκθεμα, ώστε να ακούσει το κατάλληλο περιεχόμενο).

Σημαντικό πρόβλημα αποτελεί και η έκταση του περιεχομένου της αφήγησης και των κειμένων, ιδιαίτερα για όσους επιθυμούν να ακούσουν ολόκληρη την αφήγηση. Επισημάνθηκε, πως η συνεχόμενη ορθοστασία και η απουσία σημείων ξεκούρασης δυσχεραίνουν την συνολική ακρόαση. Λύση σε αυτό το ζήτημα, πιθανόν να αποτελεί η μείωση σημείων που δεν κεντρίζουν τόσο το ενδιαφέρον του χρήστη και ο περαιτέρω

διαχωρισμός της αφήγησης σε επιμέρους σελίδες και περισσότερες επιλογές. Σχετικά με τις απτές διαδράσεις, παρουσιάστηκαν οι κεντρικές ιδέες και το αναλυτικό περιεχόμενο που θα τις συνοδεύει. Στην συμπλήρωση του ερωτηματολογίου, στα αποτελέσματα αποτυπώθηκαν θετικές απόψεις ως προς την σύνδεση με τα εκθέματα και τις πιθανές βιωματικές δυνατότητες που εκτιμάται ότι θα προσφέρουν. Για το περιεχόμενο που θα συνοδεύει τις απτές διαδράσεις, υπήρχε ένα ζήτημα στην σύνδεση με του ήχους των πλανητών, κατά την οποία η εισαγωγή στην σελίδα των ήχων είναι πολύ μικρή και διαφεύγει από την προσοχή του χρήστη. Ως προς το νοηματικό πλαίσιο της συνολικής εμπειρίας σύμφωνα με τα δεδομένα, οι επισκέπτες αντιλήφθηκαν τον ρόλο του Αστεροσκοπείου και έκαναν την νοηματική σύνδεση – συσχέτιση με την συμβολή των ανθρώπων σε αυτό. Σε αυτό το σημείο, πρέπει να ειπωθεί πως η διατύπωση «είναι ενδιαφέρουσα, εκπαιδευτική και συμμετοχική» σε μία πρόταση στο 4ο σημείο της 2ης ερώτησης, δυσκόλεψε την αξιολόγηση της εμπειρίας, καθώς οι «πτυχές» αυτές είναι διαφορετικές μεταξύ τους. Επομένως, στο σημείο αυτό το «ενδιαφέρουσα» και το «εκπαιδευτική» συμψηφίζονται ως μία απάντηση σε κάθε ερωτηματολόγιο και στο «συμμετοχική» θεωρείται πως δεν υπάρχει κάποια απάντηση.

Σχετικά με τα αποτελέσματα της ερώτησης 3. «Αναφέρετε τρία πράγματα που δεν σας άρεσαν στην εμπειρία», διαφαίνονται πάλι τα ζητήματα της σύνδεσης, του εντοπισμού εκθεμάτων και του εκτενούς περιεχομένου. Αξίζει να σημειωθεί πως επισημάνθηκαν επίσης τα ελλειπή στοιχεία, όπως η απουσία εικόνων και διαδραστικών εικόνων για την υπόδειξη των επιμέρους σημείων των οργάνων, που θα μπορούσαν να ενισχύσουν την διάδραση με την εφαρμογή και την οπτική επαφή με τα εκθέματα (προτροπή για εντοπισμό των επιμέρους σημείων – καλύτερη παρατήρηση αυτών) και να μειώσουν την συνολική διάρκεια ελαττώνοντας την περιγραφή. Ένα στοιχείο του περιεχομένου που θεωρήθηκε μη ενδιαφέρον είναι η συνεχής διατύπωση ημερομηνιών και ονομάτων – προσώπων που σχετίζονται με την δημιουργία ή απόκτηση των εκάστοτε εκθεμάτων. Η λύση σε αυτό το ζήτημα δόθηκε από την ομάδα εστίασης, σύμφωνα με την οποία προτάθηκε αυτά τα στοιχεία να μπουν σε σαφείς επιλογές και να δοθεί μία πρώτη έμφαση στην χρήση και στην χρησιμότητα των οργάνων και έπειτα να περιγράφονται οι επιμέρους λεπτομέρειες μέσα από την παράθεση επιλογών στην εφαρμογή της αφήγησης. Η αρχική επαφή με ένα έκθεμα θα πρέπει να είναι πιο σύντομη και εισαγωγική και μετά να αναπτύσσεται σε περισσότερες πληροφορίες μέσα από τις επιλογές.

Στην ερώτηση 4. «Αναφέρετε τα τρία πράγματα που σας άρεσαν περισσότερο στην εμπειρία», οι απαντήσεις ποικίλουν με βάση τα δεδομένα, ωστόσο για την διευκόλυνση της απόδοσης των αποτελεσμάτων μπορεί να πραγματοποιηθεί μια ομαδοποίηση. Επομένως, δημιουργούνται οι εξής διαδοχικές κατηγορίες με σειρά προτίμησης που επηρεάζουν θετικά την εμπειρία: 1) αυτές που αφορούν συγκεκριμένα εκθέματα (ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων, χρήσεις οργάνων, τρόπος κατασκευής του Χάρτη της Σελήνης) 2) αυτές που αφορούν το νοηματικό πλαίσιο των εκθεμάτων μέσα από την αφήγηση (ανθρώπινες ιστορίες, σύνδεση με την λογοτεχνία, σύνδεση με την καθημερινότητα – κοινωνικές προεκτάσεις) 3) αυτές που αφορούν το κτίριο και τον χώρο γενικότερα 4) αυτές που κάνουν αναγωγή στην σύγχρονη επιστήμη (συγκεκριμένα όπου παρέχονταν βασικές πληροφορίες για τους αστέρες και τους πλανήτες) και 5) αυτές που ενσωματώνουν λοιπά βιωματικά και κοινωνικά στοιχεία (απτές διαδράσεις – δυνατότητα συζήτησης με άλλους).

Στην ερώτηση 5. «Ποιά ήταν τα πιο ενδιαφέροντα θέματα που ακούσατε/ μάθατε;», οι απαντήσεις ποικίλουν επίσης με βάση τα δεδομένα, ωστόσο δημιουργούνται πάλι οι εξής διαδοχικές κατηγορίες με σειρά προτίμησης: 1) αυτές που αφορούν το νοηματικό πλαίσιο

(η αστρονομική ναυσιπλοΐα, η ιστορία της ανακάλυψης του Μηχανισμού των Αντικυθήρων και η «διαμάχη» των επιστημόνων για την χρήση του, από το γεωκεντρικό σύστημα στο ηλιοκεντρικό) 2) αυτές που αφορούν τα εκθέματα (ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων, ο Χάρτης της Σελήνης και η Σεληνογραφία, το Μεσημβρινό Τηλεσκόπιο, η μετάδοση της ώρας) 3) αυτές που κάνουν αναγωγή στην σύγχρονη επιστήμη (ήχοι των πλανητών).

Σε σχέση με την θεματική και την ερμηνεία των εκθεμάτων και του ρόλου του Αστεροσκοπείου μέσα από την συνολική εμπειρία (ερωτήσεις 6. «Ποιες έννοιες/ λέξεις σας έρχονται στο μυαλό, μέσα από την αφήγηση, για το Εθνικό Αστεροσκοπείο;» και 7. «Ποιες έννοιες/ λέξεις σας έρχονται στο μυαλό, μέσα από την αφήγηση, για την Αστρονομία;»), οι περισσότεροι ερωτηθέντες απαντούν σχετικά με τα είδη των εκθεμάτων (τα όργανα και τα αντικείμενα) και λιγότερο με μια έννοια σχετικά με αυτά (όπως διατυπώθηκαν μερικές π.χ. άνθρωποι – ανθρώπινη διάνοια, μετρήσεις, πρακτικές εφαρμογές κ.ά.), όπως γίνεται αντιληπτό από τα διαγράμματα (βλ. Παράρτημα «Γραφήματα των αποτελεσμάτων από την διαμορφωτική αξιολόγηση»). Ίσως αυτό να οφείλεται στο ότι τα αντικείμενα προκαλούν μεγαλύτερη εντύπωση ως επιστημονικά τεκμήρια, αλλά και στην έλλειψη μιας πιο ξεκάθαρης διατύπωσης του ερμηνευτικού πλαισίου, μέσα από την αφήγηση που συμβάλλει στην βαθύτερη νοηματοδότηση των εκθεμάτων. Γενικότερα γίνεται αντιληπτό πως οι επισκέπτες κατανοούν την σημασία και τη χρήση του χώρου και τον συσχετίζουν άμεσα και πιο εύκολα με την χρήση των οργάνων και κατ' επέκταση τις λειτουργίες του. Η θεματική αυτή κινεί αδιακρίτως το ενδιαφέρον, καθώς είναι ένα στοιχείο που αφορά άμεσα τον ρόλο και την ταυτότητα του Αστεροσκοπείου και που αντικατοπτρίζει την ιστορική σημασία του, αλλά και τη σημασία της ευρύτερης περιοχής.

Στη τρίτη φάση της διαμορφωτικής αξιολόγησης: αναφορικά με την ερώτηση 1. «Έχετε ξανά επισκεφθεί το Μουσείο Γεωαστροφυσικής;», το σύνολο των έξι ατόμων απάντησε ΟΧΙ. Στην ερώτηση 2. «Αξιολογήστε τα παρακάτω με βάση την κλίμακα», ο μέσος όρος των αποτελεσμάτων διαμορφώθηκε ως εξής:

	ΜΟ
Οι αφηγήσεις έχουν:	
Συνέπεια και σύνδεση με τα εκθέματα	2 λίγο
Σαφές νόημα	5 πάρα πολύ
Διάρθρωση (αρχή – μέση – τέλος)	5 πάρα πολύ
Ομαλή μετάβαση μεταξύ των επί μέρους θεμάτων	4 πολύ
Πρωτοτυπία	4 πολύ
Εκτεταμένη χρονική διάρκεια	4 πολύ
Σωστό ρυθμό	4 πολύ
Το περιεχόμενο των αφηγήσεων:	
Είναι εκτενές	4 πολύ
Είναι κουραστικό	3 μέτρια
Είναι κατανοητό	5 πάρα πολύ
Είναι πολύπλοκο	3 μέτρια
Είναι φορτωμένο με επιστημονική πληροφορία	3 μέτρια
Οι λέξεις δεν είναι ιδιαίτερα περιγραφικές	2 λίγο
Η γλώσσα και το ύφος είναι ακατάλληλα	1 καθόλου
Οι απτές διαδράσεις:	
Θα αποσπούν την προσοχή	1 καθόλου

Θα προκαλούν το ενδιαφέρον	4 πολύ
Θα είναι απαραίτητες για μία βιωματική εμπειρία	4 πολύ
Δεν καταλαβαίνω την σύνδεση με το έκθεμα	1 καθόλου
Η συνολική μουσειακή εμπειρία:	
Είναι ενδιαφέρουσα, εκπαιδευτική και συμμετοχική	3 μέτρια
Η εμπειρία με βοήθησε να μάθω κάτι καινούργιο σχετικά με το Εθνικό Αστεροσκοπείο ή/και τις προσωπικότητες που σχετίζονται με αυτό	4 πολύ

Οι απαντήσεις στην πρώτη ερώτηση επιβεβαιώνουν τα αποτελέσματα της δεύτερης φάσης αξιολόγησης, διότι γίνεται και πάλι αντιληπτό το ζήτημα της έκτασης του περιεχομένου και της μεγάλης διάρκειας της αφήγησης, ως προς τα «υποχρεωτικά σημεία». Επιπλέον, σε τρεις απαντήσεις σημειώθηκε «άγνοια» για το πρώτο ερώτημα σχετικά με την σύνδεση με τα εκθέματα, καθώς η δοκιμή δεν πραγματοποιήθηκε στον μουσειακό χώρο και σε μία απάντηση σημειώθηκε «άγνοια» στο ερώτημα αν είναι φορτωμένο με επιστημονική πληροφορία.

Στις απαντήσεις της ερώτησης 3. «Αναφέρετε τρία πράγματα που δεν σας άρεσαν στην εμπειρία», διακρίνονται πάλι τα αδύναμα σημεία της αφήγησης, καθώς και η έλλειψη σε επιπρόσθετο οπτικό υλικό, που θα συμπλήρωνε την αφήγηση με ευπαρουσίαστο τρόπο. Κατά την συζήτηση επισημάνθηκε πως οι αφηγήσεις ενδείκνυται να είναι πιο περιεκτικές και ότι γίνεται εμβάθυνση σε θέματα που ακούγονται υποχρεωτικά, αλλά ενδεχομένως δεν ενδιαφέρουν άμεσα. Επομένως, θα ήταν χρήσιμο αν το περιεχόμενο «έσπαγε» ακόμη περισσότερο σε επιμέρους σελίδες και επιλογές.

Στην ερώτηση 4. «Αναφέρετε τα τρία πράγματα που σας άρεσαν περισσότερο στην εμπειρία», οι απαντήσεις εμφανίζουν έναν κατακερματισμό σε γενικά χαρακτηριστικά του περιεχομένου, χωρίς να δείχνουν κάποια σαφή ή συγκεκριμένη προτίμηση σε ένα ή παραπάνω από τα σημεία της αφήγησης (εκτός από την χρήση πρόσθετου ακουστικού υλικού, που αφορά τους ήχους των πλανητών). Ίσως αυτό να οφείλεται στο ότι οι χρήστες άκουσαν μόνο την αφήγηση, χωρίς να την συνδυάσουν με τον χώρο και τα εκθέματα (σε αντίθεση με την δεύτερη φάση της αξιολόγησης). Αυτό πιθανόν να εξηγεί και το ότι η ερώτηση απαντήθηκε με γενικούς «χαρακτηρισμούς» για την ίδια την αφήγηση και όχι με κάποιο συγκεκριμένο σημείο του περιεχομένου ή κάποιο έκθεμα.

Στην ερώτηση 5. «Ποιά ήταν τα πιο ενδιαφέροντα θέματα που ακούσατε/ μάθατε;», οι απαντήσεις ποικίλουν με βάση τα δεδομένα, στα οποία δημιουργούνται επιμέρους κατηγορίες. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, παρατηρείται μια «διχοτόμηση» στις προτιμήσεις των ερωτηθέντων, καθώς η πρώτη κατάταξη αφορά συγκεκριμένα εκθέματα (Μηχανισμός των Αντικυθήρων και Μεσημβρινό Τηλεσκόπιο) και η δεύτερη θεματικές με αναγωγές στην σύγχρονη επιστήμη (Σελήνη, πλανήτες και ζωή – θάνατος των άστρων). Το αποτέλεσμα των απαντήσεων πιθανόν να οφείλεται στις προσωπικές προτιμήσεις των χρηστών.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα στις ερωτήσεις 6. «Ποιες έννοιες/ λέξεις σας έρχονται στο μυαλό, μέσα από την αφήγηση, για το Εθνικό Αστεροσκοπείο;» και 7. «Ποιες έννοιες/ λέξεις σας έρχονται στο μυαλό, μέσα από την αφήγηση, για την Αστρονομία;», το μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτηθέντων φαίνεται να κατανοεί την συσχέτιση του Αστεροσκοπείου με την επιστημονική έρευνα. Από τα δεδομένα των απαντήσεων προκύπτει μία «τάση» συμφωνίας των ερωτηθέντων καθώς απαντούν σχετικά με τις επιστημονικές πληροφορίες. Ωστόσο γίνεται αντιληπτή και η έλλειψη συσχέτισης της γνώσης με ένα συγκεκριμένο έκθεμα,

πράγμα που μπορεί να οφείλεται στην μη οπτική επαφή με αυτό, κατά την διάρκεια της ακρόασης. Επίσης, από τα αποτελέσματα διαφαίνεται πως δεν γίνεται άμεσα αντιληπτή η συσχέτιση του Αστεροσκοπείου με τον ανθρώπινο παράγοντα (παρά μόνο σε μία απάντηση με αναφορά στον Σμιτ), ίσως αυτό να οφείλεται στις επιλογές των εκάστοτε χρηστών ή στην μη οπτική επαφή με τον χώρο του Μουσείου και τα εκθέματα. Παρατηρήθηκε επιπλέον, η ελλιπής αναφορά σε συγκεκριμένες λειτουργίες, εν αντίθεση με την προηγούμενη δοκιμή στον εκθεσιακό χώρο.

Στο δεύτερο στάδιο, προτείνεται η διεξαγωγή μιας διαδικασίας συμπερασματικής αξιολόγησης σε πραγματικούς επισκέπτες του Μουσείου, μέσα από τη δημιουργία νέων ερωτηματολογίων, στα οποία οι ερωτηθέντες αφού ολοκληρώσουν την ακρόαση της αφήγησης και τις απτές διαδράσεις, θα διαβάζουν την ερώτηση και θα επιλέγουν μια απάντηση μόνοι τους, χωρίς ερευνητική παρέμβαση. Η δοκιμή του νέου διαμορφωμένου περιεχομένου της αφήγησης με βάση τα αποτελέσματα από το προηγούμενο στάδιο της αξιολόγησης, ενδείκνυται να συνεχιστεί με την εφαρμογή ψηφιακής αφήγησης και πρόχειρες ηχογραφήσεις. Αναφορικά με την αξιολόγηση των απτών διαδράσεων προτείνεται η χρήση πρόχειρων μακετών από ευτελή υλικά (πιθανόν από χαρτόνι ή άλλο οικονομικό υλικό) για να γίνει έλεγχος στο κατά πόσο εύκολες ή όχι θα είναι οι κινήσεις των χεριών, οι εναλλαγές από την ψηφιακή αφήγηση στην διάδραση με αφή, αν αποσπούν την προσοχή κ.ά.

Σκιαγράφηση των ζητημάτων προς εξέταση

Το ερωτηματολόγιο που θα διαμορφωθεί για το δεύτερο στάδιο (της συμπερασματικής αξιολόγησης) θα πρέπει να κατευθύνει την αναζήτηση των παρακάτω ερευνητικών ερωτημάτων:

Ως προς τους ερμηνευτικούς στόχους:

- Επιτεύχθηκαν οι μουσειολογικοί στόχοι της εμπειρίας;
- Έγιναν κατανοητά τα βαθύτερα νοήματα της αφήγησης και της συνολικής εμπειρίας;
- Η εμπειρία ήταν πράγματι βιωματική;
- Ο χρήστης είχε ενεργό και συμμετοχικό ρόλο;
- Ενθάρρυνε μια «ανοιχτόμυαλη» οπτική; αλλαγή ιδεών;

Ως προς το περιεχόμενο:

- Οι ιστορίες παρείχαν αρκετά στοιχεία για εμβάθυνση σε ένα θέμα;
- Το περιεχόμενο ήταν υπερβολικό, επαρκές ή ελλιπές, ευχάριστο ή κουραστικό; κ.ά.
- Υπήρχαν δυσνόητες έννοιες;
- Ήταν ξεκάθαρα τα επίπεδα πληροφοριών;
- Ο συνολικός χρόνος ήταν επαρκής;

Ως προς την χρήση των τεχνολογιών – απτών διαδράσεων:

- Η αφήγηση αποσπούσε ή όχι την προσοχή από τα εκθέματα;
- Βοήθησε τους επισκέπτες στην αυτόνομη περιήγηση στον χώρο;
- Οι απτές εφαρμογές ενίσχυσαν ή επισκίασαν τα εκθέματα;
- Ήταν εργονομικές ή όχι;
- Ήταν ξεκάθαρος ο τρόπος χρήσης;

Κεφάλαιο 6. Ανακεφαλαίωση και συμπεράσματα

Η συμβολή και επιρροή των μουσείων στη διαμόρφωση της κοινωνίας είναι αναμφισβήτητα σημαντική. Ο ρόλος τους είναι εμφανής στην καταγραφή και διατήρηση της πολιτισμικής κληρονομιάς, υλικής και άυλης, στην οποία η ιστορία, η επιστήμη και η παράδοση γνωστοποιούνται στις επόμενες γενιές, μέσω της διάδοσης της γνώσης και διαμόρφωσης κοινωνικών συνθηκών άτυπης μάθησης στην εκπαίδευση. Η μετάδοση γνώσεων λαμβάνει χώρα στις οργανωμένες μουσειακές εκθέσεις, στις οποίες μέσα από την κατάλληλη διαμόρφωση και παρουσίαση των συλλογών και σε συνδυασμό με την ένταξη εποπτικών μέσων, οι επισκέπτες αντιλαμβάνονται μηνύματα, πληροφορίες και άλλα ερεθίσματα, που αποτελούν «τροφή για σκέψη».

Συνοψίζοντας, η εργασία είχε ως στόχο την πρόταση για τη δημιουργία μιας πολυαισθητηριακής εμπειρίας στο Μουσείο Γεωαστροφυσικής του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών. Για την διεκπεραίωση της, ήταν απαραίτητη η μελέτη του θεωρητικού πλαισίου, το οποίο περιλαμβάνει τα μουσεία επιστημών και τις νέες τεχνολογίες και πως αυτά συμβάλλουν στην ανάδειξη της κληρονομιάς της αστρονομίας και την ενεργή μάθηση. Η αστρονομία και ο πολιτισμός είναι αναπόσπαστα συνυφασμένες έννοιες, καθώς η αστρονομία συνδέεται με την ανθρώπινη ανάγκη για κατανόηση των φαινομένων και την ενσωμάτωση αυτής της κατανόησης στον πολιτισμό. Για τον λόγο αυτό, η κληρονομιά της αστρονομίας αντιπροσωπεύει μια πλούσια και σημαντική πτυχή της παγκόσμιας πολιτισμικής κληρονομιάς. Αναγνωρίζοντας αυτό, τα αστεροσκοπεία, τα οποία ανήκουν στα μουσείων επιστημών, συμβάλλουν στην διαχείριση και προβολή της κληρονομιάς αυτής, μέσα από τον προσδιορισμό και την διευκρίνηση των αξιών της, παράλληλα με την εκμάθηση της αστρονομίας σε εκλαϊκευμένη μορφή. Η ανάδειξη της πολιτισμικής κληρονομιάς και ιδιαίτερα της άυλης, μπορεί να επιτευχθεί μέσα από την ένταξη των νέων τεχνολογιών στο εκθεσιακό περιβάλλον. Στην αξιοποίησή της χρησιμοποιούνται επίσης οι νέες τεχνολογίες, οι οποίες χάρη στις ποικίλες δυνατότητες τους συμβάλλουν στην εκπαιδευτική διαδικασία, ειδικότερα όταν υποστηρίζουν την ενεργή μάθηση. Η ενεργή μάθηση μπορεί να επιτευχθεί με ποικίλους τρόπους, ένας εκ' των οποίων είναι η πολυαισθητηριακή μουσειακή εμπειρία.

Αναφορικά με την πρακτική εφαρμογή της πρότασης, η δημιουργία μιας ψηφιακής αφήγησης είναι μια «περίπλοκη» διαδικασία, που απαιτεί προσεκτικό σχεδιασμό. Αν και μια ψηφιακή αφήγηση έχει κοινά χαρακτηριστικά σε διάφορα περιβάλλοντα (όπως προφορικό λόγο, αφηγηματικές τεχνικές κ.λπ.), η δημιουργία μιας ψηφιακής αφήγησης για ένα μουσειακό περιβάλλον εμφανίζει κάποιες «προκλήσεις». Αφενός, γιατί πρέπει να «τοποθετηθεί» σε ένα εξαιρετικά συγκεκριμένο εννοιολογικό πλαίσιο με συμφραζόμενα. Αφετέρου, πρέπει να ληφθούν υπόψη αρκετοί παράγοντες όπως η ιδιαίτερη ταυτότητα του μουσείου, το περιεχόμενο των συλλογών, τα μοναδικά χαρακτηριστικά των αντικειμένων, αλλά και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του κοινού, όπως απόψεις ή και μαθησιακές ανάγκες. Αυτή η πραγματικότητα επιβεβαιώθηκε κατά την διάρκεια της δημιουργίας της ψηφιακής αφήγησης για το Μουσείο Γεωαστροφυσικής. Η συγκεκριμένη αφήγηση έχει εκπαιδευτικό σκοπό και κατά την σύνταξη της εξαρτήθηκε σε μεγάλο βαθμό από την «σύνθεση» μιας σειράς παραγόντων: βασίστηκε στη δομή της έκθεσης, το περιεχόμενο της συλλογής, το χρονικό «ζήτημα» (διάρκεια αφήγησης), τις διαθέσιμες πληροφορίες, στην «προσάρτηση» απτών διαδράσεων, αλλά και σε πρακτικό επίπεδο με το διαθέσιμο υλικό και λογισμικό. Η αφήγηση λοιπόν, διαμορφώθηκε μέσω μιας ερμηνευτικής στρατηγικής η οποία είχε ως υποδομή: το πλαίσιο ερμηνείας (το Αστεροσκοπείο, οι ευεργέτες του και η επιστημονική γνώση), τη παρουσίαση (οπτικοακουστικό περιεχόμενο, δυνατά σημεία – αδυναμίες,

θέματα), τον λόγο αλλαγής ή βελτίωσης (προθέσεις, στόχοι, αποτελέσματα), τις διαθέσιμες τεχνολογίες (εφαρμογή – storyboard) και το απευθυνόμενο κοινό (τελικός χρήστης – περσόνες).

Μεταξύ των παραπάνω παραγόντων, τα διαθέσιμα τεχνολογικά μέσα διαδραματίζουν ένα σημαντικό ρόλο, διότι χωρίς αυτά δεν θα μπορούν να παρέχονται τα ερεθίσματα για μια πολυαισθητηριακή εμπειρία. Η πρόταση για τη δημιουργία της πολυαισθητηριακής εμπειρίας απαιτούσε την προσεκτική μελέτη για συγκεκριμένες και μη αλληλεπιδράσεις μεταξύ των αισθήσεων (ειδικότερα όταν υπάρχει δυνατότητα «μετασχηματισμού» της απτικής αίσθησης σε οπτική), αλλά και τα στοιχεία που καθιστούν τις μεμονωμένες αισθήσεις σημαντικές και ενδιαφέρουσες. Εφαρμόζοντας την έννοια της πολυαισθητηριακής εμπειρίας στο σχεδιαστικό μέρος, οι προτεινόμενες απτές διαδράσεις επιχειρούν να παρέχουν μία «ευκολία» στην εκμάθηση και το στοιχείο της «έκπληξης – εξερεύνησης». Υποθετικά, η ένταξη της αίσθησης της αφής στην συνολική εμπειρία και σε συνδυασμό με το παρεχόμενο οπτικοακουστικό υλικό και τα ηχητικά εφέ, έχει την δυνατότητα να προκαλέσει «έντονες» συναισθηματικές αντιδράσεις λόγω της αμεσότητας της επαφής μέσα από το σώμα. Αγγίζοντας τα αντικείμενα παρέχεται μια ευθύς φυσική σύνδεση με αυτά και τις ιδιότητες τους. Οι απτές διαδράσεις δύναται να προσφέρουν μια διαφορετική προσέγγιση στην κατανόηση ενός σύνθετου θέματος (όπως το «ασυνήθιστο» περιβάλλον ενός διαφορετικού πλανήτη), αλλά και στην αλληλεπίδραση ανθρώπου – απτικών εφαρμογών και των επιπτώσεων των παραπάνω στοιχείων στην αντίληψη και στα μαθησιακά αποτελέσματα.

Από τα αποτελέσματα της διαμορφωτικής αξιολόγησης, έγιναν αντιληπτά τα δυνατά σημεία, αλλά κυρίως οι αδυναμίες και τα προβλήματα της ψηφιακής αφήγησης και της συνολικής εμπειρίας. Το περιεχόμενο των αφηγήσεων και οι κεντρικές ιδέες των απτών διαδράσεων φαίνεται να διατηρούν τη δυναμική μίας «ευχάριστης» για τους επισκέπτες εμπειρίας. Ωστόσο, σε μεγάλο βαθμό οι επισκέπτες έμειναν ανικανοποίητοι με τα «υποχρεωτικά» μακροσκελή σημεία της αφήγησης και τις παρεχόμενες οδηγίες περιήγησης, τις οποίες αντιλαμβάνονται πως δεν επαρκούν. Επιπλέον, ήταν εμφανής η έλλειψη βοηθητικού οπτικοακουστικού υλικού (π.χ. εικόνες με τα επιμέρους σημεία επιστημονικών οργάνων). Ο εμπλουτισμός της αφήγησης με επιμέρους επιλογές, εικόνες, τα απτά αντικείμενα και άλλα μέσα, θα διαμόρφωνε μια πιο διαδραστική και ολοκληρωμένη περιήγηση, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της αξιολόγησης. Αναφορικά με την θεματική, εντοπίζεται μία κύρια διαφορά στους χρήστες εντός του χώρου με τους χρήστες εκτός, καθώς οι πρώτοι αντιλαμβάνονται περισσότερο την σημασία του χώρου, διότι μεταξύ άλλων απάντησαν με συγκεκριμένες έννοιες και ειδικούς όρους (π.χ. πρακτική εφαρμογή της αστρονομίας, ανθρώπινη διάνοια, ευεργέτες κ.ά.), ενώ οι δεύτεροι με γενικότητες (π.χ. επιστήμη, ουράνια σώματα). Άρα, η συνολική εμπειρία λειτουργεί συνδυαστικά με τον χώρο και την οπτική επαφή με τα εκθέματα. Αξίζει να σημειωθεί ότι η παρουσία των εμβληματικών αλλά και μικρών εκθεμάτων κερδίζει τις εντυπώσεις των επισκεπτών. Είναι απαραίτητο να προβάλλεται το Αστεροσκοπείο στην ολότητα του και μέσα από την πολυδιάστατη θεματική του. Ωστόσο, ο τρόπος και το περιεχόμενο της παρουσίائه του, μέσα από την συνολική εμπειρία, απαιτεί σίγουρα μία ακόμη πιο προσεγμένη προσέγγιση, ώστε να μην παρερμηνευθεί η ιστορία και η ιδιαίτερη ταυτότητα του.

Ένα από τα σοβαρά προβλήματα που αντιμετώπισε η διεκπεραίωση της εργασίας είναι οι ελλείψεις στο πεδίο ερευνών κοινού, ώστε να μπορούν να διαφανούν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, οι απόψεις και τα κίνητρα του, αναφορικά με το Μουσείο Γεωαστροφυσικής και τους επισκέπτες του. Η γνώμη των επισκεπτών είναι ένας σημαντικός

και καθοριστικός παράγοντας στην σύνταξη προτάσεων μουσειακών εμπειριών, καθώς είναι οι τελικοί χρήστες – καταναλωτές αυτών και τους αφορά άμεσα. Ως αποτέλεσμα, θα ήταν χρήσιμο να μελετηθεί πιο διεξοδικά το θέμα της ένταξης – χρήσης των τεχνολογικών μέσων στο Μουσείο Γεωαστροφυσικής και κατά πόσο σύμφωνοι είναι οι επισκέπτες σε αυτό, ώστε να γίνει παράλληλα και ποιοτικός έλεγχος του περιεχομένου. Προτάσεις για μελλοντικές έρευνες – μελέτες μπορούν να διεκπεραιωθούν από τα εξής ζητήματα: έρευνες κοινού σχετικά με τις απόψεις και τις προσδοκίες του για το Μουσείο και αξιολογήσεις των εκθεσιακών του πρακτικών. Μία ακόμη μελλοντική πρόταση, είναι η ανάπτυξη του περιεχομένου της εμπειρίας και η επέκταση στις άλλες θεματικές του Μουσείου (Μετεωρολογία, Γεωδαισία, Τοπογραφία, Σεισμολογία), καθώς και εκείνες αποτελούν μέρος της ιστορίας και της ταυτότητας του. Ξεχωριστές έρευνες θα μπορούσαν να εστιάζουν αποκλειστικά σε εφαρμοσμένα τεχνολογικά μέσα, για τα οποία το πεδίο έρευνας δεν είναι αρκετά εμπλουτισμένο σε βιβλιογραφία σχετικά με το βαθμό ή τη ποιότητα χρήσης τους στα μουσεία. Επίσης, μια ακόμη έρευνα θα μπορούσε να μελετήσει την συχνότητα χρήσης ενός ερμηνευτικού μέσου από ένα ή μια ομάδα μουσείων, ανά μεγάλα χρονικά διαστήματα, όπως για παράδειγμα την συχνότητα χρήσης και τον τρόπο ένταξης των διαδραστικών τραπεζιών τη τελευταία δεκαετία. Γενικότερα, η χρήση των τεχνολογικών μέσων σε μουσειακές εκθέσεις, μπορεί να μελετηθεί σε σύγκλιση με διαφόρους επιπλέον επιστημονικούς κλάδους.

Η ιστορία και η ταυτότητα του χώρου του Αστεροσκοπείου έχουν αρκετές δυνατότητες να προβάλουν την εξέλιξη της επιστήμης και τις ανθρώπινες ιστορίες με τις οποίες οι επισκέπτες θα συνδέονται (π.χ. τις προσπάθειες του Δ. Αιγινήτη). Λόγω του περιορισμένου χώρου και την αδυναμία επέκτασης των εποπτικών μέσων, ο εμπλουτισμός της έκθεσης του Μουσείου Γεωαστροφυσικής με την ψηφιακή εφαρμογή και τις απτές διαδράσεις θα διαμόρφωνε μια πιο ευχάριστη και διαδραστική περιήγηση και πιο ολοκληρωμένη νοηματοδότηση στα εκθέματα, καθώς, όπως γίνεται φανερό από τα νέα μουσειακά πρότυπα, είναι απαραίτητο για τους σημερινούς επισκέπτες να ακούσουν ιστορίες και πληροφορίες που νοιώθουν ότι τους αφορούν. Η συνολική εμπειρία θα προβάλει με ένταση την σπουδαιότητα του Αστεροσκοπείου στην δημιουργία επιστημονικών γνώσεων και ανθρώπινων επιτευγμάτων, δείγματα τα οποία μπορεί να αναδείξει, έστω και με ψηφιακή μορφή. Παράλληλα, με το πιο ακαδημαϊκό τρόπο προσέγγισης, η έκθεση μπορεί μέσω ψηφιακών εκθεμάτων να ενσωματώσει εναλλακτικούς τρόπους αφήγησης και επίπεδα επικοινωνίας.

Αυτά τα στοιχεία θα δώσουν στο Μουσείο τη δυνατότητα, παράλληλα με την παρούσα εκθεσιακή διάταξη και παρουσίαση να επεκτείνει τον τρόπο αφήγησης, ανταποκρινόμενο στις σύγχρονες τάσεις. Η ένταξη των τεχνολογικών μέσων σε μουσεία είναι κάτι που «ασπάζονται» αρκετοί επισκέπτες, γνωρίζοντας καλά ότι αυτό θα ενδυναμώνει την εμπειρία τους και θα μπορεί να τους προσελκύει προς μία πιο συμμετοχική επίσκεψη. Η χρήση των εποπτικών μέσων και δη των νέων τεχνολογιών, θα πρέπει να εξυπηρετεί τους στόχους της έκθεσης και συνεπώς την αποστολή του Μουσείου. Πριν την ένταξη τους, είναι απαραίτητη η μελέτη των δυνατοτήτων και περιορισμών τους, όπως επίσης και των εγγενών μηνυμάτων των εκθεμάτων, ώστε να αναδεικνύονται τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους, καθώς και το συνολικό κυρίαρχο θέμα. Η στρατηγική χρήση των τεχνολογιών, εξαρτάται άμεσα από την επικοινωνιακή πολιτική και την εκθεσιακή πρακτική και επηρεάζει σημαντικά τις ερμηνευτικές προσεγγίσεις, διότι παρέχουν πολλές δυνατότητες αν αξιοποιηθούν σωστά. Η ένταξη των τεχνολογιών σε εκθέσεις εξυπηρετεί τις συλλογές μέσα από τις δυνατότητες άμεσης τροποποίησης και αλλαγής του περιεχομένου (κυρίως το

ψηφιακό) και εξυπηρετεί το κοινό, χάρη στα γνωρίσματα προσαρμοστικότητας, όπου το κάθε άτομο μαθαίνει με το δικό του τρόπο και ρυθμό. Καθιστούν το περιεχόμενο του μουσείου πιο προσιτό, όπως με περιπτώσεις ψηφιακών συλλογών ή εικονικών μουσείων στο Διαδίκτυο, ειδικότερα όπου υπάρχει δυσκολία πρόσβασης στον φυσικό χώρο. Επιτρέπουν τη χρήση διαδραστικών εργαλείων, προσφέροντας δυναμική εμπειρία μάθησης που ωφελεί άμεσα τους επισκέπτες και συμβάλλοντας στην διεκπεραίωση των γενικότερων στόχων και δράσεων των μουσείων. Με άλλα λόγια, προσφέρουν τη δυνατότητα δημιουργίας «μοναδικών» εξατομικευμένων εμπειριών.

Τα μουσεία, στη σύγχρονη πραγματικότητα, έχουν αλλάξει την προσέγγισή τους προς τους επισκέπτες και την κοινωνική τους λειτουργία ως ιδρύματα με σημαντικό εκπαιδευτικό σκοπό. Ο ρόλος των μουσείων δεν είναι ποτέ μόνιμος και σταθερός, αλλάζει και εξελίσσεται κατά καιρούς, καθώς τα ίδια τα μουσεία επηρεάζονται άμεσα από το εξωτερικό περιβάλλον. Μια ολοκληρωμένη εμπειρία στο μουσείο θα πρέπει να περιλαμβάνει όλα τα στοιχεία εκείνα που «περιβάλλουν» τον συμμετέχοντα – επισκέπτη (τάσεις τις εκάστοτε εποχής, στοιχεία ταυτότητας, κοινότητα, προσωπικές απόψεις, ανάγκες κ.ά.). Το Μουσείο Γεωαστροφυσικής κατέχει στην σημερινή του μορφή, αναφορικά πάντα μονάχα με την εκθεσιακή πρακτική, τον παραδοσιακό «ρόλο» με εστίαση στην συλλογή, στη διατήρηση και στην απλή μετάδοση της ιστορίας και πολιτιστικής κληρονομιάς του. Τα μουσεία του 21ου αιώνα, ωστόσο θέτουν ως στόχους να συμβάλλουν στην υποστήριξη των κοινοτήτων και να επιτρέπουν στους επισκέπτες να συμμετέχουν ενεργά σε διαδικασίες «αναστοχασμού». Για το σκοπό αυτό, υπάρχει ανάγκη ενός ερμηνευτικού σχεδιασμού, στα πλαίσια του οποίου τα τεχνολογικά μέσα θα πρέπει να συνάδουν με: τη μορφή, το σενάριο – ιστορία, τη διαρρύθμιση της έκθεσης και τις ανάγκες του επισκέπτη. Επομένως, η μουσειολογική πρόταση της εμπειρίας σίγουρα δεν αφορά μία επανέκθεση, αλλά την ένταξη τεχνολογίας στην παρούσα εκθεσιακή διάταξη του Μουσείου, χάρη στην ερμηνεία που μπορεί να προσφέρει, βάσει της ανάδειξης των πολυεπίπεδων και βαθύτερων νοημάτων που κρύβονται πίσω από τα εκθέματα. Τα παραπάνω μπορούν να επιτευχθούν με τις εξής δυνατότητες των τεχνολογιών: υψηλή χωρητικότητα πληροφοριών, προσαρμοστικότητα, ευελιξία και εξατομίκευση. Είναι απαραίτητο να προβάλλεται το Μουσείο και ο ευρύτερος χώρος που το περιβάλλει στην ολότητα του και μέσα από την πολυδιάστατη θεματική του. Σε αυτό, η επικοινωνιακή πολιτική που μπορεί να υιοθετεί ενεργά το Μουσείο σίγουρα θα διαδραματίζει ουσιαστικό ρόλο. Όσο σαφές είναι το μήνυμα και το αφήγημα για τον εαυτό του και την ταυτότητα του, τόσο καλύτερη θα είναι η προβολή του και του μοναδικού συγκριτικού πλεονεκτήματος που το ίδιο διαθέτει και πιθανόν να αναγνωρίζει.

Εν κατακλείδι, η ισχυροποίηση της ανάδειξης της ιστορικής σημασίας και του ρόλου του Αστεροσκοπείου δύναται να ενισχυθεί μέσα από την προβολή της πολυσημίας των εκθεμάτων του Μουσείου, βασιζόμενη στις δυνατότητες που μπορούν να παρέχουν η ψηφιακή εφαρμογή αφήγησης και οι απτές διαδράσεις. Η ερμηνεία είναι μέρος του τρόπου διαχείρισης και κατανόησης της πολιτιστικής κληρονομιάς, στην οποία οι μουσειολογικοί στόχοι θα πρέπει να είναι προσανατολισμένοι στην ανάδειξη της, με απώτερο σκοπό την ανάπτυξη της κοινότητας. Αυτό επιτυγχάνεται με την παροχή μοναδικών εμπειριών μέσω της μετάδοσης γνώσεων σε ψηφιακό περιβάλλον και της ανάπτυξης βιωματικών – απτών διαδράσεων. Ως εκ τούτου, τα παραπάνω θα παρακινούν την εμπλοκή και την ανακάλυψη, προσφέροντας νέες αντιλήψεις σχετικά με τον ρόλο του Μουσείου, τη σχέση του με το κοινό και την επιστημονική κουλτούρα στην έρευνα, στην αναπαράσταση και κατανόηση του φυσικού κόσμου, όπου στο κέντρο βρίσκεται ο άνθρωπος.

Βιβλιογραφία

Ξενόγλωσση

- Alivizatou, M., 2012. Intangible Heritage and the Museum: New Perspectives on Cultural Preservation.
- Alivizatou, M., 2008. "Contextualising Intangible Cultural Heritage in Heritage Studies and Museology". In: *International Journal of Intangible Heritage*, 3, pp. 43-54.
- Alivizatou, M., 2006. Museums and Intangible Heritage: The Dynamics of an 'Unconventional' Relationship. *Papers from the Institute of Archaeology*, 17, pp.47–57.
- Alivizatou-Barakou, M. et al., 2017. "Intangible Cultural Heritage and New Technologies: Challenges and Opportunities for Cultural Preservation and Development". In: M. Ioannides, N. Magnenat-Thalmann & G. Papagiannakis (eds.) *Mixed Reality and Gamification for Cultural Heritage*. Springer International Publishing. Pp. 129-158.
- Allchin, D., 2013. *Teaching the nature of science: perspectives and resources*. Saint Paul, MN: SHiPS Education Press.
- Anderson, E. W. et al, 2017. "Navigation". Encyclopædia Britannica. [online] Available at: <https://www.britannica.com/technology/navigation-technology>
- Backer de, F. et al., 2015. "Adult visitors in museum learning environments." *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 191, pp. 152-162.
- Beck, L. & Cable, T., 2002. *Interpretation for the 21st Century: fifteen guiding principles for interpreting nature and culture*. 2nd ed. Urbana: Sagamore
- Benoist, C. et al., 2016. "A Survey of large meridian Instruments across Continents & Time". In: *Astronomy and world heritage: across time and continents*. pp. 164-171
- Birmingham, J., 1879. "Schmidt's lunar map". In: *The Observatory*, Vol. 3, p. 10-17. [e-journal] Διαθέσιμο: http://articles.adsabs.harvard.edu/cgi-bin/nph-iarticle_query?1879Obs.....3...10B&data_type=PDF_HIGH&whole_paper=YES&type=PRINTER&filetype=.pdf
- Bitgood, S. & Shettel, H., 1996. An Overview of Visitor Studies. *Journal of Museum Education*, 21(3).
- Blake, J., 2018. "Museums and Safeguarding Intangible Cultural Heritage – Facilitating Participation and Strengthening their Function in Society". *International Journal of Intangible Heritage*, 13, pp. 17-32. [e-journal] Available at: <http://www.ijih.org/volumeMgr.ijih?cmd=volumeView&volNo=13>

- Borges, L. C. & Botelho M. B., 2008. "Cosmology: an Intangible Heritage Exhibition and Educational Programme at the Museum of Astronomy, Rio de Janeiro." *International Journal of Intangible Heritage*, 3, pp. 56-70. [e-journal] Available at: https://www.researchgate.net/publication/265061921_Cosmology_an_Intangible_Heritage_Exhibition_and_Educational_Programme_at_the_Museum_of_Astronomy_Rio_de_Janeiro
- Bouchenaki, M., 2003. "The interdependency of the tangible and intangible cultural heritage". In: *14th ICOMOS General Assembly and International Symposium: Place, memory, meaning: preserving intangible values in monuments and sites*, 27 – 31 October 2003, Victoria Falls, Zimbabwe. [pdf] Available at: http://openarchive.icomos.org/468/1/2_-_Allocution_Bouchenaki.pdf
- Boylan, P.J. 2006. The intangible heritage: a challenge and an opportunity for museums and museums professional training. *International Journal of Intangible Heritage*, 1, pp. 53-65. [e-journal] Available at: <http://www.ijih.org/volumeMgr.ijih?cmd=volumeView&volNo=1#none>
- CEMCA, 2003. *Evaluation of Multimedia*. [pdf] Available at: <http://cemca.org.in/ckfinder/userfiles/files/Section9.pdf>
- Choudary, O. et al., 2010. «Evaluation of Multimedia Features in Mobile Guide Applications». *Digital Information Management*, 8(1), pp. 27-34. [e-journal] Available at: <https://www.cl.cam.ac.uk/~osc22/docs/jdim2009.pdf>
- Conn, S., 2006. "Science Museums and the Culture Wars". In: S. Macdonald (ed.) *A Companion to Museum Studies*. Cornwall: Blackwell Publishing. pp.494-508.
- Cooke, J., 2016. "Octant". Museum of the History of Science. [online] Available at: https://www.mhs.ox.ac.uk/animateit/wp-content/uploads/sites/6/2016/01/Octant_download.pdf
- Cotte, M. & Ruggles, C., 2010. Introduction. In: *Heritage Sites of Astronomy and Archaeoastronomy in the context of the UNESCO World Heritage Convention: A Thematic Study*. Paris: ICOMOS, International Astronomical Union. [e-book] Available at: <https://www3.astronomicalheritage.net/index.php/thematic-study-1-contents>
- Courvoisier, T., 2019. "The role of astronomy in society". [online] Available at: <http://thierrycourvoisier.ch/en/science-and-society/44-the-role-of-astronomy-in-society>
- Damala, A. et al, 2016a. "The Loupe : tangible augmented reality for learning to look at Ancient Greek art". *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, 16 (5). pp. 73-85. [e-journal] Available at: https://www.researchgate.net/publication/318239720_The_Loupe_tangible_augmented_reality_for_learning_to_look_at_Ancient_Greek_art

- Damala, A. et al., 2016b. "Evaluating tangible and multisensory museum visiting experiences: Lessons learned from the meSch project". In: *MW2016: Museums and the Web 2016*. [online] Available at: <https://mw2016.museumsandtheweb.com/paper/evaluating-tangible-and-multisensory-museum-visiting-experiences-lessons-learned-from-the-mesch-project/>
- Damala, A., 2009. *Interaction Design and Evaluation of Mobile Guides for the Museum Visit: A Case Study in Multimedia and Mobile Augmented Reality*. Unpublished PhD Thesis, Conservatoire National des Arts et Metiers (CNAM), Paris, France: Centre d'Etude et de Recherche en Informatique du CNAM. Available at <http://cedric.cnam.fr/PUBLIS/RC1830.pdf>.
- Damala, A., 2007. "Design principles for mobile museum guides using visitor studies and museum learning theories". *Proceedings of the 2007 IADIS M-Learn Conference (Mobile Learning)*, Lisbon, Portugal, pp. 277-281. [pdf] Available at: https://www.researchgate.net/profile/Areti_Damala2/publication/266583275_DESIGN_PRINCIPLES_FOR_MOBILE_MUSEUM_GUIDES_USING_VISITOR_STUDIES_AND_MUSEUM_LEARNING_THEORIES/links/5592b66108aed7453d463a94/DESIGN-PRINCIPLES-FOR-MOBILE-MUSEUM-GUIDES-USING-VISITOR-STUDIES-AND-MUSEUM-LEARNING-THEORIES.pdf
- Davis, B., Trant, J. and J. Stare, 1996. *Introduction to multimedia in museums*. The Hague : International Council of Museums (ICOM) / CIDOC Multimedia Working Group [pdf] Available at: <http://www.emuseum.cz/admin/clanky/files/280-introtomultimediamuseums.pdf>
- Dean, D., 2002. *Museum exhibition: theory and practice*. New York: Routledge
- Diamond, J., 1999. *Practical Evaluation Guide: Tools for Museums & Other Informal Educational Settings*. Plymouth: AltaMira Press
- Dierking, L., 1991. "Learning theory and learning styles: an overview". *Journal of Museum Education*, 16(1), pp.4-6. [e-journal] Available at: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10598650.1991.11510159>
- Dysert, A., Rankin, S. & Wagner, N.D., 2018. "Touch Tables for Special Collections Libraries: Curators Creating User Experiences". *RBM: A Journal of Rare Books, Manuscripts, and Cultural Heritage*. [e-journal] Available at: https://www.researchgate.net/publication/325210205_Touch_Tables_for_Special_Collections_Libraries_Curators_Creating_User_Experiences
- Economou, M., 1998. «The evaluation of museum multimedia applications: lessons from research». *Museum Management and Curatorship*, 17(2), pp. 173–187. [e-journal] Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260477998000430>
- Ekarv, M., 1999. "Combating redundancy: writing texts for exhibitions". *The educational role of the museum*, pp. 201-204

- Encyclopædia Britannica, 2017. "Astronomical observatory". Encyclopædia Britannica, inc. [online] Available at: <https://www.britannica.com/science/astronomical-observatory>
- Encyclopædia Britannica, 2012. "Orrery: astronomical model". [online] Available at: <https://www.britannica.com/science/orrery-astronomical-model>
- Falk, J.H., 2009. *Identity and the museum visitor experience*. Walnut Creek, CA: Left Coast Educational Evaluation of an Interactive
- Falk, J.F. & Dierking L.D., 2008. Chapter 2 Enhancing visitor interaction and learning with mobile technologies. In: L. Tallon & K. Walker (eds.) *Digital technologies and the museum experience: handheld guides and other media*. Plymouth: Altamira Press
- Falk, J.F. & Dierking L.D., 2000. *Learning from Museums: Visitor Experiences and the Making of Meaning*.
- Falk, J. & Storksdieck, M., 2005. Using the contextual model of learning to understand visitor learning from a science center exhibition. *Science Education*, 89(5), pp. 744-778.
- Feast, T., 2014. *Integrated, interactive learning in museums*. Boise State University. [e-book] Available at: https://scholarworks.boisestate.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.com/&httpsredir=1&article=1005&context=art_gradproj
- Feher, E. & Diamond, J., 1990. "Science centres as research laboratories". In B. Serrell (ed.), *What research says about learning in science museums*. Washington: Association of Science-Technology Centres.
- Filippopoliti, A. (ed.), 2010. *Science exhibitions: communication and evaluation*. Edinburgh: MuseumsEtc
- Fisher, M. & Moses, J., 2013. *Rousing the Mobile Herd: Apps that Encourage Real Space Engagement*. [online] Available at: <http://mw2013.museumsandtheweb.com/paper/rousing-the-mobile-herd-apps-that-encourage-real-space-engagement/>
- Fleck S. & Hachet, M., 2016. Making Tangible the Intangible: Hybridization of the Real and the Virtual to Enhance Learning of Abstract Phenomena. *Frontiers in ICT*, 3. [online] Available at: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fict.2016.00030>
- Fleck, S., Hachet, M., & Bastien, J. M., 2015. "Marker-based augmented reality: Instructional-design to improve children interactions with astronomical concepts". In: *Proceedings of the 14th International Conference on Interaction Design and Children*, June 2015, pp. 21-28. [pdf] Available at: https://www.researchgate.net/publication/276309758_Marker-based_augmented_reality_Instructional-design_to_improve_children_interactions_with_astronomical_concepts

- Friedman, A. J., 2010. "The evolution of the science museum". *Physics Today*, pp. 45-51. [e-journal] Available at:
<http://prirodopolis.hr/images/The%20evolution%20of%20the%20science%20museum.pdf>
- Golding, V., 2009. "Dreams and wishes: the multi-sensory museum space". In: S. Dudley (ed.) *Museum Materialities*. London/New York: Routledge. pp. 224-240.
- Gonzalez, C.P., 2018. *Selene's Two Faces: From the Daguerreotype to Spacecraft Imaging: A History of the Visualization of the Moon, 1840-2015*. Boston: BRILL
- Gore, M.M. & Stocklmayer, S. M., 2011. Interactive science centres in Australia. In: *Understanding Museums: Australian museums and museology*. National Museum of Australia. [e-book] Available at: https://nma.gov.au/research/understanding-museums/_lib/pdf/Understanding-Museums_Science_museums.pdf
- Granato, M., 2008. "Heritage and Observatories in Brazil at the Turn of the Twentieth Century: an Overview". In: *Cultural Heritage of Astronomical Observatories: From Classical Astronomy to Modern Astrophysics*. Proceedings of the International ICOMOS Symposium, October 14–17, 2008, Hamburg, pp. 123-136. [e-book] Available at: <https://www.icomos.de/index.php?lang=Deutsch&contentid=169&navid=231>
- Griffin, D., 2011. "Science museums: introduction". In: *Understanding Museums: Australian museums and museology*. National Museum of Australia. [e-book] Available at: https://nma.gov.au/research/understanding-museums/_lib/pdf/Understanding-Museums_Science_museums.pdf
- Halpern, J. B., 2019. "Synthesis of the Elements in Stars". In: Chapter 24.6: The Origin of the Elements. Howard University [online] Available at:
https://chem.libretexts.org/Courses/Howard_University/General_Chemistry%3A_An_Atoms_First_Approach/Unit_8%3A__Materials/Chapter_24%3A_Nuclear_Chemistry/Chapter_24.6%3A_The-Origin_of_the-Elements
- Harper, R., 2003. "People versus Information: The Evolution of Mobile Technology". *Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services*, Lecture Notes in Computer Science, Volume 2795/2003, pp. 1-14. Also available at
<http://www.itu.dk/~christie/mobilspeciale/litteratur/Harper, Richard People vs information the evolution of mob.pdf>
- Harpers Ferry Center, 1998. *Planning for interpretation and visitor experience*. West Virginia: Harpers Ferry Center, Division of Interpretive Planning [pdf] Available at:
<https://airandspace.si.edu/rfp/exhibitions/files/j1-exhibition-guidelines/3/Planning%20for%20Interpretation%20and%20Visitor%20Experience.pdf>
- Hawkey, R., 2004. *Learning with Digital Technologies in Museums, Science Centres and Galleries*. ANESTA Futurelab Research report - report 9. [pdf] Available at:
<https://telearn.archives-ouvertes.fr/hal-00190496/document>

- Hein, G. E., 2005. *The role of museums in society: education and social action*. [pdf] Available at: <http://www.george-hein.com/downloads/roleMuseumsSocietyForum.pdf>
- Hein, G.E., 1998. *Learning in the Museum*. London/New York: Routledge
- Heritage Lottery Fund, 2013. *Interpretation: good-practice guidance*. London: Heritage Lottery Fund [pdf] Available at: <https://collectionstrust.org.uk/resource/interpretation-good-practice-guidance/>
- Herreman, Y., 1986. "The Dissemination of science and technology". *Museum international*, XXXVIII(2), pp. 66-69.
- Hinrichs, U., & Carpendale, S., 2011. «Gestures in the wild: studying multi-touch gesture sequences on interactive tabletop exhibits». *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 3023-3032. ACM. [e-journal] Available at: <http://www.utahinrichs.de/uta/uploads/Publications/Publications/HINRICHS2011CHI.pdf>
- Horn, M. et al., 2008. "Tangible programming and informal science learning: making TUIs work for museums". In: *Proceedings of the 7th International Conference on Interaction Design and Children*, IDC 2008, Chicago, Illinois, USA, June 11-13, 2008. [pdf] Available at: https://www.researchgate.net/publication/221238490_Tangible_programming_and_informal_science_learning_making_TUIs_work_for_museums
- ICOM, 2007. *Museum Definition*. [online] Available at: <http://icom.museum/the-vision/museum-definition/>
- ICOMOS, 2010. *Heritage sites of Astronomy and Archaeoastronomy in the context of the unesco world heritage convention: a thematic study*. [online] Available at: <http://openarchive.icomos.org/267/>
- Illingworth, G., 2013. "What is an Observatory? The Crucial Role of Such Organizations for Maximizing the Science Return from Astronomy Research Facilities." arXiv preprint. [pdf] Available at: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1304/1304.1017.pdf>
- Ishii, H., & Ullmer, B., 1997. "Tangible bits: towards seamless interfaces between people, bits and atoms". In: *ACM SIGCHI Conference on Human factors in computing systems*, March 22-27, 1997 Proceedings, pp. 234-241. [pdf] Available at: <https://trackr-media.tangiblemedia.org/publishedmedia/Papers/331-Tangible%20Bits%20Towards%20Seamless/Published/PDF>
- Kellermann, K. I. & Klock, B.L., 2016. *Telescope* [online] Available at: <https://www.britannica.com/science/optical-telescope/The-development-of-the-telescope-and-auxiliary-instrumentation#ref44230>
- Kelly, L., 2007. "Visitors and learning: adult museum visitors' learning identities." *Museum Revolutions*. Routledge, 302-316

- Kim K.Y. & Crowley K., 2010. "Negotiating the Goal of Museum Inquiry: How Families Engineer and Experiment". In: M. K. Stein & L. Kucan (eds.) *Instructional Explanations in the Disciplines*, pp. 51-65.
- Knutson K. & Crowley K., 2010. «Connecting with Art: How Families Talk About Art in a Museum Setting». In: M. K. Stein & L. Kucan (eds.) *Instructional Explanations in the Disciplines*, pp. 189-206.
- Kochhar, 2008. «Astronomical Heritage: Towards a Global Perspective and Action». In: *Cultural Heritage of Astronomical Observatories: From Classical Astronomy to Modern Astrophysics*. Proceedings of the International ICOMOS Symposium, October 14–17, 2008, Hamburg, pp. 41-42. [e-book] Available at: <https://www.icomos.de/index.php?lang=Deutsch&contentid=169&navid=231>
- La Senna, D., 2010. "Adults, appreciation, and participatory arts education". In: E. P. Clapp (ed.) *20Under40: Re-inventing the Arts and Arts Education for the 21st Century*. Bloomington, IN: AuthorHouse. pp.187-202
- Lehn, D. vom, Heath, C. & Hindmarsh, J., 2001. "Exhibiting interaction: conduct and collaboration in museums and galleries". In: *Symbolic Interaction*, 24(2), pp. 189-216. [e-journal] Available at: <https://www.ssoar.info/ssoar/handle/document/1656>
- Lewis, G. D., 2019. "Types of museums". In: *Museum cultural institution*. Encyclopædia Britannica Online. [online] Available at: <https://www.britannica.com/topic/museum-cultural-institution/Types-of-museums>
- Lewis, G. D., 2019. "History of museums". In: *Museum cultural institution*. Encyclopædia Britannica Online. [online] Available at: <http://www.britannica.com/topic/history-398827>
- Macdonald, S., 2002. *Behind the Scenes at the Science Museum*. Oxford and New York: Berg Publishers
- Marin, C., 2011. "Starlight: a common heritage". In: *The Role of Astronomy in Society and Culture Proceedings IAU Symposium No. 260*, 2009.
- Marshall, M. et al., 2016. "Using tangible smart replicas as controls for an interactive museum exhibition". In: *Proceedings of the Tenth Anniversary Conference on Tangible Embedded and Embodied Interaction*, 14-17 February 2016, Eindhoven, the Netherlands. pp. 159-167.
- McLeod, J. & Kilpatrick, K. M., 2001. "Exploring Science at the Museum". *Educational Leadership*, 58, pp. 59-63.
- Medić, S., & Pavlović, N., 2014. «Mobile Technologies in Museum Exhibitions». *TURIZAM*, 18(4), pp. 166- 174 [e-journal] Available at: http://www.dgt.uns.ac.rs/turizam/arhiva/vol_1804_2.pdf

- Méndez, B., 2000. "Massive Red Supergiant". In: Introduction to General Astronomy. [online] Available at: <http://cse.ssl.berkeley.edu/bmendez/ay10/2000/cycle/massive.html>
- Mensch van, P., 2004. «Museums and experience. Towards a new model of explanation». *ABRA*, 33, pp. 31-36. [e-journal] Available at: <http://vufind.uniovi.es/Record/ir-ART0000677533/Details>
- Middleton, V.T.C., 1998. *New visions for museums in the 21st century*. London: Association of Independent Museums.
- Museums Association, 2005. *Understanding the Future. Museums and the 21st Century Life – The Value of Museums*. [online] Available at: <https://www.museumsassociation.org/policy/01072005-understanding-the-future-museums-and-21st-century-life>
- NASA Solar System Exploration, 2019. "Mercury". NASA Planetary Science Division. [online] Available at: <https://solarsystem.nasa.gov/planets/mercury/in-depth/>
- NASA Solar System Exploration, 2019. "Venus". NASA Planetary Science Division. [online] Available at: <https://solarsystem.nasa.gov/planets/venus/in-depth/>
- NASA Solar System Exploration, 2019. "Earth". NASA Planetary Science Division. [online] Available at: <https://solarsystem.nasa.gov/planets/earth/in-depth/>
- NASA Solar System Exploration, 2019. "Mars". NASA Planetary Science Division. [online] Available at: <https://solarsystem.nasa.gov/planets/mars/in-depth/>
- NASA Solar System Exploration, 2019. "Jupiter". NASA Planetary Science Division. [online] Available at: <https://solarsystem.nasa.gov/planets/jupiter/in-depth/>
- NASA Solar System Exploration, 2019. "Saturn". NASA Planetary Science Division. [online] Available at: <https://solarsystem.nasa.gov/planets/saturn/in-depth/>
- NASA Solar System Exploration, 2019. "Uranus". NASA Planetary Science Division. [online] Available at: <https://solarsystem.nasa.gov/planets/uranus/in-depth/>
- NASA Solar System Exploration, 2019. "Neptune". NASA Planetary Science Division. [online] Available at: <https://solarsystem.nasa.gov/planets/neptune/in-depth/>
- Planetfacts. "Yellow Dwarf". [online] Available at: <http://planetfacts.org/yellow-dwarf/>
- Planetfacts. "Red Giant". [online] Available at: <http://planetfacts.org/red-giant/>
- Planetfacts. "Red Supergiant". [online] Available at: <http://planetfacts.org/red-supergiant/>
- Planetfacts. "Supernova". [online] Available at: <http://planetfacts.org/supernova/>

- Peale, S. J., 2015. "Celestial mechanics: Historical background. Early theories" In: Physics. Encyclopædia Britannica. [online] Available at: <https://www.britannica.com/science/geocentric-system>
- Pearce., S. M., 1996. *Exploring Science in Museums*. London: Athlone Press
- Rennie, L. J., & McClafferty, T., 1995. "Using visits to interactive science and technology centers museums, aquaria, and zoos to promote learning in science". *Journal of Science Teacher Education*, 6(4), pp. 175–185.
- Rice University, 2013. 2.1 Elements and Atoms: the Building Blocks of Matter In: Anatomy and Physiology. [online] Available at: <https://opentextbc.ca/anatomyandphysiology/chapter/2-1-elements-and-atoms-the-building-blocks-of-matter/>
- Ringel, M. et al., 2004. «Release, relocate, reorient, resize: fluid techniques for document sharing on multi-user interactive tables». *CHI'04 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*. Stanford, CA: Stanford University pp. 1441-1444. [pdf] Available at: https://www.researchgate.net/publication/221515230_Release_relocate_reorient_resize_fluid_techniques_for_document_sharing_on_multi-user_interactive_tables
- Roussou, M., & Katifori, A., 2018. *Flow, Staging, Wayfinding, Personalization: Evaluating User Experience with Mobile Museum Narratives*. Multimodal Technologies and Interaction, 2(2), 32. Available at: <https://doi.org/10.3390/MTI2020032>
- Roussou, M., Katifori, A., Pujol, L., Vayanou, M., & Rennick-Egglestone, S. J., 2013. A Life of Their Own: Museum Visitor Personas Penetrating the Design Lifecycle of a Mobile Experience. In: *CHI 2013 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems - CHI EA '13*, pp. 547–552. New York, New York, USA: ACM Press. Available at: <https://doi.org/10.1145/2468356.2468453>
- Sagan, C. 1980. *Cosmos: A Personal Voyage*. Part 9 - The Lives of the Stars USA: Public Broadcasting Service [video documentary]
- Sandell, R., 1998. "Museums as Agents of Social Inclusion". *Museum Management and Curatorship*, 17(4). pp. 401-418. Available at: DOI: 10.1080/09647779800401704
- Schär, S. G., Zuberbühler, H. J., & Krueger, H., 2000. «A Comparison of Static and Dynamic Media Types for Process Oriented Learning Tasks». In: *World Conference on Educational Media and Technology*, 2000(1), pp. 1356-1357 [e-journal] Available at: <http://www.newmedia.ethz.ch/papers/Guttormsen.pdf>
- Serrell, B., 2016. *Judging exhibitions: A framework for assessing excellence*. Walnut Creek, CA: Left Coast Press
- Severo, M., 2015. "Social media as new arenas for intangible cultural heritage". In: (eds.) *ECSM2015-Proceedings of the 2nd European Conference on Social Media*, 2015

- Shaer, O. & Hornecker, E., 2009. *Tangible User Interfaces: Past, Present and Future Direction*. [e-book] Available at: http://www.ehornecker.de/Papers/Final1100000026_Shaer.pdf
- Sheppard, B., 2001. *The 21st Century Learner*. Washington, DC: Institute of Museum and Library Services.
- Simon, N., 2010. *The participatory museum*. Museum 2.0
- Sin, A. K., & Zaman, H. B., 2009. "Tangible interaction in learning astronomy through augmented reality book-based educational tool". In: *Visual Informatics: Bridging Research and Practice: First International Visual Informatics Conference, IVIC 2009 Kuala Lumpur, Malaysia, November 11-13, 2009 Proceedings*, pp.302-313. [pdf] Available at: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-05036-7_29
- Skramstad, H., 2010. "An agenda for American museums in the 21st century." *Daedalus*, 123(3), pp. 129-162.
- Smith, K. J., 2009. *The Future of Mobile Interpretation*. In J. Trant and D. Bearman (eds). *Museums and the Web 2009: Proceedings*. Toronto: Archives & Museum Informatics. [online] Available at: <http://www.museumsandtheweb.com/mw2009/papers/smith/smith.html>
- Smith, M., 2007. *Sensing the Past: Seeing, Hearing, Smelling, Tasting, and Touching in History*. Los Angeles: University of California Press
- Smith, L. & Akagawa, N., 2009. "Introduction". In: *Intangible Heritage*. London/New York: Routledge. pp. 1-9
- Sora, C., 2011. *Learning About Paleontology Through Interactive Games*. Barcelona: Universitat Pompeu Fabra. [pdf] Available at: https://repositori.upf.edu/bitstream/handle/10230/22491/Sora_MuseumAtPlayPrePrint.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Sorathia, K. & Servidio, R., 2012. Learning and Experience: Teaching Tangible Interaction & Edutainment. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 64(9), pp. 265-274. [e-journal] Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042812050082>
- Spalding, J. 2002. *The Poetic Museum: Reviving Historic Collections*. Munich: Prestel
- Spencer, H.A.D., 1998. "Supercharging the cultural engine: advanced media at heritage and educational attractions" In: S. Clarke-Willson (ed.) *Digital Illusion: Entertaining the Future with High Technology*. New York: ACM Press
- Trochim, W. M. K., October 20, 2006. "Likert Scaling". Research Methods Knowledge Base, 2nd Edition. [online] Available at: <http://www.socialresearchmethods.net/kb/scallik.php>

- UNESCO, 2019. *Astronomy and World Heritage Thematic Initiative*. [online] Available at: <https://whc.unesco.org/en/astronomy/>
- UNESCO, 2003. *Text of the Convention for the Safeguarding of the Intangible Cultural Heritage*. [online] Available at: <https://ich.unesco.org/en/convention>
- Valls, C.H., 2013. Multimedia in museums: an overview of its developments. *Program*, 28 (3), pp.263-274. [e-journal] Available at: <http://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/eb047172>
- Vaz, R.I.F., Fernandes, P.O. & Veiga, A.C.R., 2018. "Interactive Technologies in Museums: How Digital Installations and Media Are Enhancing the Visitors' Experience". In: JMF Rodrigues et al. (eds.) *Handbook of Research on Technological Developments for Cultural Heritage and eTourism Applications*. IGI Global, pp. 30-53. [pdf] Available at: <https://www.researchgate.net/publication/321490808>
- Vecco, M., 2010. "A definition of cultural heritage: From the tangible to the intangible". *Journal of Cultural Heritage*, 11(3), pp. 321-324. [e-journal] Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1296207410000361>
- Veverka, J. A., 2010. *Tips and Concepts for planning truly "Interpretive" Exhibit*. [pdf] Laingsburg: JVA.
- Virginia Association of Museums, 2008. *Types of Museums*. [pdf] Available at: https://assets.noviams.com/novi-file-uploads/vam/PDFs/Types_of_Museums.pdf
- Ward, K. et al., 2009. "The Science: Orbital Mechanics". [online] Available at: <https://earthobservatory.nasa.gov/features/OrbitsHistory/page2.php>
- Wessel, D., & Mayr, E., 2007. «Potentials & challenges of mobile media in museums». *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 1(1), pp. 32-39. [e-journal] Available at: <http://www3.eng.cam.ac.uk/DesignOffice/cmt/resources/pdf/10.1.1.93.7074.pdf#page=32>
- Westfall, J., 2008. "The Julius Schmidt Moon Map". Available at: <http://www.alpo-astronomy.org/publications/ALPO%20Publications/Monographs/ALPO%20Monograph%2011%20-%20Schmidt0001.pdf>
- Wikipedia, 2019. "Copernican heliocentrism" In: Heliocentrism. Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Heliocentrism#Copernican_heliocentrism
- Wikipedia, 2019. "Geology of the Moon". [online] Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Geology_of_the_Moon#Lunar_landscape
- Wikipedia, 2019. "Orrery". [online] Available at: <https://en.wikipedia.org/wiki/Orrery>

- Wikipedia, 2018. "Johann Friedrich Julius Schmidt". [online] Available at:
https://en.wikipedia.org/wiki/Johann_Friedrich_Julius_Schmidt
- Wikipedia, 2016. "Starke & Kammerer". [online] Available at:
https://de.wikipedia.org/wiki/Starke_%26_Kammerer
- Wittlin, A., 2004. "A Twelve Point Program for Museum Renewal." In: G. Anderson (ed.) *Reinventing the Museum: Historical and Contemporary Perspectives on the Paradigm Shift*. Lanham: AltaMira Press
- Wolfschmidt, G., 2008 "Cultural Heritage of Observatories and Instruments – From Classical Astronomy to Modern Astrophysics" In: *Cultural Heritage of Astronomical Observatories: From Classical Astronomy to Modern Astrophysics*. Proceedings of the International ICOMOS Symposium, October 14–17, 2008, Hamburg, pp. 43-58. [e-book] Available at:
<https://www.icomos.de/index.php?lang=Deutsch&contentid=169&navid=231>
- Wolfschmidt, G. & Hesse, F.P., 2008. "Summary and Results". In: *Cultural Heritage of Astronomical Observatories: From Classical Astronomy to Modern Astrophysics*. Proceedings of the International ICOMOS Symposium, October 14–17, 2008, Hamburg, pp.339-342. [e-book] Available at:
<https://www.icomos.de/index.php?lang=Deutsch&contentid=169&navid=231>
- Xanthoudaki, M., 2002. «Introduction». In: *A place to discover: teaching science and technology with museums*. pp. 5–13.

Ελληνόγλωσση

- Black, G., 2009. *Το ελκυστικό μουσείο: μουσεία και επισκέπτες*. Αθήνα: Πολιτιστικό Ίδρυμα Ομίλου Πειραιώς
- Healy, J. κ.α., 2007. *Αστρονομία: γαλαξίες, αστέρια, πλανήτες, χάρτες*. Αθήνα: Ελευθερουδάκης, 2008.
- Hooper - Greenhill, E., 2006. *Το μουσείο και οι πρόδρομοί του*. Αθήνα: Πολιτιστικό Ίδρυμα Ομίλου Πειραιώς
- Pearce S. M., 2002. *Μουσεία Αντικείμενα και Συλλογές*. Αθήνα: Βάνια
- Physicsgg, 2016. «Ο Ιούλιος Σμιτ και η χαρτογράφηση της Σελήνης». [online] Διαθέσιμο:
<https://physicsgg.me/2016/08/29/ο-ιούλιος-σμιτ-και-η-χαρτογράφηση-της-σ/>
- Wikipedia, 2019. Δημήτριος Αιγινήτης (πανεπιστημιακός). [online] Διαθέσιμο:
[https://el.wikipedia.org/wiki/Δημήτριος_Αιγινήτης_\(πανεπιστημιακός\)](https://el.wikipedia.org/wiki/Δημήτριος_Αιγινήτης_(πανεπιστημιακός))

Wikipedia, 2019. Σελήνη. [online] Διαθέσιμο: <https://el.wikipedia.org/wiki/Σελήνη>
https://el.wikipedia.org/wiki/Σελήνη#Χαρακτηριστικά_της_επιφάνειας

Αβραμοπούλου, Α., 2017. *Πολιτιστική κληρονομιά & Διαδίκτυο: δεδομένα & προοπτικές. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Δυτικής Ελλάδας*. [πτυχιακή εργασία]. Διαθέσιμο: <http://repository.library.teimes.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/6041/%ce%a0%ce%9f%ce%9b%ce%99%ce%a4%ce%99%ce%a3%ce%a4%ce%99%ce%9a%ce%97%20%ce%9a%ce%9b%ce%97%ce%a1%ce%9f%ce%9d%ce%9f%ce%9c%ce%99%ce%91%20%ce%9a%ce%91%ce%99%20%ce%94%ce%99%ce%91%ce%94%ce%99%ce%9a%ce%a4%ce%a5%ce%9f-%20%ce%94%ce%95%ce%94%ce%9f%ce%9c%ce%95%ce%9d%ce%91%20%ce%9a%ce%91%ce%99%20%ce%a0%ce%a1%ce%9f%ce%9f%ce%a0%ce%a4%ce%99%ce%9a%ce%95%ce%a3..pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Αιγινήτης, Δ., 1916. Το έργο μιας εικοσιπενταετίας (1890-1915). Αθήνα: Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών

Αλιβιζάτου, Μ., Πούλιος, Ι. & Παπαδάκη, Μ., 2015. «Διαχείριση άυλης πολιτισμικής κληρονομιάς, τοπική κοινωνία και βιώσιμη ανάπτυξη». Σε: Ι. Πούλιος (επιμ.) *Πολιτισμική διαχείριση, τοπική κοινωνία και βιώσιμη ανάπτυξη*. Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. σσ. 55-68.

Βερν, Ι., 1870. Γύρω από τη Σελήνη. Αθήνα: Τέσσερα Πι, 2011. Σελ. 143 – 144

Γιαλούρη, Ε., 2012. «Υλικός Πολιτισμός: οι περιπέτειες των πραγμάτων στην ανθρωπολογία». Σε: Ε. Γιαλούρη (επιμ.) *Υλικός Πολιτισμός: η Ανθρωπολογία στην Χώρα των Πραγμάτων*. Αθήνα: Αλεξάνδρεια. σσ. 11-24.

Γιαννούτσου, Ν., Μπούνια, Α., Ρούσσου, Μ. & Αβούρης, Ν., 2011. «Αξιοποίηση των ψηφιακών τεχνολογιών με στόχο τη μάθηση σε χώρους πολιτισμού: μία κριτική θεώρηση επιλεγμένων παραδειγμάτων». *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 4(1-3), σσ. 131-149.

Γκαζή, Α., 2004. «Μουσεία για τον 21ο αιώνα». *Τετράδια Μουσειολογίας*, 1, σσ.3-13.

Γκαζή, Α. & Νικηφορίδου, Α., 2008. «Η χρήση των νέων τεχνολογιών στις εκθέσεις μουσείων: ένα μέσον ερμηνείας». Σε: *Η Τεχνολογία στην Υπηρεσία της Πολιτισμικής Κληρονομιάς, Πρακτικά Β΄ Διεθνούς Συνεδρίου Μουσειολογίας*, Μυτιλήνη, 28 Ιουνίου-2 Ιουλίου 2004, σσ. 373-384

Δάλκος, Γ., 2000. *Σχολείο και Μουσείο*. Αθήνα: Καστανιώτη

Εγκυκλοπαίδεια Δομή, 2005. Αθήνα. Τόμοι 6, 20

Εγκυκλοπαίδεια Πάπυρος Λαρούς Μπριτάνικα, 1996. Αθήνα. Τόμοι 46, 57

Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, 2019α. Εκπαιδευτικά Προγρ. Διαθέσιμο: <http://www.noa.gr/index.php?lang=el#>.

Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, 2019β. *Μουσείο Γεωαστροφυσικής: Συλλογή*. Διαθέσιμο:
<http://www.noa.gr/museum/collection.html>

Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, χ.ε. Ουράνια σφαίρα. [επεξηγηματικές λεζάντες
αντικειμένων στον εκθεσιακό χώρο]

Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, χ.ε. Χάρτης της Σελήνης. [επεξηγηματική λεζάντα
αντικειμένου στον εκθεσιακό χώρο]

Ζερεφός, Χ. κ.α., 2013: «Αι Επτάλοφοι Αθήναι και Το Εθνικόν Αστεροσκοπείον Αθηνών». *Πραγματεία της Ακαδημίας Αθηνών*, τ. 66. Αθήναι: Γραφείον Δημοσιευμάτων της Ακαδημίας Αθηνών.

Καγιάφας, Ε., 2007. «Μουσεία και Τεχνολογία Πολυμέσων: Σύγχρονες Τάσεις». ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΗΜΕΡΙΔΑΣ Ελληνικής Ομοσπονδίας Σωματείων Φίλων των Μουσείων (ΕΟΣΦΙΜ)

Καραχάλης, Ν., 2010. «Ο ρόλος των νέων τεχνολογιών και της εικονικής πραγματικότητας στην ανάπτυξη του πολιτιστικού τουρισμού στις ελληνικές περιφέρειες – η περίπτωση της Στερεάς Ελλάδας». Σε: Γ. Ν. Φώτης & Χ. Κοκκώσης (επιμ.) *Περιφερειακή επιστήμη και πολιτική: Ελλάδα και Βαλκάνια*. Αθήνα: Γκοβόστη.

Κολιόπουλος, Δ., 2005. *Η διδακτική προσέγγιση του μουσείου φυσικών επιστημών*. Αθήνα: Μεταίχμιο

Κόνσολα, Ν., 2006. *Πολιτιστική ανάπτυξη και πολιτική*. Αθήνα: Παπαζήση

Λάζος, Π., [200-]. «Μεσημβρινό Διοπτρικό Τηλεσκόπιο STARKE». Σε: Τα επιστημονικά όργανα του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, 1842-1960. [Διπλωματική εργασία] Αθήνα: Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Διαπανεπιστημιακό Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Ιστορίας Και Φιλοσοφίας Των Επιστημών Και Της Τεχνολογίας

Λαΐος, Γ., 1962. Το Αστεροσκοπείο Αθηνών (Ανέκδοτα έγγραφα). Αθήναι: [χ.ό.]

Μικελάκης, Ε., 2016. *Η πολιτιστική κληρονομιά και η ερμηνεία της στην ψηφιακή εποχή Μέσω της χρήσης εφαρμογών σε έξυπνα κινητά τηλέφωνα. Αρχαιολογία και Τέχνες*. [online] Διαθέσιμο: <https://www.archaiologia.gr/blog/2016/12/12/%CE%B7-%CF%80%CE%BF%CE%BB%CE%B9%CF%84%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE-%CE%BA%CE%BB%CE%B7%CF%81%CE%BF%CE%BD%CE%BF%CE%BC%CE%B9%CE%AC-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CE%B7-%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%B7%CE%BD%CE%B5/>

Μούλιου, Μ., 2014, «Τα μουσεία στον 21ο αιώνα: προκλήσεις, αξίες, ρόλοι, πρακτικές». Σε: *Μουσειολογία: Πολιτιστική Διαχείριση και Εκπαίδευση*. Εκδόσεις Γρηγόρη, σσ.77-111.

Μούλιου, Μ., 2005. «Μουσεία: Πεδία για την κατανόηση του κόσμου». *Τετράδια Μουσειολογίας*, 2, σσ. 9-17.

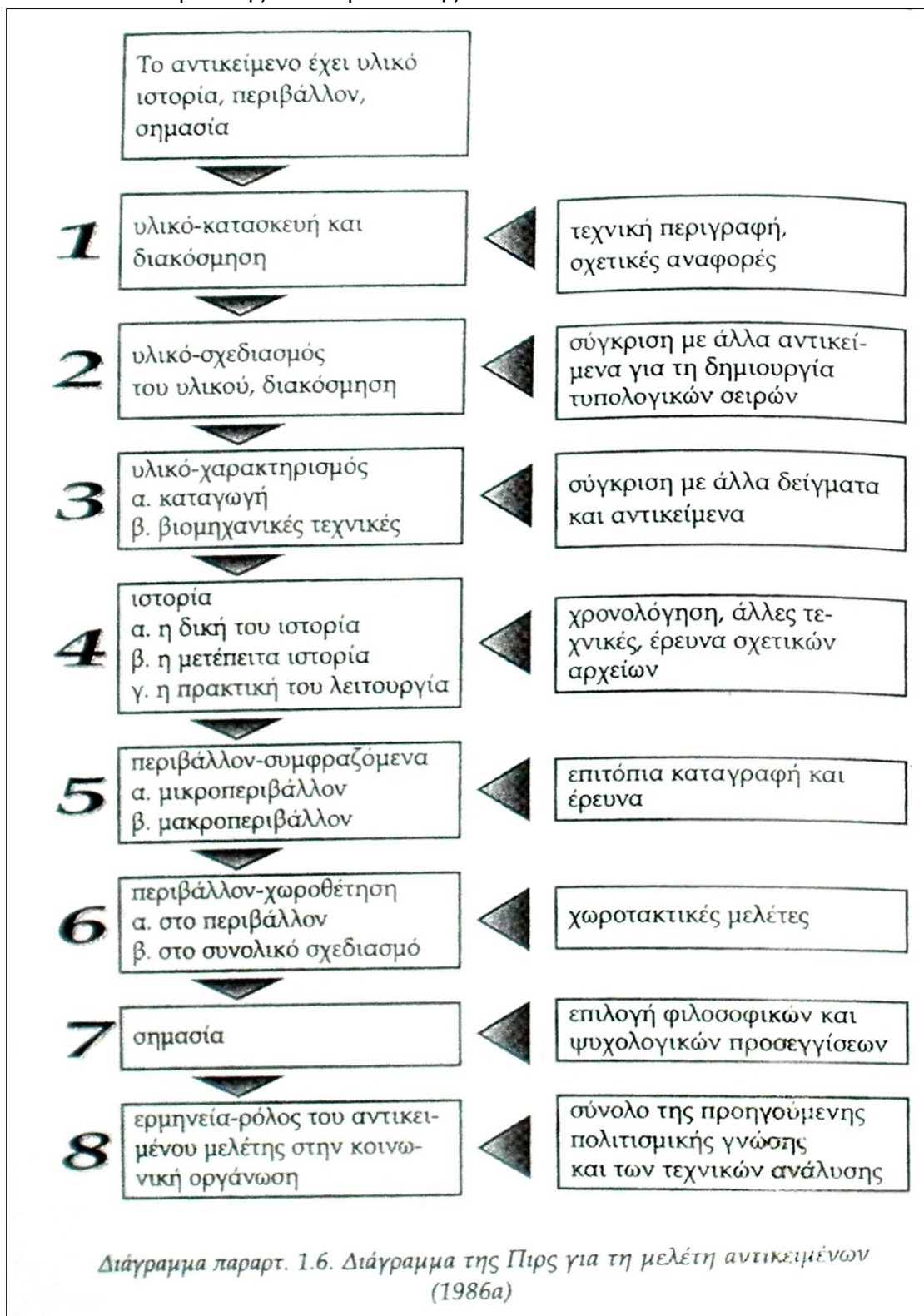
- Μούλιου, Μ. & Μπούνια, Α., 1999. «Μουσειακές εκ-θέσεις: ερμηνευτικές προσεγγίσεις στη μουσειακή θεωρία και πρακτική». *Αρχαιολογία & Τέχνες*, 70, σσ. 53-58
- Μπούνια, Α., 2006. «Μουσεία και αντικείμενα, Κατασκευάζοντας τον κόσμο» Σε: Δ. Παπαγεωργίου, Ν. Μπουμπάρης & Ελ. Μυριβήλη (επιμ.) *Πολιτιστική Αναπαράσταση*. Αθήνα: Κριτική. σσ.141-164.
- Μπούνια, Α., 2004. «Τα πολυμέσα ως ερμηνευτικά εργαλεία στα ελληνικά μουσεία: γενικές αρχές και προβληματισμοί». Σε: *Μουσείο, επικοινωνία και νέες τεχνολογίες*. Πρακτικά Πρώτου Διεθνούς Συνεδρίου Μουσειολογίας, 31 Μαΐου - 2 Ιουνίου 2002, Μυτιλήνη, σσ. 17-28
- Νικονάνου, Ν., 2006. «Έκθεμα και Επισκέπτης: Μορφές Επικοινωνίας σε Εκθεσιακούς Χώρους». Σε: Δ. Παπαγεωργίου, Ν. Μπουμπάρης και Ελ. Μυριβήλη (επιμ.) *Πολιτιστική Αναπαράσταση*. Αθήνα: Κριτική. σσ. 165-185.
- Νικονάνου, Ν. & Μπούνια, Α., 2012. «Ψηφιακές εφαρμογές στα ελληνικά μουσεία: μια μουσειοπαιδαγωγική ανάλυση». *Πρακτικά 8ου Πανελλήνιου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή: Τεχνολογίες της Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος, 28-30 Σεπτεμβρίου 2012
- Οικονόμου, Μ., 2006. *Εισαγωγή: Νέες Τεχνολογίες στα Μουσεία*. Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Πολιτισμικής Τεχνολογίας και Επικοινωνίας [παρουσίαση PowerPoint]
- Οικονόμου, Μ., 2004. «Νέες Τεχνολογίες και Μουσεία: εργαλείο, τροχοπέδη ή συρμός;» *International Scientific Electronic Journal*, 1. Διαθέσιμο: <https://docplayer.gr/16196617-Nees-tehnologies-kai-moyseia-ergaleio-trohopedi-i-syruos.html>
- Οικονόμου, Μ., 2003. *Μουσείο: αποθήκη ή ζωντανός οργανισμός; : μουσειολογικοί προβληματισμοί και ζητήματα*. Αθήνα: Κριτική
- Παπαδημητρίου, Χ. Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων. Σε: Κείμενα ξενάγησης για το Κέντρο Επισκεπτών Θησείου. Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών.
- Πλακίδου, Σ.Μ., 1969. «Το Εθνικόν Αστεροσκοπείον Αθηνών και το έργο του (1842-1965)». *Τεχνικά Χρονικά*, 8 (518). σσ. 475-485
- Πλακίτση, Κ., 2011. «Η διδακτική προσέγγιση του μουσείου φυσικών επιστημών ως "γέφυρα" επιστήμης και τέχνης στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση». Σε: Δ. Καλεσοπούλου (επιμ.) *Παιδί και εκπαίδευση στο μουσείο: θεωρητικές αφητηρίες, παιδαγωγικές πρακτικές*. Αθήνα: Πατάκης
- Σολομών, Ε., 2012. «Τα μουσεία ως "αντικείμενα": αναζητώντας τρόπους προσέγγισης». Σε: Ε. Γιαλουρή (επιμ.) *Υλικός Πολιτισμός: η Ανθρωπολογία στην Χώρα των Πραγμάτων*. Αθήνα: Αλεξανδρεία. σσ.75-120.

- Στεφανίδης Κ. & Γραμμένος, Δ., 2007. «Ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών και ψηφιακής πληροφορίας σε μουσεία και εκθεσιακούς χώρους». Σε: *Νέες τεχνολογίες και μουσεία: σύγχρονες τάσεις και αντιλήψεις*. Πρακτικά ημερίδας 16 Ιουνίου 2007.
- Τζώνος, Π., 2007. *Μουσείο και νεωτερικότητα: Διαπανεπιστημιακό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών: Μουσειολογία*. Αθήνα: Παπασωτηρίου
- Τσίγκανος, Κ., Κουρουζίδης, Μ. & Χρησιτά, Ε. επιμ, 2016. *Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών: 170 χρόνια προσφοράς στην έρευνα και την κοινωνία*. Αθήνα: Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών
- Φιλιππουπολίτη, Α., 2015. «Κεφάλαιο 2: Εκπαιδευτικές θεωρίες και μουσειακή μάθηση». Σε: Ν. Νικονάνου (επιμ.) *Μουσειακή μάθηση και εμπειρία στον 21ο αιώνα*. Αθήνα: Κάλλιπος, σσ. 27-45.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

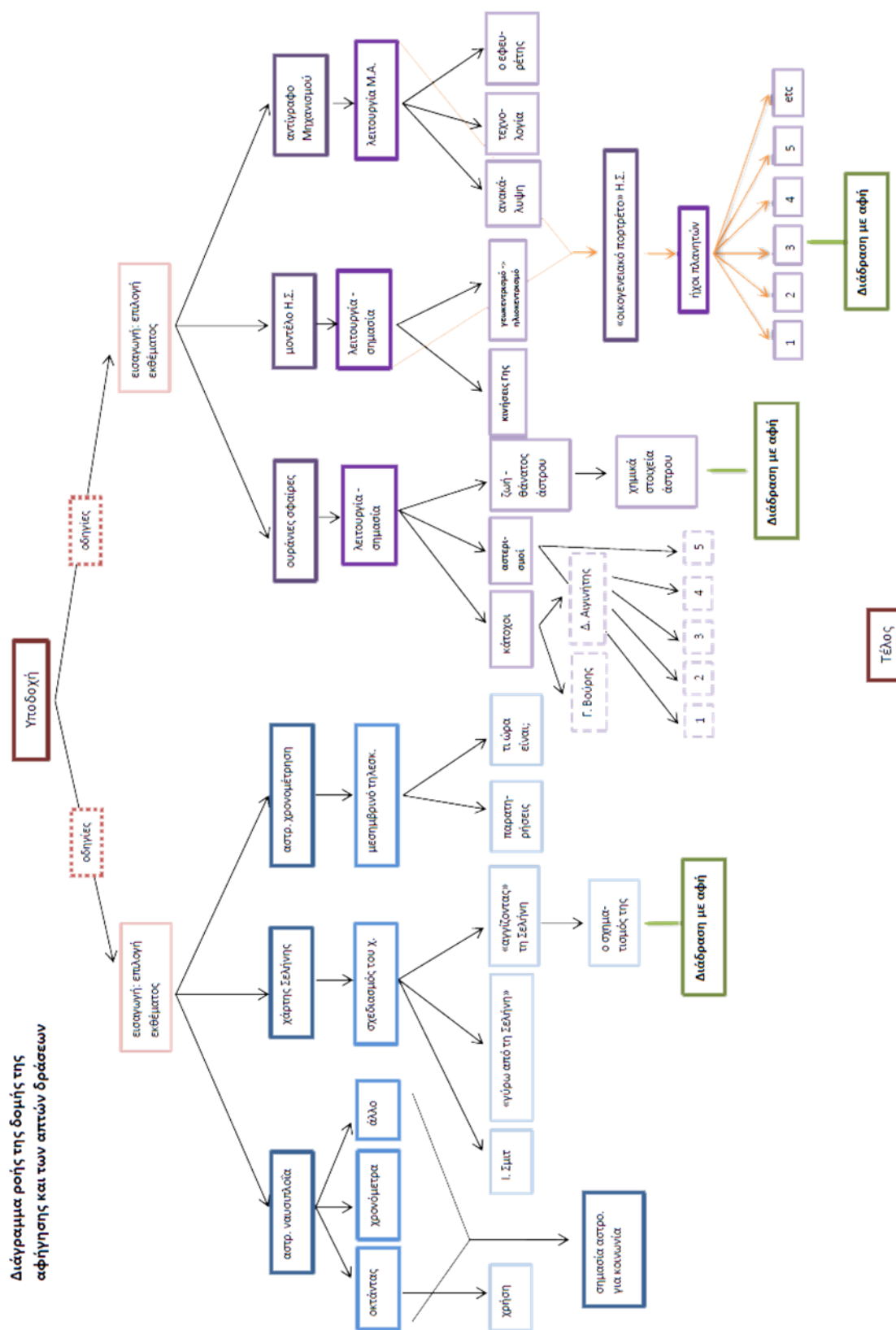
Παράρτημα Εικόνων

Εικ. 1. Μοντέλο μελέτης αντικειμένων της S. Pearce.



© Pearce, 2002

Εικ. 2 Διάγραμμα ροής της αφήγησης και των απτών διαδράσεων

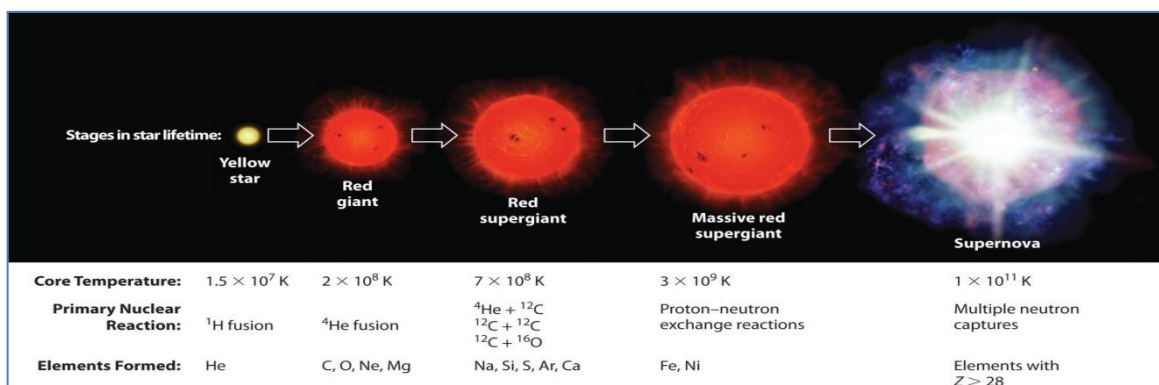




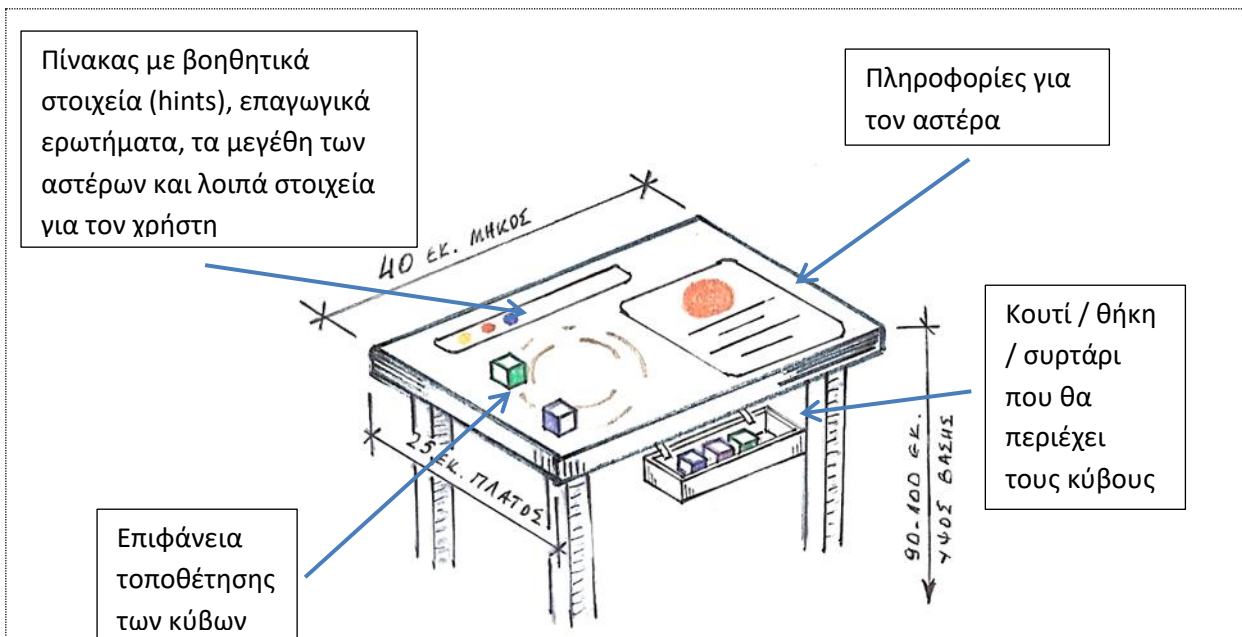
Εικ. 3. Ενδεικτικό ομοίωμα της Σελήνη



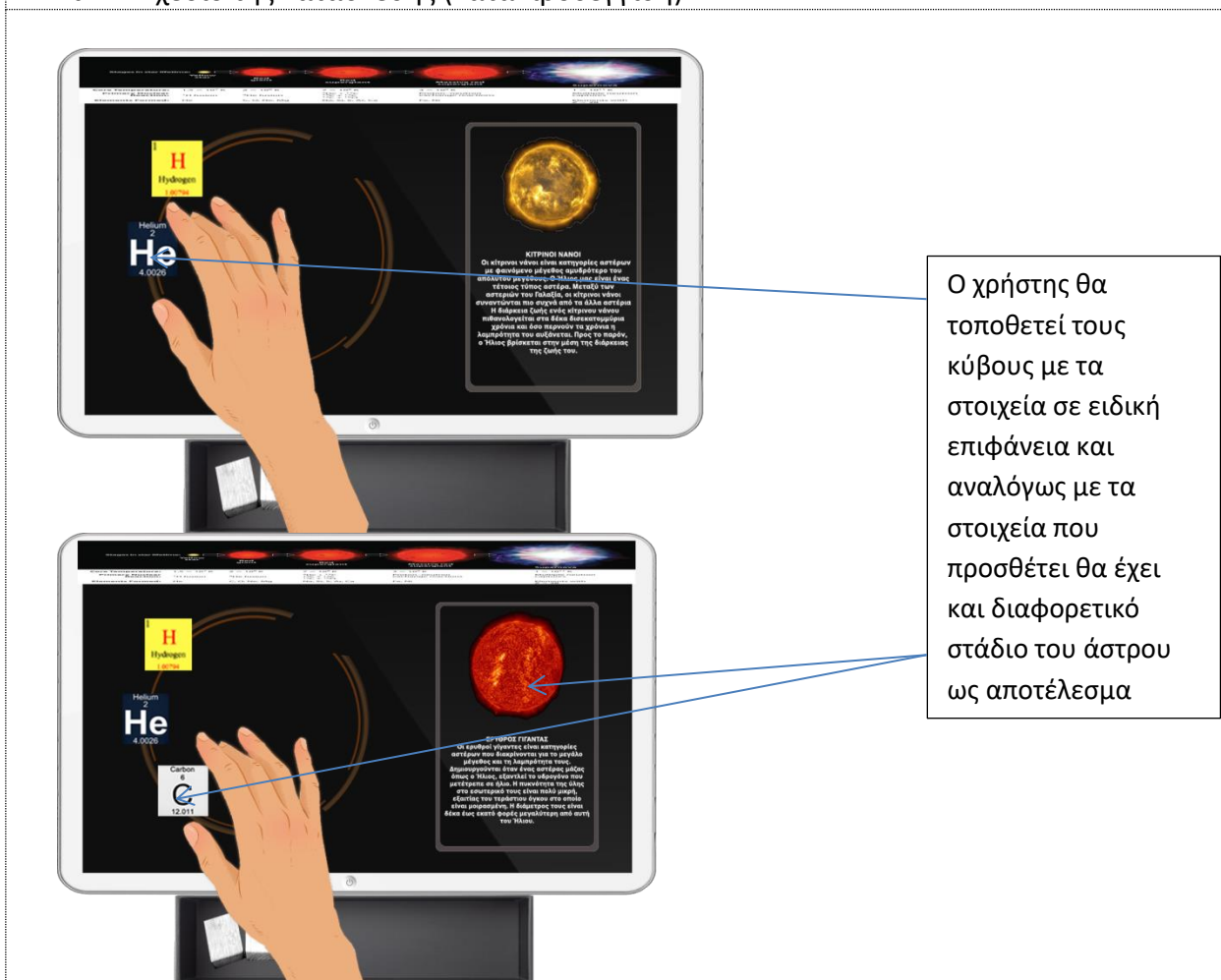
Εικ. 4 & 5. Ενδεικτική δράση με επαυξημένη πραγματικότητα που αποκαλύπτει τα μορφολογικά χαρακτηριστικά



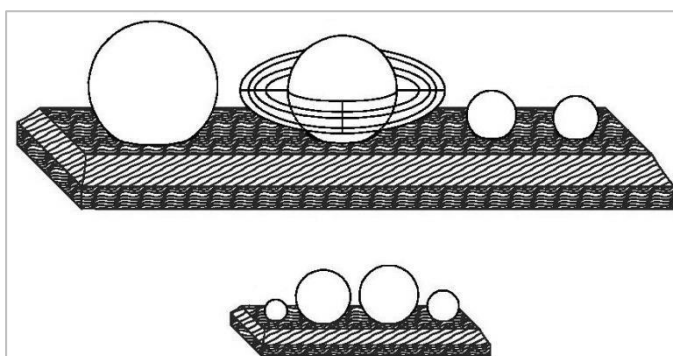
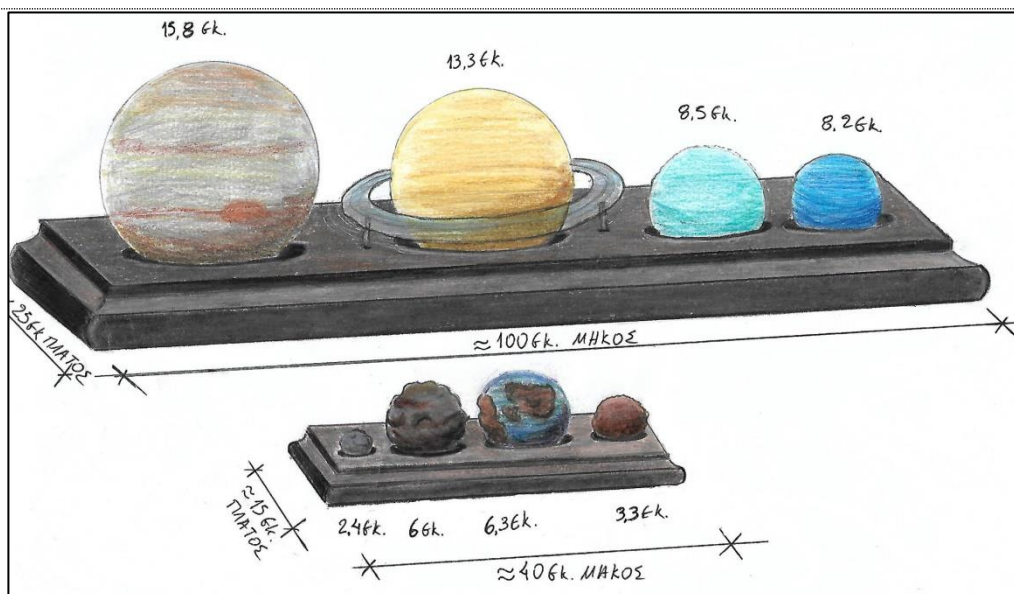
Εικ. 6. Ενδεικτικό παράδειγμα για τα hints



Εικ. 7. Σχέδιο της κατασκευής (κατά προσέγγιση)

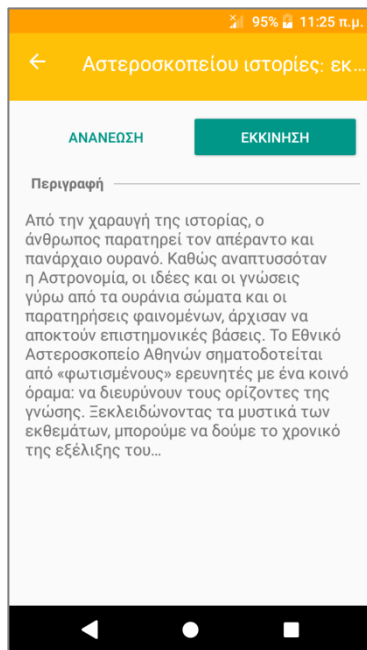


Εικ. 8 & 9. Κατόψεις της προτεινόμενης πιθανής διεπαφής και με διαφορετικά αποτελέσματα (κατά προσέγγιση)

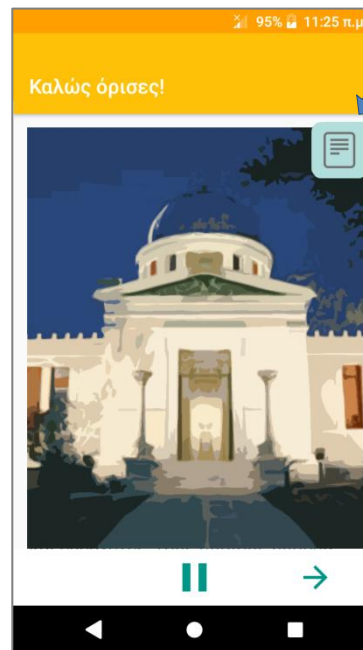


Εικ. 10, 11 & 12. Ενδεικτικό παράδειγμα για το μοντέλο με τους 8 πλανήτες που προτείνεται

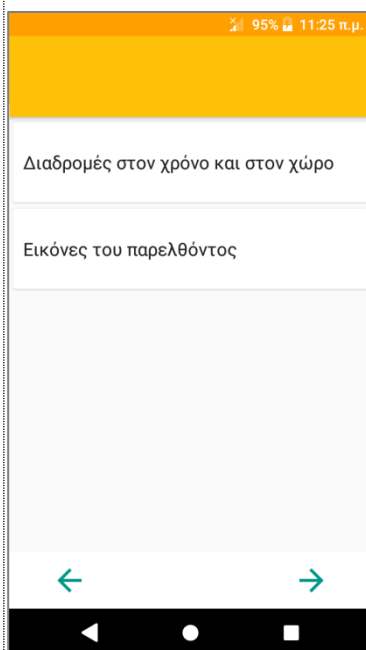
Στιγμιότυπα οθόνης στην διάρκεια χρήσης της εφαρμογής



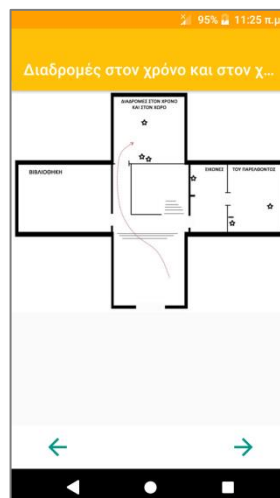
Εικ. 13. Εκκίνηση της αφήγησης



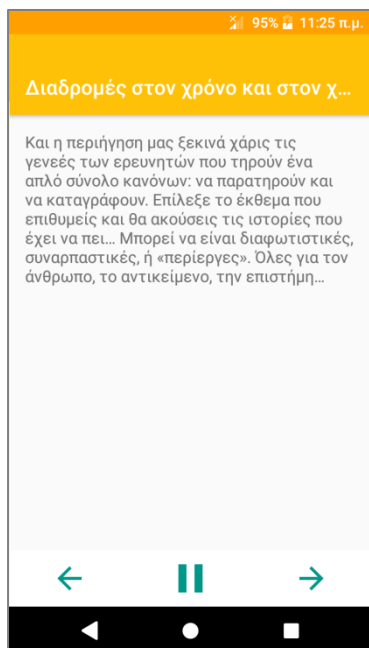
Εικ. 14 & 15. Σελίδα υποδοχής του επισκέπτη με εναλλαγή κειμένου – εικόνας



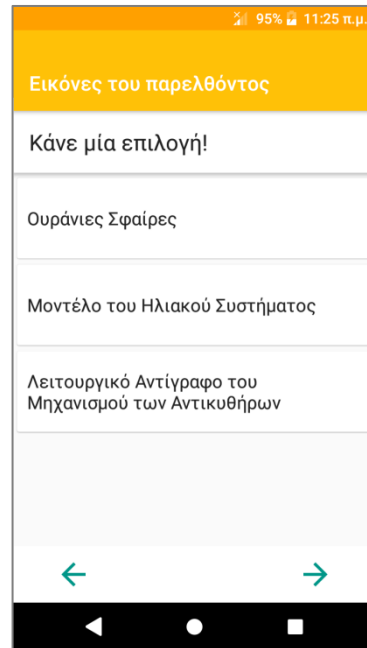
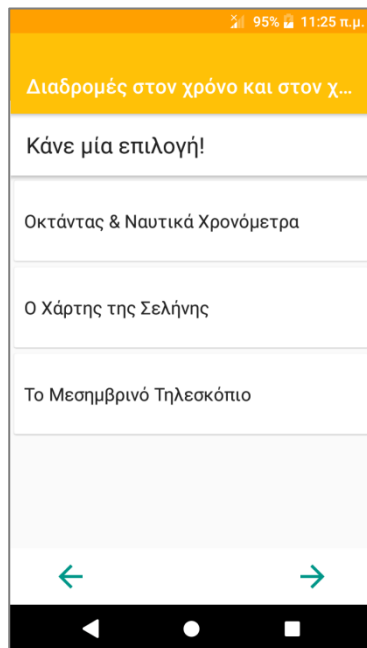
Εικ. 16. Σελίδα επιλογών



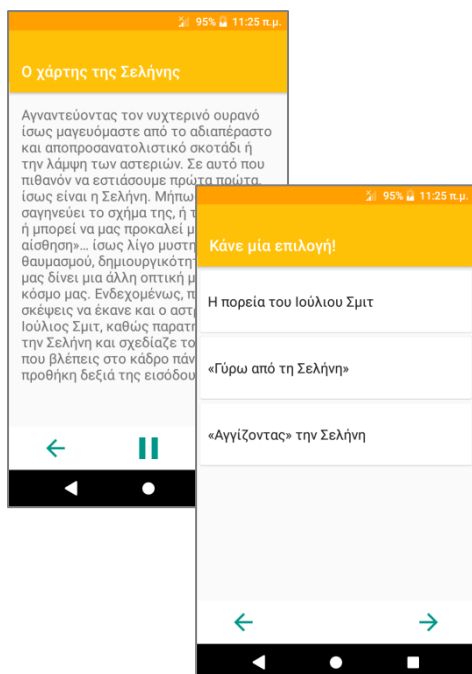
Εικ. 17 & 18. Σελίδες με ενδείξεις προς τις αίθουσες



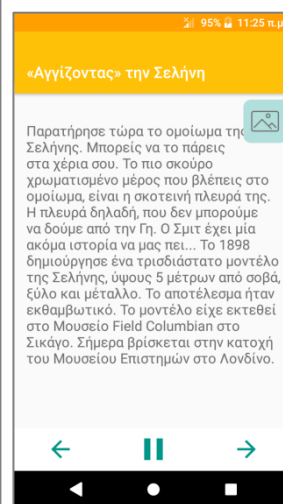
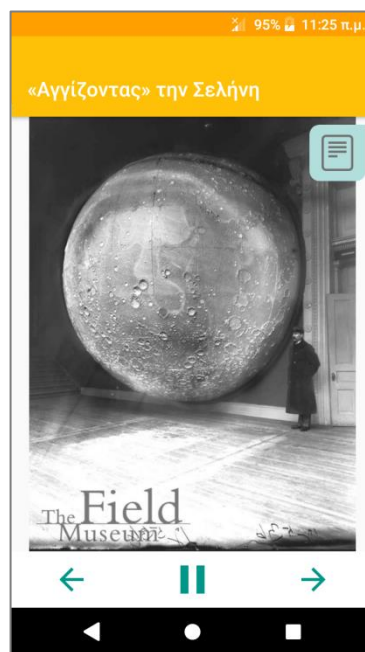
Εικ. 19. Σελίδα εισαγωγής σε κάθε αίθουσα



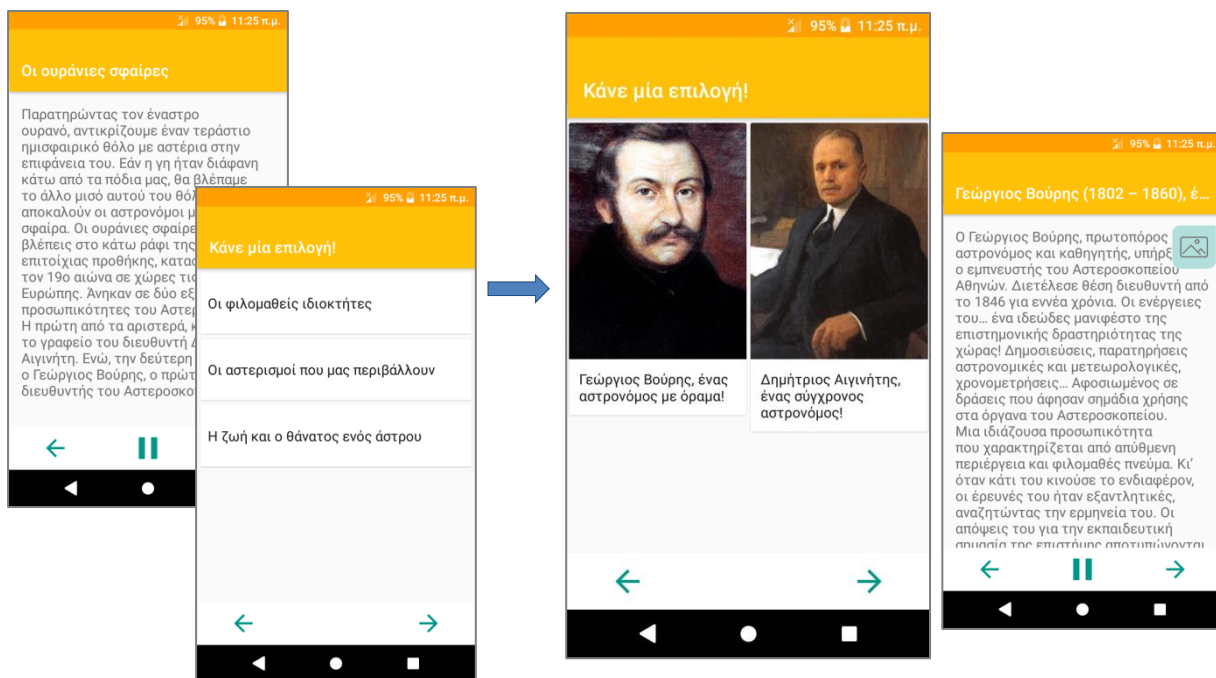
Εικ. 20 & 21. Σελίδες επιλογών που αντιστοιχούν στις δύο αίθουσες



Εικ. 22 & 23. Σελίδα «Ο Χάρτης της Σελήνης» και σελίδα υπο-επιλογών

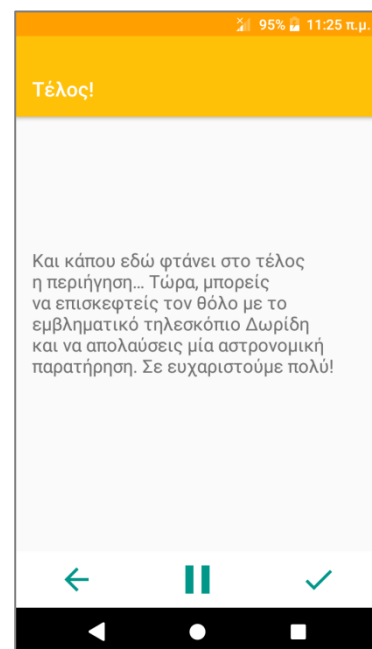


Εικ. 24 & 25. Σελίδα «Αγγίζοντας την Σελήνη», με εναλλαγή κειμένου – εικόνας



Εικ. 26 & 27. Σελίδα «Ουράνιες Σφαίρες» και σελίδα υπο-επιλογών

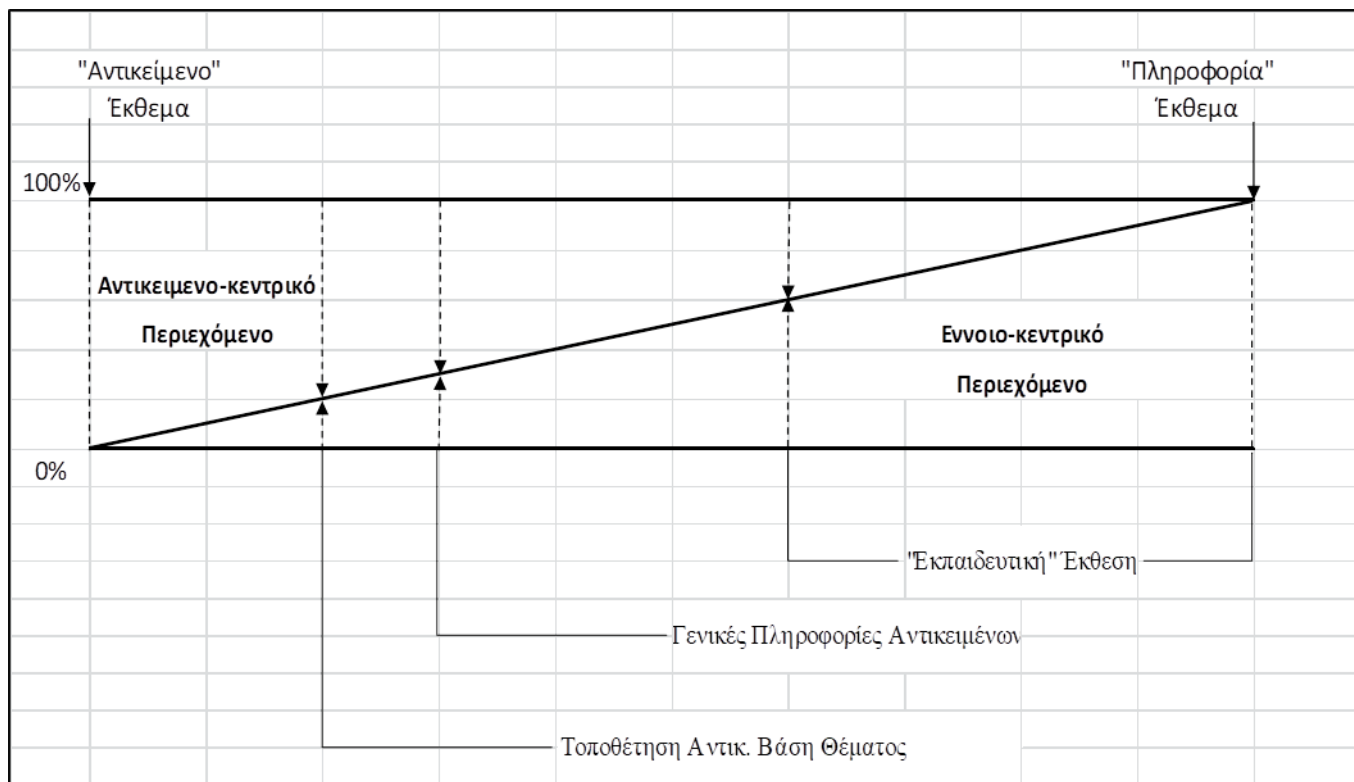
Εικ. 28 & 29. Σελίδα υπο-επιλογών και αφηγηματικό περιεχόμενο μετά την επιλογή



Εικ. 30. Τέλος της αφήγησης

Διάγραμμα εκθεσιακού περιεχομένου κατά ερμηνευτική προσέγγιση

Το διάγραμμα εκφράζει τη σχέση αντικείμενου – πληροφορίας σε εκθέσεις. Στο ένα άκρο βρίσκονται οι καθαρά αντικείμενο-κεντρικές εκθέσεις και στο άλλο οι απολύτως έννοιο-κεντρικές. Η διαγώνια ευθεία συμβολίζει τη σχετική κυριαρχία των δύο πτυχών.



© Dean, 2002

Παράρτημα 1 Ερωτηματολογίων

Ερωτηματολόγιο διαμορφωτικής αξιολόγησης της εμπειρίας, απευθυνόμενο σε στελέχη του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών.

Διδρυματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Μουσειακές Σπουδές»

Πρόταση για δημιουργία πολύ-αισθητηριακής εμπειρίας στο Μουσείο Γεωαστροφυσικής:
διαμορφωτική αξιολόγηση των πρωτοτύπων

συμφωνώ
μάλλον συμφωνώ
ούτε, ούτε
μάλλον διαφωνώ
διαφωνώ

1. Η αφήγηση είναι πρωτότυπη, ενδιαφέρον					
2. Η διάρκεια της αφήγησης είναι μεγάλη					
3. Η αφήγηση έχει συνέπεια και σύνδεση με τα εκθέματα					
4. Η αφήγηση κάνει αντιληπτά τα βαθύτερα νοήματα της ερμηνείας των εκθεμάτων					
5. Η εφαρμογή θα ενισχύσει τα εκθέματα					
6. Η εφαρμογή θα διευκολύνει μία αυτόνομη κίνηση στον χώρο					
7. Ο επισκέπτης έχει ενεργό ρόλο μέσα από την εφαρμογή					
8. Ο επισκέπτης αντιλαμβάνεται το νόημα ύπαρξης του Μουσείου μέσα από την εφαρμογή					
9. Οι απτές δράσεις θα ενισχύσουν τα εκθέματα					
10. Οι απτές δράσεις θα αναπτύξουν μία βιωματική εμπειρία					

Παράρτημα 2 Ερωτηματολογίων

Ερωτηματολόγιο διαμορφωτικής αξιολόγησης της εμπειρίας απευθυνόμενο σε χρήστες της εφαρμογής και των απτών διαδράσεων.

Διδρυματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Μουσειακές Σπουδές»

Πρόταση για δημιουργία πολύ-αισθητηριακής εμπειρίας στο Μουσείο Γεωαστροφυσικής
Διαμορφωτική αξιολόγηση των πρωτοτύπων

Σκοπός: Η παρούσα αξιολόγηση διερευνά τις απόψεις των συμμετεχόντων πάνω στο περιεχόμενο της εφαρμογής ψηφιακής αφήγησης για κινητά και τις προτάσεις για απτές διαδράσεις στο Μουσείο Γεωαστροφυσικής. Στην αξιολόγηση αυτή θα σας ζητηθεί να συμμετάσχετε σε μία ομάδα εστίασης και να απαντήσετε σε δομημένες και ανοιχτές ερωτήσεις.

Συγκατάθεση για συμμετοχή

☐ Αναγνωρίζω τα δικαιώματά μου ως συμμετέχοντα στην αξιολόγηση, όπως περιγράφονται παρακάτω. Αναγνωρίζω ότι η συμμετοχή μου είναι πλήρως εθελοντική.

Επιλέξτε **ένα** από τα παρακάτω:

- ☐ Συμφωνώ στην χρήση φωτογραφιών στα πλαίσια δημοσίευσης της αξιολόγησης.
- ☐ Συμφωνώ στην χρήση φωτογραφιών στα πλαίσια δημοσίευσης της αξιολόγησης, **υπό την προϋπόθεση** ότι τα χαρακτηριστικά θα αλλοιωθούν.
- ☐ Δεν συμφωνώ στην χρήση φωτογραφιών στα πλαίσια δημοσίευσης της αξιολόγησης.

Οι απόψεις και τα δεδομένα κατά την διεξαγωγή της ομάδας εστίασης θα παρατεθούν ανώνυμα στην δημοσίευση της αξιολόγησης!

Ονοματεπώνυμο:.....

Υπογραφή:..... Ημερομηνία:.....

Σας ευχαριστούμε για τον πολύτιμο χρόνο σας και εκτιμούμε την συμμετοχή σας στην αξιολόγηση!

ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ:**Ηλικία:** 18-25 ☐ 26-35 ☐ 36-45 ☐ 46-55 ☐ 56-65 ☐ 66+ ☐**Σπουδές:** Απόφοιτος Δημοτικού ☐ Απόφοιτος Γυμνασίου ☐ Απόφοιτος Λυκείου ☐Πτυχιούχος ΑΕΙ ☐ Πτυχ. ΤΕΙ ☐ Πτυχ. Επαγγελματικής Σχολής ☐Κάτοχος ΜΔΕ ☐ Κάτοχος Διδακτορικού ☐ Καμία Εκπαίδευση ☐**Επαγγελματική απασχόληση:****Φύλο:** Άνδρας ☐ Γυναίκα ☐

1. Έχετε ξανά επισκεφθεί το Μουσείο Γεωαστροφυσικής;

ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ ☐

2. Αξιολογήστε τα παρακάτω με βάση την κλίμακα:

1= καθόλου 2= λίγο 3= μέτρια 4= πολύ 5= πάρα πολύ NA= δεν γνωρίζω/ δεν απαντώ

Οι αφηγήσεις έχουν:	1	2	3	4	5	NA
Συνέπεια και σύνδεση με τα εκθέματα						
Σαφές νόημα						
Διάρθρωση (αρχή – μέση – τέλος)						
Ομαλή μετάβαση μεταξύ των επί μέρους θεμάτων						
Πρωτοτυπία						
Εκτεταμένη χρονική διάρκεια						
Σωστό ρυθμό						
Το περιεχόμενο των αφηγήσεων:						
Είναι εκτενές						
Είναι κουραστικό						
Είναι κατανοητό						
Είναι πολύπλοκο						
Είναι φορτωμένο με επιστημονική πληροφορία						
Οι λέξεις δεν είναι ιδιαίτερα περιγραφικές						
Η γλώσσα και το ύφος είναι ακατάλληλα						
Οι απτές διαδράσεις:						
Θα αποσπούν την προσοχή						
Θα προκαλούν το ενδιαφέρον						
Θα είναι απαραίτητες για μία βιωματική εμπειρία						
Δεν καταλαβαίνω την σύνδεση με το έκθεμα						
Η συνολική μουσειακή εμπειρία:						
Είναι ενδιαφέρουσα, εκπαιδευτική και συμμετοχική						
Η εμπειρία με βοήθησε να μάθω κάτι καινούργιο σχετικά με το Εθνικό Αστεροσκοπείο ή/και τις προσωπικότητες που σχετίζονται με αυτό						

3. Αναφέρετε τρία πράγματα που δεν σας άρεσαν στην εμπειρία.

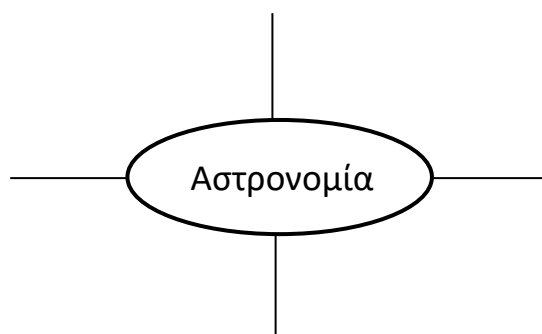
4. Αναφέρετε τα τρία πράγματα που σας άρεσαν περισσότερο στην εμπειρία.

5. Ποιά ήταν τα πιο ενδιαφέροντα θέματα που ακούσατε/ μάθατε;

6. Ποιες έννοιες/ λέξεις σας έρχονται στο μυαλό, μέσα από την αφήγηση, για το Εθνικό Αστεροσκοπείο;



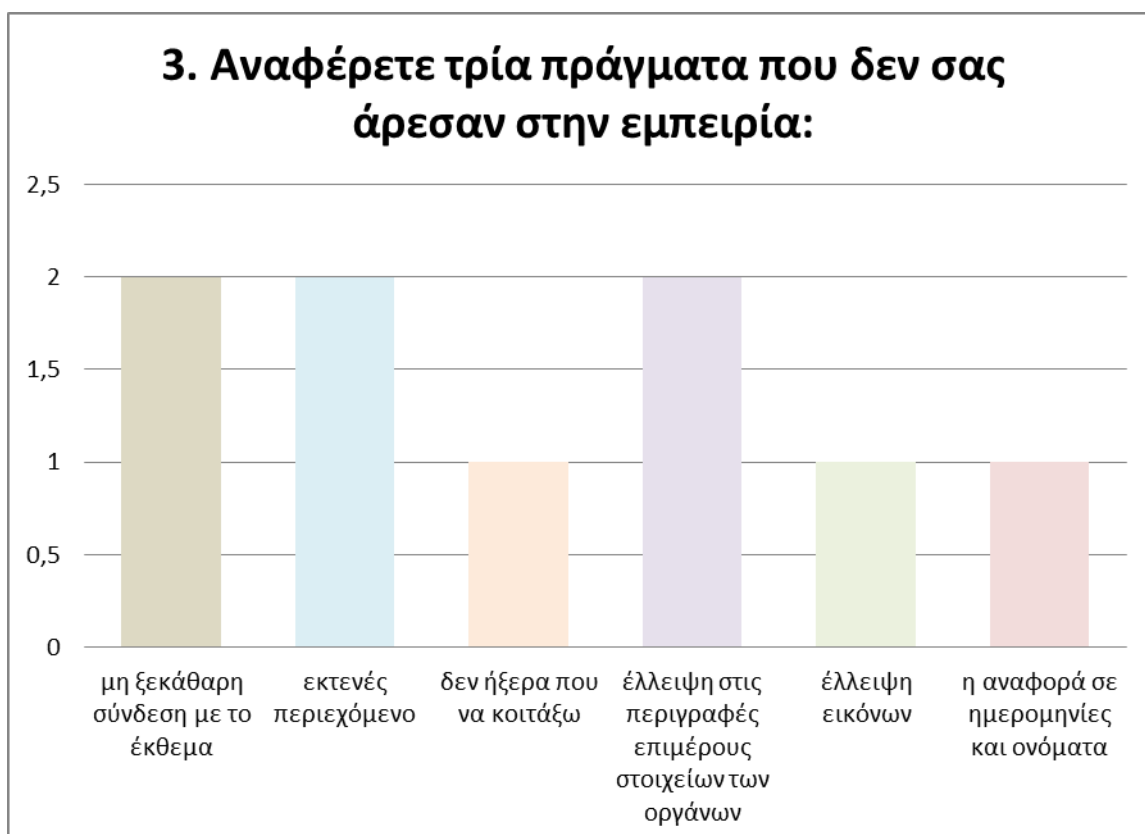
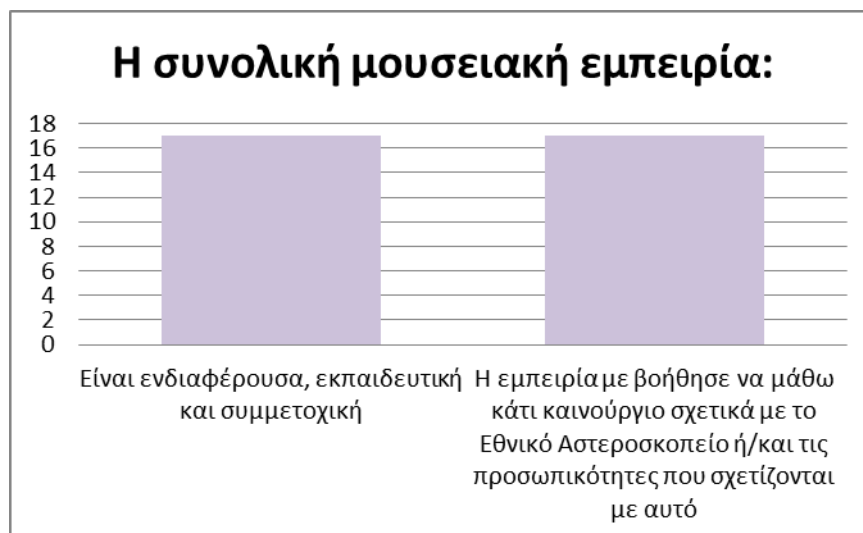
7. Ποιες έννοιες/ λέξεις σας έρχονται στο μυαλό, μέσα από την αφήγηση, για την Αστρονομία.



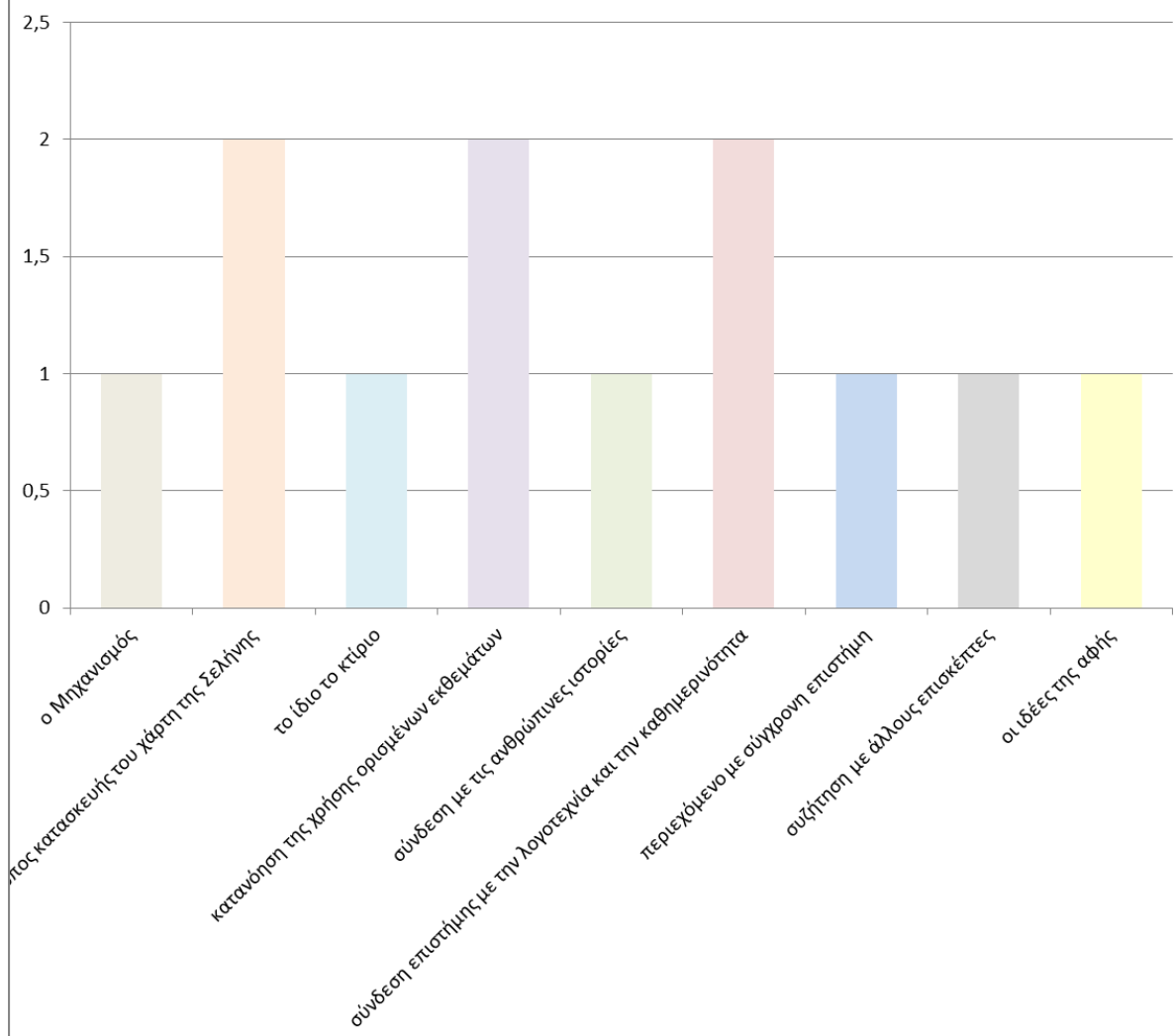
Γραφήματα των αποτελεσμάτων από την διαμορφωτική αξιολόγηση

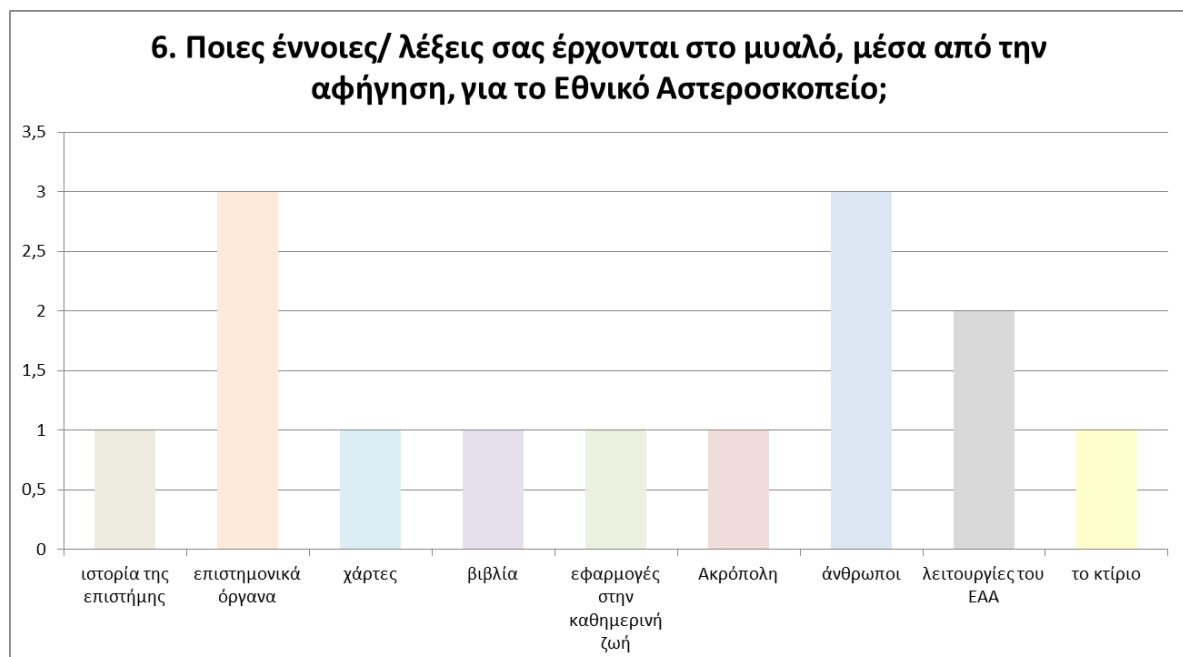
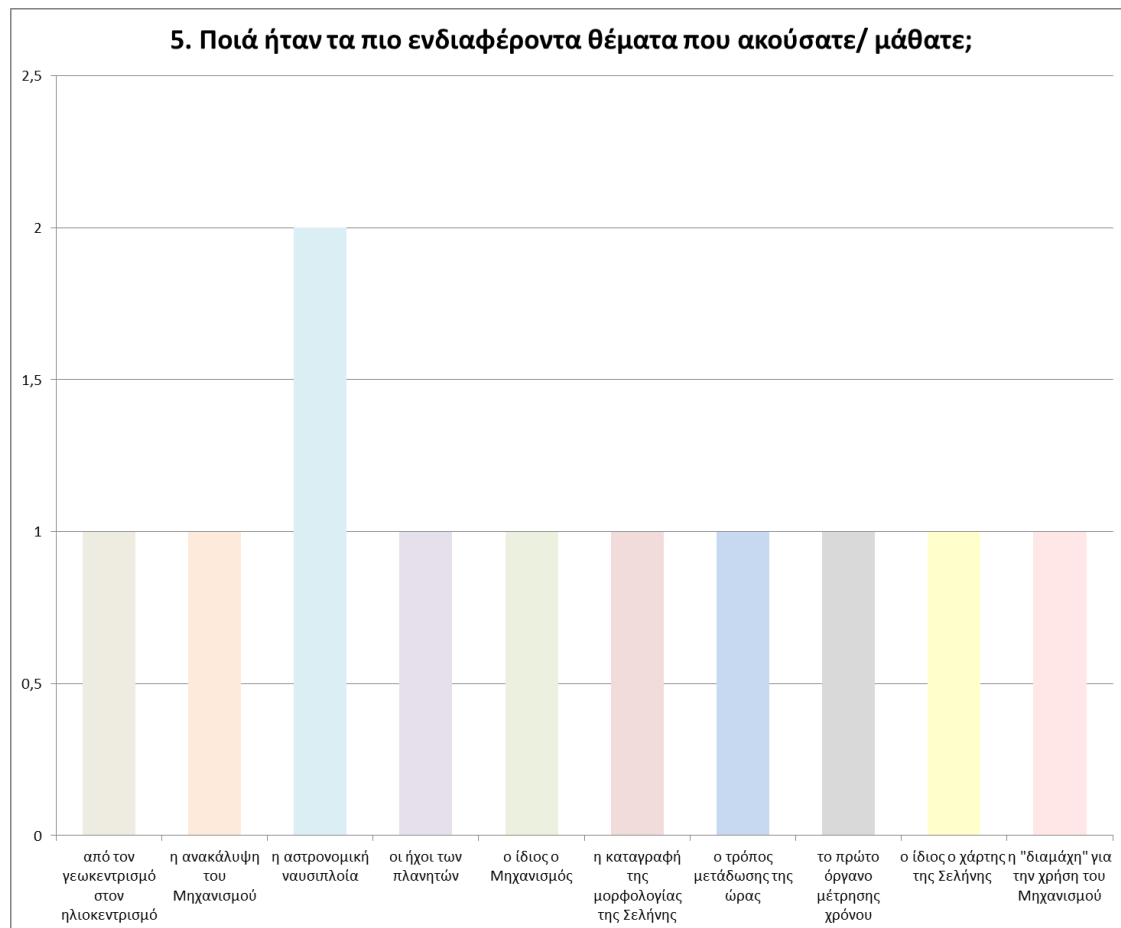
Από τη δεύτερη φάση της διαμορφωτικής αξιολόγησης:



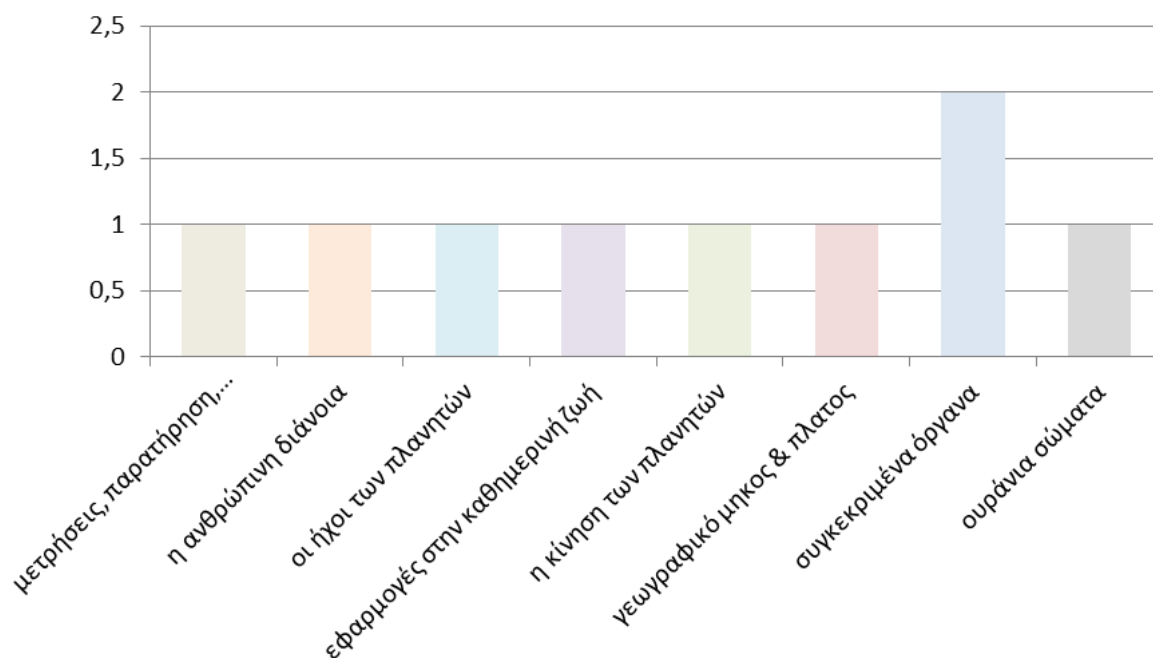


4. Αναφέρετε τα τρία πράγματα που σας άρεσαν περισσότερο στην εμπειρία:

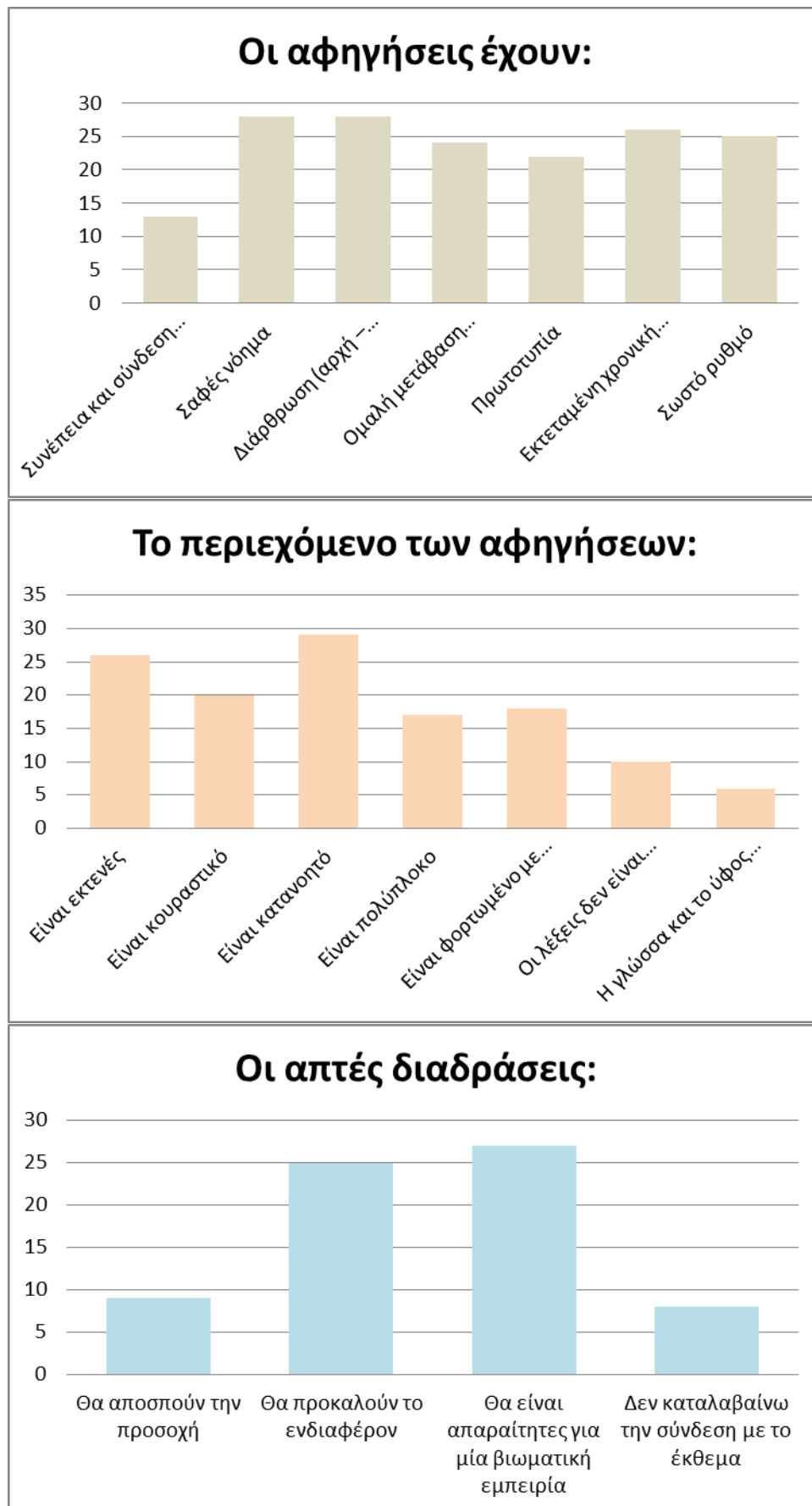


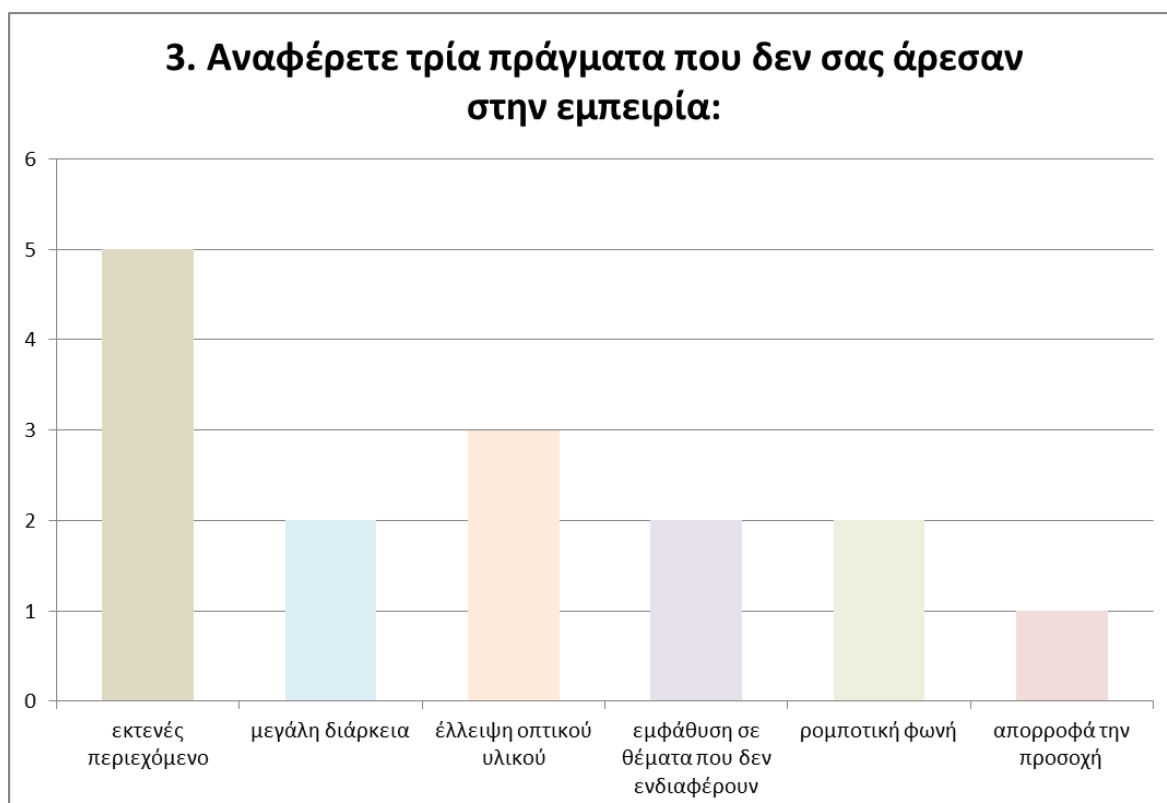
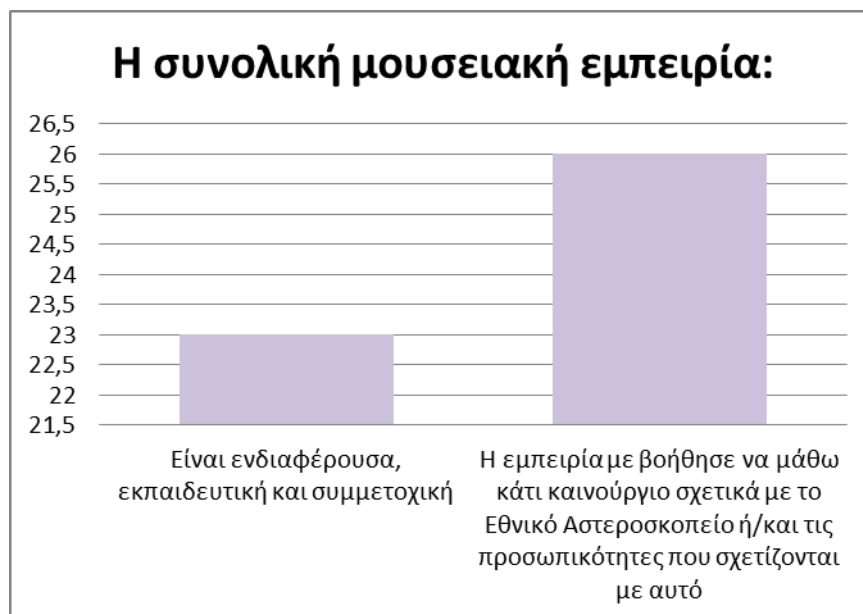


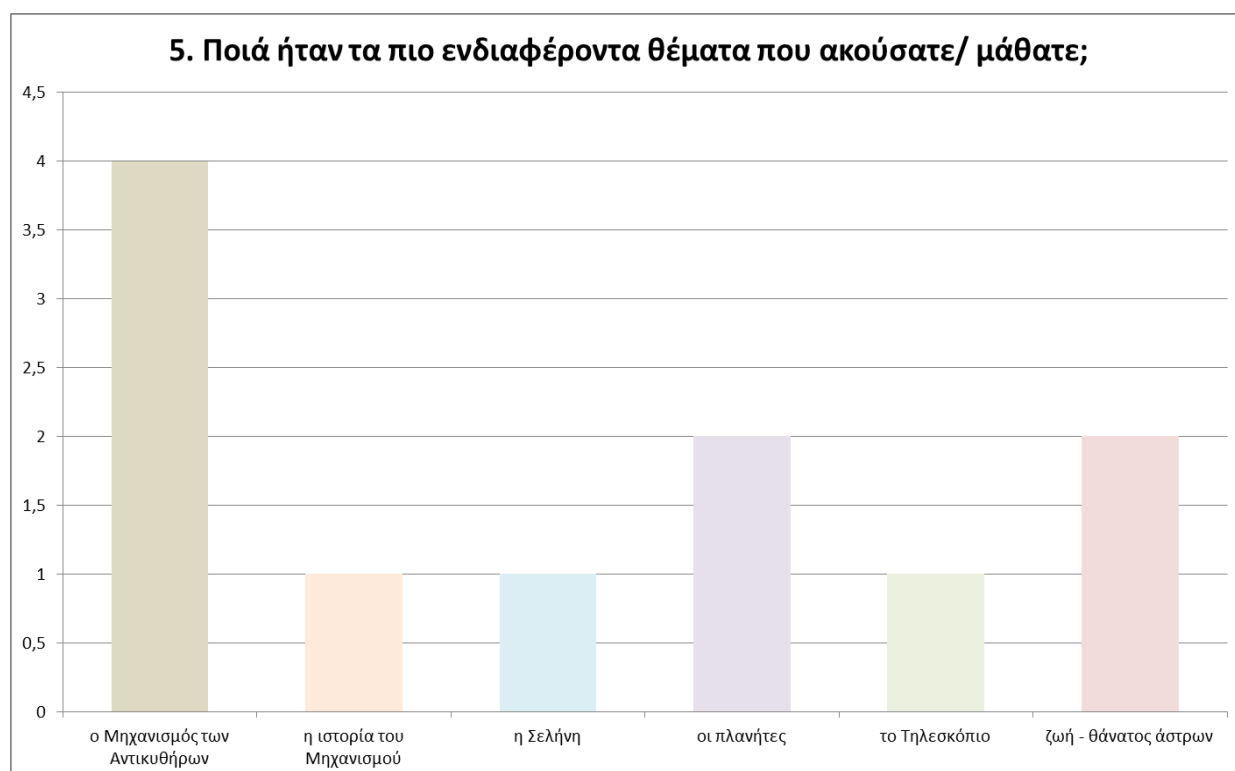
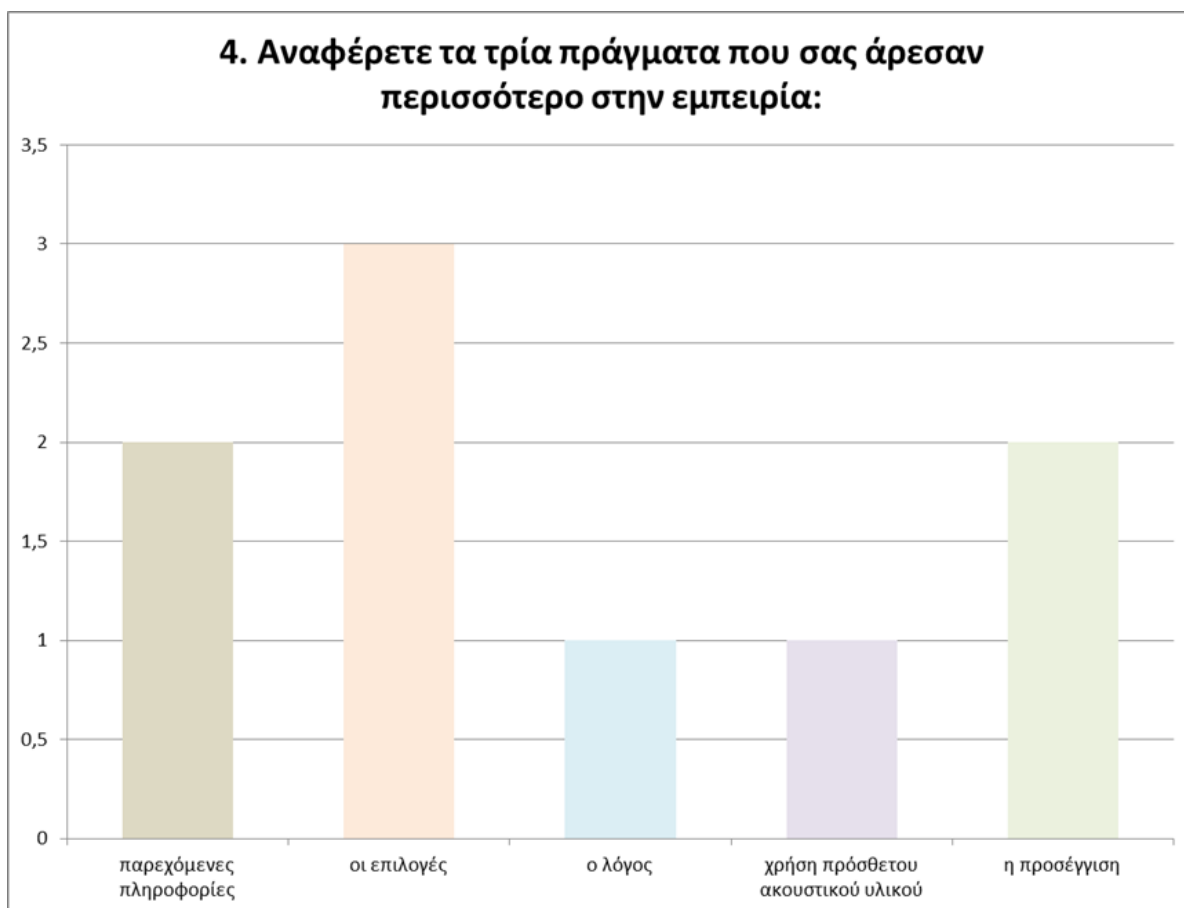
7. Ποιες έννοιες/ λέξεις σας έρχονται στο μυαλό, μέσα από την αφήγηση, για την Αστρονομία;

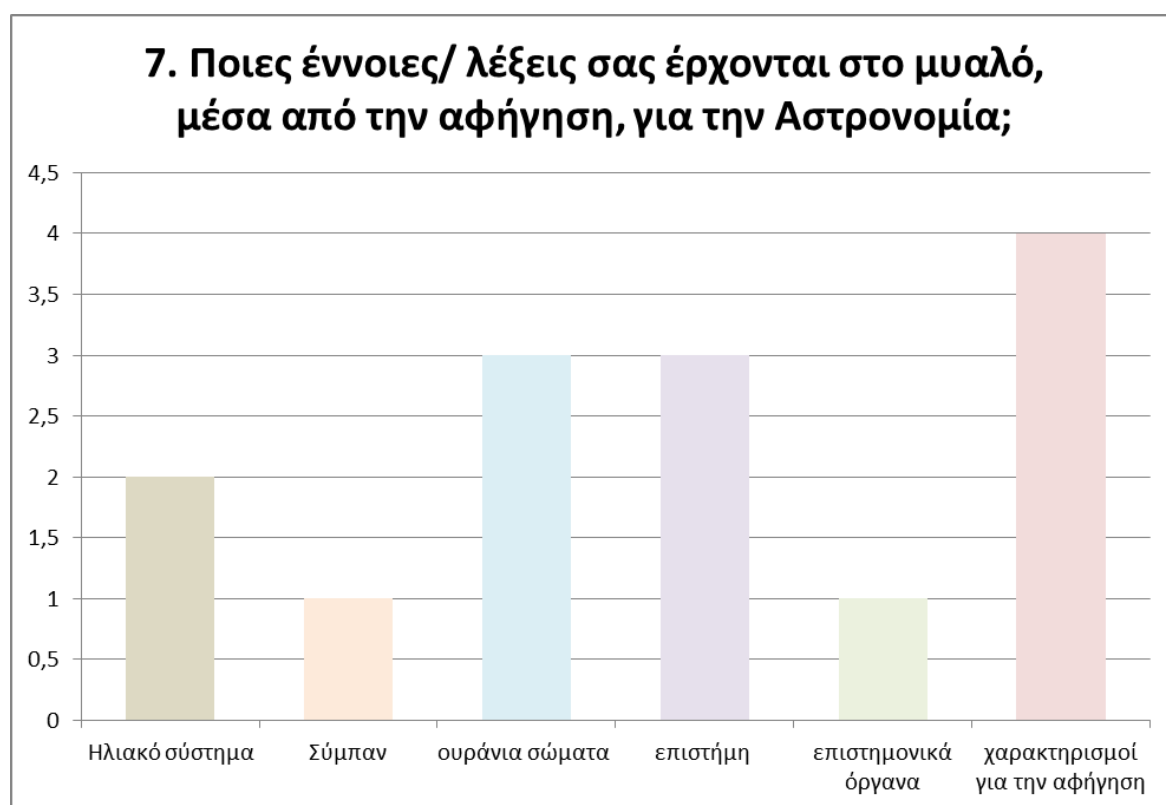
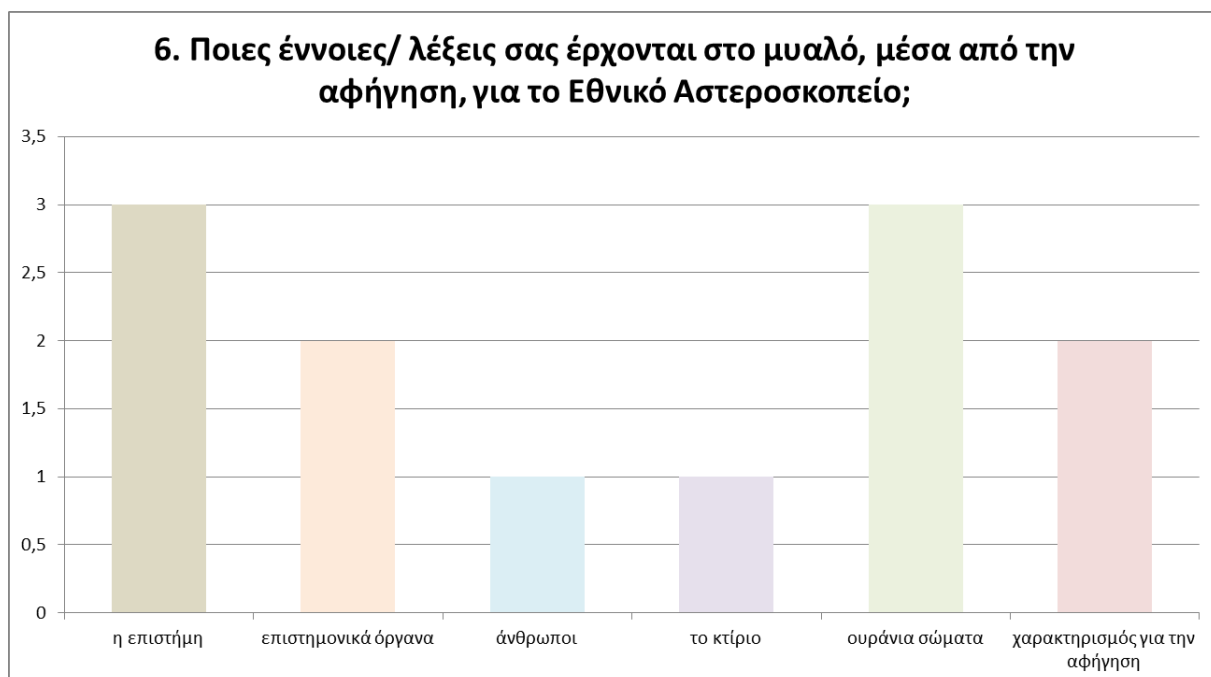


Από τη τρίτη φάση της διαμορφωτικής αξιολόγησης:









FRAMEWORK

Assessing Excellence in Exhibitions from a Visitor-Centered Perspective

Use this Framework to talk with your peers about excellence
and improve your professional practice.



First Meeting

Gather a team of six to 10 museum professionals and meet for at least two hours to become familiar with the Framework and to come to a common understanding of procedures before judging an exhibition.

You will be rating and discussing an exhibition regarding its level of achievement for four different **Criteria**. Is the exhibition:

Comfortable? Engaging? Reinforcing? Meaningful?

1. Comfortable

An excellent exhibition helps the visitor feel comfortable—physically and psychologically. Good comfort opens the door to other positive experiences. Lack of comfort prevents them.

2. Engaging

An excellent exhibition is engaging for visitors. It entices them to pay attention. Engagement is the first step toward finding meaning.

3. Reinforcing

In an excellent exhibition, the exhibits provide visitors with abundant opportunities to be successful and to feel intellectually competent—beyond the “wow” of engagement. In addition, the exhibits reinforce each other, providing multiple means of accessing similar bits of information that are all part of a cohesive whole. Visitors are confidently on their way to having meaningful experiences.

4. Meaningful

An excellent exhibition provides personally relevant experiences for visitors. Beyond being engaged and feeling competent, visitors find themselves changed, cognitively and affectively, in immediate and long-lasting ways.

Ratings are based on two different kinds of data:

Call-outs: your experiences in the exhibition as a visitor

Aspects: the evidence you found that supported each Criterion

At the end of the first meeting, pick an exhibition to visit.

Exhibition Title Ενδεδειγμένος χώρος Μουσείο Γεωγραφικών

Institution Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο Your initials D.T. Date of Visit 21/03/2019

2

Create Call-outs

Visit the exhibition by yourself. Keep notes about your experience in the form of sentences with feeling verbs—your thoughts, feelings and responses as you experience the exhibition as a visitor. These are your Call-outs.

αποσπασμένος φωτοφός

υπαία-εχάρωση ~ χωρήσθαι οργάνωση

κατανόηση η λογική της ενδεικτικής διατάξης

αρκετά ερμηνευτικά τα ερμηνευτικά βιβλία* (με λίγες εξαίρεσεις)
~ είναι και σε αγγικά → εμπνευσμένη απόφαση με διαφωτισμό
υπόβαθρο (κοινωνικό)

! είναι αρκετά "διαλογικιστικά" και περιεχόμενο πληροφοριακά
είναι "λίγο" / πολλά ~ και ο λόγος ενίοτε ~ διδακτικός
χαρακτήρας ~

ενδεικτική διατάξη: αρκετά καλή, αν και βιομηχανική
αίτη στο αυτακείμενο-κείμενο γράφα

ο εμπειρικός αφοδότης τον ιστορικό χαρακτήρα της βιβλιοθήκης

οι ιστορίες γυρίζουν προς την εμπειρική περιοχή ~ το βιβλίο ~ δίνουν
ένα εχάρωση αίσθηση

* είναι λίγο κείμενα και κάποιες φωτογραφίες ~ βίντεο

Call-outs Continued

ο καθρέπτης των προτύπων σε οφέλη συνοφείει την
εργασία

μετά προβλήματα εργασίας στην αναζήτηση κεφαίων
σε ψηλά ράφια → το ίδιο και για οριζόντια
ενδείξεις

Πρέπει το νοήσιμο πλάτος της έκθεσης :

π.χ. ενδεύεται όλα τα ακαδέσμευτα τηλεβίονα
σε κάποιο χρόνο ;

υπάρχουν αντικ. που "ενοχλούν" μεταξύ τους ;

Πρέπει η "απόδοση της κορύφωσης" ~ η εφηνωμένη ορατότητα
↓
δω έχει αρχή - μέση - τέλος

③ Assess the Aspects

After visiting, leave the exhibition and then assess the Aspects—the evidence defining each Criterion—listed below. Using your Call-outs as a reference, think about to what degree each Aspect was appropriately present or not present in the exhibition. Using the following guidelines, put pluses and minuses in the right-hand columns.

++ Excellent, a wonderful example	— Not quite there	NA Does not apply (Not all Aspects apply to all exhibitions.)
+ A good example	-- Self-defeating	

1. Aspects of Comfortable	
a. Physical and conceptual orientation devices were present.	—
b. There were convenient places to rest.	NA
c. The lighting, temperature, and sound levels were appropriate.	+
d. Everything was well-kept, functioning, and in good repair.	+
e. There was a good ergonomic fit. Exhibit elements could be read, viewed and used with ease. (people kept, saw, understood, enjoyed)	+
f. Choices and options for things to do were clear. Visitors were encouraged to feel in control of their own experiences.	NA
g. Authorship, biases, intent, and perspectives of the exhibition were revealed, identified, or attributed. The exhibits reveal who is talking, fact from fiction or opinion, the real from the not real.	+
h. The exhibition welcomed people of different cultural backgrounds, economic classes, educational levels, and physical abilities.	+

2. Aspects of Engaging	
a. The physical environment looked interesting and invited exploration.	+
b. Exhibits caught my attention and enticed me to slow down, to look, interact, and spend time attending to many elements.	+
c. Exhibits were fun—pleasurable, challenging, amusing, intriguing, and intellectually or physically stimulating.	+
d. Exhibit components encouraged and promoted social behaviors. Exhibits encouraged visitors to call one another over, read out loud, point at, and converse about the exhibit material.	NA
e. Experiences came in a variety of formats (e.g., graphics, text, objects, AV, computers, living things, models, phenomena) and a variety of sensory modalities—sight, sound, motion, touch, etc.	—
f. Regardless of a visitor's prior knowledge or interests, there were interesting things to do.	+

3. Aspects of Reinforcing	
a. The exhibition was not overwhelming. There were "just enough" things to do.	+
b. Challenging or complex exhibit experiences were structured so that visitors who tried to figure them out were likely to say, "I got it," and feel confident and motivated to do more. (Don't expect a lot of people to get it.)	—
c. The presentation had a logic. It held together intellectually in a way that was easily followed and understood.	+
d. The information and ideas in different parts of the exhibition were complementary and reinforced each other.	—
e. The exhibit built on itself.	NA

4. Aspects of Meaningful	
a. Ideas and objects in the exhibition (natural specimens, living collections, cultural artifacts, demonstrations, and activities) were made relevant to and easily integrated into the visitors' experience, regardless of their levels of knowledge or motivation.	+
b. The exhibition made a case that its content had value. The material was timely, important, and resonated with the visitors' values. Meaning is the "so what."	+
c. The exhibition content touched on universal human concerns and didn't shy away from deep or controversial issues.	—
d. The exhibit experience promoted change in people's thinking and feeling, even transcendence. Exhibits gave visitors the means to make generalizations, change beliefs and attitudes, and/or take action.	—

4

Rate the Criteria

To what extent did you think each Criterion was likely to be experienced in the exhibition?

Assign a rating level (1-6) to each Criterion.

Level 1 Excellent—Consistently good Aspects (+’s), with many excellent (++’s)

Level 2 Very Good—Consistently good Aspects (+’s) with very few or no misses (—’s)

Level 3 Good—Mostly good Aspects (+’s), but with some misses (—’s)

Level 4 Acceptable—A balance between good Aspects (+’s) and missed Aspects (—’s), or a few noteworthy things

Level 5 Misses Opportunities—Mostly missed Aspects (—’s), but there may be a few good Aspects (+’s)

Level 6 Counterproductive—Mostly self-defeating (— —’s), with many missed Aspects (—’s)

Using the evidence of your Call-outs and Aspects, write a Rationale for your rating.

1. Comfortable

Level
3

Rationale: Η έκθεση παρέχει ένα ευχάριστο περιβάλλον (φωτισμός - θοισμός - χρώμα - τα ενδιαφέροντα), ωστόσο η έλλειψη ενημέρωσης δεν βοηθά στην αυτονόμη περιήγηση και τον προσανατολισμό των επισκεπτών.

2. Engaging

Level
4

Rationale: Τα ενδιαφέροντα από βίντα τους κρατάνε την προσοχή, ωστόσο τα κείμενα είναι περιβόητο υπερφορτωμένα, παρά ελαττωμένα και δεν έχουν επιπλέον πληροφορίες.

3. Reinforcing

Level
4

Rationale: Η έκθεση αναδεικνύει ένα θέμα, αν και η έλλειψη πληροφοριών για ορισμένα ενδιαφέροντα αφήνει "κενό" και δεν αναδεικνύονται οι επιμέρους σχέσεις μεταξύ των αυτών.

4. Meaningful

Level
5

Rationale: Η έκθεση διαφέρει ηθικά από τα άλλα και αν και τα ιστορικά στοιχεία, είναι ένα εφελκυστικό εργαλείο που θα αναδεικνύει ένα σύγχρονο τρόπο αρίστης Παιδείας να δείνει το βιοεπιστημονικό σκεπτικό.

5

Assessment Comparison Meeting

Allow at least two hours for the follow-up meeting. Start by recording everyone's ratings in the chart below.

Criteria Level Ratings Summary

Judge's Initials	Comfortable	Engaging	Reinforcing	Meaningful
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				

Any Strong Disagreements?

Discuss areas of greatest disagreement among the ratings above. Why do you disagree?

Recording Consensus

Discuss, then list, specific features, experiences, or feelings about the exhibition—both positive and negative—that you ALL agree on.

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

Social Moderation

After all the discussions, did anyone want to modify his or her ratings? If so, alter the ratings in the chart above.

Congratulations! You are now an Excellent Judge!



This project was supported in part by the National Science Foundation.

Opinions expressed are those of the authors and not necessarily those of the Foundation.

© 2005 Left Coast Press, Inc. All rights reserved. Limited copying in museum contexts for non-commercial purposes permitted.
All other users should contact the publisher at www.LCoastPress.com.

