



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Σχεδιασμός και ανάπτυξη διδακτικής πρότασης για σχολικές
επισκέψεις σε Μουσεία:
ένα σενάριο για την μέτρηση του χρόνου.

ΡΑΛΛΗ ΟΛΥΜΠΙΑ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ - ΙΟΥΛΙΟΣ 2022



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

**Σχεδιασμός και ανάπτυξη διδακτικής πρότασης για σχολικές
επισκέψεις σε Μουσεία:**

ένα σενάριο για την μέτρηση του χρόνου.

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

της

ΡΑΛΛΗ ΟΛΥΜΠΙΑΣ

ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΟΚΤΗΣΗ ΤΟΥ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΥ ΤΙΤΛΟΥ

Στη «Διδακτική της Φυσικής και Εκπαιδευτική Τεχνολογία»

Επιβλέποντες: Μολοχίδης Αναστάσιος

Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Φυσικής Α.Π.Θ.

Καριώτογλου Πέτρος

Ομότιμος Καθηγητής, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

Κίτης Γεώργιος

Καθηγητής, Τμήμα Φυσικής Α.Π.Θ.

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ - ΙΟΥΛΙΟΣ 2022

Φύλλο εξέτασης

1. Επόπτης : _____
Βαθμός: _____
Υπογραφή _____ Ημερομηνία: _____

2. Επόπτης : _____
Βαθμός: _____
Υπογραφή _____ Ημερομηνία: _____

3. Επόπτης : _____
Βαθμός: _____
Υπογραφή _____ Ημερομηνία: _____

Γενικός Βαθμός: _____

Η συγγραφέας Ράλλη Ολυμπία βεβαιώνει ότι το περιεχόμενο του παρόντος έργου είναι αποτέλεσμα προσωπικής εργασίας και ότι έχει γίνει η κατάλληλη αναφορά στις εργασίες τρίτων, όπου κάτι τέτοιο ήταν απαραίτητο, σύμφωνα με τους κανόνες της ακαδημαϊκής δεοντολογίας.

Υπογραφή:

ΟΛΡΑΛΛΗ

Ημερομηνία: 26/07/2022

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	6
Summary.....	7
Εισαγωγή.....	8
Θεωρητική τεκμηρίωση.....	10
Επιστημονικός γραμματισμός.....	10
Θεωρίες εκπαίδευσης (<i>Theory of education</i>) - Εποικοδομητισμός.....	11
Η διερεύνηση.....	13
Οι φάσεις της διερεύνησης.....	13
Το συνεχές της διερεύνησης.....	15
Το μοντέλο 5 ^F του Bybee.....	17
Διδακτικός μετασχηματισμός – <i>Model of Educational Reconstruction (MER)</i> (Duit et al. 2012).....	21
Η μάθηση στο μουσείο και στο σχολείο.....	25
Η μάθηση.....	25
Τυπική και μη τυπική εκπαίδευση.....	25
Τα μουσεία φορείς μη τυπικής εκπαίδευσης.....	26
Σχολικές επισκέψεις στα Μουσεία.....	26
Μακροπρόθεσμα οφέλη.....	29
Παράγοντες για μεγιστοποίηση των ευκαιριών μάθησης κατά την σχολική επίσκεψη.....	30
Οι δυσκολίες που πρέπει να ξεπεραστούν.....	41
Βοηθώντας τους εκπαιδευτικούς να χρησιμοποιήσουν την καλύτερη πρακτική για τη σχολική επίσκεψη.....	45
Η πρόταση.....	51
Μέθοδος.....	56
Οι σχολικές αναφορές.....	56
Ο σχεδιασμός της παρέμβασης.....	60
Συμμετέχοντες.....	68
Μέσα συλλογής δεδομένων.....	68
Σχεδιασμός.....	78
Αποτελέσματα.....	82
Συζήτηση.....	95
Βιβλιογραφία.....	103
Παράρτημα.....	117
Ένα μήνυμα από το παρελθόν.....	117

<i>Καταιγισμός ιδεών.....</i>	<i>119</i>
<i>Φύλλο εργασίας – Οβελίσκος</i>	<i>120</i>
<i>Φύλλο εργασίας «εξοικείωση με την προσομοίωση»</i>	<i>122</i>
<i>Διερευνητικό φύλλο εργασίας 1</i>	<i>125</i>
<i>Διερευνητικό φύλλο εργασίας 2</i>	<i>131</i>
<i>Διερευνητικό φύλλο εργασίας 3</i>	<i>134</i>
<i>Ερμηνεία -Quiz</i>	<i>139</i>
<i>Φύλλο εργασίας για το Μουσείο</i>	<i>141</i>
<i>Φύλλο εργασίας «αποκωδικοποίηση».....</i>	<i>145</i>
<i>Φύλλο Εργασίας - Αναστοχασμός.....</i>	<i>149</i>
<i>Ερωτηματολόγιο εισόδου – εξόδου</i>	<i>151</i>

Περίληψη

Η σχολική επίσκεψη στο Μουσείο θεωρείται μοναδική ευκαιρία μάθησης από όλους και κυρίως από τους εκπαιδευτικούς. Οι εκπαιδευτικοί θεωρούν απαραίτητη τη συνάφεια της επίσκεψης με το αναλυτικό πρόγραμμα για τα μέγιστα μαθησιακά αποτελέσματα, τόσο στο γνωστικό όσο και στον συναισθηματικό τομέα. Τα Μουσεία, αναγνωρίζοντας ότι ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι ο σημαντικότερος παράγοντας για μια επιτυχή επίσκεψη, επιθυμούν την σύνδεση του περιεχομένου των προγραμμάτων τους με το αναλυτικό πρόγραμμα. Όμως, οι εκπαιδευτικοί δεν γνωρίζουν σε βάθος τα αντικείμενα του Μουσείου, ενώ οι εκπαιδευτικοί των Μουσείων δεν γνωρίζουν το αναλυτικό πρόγραμμα. Το αναλυτικό πρόγραμμα υπόκειται σε συχνές αναθεωρήσεις, προσπαθώντας να καλύψει διάφορους στόχους για τη διδασκαλία της επιστήμης, και συχνά είναι εκτεταμένο σε εύρος αλλά δεν διεισδύει σε βάθος, ώστε να μπορεί να συσχετιστεί άμεσα με συγκεκριμένα αντικείμενα του Μουσείου. Στη συγκεκριμένη εργασία προτείνεται η χρήση του μαθησιακού κύκλου 5E του Bybee et al (1990). ως ένα πλαίσιο διερευνητικής μάθησης για την μελέτη θεμάτων που περιέχονται στο αναλυτικό πρόγραμμα και τη σύνδεση τους με τα αντικείμενα ενός Μουσείου. Αναλυτικότερα προτείνεται η παρουσίαση ενός γρίφου στο στάδιο της εμπλοκής, ώστε να προκαλέσει τη συζήτηση που θα αναδείξει τις προηγούμενες ιδέες των μαθητών, η εξερεύνηση μέσω διερεύνησης του φαινομένου και των παραγόντων που το επηρεάζουν, η ερμηνεία των αποτελεσμάτων, η επέκταση της νέας γνώσης στα σχετικά αντικείμενα της συλλογής ενός μουσείου, για τη συλλογή πληροφοριών που θα αναλυθούν και θα ανασυντεθούν για τη λύση του αρχικού γρίφου. Η παρέμβαση ολοκληρώνεται με τον αναστοχασμό και την αξιολόγηση της συνολικής εργασίας. Πιο συγκεκριμένα, σχεδιάστηκε μία παρέμβαση με θέμα τη μέτρηση του χρόνου με τα ηλιακά ρολόγια, σύμφωνα με το πλαίσιο 5E που πραγματοποιήθηκε σε μαθητές της Α΄ και Β΄ Γυμνασίου. Η παρέμβαση προσπαθεί να συνδέσει θέματα που θίγονται στο αναλυτικό πρόγραμμα (μέτρηση χρόνου, κινήσεις της Γης, σχέση γεωγραφικού μήκους και χρόνου, γεωγραφικές συντεταγμένες, εποχές) με τα σχετικά αντικείμενα -τα ηλιακά ρολόγια- της συλλογής του Μουσείου Τεχνολογίας του Νόησις. Η αξιολόγηση έγινε με ερωτηματολόγιο που συμπλήρωσαν οι μαθητές πριν και μετά την παρέμβαση. Από τις απαντήσεις τους φάνηκε ότι υπήρξε βελτίωση στο γνωστικό τμήμα ενώ σχετικά με το συναισθηματικό, οι αρχικά θετικές στάσεις παρέμειναν το ίδιο θετικές. Καθώς η διερευνητική μέθοδος δεν είναι συνήθης για μαθητές και εκπαιδευτικούς, φάνηκε να χρειάζεται περισσότερος χρόνος από ό,τι υπολογίστηκε αρχικά.

Summary

School field trips are considered as unique opportunities for learning. For the best outcomes, that include cognitive and affective learning, teachers claim that the field trip must be supplemental to the curriculum. Science museum educators take under consideration the teachers' needs, as they recognize that the teacher's role is the most important factor for successful field trips, and they are trying to connect their programs with the curriculum. The real problem is that teachers are not familiar enough with the museum collection and museum educators are not familiar with the curriculum. On the other hand, the curriculum is under constant revision as its goals are wide and may change from time to time following the society's needs. The result is that the curriculum is extended in wide but not in depth so that it cannot include museum items. This work is trying to use the 5E learning cycle as a frame to incorporate the museum items in the curriculum. In short, the engagement starts with a riddle, followed by discussion that brings in light the students' previous ideas. Then the students explore the phenomena that underlie the riddle and with their teacher's aid explain what is happening. After that, they are ready to understand the museum's items that are related with the topic and they extend their new knowledge during their field trip collecting clues of the initial riddle. Finally, the students use all the clues to solve the riddle. The program ends as the students reflect and evaluate the whole process. In this context, a learning cycle was designed based on the sundials, the exhibits of the Noesis Technology Museum, trying to connect them with the topics of the time measuring, the earth's motions, the tilt of the earth's axis that included in the curriculum (7 and 8 grade). The whole program was presented and accomplished by students of 7th and 8th grade. The students completed a pre and posttest in order to evaluate the learning outcomes. The results showed positive outcomes in cognitive learning. Their initial positive attitudes about museum learning and science did not change. An issue that should be taken under consideration is that teachers and students are not familiar with inquiry learning, so it needed more time than it was predicted.

Λέξεις κλειδιά:

Σχολικές επισκέψεις, Μουσείο - Σχολείο, μάθηση στο Μουσείο, μέτρηση του χρόνου

Key words:

School field trips, Museum and School, Museum learning, time measuring

Εισαγωγή

Η βιβλιογραφία επιβεβαιώνει την κοινή πεποίθηση ότι η επίσκεψη στο Μουσείο είναι συνυφασμένη με την μάθηση (Griffin, 2012). Η μάθηση όμως εξαρτάται από διάφορους παράγοντες που σχετίζονται τόσο από το περιεχόμενο της έκθεσης του Μουσείου και του τρόπου που παρουσιάζεται αλλά και από την προσωπικότητα, τα ιδιαίτερα ενδιαφέροντα και τη διάθεση του επισκέπτη (Falk et al, 1986). Ειδικά οι σχολικές επισκέψεις σε Μουσεία Τεχνολογίας είναι μοναδικές ευκαιρίες μάθησης σε ένα πλαίσιο που ενθαρρύνει την αλληλεπίδραση του μαθητή τόσο με τα αντικείμενα του Μουσείου όσο και την κοινωνική του αλληλεπίδραση με τους συνομήλικους του αλλά και με πιο «ειδικούς» όπως οι δάσκαλοι και το προσωπικό του Μουσείου. Πολλές έρευνες έχουν ασχοληθεί με την μελέτη των προϋποθέσεων που μεγιστοποιούν τα γνωστικά και συναισθηματικά οφέλη της σχολικής επίσκεψης. Ειδικά τα τελευταία χρόνια, που ο εποικοδομητισμός (constructivism) θεωρείται η καλύτερη μέθοδος για τη διδασκαλία των θετικών επιστημών και η διερεύνηση ως μία αποτελεσματική πρακτική για την προσέγγιση του, η επίσκεψη στο Μουσείο μπορεί να λειτουργήσει στο ίδιο πλαίσιο, -με την ενεργό συμμετοχή των μαθητών και την ομαδοσυνεργατική προσέγγιση- συμπληρωματικά στην σχολική εμπειρία μάθησης. Στόχος της συγκεκριμένης εργασίας είναι να προτείνει την ενσωμάτωση της σχολικής επίσκεψης στο Μουσείο στη σχολική διδασκαλία και πρακτική στο πλαίσιο του μαθησιακού κύκλου των 5^Ε του Bybee et al. (1990), που αποτελεί το κατεξοχήν εργαλείο για την διερευνητική προσέγγιση.

Αρχικά αναζητήθηκε στη βιβλιογραφία η πρακτική για τη σχολική διδασκαλία των θετικών επιστημών. Πρώτα από όλα εξετάζεται η αναγκαιότητα της διδασκαλίας των θετικών επιστημών δηλαδή ο επιστημονικός γραμματισμός σύμφωνα με την έρευνα του DeBoer (1999) όπου φαίνεται η ευρύτητα των στόχων των αναλυτικών προγραμμάτων από τα τέλη του 19^{ου} αιώνα ως σήμερα. Στη συνέχεια αναφέρονται τα βασικά στοιχεία των θεωριών μάθησης ώστε να γίνει φανερή η σημασία και η έννοια του εποικοδομητισμού (Hein, 1999), που αφορά το πως αντιμετωπίζεται η γνώση και πως μπορεί να προσεγγιστεί. Η διερεύνηση αποτελεί την πιο αποτελεσματική πρακτική εποικοδομητισμού για τη διδασκαλία των θετικών επιστημών (Alifieri et al, 2011; Furtak et al., 2012; Minner et al., 2010) καθώς στηρίζεται στην ιδέα του επιστημονικού τρόπου εργασίας και σκέψης. Τέλος αναφέρονται τα βασικά σημεία του μοντέλου 5Ε των Bybee et al (1990) όπου αποτελεί ένα δοκιμασμένο μοντέλο για τη δομή μιας ολοκληρωμένης διδασκαλίας σε ένα θέμα ή μία διδακτική ενότητα θετικών επιστημών. Βέβαια ειδικά για το ελληνικό σχολείο, η διερευνητική μέθοδος διδασκαλίας δεν είναι η συνήθης πρακτική. Στη συνέχεια αναζητήθηκαν στη βιβλιογραφία όλα τα θέματα που αφορούν τις σχολικές επισκέψεις σε Μουσεία Επιστημών ώστε να φανεί η σημασία τους, οι

ευκαιρίες μάθησης που προσφέρονται, τα εμπόδια και οι δυσκολίες για την μεγιστοποίηση τους και οι προτάσεις των ερευνητών για τη μέγιστη αποτελεσματικότητα τους. Από την ανάλυση της βιβλιογραφίας φάνηκε ότι ο βασικότερος παράγοντας για την επιτυχή σχολική επίσκεψη είναι ο δάσκαλος. Οι ερευνητές καταλήγουν ότι ο δάσκαλος θα πρέπει να ενισχυθεί με διάφορους τρόπους, ώστε να επιτύχει τους στόχους που ο ίδιος θέτει για την σχολική επίσκεψη που αφορούν τόσο το γνωστικό τομέα όσο και τον συναισθηματικό τομέα. Ειδικά για τον γνωστικό τομέα φαίνεται ότι ο δάσκαλος θεωρεί ως προϋπόθεση για την πραγματοποίηση της σχολικής εκδρομής την συνάφεια με το αναλυτικό πρόγραμμα. Βέβαια, όπως έχει καταγραφεί στη βιβλιογραφία, φαίνεται ότι τελικά θεωρεί πιο σημαντικό το συναισθηματικό τομέα, το πόσο ευχάριστα θα περάσουν οι μαθητές του. Σχετικά με τη σύνδεση του περιεχομένου της επίσκεψης στο μουσείο με το αναλυτικό πρόγραμμα υπάρχει μεγάλη δυσκολία καθώς ο δάσκαλος δεν γνωρίζει το περιεχόμενο των εκπαιδευτικών προγραμμάτων των Μουσείων και οι υπεύθυνοι των Μουσείων δεν είναι πάντα ενημερωμένοι σχετικά με το αναλυτικό πρόγραμμα που συχνά αλλάζει – όπως αναφέρει ο DeBoer (1999). Οι ερευνητές προτείνουν το σχεδιασμό των εκπαιδευτικών προγραμμάτων με βάση το αναλυτικό πρόγραμμα, την εκπαίδευση των δασκάλων ώστε να μπορούν να συνδέσουν το περιεχόμενο της επίσκεψης με το σχολικό μάθημα στην τάξη. Έτσι οι δάσκαλοι θα μπορούν να οργανώσουν κατάλληλες δραστηριότητες, ή να προσαρμόσουν αντίστοιχες που προτείνουν τα Μουσεία, πριν και μετά την επίσκεψη που ενισχύουν τα γνωστικά οφέλη της αλλά δεν δαπανούν σχολικό χρόνο σε αντικείμενα εκτός του αναλυτικού προγράμματος.

Σε αυτό το πλαίσιο - και με δεδομένο ότι η διδακτική πρακτική για τις θετικές επιστήμες είναι η διερεύνηση - σχεδιάστηκε, πραγματοποιήθηκε και αξιολογήθηκε μία προσέγγιση για την ένταξη της σχολικής επίσκεψης στο Μουσείο στο σχολικό μάθημα. Χρησιμοποιώντας τον μαθησιακό κύκλο των 5^Ε των Bybee et al (1990) εντάχθηκαν οι δραστηριότητες πριν την επίσκεψη στα πρώτα στάδια -της εξερεύνησης και της ερμηνείας των φαινομένων, η ίδια η επίσκεψη και οι δραστηριότητες που γίνονται μετά από αυτήν στο στάδιο της επέκτασης και τέλος στο στάδιο της αξιολόγησης και του αναστοχασμού, οι μαθητές αναστοχάζονται και αξιολογούν τη συνολική διαδικασία.

Το θέμα που επιλέχθηκε ήταν η μέτρηση του χρόνου στην Αρχαιότητα και η εφαρμογή έγινε σε 33 μαθητές της Α΄ και Β΄ Γυμνασίου.

Στη συγκεκριμένη εργασία, το κεντρικό ερώτημα που εξετάστηκε ήταν αν μία παρέμβαση που ακολουθεί τον κύκλο μάθησης 5^Ε εντάσσοντας τη σχολική επίσκεψη στο πρόγραμμα των μαθημάτων του σχολείου, οδηγεί σε μία πιο ολοκληρωμένη μαθησιακή εμπειρία. Πιο συγκεκριμένα τα ερευνητικά ερωτήματα ήταν:

1. Μπορούν οι μαθητές να εξηγούν τη φαινόμενη κίνηση του ήλιου, πού οφείλεται, πώς χρησιμεύει στη μέτρηση της ώρας και τι σχέση έχει με τις γεωγραφικές συντεταγμένες; (γνωστικός τομέας)
2. Η συνολική διαδικασία είναι ευχάριστη, διασκεδαστική, δημιουργεί κίνητρα για μάθηση; (συναισθηματικός τομέας)
3. Μπορούν οι μαθητές να κατανοήσουν το πρόβλημα της μέτρησης του χρόνου σε μια κοινωνία πριν από 1500 χρόνια; (κοινωνικοπολιτισμικός τομέας).

Θεωρητική τεκμηρίωση

Επιστημονικός γραμματισμός

Στη σύγχρονη κοινωνία που χαρακτηρίζεται από τα επιτεύγματα της υψηλής τεχνολογίας και επιστήμης, πολύ συχνά επισημαίνεται η σημασία του επιστημονικού γραμματισμού. Τι όμως σημαίνει αυτός ο όρος; Σύμφωνα με τον DeBoer (1999) επιστημονικός εγγραμματισμός είναι η κατάκτηση μιας γενικής και ευρείας κατανόησης της επιστήμης και των ταχύτατα αναπτυσσόμενων επιστημονικών επιτευγμάτων όχι μόνο από τους επιστήμονες αλλά και από τους απλούς πολίτες. Ο επιστημονικός γραμματισμός αποτελεί τον κύριο στόχο της διδασκαλίας της επιστήμης (ως επιστήμη εννοείται το σύνολο των φυσικών επιστημών) σε κάθε εκπαιδευτικό σύστημα. Όμως, από τον 19ο αι, που για πρώτη φορά εντάχθηκε η διδασκαλία της επιστήμης στο σχολικό αναλυτικό πρόγραμμα, ο προσανατολισμός και οι απόψεις σχετικά με τους στόχους της διδασκαλίας της επιστήμης έχουν αλλάξει πολλές φορές, καθώς έχουν αλλάξει και οι ιδιαίτερες συνθήκες της κάθε εποχής. Ο DeBoer (1999) συνοψίζει και κατατάσσει τους στόχους της διδασκαλίας της επιστήμης σε 9 περιπτώσεις:

1. Η ανάδειξη της επιστήμης ως δύναμης πολιτισμού στο σύγχρονο κόσμο, καθώς η δημιουργία και η ανάπτυξη της είναι ένα κατόρθωμα του ανθρώπινου πνεύματος, είναι μέρος της ανθρώπινης κληρονομιάς.
2. Η προετοιμασία για την μελλοντική εργασία καθώς όλο και περισσότερα επαγγέλματα εξαρτώνται από τις τελευταίες εξελίξεις της τεχνολογίας
3. Η σύνδεση της επιστήμης με την καθημερινή ζωή
4. Η προετοιμασία των αυριανών πολιτών ώστε να μπορούν να κατανοούν κοινωνικά θέματα που σχετίζονται με την επιστήμη και να σχηματίζουν τις δικές τους απόψεις σχετικά με αυτά
5. Η εξάσκηση στον επιστημονικό τρόπο σκέψης για την ερμηνεία των φυσικών φαινομένων του πραγματικού κόσμου.
6. Η κατανόηση των άρθρων και των συζητήσεων που εμφανίζονται στα μαζικά μέσα ενημέρωσης σχετικά με επιστημονικά θέματα

7. Η αναζήτηση της ομορφιάς και της αρμονίας που υπάρχει στη φύση και η ερμηνεία της μέσω της επιστήμης.
8. Η κριτική στάση των πολιτών απέναντι στην επιστήμη και την τεχνολογία δηλαδή η εξάσκηση στην αναγνώριση των θετικών και των πλεονεκτημάτων της επιστήμης αλλά και των πιθανών κινδύνων
9. Η συνειδητοποίηση της αλληλοεξάρτησης επιστήμης και τεχνολογίας. Η τεχνολογία που διευκολύνει τη ζωή του ανθρώπου στηρίζεται στην επιστήμη και η επιστήμη για την περαιτέρω εξέλιξη της χρειάζεται την τεχνολογία. Επίσης τα προϊόντα τεχνολογίας είναι αναπόσπαστο μέρος της σύγχρονης ζωής.

Συνήθως τα αναλυτικά προγράμματα δεν καλύπτουν όλους τους παραπάνω στόχους αλλά μερικούς από αυτούς και όχι στον ίδιο βαθμό. Όμως σε κάθε περίπτωση, ο DeBoer θεωρεί προϋπόθεση για την επιτυχή διδασκαλία της επιστήμης, την παροχή κινήτρων στους μαθητές ώστε να ενδιαφέρονται για τα τρέχοντα επιτεύγματα της επιστήμης και της τεχνολογίας αλλά και να εξασκηθούν στη χρήση του επιστημονικού τρόπου σκέψης σε θέματα της καθημερινής ζωής. Συνοψίζοντας, ο DeBoer καταλήγει ότι τα αναλυτικά προγράμματα δίνουν τις κατευθύνσεις, ενώ οι σχολικοί σύμβουλοι θα πρέπει να επιλέγουν το περιεχόμενο της διδασκαλίας και οι εκπαιδευτικοί να το προσαρμόζουν στα ενδιαφέροντα των εκάστοτε μαθητών τους, αξιοποιώντας τις παιδαγωγικές τους δεξιότητες. Οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να έχουν την ελευθερία να πειραματιστούν με τις διάφορες παιδαγωγικές μεθόδους και όχι να ακολουθούν κατά γράμμα τις οδηγίες του υπουργείου.

Θεωρίες εκπαίδευσης (Theory of education) - Εποικοδομητισμός

Τι όμως μαθαίνουν οι μαθητές και με ποιο τρόπο;

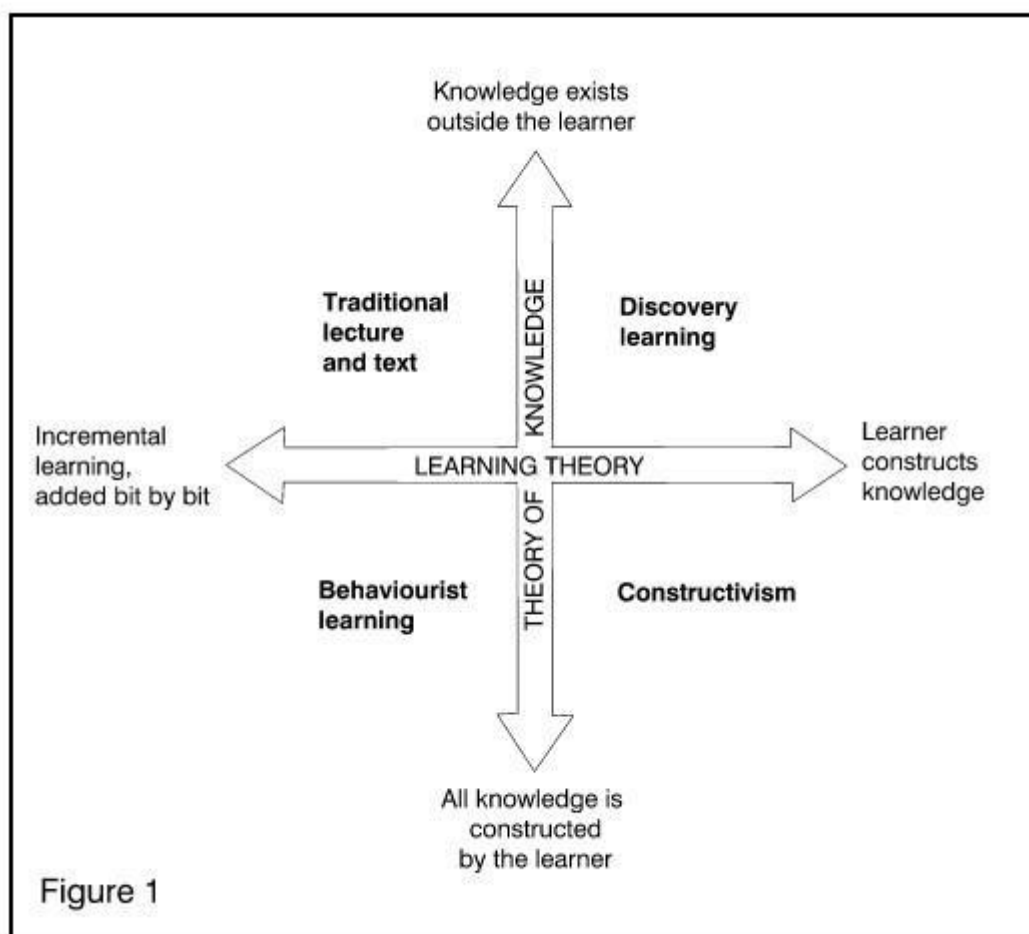
Σύμφωνα με τον Hein (1999) κάθε θεωρία εκπαίδευσης συνίσταται από δύο κυρίαρχα στοιχεία: τη θεωρία γνώσης (theory of knowledge) και τη θεωρία μάθησης (theory learning).

Σχετικά με τη θεωρία γνώσης, όλες οι απόψεις των ειδικών, μπορούν να τοποθετηθούν σε μία κλίμακα με δύο άκρα: το ένα είναι η θέση ότι η γνώση υπάρχει ανεξαρτήτως του ατόμου, όπως οι Ιδέες του Πλάτωνα, ενώ το άλλο άκρο, και ουσιαστικά αντίθετο, θεωρεί ότι η γνώση υπάρχει μόνο στο μυαλό του ατόμου, δηλαδή η γνώση είναι οι ιδέες που οικοδομούνται στο μυαλό του καθενός.

Σχετικά με τη θεωρία της μάθησης, και πάλι όλες οι απόψεις μπορούν να τοποθετηθούν σε μία κλίμακα με δύο άκρα. Το ένα θεωρεί ότι η σταδιακή αφομοίωση / συσσώρευση πληροφοριών, γεγονότων και εμπειριών οδηγεί στη δημιουργία γνώσης και συχνά αναφέρεται ως συμπεριφορισμός (behaviorism). Θεωρεί ότι το άτομο αρχικά είναι *tabula rasa*, δηλαδή άγραφος πίνακας, με την έννοια ότι δεν προϋπάρχει καμία ιδέα. Το άλλο άκρο, εκ διαμετρικά αντίθετο, δέχεται ότι το μυαλό του κάθε ατόμου οικοδομεί νοητικές δομές (schemata) που

οργανώνουν τις πληροφορίες σε κατηγορίες και επεξεργάζεται τις μεταξύ τους σχέσεις (DiMaggio, 1997; Boutyline & Soter, 2021). Η μάθηση συμβαίνει με την κατηγοριοποίηση και οργάνωση των αισθητηριακών δεδομένων που δέχεται το άτομο, τα οποία στη συνέχεια εμπλουτίζουν ή τροποποιούν τις δομές (schemata) αυτές.

Χρησιμοποιώντας όλους τους συνδυασμούς της θεωρίας γνώσης και θεωρίας μάθησης, δημιουργούνται 4 περιοχές, σύμφωνα πάντα με τον Hein όπως φαίνονται στην εικόνα 1.



Εικόνα 1 - Hein (1999)

Όπως φαίνεται στην εικόνα ο εποικοδομητισμός (constructivism) συνδυάζει την θέση ότι η γνώση οικοδομείται από το άτομο και η οικοδόμηση πραγματοποιείται με τον εμπλουτισμό και τροποποίηση των νοητικών δομών (schemata). Επιπλέον στην εικόνα φαίνονται και οι άλλοι τρεις συνδυασμοί: η παραδοσιακή διάλεξη που συνδυάζει την άποψη ότι η γνώση είναι εκτός του ατόμου και ότι η μάθηση συμβαίνει με την συνεχή συσσώρευση πληροφορίας, ο συμπεριφορισμός όπου η γνώση οικοδομείται από το άτομο αλλά με απλή συσσώρευση πληροφοριών και εμπειριών, και η ανακαλυπτική μάθηση όπου η γνώση είναι εκτός του ατόμου και το άτομο με τις εμπειρίες και τις πληροφορίες προσπαθεί να την ανακαλύψει.

Η διερεύνηση

Η μάθηση μέσω της διερεύνησης είναι μία εκπαιδευτική μέθοδος στην οποία οι μαθητές χρησιμοποιούν μεθόδους και πρακτικές αντίστοιχες των πραγματικών επιστημόνων για να οικοδομήσουν γνώση (Keselman, 2003). Με άλλα λόγια οι μαθητές προσεγγίζουν την σχέση αιτίας-αποτελέσματος ακολουθώντας την επιστημονική μέθοδο: διατυπώνουν τις δικές τους υποθέσεις, τις οποίες ελέγχουν μέσω των πειραμάτων που σχεδιάζουν και εκτελούν ή μέσω παρατηρήσεων (Pedaste et al., 2012) και τις αναθεωρούν ή τις ενισχύουν. Ένα χαρακτηριστικό της μάθησης μέσω διερεύνησης είναι η ενεργός συμμετοχή των μαθητών. Ο μαθητής αναλαμβάνει την ευθύνη της έρευνας και της οικοδόμησης της γνώσης (De Jong & Van Joolingen, 1998) δηλαδή διερευνά τους παράγοντες και τον τρόπο επίδρασης τους στο πρόβλημα που εξετάζεται (εξαρτημένες και ανεξάρτητες μεταβλητές) μέσω πειραμάτων που ο ίδιος ο μαθητής προτείνει, οργανώνει και πραγματοποιεί - μαζί με τους συμμαθητές του (Wilhelm & Beishuizen, 2003).

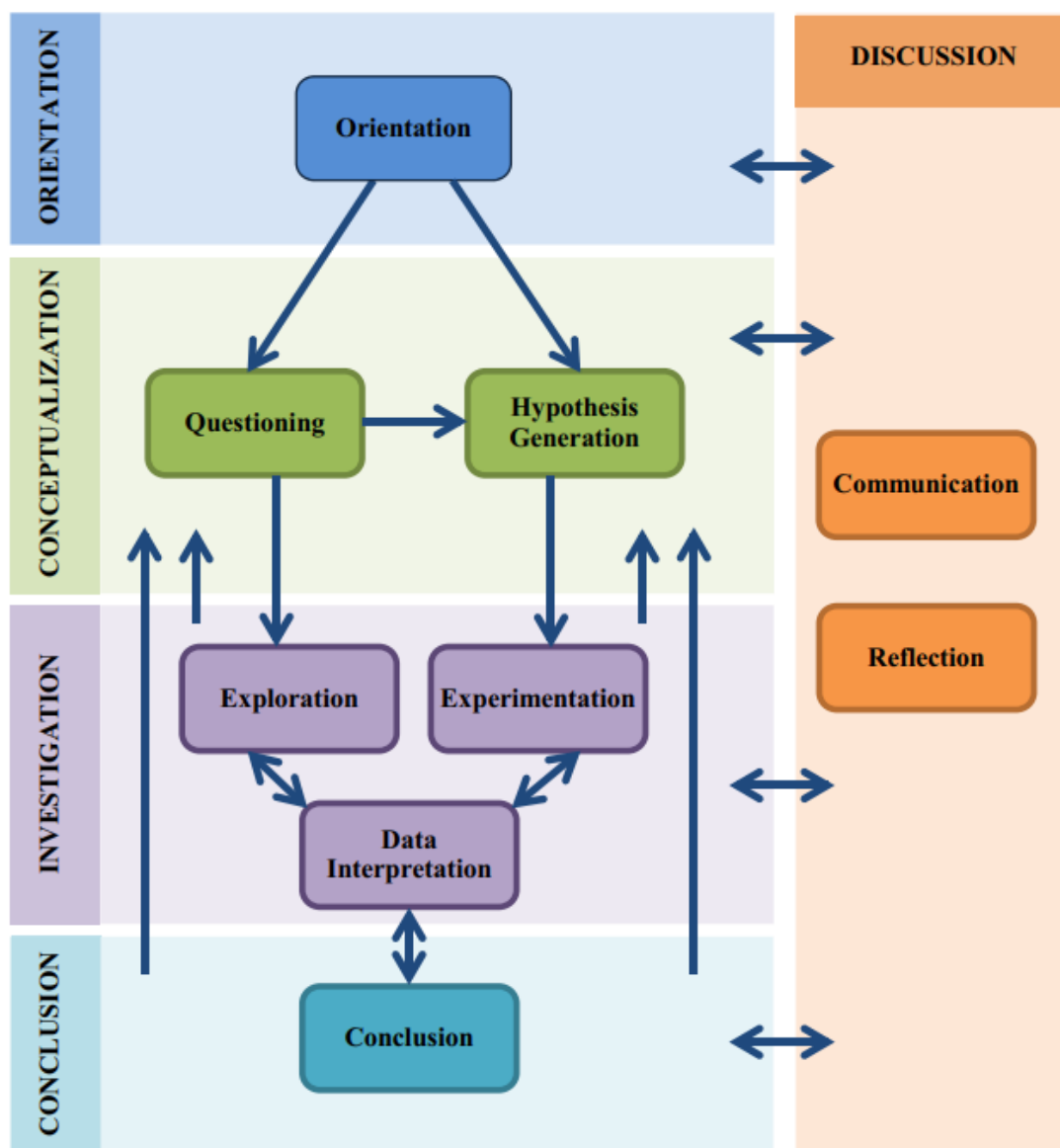
Πολλές μελέτες έδειξαν ότι η μάθηση μέσω διερεύνησης είναι πιο αποτελεσματική από την παραδοσιακή διδασκαλία αλλά και από την ανακαλυπτική μέθοδο στην οποία δεν παρέχεται καμία καθοδήγηση στον μαθητή από τον εκπαιδευτικό (Alifieri et al., 2011; Furtak et al., 2012, Minner et al., 2010). Η European Commission (2007) και το National Research Council (2000) θεωρούν τη μάθηση μέσω διερεύνησης ως τον πιο σημαντικό παράγοντα για μία επιστημονικά γραμματισμένη κοινωνία.

Οι φάσεις της διερεύνησης

Οι Pedaste et al (2015) συγκεντρώνοντας και μελετώντας πολλές από τις απόψεις των ερευνητών κατέληξαν στην προτιμότερη δομή της διερεύνησης. Σύμφωνα με το μοντέλο τους, η μάθηση με βάση την διερεύνηση χωρίζεται σε μικρότερες, λογικά συνδεδεμένες ενότητες που καθοδηγούν τους μαθητές και τους βοηθούν να γνωρίσουν σημαντικά χαρακτηριστικά της επιστημονικής σκέψης. Αυτές οι μεμονωμένες μονάδες ονομάζονται φάσεις της διερεύνησης και το σύνολο των συνδέσεων τους σχηματίζει έναν κύκλο έρευνας. Το πλαίσιο μάθησης αποτελείται από 5 βασικές φάσεις οι οποίες χωρίζονται σε μικρότερες φάσεις, που ονομάζονται υποφάσεις του κύκλου έρευνας. (Εικόνα 2).

Η πρώτη φάση του κύκλου είναι ο Προσανατολισμός (Orientation). Στη φάση αυτή δίνεται από τον δάσκαλο ή ορίζεται από τον μαθητή το πρόβλημα που πρέπει να επιλυθεί ή το θέμα που θα διερευνηθεί. Στην συνέχεια ακολουθεί η φάση της διασαφήνισης εννοιών (Conceptualization). Σε αυτή τη φάση, οι μαθητές εξοικειώνονται με τις έννοιες που σχετίζονται με το πρόβλημα που θα διερευνηθεί, διατυπώνονται ερευνητικά ερωτήματα ή δημιουργούνται υποθέσεις. Αναλύεται σε δύο επιμέρους υποφάσεις: τον Προβληματισμό (Questioning) και την διατύπωση Υποθέσεων (Hypothesis Generation). Η επόμενη φάση είναι η Έρευνα (Investigation). Στη φάση αυτή οι μαθητές

προσπαθούν να απαντήσουν στις ερευνητικές ερωτήσεις ή υποθέσεις της προηγούμενης φάσης. Κατά τη διάρκειά της εξερευνούν, παρατηρούν, σχεδιάζουν διαφορετικά πειράματα, παίρνουν μετρήσεις ακολουθώντας τη στρατηγική της διαχείρισης των μεταβλητών, επεξεργάζονται τα δεδομένα τους, κάνουν προβλέψεις και ερμηνεύουν τα αποτελέσματα. Αναλύεται σε τρεις επιμέρους υποφάσεις. Την Εξερεύνηση (Exploration), τον Πειραματισμό (Experimentation) και την Ερμηνεία Δεδομένων (Data Interpretation). Ακολουθεί η φάση του Συμπεράσματος (Conclusion) όπου γίνεται η σύγκριση των αποτελεσμάτων με τις αρχικές ερευνητικές ερωτήσεις ή υποθέσεις. Στη συνέχεια ακολουθεί η φάση της Συζήτησης (Discussion) Κατά τη διάρκειά της οι μαθητές παρουσιάζουν τα ευρήματά τους, γίνεται η επικοινωνία με τον καθηγητή ή τους συμμαθητές για τον έλεγχο της μαθησιακής διαδικασίας, διατυπώνουν ερωτήματα σχετικά με την επιτυχία της ερευνητικής διαδικασίας, ενώ μπορούν να θέσουν νέα ερωτήματα και να ξεκινήσει μία νέα διερευνητική διαδικασία. Η φάση της Συζήτησης αναλύεται σε δύο επιμέρους υποφάσεις. Την Επικοινωνία (communication) και τον Αναστοχασμό (Reflection). Η φάση της συζήτησης μπορεί να πραγματοποιηθεί στο τέλος της διερευνητικής διαδικασίας ή σε κάθε επιμέρους φάση. Χαρακτηριστικό του κύκλου είναι ότι η διερευνητική διαδικασία μπορεί να ξανα -ξεκινήσει από οποιαδήποτε σημείο με βάση τα δεδομένα που υπάρχουν και τα ζητήματα που θα πρέπει να επιλυθούν ή τα νέα στοιχεία που προέκυψαν. (Pedaste M. et. al., 2015; Zacharia Z. C. et. al., 2015).



Εικόνα 2- οι φάσεις και οι επιμέρους φάσεις της διερεύνησης και οι μεταξύ τους σχέσεις

Το συνεχές της διερεύνησης

Μία σημαντική διαφορά της διερεύνησης σε σχέση με την ανακαλυπτική μέθοδο είναι η καθοδήγηση που παρέχει ο εκπαιδευτικός. Ενώ στην ανακαλυπτική μέθοδο δεν υπάρχει καμία καθοδήγηση από τον εκπαιδευτικό, στη διερεύνηση η καθοδήγηση μπορεί να γίνεται σε κάθε στάδιο της ή σε μερικά από αυτά. Με άλλα λόγια η καθοδήγηση μπορεί να δίνεται σε κάθε στάδιο, ή να περιορίζεται σε κάποια από αυτά ή να μην υπάρχει καθόλου. Με βάση τη συνολική καθοδήγηση που παρέχει ο εκπαιδευτικός στους μαθητές η Διερεύνηση διακρίνεται σε πέντε κατηγορίες ή επίπεδα. (Hackling M. W., 2005; Buck L. B. et. al., 2008). Οι κατηγορίες, ξεκινώντας από αυτήν με την πλήρη υποστήριξη ως αυτήν με την ελάχιστη έως καθόλου υποστήριξη, είναι α) η Επιβεβαίωση

(Verification), β) η Δομημένη Διερεύνηση (Structured or Guided Inquiry), γ) η Καθοδηγούμενη Διερεύνηση (1) (Open Guided Inquiry 1), δ) η Καθοδηγούμενη Διερεύνηση (2) (Open Guided Inquiry 2) και ε) η Ανοιχτή Διερεύνηση (Open Inquiry). Στο χαμηλότερο επίπεδο (Επιβεβαίωση), δίνονται (Given), από τον εκπαιδευτικό ή από φύλλο εργασίας στους μαθητές το πρόβλημα που θα διερευνηθεί, ο εξοπλισμός που θα χρησιμοποιηθεί, ο σχεδιασμός της διαδικασίας, η διαχείριση των αποτελεσμάτων και τα συμπεράσματα. (Εικόνα 3). Στο υψηλότερο επίπεδο (Ανοιχτή διερεύνηση – open), ζητείται από τους μαθητές να προσδιορίσουν όλα τα προηγούμενα μόνοι τους, (Hackling M. W., 2005).

Με τον τρόπο αυτό ο εκπαιδευτικός παρέχει στους μαθητές σταδιακά μειούμενη καθοδήγηση ούτως ώστε να τους βοηθήσει να φτάσουν στο επίπεδο να διοργανώνουν και να εκτελούν διερευνήσεις από μόνοι τους.

<i>Level</i>	<i>Problem</i>	<i>Equipment</i>	<i>Procedure</i>	<i>Answer</i>	<i>Common name</i>
0	Given	Given	Given	Given	Verification
1	Given	Given	Given	Open	Guided inquiry
2a	Given	Given	Open	Open	Open guided inquiry
2b	Given	Open	Open	Open	Open guided inquiry
3	Open	Open	Open	Open	Open inquiry

Εικόνα 3 – το συνεχές της διερεύνησης σύμφωνα με τον Hackling (2005) (after Hegarty – Hazel, 1986)

Συνοψίζοντας και σύμφωνα με τους Lazonder, A. W., & Harmsen, R. (2016) η διερεύνηση εξ 'ορισμού είναι η μέθοδος κατά την οποία οι μαθητές διεξάγουν πειράματα, κάνουν παρατηρήσεις ή/και συλλέγουν πληροφορίες για να εξάγουν τις θεμελιώδεις αρχές που διέπουν ένα θέμα ή ένα τομέα. Αυτές οι έρευνες / διερευνήσεις μπορούν να πραγματοποιηθούν με προσομοιώσεις σε ηλεκτρονικούς υπολογιστές, με εικονικά εργαστήρια, με φυσικά εργαστήρια ή με αναζήτηση σε υπάρχουσες βάσεις δεδομένων. Ειδικά ο πειραματισμός απαιτεί χρόνο, εξοπλισμό, κατάλληλες υποδομές και ειδικές συνθήκες ασφάλειας, που εμποδίζουν την πραγματοποίηση του στην σχολική τάξη. Μία λύση είναι η χρήση ψηφιακών εργαστηρίων ή προσομοιώσεων. Σύμφωνα με τους Jong et al., (2013), τόσο τα εικονικά όσο και τα φυσικά εργαστήρια ικανοποιούν τους στόχους για τη διερεύνηση καθώς επιτρέπουν: την εφαρμογή της επιστημονικής μεθόδου, τη χρήση εργαλείων, τη συλλογή στοιχείων /δεδομένων, τη κατασκευή μοντέλων και την οικοδόμηση γνώσης. Ειδικά τα ψηφιακά εργαστήρια επιτρέπουν στους φοιτητές την εξερεύνηση φαινομένων που δεν είναι εύκολα παρατηρήσιμα, συνδέουν τα άμεσα παρατηρήσιμα στοιχεία /μεταβλητές με τα όχι τόσο άμεσα παρατηρήσιμα, εστιάζουν στη σημαντική πληροφορία, δίνουν τη δυνατότητα στους μαθητές να επαναλάβουν

το πείραμα πολλές φορές σε μικρό χρονικό διάστημα και παρέχουν διαδικτυακή, άμεση και προσαρμόσιμη καθοδήγηση. Έχουν χαμηλό κόστος και παρέχουν δυνατότητες που ξεφεύγουν και από την πραγματική ζωή. Όμως δεν πρέπει να παραβλέπονται και οι θετικές επιδράσεις των πραγματικών εργαστηρίων και κυρίως ο ενθουσιασμός των μαθητών κατά την εκτέλεση ενός πραγματικού πειράματος, που μπορεί να οδηγήσει σε αλλαγή στάσης απέναντι στις επιστήμες.

Το μοντέλο 5^Ε του Bybee

Το μοντέλο 5E αποτελεί ένα διδακτικό μοντέλο το οποίο πλαισιώνει και στηρίζει τη διδακτική παρέμβαση, βασισμένη στη διερεύνηση (Duran & Duran 2004). Το μοντέλο αυτό προτάθηκε από τον Bybee και τους συνεργάτες του (Bybee et al., 1990).

Παρέχει μια προσεκτικά σχεδιασμένη ακολουθία διδασκαλίας τοποθετώντας τους μαθητές στο κέντρο της μάθησης, εμπλέκοντάς τους ενεργά σε όλη τη διαδικασία. Έτσι, ενθαρρύνει όλους τους μαθητές να εξερευνήσουν και να κατανοήσουν τις επιστημονικές έννοιες αλλά και να τις συσχετίσουν με τα φυσικά φαινόμενα και προβλήματα.

Το μοντέλο 5E αποτελείται από 5 διαδοχικές φάσεις (εικόνα 4). Κάθε φάση έχει μια συγκεκριμένη λειτουργία και συμβάλλει τόσο στην επίτευξη των διδακτικών στόχων όσο και στην ανάπτυξη των στόχων σε επίπεδο δεξιοτήτων. Οι φάσεις αυτές είναι: Engage (Ενεργοποίηση- Εμπλοκή), Explore (Εξερεύνηση), Explain (Επεξήγηση), Elaborate (Επεξεργασία), Evaluate (Εκτίμηση).



Εικόνα 4 - Οι 5 φάσεις του μοντέλου 5E (Ανακτήθηκε από <https://ngss.sdcoe.net/Evidence-Based-Practices/5E-Model-of-Instruction>)

Το περιεχόμενο της κάθε μίας φαίνονται συνοπτικά στο παρακάτω πίνακα:

Engage	Σκοπός είναι να γίνει ανάκληση και σύνδεση προηγούμενης γνώσης των μαθητών και ακολουθεί η εμπλοκή τους σε μια νέα έννοια/ φαινόμενο μέσω της χρήσης σύντομων δραστηριοτήτων
---------------	--

	που προωθούν την περιέργεια και προκαλούν προηγούμενες γνώσεις
Explore	Σκοπός είναι οι μαθητές να εξερευνήσουν νέες ιδέες. Οι δραστηριότητες εξερεύνησης έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε όλοι οι μαθητές να έχουν κοινές, συγκεκριμένες εμπειρίες που να μπορούν να χρησιμοποιηθούν αργότερα, κατά τη συζήτηση και ανάλυση των επιστημονικών εννοιών/ φαινομένων.
Explain	Στη φάση της ερμηνείας οι μαθητές αξιοποιούν τα ερεθίσματα από τις δύο προηγούμενες φάσεις για να ερμηνεύσουν την έννοια/φαινόμενο ενώ ο εκπαιδευτικός εισάγει νέες πτυχές που βοηθούν στη βαθύτερη κατανόηση του φαινομένου.
Extend	Σε αυτή τη φάση είναι σημαντικό οι μαθητές να εμπλακούν σε μια διαδικασία/δραστηριότητα όπου θα εφαρμόσουν ή/και επεκτείνουν τις έννοιες ή τις δεξιότητες που απέκτησαν στο προηγούμενο στάδιο. Έτσι μπορούν να εργαστούν σε παρόμοια φαινόμενα ή προβλήματα.
Evaluate	Είναι σημαντικό οι μαθητές να λαμβάνουν ανατροφοδότηση. Αυτό μπορεί να γίνει και κατά τη διάρκεια όλης της μαθησιακής διαδικασίας, αλλά και σε αυτή τη τελευταία φάση. Η φάση αξιολόγησης ενθαρρύνει τους μαθητές να εκτιμήσουν οι ίδιοι μέσω της αυτοαξιολόγησης το βαθμό επίτευξης των διδακτικών στόχων. Επίσης επιτρέπει στους εκπαιδευτικούς να αξιολογήσουν την πρόοδο των μαθητών.

Στον παρακάτω πίνακα σημειώνονται οι ρόλοι του εκπαιδευτικού και του μαθητή στις διάφορες φάσεις του μοντέλου

Στάδιο 5Ε	Ρόλος καθηγητή	Ρόλος μαθητή
Εμπλοκή Engage	· Δίνει κίνητρα · Προκαλεί ενδιαφέρον και την περιέργεια · Βοηθά τους μαθητές να ανακαλέσουν ό,τι γνωρίζουν ή σκέφτονται για το θέμα · Εγείρει τις ερωτήσεις και ενθαρρύνει τις απαντήσεις	· Κάνει ερωτήσεις του τύπου «πως συνέβη αυτό;» ή «τι γνωρίζω ήδη σχετικά;» · Δείχνει ενδιαφέρον στο μάθημα · Απαντά στις ερωτήσεις αποκαλύπτοντας το επίπεδο κατανόησης του
Εξερεύνηση Explore	· Λειτουργεί ως διευκολυντής · Παρατηρεί και ακούει τους μαθητές καθώς αλληλεπιδρούν μεταξύ τους · Θέτει σωστά ερωτήματα στο πλαίσιο της διερεύνησης · Παρέχει στους μαθητές το χρόνο να σκεφτούν και να αναστοχαστούν · Ενθαρρύνει τη μάθηση μέσω συνεργασίας	· Σκέφτεται ελεύθερα στα πλαίσια της παρέμβασης · Διενεργεί δραστηριότητες, προβλέπει, και διατυπώνει υποθέσεις ή γενικεύσεις · Γίνεται καλός ακροατής · Μοιράζεται τις ιδέες του και επιδέχεται την κριτική (suspends judgment) · Καταγράφει παρατηρήσεις και /ή γενικεύσεις · Συζητά τις τυχόν εναλλακτικές απόψεις

Ερμηνεία Explanation	· Ενθαρρύνει τους μαθητές να εξηγήσουν τις παρατηρήσεις τους και τα ευρήματα τους με δικά τους λόγια (καθημερινή γλώσσα) · Εισάγει τους ορισμούς, νέες λέξεις και ερμηνείες · Ακούει τους μαθητές και οικοδομεί νέα γνώση μέσω συζήτησης · Χρησιμοποιεί την προηγούμενη γνώση και εμπειρία των μαθητών ως βάση για την ερμηνεία των θεμάτων που εξετάζονται · Ζητά διασαφήνιση και δικαιολόγηση · Δέχεται όλες τις λογικές απαντήσεις	· Ερμηνεύει τις πιθανές λύσεις ή απαντήσεις στους άλλους · Ακούει κριτικά τις ερμηνείες των άλλων μαθητών · Ακούει προσεκτικά την ερμηνεία του εκπαιδευτικού και προσπαθεί να την κατανοήσει · Χρησιμοποιεί τις προηγούμενες παρατηρήσεις και ευρήματα · Αναφέρεται σε προηγούμενα ευρήματα. Αναπτύσσει τη δική του κατανόηση
Επέκταση Extend	· Χρησιμοποιεί την πληροφορία που εισάχθηκε προηγουμένως ως όχημα για να ενισχύσει τη πρόσθετη μάθηση · Ενθαρρύνει τους μαθητές να εφαρμόσουν ή να επεκτείνουν τις νέες ιδέες και δεξιότητες · Ενθαρρύνει τους μαθητές να χρησιμοποιήσουν τους νέους όρους και ορισμούς	· Εφαρμόζει τους νέους όρους και ορισμούς · Χρησιμοποιεί προηγούμενη πληροφορία για να ανιχνεύσει, να θέσει ερωτήσεις, και να κάνει λογικές κρίσεις (συμπεράσματα) · Παρέχει λογικά συμπεράσματα και λύσεις · Καταγράφει παρατηρήσεις, εξηγήσεις και λύσεις
Αξιολόγηση Evaluation	· Παρατηρεί τους μαθητές να εφαρμόζουν τη νέα γνώση · Ψάχνει για στοιχεία που δείχνουν την αλλαγή της σκέψης των μαθητών · Προκαλεί τους μαθητές να εκτιμήσουν την πρόοδο τους · Εκτιμά την πρόοδο των μαθητών · Θέτει ερωτήσεις ανοικτού τύπου	· Απαντά σε ερωτήσεις ανοικτού τύπου χρησιμοποιώντας προηγούμενες αποδείξεις, παρατηρήσεις και ερμηνείες · Επιδεικνύει την κατανόηση της νέας γνώσης · Θέτει νέα ερωτήματα που οδηγούν σε νέες διερευνήσεις · Αξιολογεί την πρόοδο του

Διδακτικός μετασχηματισμός – Model of Educational Reconstruction (MER) (Duit et al. 2012)

Το μοντέλο του εκπαιδευτικού μετασχηματισμού (Model of Educational Reconstruction – MER) (Duit et al., 2012) προσπαθεί να μετασχηματίσει την επιστημονική γνώση σε υλικό κατάλληλο για τη σχολική διδασκαλία. Κεντρικό στοιχείο είναι η προσπάθεια προσαρμογής του επιστημονικού περιεχομένου στα ενδιαφέροντα, τις ικανότητες και τις αντιλήψεις του μαθητή. Με άλλα λόγια η επιστημονική αλήθεια και οι ανάγκες και ενδιαφέροντα των μαθητών έχουν την ίδια βαρύτητα κατά τον σχεδιασμό του εκπαιδευτικού υλικού.

Αποτελεί εξέλιξη της Γερμανικής παράδοσης σχετικά με τη διδασκαλία και τη μάθηση όπου κεντρικό ρόλο έχουν οι όροι Bildung και Didaktik. Ο όρος Bildung, που συχνά αποδίδεται στα αγγλικά ως διαμόρφωση (formation), αφορά τη διαμόρφωση του μαθητή ως ολοκληρωμένο άτομο, δηλαδή την ανάπτυξη της προσωπικότητας του. Το εκπαιδευτικό υλικό για να ανταποκρίνεται στη διαμόρφωση του ατόμου (Bildung) θα πρέπει να ανταποκρίνεται στα ερωτήματα που έθεσε ο Klafki το 1969 (εικόνα 5) από τα οποία φαίνεται ότι η γενική ιδέα του θέματος προς διδασκαλία θα πρέπει να είναι ενδιαφέρουσα, να σχετίζεται με βασικά φαινόμενα, νόμους και αρχές της επιστήμης, με τη καθημερινή ζωή του μαθητή, να είναι σημαντική για την πνευματική εξέλιξη του μαθητή από παιδαγωγικής απόψεως, να είναι σημαντική για τη μελλοντική ζωή του μαθητή, να έχει την κατάλληλη δομή και να μπορεί να συνδεθεί με φαινόμενα, καταστάσεις, πειράματα που να κάνουν τη διδασκαλία ενδιαφέρουσα, προσιτή και κατανοητή από τους μαθητές.

- (1) What is the more general idea that is represented by the content of interest? What basic phenomena or basic principles, what general laws, criteria, methods, techniques or attitudes may be addressed in an exemplary way by dealing with the content?*
- (2) What is the significance of the referring content or the experiences, knowledge, abilities, and skills to be achieved by dealing with the content in students' actual intellectual life? What is the significance the content should have from a pedagogical point of view?*
- (3) What is the significance of the content for students' future life?*
- (4) What is the structure of the content if viewed from the pedagogical perspectives outlined in questions 1 to 3?*
- (5) What are particular cases, phenomena, situations, experiments that allow making the structure of the referring content interesting, worth questioning, accessible, and understandable for the students?*

Εικόνα 5 – Οι ερωτήσεις κλειδιά του Klafki (1969) στο έργο του *Didaktische Analyse*

Ο όρος Didaktik αναφέρεται στην αλληλεπίδραση όλων των παραγόντων που καθορίζουν τη δομή του εκπαιδευτικού υλικού με τις αντιλήψεις, τις στάσεις των μαθητών και το κοινωνικοπολιτιστικό τους περιβάλλον πριν τον σχεδιασμό του

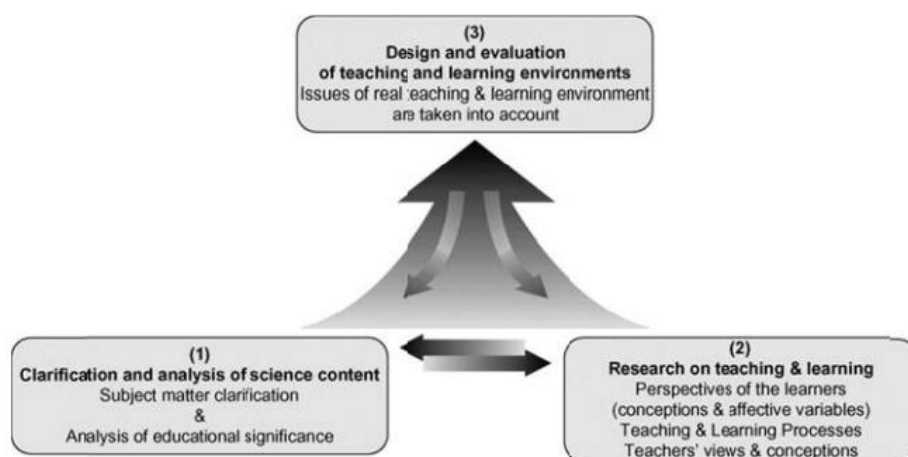
εκπαιδευτικού υλικού. Οι βασικοί παράγοντες είναι: οι στόχοι, το περιεχόμενο, η μέθοδος διδασκαλίας και τα μέσα που θα χρησιμοποιηθούν ή αλλιώς οι ερωτήσεις: γιατί – τι – πως- με ποια μέσα. Η αλληλεπίδραση των παραγόντων αυτών καθορίζεται από το πνευματικό υπόβαθρο των μαθητών, τις αντιλήψεις τους και τις κοινωνικοπολιτισμικές συνθήκες στις οποίες ζουν (εικόνα 6).

Intentions (aims and objectives)	Topic of instruction (content)	Methods of instruction	Media used in instruction
Why	What	How	By What
Students' intellectual and attitudinal preconditions (e.g., pre-instructional conceptions, state of general thinking processes, interests and attitudes) Students' socio-cultural preconditions (e.g., norms of society, influence of society and life on the student)			

Εικόνα 6 – Οι μεταβλητές και οι μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις για τον σχεδιασμό εκπαιδευτικού υλικού (Heimann, Otto and Schulz , 1969)

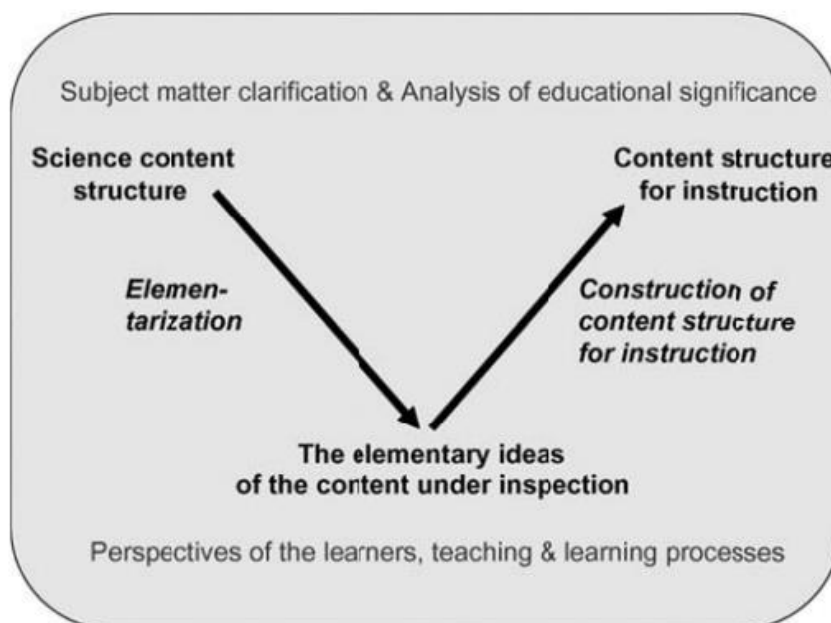
Αυτή η παράδοση, δηλαδή η εξισορρόπηση του επιστημονικού περιεχομένου με τις αντιλήψεις, στάσεις του μαθητή, βρίσκεται στον πυρήνα του μοντέλου MER.

Στο μοντέλο του MER, τρία είναι τα βασικά στοιχεία για το μετασχηματισμό της γνώσης: η αποσαφήνιση και ανάλυση του επιστημονικού περιεχομένου, τα αποτελέσματα της έρευνας σχετικά με τη διδακτική και τις ικανότητες μάθησης των μαθητών -συμπεριλαμβανομένων και των αντιλήψεων και των ενδιαφερόντων τους- και ο σχεδιασμός και η αξιολόγηση των διδακτικών μέσων και γενικότερα περιβάλλοντος που θα χρησιμοποιηθεί. Όπως φαίνεται στην εικόνα 7 τα τρία στοιχεία αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους.



Εικόνα 7– τα βασικά στοιχεία του MER (Duit et al. , 2005)

Το πρώτο στοιχείο είναι η αποσαφήνιση και η ανάλυση του επιστημονικού περιεχομένου. Εδώ ακολουθείται το σχήμα (εικόνα 8)

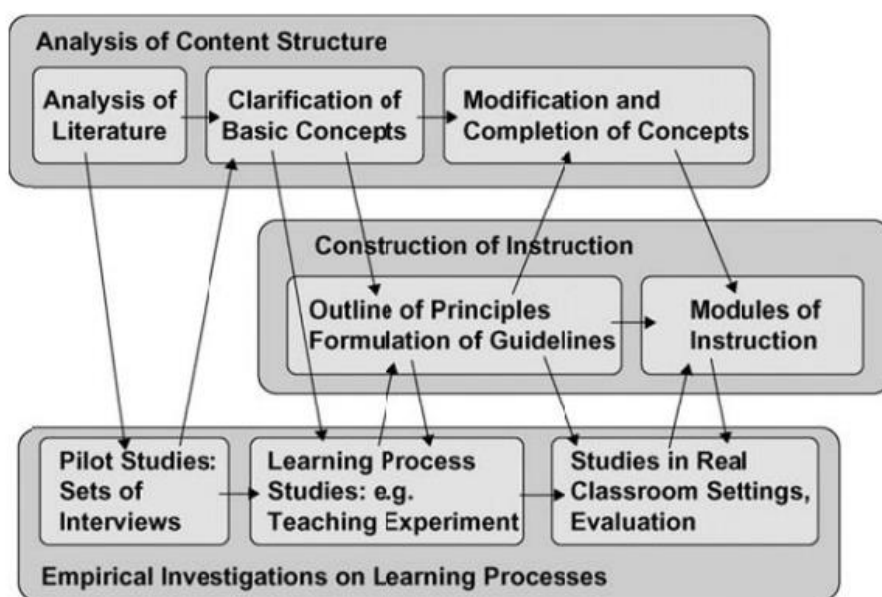


Εικόνα 8 – το στοιχείο της αποσαφήνισης και ανάλυσης του επιστημονικού περιεχομένου στο MER (Duit et al. , 2005)

Το επιστημονικό περιεχόμενο στοιχειοποιείται, δηλαδή αναλύεται στα βασικά συστατικά του, στις θεμελιώδεις έννοιες που το απαρτίζουν. Αυτό σημαίνει κατά μία έννοια η λέξη που αναγράφεται στο σχήμα, “elementarization”, από το elements δηλαδή στοιχεία. Η ίδια λέξη έχει και το νόημα της απλοποίησης των πολύπλοκων αφηρημένων επιστημονικών θεωριών. Ο στόχος δεν είναι η απλούστευση αλλά ο μετασχηματισμός της ώστε να γίνει προσιτή και κατανοητή από τους μαθητές στους οποίους απευθύνεται. Μάλιστα το τελικό αποτέλεσμα είναι πιο σύνθετο από το αρχικό καθώς περιέχει πολλά παραδείγματα από φαινόμενα ή / και πειράματα που λείπουν από το επιστημονικό υλικό, ώστε να μπορέσουν οι μαθητές να εντάξουν τη γνώση σε διάφορα πλαίσια, να αντιληφθούν τα δυνατά και τα αδύνατα σημεία κάθε μοντέλου που θα χρησιμοποιηθεί. Τέλος ο ίδιος όρος έχει και μία τρίτη σημασία, σημαίνει την διαδικασία διδασκαλίας ή εισήγησης της γνώσης που γίνεται με στοιχειώδη βήματα, δηλαδή αναφέρεται στη δομή του περιεχομένου προς διδασκαλία.

Οι αποσαφηνισμένες έννοιες εξετάζονται υπό το πρίσμα των προηγούμενων ιδεών και αντιλήψεων των μαθητών. Ενώ παλιότερα οι προηγούμενες ιδέες των μαθητών που συνήθως δεν συμφωνούν με την επιστημονική αλήθεια, αντιμετωπιζόταν ως κάτι που έπρεπε να εξαλειφθεί το συντομότερο, σήμερα καθοδηγούν την ανάλυση των βασικών εννοιών καθώς δείχνουν σε ποια σημεία τους πρέπει να δοθεί περισσότερη σημασία κατά τη διδασκαλία και με ποιο τρόπο θα φωτιστούν οι κατάλληλες πτυχές. Μάλιστα οι ερευνητές έχουν βρει ότι η περίφημη «εννοιολογική αλλαγή» (Duit et al., 2008) δεν συμβαίνει

στην πράξη. Προτείνουν την «εννοιολογική ανάπτυξη (growth)» ή «εννοιολογικός εμπλουτισμός (enrichment)» (Strike et al., 1992; Vosniadou, 1996). Τελικά ο Kattmann (2008) προτείνει τον όρο «εννοιολογικός μετασχηματισμός (reconstruction)» σε πλήρη συμφωνία με το μοντέλο του μοντέλου MER. Επίσης λαμβάνονται υπόψη οι αντιλήψεις του εκπαιδευτικού και αναζητούνται οι καλύτερες διδακτικές πρακτικές. Στη συνέχεια με βάση όλα αυτά δομείται το περιεχόμενο με τρόπο ώστε να είναι κατάλληλο για την διδασκαλία. Μάλιστα η διαδικασία δεν γίνεται σε δύο βήματα όπως φαίνεται στο σχήμα αλλά περιέχει πολλές επαναλήψεις όπως φαίνεται καλύτερα στο παρακάτω σχήμα (εικόνα 9)



Εικόνα 9 - το στοιχείο της αποσαφήνισης και ανάλυσης του επιστημονικού περιεχομένου στην πραγματικότητα στο MER (Duit et al. , 2007)

Το δεύτερο στοιχείο του μοντέλου είναι η έρευνα στη διδασκαλία και τη μάθηση. Η διαδικασία της αποσαφήνισης και της ανάλυσης καθώς και ο μετασχηματισμός της γνώσης γίνεται με βάση την έρευνα στη διδακτική και στη μάθηση. Η έρευνα που αφορά τόσο τις προϋπάρχουσες ιδέες των μαθητών αλλά και τα ενδιαφέροντα τους, τις στάσεις τους και τις δεξιότητες τους λαμβάνονται υπόψη κατά τον σχεδιασμό του εκπαιδευτικού υλικού. Επίσης, η διδακτική πρακτική που θα ακολουθηθεί, ο πειραματισμός, οι δραστηριότητες και όλα τα εργαλεία διδακτικής στηρίζονται στις αντίστοιχες έρευνες. Τέλος και οι αντιλήψεις του εκπαιδευτικού λαμβάνονται υπόψη χρησιμοποιώντας τα στοιχεία από αντίστοιχες έρευνες καθώς η συμβολή τους στην υποστήριξη της μάθησης είναι καθοριστική.

Το τρίτο στοιχείο, που αλληλεπιδρά με τα δύο προηγούμενα, είναι ο σχεδιασμός και η αξιολόγηση του διδακτικού και μαθησιακού περιβάλλοντος δηλαδή του εκπαιδευτικού υλικού. Το εκπαιδευτικό υλικό σχεδιάζεται με βάση

τα αποτελέσματα της έρευνας σχετικά με τις αντιλήψεις των μαθητών, τις δυνατότητες τους, τις προϋπάρχουσες ιδέες τους, τις δυσκολίες στη μάθηση, τα ενδιαφέροντα τους, η αυτοεκτίμηση τους και οι στάσεις τους καθώς και από τις επιστημονικές έννοιες στην αποσαφηνισμένη τους μορφή. Δηλαδή επιχειρείται η εύρεση της ισορροπίας μεταξύ των ενδιαφερόντων των μαθητών και του επιστημονικού μετασχηματισμένου περιεχομένου. Φυσικά το τελικό εκπαιδευτικό υλικό εφαρμόζεται και αξιολογείται συνεχώς με διάφορους τρόπους όπως συνεντεύξεις, ερωτηματολόγια αλλά και καταγραφές με βίντεο. Το μοντέλο αναπτύχθηκε αρχικά για τη διδασκαλία της επιστημονικής γνώσης στους φοιτητές του Πανεπιστημίου, αλλά στη συνέχεια διαδόθηκε σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης. Όπως είναι φανερό είναι πλήρως εναρμονισμένο με τις θεωρίες του κοινωνικού εποικοδομητισμού.

Η μάθηση στο μουσείο και στο σχολείο

Η μάθηση

Η ουσιαστική μάθηση επιτυγχάνεται με τον εποικοδομητισμό μέσω κοινωνικών αλληλεπιδράσεων. Η μάθηση (Falk et al, 2012) είναι το αποτέλεσμα μιας διαδικασίας αλληλεπιδράσεων με τους άλλους, που στηρίζονται στη διαβούλευση και στον ορθολογισμό - αλληλεπιδράσεις που οδηγούν το κάθε άτομο να οικοδομήσει νέα κατανόηση και να τροποποιήσει τα νοητικά του μοντέλα για τον κόσμο. Με άλλα λόγια, όπως διατυπώθηκε από την Griffin (2012), η μάθηση συμβαίνει όταν τα άτομα οικοδομούν προσωπικό και "μοιρασμένο" νόημα, ενσωματώνοντας νέα αισθητηριακά δεδομένα σε προηγούμενη κατανόηση. Το καινούριο νόημα μπορεί να προκύπτει από νέα αισθητηριακά δεδομένα ή από το "νόημα" που έχει μοιραστεί κάποιος μαζί τους και τώρα συνδέεται με την προϋπάρχουσα κατανόηση. Η διαδικασία αυτή είναι συνεχής. Στο ίδιο μήκος κύματος η Rennie (2007) θεωρεί ότι η μάθηση (learning) είναι μία συνεχής σωρευτική διαδικασία που συμβαίνει σε ένα μεγάλο φάσμα διαφορετικών περιβαλλόντων.

Τυπική και μη τυπική εκπαίδευση

Δυστυχώς στην κοινωνία μας η λέξη "εκπαίδευση" έχει ταυτιστεί με τη λέξη "σχολείο" (Falk & Dierking ; 1984). Τα σχολεία απαντώνται στην βιβλιογραφία ως "τυπική εκπαίδευση" δηλαδή εκπαίδευση που είναι θεσμοθετημένη, στοχευμένη και προγραμματισμένη μέσω δημοσίων οργανισμών και αναγνωρισμένων ιδιωτικών φορέων και αποτελεί το επίσημο εκπαιδευτικό σύστημα μιας χώρας σύμφωνα με τα International Standard Classification of Education ISCED 2011 (UNESCO, 2012). Πέρα όμως από την τυπική εκπαίδευση, υπάρχουν και φορείς που προσφέρουν μη τυπική εκπαίδευση. Η μη τυπική εκπαίδευση είναι θεσμοθετημένη, στοχευμένη και σχεδιασμένη από ένα φορέα εκπαίδευσης (UNESCO, 2012). Το καθοριστικό χαρακτηριστικό της μη τυπικής εκπαίδευσης είναι ότι αποτελεί προσθήκη, εναλλακτική και/ή συμπλήρωμα της τυπικής (επίσημης) εκπαίδευσης στο πλαίσιο της δια βίου

μάθησης των ατόμων και παρέχει ευκαιρίες εκπαίδευσης σε όλες τις ηλικίες και σε όλες τις κοινωνικές ομάδες. Συνήθως κατά την μη τυπική εκπαίδευση, δεν ακολουθείται μία συνεχής διαδρομή: οι παρεμβάσεις μπορεί να είναι σύντομης διάρκειας, χαμηλής έντασης, και έχει τη μορφή σύντομων κύκλων μαθημάτων, εργαστηρίων ή σεμιναρίων. Με την ολοκλήρωση των κύκλων συνήθως παρέχονται πιστοποιήσεις προσόντων που δεν αναγνωρίζονται ως ισοδύναμες με τις αντίστοιχες που αποκτώνται μέσω των εθνικών επίσημων φορέων. Συχνά δεν παρέχονται πιστοποιήσεις.

Τα μουσεία φορείς μη τυπικής εκπαίδευσης

Τα μουσεία, σύμφωνα με τη Griffin (2012), αποτελούν χώρους μη τυπικής εκπαίδευσης, καθώς προσφέρουν μοναδικές ευκαιρίες μάθησης. Η εμπειρική φύση της μάθησης σε αυτά, περιλαμβάνει την παρατήρηση, την δημιουργία ερωτημάτων, την εξέταση και τη σύγκριση αλλά ίσως το πιο σημαντικό είναι ότι περιλαμβάνει κοινωνική διαμεσολάβηση, υποστήριξη (scaffolding) και μάλιστα ενισχύει τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ μαθητών, εκπαιδευτικών και ξεναγών.

Η μάθηση στα μουσεία είναι διαφορετική από τη μάθηση στα σχολεία (Falk et al; 1986): Τα μουσεία είναι χώροι "ελεύθερων επιλογών". Ο επισκέπτης καθορίζει τους δικούς του στόχους στην επίσκεψη. Τα μουσεία δεν αξιολογούν και δεν βαθμολογούν. Δεν καλλιεργούν κλίμα ανταγωνισμού. Όταν υπάρχει αξιολόγηση και ανταγωνισμός δεν οφείλεται στο μουσείο, αλλά σε εξωτερικούς προς αυτό παράγοντες. Τα μουσεία είναι χώροι ευνοϊκοί και υποστηρικτικοί για συγκεκριμένα πεδία μάθησης και όχι χώροι γενικής μάθησης όπως η σχολική τάξη. Τα μουσεία παρέχουν ευκαιρίες μάθησης μέσα από τη συνολική τους μορφή και εμπειρία που προσφέρουν. Η μάθηση συμβαίνει σε ανθρώπους διαφορετικών ηλικιών, διαφορετικού κοινωνικού υποβάθρου και διαφορετικών κινήτρων, που δεν συμβαίνει στη σχολική τάξη και σε κάθε φορέα τυπικής εκπαίδευσης όπου οι μαθητές έχουν μεγάλη ομοιομορφία -όπως και σε όλα τα περιβάλλοντα τυπικής εκπαίδευσης. Τέλος τα μουσεία είναι κοινωνικά περιβάλλοντα (settings) που ενθαρρύνουν την ομαδική μάθηση. Στην πραγματικότητα, όλες οι δραστηριότητες στο μουσείο είναι υψηλής κοινωνικής διαμεσολάβησης καθώς το κοινό αλληλεπιδρά μεταξύ του σε μεγάλο βαθμό και έχει τον έλεγχο της κοινωνικής του αλληλεπίδρασης (Falk et al; 1986).

Σχολικές επισκέψεις στα Μουσεία

Παλαιότερες έρευνες (Koran et al., 1983; Eason & Linn, 1976; Sneider, 1979; Stronck, 1983) έχουν δείξει ότι η επίσκεψη σχολικών τάξεων σε μουσεία έχει γνωστικά οφέλη και μάλιστα η απόδοση μαθητών σε σχολικά τεστ είναι υψηλότερη μετά από αλληλεπίδραση με εκθέματα του μουσείου (Wright, 1980)

Σύμφωνα με τους Morag & Tal οι σχολικές επισκέψεις σε ανοιχτούς χώρους, ζωολογικούς κήπους, κλπ ήταν ανέκαθεν ένα σημαντικό μέρος της σχολικής δράσης, όπως φαίνεται από την εκτεταμένη έρευνα τους σχετικά με την

εκπαίδευση. Η σχέση ανάμεσα στο σχολείο και στους χώρους μη τυπικής μάθησης δεν είναι ξεκάθαρη και λειτουργεί ως εμπόδιο στην δημιουργία μιας καλύτερης εικόνας σχετικά με τη μάθηση σε αντίστοιχους χώρους. Οι περισσότερες μελέτες εστιάζουν σε διαμορφωμένα περιβάλλοντα, ενώ η κατανόηση της μάθησης που συμβαίνει σε ανοικτούς χώρους είναι ακόμη πιο περιορισμένη. Γενικά, οι επισκέψεις πεδίου συνήθως διοργανώνονται από τα σχολεία, έχουν εκπαιδευτικούς στόχους και συμβαίνουν σε μοναδικούς χώρους που ενεργοποιούν το ενδιαφέρον του επισκέπτη. Πολλοί ερευνητές έχουν δείξει ότι τέτοιου είδους δράσεις ενισχύουν το ενδιαφέρον των μαθητών, τους δημιουργούν κίνητρα και άλλες πτυχές της μάθησης. (Dillon et al., 2006; Falk et al., 1978; Hofstein & Rosenfeld, 1996; Krepel & Durrall, 1981; Rickinson et al., 2004). Ασχέτως με το αν οι φορείς αποκαλούνται φορείς μη τυπικής, άτυπης ή ελεύθερων επιλογών, όλες οι δράσεις σε εξωσχολικά περιβάλλοντα οδηγούν στη δημιουργία μιας ποικιλίας γνωστικών, συναισθηματικών, κοινωνικών και συμπεριφοριστικών αποτελεσμάτων που μπορούν να συνεισφέρουν σημαντικά στη μάθηση. Η κοινή αντίληψη σχετικά με τέτοιου είδους δράσεις είναι ότι η δυναμική τους παρέχει στους μαθητές hands-on δραστηριότητες που βελτιώνουν την κατανόηση σύνθετων και αφηρημένων ιδεών (Bell et al., 2009; Falk & Balling, 1982; Falk et al., 1978; Orion & Hofstein, 1994). Άλλες ωφέλειες αυτών των δράσεων που τεκμηριώνονται από τη βιβλιογραφία είναι ότι καθορίζουν ένα πλαίσιο για τη μάθηση, παρέχουν καλά σχεδιασμένα εκπαιδευτικά προγράμματα, ενθαρρύνουν το διάλογο και την αλληλεπίδραση με άλλους και δημιουργούν τη βάση για την δια βίου μάθηση. (Martin 2004). Η σχολική επίσκεψη, ως γεγονός εμπειριακής μάθησης, εμπλέκει τους μαθητές στην πραγματική φύση του φαινομένου σε ένα αυθεντικό πλαίσιο και επιτρέπει στον εισηγητή να "γεφυρώσει" το περιεχόμενο του σχολικού μαθήματος με μία αυθεντική έκφραση πιο αφηρημένων ιδεών (Knapp & Barrie, 2001)

Σύμφωνα με τη Rennie (2014) παρά τις διαφορές του τι μαθαίνεται, σε ποιον μαθαίνεται, του περιβάλλοντος και των γενικότερων συνθηκών ανάμεσα στο σχολείο και στο χώρο μη τυπικής εκπαίδευσης αλλά η διαδικασία μάθησης είναι παρόμοια. Έτσι η Rennie (2007) θεωρεί ότι η διάκριση τυπικής και μη τυπικής εκπαίδευσης είναι χωρίς ουσιαστικό νόημα.

Οι έρευνες έχουν δείξει ότι οι σχολικές επισκέψεις σε μουσεία, σε κέντρα επιστημών ή σε αντίστοιχους φορείς είναι σημαντικές για την ενίσχυση της μάθησης. Οι μαθητές αποκτούν αυθεντικές εμπειρίες (Pedretti, 1979), έρχονται σε επαφή με αληθινά αντικείμενα ενώ ενισχύεται η περιέργεια και το ενδιαφέρον τους (Falk, et al., 1986; Meredith et al., 1997). Οι μαθητές έχουν γνωστικά οφέλη σχετικά με τη μάθηση αρχών και εννοιών (Anderson, 1999; Anderson & Lucas, 1997; Banberger & Tal, 2006; Beiers & McRobbie, 1992; Mallon & Bruce, 1982; Feher & Rice, 1985; Flexer & Borun, 1984; Gottfried, 1980; Knapp, 1996; Miglietta et al., 2008; Orion & Hofstein, 1994; Stronck, 1983; Tuckey, 1992). Παράλληλα δεν πρέπει να αγνοούνται τα κοινωνικά και

συναισθηματικά οφέλη (Csikszentmihalyi & Hermanson, 1995; Hooper-Greenhill, 1991; Meredith et al., 1997; Rix & McSorley, 1999; Wellington, 1990).

Η αύξηση του ενδιαφέροντος, η περιέργεια και η θετική στάση απέναντι στην επιστήμη θα έπρεπε ίσως να είναι οι πιο σημαντικοί στόχοι μιας σχολικής επίσκεψης. Μάλιστα οι στάσεις των μαθητών μπορεί να παίξουν σημαντικό ρόλο στη μετέπειτα ζωή τους: ο Salmi (2003) έδειξε ότι οι περισσότεροι φοιτητές πανεπιστημίου επέλεξαν τη σχολή τους με συναισθηματικά κριτήρια. Το 2012 ο Dabney και οι συνεργάτες συμπέραναν ότι η συμμετοχή των μαθητών σε δραστηριότητες εκτός σχολείου που είναι σχετικές με την επιστήμη, σχετίζεται ισχυρά με την μελλοντική τους καριέρα σε τομείς STEM. Πιο συγκεκριμένα, ρώτησαν 6.556 φοιτητές πανεπιστημίου για ποιο λόγο σπουδάζουν σε επιστημονικά πεδία. Οι απαντήσεις που ήρθαν στην πρώτη και δεύτερη θέση ήταν “επειδή θεωρούν την επιστήμη ενδιαφέρουσα” και επειδή “ήταν καλοί στις επιστήμες”. Οι απαντήσεις αυτές δείχνουν πόσο σημαντική είναι η στάση των μαθητών απέναντι στην επιστήμη και η εμπιστοσύνη στις ικανότητες τους, για την μελλοντική τους εξέλιξη. Η σχολική επίσκεψη προκαλεί ενθουσιασμό και ενδιαφέρον και λειτουργεί ως σημαντικό συμπλήρωμα της τυπικής εκπαίδευσης (Flexer and Borun, 1984). Κάποιοι λένε ότι πιθανότατα έχει μεγαλύτερη επίδραση στους μαθητές από το ίδιο το μάθημα (Bitgood, 1989; Storksdieck, 2006), δημιουργεί θετικά συναισθήματα και κοινωνικές εμπειρίες (Anderson et al., 2006; Storksdieck et al., 2006), δημιουργεί νέες δεξιότητες και βοηθά στην συνειδητοποίηση της αξίας της δια βίου μάθησης (Storksdieck et al., 2007).

Και ο οργανισμός PISA (2006) επιβεβαιώνει ότι οι ευκαιρίες για μάθηση εκτός σχολείου έχουν σημαντική συνεισφορά στην εκπαίδευση στην επιστήμη. Σύμφωνα με την έρευνα PISA (2006) το 90% των μαθητών στις χώρες του OECD επισκέπτονται χώρους μη τυπικής εκπαίδευσης, όπως τα μουσεία, όπου παρέχονται ευκαιρίες μάθησης σε θέματα επιστήμης. Στις περισσότερες περιπτώσεις, τέτοιου είδους δραστηριότητες, οδηγούν σε καλύτερες επιδόσεις των μαθητών στα αντίστοιχα μαθήματα, μεγαλύτερη εμπιστοσύνη στις ικανότητες τους και περισσότερη ευχαρίστηση κατά την μάθηση (OECD 2012)

Συνοψίζοντας, η επίσκεψη στο μουσείο δεν θεωρείται μία “επέκταση” του μαθήματος στην τάξη αλλά μία εμπειρία συμπληρωματική που μπορεί να εμψύσει στους μαθητές την διάθεση για διαρκή μάθηση (Holstein & Rosenfeld, 1996; Orion & Holstein, 1994; Storksdieck, 2006), να επηρεάσει τις στάσεις των μαθητών σε θέματα που αφορούν την επιστήμη και την κοινωνία αλλά και να διαμορφώσει τον τρόπο σκέψης τους και να επηρεάσει τη μελλοντική επαγγελματική τους καριέρα.

Αν και η επιστημονική κοινότητα έχει ασχοληθεί κυρίως με τη διδασκαλία των επιστημών στο σχολείο, τα τελευταία χρόνια έχει στραφεί και προς τους χώρους μη τυπικής εκπαίδευσης όπως τα μουσεία και τα κέντρα επιστημών αλλά και

τους ζωολογικούς κήπους, τα ενυδρεία, τα πλανητάρια και άλλους παρόμοιους χώρους. Οι εμπειρίες που αποκτούν οι μαθητές σε τέτοιους χώρους δρουν συμπληρωματικά προς την μάθηση που επιδιώκεται στο σχολείο, όπως πιστεύουν οι ίδιοι οι εκπαιδευτικοί (Cox-Petersen & Pfaffinger, 1998) αλλά και όπως επιβεβαιώνουν οι σχετικές έρευνες (Anderson & Lucas, 1997; Flexer & Borun, 1984; Orion & Hofstein, 1994). Οι Braund & Reiss (2004) αναγνωρίζουν ότι οι εκδρομές παρέχουν κίνητρα και ενεργοποιούν το ενδιαφέρον. Έτσι οι εκπαιδευτικοί, κατά την διοργάνωση μίας εκδρομής σε αυτούς τους χώρους, αποβλέπουν στη δημιουργία ευκαιριών μάθησης που συνδέονται με το αναλυτικό πρόγραμμα, στην ψυχαγωγία, στην αύξηση του ενδιαφέροντος και στην δημιουργία ή ενίσχυση κινήτρων (Kisiel, 2005). Παρόλα αυτά οι έρευνες δείχνουν ότι δεν αξιοποιούνται κατά τον καλύτερο τρόπο οι ευκαιρίες που προσφέρουν οι χώροι αυτοί (Cox-Petersen & Pfaffinger, 1998; Griffin & Symington, 1997).

Μακροπρόθεσμα οφέλη

Είναι όμως τα γνωστικά και συναισθηματικά οφέλη μακροπρόθεσμα; Κάποιοι ερευνητές όπως οι Wolins et al. (1992), Falk & Dierking (1997), McManus (1993) και Stevenson, (1991) έδειξαν ότι όταν υπάρχει προσωπική εμπλοκή των μαθητών, συνδέσεις με το μάθημα στο σχολείο (αναλυτικό πρόγραμμα) και πολλές επισκέψεις στο ίδιο μουσείο, τότε πραγματικά η επίδραση είναι μακροπρόθεσμη (Wolins et al., 1992). Βέβαια συνήθως δεν υπάρχει δυνατότητα για επαναλαμβανόμενες επισκέψεις, αλλά οι DeWitt και Storksdiack (2008) θεωρούν ότι αρκεί πριν και μετά την επίσκεψη να οργανώνονται και να πραγματοποιούνται σχετικές δραστηριότητες στο σχολείο για τις οποίες θεωρούν ότι λειτουργούν ως επεκτάσεις της επίσκεψης. Γενικά όμως, η έρευνα σχετικά με τη διάρκεια του θετικού αντίκτυπου μιας επίσκεψης είτε σχετικά με το γνωστικό, είτε σχετικά με το συναισθηματικό τομέα είναι ένα δύσκολο εγχείρημα. Πολλοί ερευνητές (Bransford et al., 1999; Dierking, 2002; Falk & Storksdiack, 2005) θεωρούν ότι είναι δύσκολο να εκτιμηθούν τα μακροπρόθεσμα οφέλη καθώς εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες σχετικούς τόσο με την ίδια την επίσκεψη όσο και με την προσωπικότητα του κάθε μαθητή. Η σημασία της επίσκεψης εξαρτάται και από ό,τι συμβαίνει κατά την επίσκεψη και μετά από αυτή, αλλά και από την ιδιοσυγκρασία, τα ενδιαφέροντα και τις σχετικές εμπειρίες του κάθε μαθητή. Πάντως η διατήρηση αναμνήσεων για αρκετό καιρό μετά την επίσκεψη, δείχνει ότι οι επισκέψεις είναι σημαντικές. Ένας άλλος παράγοντας που καθορίζει την εκπαιδευτική αξία της επίσκεψης είναι η σύνδεση των αναμνήσεων με μελλοντικές εμπειρίες, όμως αυτή η διαδικασία και τα αποτελέσματα της είναι δύσκολο να ερευνηθούν. Σε κάθε περίπτωση, φαίνεται ότι η προετοιμασία στην τάξη πριν την επίσκεψη και οι σχετικές δραστηριότητες μετά, καθώς και η ποιότητα και η έκταση τους

επηρεάζουν τη διάρκεια της επιρροής της επίσκεψης (DeWitt & Storksdieck, 2008).

Παράγοντες για μεγιστοποίηση των ευκαιριών μάθησης κατά την σχολική επίσκεψη

Τα μουσεία επιστημών αρχικά παρείχαν το υλικό των συλλογών τους για ακαδημαϊκή έρευνα. Όταν αντιλήφθηκαν τους στην παροχή ευκαιριών μάθησης, άρχισαν να προσανατολίζονται στην εκπαίδευση του κοινού, που σήμερα είναι ο πρωταρχικός τους στόχος (Friedman, 2010). Σύμφωνα με την Rennie (2007), η ιστορία και η εξέλιξη του ρόλου των μουσείων δείχνει ότι πάντα επιτυγχάνεται μάθηση κατά την επίσκεψη στο χώρο τους, που όμως εντάσσεται σε ένα πλαίσιο που εξαρτάται από διάφορους παράγοντες προσωπικούς και κοινωνικούς αλλά από το φυσικό χώρο του Μουσείου. Όπως είναι φανερό, η μάθηση κατά την επίσκεψη στο Μουσείο, είναι δύσκολο να μετρηθεί όπως και η επίδραση του κάθε παράγοντα που την επηρεάζει. Από την άλλη μεριά και οι ίδιοι οι εκπαιδευτικοί αναγνωρίζοντας τη σημασία της μάθησης στο μουσείο, διοργανώνουν συχνά σχολικές επισκέψεις (Storksdieck et al, 2006, 2007). Το ερώτημα που τίθεται στους ερευνητές είναι ποιες είναι οι συνθήκες που μεγιστοποιούν τις ευκαιρίες για μάθηση (Storksdieck et al, 2006, 2007).

Ο ρόλος του εκπαιδευτικού

Σύμφωνα με την Griffin (2012), η επίσκεψη στο μουσείο βοηθά στην εδραίωση και ανάπτυξη εννοιών. Σημαντικό ρόλο στη διαδικασία μάθησης παίζει τόσο ο εκπαιδευτικός της σχολικής ομάδας καθώς και ο ξεναγός/ εκπαιδευτικός του μουσείου αλλά το τελικό αποτέλεσμα είναι ατομικό και διαφορετικό για τον κάθε μαθητή. Κάθε άτομο και δημιουργεί το δικό του διαφορετικό νόημα, αν και συμμετέχει σε παρόμοιες εμπειρίες με τους άλλους, αλλά και συμβάλλει στην κατανόηση που οικοδομούν τα άλλα άτομα μέσω της κοινωνικής αλληλεπίδρασης. Ειδικά όταν οι άνθρωποι με τους οποίους αλληλεπιδρά είναι “έμπειροι”, όπως δάσκαλοι, γονείς, το προσωπικό του μουσείου, ενισχύεται η δημιουργία νέας κατανόησης.

Έτσι η Griffin καταλήγει ότι η μάθηση που πραγματοποιείται στα μουσεία εξαρτάται από τον δάσκαλο, τον ξεναγό και τους μαθητές και τις σχέσεις που αναπτύσσονται μεταξύ τους κατά τη διάρκεια της επίσκεψης. Δυστυχώς οι εκπαιδευτικοί δεν είναι έτοιμοι για να βοηθήσουν τους μαθητές τους κατά την επίσκεψη στο μουσείο, και συχνά στηρίζονται αποκλειστικά στους ξεναγούς του μουσείου ενώ οι μαθητές δεν λαμβάνουν την κατάλληλη βοήθεια, ή καλύτερα καθοδήγηση, για να αξιοποιήσουν όλα όσα προσφέρει το μουσείο. Από την άλλη πλευρά, οι ξεναγοί του μουσείου θα πρέπει να είναι έτοιμοι να

προσαρμόσουν την πληροφορία που θα προσφέρουν και τον τρόπο με τον οποίο θα το κάνουν, ανάλογα με την κάθε σχολική ομάδα.

Δυστυχώς αυτή η “απροθυμία” των εκπαιδευτικών να έχουν πιο ενεργό ρόλο κατά την επίσκεψη μειώνει τις ευκαιρίες μάθησης που προσφέρει η επίσκεψη στο μουσείο. Διάφορες έρευνες σε μουσεία τόσο στο Ισραήλ όσο και στην Πορτογαλία, έδειξαν ότι οι σχολικές επισκέψεις συχνά ακολουθούν το μοντέλο της μεταφοράς γνώσης από τον ξεναγό στην σχολική ομάδα. Ο εκπαιδευτικός συνήθως δεν μεσολαβεί ώστε να εμπλέξει τους μαθητές, να συνδέσει τις πληροφορίες που δίνει ο ξεναγός με την καθημερινή ζωή και συνήθως δεν έχει προετοιμάσει τους μαθητές με δραστηριότητες στην τάξη πριν την επίσκεψη και ούτε μετά (Tal et al., 2005; Tal & Morag, 2007; Faria and Chagas, 2012). Οι εκπαιδευτικοί συχνά είναι παθητικοί δέκτες. Όταν όμως ο εκπαιδευτικός δείχνει ενθουσιασμό κατά την επίσκεψη στο μουσείο και οργανώνει σχετικές δραστηριότητες στην τάξη μετά την επίσκεψη, οι μαθητές έχουν πολύ πιο θετική στάση όπως έδειξαν οι Jarvis & Pell (2005). Σύμφωνα με τις έρευνες, ο εκπαιδευτικός μπορεί να συμβάλει καθοριστικά στην μέγιστη αποτελεσματικότητα της σχολικής επίσκεψης (Bitgood, 1989; Braund & Reiss, 2004; Carroll, 2007; Griffin, 1998; Koran & Baker, 1979; Leary, 1996; Rennie & McClafferty, 1995; Rudmann, 1994). Πιο συγκεκριμένα, για τα μέγιστα μαθησιακά οφέλη, προτείνουν για τον εκπαιδευτικό:

- α) να είναι εξοικειωμένος με το χώρο και τον συγκεκριμένο φορέα που πρόκειται να επισκεφθεί
- β) να προσανατολίσει τους μαθητές σχετικά με τις δράσεις τους κατά την επίσκεψη και να αποσαφηνίσει τους στόχους της επίσκεψης.
- γ) να σχεδιάσει δραστηριότητες πριν την επίσκεψη που να σχετίζονται με το αναλυτικό πρόγραμμα
- δ) να επιτρέψει τους μαθητές να έχουν το χρόνο τους κατά την επίσκεψη ώστε να πραγματοποιήσουν τη δική τους εξερεύνηση
- ε) οι δραστηριότητες που θα σχεδιάσει να σχετίζονται τόσο με το αναλυτικό πρόγραμμα όσο και με τη μοναδικότητα του φορέα που θα επισκεφθεί
- στ) να σχεδιάσει και να εκτελέσει δραστηριότητες μετά την επίσκεψη στην τάξη, για να ενισχύσει την εμπειρία της επίσκεψης και να δώσει την ευκαιρία στους μαθητές να μοιραστούν την εμπειρία τους και τα οφέλη που προσκόμισαν από αυτή.

Αν και τα περισσότερα από τα παραπάνω φαίνονται ως λογικές προϋποθέσεις για την αποτελεσματικότερη εμπειρία των μαθητών, στην πραγματικότητα σπάνια εφαρμόζονται (Anderson et al., 2006; Griffin & Symington, 1997; Sorensen, 2003), ακόμη και όταν οι εκπαιδευτικοί θεωρούν ότι η εκδρομή έχει καθαρά εκπαιδευτικό στόχο (Kisiel, 2005; Wellington, 1990), ή θεωρούν ότι πρέπει να ταιριάζει με το αναλυτικό πρόγραμμα (Anderson & Zhang, 2003; Kisiel, 2005). Ίσως ένας λόγος να είναι ότι τελική η εκπαιδευτική αξία της σχολικής επίσκεψης δεν είναι ο μόνος ή/και ο σημαντικότερος λόγος για τους

εκπαιδευτικούς. Στην πραγματικότητα οι προσδοκίες των εκπαιδευτικών από την επίσκεψη είναι πολύπλοκες και σύνθετες. Θεωρούν τις σχολικές επισκέψεις ως ευκαιρίες για εκπαίδευση και επιθυμούν να συνδέονται με το αναλυτικό πρόγραμμα, αλλά και ως ευκαιρίες για κοινωνική και συναισθηματική μάθηση (Kisiel, 2005; Storksdieck et al., 2006). Η έρευνα όμως δείχνει ότι δεν έχουν συνειδητοποιήσει την εκπαιδευτική αξία των δραστηριοτήτων πριν και μετά την επίσκεψη (Cox- Petersen & Pfaffinger, 1998; Storksdieck, 2006). Πολλοί θεωρούν την επίσκεψη ως μία μέρα εκτός της καθημερινής σχολικής ρουτίνας (Sorensen, 2003) ή ασχολούνται κυρίως με τις λεπτομέρειες της διοργάνωσης και της διαχείρισης της συμπεριφοράς των μαθητών και όχι στην ενθάρρυνση της αλληλεπίδρασης με τα αντικείμενα του μουσείου (Cox-Petersen & Pfaffinger, 1998; Griffin & Symington, 1997). Ακόμη και αυτοί που αναγνωρίζουν την πιο αποτελεσματική πρακτική, συχνά δεν την ακολουθούν (DeWitt & Storksdieck (2008).

Ο ρόλος και η στάση του εκπαιδευτικού πριν, κατά και μετά την επίσκεψη αναγνωρίζεται από τους ερευνητές (DeWitt & Storksdieck, 2008; Rennie, 2014; Rowell, 2012) ως ο σημαντικότερος παράγοντας για την αποτελεσματικότητα της σχολικής επίσκεψης σχετικά με τη μάθηση. Όμως δεν είναι ο μοναδικός. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, όταν η εμπειρία της σχολικής επίσκεψης στο μουσείο συνοδεύεται από ενεργή συμμετοχή των μαθητών, συνδέεται με το αναλυτικό πρόγραμμα του σχολείου και επαναλαμβάνεται σε τακτά χρονικά διαστήματα, παραμένει στην μνήμη των μαθητών για πολλά χρόνια (Wolins et al, 1992). Τέλος η μάθηση εξαρτάται και από τη συναισθηματική κατάσταση των μαθητών καθώς η Griffin σημειώνει ότι οι προϋπάρχουσες στάσεις και πεποιθήσεις θα καθορίσουν το επίπεδο αποδοχής των νέων ιδεών.

Οι DeWitt and Skorksdieck, (2008) μελετώντας και αναλύοντας τα αποτελέσματα ερευνών σχετικά με τους παράγοντες που καθορίζουν αποτελεσματικότητα των σχολικών επισκέψεων, κατέληξαν στα εξής:

- Η δομή της επίσκεψης (structure) καθορίζει την εμπλοκή του μαθητή και συμπεριλαμβάνει τις δραστηριότητες που προετοιμάζουν τους μαθητές για την επίσκεψη και αυτές που ακολουθούν για την ενίσχυση της μάθησης και τον αναστοχασμό. Η ύπαρξη και η ποιότητα των δραστηριοτήτων αυτών είναι καθοριστικοί παράγοντες για την μεγιστοποίηση της επίδρασης της επίσκεψης (θα αναλυθεί παρακάτω),
- Η καινοτομία του χώρου. Πολλοί ερευνητές επισημαίνουν ότι η καινοτομία ή διαφορετικότητα του χώρου (του μουσείου) έχει αρνητικά αποτελέσματα στην επίσκεψη των μαθητών καθώς αποσπά την προσοχή τους από το εννοιολογικό και συναισθηματικό πλαίσιο της μάθησης (Balling & Falk, 1980; Balling et al., 1980; Martin et al., 1981). Για την ελαχιστοποίηση αυτού του αρνητικού παράγοντα προτείνεται ο προσανατολισμός στο κεντρικό θέμα της επίσκεψης είτε από πριν -κατά την προετοιμασία- είτε κατά την διάρκεια της επίσκεψης (Anderson &

Lucas, 1997; Falk, 1983; Orion & Hofstein, 1994). Ο μαθητής πρέπει να έχει σαφείς και ξεκάθαρους στόχους πριν την επίσκεψη.

- Η κοινωνική αλληλεπίδραση (Falk & Dierking, 1992, 2000; Dierking, 2002; Price & Hein, 1991). Οι μαθητές μοιράζονται τις ιδέες, τις σκέψεις ή τις ανακαλύψεις τους και παρακολουθούν άλλους μαθητές που μοιράζονται τις δικές τους ιδέες, σκέψεις, ανακαλύψεις τους. Αυτή η διαδικασία οδηγεί στην οικοδόμηση νέας γνώσης (Carlisle, 1985; Gottfried, 1980; Tuckey, 1992β). Ειδικά αν οι μαθητές δουλεύουν σε μικρές ομάδες, ώστε να μπορούν να εμπλέκονται ενεργά με τις δραστηριότητες και να διατυπώνουν ελεύθερα τις ερωτήσεις τους, έχουν περισσότερες ευκαιρίες για την οικοδόμηση γνώσης, όπως παρατήρησαν οι Price και Hein (1991). Φαίνεται λοιπόν ότι το κοινωνικό πλαίσιο της επίσκεψης είναι σημαντικό για καλύτερα γνωστικά και συναισθηματικά αποτελέσματα
- Η προηγούμενη γνώση. Για την μάθηση γενικότερα είναι πολύ σημαντική η προϋπάρχουσα γνώση (DiSessa, 1982; Falk & Storksdiack, 2005; Minstrell, 1989; Resnick, 1983; Roschelle, 1995; Strike & Posner, 1985; Wray & Lewis, 1997). Και στο μουσείο, η μάθηση φαίνεται να επιτυγχάνεται από τη συζήτηση με μαθητές που έχουν ήδη κάποια κατανόηση σχετικά με το θέμα που θέτει το κάθε αντικείμενο του μουσείου (Feher & Rice, 1985; Tuckey, 1992a). Η προηγούμενη γνώση καθορίζει τι μπορούν να μάθουν επιπλέον από τα αντικείμενα του μουσείου (Anderson, 1999; Beiers & McRobbie, 1992; Falk et al., 1986; Storksdiack, 2006). Εδώ φαίνεται και η σημαντικότητα του ρόλου του εκπαιδευτικού, καθώς γνωρίζει καλύτερα από τον ξεναγό τους μαθητές του, τα ενδιαφέροντα τους και την προηγούμενη γνώση τους.
- Άλλοι παράγοντες είναι η ατζέντα του μαθητή δηλαδή τα ιδιαίτερα ενδιαφέροντα του, οι προσδοκίες του για το τι θα δει και θα κάνει κατά την επίσκεψη, τα κίνητρα του, (Falk & Adelman, 2003; Ellenbogen, 2002). Βέβαια η ικανοποίηση των προσδοκιών του κάθε μαθητή σε μία σχολική τάξη είναι μάλλον ακατόρθωτη. Εξίσου σημαντική είναι και η ατζέντα του εκπαιδευτικού δηλαδή οι προσδοκίες του αλλά και η δραστηριοποίηση του.

Σε πλήρη συμφωνία με τα προηγούμενα ο Dohn (2013) διερευνώντας τους παράγοντες που κάνουν ευχάριστη μία σχολική επίσκεψη σε ζωολογικό κήπο, κατέληξε ότι οι μαθητές της γ' λυκείου (12th grade) απολαμβάνουν τις hands-on εμπλοκές σε "ομαδικά" πειράματα (group experiments), την αλληλεπίδραση με τους συμμαθητές τους και τη μοναδικότητα του χώρου. Όλα αυτά έκαναν την εμπειρία να αποπνέει έμπνευση και όχι μονοτονία όπως το σχολικό περιβάλλον. Με άλλα λόγια η ενεργός συμμετοχή σε δραστηριότητες, η μοναδικότητα του χώρου, η έκπληξη και η πρόσβαση στη γνώση αλλά και η κοινωνική αλληλεπίδραση ήταν οι αιτίες που ενεργοποίησαν το ενδιαφέρον των

μαθητών. Οι συναισθηματικές εμπειρίες αποδεικνύονται ισχυρός τρόπος ενεργοποίησης κινήτρων για μάθηση στους μαθητές

Η δομή της επίσκεψης

Ελεύθερη περιήγηση ή όχι;

Το πρώτο ερώτημα που τίθεται σχετικά με την σχολική επίσκεψη στο μουσείο είναι αν η ελεύθερη περιήγηση είναι μία καλή τακτική για την καλύτερη εμπειρία των μαθητών. Ήδη από το 1984, οι Flexer και Borun για να ερευνήσουν ποια είναι η καλύτερη πρακτική κατά την επίσκεψη σε ένα κέντρο επιστημών (Franklin Institute science Museum) χώρισαν 432 μαθητές ε' και στ' δημοτικού σε 4 ομάδες: η μία αλληλεπίδρασε ελεύθερα με το αντικείμενο -ένα διαδραστικό έκθεμα- που είχε επιλεγεί, η δεύτερη παρακολούθησε μία διάλεξη για το αντικείμενο σχεδιασμένη από το Μουσείο για την συγκεκριμένη ηλικιακή ομάδα, η τρίτη παρακολούθησε τη διάλεξη και στη συνέχεια αλληλεπίδρασε με το αντικείμενο ενώ η τέταρτη ομάδα ήταν η ομάδα ελέγχου. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι όλες οι ομάδες είχαν υψηλότερες αποδόσεις από την ομάδα ελέγχου. Η ομάδα που αλληλεπίδρασε με το αντικείμενο, που όμως είχε και διαθέσιμο προσωπικό του μουσείου για να δώσει τις κατάλληλες εξηγήσεις, είχε καλύτερες αποδόσεις από την ομάδα ελέγχου αλλά χειρότερες σε σχέση με την ομάδα που παρακολούθησε μόνο τη διάλεξη. Όσοι παρακολούθησαν μόνο τη διάλεξη είχαν σχεδόν τα ίδια αποτελέσματα με όσους μετά την διάλεξη αλληλεπίδρασαν με το αντικείμενο. Φαίνεται ότι οι μαθητές μπορεί να αντιλαμβάνονται την αρχή που επιδεικνύει το διαδραστικό έκθεμα αλλά όσοι δεν παρακολούθησαν τις διαλέξεις δεν μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν την ορολογία και τις κατάλληλες λέξεις για να εξηγήσουν τη λειτουργία του, καθώς οι μαθητές σπάνια διαβάζουν τα κείμενα που συνοδεύουν τα αντικείμενα (Flexer & Borun, 1984). Σχετικά με τον συναισθηματικό τομέα, η αλληλεπίδραση με το αντικείμενο είναι πολύ ευχάριστη για τους μαθητές και προσελκύει το ενδιαφέρον τους (Stronck, 1983). Η διάλεξη ήταν πιο αποτελεσματική για τη διδασκαλία επιστημονικών εννοιών (Linn, 1980) σε σχέση με την ελεύθερη περιήγηση. Αντίστοιχα ήταν και τα αποτελέσματα άλλων ερευνητών που έδειχναν ότι η διάλεξη πριν ή κατά την επίσκεψη είναι ο καλύτερος τρόπος αξιοποίησης του υλικού του μουσείου (Koran et al. 1983; Stronck, 1983; Gennaro, 1981).

Μία αντίστοιχη έρευνα έγινε από τους Randler, Kummer και Wilhelm (2012), που εξέτασαν τη δυνατότητα μάθησης και οικοδόμησης της νέας γνώσης σε χώρους μη τυπικής εκπαίδευσης. Για το σκοπό αυτό, χώρισαν 845 μαθητές της 5ης και 6η δημοτικού σε 4 ομάδες κατά την επίσκεψη τους σε ένα ζωολογικό κήπο. Ήθελαν να χρησιμοποιήσουν ένα χώρο μη τυπικής εκπαίδευσης για παροχή τυπικής εκπαίδευσης, δηλαδή για να πετύχουν τους στόχους του

αναλυτικού προγράμματος. Η μία ομάδα ήταν η ομάδα ελέγχου -που δεν ακολούθησε καμία συγκεκριμένη διαδρομή κατά την επίσκεψη. Η δεύτερη ήταν αυστηρά δομημένη, καθοδηγούμενη από τον ξεναγό του ζωολογικού κήπου - δασκαλοκεντρική προσέγγιση. Η τρίτη και η τέταρτη ακολούθησαν την στρατηγική της εργασίας σε μικρές ομάδες, όμως στη μία επικεφαλής, ή καλύτερα συντονιστής, ήταν ο εκπαιδευτικός με βασική αρμοδιότητα την συγκέντρωση των στοιχείων, ενώ η τελευταία ως κεντρικό συντονιστή είχε τους ίδιους τους μαθητές. Τεστ για τον έλεγχο γνωστικών αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκαν πριν την επίσκεψη, την επόμενη ημέρα της επίσκεψης και 6 εβδομάδες μετά. Χειρότερα ήταν τα αποτελέσματα της ομάδας ελέγχου. Η ομάδα με τον ξεναγό του μουσείου είχε τα καλύτερα αποτελέσματα αμέσως μετά την επίσκεψη, ενώ η ομάδα με καθοδηγητή τον εκπαιδευτικό στη συγκέντρωση των στοιχείων είχε τα καλύτερα αποτελέσματα μετά από 6 εβδομάδες. Η ξενάγηση από τον ειδικό του ζωολογικού κήπου (δεύτερη ομάδα) δίνει τα καλύτερα γνωστικά αποτελέσματα αλλά για να διατηρηθούν στη μνήμη των μαθητών απαιτείται εργασία στην τάξη, μετά την επίσκεψη. Ίσως ο ίδιος ο ζωολογικός κήπος θα πρέπει να διαθέτει υλικό για τον σκοπό αυτό. Η μαθητοκεντρική μάθηση που γίνεται σε μικρές ομάδες εργασίας (τρίτη και τέταρτη ομάδα) φαίνεται να είναι ένα πολύτιμο εργαλείο, όταν ένας ξεναγός δεν είναι διαθέσιμος ή οικονομικά δυσπρόσιτος. Και πάλι ο ζωολογικός κήπος θα πρέπει να αναπτύξει το κατάλληλο υλικό και να επιτρέψει στον εκπαιδευτικό να το διαχειριστεί. Τέλος, για να είναι αποτελεσματική η εργασία μέσω μικρών ομάδων που κατευθύνονται από τους ίδιους τους μαθητές (τέταρτη ομάδα) απαιτούνται δεξιότητες που θα πρέπει να είναι οικείες στους μαθητές. Δηλαδή θα πρέπει οι μαθητές να εξασκηθούν σε τέτοιου είδους συνεργασίες και συντονισμό καθώς οι μεγαλύτεροι σε ηλικία μαθητές τα κατάφεραν καλύτερα.

Οι Tal και Bamberger (2007) εξετάζοντας το βαθμό της ελευθερίας των επιλογών από τους μαθητές κατά τη σχολική επίσκεψη σε σχέση με την εμπλοκή των μαθητών και την μάθηση, κατέληξαν ότι η πλήρης έλλειψη επιλογής οδηγεί στο μοντέλο μετάδοσης της πληροφορίας με μικρή ατομική αλληλεπίδραση. Αντίθετα η ελευθερία επιλογών οδηγεί σε μεγάλη κοινωνική αλληλεπίδραση αλλά χωρίς ξεκάθαρο στόχο και προσανατολισμό. Η στρατηγική της περιορισμένης επιλογής, που επιτυγχάνεται με χρήση φύλλων εργασίας που αφήνουν κάποια ελευθερία στους μαθητές, επιτρέπει τους μαθητές να έχουν τον έλεγχο της μάθησης, καθοδηγεί τη δραστηριότητα, υποστηρίζει τη μάθηση καθώς βοηθά στην οικοδόμηση γνώσης (scaffolding) και ενθαρρύνει την ουσιαστικότερη εμπλοκή τους στη διαδικασία μάθησης. Τέλος ενθαρρύνει την δημιουργία συνδέσεων με τα προσωπικά βιώματα των μαθητών και την προηγούμενη γνώση τους. Όπως φαίνεται από τα προηγούμενα η επίσκεψη πρέπει να έχει μία δομή που να καθοδηγεί και να κατευθύνει τους μαθητές στο χώρο του μουσείου.

Η σημασία της δομής της επίσκεψης

Η σχολική επίσκεψη στο μουσείο πρέπει να έχει κάποια δομή που θα κατευθύνει και θα καθοδηγεί τους μαθητές. Ο βαθμός της οργάνωσης της δομής (the field's degree of structure) είναι ένα ζήτημα σημαντικό αλλά και αντιφατικό. Γενικά, σημασία έχει ο βαθμός και ο τύπος της οργάνωσης / δομής και όχι η ύπαρξη ή η απουσία της. Οι έρευνες δείχνουν ότι στο περιβάλλον ενός μουσείου, οι αυστηρά δομημένες εμπειρίες (structure experiences), όπως οι ξεναγήσεις ή συγκεκριμένες δραστηριότητες που υποστηρίζονται από φύλλα εργασίας, αυξάνουν το μάθηση σε γνωσιακό επίπεδο (cognitive learning) αλλά μπορεί να μειώσουν το ενδιαφέρον ή να έχουν ως αποτέλεσμα τις όχι τόσο θετικές στάσεις των μαθητών (less positive attitudes) (Flexer & Borun, 1984; Stronck, 1983). Πολλές φορές τα φύλλα εργασίας περιλαμβάνουν πάρα πολλές ερωτήσεις με στόχο την καθοδήγηση και την πλήρη απασχόληση των μαθητών, όμως δεν αφήνουν χώρο και χρόνο για να ζήσουν οι μαθητές την εμπειρία του μουσείου (Kisiel, 2003b, 2006a; McManus, 1985; Price & Hein, 1991). Μάλιστα σε αυτή την περίπτωση έχουν κατηγορηθεί ότι ο μοναδικός τους στόχος είναι ο έλεγχος της συμπεριφοράς των μαθητών. Όμως, ακόμη και σε αυτή την περίπτωση, τόσο οι εκπαιδευτικοί, όσο και οι ειδικοί του μουσείου αλλά και οι ίδιοι οι μαθητές θεωρούν τα φύλλα εργασίας πολύτιμα για τη γνωστική διαδικασία (Griffin, 1994; Kisiel, 2003a). Για τα μέγιστα γνωσιακά και συναισθηματικά οφέλη, οι επισκέψεις θα πρέπει να παρέχουν ένα κυμαινόμενο βαθμό δόμησης/οργάνωσης που όμως θα αφήνει περιθώριο για ελεύθερη εξερεύνηση (Falk & Dierking, 1992; Hooper-Greenhill, 1991; Price & Hein, 1991; Rennie & McClafferty, 1995; Storksdieck, 2006). Με αυτό τον τρόπο ικανοποιείται και η επιθυμία των μαθητών που δεν τους αρέσει μία αυστηρά οργανωμένη (δομημένη) επίσκεψη. Ο σωστός σχεδιασμός των φύλλων εργασίας, θα πρέπει να αποσκοπεί στο να κατευθύνει τους μαθητές, επιτρέποντας τους να εμβαθύνουν στο επεξηγηματικό υλικό που συνοδεύει τα εκθέματα ώστε να έχουν μία πιο ουσιαστική εμπειρία σε σχέση με μία εμπειρία ελεύθερων επιλογών. Σε αυτή την περίπτωση επιτυγχάνονται τα μέγιστα γνωστικά και συναισθηματικά οφέλη.

Η επίσκεψη "περιορισμένων επιλογών" (limited choice) στην οποία οι μαθητές πρέπει να ολοκληρώσουν μία συγκεκριμένη αποστολή ή έχουν συγκεκριμένη κατεύθυνση, αλλά επιπλέον τους επιτρέπει, σε κάποιο βαθμό, τον έλεγχο και την επιλογή στην εξερεύνηση της έκθεσης, είναι πιο ελκυστική. Οι μαθητές εμπλέκονται σε μεγαλύτερο βαθμό σε σχέση με τις αυστηρά δομημένες ή τις εντελώς ελεύθερες περιηγήσεις. Επίσης φαίνεται ότι λόγω της βαθύτερης εμπλοκής, οδηγούν στην οικοδόμηση γνώσης περιεχομένου και ενθαρρύνουν τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των μαθητών και των ενηλίκων (Bamberger & Tal, 2007; DeWitt και Storksdieck (2008))

Χαρακτηριστική είναι η έρευνα των Bamberger & Tal (2007) που έδειξε ότι οι επισκέψεις "περιορισμένης επιλογής" (limited choice), που καθοδηγούν τους

μαθητές αλλά τους αφήνουν περιθώρια για δικές τους επιλογές και έλεγχο στην εξερεύνηση μιας έκθεσης, ήταν πιο ενδιαφέρουσες για τους μαθητές σε σχέση με αυτές που ήταν πολύ αυστηρά δομημένες ή εντελώς ελεύθερες.

Τα φύλλα εργασίας

Τα φύλλα εργασίας είναι το εργαλείο που διαμορφώνει τη δομή της επίσκεψης. Ο McManus (1985) έδωσε τις κατευθυντήριες γραμμές για τον καλύτερο σχεδιασμό των φύλλων εργασίας: Θα πρέπει:

- α) να ενθαρρύνουν την παρατήρηση
- β) να διαθέτουν στους μαθητές χρόνο για παρατήρηση
- γ) να αναφέρονται σε αντικείμενα και όχι σε κείμενα / ταμπέλες
- δ) να φαίνεται ξεκάθαρα από που θα αντληθεί η πληροφορία
- ε) να ενθαρρύνουν τη συζήτηση ανάμεσα τα μέλη της ομάδας

Οι Mortensen και Smart (2007) φαίνεται ότι ερεύνησαν και βελτίωσαν τις κατευθυντήριες γραμμές του McManus. Χρησιμοποιώντας προσεκτικά σχεδιασμένα φύλλα εργασίας κατέληξαν ότι η χρήση τους οδηγεί σε περισσότερες και πιο πλούσιες συζητήσεις, σχετικά με το συγκεκριμένο θέμα, ανάμεσα στους μαθητές μετά την επίσκεψη. Οι συγκεκριμένοι ερευνητές προτείνουν ότι τα φύλλα εργασίας θα πρέπει να σχεδιάζονται έτσι ώστε να “γεφυρώνουν” την ανάγκη των εκπαιδευτικών για συνάφεια της επίσκεψης με το αναλυτικό πρόγραμμα αλλά και την ανάγκη των μαθητών για εξερεύνηση με ελεύθερη επιλογή που είναι χαρακτηριστικό της επίσκεψης στο μουσείο. Έτσι προτείνουν τα φύλλα εργασίας να είναι χαμηλής “πυκνότητας” για να επιτρέπουν την ατομική εξερεύνηση και την κοινωνική αλληλεπίδραση. Θα πρέπει να δίνουν τα στοιχεία - κλειδιά για να καθοδηγούν τους μαθητές, να είναι ευέλικτα, να ενθαρρύνουν την ομαδική εργασία, την παρατήρηση των αντικειμένων και όχι την ανάγνωση των πινακίδων, να έχουν υψηλό επίπεδο ελευθερίας επιλογών, να συνδυάζουν διάφορα είδη ερωτήσεων, να δίνουν έμφαση στις έννοιες και όχι στα γεγονότα. Το γνωστικό επίπεδο θα πρέπει να είναι κατάλληλο για την ηλικία και ανάπτυξη των μαθητών. Όλα αυτά τα στοιχεία που χαρακτήριζαν τα φύλλα εργασίας που χρησιμοποίησαν οδήγησαν στην αύξηση του αριθμού και της ποικιλίας των συζητήσεων -που ήταν σχετικές με το αναλυτικό πρόγραμμα- ανάμεσα στους μαθητές, κατά την επίσκεψη στο μουσείο.

Η σημασία της προετοιμασίας των μαθητών πριν την επίσκεψη αλλά των δραστηριοτήτων που έπονται

Τέλος, η δομή περιλαμβάνει και τα στάδια της προετοιμασίας της επίσκεψης αλλά και των επακόλουθων δραστηριοτήτων στην τάξη. Η έρευνα έχει δείξει ότι και τα γνωστικά και τα συναισθηματικά αποτελέσματα των επισκέψεων σε μουσεία ενισχύονται με τη χρήση κατάλληλων δραστηριοτήτων πριν και μετά την επίσκεψη στην τάξη (Anderson, 1999; Anderson et al., 2000; Farmer &

Wott, 1995; Finson & Enochs, 1987; Gennaro, 1981; Lucas, 2000). Αν και αυτού του είδους οι δραστηριότητες απαιτούν από τους εκπαιδευτικούς επιπλέον χρόνο προετοιμασίας και διδασκαλίας, είναι απαραίτητες για να εδραιωθούν τα αποτελέσματα της επίσκεψης που από τη φύση της είναι μικρής διάρκειας. Μάλιστα το καλύτερο θα ήταν τα Μουσεία να παρέχουν οδηγίες για αντίστοιχες δραστηριότητες. Σε κάθε περίπτωση η προετοιμασία πριν την επίσκεψη και οι σχετικές δραστηριότητες μετά την επίσκεψη, απαιτούνται για την ολοκλήρωση της εμπειρίας ώστε να εδραιωθεί η μάθηση (Storksdieck 2006).

Ο Lucas (2007) περιγράφει τον τρόπο με τον οποίο η ουσιαστική και εκτεταμένη προετοιμασία πριν και μετά την επίσκεψη σε ένα κέντρο επιστημών επέδρασε στην εννοιολογική μάθηση αλλά και στην αύξηση των ευκαιριών μάθησης που προσφέρει μία τέτοια εμπειρία. Στην πράξη, μία τόσο εκτεταμένη προετοιμασία σαν του Lucas, πριν και μετά την επίσκεψη, δεν είναι εφικτή για τους περισσότερους εκπαιδευτικούς, λόγω των χρονικών περιορισμών του σχολείου και του “σφιχτού” αναλυτικού προγράμματος. Όμως, ο εκπαιδευτικός θα πρέπει οπωσδήποτε να προετοιμάζει και να ολοκληρώνει την επίσκεψη με σχετικές δραστηριότητες στην τάξη. Οι δραστηριότητες πριν την επίσκεψη προετοιμάζουν κατάλληλα τους μαθητές ενώ οι δραστηριότητες που ακολουθούν την επίσκεψη ολοκληρώνουν την εμπειρία, δίνουν την ευκαιρία για αναστοχασμό και επιπλέον διευκρινήσεις σε σημεία που δεν εξηγήθηκαν επαρκώς και οριοθετούν το μονοπάτι της μάθησης που δημιουργεί η επίσκεψη (Storksdieck 2006). Με αυτόν τον τρόπο η εφήμερη επίδραση των επισκέψεων αποκτά μεγαλύτερη διάρκεια και ουσία. Οι ειδικοί των μουσείων και οι ερευνητές θα πρέπει να διευκολύνουν τον εκπαιδευτικό παρέχοντας του το υλικό και αποτελεσματικούς τρόπους για να υποστηρίξουν τις δραστηριότητες στην τάξη πριν και μετά την επίσκεψη.

Οι Anderson et al (2000) έδειξαν τη σημασία των δραστηριοτήτων που ακολουθούν την σχολική επίσκεψη στο μουσείο. Πιο συγκεκριμένα εξέτασαν τα αποτελέσματα των δραστηριοτήτων, που πραγματοποιήθηκαν μετά τη σχολική επίσκεψη σε ένα science center, σχετικά με την οικοδόμηση γνώσης σχετικά με τον ηλεκτρισμό και τον μαγνητισμό - κάτι που δεν είχε ερευνηθεί μέχρι τότε. Διαπίστωσαν ότι μία σχολική επίσκεψη σε ένα science center οδηγεί άλλοτε στην οικοδόμηση γνώσης που συμφωνεί με την επιστημονική αλήθεια και άλλοτε όχι. Αυτό συμβαίνει γιατί η οικοδόμηση γνώσης στηρίζεται σε προηγούμενες ιδέες των παιδιών που έχουν δημιουργηθεί όχι μόνο εξαιτίας του σχολείου αλλά και της οικογένειας και άλλων φορέων άτυπης εκπαίδευσης, όπως τα Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης. Οι μαθητές κατά τις επισκέψεις στα κέντρα άτυπης γνώσης αποκτούν εμπειρίες νέων φαινομένων και νέων ιδεών. Οι νέες όμως ιδέες και εμπειρίες εξαρτώνται από το υπόβαθρο του κάθε μαθητή που επιδρά ισχυρά στην οικοδόμηση γνώσης. Η σημασία της σχεδίασης δραστηριοτήτων πριν αλλά και μετά την σχολική επίσκεψη είναι σημαντική όχι μόνο για την υποστήριξη της ανάπτυξης επιστημονικής κατανόησης αλλά και

για τον εντοπισμό και την αντιμετώπιση εναλλακτικών ιδεών που είναι δυνατόν να δημιουργηθούν ή να ενισχυθούν κατά την επίσκεψη στο κέντρο επιστημών. Θα ήταν αναμενόμενο ότι ο εκπαιδευτικός, γνωρίζοντας τις προϋπάρχουσες ιδέες των μαθητών του, να σχεδιάζει ειδικές δραστηριότητες / παρεμβάσεις μετά την επίσκεψη στο κέντρο επιστημών για να βοηθήσει και να καθοδηγήσει την οικοδόμηση της νέας γνώσης και κατανόησης. Αυτό όμως είναι κάτι που σπάνια συμβαίνει. (Bitgood, 1989). Η έλλειψη παρέμβασης μετά την επίσκεψη στο Κέντρο Επιστημών, δεν αποτελεί μία χαμένη ευκαιρία για την ενίσχυση και υποστήριξη των νέων εννοιών αλλά ενισχύει απροσδόκητες ή/και εναλλακτικές ιδέες που εμποδίζουν την κατανόηση επιστημονικών εννοιών στους μαθητές.

Η ατζέντα του εκπαιδευτικού και του μαθητή

Όπως αναφέρθηκε πριν, η ατζέντα κάθε επισκέπτη ενός μουσείου, δηλαδή τα κίνητρα, τα ιδιαίτερα ενδιαφέροντα, οι προσδοκίες για το τι θα δει και θα κάνει κατά την επίσκεψη, είναι πολύ σημαντικά για την ικανοποίηση που θα λάβει κατά την επίσκεψη (Falk & Adelman, 2003; Ellenbogen, 2002). Το ίδιο ισχύει και κατά τις σχολικές επισκέψεις τόσο για τον εκπαιδευτικό, όσο και για τον κάθε μαθητή. Δεν θα πρέπει λοιπόν να αγνοηθούν η ατζέντα του εκπαιδευτικού, που οργανώνει την εκδρομή, αλλά και του μαθητή που φέρνει στην επίσκεψη τη δική του ατζέντα.

Η σημασία της ατζέντας των εκπαιδευτικών κατά την σχολική επίσκεψη σκιαγραφήθηκε από τους Davidson, Passmore and Anderson (2010) που συνέκριναν τα αποτελέσματα δύο τάξεων Γυμνασίου που επισκέφθηκαν ένα ζωολογικό κήπο. Ο πρώτος εκπαιδευτικός είχε ως στόχο την ευχαρίστηση των μαθητών του -δηλαδή δεν είχε γνωστικούς στόχους. Ο ξεναγός, που ανέλαβε την ομάδα, έδωσε την πληροφορία που θεώρησε ο ίδιος σημαντική -καθώς δεν είχε τεθεί κάποιο πλαίσιο από τον εκπαιδευτικό-, χρησιμοποιώντας την μέθοδο μετάδοσης μεταφοράς γνώσης. Ο δεύτερος εκπαιδευτικός είχε ως στόχο τη μελέτη των ειδών υπό εξαφάνιση, οπότε σχεδίασε και ακολούθησε μία πιο μαθητοκεντρική παιδαγωγική μέθοδο. Οι μαθητές εργάστηκαν σε μικρές ομάδες με φύλλα εργασίας ειδικά για την επίσκεψη. Επιπλέον σχεδίασε και πραγματοποίησε δραστηριότητες πριν και μετά την επίσκεψη, και φρόντισε ώστε οι μαθητές του να έχουν ξεκάθαρους και σαφείς στόχους κατά την επίσκεψη στο ζωολογικό κήπο. Και στις δύο τάξεις, ήταν σημαντική η αλληλεπίδραση των μαθητών με τους συμμαθητές τους, όμως τα τελικά αποτελέσματα ήταν σύμφωνα με τις προσδοκίες των εκπαιδευτικών: αν και ο ξεναγός του μουσείου έκανε την ίδια παρουσίαση σχετικά με την διατήρηση των ειδών, οι δύο ομάδες δεν είχαν τα ίδια γνωστικά οφέλη, καθώς στη δεύτερη ομάδα η παρουσίαση ενισχύθηκε από τις δραστηριότητες στο σχολείο αλλά και από τις δραστηριότητες κατά την επίσκεψη. Και οι δύο εκπαιδευτικοί πέτυχαν τους στόχους τους. Η ομάδα του πρώτου πέρασε καλά στην επίσκεψη ενώ οι μαθητές της δεύτερης ομάδας, που είχαν ξεκάθαρο θέμα τα "υπο - εξαφάνιση"

είδη, διατήρησαν στη μνήμη τους όλα όσα έμαθαν στην επίσκεψη μέχρι και 3 μήνες μετά από αυτήν. Φαίνεται ότι η ατζέντα του εκπαιδευτικού τον οδηγεί να εφαρμόσει όλα όσα έχουν προαναφερθεί για τα μέγιστα εκπαιδευτικά οφέλη της σχολικής επίσκεψης στο Μουσείο.

Όμως και οι μαθητές φέρνουν τη δική τους ατζέντα, δηλαδή έχουν τα δικά τους ενδιαφέροντα, κίνητρα και προσδοκίες. Οι Anderson, Piscitelli & Everett (2008) διερεύνησαν τι συμβαίνει όταν η ατζέντα των μαθητών είναι διαφορετική από την ατζέντα του ξεναγού-διευκολυντή: οι μαθητές (6-8 χρονών) κατά τη σχολική επίσκεψη σε ένα μουσείο Φυσικής Ιστορίας, ήθελαν

- να πουν τις δικές τους ιστορίες, ενώ ο ξεναγός τις ιστορίες των εκθεμάτων, δηλαδή εμφανίστηκε μία σύγκρουση ως προς το περιεχόμενο,
- ήθελαν να δουν τους δεινόσαυρους, ενώ ο ξεναγός ήθελε να συνοδεύσει τους μαθητές σε όλες τις εκθέσεις του μουσείου και όχι μόνο στους δεινόσαυρους, σύγκρουση αποστολής (mission),
- ήθελαν να συνεχίσουν την περιήγηση/εξερεύνηση και μετά τη ξενάγηση, ενώ ο ξεναγός έπρεπε να αποχωρήσει, σύγκρουση χρονικού περιθωρίου.

Ο Anderson και οι συνεργάτες του συμπεράναν ότι οι ατζέντες των μαθητών συχνά δεν λαμβάνονται υπόψη κατά την επίσκεψη στο μουσείο, καθώς οι μαθητές δεν αντιμετωπίζονται όπως οι ενήλικοι -στους οποίους ο ξεναγός θα έκανε κάποιες “παραχωρήσεις”. Οι ατζέντες καθορίζουν αποφασιστικά τη συμπεριφορά των μαθητών και τη μάθηση τους. Συχνά οι εκπαιδευτικοί και οι ξεναγοί δεν δίνουν την απαραίτητη σημασία στις ατζέντες των μαθητών, ίσως να θεωρούν ότι δεν υπάρχουν. Επομένως, θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη το γεγονός ότι οι μαθητές έχουν τη δική τους ατζέντα που μπορεί να παίξει καθοριστικό ρόλο στην εμπειρία τους και στην συνεπακόλουθη μάθηση. Βέβαια είναι δύσκολο να προσεγγιστεί η ατζέντα του κάθε μαθητή. Απαιτείται ελεύθερη επικοινωνία ανάμεσα στους μαθητές και τους ξεναγούς, και, όπου είναι δυνατόν, θα πρέπει οι ξεναγοί -και οι εκπαιδευτικοί- να διαπραγματεύονται με τους μαθητές αντί απλά να ελέγχουν/διευθύνουν την επίσκεψη. Η σύγκρουση της ατζέντας απαιτεί παιδαγωγικές δεξιότητες από τον εκπαιδευτικό και τον ξεναγό, που πρέπει να λειτουργεί ως υποστηρικτής (scaffolder) της γνώσης και όχι ως πάροχος γνώσης. Θα πρέπει να μπορεί να μοιράζεται τη γνώση του με τους επισκέπτες. Μόνο με αυτόν τον τρόπο συνεισφέρει σε πιο αποτελεσματικές επισκέψεις (Ash et al., 2012)

Η σημασία του διαλόγου

Η χρήση του διαλόγου και περισσότερο των ερωτήσεων, οδηγεί σε ένα είδος (mode) μάθησης που έχει ερευνηθεί από τους DeWitt και Hohenstein (2010 a, 2010 b). Οι ερευνητές εξέτασαν τις συζητήσεις μαθητών ηλικίας 9-12 χρονών

με τους εκπαιδευτικούς και τους ξεναγούς των μουσείων, κατά τις σχολικές επισκέψεις σε κέντρα επιστημών στο Ηνωμένο Βασίλειο και στην Αμερική, αλλά και στις τάξεις τους μετά την επίσκεψη. Οι συζητήσεις αποκάλυψαν ότι υπήρξε τόσο γνωστική όσο και συναισθηματική εμπλοκή και στους δύο χώρους (μουσείο - σχολείο) όμως στο μουσείο ήταν πιο έντονη η εμπλοκή των μαθητών και στο γνωστικό και στο συναισθηματικό τομέα. Οι συζητήσεις μαθητών εκπαιδευτικών ήταν πιο ανεπίσημες, απλές, φιλικές στο μουσείο αντίθετα με το πιο αυστηρό πλαίσιο του σχολείου όπου ο εκπαιδευτικός είναι κυρίαρχος. Αυτό το πιο "χαλαρό" πλαίσιο του μουσείου, βοηθά τους μαθητές να εκφράσουν όσα σκέφτονται και οδηγεί στην βαθύτερη εμπλοκή τους τόσο συναισθηματικά όσο και γνωστικά. Ειδικά οι ερωτήσεις ανοικτού τύπου, όπου ο μαθητής καλείται να παρατηρήσει, να ερμηνεύσει, να αναστοχαστεί είναι πιο εύκολο να πραγματοποιηθούν στο χώρο του μουσείου αλλά και στην τάξη μετά την επίσκεψη.

Παρόμοια αποτελέσματα έδειξε και η έρευνα των Driscoll and Lownds (2007) όπου οι μαθητές (β' και γ' δημοτικού) σημείωσαν σε χαρτάκια τις ερωτήσεις τους σχετικά με τις δραστηριότητες / επίσκεψη σε ένα βοτανικό κήπο και τις τοποθέτησαν σε ένα μεγάλο πίνακα. Περίπου οι μισές ερωτήσεις σχετιζόταν με την αναζήτηση επιπλέον πληροφοριών σχετικά με τα φυτά που είδαν ενώ οι υπόλοιπες εξέφραζαν έκπληξη και ζητούσαν πληροφορίες για να μπορέσουν να καταλάβουν καλύτερα. Οι ερωτήσεις της δεύτερης κατηγορίας ήταν πολύπλοκες, αποτέλεσμα κριτικής σκέψης/ ανώτερης νοητικής λειτουργίας και πολλές ήταν μη αναμενόμενες. Όλες οι ερωτήσεις απαντήθηκαν από τους εκπαιδευτικούς και τους ξεναγούς. Οι ερευνητές κατέληξαν ότι αυτή η μέθοδος διευκόλυνε τα παιδιά να εκφράσουν αυτό που σκέφτονται χωρίς να αισθάνονται "απειλή" αλλά έδωσε και ανατροφοδότηση στους εκπαιδευτικούς. Πολλές από αυτές ήταν ή θα μπορούσαν να είναι η αρχή μίας σχολικής διερεύνησης που θα γινόταν αργότερα στην τάξη.

Οι δυσκολίες που πρέπει να ξεπεραστούν

Η Rennie (2014) συνοψίζοντας τα αποτελέσματα ερευνών, καταλήγει στο συμπέρασμα ότι οι ερευνητές θεωρούν ότι ο πιο σημαντικός παράγοντας για μια αποτελεσματική σχολική επίσκεψη σε Μουσείο είναι η προετοιμασία και η καθοδήγηση των μαθητών από τον εκπαιδευτικό πριν την επίσκεψη, κατά τη διάρκεια της και μετά από αυτήν. Τα μέγιστα συναισθηματικά οφέλη προκύπτουν από επισκέψεις που έχουν σχεδιαστεί σωστά, περιλαμβάνουν επικοινωνία ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τον ξεναγό στο χώρο της επίσκεψης, ξεκάθαρους στόχους για τους οποίους οι μαθητές νιώθουν ότι μπορούν να τους κατακτήσουν, επαρκή δόμηση που να υποστηρίζει την οικοδόμηση γνώσης (scaffolding) από τον εκπαιδευτικό ή/και τα φύλλα εργασίας και να μην περιορίζεται ή να "πνίγεται" η εμπλοκή και μάθηση των μαθητών. Παρόλα αυτά οι ερευνητές εξακολουθούν να τονίζουν ότι οι

εκπαιδευτικοί φαίνεται ότι δεν έχουν τις απαραίτητες δεξιότητες για να δημιουργήσουν τις αποτελεσματικότερες ευκαιρίες για μάθηση κατά τις σχολικές επισκέψεις (Anderson et al., 2006; Griffin, 2012; Morag & Tal, 2012; Rennie, 2011; Rowell, 2012). Η έλλειψη δεξιοτήτων έχει συνέπειες στην μάθηση των μαθητών, καθώς δεν μπορούν να αξιοποιηθούν οι ευκαιρίες μάθησης.

Οι Anderson et al (2006) αναφέρουν ότι οι εκπαιδευτικοί αντιμετωπίζουν τα ίδια περίπου προβλήματα κατά την διοργάνωση μιας σχολικής εκδρομής, ανεξάρτητα από το συγκεκριμένο σχολείο, στο οποίο υπηρετούν, και το κοινωνικοπολιτισμικό τους περιβάλλον. Τα προβλήματα αυτά φαίνεται να οφείλονται στην αντίθεση (conflict) που υπάρχει ανάμεσα σε ένα χώρο τυπικής εκπαίδευσης (σχολείο) και ένα χώρο μη τυπικής εκπαίδευσης (μουσείο). Η δομή, η γραφειοκρατία, η φιλοσοφία του κάθε χώρου είναι διαφορετική. Τα υλικοτεχνικά θέματα (logistics) αλλά και η συνάφεια του θέματος της επίσκεψης με το αναλυτικό πρόγραμμα είναι από τα πιο σημαντικά προβλήματα (Rennie 2014). Το αναλυτικό πρόγραμμα μπορεί να παίζει καθοριστικό ρόλο καθώς επηρεάζει το σχεδιασμό και τα κίνητρα όχι μόνο της διδασκαλίας στην τάξη αλλά και της σχολικής επίσκεψης. Ακόμη και αν η επίσκεψη δεν συνδέεται άμεσα με το αναλυτικό πρόγραμμα, οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να δείξουν ότι υπάρχει συνάφεια για να δικαιολογήσουν στον διευθυντή τους την εκδρομή. Σχετικά με το αναλυτικό πρόγραμμα, συχνά είναι πολύ πυκνό σε θέματα που πρέπει να καλυφθούν, δημιουργώντας ένα νέο πρόβλημα: την πλήρη έλλειψη χρόνου για τις δραστηριότητες πριν και μετά την επίσκεψη ή ακόμη και την πραγματοποίηση της ίδιας της επίσκεψης (Anderson et al., 2006; Bartosh et al., 2006; Jamison, 1998; Kisiel, 2006). Πέρα από τα θέματα που αφορούν την έγκριση και το σχεδιασμό της εκδρομής, υπάρχουν και όλες οι άλλες λεπτομέρειες που πρέπει να τακτοποιήσει ο εκπαιδευτικός όπως η έγκριση των γονιών, η συμπλήρωση δηλώσεων σχετικών με την ασφάλεια των μαθητών, ο συντονισμός με άλλους εκπαιδευτικούς, η αιτιολόγηση της επίσκεψης με βάση το αναλυτικό πρόγραμμα, ο προσανατολισμός σε έναν μη οικείο χώρο και θέματα συμπεριφοράς των μαθητών (DeWitt, 2007; Gammon et al., 2002; Jamison, 1998; Kisiel, 2007; Mason, 1980). Τέλος μπορεί να υπάρχουν και οικονομικά προβλήματα, έξοδα μετακίνησης ή και τα εισιτήρια (Anderson et al., 2006). Ένα παράδοξο που παρατηρείται τελικά είναι ότι ακόμη και ο ίδιος ο εκπαιδευτικός, όταν εισέρχεται στο χώρο μη τυπικής εκπαίδευσης, φαίνεται να αλλάζει τις φιλοδοξίες του σχετικά με την επίσκεψη (Anderson et al., 2006) και να μην αποτελούν προτεραιότητα πλέον τα εκπαιδευτικά οφέλη. Ενώ οι εκπαιδευτικοί ενδιαφέρονται για τη συνάφεια του θέματος της επίσκεψης με το αναλυτικό πρόγραμμα, σε σημείο που να ακυρώνουν την επίσκεψη αν δεν υπάρχει, εντούτοις λίγοι σχεδιάζουν και πραγματοποιούν δραστηριότητες ώστε να εντάξουν την επίσκεψη στο σχολικό μάθημα, ακόμη και όταν αναγνωρίζουν το πόσο σημαντικές είναι (Rennie, 2014).

Ο εκπαιδευτικός έχει πολλά προβλήματα να λύσει για μια επιτυχημένη επίσκεψη. Το μουσείο θα πρέπει να τον διευκολύνει επιδιώκοντας την βέλτιστη συνεργασία μαζί του (Anderson et al., 2006) ώστε να “γεφυρώνεται” το χάσμα ανάμεσα στα αντικείμενα του και στο αναλυτικό πρόγραμμα. Τότε η επίσκεψη γίνεται πιο ουσιαστική και ωφέλιμη για τους μαθητές, τους εκπαιδευτικούς αλλά και για τα ίδια τα μουσεία. Η Rennie (2014) παρατηρεί ότι τα μουσεία, έχοντας αντιληφθεί τη σημασία της συνάφειας του προγράμματος που προσφέρουν με το σχολικό μάθημα, προσπαθούν να χαρτογραφήσουν τα αντικείμενα των συλλογών τους με βάση το αναλυτικό πρόγραμμα, όπως συνέβη με τα προγράμματα 12 μουσείων του Καναδά. Στο ίδιο μήκος κύματος με τη Rennie, η Rowell (2012) έδειξε ότι οι υπεύθυνοι των εκπαιδευτικών προγραμμάτων των μουσείων φτάνουν στο σημείο να περιορίζουν τη δημιουργικότητα τους κατά το σχεδιασμό καινοτόμων και εντυπωσιακών εμπειριών εξαιτίας της ανάγκης να συντάσσονται με το αναλυτικό πρόγραμμα. Από την άλλη πλευρά οι εκπαιδευτικοί τελικά ενδιαφέρονται περισσότερο για τον συναισθηματικό τομέα, το πόσο ευχάριστη θα είναι η επίσκεψη στους μαθητές τους και τελικά αγνοούν εντελώς το γνωστικό μέρος -αν και κατά την οργάνωση της επίσκεψης ήταν η προτεραιότητα τους .

Οι επιτυχημένες επισκέψεις έχουν τη δυνατότητα να ενισχύουν την κατανόηση των μαθητών και να δημιουργούν ευκαιρίες μάθησης στο γνωστικό και συναισθηματικό τομέα. Για μια επιτυχημένη επίσκεψη θα πρέπει η προετοιμασία να έχει ξεκινήσει στην τάξη, πριν την επίσκεψη και να ολοκληρωθεί στην τάξη μετά από αυτήν. Επίσης θα πρέπει να συνδέεται συνολικά με το αναλυτικό πρόγραμμα, δηλαδή με τα όσα έχουν διδαχθεί στην τάξη. Τα μουσεία θα πρέπει να βοηθήσουν τον εκπαιδευτικό και να λάβουν υπόψη τις ανάγκες του. Πιο συγκεκριμένα προτείνονται 4 άξονες (Anderson et al 2006):

1. η εκπαίδευση των εκπαιδευτικών ή επαγγελματική ανάπτυξη ώστε να μπορούν οι εκπαιδευτικοί να προσαρμόσουν τη διδασκαλία τους σε ένα χώρο μη τυπικής εκπαίδευσης
2. η παροχή υλικού από τα μουσεία στους εκπαιδευτικούς για την ενίσχυση της επίσκεψης
3. η αναγνώριση από το μουσείο των διαδικαστικών προβλημάτων: οι υλοτεχνικοί περιορισμοί (logistics), η οργάνωση και διαχείριση της εκδρομής, η ασφάλεια των μαθητών, ο περιορισμένος χρόνος της εκδρομής αλλά και των μαθημάτων πριν και μετά από αυτή
4. η επικοινωνία και η συνεργασία ανάμεσα στο μουσείο και στους εκπαιδευτικούς

Τα μουσεία κατά τον σχεδιασμό των προγραμμάτων τους θα πρέπει να λαμβάνουν σοβαρά υπόψη τους παραπάνω άξονες, ώστε οι επισκέψεις να είναι ψυχαγωγικές (fun), ικανοποιητικές, εκπαιδευτικές και παιδαγωγικές

εμπειρίες. Με αυτό τον τρόπο θα αποτελούν διαφήμιση για το μουσείο και θα καλλιεργούν τη βάση για τη δια βίου μάθηση (Anderson et al. 2006)

Η σύνδεση του αναλυτικού προγράμματος με τα αντικείμενα του μουσείου

Η σύνδεση του αναλυτικού προγράμματος με την επίσκεψη στο μουσείο δεν αφορά μόνο την επίσκεψη αλλά και τις δραστηριότητες που προηγούνται και έπονται. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, κάποιοι εκπαιδευτικοί αντιλαμβάνονται τη σημασία της προετοιμασίας των μαθητών σχετικά με το περιεχόμενο της επίσκεψης καθώς και των δραστηριοτήτων που ακολουθούν για να αποσαφηνίσουν τυχόν απορίες και να ενισχύσουν τις νέες ιδέες, όμως οι χρονικοί περιορισμοί και η μικρή συνάφεια με το αναλυτικό πρόγραμμα δεν τους βοηθούν να πραγματοποιήσουν δραστηριότητες πριν και μετά την επίσκεψη (Hannon & Randolph, 1999). Από την άλλη πλευρά και τα μουσεία ενδιαφέρονται για το πως θα συνεισφέρουν στη μάθηση και θα βοηθήσουν τους εκπαιδευτικούς να προετοιμάσουν τους μαθητές τους. Η Xanthoudaki (1998) συμπέρανε ότι όταν τα προγράμματα που σχεδιάζονται από τα μουσεία – τέχνης, στην συγκεκριμένη έρευνα- συνδέονται με το αναλυτικό πρόγραμμα και ανταποκρίνονται στις ανάγκες και προσδοκίες των εκπαιδευτικών έχουν τα μέγιστα αποτελέσματα και οι εκπαιδευτικοί είναι πρόθυμοι να τα ενσωματώσουν στη τάξη πριν και μετά την επίσκεψη. Μία αντίστοιχη προσπάθεια σχετικά με μουσεία επιστήμης έγινε από την Griffin (1998, 1999) με τα προγράμματα SMILES : School - Museum Integrated Learning Experience in Science. Ο στόχος του ήταν η αλληλοσυμπλήρωση της μάθησης στο σχολείο και στο μουσείο, εμπλέκοντας τους μαθητές στο σχεδιασμό της επίσκεψης τους και προσφέροντας δραστηριότητες που ταιριάζουν με τον χαρακτήρα μη τυπικής εκπαίδευσης του μουσείου. Τα προγράμματα αυτά ενίσχυαν την ομαδοσυνεργατική εποικοδομητική προσέγγιση (social constructivist approach), προωθούσαν την σύνδεση της μάθησης στο σχολείου και στο μουσείο, παρείχαν στο μαθητή τον έλεγχο της μάθησής του (self-directed learning) και πρότειναν διευκολυντικές στρατηγικές μάθησης σχετικές με το συγκεκριμένο μουσείο. Όμως, όπως φάνηκε στην πράξη, δεν είχαν ληφθεί υπόψη οι ανάγκες του δασκάλου και δεν του παρείχαν την απαιτούμενη υποστήριξη. Το αποτέλεσμα ήταν ότι ο εκπαιδευτικός έπρεπε να διαθέσει επιπλέον χρόνο και προσπάθεια -πέρα από την ανάγκη εξοικείωσης του με το χώρο του εκάστοτε μουσείου - για την επιτυχία του προγράμματος. Επιπλέον δεν πρότεινε τρόπους με τους οποίους το μουσείο θα μπορούσε να βοηθήσει και να υποστηρίξει τον δάσκαλο.

Τα μουσεία (Rennie, 2014) θα πρέπει να βοηθήσουν τον δάσκαλο να χρησιμοποιήσει όλο το υλικό που διαθέτουν και να τον βοηθήσουν να πραγματοποιήσει τους στόχους του στο πεδίο του μουσείου -χώρου μη τυπικής εκπαίδευσης. Με δεδομένες τις διαφορές ανάμεσα στη σχολική τάξη και στο χώρο του μουσείου, σχετικά με το μέγεθος των χώρων, τα θέματα διαχείρισης συμπεριφορών, την ανεξαρτησία μαθητών, τη δομή του αναλυτικού

προγράμματος- είναι εύκολο να συνειδητοποιήσει κανείς τις δυσκολίες που συναντά ο δάσκαλος όταν μεταβαίνει από το ένα περιβάλλον στο άλλο. Το μουσείο θα πρέπει να ενθαρρύνει το δάσκαλο να χρησιμοποιήσει τις παιδαγωγικές του δεξιότητες στο χώρο του μουσείου, που είναι διαφορετικός από τη σχολική τάξη, ως χώρος μη τυπικής εκπαίδευσης. Έτσι για παράδειγμα θα πρέπει να ενθαρρύνονται οι διάλογοι μαθητών και δασκάλων γύρω από ένα αντικείμενο του μουσείου ή η παραγωγική εργασία σε μία αίθουσα μουσείου. Αυτές οι πρακτικές είναι πολύ πιο αποτελεσματικές από τη συνήθη διαδικασία όπου γίνεται μία σύντομη εισαγωγική διάλεξη κυρίως σχετικά με τη συμπεριφορά στο μουσείο και στη συνέχεια μοιράζεται ένα φύλλο εργασίας που πρέπει να συμπληρωθεί με μεταφορά στοιχείων από τις ταμπέλες των εκθεμάτων στο χαρτί - μια διαδικασία που δύσκολα χαρακτηρίζεται εκπαιδευτική.

Βοηθώντας τους εκπαιδευτικούς να χρησιμοποιήσουν την καλύτερη πρακτική για τη σχολική επίσκεψη

Όπως αναφέρθηκε πριν, το πιο σημαντικό θέμα είναι ενίσχυση του εκπαιδευτικού. Το ερώτημα που τίθεται είναι με ποιους τρόπους μπορεί να γίνει αυτό, ώστε οι μαθητές να έχουν τις μέγιστες ευκαιρίες για γνωστικά και συναισθηματικά οφέλη από την επίσκεψη στο μουσείο, ξεπερνώντας τα διάφορα προβλήματα και περιορισμούς. Μία έρευνα της DeWitt (2007) έδειξε ότι η μάθηση μπορεί να υποστηριχθεί αποτελεσματικά και όσον αφορά το γνωστικό κομμάτι αλλά και το συναισθηματικό, αν το υλικό αναπτυχθεί ακολουθώντας στενά τις ανάγκες και τους στόχους των εκπαιδευτικών, του μουσείου και των μοναδικών χαρακτηριστικών του συγκεκριμένου μουσείου, καθώς και τις δραστηριότητες που θα υποστηρίξουν τη μάθηση τόσο στο γνωστικό όσο και στο συναισθηματικό επίπεδο. Έτσι, το πρώτο βήμα είναι να κατανοήσουν τις πρακτικές του κάθε εκπαιδευτικού κατά την σχολική εκδρομή, τους στόχους που θέτει για αυτή, και τους παράγοντες που καθορίζουν το πλαίσιο της σχολικής εκδρομής συμπεριλαμβανομένων του τι πρέπει να προηγηθεί και τι να γίνει στη συνέχεια.

Σχετικά με την πρακτική που προτιμούν οι εκπαιδευτικοί κατά την επίσκεψη της τάξης τους στο Μουσείο, ο Kisiel (2006) διερευνώντας τις πρακτικές των δασκάλων της δ' ως στ' δημοτικού, κατέληξε ότι οι εκπαιδευτικοί προτιμούν την αυστηρά οργανωμένη επίσκεψη (structured student engagement) που επιτυγχάνεται μέσω ξενάγησης από το Μουσείο ή με φύλλα εργασίας - που απασχολούν πλήρως τους μαθητές. Όμως υπήρξε και κάποιος μικρός αριθμός εκπαιδευτικών που ακολούθησαν ένα πρόγραμμα λιγότερο αυστηρό, που ενθάρρυνε την εμπλοκή των μαθητών (unstructured student engagement strategies) καθοδηγώντας τους σε ερμηνείες αντικειμένων, ανάγνωση πινακίδων, με ερωτήσεις ανοικτού τύπου, και προωθώντας την ελεύθερη εξερεύνηση. Στην έρευνα του ο Kisiel σημείωσε πολλές στρατηγικές για τον

έλεγχο της συμπεριφοράς των μαθητών από τους εκπαιδευτικούς και συμπέρανε ότι οι αυστηρά οργανωμένες επισκέψεις μάλλον αποσκοπούν στον έλεγχο της συμπεριφοράς των μαθητών. Επίσης διαπίστωσε ότι οι εκπαιδευτικοί συχνά χρησιμοποιούν την καταγραφή της επίσκεψης, παίρνοντας φωτογραφίες ή βίντεο όπου αποτυπώνουν την εμπειρία των μαθητών τους. Οι στρατηγικές και οι επιλογές των εκπαιδευτικών κατά την επίσκεψη στο μουσείο θα πρέπει να αποτελούν τη βάση για την ανάπτυξη υλικού ή προγραμμάτων που θα τους βοηθήσουν DeWitt and Storksdieck (2008)

Ένας άλλος παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά την ανάπτυξη υποστηρικτικού υλικού είναι οι στόχοι που έχουν οι εκπαιδευτικοί για τις σχολικές εκδρομές, που μπορεί να είναι διαφορετικοί από τους στόχους του μουσείου (Anderson et al., 2006; Kisiel, 2007). Ο Kisiel (2005), επιβεβαιώνοντας τα όσα έχουν ήδη αναφερθεί, κατέγραψε έναν αριθμό στόχων των εκπαιδευτικών που περιλαμβάνουν τη σύνδεση με το αναλυτικό πρόγραμμα, την προσφορά μιας γενικής εμπειρίας μάθησης για τους μαθητές, την ενίσχυση των κινήτρων και του ενδιαφέροντος των μαθητών για την επιστήμη, την έκθεση σε νέες εμπειρίες, την ευκαιρία για αλλαγή της καθημερινής ρουτίνας, και την ευχαρίστηση των μαθητών. Αντίστοιχους λίγο πολύ στόχους έχουν καταγράψει και άλλοι ερευνητές (DeWitt, 2007; Storksdieck, 2006; Storksdieck et al., 2006; Tal & Steiner, 2006). Οι στόχοι επηρεάζουν τη συνολική διαδικασία, για παράδειγμα οι εκπαιδευτικοί που θέλουν μία εμπειρία γενικής εκπαίδευσης ή να τα δουν όλα, τείνουν να σχεδιάζουν φύλλα εργασίας με μεγάλο αριθμό ερωτήσεων, που είναι πολύ καθοδηγητικά, αναφέρονται σε συγκεκριμένα εκθέματα, απαιτούν ανάγνωση πινακίδων, και χρησιμοποιούν χαμηλότερου επιπέδου νοητικές διεργασίες. Αντίθετα τα φύλλα εργασίας που σχεδιάζονται από εκπαιδευτικούς με στόχο ένα συγκεκριμένο θέμα, έχουν ένα συγκεκριμένο γνωστικό στόχο, περιέχουν λιγότερες ερωτήσεις, οι οποίες για να απαντηθούν πρέπει να εξεταστούν μια μεγαλύτερη ποικιλία εκθεμάτων, είναι πιο ανοιχτές, οδηγούν την προσοχή σε αντικείμενα και όχι σε πινακίδες, και απαιτούν υψηλότερου επιπέδου νοητικές δεξιότητες (Kisiel, 2003b)

Τα μουσεία προσπαθούν να ακολουθήσουν τις προσδοκίες, τους στόχους των εκπαιδευτικών. Αυτό όμως δεν είναι εύκολο καθώς οι στόχοι συχνά είναι πολλαπλοί (Anderson et al., 2006). Οι στόχοι είναι και γνωστικοί -σχετικοί με το αναλυτικό πρόγραμμα-, συναισθηματικοί (να περάσουν καλά οι μαθητές και να αναπτύξουν θετικές στάσεις απέναντι στην επιστήμη), αλλά και σχετικοί με τη μοναδικότητα του χώρου που θα επισκεφθούν. Μάλιστα οι συναισθηματικοί στόχοι φαίνεται να είναι το ίδιο σημαντικοί για τους εκπαιδευτικούς σε σχέση με τους γνωστικούς ή και ακόμη σημαντικότεροι (Anderson et al., 2006; Marshdoyle et al., 1982; Richter, 1993; Storksdieck et al., 2006), και τα μουσεία οφείλουν να υποστηρίξουν και τα συναισθηματικά αποτελέσματα όσο και τα γνωστικά.

Η ενίσχυση του εκπαιδευτικού

Πολλές φορές ο λόγος που οι εκπαιδευτικοί αποφεύγουν την εμπλοκή τους στην επίσκεψη ή στη διοργάνωση δραστηριοτήτων πριν και μετά από αυτή είναι η όχι αρκετά υψηλή αυτοεκτίμηση σχετικά με το επιστημονικό περιεχόμενο και στην παιδαγωγική γνώση (Rennie 2014). Για την ενίσχυση του εκπαιδευτικού πολλοί φορείς μη τυπικής εκπαίδευσης ISIs (Informal Science Institutes) παρέχουν σεμινάρια “επαγγελματικής ανάπτυξης” για τους εκπαιδευτικούς όλων των βαθμίδων (Phillips & Wever-Frerichs, 2007). Παρόλο που υπάρχουν αρκετές δυσκολίες, με κυρίαρχη το ήδη φορτωμένο πρόγραμμα του εκπαιδευτικού, οι ερευνητές κατέληξαν ότι παρέχουν σημαντική και πολύπλευρη υποστήριξη στους εκπαιδευτικούς. Όμως, αν και πετυχαίνουν την υποστήριξη του εκπαιδευτικού κατά τη διάρκεια της επίσκεψης, δυσκολεύονται στη σύνδεση του περιεχομένου της επίσκεψης με το αναλυτικό πρόγραμμα. Αντί για αυτό προτείνουν τη μεταφορά του μαθητοκεντρικού τρόπου μάθησης που συμβαίνει κατά την επίσκεψη στο Μουσείο, στην σχολική αίθουσα. Στο ίδιο μήκος κύματος, οι Gupta και Adams (2010) μελέτησαν τις συνεργασίες αντίστοιχων φορέων με τα πανεπιστήμια για την εκπαίδευση των μελλοντικών εκπαιδευτικών, ώστε να είναι έτοιμοι για διδασκαλία σε φορείς μη τυπικής εκπαίδευσης. Μάλιστα οι McGinnis et al.. προτείνουν και διερευνούν την εισαγωγή αντίστοιχου μαθήματος κατά την προπτυχιακή εκπαίδευση των μελλοντικών εκπαιδευτικών. Οι προηγούμενοι ερευνητές καταλήγουν ότι με την εισαγωγή αντίστοιχου μαθήματος κατά την φοίτηση των μελλοντικών εκπαιδευτικών στη σχολή τους, θα υπάρξουν οφέλη σχετικά με την αυτοεκτίμηση τους σε σχέση με την επιστήμη, στη γνώση περιεχομένου και στη διδασκαλία σε χώρους μη τυπικής εκπαίδευσης.

Ένας άλλος τρόπος που τα μουσεία προσπαθούν να βοηθήσουν τον εκπαιδευτικό είναι παρέχοντας υλικό, που μπορεί να ποικίλει σε στόχους και ποιότητα. Τα επιτυχημένα προγράμματα αυτού του είδους είναι αυτά που δημιουργήθηκαν με τη συνεργασία των εκπαιδευτικών και των σχολικών συμβούλων (Chase, 1989; Gutierrez deWhite & Jacobson, 1994; Hannon & Randolph, 1999).

Οι DeWitt, J., & Osborne, J. (2007) δημιούργησαν ένα πλαίσιο για την οργάνωση και δημιουργία υλικού και πρακτικών από το Μουσείο που απευθύνεται στους εκπαιδευτικούς για να τους βοηθήσει να αξιοποιήσουν κατά τον μέγιστο δυνατό τρόπο τις ευκαιρίες μάθησης καθώς και της συναισθηματικής εμπειρίας (Framework for Museum Practice). Στηρίχθηκαν στις θεωρίες Εσωτερικών Κινήτρων (Theories of intrinsic motivation), στις απόψεις της θεωρίας πολιτιστικής - ιστορικής δραστηριότητας (Cultural Historical Activity Theory) , καθώς και στην έρευνα στο πεδίο της εννοιολογικής μάθησης. Το πλαίσιο χρησιμοποιήθηκε ως οδηγός για την ανάπτυξη υλικού και δοκιμάστηκε από τους εκπαιδευτικούς και τους μαθητές δύο σχολείων της πρωτοβάθμιας. Τα στοιχεία που συλλέχθηκαν επιβεβαίωσαν την αρχική

υπόθεση των ερευνητών. Οι αρχές πάνω στις οποίες δημιούργησαν το πλαίσιο τους είναι:

1. Υιοθέτηση της οπτικής του εκπαιδευτικού, τις προσδοκίες του από την επίσκεψη, το πλαίσιο στο οποίο λειτουργεί ο εκπαιδευτικός, λαμβάνοντας υπόψη και τον περιορισμένο διδακτικό χρόνο.

2 Έμφαση στο σχεδιασμό της δομής (providing structure) :συγκεκριμένη δομή και κατά την επίσκεψη αλλά επιπλέον σύνδεση με τις δραστηριότητες στην τάξη πριν και μετά την επίσκεψη. Το αποτέλεσμα είναι η

2α) μείωση του φαινομένου “νέου χώρου” (novelty) ή προσαρμογή στο νέο χώρο, ώστε να εστιάσουν στις δράσεις που θα κάνουν, στη μετάβαση από τη διάσπαση της προσοχής που προκαλεί η μοναδικότητα του χώρου στον προσανατολισμό στους στόχους της επίσκεψης.

2β) ενίσχυση της εμπειρίας μάθησης: θα πρέπει το υλικό που θα χρησιμοποιηθεί μετά την επίσκεψη να συνδέεται άμεσα με την επίσκεψη και τα θέματα που συζητήθηκαν στο Μουσείο, ώστε να αποτελεί συνέχεια της επίσκεψης και να εμπλέκει και τους μαθητές και τους εκπαιδευτικούς στη γνωστική διεργασία.

3. Ενθάρρυνση της κοινής παραγωγικής δραστηριότητας: το υλικό ενθαρρύνει την ομαδική εργασία ανάμεσα στους μαθητές αλλά και με τους εκπαιδευτικούς ώστε να καταλήγουν σε ένα κοινό αποτέλεσμα (προϊόν - product). Πιο αναλυτικά θα πρέπει να ενθαρρύνεται

3α. η συζήτηση ανάμεσα τους μαθητές και τους ενήλικους: θα πρέπει η δραστηριότητα να προωθεί τη συζήτηση όχι μόνο μεταξύ των μαθητών αλλά και μεταξύ μαθητών - εκπαιδευτικών. Το περιεχόμενο των συζητήσεων πρέπει να είναι σχετικό με τη δημιουργία του τελικού προϊόντος και ιδανικά θα οδηγεί στην οικοδόμηση γνώσης.

3β περιέργεια και ενδιαφέρον: το υλικό θα πρέπει να αναπτυχθεί έτσι ώστε να εξιτάρει την περιέργεια των μαθητών και να τους προσελκύει το ενδιαφέρον στο μέγιστο βαθμό

3γ έλεγχος και επιλογές: η δραστηριότητα θα πρέπει να προσφέρει στους μαθητές επιλογές σχετικά με το πως θα εμπλακούν καθώς και κάποιο έλεγχο στο πως θα συμμετέχουν στη διεξαγωγή της δραστηριότητας.

3δ Γνωστική εμπλοκή και πρόκληση: το υλικό θα πρέπει να εμβαθύνει στο γνωστικό μέρος και όχι απλά να οδηγεί στην πραγματοποίηση της δραστηριότητας. Θα πρέπει να επεκτείνει τη σκέψη τους .

3ε προσωπική συνάφεια: η δραστηριότητα θα πρέπει να "κάνει νόημα" στους μαθητές, να συνδέεται με τις εμπειρίες τους όχι μόνο από τη συγκεκριμένη επίσκεψη αλλά πιο γενικά και από το ευρύτερο οικογενειακό και κοινωνικό τους περιβάλλον .

Όπως αναφέρουν οι συγγραφείς, τα κριτήρια για την παιδαγωγική (Dalton and Tharp, 2002), που θα πρέπει να αποτελούν τον οδηγό για την ανάπτυξη του υλικού, είναι:

1. Συνεργατική παραγωγική δραστηριότητα (Joint Productive Activity): οι εκπαιδευτικοί και οι μαθητές συνεργάζονται μεταξύ τους.
2. Ανάπτυξη γλώσσας και γραμματισμού παράλληλα με το αναλυτικό πρόγραμμα (development language and literature across the curriculum): να δίνονται ευκαιρίες στους μαθητές να μιλήσουν να εκφραστούν γραπτά ή προφορικά σε όλο το φάσμα του αναλυτικού προγράμματος
3. Δημιουργία νοήματος (making meaning): η σύνδεση της σχολικής γνώσης με την καθημερινή ζωή και τις προηγούμενες εμπειρίες των ίδιων και του ευρύτερου κοινωνικού περιβάλλοντος
4. διδασκαλία σύνθετου τρόπου σκέψης (Teaching complex thinking): νοητική πρόκληση, να εμπλέκονται οι μαθητές σε αποστολές - προκλήσεις
5. διδασκαλία μέσω επικοινωνιακής συζήτησης (teaching through instructional conversation): οι εκπαιδευτικοί να εμπλέκουν τους μαθητές σε συζήτηση σχετικά με τα κείμενα, τις δραστηριότητες και τα πολιτισμικά έργα (artifacts) (Thoughtful and accountable conversation about text, activities and cultural artifacts)

Συμπερασματικά το πλαίσιο πέτυχε τους στόχους του: όταν χρησιμοποιήθηκε από τους εκπαιδευτικούς, ενίσχυσε την δυνατότητα μάθησης στο σχολείο, την παροχή κινήτρων, και την παιδαγωγική των σχολικών επισκέψεων. Το πλαίσιο είναι κατάλληλο για την ανάπτυξη υλικού για περιβάλλοντα μη τυπικής εκπαίδευσης, διευκολύνει τους εκπαιδευτικούς -τους δίνει την κατάλληλη υποστήριξη- για την περαιτέρω εμπλοκή σε αντίστοιχες επισκέψεις καθώς και για τις δραστηριότητες προετοιμασίας και αυτών που ακολουθούν την επίσκεψη με αποτέλεσμα την πιο αποτελεσματική μάθηση των μαθητών. Όμως πολλοί εκπαιδευτικοί δεν εμπλέκονται σε τέτοιου είδους πρακτικές όταν επισκέπτονται με τους μαθητές τους τα μουσεία, οπότε τελικά το πλαίσιο θα πρέπει να χρησιμοποιείται από το Μουσείο για την παροχή υλικού για τους εκπαιδευτικούς. Από την άλλη πλευρά, οι εκπαιδευτικοί βοηθούνται από το πλαίσιο να επιτύχουν τους στόχους τους σχετικά με συναισθηματική και εννοιολογική μάθηση κατά τις σχολικές εκδρομές. Το πλαίσιο συνδέει τις θεωρίες με την πράξη, ειδικά των θεωριών μάθησης με τις οποίες δεν είναι εξοικειωμένοι οι άνθρωποι του μουσείου. Αποτελεί και ένα παράδειγμα για το πως η ακαδημαϊκή έρευνα μπορεί να διευκολύνει το προσωπικό του μουσείου στην υποστήριξη και καθοδήγηση των εκπαιδευτικών.

Ο ρόλος του μουσείου σχετικά με τις καλύτερες πρακτικές της αποτελεσματικής επίσκεψης

Οι έρευνες συνήθως εστιάζουν στην καλύτερη πρακτική από τη μεριά του εκπαιδευτικού ενώ δεν δίνουν την απαραίτητη σημασία στο ρόλο του Μουσείου. Τα μουσεία προσφέρουν τα δικά τους προγράμματα στα σχολεία, που μπορεί να είναι ανελαστικά δηλαδή να μην μπορούν να προσαρμοστούν στις διάφορες σχολικές ομάδες, να έχουν υπερβολικά αυστηρή δόμηση, να κυριαρχεί το μοντέλο μεταφοράς γνώσης (από τον ξεναγό στο μαθητή) ώστε η τελική εμπειρία να είναι αντίστοιχη της σχολικής τάξης. Μερικές φορές, φαίνεται ότι το ενδιαφέρον των Μουσείων περιορίζεται στον αριθμό των μαθητών και τα έσοδα: προσφέρουν απρόσωπες εμπειρίες που ξεκινούν από ένα τμήμα για τα ραντεβού αποκομμένο από το τμήμα εκπαίδευσης, και αποθαρρύνουν εξατομικευμένες εμπειρίες για συγκεκριμένες σχολικές τάξεις εξαιτίας οικονομικών και διαδικαστικών λόγων (Storksdieck et al., 2006; Storksdieck et al., 2007).

Η καλύτερη πρακτική θα πρέπει να είναι πολύπλευρη: το μουσείο θα πρέπει να προσφέρει

- εξατομικευμένες εμπειρίες ώστε οι μαθητές να έχουν τη δυνατότητα ανακάλυψης και εξερεύνησης των μοναδικών αντικειμένων του και
- ευκαιρίες για μάθηση από την εμπειρία στο χώρο του.

Θα πρέπει να στρέψει το ενδιαφέρον του από την “μάθηση” δηλαδή την παροχή πληροφορίας με μεταφορά γνώσης, στη δημιουργία ευκαιριών για μάθηση που θα αναγνωριστούν και εδραιωθούν αργότερα στην τάξη. Επίσης θα πρέπει να δίνει την ευκαιρία στους καθηγητές να μοιραστούν την εμπειρία τους από την επίσκεψη για συνεχή βελτίωση των προγραμμάτων με τις απαραίτητες διορθώσεις αλλά και μεταξύ των εκπαιδευτικών ώστε να μαθαίνουν ο ένας τις επιτυχίες/αποτυχίες του άλλου (DeWitt & Storksdieck, 2008)

Με βάση όλα τα προηγούμενα θα πρέπει οι σχολικές επισκέψεις, σύμφωνα με τους DeWitt και Storksdieck (2008) να:

1. να ανταποκρίνονται στις ανάγκες, στους στόχους και στα περιθώρια του εκπαιδευτικού και να αναπτύσσονται σε συνεργασία και με τις συμβουλές των εκπαιδευτικών
2. να υποστηρίζουν την σύνδεση του αντικειμένου της επίσκεψης με το αναλυτικό πρόγραμμα, με την ευθυγράμμιση με συγκεκριμένα σημεία του αναλυτικού, προσφέροντας δραστηριότητες για πριν και μετά την επίσκεψη και παρέχοντας υποστήριξη κατά την επίσκεψη με υλικό και δραστηριότητες αλλά και προσωπικό
3. να προσφέρουν πολλαπλές ευκαιρίες μάθησης

4. να αναδεικνύουν τη μοναδικότητα του χώρου και να προσφέρουν εμπειρίες που δεν μπορούν να αναπαραχθούν στην τάξη
5. να παρέχουν ένα βαθμό οργάνωσης της επίσκεψης αλλά να αφήνουν χρόνο για εξερεύνηση
6. να παρέχουν στους μαθητές μέχρι ενός σημείου τον έλεγχο των επιλογών και της εμπειρίας τους
7. να δίνουν ευκαιρίες και να ενθαρρύνουν τους μαθητές να εμπλακούν σε συζητήσεις με ενήλικους (καθηγητές, συνοδούς και προσωπικό του μουσείου) αλλά και με τους συνομηλίκους τους
8. να βασίζονται στην εξερεύνηση, στην ανακάλυψη και στην επεξεργασία των στοιχείων και όχι στη μεταφορά γνώσης, ώστε ο χώρος του μουσείου να λειτουργεί ως ένα πεδίο συλλογής στοιχείων και δεδομένων που θα επεξεργαστούν αργότερα οι μαθητές στην τάξη
9. να βελτιώνονται συνεχώς μέσω της ανατροφοδότησης από εκπαιδευτικούς και μαθητές

Επίσης θα πρέπει να γίνεται συνεχής ανατροφοδότηση (DeWitt & Storksdieck, 2008) για τη συνεχή βελτίωση των προγραμμάτων. Σήμερα υπάρχουν πολλοί τρόποι για να πάρει ανατροφοδότηση το μουσείο: συνέντευξη 90 δευτερολέπτων (DeWitt (2007), ημιδομημένες συνεντεύξεις, γραπτά ή διαδικτυακά ερωτηματολόγια, δημιουργία συμβουλίου εκπαιδευτικών (Storksdieck et al., 2007). Με την ανατροφοδότηση θα εμφανιστούν τα δυνατά και τα αδύνατα σημεία του κάθε προγράμματος ώστε να γίνουν οι κατάλληλες τροποποιήσεις. Βέβαια αυτό προϋποθέτει και επιπλέον προσωπικό για το μουσείο που θα συλλέγει και θα επεξεργάζεται τα στοιχεία

Η πρόταση

Συνοψίζοντας όλα τα προηγούμενα είναι φανερό ότι τα εκπαιδευτικά συστήματα προσπαθώντας να ικανοποιήσουν όλους ή τους περισσότερους από τους 9 στόχους του επιστημονικού γραμματισμού, συντάσσουν αναλυτικά προγράμματα που έχουν εξαιρετικά μεγάλο εύρος με αποτέλεσμα να μην μπορούν να καλυφθούν στο σχολικό διδακτικό χρόνο ούτε στην επιθυμητή έκταση, ούτε σε βάθος. Ειδικά αν κατά τη διδασκαλία εφαρμοστεί η διερευνητική μέθοδος που είναι επίσης πιο χρονοβόρα από την κλασική διδασκαλία – διάλεξη, είναι φανερό ότι δεν υπάρχει χρόνος για εκδρομές σε μουσεία ή σε χώρους μη τυπικής εκπαίδευσης, και πολύ περισσότερο, δεν υπάρχει χρόνος για το σχεδιασμό και την πραγματοποίηση σχετικών δραστηριοτήτων πριν και μετά την επίσκεψη. Θα πρέπει να βρεθεί ένας τρόπος που χωρίς να δαπανάται ξεχωριστός χρόνος, η σχολική επίσκεψη να αποτελεί μέρος -κατά κάποιο τρόπο- του αναλυτικού προγράμματος και κυρίως οι δραστηριότητες πριν και μετά από αυτήν. Έτσι δεν θα υπήρχαν δυσκολίες στη σύνδεση της εκδρομής με το αναλυτικό πρόγραμμα, και οι δραστηριότητες πριν και μετά από αυτή θα προβλεπόταν από το αναλυτικό πρόγραμμα. Αυτό είναι σχετικά εύκολο να γίνει

καθώς σήμερα υπάρχει πληθώρα δραστηριοτήτων στα εκπαιδευτικά αποθετήρια για όλες τις ενότητες του αναλυτικού προγράμματος και ο εκπαιδευτικός μπορεί να επιλέξει ποια ή ποιες θα χρησιμοποιήσει. Πολλές από αυτές είναι σχεδιασμένες σύμφωνα με την διερευνητική μέθοδο διδασκαλίας. Αν συνδυαστούν με την αντίστοιχη επίσκεψη σε σχετικό θέμα ενός φορέα μη τυπικής εκπαίδευσης, και χρησιμοποιηθούν αντίστοιχα εκπαιδευτικά προγράμματα του φορέα φαίνεται ότι μπορεί η μάθηση στο μουσείο και η μάθηση στο σχολείο να λειτουργούν συμπληρωματικά. Για τη δομή ενός τέτοιου προγράμματος θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ο διδακτικός κύκλος 5^E του Bybee που έχει ήδη αναφερθεί, ώστε να οργανωθεί η δομή του συγκεκριμένου τύπου παρέμβασης. Αυτή τη στιγμή θα πρέπει ο εκπαιδευτικός να εντάξει στα διάφορα στάδια του κύκλου τις αντίστοιχες δραστηριότητες με βάση τους στόχους και τις ανάγκες του. Αν υπήρχαν ενδεικτικά ένα δύο προγράμματα, θα μπορούσε ο εκπαιδευτικός είτε να χρησιμοποιήσει τα ίδια, είτε να τα τροποποιήσει ώστε να ταιριάζουν με την ατζέντα του.

Σε αυτή την παρέμβαση εξετάστηκε κατά πόσο μπορεί μία τέτοια προσέγγιση να είναι αποτελεσματική και για το γνωστικό αλλά και για το συναισθηματικό μέρος της μάθησης. Με άλλα λόγια, στο πλαίσιο του κύκλου 5^E του Bybee οργανώθηκε μία διδακτική ενότητα που ενσωματώνει την επίσκεψη στο μουσείο στο μάθημα στη σχολική τάξη και ερευνηθήκαν τα γνωστικά και συναισθηματικά αποτελέσματα.

Αναλυτικότερα, στο μάθημα «εργαστήριο δεξιοτήτων» συνδυάστηκε το υλικό του αναλυτικού προγράμματος σε σχέση με τη μέτρηση του χρόνου, τις κινήσεις της Γης, την κλίση του άξονα της Γης και τις γεωγραφικές συντεταγμένες που οι μαθητές διδάσκονται στην Α' και Β' Γυμνασίου με την επίσκεψη στο Μουσείο Τεχνολογίας και πιο συγκεκριμένα την ενότητα των ηλιακών ρολογιών του εκθετηρίου της Αρχαίας Ελληνικής Τεχνολογίας. Η παρέμβαση οργανώθηκε σύμφωνα με τον κύκλο των 5^E:

- η φάση της εμπλοκής παρουσιάστηκε από τον εκπαιδευτικό ένας γρίφος: υποτίθεται ότι βρέθηκε ένα μήνυμα από έναν αρχαίο ναυαγό που δίνοντας κάποιες πληροφορίες για κάποια ρολόγια και τις ενδείξεις τους θα μπορούσε όποιος διάβαζε το μήνυμα να βρει τη θέση του ναυαγού. Το μήνυμα έδινε στοιχεία για να συζητήσουν οι μαθητές για τη μέτρηση του χρόνου και τις μεθόδους με τις οποίες επιτυγχάνεται ειδικά στα παλιότερα χρόνια και τον τρόπο λειτουργίας των ηλιακών ρολογιών και τελικά στο ποιο ουσιαστικό θέμα στους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η θέση του ήλιου.
- Η φάση της εξερεύνησης: με βάση την διερευνητική μέθοδο και με την αντίστοιχη προσομοίωση οι μαθητές διερεύνησαν τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η θέση του ήλιου και η αντίστοιχη σκιά του δείκτη του ηλιακού ρολογιού
- Η φάση της ερμηνείας: στη φάση της ερμηνείας οι μαθητές κλήθηκαν να ερμηνεύσουν τα αποτελέσματα της διερεύνησης τους με βάση τις

κινήσεις της γης, του σχήματος της και της κλίσης του άξονα περιστροφής της

- Η φάση της επέκτασης: οι μαθητές επισκέφθηκαν το Μουσείο Τεχνολογίας και εξέτασαν τα ηλιακά ρολόγια -που υποτίθεται ότι είναι τα ίδια με του αρχαίου ναυαγού- με ειδικά σχεδιασμένα φύλλα εργασίας που σύμφωνα με την προηγούμενη ανάλυση καθοδηγούν, μειώνουν το φαινόμενο του μοναδικού (novelty) του χώρου, εστιάζουν στην παρατήρηση του αντικείμενο και όχι στο κείμενο, ενισχύουν τη συζήτηση στην ομάδα αλλά και στον εκπρόσωπο του μουσείου ώστε να διαπιστώσουν τη σχέση της θέσης της σκιάς του δείκτη άρα και τη θέση του ήλιου σε σχέση με τους παράγοντες που βρήκαν κατά την εξερεύνηση και ερμήνευσαν στα αντίστοιχα στάδια του κύκλου. Επίσης είχαν και κάποιο χρόνο για να περιηγηθούν μόνοι τους στο αντίστοιχο εκθετήριο ώστε να μπορούν να εξερευνήσουν και μόνοι του το χώρο.
- Η φάση της αξιολόγησης όπου οι μαθητές συζήτησαν τι βρήκαν και πως αυτά σχετίζονται με το αρχικό μήνυμα του αρχαίου ναυαγού και εντόπισαν την τοποθεσία, ενισχύοντας τη νέα γνώση που απέκτησαν και διορθώνοντας τυχόν παρερμηνείες. Τέλος συμπληρωματικά σε ειδικό φύλλο εργασίας αναστοχάστηκαν τη συνολική διαδικασία και μοιράστηκαν την εμπειρία τους με τους άλλους συμμαθητές τους.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται τα στάδια του κύκλου 5^Ε, οι δραστηριότητες σε κάθε στάδιο, οι εκπαιδευτικοί στόχοι και ο χώρος εφαρμογής τους.

Κύκλος 5 Ε	Δραστηριότητα	Στόχος	Χώρος
	Συμπλήρωση ερωτηματολογίου	Ανίχνευση αρχικών ιδεών και αντιλήψεων των μαθητών	Σχολική τάξη
Εμπλοκή	Μήνυμα από το παρελθόν Συζήτηση	Εισαγωγή του θέματος που θα εξεταστεί Συζήτηση για την ανάκληση προηγούμενης γνώσης και σύνδεση της με το θέμα αλλά και με καθημερινά φαινόμενα και με τα ενδιαφέροντα και τις στάσεις των μαθητών	Σχολική τάξη (δραστηριότητες πριν την επίσκεψη)
Εξερεύνηση	Καταιγισμός ιδεών	Ανίχνευση των παραγόντων που επηρεάζουν το μήκος της σκιάς, διατύπωση υποθέσεων και πρόταση πειράματος για τον έλεγχο τους	Σχολική τάξη (δραστηριότητα μετά την επίσκεψη)
	Πείραμα απλού ηλιακού ρολογιού - οβελίσκος	Πρώτη διερεύνηση – εξάρτηση του μήκους της σκιάς σε σχέση με την ώρα (για συγκεκριμένη ημερομηνία και τοποθεσία)	Οικία μαθητή (δραστηριότητα πριν την επίσκεψη)
	Διερεύνηση με προσομοίωση	3 διερευνήσεις από επιβεβαιωτική σε ανοικτού τύπου. Σχέση μήκους σκιάς με κάθε ένα παράγοντα από τους : ώρα, ημερομηνία και γεωγραφικό πλάτος όταν οι υπόλοιποι παραμένουν σταθερή	Σχολική τάξη (δραστηριότητες πριν την επίσκεψη)
Ερμηνεία	Παρουσίαση στην τάξη όπου η κεντρική δομή είναι ένα κουίζ με ερωτήσεις κλειστού τύπου που περιλαμβάνουν τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών όπως φαίνονται από τη βιβλιογραφία αλλά και από το αρχικό ερωτηματολόγιο που συμπλήρωσαν οι ίδιοι οι μαθητές	Παροχή πληροφορίας στους μαθητές με την πραγματοποίηση απλών πειραμάτων και σύνδεση με το πρόγραμμα <i>Stellarium</i> για να δουν οι μαθητές πως ερμηνεύονται τα συμπεράσματα των διερευνήσεων τους. Δηλαδή: • Η εξάρτηση του μήκους της σκιάς από την ώρα οφείλεται στην περιστροφή της Γης γύρω από τον άξονα της • Η εξάρτηση του μήκους της σκιάς της Γης από την ημερομηνία οφείλεται στην περιφορά της Γης γύρω από τον ήλιο και στην κλίση του άξονα περιστροφής της • Η εξάρτηση του μήκους της σκιάς της Γης από το γεωγραφικό πλάτος οφείλεται στο σφαιρικό σχήμα της Γης	Σχολική τάξη (δραστηριότητες πριν την επίσκεψη)
Επέκταση	Οι μαθητές ελέγχουν αν τα αρχαία ηλιακά ρολόγια του <u>Νόησις</u> λαμβάνουν υπόψη τους τρεις παράγοντες που καθορίζουν το μήκος της σκιάς δηλαδή την ώρα, την ημερομηνία και το γεωγραφικό πλάτος	Και στα τρία ηλιακά ρολόγια – που υποτίθεται ότι είχε ο Αριστοτέλης- και βρίσκονται στο <u>Νόησις</u> υπάρχουν οι ρυθμίσεις για την εύρεση της ώρας από τη σκιά ενός δείκτη με βάση το γεωγραφικό πλάτος και την ημερομηνία. Οι μαθητές καλούνται να εντοπίσουν πως ρυθμίζοντας το γεωγραφικό πλάτος και την ημερομηνία, το ηλιακό ρολόι έδειχνε την ώρα (δηλαδή οι παράγοντες που μελέτησαν εμφανίζονται στα ηλιακά ρολόγια)	<u>Νόησις</u> (δραστηριότητα κατά την επίσκεψη)

Επέκταση (συνέχεια)	Οι μαθητές έχοντας συγκεντρώσει συγκεκριμένα στοιχεία από τα ρολόγια του <u>Νόησις</u> καλούνται να τα «μεταφράσουν» με βάση το αρχικό μήνυμα του <u>Αριστοτένη</u> για να βρουν από που ξεκίνησε, που κατέληξε και ποια ημερομηνία ήταν	Οι μαθητές συνδυάζουν τα στοιχεία που συνέλεξαν στο <u>Νόησις</u> και αφορούν τα γεωγραφικά πλάτη, τις ημερομηνίες για τον προσδιορισμό της θέσης του ήλιου για να βρουν τις απαντήσεις στο γρίφο. Τα στοιχεία που συνέλεξαν <u>αποδομούνται</u> και χρησιμοποιούνται με διαφορετικό τρόπο (ανασυντίθενται). Φυσικά το φύλλο εργασίας καθοδηγεί τους μαθητές.	Σχολική τάξη (δραστηριότητα μετά την επίσκεψη)
	Οι μαθητές καλούνται να κατασκευάσουν ένα απλό ηλιακό ρολόι που να λαμβάνει υπόψη τις τρεις μεταβλητές (ώρα, ημερομηνία, γεωγραφικό πλάτος) για τον υπολογισμό της ώρας	Επίδειξη της γνώσης που απέκτησαν	Σχολική τάξη (δραστηριότητα μετά την επίσκεψη)
Αξιολόγηση	Οι μαθητές στο φύλλο εργασίας αξιολογούν και <u>αναστοχάζονται</u> πάνω στη συνολική παρέμβαση Συμπληρώνουν ξανά το αρχικό ερωτηματολόγιο	Αξιολόγηση του προγράμματος από τους μαθητές Αξιολόγηση των αποτελεσμάτων του προγράμματος στο γνωστικό και συναισθηματικό τομέα των μαθητών	Σχολική τάξη

Όπως φαίνεται μία τέτοιου είδους προσέγγιση ικανοποιεί τις προτάσεις της έρευνας για τις πιο αποτελεσματικές επισκέψεις στο μουσείο όπως διατυπώθηκαν παραπάνω.

Το κεντρικό ερώτημα που εξετάστηκε ήταν αν μία παρέμβαση που ακολουθεί τον κύκλο μάθησης 5^E εντάσσοντας τη σχολική επίσκεψης στο πρόγραμμα των μαθημάτων του σχολείου, οδηγεί σε μία πιο ολοκληρωμένη μαθησιακή εμπειρία. Πιο συγκεκριμένα τα ερευνητικά ερωτήματα ήταν:

1. Μπορούν οι μαθητές να εξηγούν τη φαινόμενη κίνηση του ήλιου, πού οφείλεται, πώς χρησιμεύει στη μέτρηση της ώρας και τι σχέση έχει με τις γεωγραφικές συντεταγμένες; (γνωστικός τομέας)
2. Η συνολική διαδικασία είναι ευχάριστη, διασκεδαστική, δημιουργεί κίνητρα για μάθηση; (συναισθηματικός τομέας)
3. Μπορούν οι μαθητές να κατανοήσουν το πρόβλημα της μέτρησης του χρόνου σε μια κοινωνία πριν από 1500 χρόνια; (κοινωνικοπολιτισμικός τομέας).

Μέθοδος

Οι σχολικές αναφορές

Το βασικό ερώτημα που προσπάθησε να προσεγγίσει η συγκεκριμένη έρευνα είναι αν μπορεί η σχολική επίσκεψη στο Μουσείο να ενσωματωθεί στο σχολικό πρόγραμμα. Το πλαίσιο που χρησιμοποιήθηκε είναι ο κύκλος των 5 Ε του Bybee et al., όπως αναφέρθηκε παραπάνω. Η θεματική ενότητα που επιλέχθηκε ήταν η μέτρηση του χρόνου, ένα θέμα που φάνηκε ότι εντάσσεται και στο αναλυτικό πρόγραμμα των Γυμνασίων αλλά αποτελεί και ενότητα του εκθετηρίου του Μουσείου Τεχνολογίας. Έτσι στο μάθημα Φυσική Α' Γυμνασίου υπάρχουν οι ενότητες

http://ebooks.edu.gr/ebooks/v/pdf/8547/5048/21-0178-02_I-Fysiki-me-Peiramata_A-Gymnasiou_Vivlio-Ekpaideutikou/

Σύμφωνα με το βιβλίο Φυσικής της Α' γυμνασίου για τον εκπαιδευτικό:

Φ.Ε. 2: να γνωρίσουν τι ονομάζουμε μέτρηση χρόνου – να αναγνωρίζουν και να κατονομάζουν τις διαφορετικές συσκευές (αναλογικές, ψηφιακές) μέτρησης του χρόνου – να πειραματιστούν και να καταλήξουν σε συμπεράσματα για την ακριβέστερη δυνατή μέτρηση του χρόνου κατά περίπτωση, σύμφωνα με τις απαιτήσεις και τα διατιθέμενα όργανα μέτρησης – να μετρούν το χρόνο χρησιμοποιώντας ορθά τα κατάλληλα χρονόμετρα και να υπολογίζουν τη μέση τιμή

πολλαπλών μετρήσεων – να ενημερωθούν για τους ακριβέστερους δυνατούς τρόπους μέτρησης του χρόνου.

Φύλλο Εργασίας 2
Μετρήσεις Χρόνου – Η Ακρίβεια

α. Παρατηρώ, Πληροφορούμαι, Ενδιαφέρομαι

Συζήτησε με τους συμμαθητές σου, με τη βοήθεια του/της καθηγητή/τριας σου, τι εννοούμε όταν ζητάμε τη μέτρηση χρόνου. Μήπως ζητάμε τη χρονική διάρκεια που μεσολαβεί μεταξύ δύο γεγονότων ή μεταξύ της αρχής και του τέλους ενός γεγονότος; Πληροφορήσου και γράψε μερικούς τρόπους με τους οποίους μπορούμε να μετρήσουμε το χρόνο.

Παρατηρώντας διάφορες συσκευές μέτρησης του χρόνου στις παρακάτω εικόνες, πληροφορήσου για την ακρίβειά τους στη μέτρηση του χρόνου. Ποιες ονομάζουμε "αναλογικές" και ποιες "ψηφιακές";



http://ebooks.edu.gr/ebooks/v/html/8547/2314/Fysiki_A-Gymnasiou_html-empl/

Στο προηγούμενο φύλλο εργασίας εμφανίζεται ένα ηλιακό ρολόι για το οποίο δεν υπάρχει καμία αναφορά. Ο μαθητής καλείται να “πληροφορηθεί για την ακρίβεια του στη μέτρηση του χρόνου και αν είναι αναλογική ή ψηφιακή συσκευή”. Είναι φανερό ότι ο μαθητής καλείται να συγκρίνει ετερογενή αντικείμενα που στηρίζονται σε διαφορετικές αρχές χωρίς να του δίνεται κανένα στοιχείο.

Λίγο παρακάτω υπάρχει η άσκηση:

Ε. Εφαρμόζω, Εξηγώ, Γενικεύω

Συγκέντρωσε εικόνες και πληροφορίες για τη μέτρηση του χρόνου με άλλους τρόπους και όργανα.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Ο μαθητής καλείται να εξηγήσει πολύπλοκους μηχανισμούς χωρίς να έχει την απαιτούμενη γνώση ή πληροφορία. Για παράδειγμα η μέτρηση του χρόνου με βάση περιοδικά φαινόμενα δεν αναφέρεται πουθενά παρόλο που είναι η αρχή στην οποία στηρίζεται η λειτουργία των ρολογιών. Αντίθετα δίνεται έμφαση στο ότι ως μέτρηση του χρόνου νοείται η μέτρηση της χρονικής διάρκειας ανάμεσα σε δύο γεγονότα που δεν έχει άμεση σχέση με τη λειτουργία των ρολογιών. Επίσης ενώ το θέμα είναι η “ακρίβεια” της μέτρησης, σε κανένα σημείο δεν φαίνεται τι είναι η ακρίβεια

Αντίθετα στο βιβλίο φυσικής της Β γυμνασίου, στο πρώτο κεφάλαιο αναφέρεται

Εικόνα 1.10.

Η κλίμακα των μηκών στον κόσμο μας και όργανα με τα οποία τον αντιλαμβανόμαστε.



Μέτρηση του χρόνου

Για τη μέτρηση του χρόνου χρησιμοποιούμε φαινόμενα τα οποία επαναλαμβάνονται με ίδιο τρόπο σε ίσα χρονικά διαστήματα (περιοδικά φαινόμενα). Τέτοια φαινόμενα είναι η διαδοχή της ημέρας με τη νύχτα (ημερονύκτιο), οι φάσεις της σελήνης, οι κτύποι της καρδιάς ενός ανθρώπου, η κίνηση του εκκρεμούς, η μεταβολή της ενέργειας ορισμένων ατόμων. Η θεμελιώδης μονάδα μέτρησης του χρόνου είναι το δευτερόλεπτο (second ή σύντομα s). Ορίζουμε το δευτερόλεπτο έτσι ώστε το ημερονύκτιο να διαρκεί 86.400 s. Τα όργανα μέτρησης του χρόνου ονομάζονται χρονόμετρα.

1 ημερονύκτιο = 24 ώρες (h)
1 ώρα (h) = 60 λεπτά (min)
1 λεπτό (min) = 60 δευτερόλεπτα (s)

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1.

ΚΛΙΜΑΚΑ ΤΩΝ ΧΡΟΝΙΚΩΝ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΩΝ σε s	
Ηλικία Σύμπαντος	$4,0 \cdot 10^{17}$
Ηλικία γης	$1,3 \cdot 10^{17}$
Μέση διάρκεια της ζωής του ανθρώπου	$2,0 \cdot 10^9$

http://ebooks.edu.gr/ebooks/v/html/8547/2204/Fysiki_B-Gymnasiou_html-empl/index1_3.html

ότι για τη μέτρηση του χρόνου χρησιμοποιούνται τα περιοδικά φαινόμενα.

Στη Γεωγραφία της Α' γυμνασίου αναφέρονται τα παρακάτω:
http://ebooks.edu.gr/ebooks/v/html/8547/2286/Geografia_A-Gymnasiou_html-empl/matA1_2.html

Παίζοντας με το γεωγραφικό μήκος...



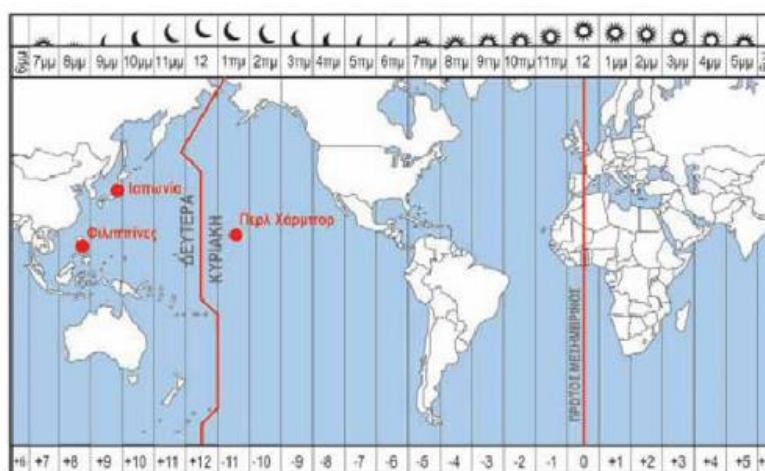
Όλοι οι τόποι δεν έχουν την ίδια ώρα, γιατί δε βρίσκονται στο ίδιο γεωγραφικό μήκος. Ας υποθέσουμε ότι στον μεσημβρινό των 0° η ώρα είναι 12 το μεσημέρι. Για να βρούμε την ώρα που έχουν άλλοι τόποι, χωρίζουμε την επιφάνεια της Γης σε 24 ζώνες, που λέγονται ωριαίες άτρακτοι, καθεμία από τις οποίες έχει πλάτος 15° ($360^\circ:24=15^\circ$).



Έτσι, όταν εκεί όπου βρισκόμαστε είναι μεσημέρι (12 η ώρα), 15° ανατολικότερα η ώρα είναι 1 μ.μ., ενώ 15° δυτικότερα η ώρα είναι 11 π.μ.

► Μπορείς να απαντήσεις;

- Η Αμερική καλείται συχνά δυτικό ημισφαίριο. Γιατί;
- Σε διαφορετικά σημεία του ίδιου μεσημβρινού η ώρα είναι ίδια ή διαφέρει;
- Όταν στο Λονδίνο είναι 5 μ.μ., τι ώρα είναι στη Νέα Υόρκη;
- Όταν στη Θεσσαλονίκη είναι 12 το μεσημέρι, τι ώρα είναι στη Μόσχα;



όπου συνδέεται η ώρα με το γεωγραφικό μήκος.

Όλα τα προηγούμενα αποτελούν ένα παράδειγμα πως η γνώση είναι κατακερματισμένη, δεν υπάρχει συνέχεια και τα θέματα αντιμετωπίζονται αποσπασματικά χωρίς να γίνεται η απαραίτητη εμβάθυνση. Αντίθετα τα αντικείμενα του Μουσείου απαιτούν ιδιαίτερες γνώσεις για την μέτρηση του χρόνου, ξεκινώντας από το προφανές ότι η θέση της σκιάς του δείκτη δείχνει την ώρα ως τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η σκιά του δείκτη. Η σκιά του δείκτη ουσιαστικά εξαρτάται από τη θέση του ήλιου στον ουρανό, η οποία καθορίζεται από την ώρα, την ημερομηνία και το γεωγραφικό πλάτος. Οι παράγοντες αυτοί εμφανίζονται στα ηλιακά ρολόγια της συλλογής του Νόησις:

- Βυζαντινό ρολόι και ημερολόγιο
<http://archive.noesis.edu.gr/repository/handle/11609/001-00333.html> ,
- Φορητό ηλιακό ρολόι των Φιλιππών
<http://archive.noesis.edu.gr/repository/handle/11609/001-00332.html>
- Οριζόντιο ηλιακό ρολόι
<http://archive.noesis.edu.gr/repository/handle/11609/001-01985.html>

όμως ο μαθητής με τις γνώσεις του σχολικού βιβλίου δεν έχει το κατάλληλο υπόβαθρο για να καταλάβει τη σημασία τους. Επιπλέον θα είναι καλό να

συνδέσει τη σημασία των παραγόντων με τις κινήσεις της Γης, του σφαιρικού της σχήματος και τη σημασία της κλίσης του άξονα περιστροφής της. Με αυτόν τον τρόπο θα έχει μία ολοκληρωμένη εικόνα της λειτουργίας των ηλιακών ρολογιών και τη σχέση της με τα αντίστοιχα φυσικά φαινόμενα. Είναι φανερό ότι απαιτείται μία παρέμβαση που όχι μόνο να “γεφυρώνει” την απόσταση ανάμεσα στο θεωρητικό υπόβαθρο και στα αντικείμενα του Μουσείου αλλά να βοηθά τον μαθητή να αντιληφθεί την ουσία της λειτουργίας των μηχανισμών.

Ο σχεδιασμός της παρέμβασης

Ο σχεδιασμός και η παραγωγή του εκπαιδευτικού υλικού στηρίχθηκε στο μοντέλο του Εκπαιδευτικού Μετασχηματισμού ή MER (Model of Educational Reconstruction) όπως αναφέρεται στη θεωρητική εισαγωγή και στην εικόνα 7. Έτσι το επιστημονικό υλικό αναζητήθηκε στα επιστημονικά συγγράμματα σχετικά με τη φαινόμενη κίνηση του ήλιου, στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε το ερωτηματολόγιο πριν και μετά την παρέμβαση για την καταγραφή των ιδεών, των στάσεων, των απόψεων των συγκεκριμένων μαθητών και την εμφάνιση των τυχόν εναλλακτικών τους ιδεών. Οι βασικές έννοιες αποσαφηνίστηκαν και φάνηκε ότι είναι ότι η θέση του ήλιου στον ουρανό, άρα και του μήκους της σκιάς ενός στύλου, εξαρτάται από την ώρα, την ημερομηνία και το γεωγραφικό πλάτος. Τα φυσικά φαινόμενα στα οποία οφείλεται η διαφορετική θέση του ήλιου είναι η περιστροφή της γης -για την εξάρτηση από την ώρα, η περιφορά της γης γύρω από τον ήλιο και η κλίση του άξονα περιστροφής της -για τον παράγοντα της ημερομηνίας και τέλος το σχήμα της Γης για τον παράγοντα του γεωγραφικού πλάτους. Στο σημείο αυτό αναζητήθηκε από τη βιβλιογραφία οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών σχετικά με τα θέματα αυτά αλλά και από το ερωτηματολόγιο που συμπληρώθηκε. Επίσης αναζητήθηκε η σχέση τους με καθημερινά φαινόμενα όπως το σημείο της ανατολής και δύσης, το μέγιστο ύψος του ήλιου στον ουρανό σε σχέση με την ώρα ή / και την εποχή αλλά το γεωγραφικό πλάτος. Στη συνέχεια σε σχέση με την έρευνα σχετικά με την διδασκαλία των θετικών επιστημών επιλέχθηκε η διερεύνηση ως μέθοδος διδασκαλίας και πιο συγκεκριμένα ο κύκλος 5^E των Bybee et al. (1999) ως πλαίσιο για την ανάπτυξη του εκπαιδευτικού υλικού. Έτσι η δομή της παρέμβασης καθορίστηκε από τα στάδια του Bybee και πιο συγκεκριμένα το στάδιο της εμπλοκής, της εξερεύνησης και της ερμηνείας. Έτσι για το στάδιο της εμπλοκής έγινε η συζήτηση για την εισαγωγή των μαθητών στο θέμα, σχετικά με το μήκος της σκιάς ενός στύλου και τη σχέση του με τη θέση του ήλιου. Από τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου φάνηκε ότι στους μαθητές υπήρχαν διάφορες ιδέες όπως καταγράφονται στη βιβλιογραφία σχετικά με τις εποχές πχ ο ήλιος ανεβαίνει πιο ψηλά στον ουρανό το καλοκαίρι γιατί είναι πιο κοντά στη γη. Με βάση όλα αυτά ακολουθήθηκε η πορεία του Bybee, η εξερεύνηση κατά την οποία χρησιμοποιώντας πρώτα ένα απλό πείραμα με

καθοδήγηση από διερευνητικά φυλλάδια εργασίας, οι μαθητές διερεύνουν το μήκος της σκιάς για μια συγκεκριμένη μέρα σε σχέση με την ώρα. Στη συνέχεια χρησιμοποιώντας προσομοίωση οι μαθητές διερεύνουν -με τη βοήθεια διερευνητικών φύλλων εργασίας- την σχέση του μήκους της σκιάς με την ημερομηνία, την ώρα και το γεωγραφικό πλάτος και κατέληξαν στα συμπεράσματα τους. Στο επόμενο βήμα σύμφωνα με τον Bybee κλήθηκαν να ερμηνεύσουν τα συμπεράσματα τους δηλαδή να τα συνδέσουν με τα φυσικά φαινόμενα. Εδώ οι μαθητές πρωταγωνιστούσαν καθώς επιλέχθηκε το κουίζ για να δίνουν τις αρχικές τους απαντήσεις, αποκαλύπτοντας τις ιδέες και τις απόψεις τους και στη συνέχεια παρακολουθούσαν ένα απλό πείραμα που μπορούσαν να επαναλάβουν και οι ίδιοι για να εξηγήσουν τι συμβαίνει πραγματικά. Έτσι είχαν τα στοιχεία για να δουν πως η περιστροφή της γης έχει ως αποτέλεσμα το διαφορετικό μήκος της σκιάς μίας οδοντογλυφίδας, δηλαδή την εξάρτηση από την ώρα. Τοποθετώντας τη γη με τον άξονα της να σχηματίζει γωνία 23 περίπου μοιρών με το επίπεδο περιφοράς της σε διάφορες θέσεις γύρω από τον ήλιο -προσομοιάζοντας την περιφορά της γύρω από αυτόν- παρατήρησαν ότι η μεταβολή της σκιάς της οδοντογλυφίδας για τις διάφορες εποχές οφείλεται στην κλίση του άξονα της γης που παραμένει σταθερή κατά την περιφορά της (μία ακόμη εναλλακτική ιδέα). Τέλος με την τοποθέτηση τριών οδοντογλυφίδων σε διαφορετικά γεωγραφικά πλάτη είδαν ότι το μήκος της σκιάς τους εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος. Εδώ προτάθηκε και ένα δεύτερο πείραμα με ένα χαρτόνι στο οποίο είχαν τοποθετηθεί πινέζες ή καρφάκια ίδιου ύψους. Όταν το επίπεδο χαρτί περιστρέφεται γύρω από οποιοδήποτε άξονα περιστροφής, οι πινέζες έχουν το ίδιο μήκος σκιάς. Αν όμως το χαρτί καμπυλωθεί, αμέσως οι σκιές έχουν διαφορετικό μήκος, άρα η εξάρτηση από το γεωγραφικό πλάτος οφείλεται στο σφαιρικό σχήμα της γης. Όλα τα πειράματα μπορούν να αναπαραχθούν από τους μαθητές και δόθηκε η προτροπή να τα πραγματοποιήσουν. Τέλος για τις πολλαπλές αναπαραστάσεις, οι μαθητές παρακολούθησαν την πορεία του ήλιου στον ουρανό για την ίδια μέρα (21 Μαρτίου – εαρινή ισημερία) σε τρεις περιοχές με διαφορετικά γεωγραφικά πλάτη χάρη στο πρόγραμμα stellarium, καθώς η βιβλιογραφία υποστηρίζει ότι οι πολλαπλές αναπαραστάσεις οδηγούν σε καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα. Επίσης παρακολούθησαν από το ίδιο πρόγραμμα και την πορεία του ήλιου για μια περιοχή για τις ημερομηνίες των ηλιοστασίων και των ισημεριών. Οι μαθητές εργάστηκαν σε ομάδες για την πραγματοποίηση των πειραμάτων, των προσομοιώσεων και των απαντήσεων στο κουίζ σύμφωνα με τον κοινωνικό κονστрукτιβισμό.

Κατά τον σχεδιασμό κάθε σταδίου υπήρξε συνεργασία με τον εκπαιδευτικό ώστε να ληφθούν υπόψη και οι δικές του αντιλήψεις και ιδέες. Τέλος χρησιμοποιήθηκε η αξιολόγηση του από τους μαθητές που μάλιστα αποτελεί το τελικό στάδιο του Bybee αλλά και συζήτηση/συνέντευξη με τον εκπαιδευτικό, σύμφωνα και με το μοντέλο εκπαιδευτικού μετασχηματισμού.

Για τη δημιουργία της παρέμβασης επιλέχθηκε ο διδακτικός κύκλος των 5 Ε για να δώσει την ευκαιρία στον μαθητή να αναρωτηθεί, να εξερευνήσει, να ερμηνεύσει, να επεκτείνει και τελικά να αξιολογήσει την προσπάθεια του σχετικά με τη μέτρηση του χρόνου στην αρχαιότητα.

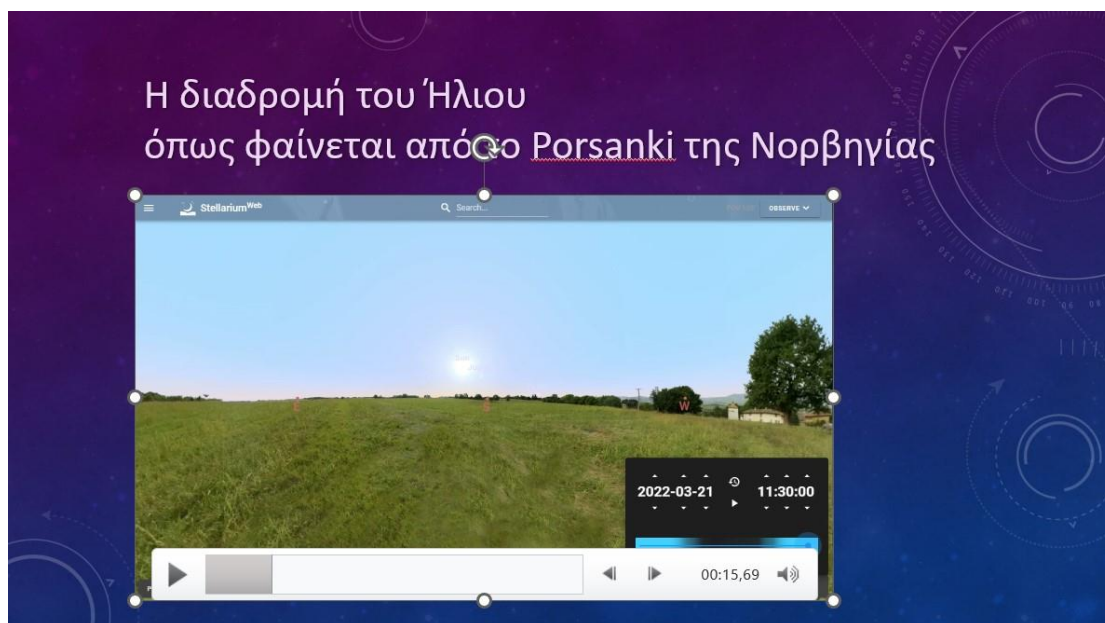
Στο στάδιο της εμπλοκής, οι μαθητές κλήθηκαν να λύσουν ένα γρίφο: έχοντας ένα μήνυμα από έναν αρχαίο ναυαγό, καλούνται να τον εντοπίσουν με βάση κάποια στοιχεία από τα πολύτιμα ηλιακά του ρολόγια. Στη συζήτηση που ακολούθησε στην τάξη, οι μαθητές ενθαρρύνθηκαν να ανασύρουν τυχόν προηγούμενες τους ιδέες σχετικά με τα ηλιακά ρολόγια και τον τρόπο λειτουργίας τους. Εύκολα κατέληξαν στο ότι η σκιά του δείκτη δείχνει την ώρα, αλλά δυσκολεύτηκαν να εξηγήσουν από ποιους παράγοντες εξαρτάται το μήκος και η θέση της σκιάς. Αρχικά καθοδηγήθηκαν να προτείνουν και στη συνέχεια να διερευνήσουν τους παράγοντες που καθορίζουν το μήκος και τη θέση της σκιάς ενός απλού ηλιακού ρολογιού - ενός μολυβιού τοποθετημένου κάθετα σε μία οριζόντια επιφάνεια με τη βοήθεια ενός φύλλου εργασίας (ηλιακό ρολόι οβελίσκος - το φύλλο εργασίας υπάρχει στο παράρτημα).

Στη φάση της εξερεύνησης εργάστηκαν με μία προσομοίωση που τους επέτρεπε να μετρήσουν το μήκος της σκιάς ενός δείκτη σε σχέση με 3 μεταβλητές: το γεωγραφικό πλάτος, την ημερομηνία και την ώρα. Σχεδιάστηκαν ειδικά φύλλα εργασίας πάνω στα στάδια της διερεύνησης που αποσκοπούσαν όχι μόνο στην εύρεση της σχέσης του μήκους της σκιάς με τον κάθε ένα παράγοντα αλλά και με την εξοικείωση και απόκτηση δεξιοτήτων σχετικά με την επιστημονική μέθοδο. Με άλλα λόγια δόθηκε έμφαση στα στάδια της διερεύνησης: ο αρχικός προσανατολισμός οδηγεί στη διατύπωση ερωτημάτων. Για την απάντηση τους διατυπώνονται από τους μαθητές υποθέσεις. Πραγματοποιούνται πειράματα και λαμβάνονται μετρήσεις, ερμηνεύονται τα αποτελέσματα, και διατυπώνονται συμπεράσματα. Στον αναστοχασμό συγκρίνονται τα αποτελέσματα με την αρχική υπόθεση, αξιολογείται η συνολική πορεία και δημιουργούνται νέα ερωτηματικά ώστε να ανατροφοδοτηθεί ο κύκλος της διερεύνησης όπως έχει περιγραφεί αναλυτικά στην εισαγωγή. Επίσης τα φύλλα εργασίας έχουν διαφορετική διαβάθμιση ενεργοποίησης του μαθητή. Ξεκινούν με μία δομή όπου ο μαθητής ακολουθεί τις οδηγίες και πραγματοποιεί μία επιβεβαιωτική διερεύνηση ενώ στα επόμενα φύλλα εργασίας η ελευθερία του αυξάνεται για πιο “ανοιχτές” δηλαδή λιγότερο καθοδηγούμενες διερευνήσεις σύμφωνα με το συνεχές της διερεύνησης που επίσης αναφέρθηκε στην εισαγωγή.

Στη φάση της ερμηνείας, οι μαθητές κλήθηκαν να ερμηνεύσουν τις σχέσεις που βρήκαν για την εξάρτηση του μήκους της σκιάς με τον καθένα από τους παράγοντες. Με κατάλληλο παιχνίδι τύπου κουίζ και με το σχεδιασμό ειδικών πειραμάτων - επιδείξεων αλλά και προγραμμάτων προσομοίωσης, οι μαθητές συνδύασαν τους παράγοντες που καθορίζουν το μήκος της σκιάς (γεωγραφικό πλάτος, ημερομηνία, ώρα) με τα αντίστοιχα φυσικά φαινόμενα (σφαιρικό σχήμα

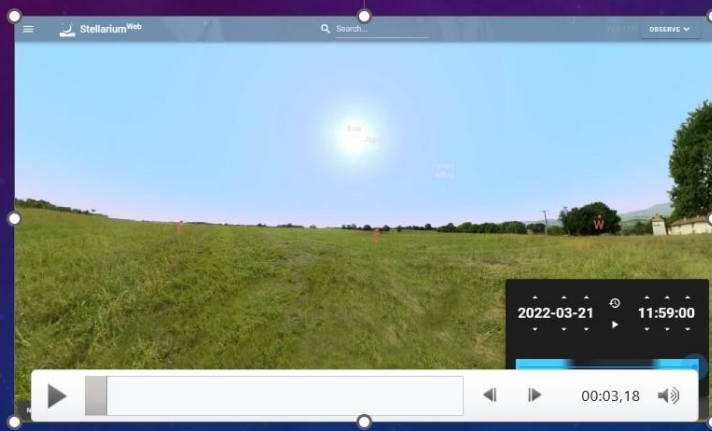
της γης, περιφορά της γης γύρω από τον ήλιο και κλίση του άξονα της και περιστροφή της Γης). Κατά το σχεδιασμό του κουίζ, δόθηκε έμφαση στην εμφάνιση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών. Έτσι απόψεις όπως το καλοκαίρι η γη είναι πιο κοντά στον ήλιο, εμφανίστηκαν στις πιθανές απαντήσεις σε σχετικές ερωτήσεις. Μετά τη συζήτηση και τα κατάλληλα πειράματα που παρουσιάστηκαν στην τάξη - με ισχυρή παρότρυνση να επαναληφθούν από τους μαθητές σε δικό τους χρόνο- οι μαθητές καθοδηγήθηκαν να προσαρμόσουν τα νοητικά τους μοντέλα σε σχέση με τα καινούρια δεδομένα λόγω των πειραμάτων. Ο δάσκαλος είχε τον κυρίαρχο ρόλο για να κατευθύνει τους μαθητές στην εύρεση της ερμηνείας των αποτελεσμάτων και στη συσχέτιση τους με τις κινήσεις της Γης, το σφαιρικό της σχήμα και της κλίσης του άξονα περιστροφής της -που αν και οι μαθητές έχουν διδαχθεί τα αντίστοιχα θέματα επιστήμης δεν τα συνδέουν εύκολα με τη θέση του ήλιου στον ουρανό.

Οι μαθητές με τη βοήθεια του προγράμματος Stellarium <https://stellarium-web.org/> είδαν την φαινόμενη κίνηση του ήλιου σε διαφορετικές εποχές και διαφορετικά μέρη της Γης κατά τη διάρκεια της ημέρας - ουσιαστικά είδαν ό,τι εξέτασαν στην προσομοίωση από την πλευρά του στύλου. Τώρα έχει γίνει φανερό η σχέση του μήκους της σκιάς με το γεωγραφικό πλάτος, την ώρα και την ημερομηνία.



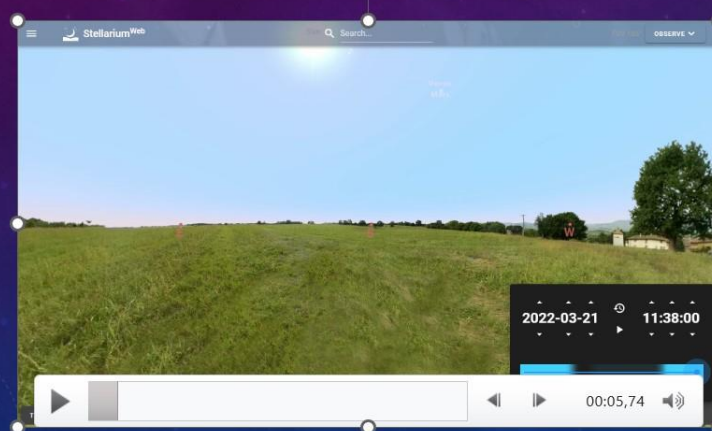
Στιγμιότυπο από την κίνηση του ήλιου στις 21/03/2022 στις 11:30 στη Νορβηγία με χρήση του προγράμματος Stellarium

Η διαδρομή του Ήλιου όπως φαίνεται από την περιοχή της Θεσσαλονίκης



Στιγμιότυπο από την κίνηση του ήλιου στις 21/03/2022 στις 11:59 στη Θεσσαλονίκη με χρήση του προγράμματος Stellarium

Η διαδρομή του Ήλιου όπως φαίνεται από τη Tshuara του Κονγκό



Στιγμιότυπο από την κίνηση του ήλιου στις 21/03/2022 στις 11:38 στο Κονγκό με χρήση του προγράμματος Stellarium

Επιπλέον φάνηκε ότι η επίδραση του γεωγραφικού πλάτους είναι συνέπεια του σφαιρικού σχήματος της γης - όπου παρουσιάστηκε ένα μικρό πείραμα σαν αυτό που δείχνει ο Carl Sagan στο βίντεο <https://www.youtube.com/watch?v=G8cbIWMv0rl> (5:11) το οποίο παρουσιάστηκε στην τάξη από τον εκπαιδευτικό.

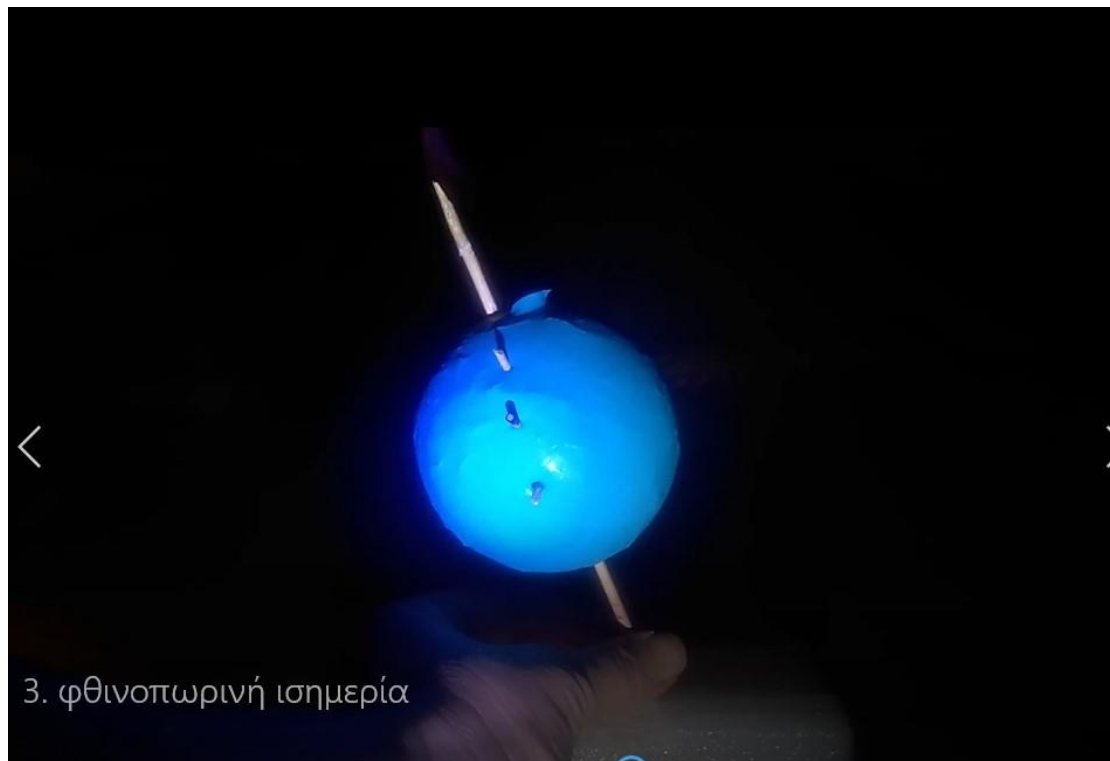


Οι σκιές από τις καρφίτσες ίδιου ύψους έχουν το ίδιο μήκος, όπως και να τοποθετηθεί, σε σχέση με το φως, το επίπεδο χαρτί στο οποίο είναι στερεωμένες



Οι σκιές από τις καρφίτσες ίδιου ύψους δεν έχουν το ίδιο μήκος, όταν το χαρτί καμπυλωθεί

Σχετικά με την εξάρτηση του μήκους της σκιάς σε σχέση με την ώρα, επίσης χρησιμοποιήθηκε ένα πείραμα επίδειξης με ένα ομοίωμα της Γης που σε κάποιο σημείο υπάρχει ένα στύλος (μία οδοντογλυφίδα). Η Γη φωτίζεται από ένα φακό -αντί για τον ήλιο- και καθώς περιστρέφεται γύρω από τον άξονα περιστροφής της αλλάζει το μήκος της σκιάς της οδοντογλυφίδας.



Περιστρέφοντας τη μπάλα - Γη βλέπουμε πως αλλάζει το μήκος της σκιάς των τριών οδοντογλυφίδων σε σχέση με το “γεωγραφικό πλάτος” και την ώρα. Επίσης αλλάζοντας τη θέση της “Γης” γύρω από τον “ήλιο” βλέπουμε πως αλλάζουν οι σκιές σε σχέση με τις εποχές (δηλαδή εξαιτίας της περιφοράς της Γης γύρω από τον ήλιο και τη σημασία της κλίσης του άξονα περιστροφής της)

Για τη σχέση του μήκους της σκιάς σε σχέση με την ημερομηνία και πάλι χρησιμοποιήθηκε το ομοίωμα της Γης σε διαφορετικές θέσεις γύρω από τον φακό “ήλιο” και δόθηκε έμφαση στην κλίση του άξονα περιστροφής της. Τα πειράματα που παρουσιάστηκαν στην αίθουσα προτάθηκε στους μαθητές να τα πραγματοποιήσουν και μόνοι τους.

Στη φάση της επέκτασης, επισκέφθηκαν το Νόησις και στα προαναφερθέντα αντικείμενα της συλλογής κλήθηκαν να εντοπίσουν τις παραμέτρους που καθορίζουν την εύρεση της ώρας δηλαδή να ερευνήσουν αν υπάρχουν “ρυθμίσεις” για την ημερομηνία, το γεωγραφικό πλάτος και την ώρα. Αφού εντόπισαν τις “ρυθμίσεις” κλήθηκαν να καταγράψουν τα σχετικά στοιχεία που εμφανίζονται σε κάθε ρολόι.

Στη συνέχεια, αφού επέστρεψαν στη τάξη, οι μαθητές συγκέντρωσαν όλα τα στοιχεία που συνέλεξαν από τα αντικείμενα του Νόησις, τα ανέλυσαν και τα ανασύνθεσαν ώστε να βρουν από που ξεκίνησε ο αρχαίος ναυαγός και που κατέληξε, ώστε να λύσουν τον αρχικό γρίφο. Επιπλέον τους ζητήθηκε να κατασκευάσουν το δικό τους ηλιακό ρολόι όπου να φαίνονται και οι τρεις παράγοντες που καθορίζουν το μήκος της σκιάς του δείκτη (ώρα, ημερομηνία και γεωγραφικό πλάτος)



Το βυζαντινό ρολόι -ημερολόγιο. Διακρίνονται διάφοροι τόποι με τα γεωγραφικά τους πλάτη, η κλίμακα για τη ρύθμιση του γεωγραφικού πλάτους και οι μήνες του έτους.

Στη φάση του αναστοχασμού και αξιολόγησης, οι μαθητές κλήθηκαν να σημειώσουν τι έμαθαν, τι τους δυσκόλεψε και τι θα έπρεπε να προσέξουν περισσότερο την επόμενη φορά.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι καθώς το θέμα δεν προσεγγίζεται σε βάθος στο αναλυτικό πρόγραμμα, ίσως ο εκπαιδευτικός να αντιμετωπίσει όλες τις δυσκολίες που αναφέρθηκαν στην εισαγωγή και κυρίως να έχει μειωμένη αυτοεκτίμηση σχετικά με το θέμα ή / και να μην έχει χρόνο για να αναζητήσει τις

απαραίτητες πληροφορίες. Επομένως απαιτείται η υποστήριξη του εκπαιδευτικού, για τον οποίο αναπτύχθηκε ξεχωριστά αντίστοιχο υλικό, όπως τα πειράματα που προαναφέρθηκαν.

Συμμετέχοντες

Η παρέμβαση εφαρμόστηκε σε δύο τμήματα της Α' και της Β' γυμνασίου. Συνολικά συμμετείχαν 80 μαθητές αλλά καθώς η παρέμβαση χρειάστηκε 7 μαθήματα για να ολοκληρωθεί, λήφθηκαν στοιχεία μόνο από 33 μαθητές. Αυτό οφείλεται στο ότι αρχικά το ερωτηματολόγιο συμπληρώθηκε από 60 άτομα ενώ στο τέλος 40. Στην έρευνα λήφθηκαν υπόψη μόνο όσοι μαθητές συμπλήρωσαν το ερωτηματολόγιο και στην αρχή και στο τέλος δηλαδή τα 33 άτομα, τα οποία βρέθηκαν από τον εκπαιδευτικό, που έλεγξε τα ονόματα των μαθητών.

Ένα θέμα που δεν ήταν γνωστό από πριν το σχεδιασμό της έρευνας, ήταν η πολυπολιτισμική σύνθεση των τμημάτων. Ενώ ο σχεδιασμός έγινε με την πεποίθηση ότι οι διαφορετικές εθνικότητες -πέραν της Ελληνικής- στους μαθητές θα ήταν η μειοψηφία, συνέβη το αντίθετο. Πιο συγκεκριμένα στο ένα τμήμα της Α Γυμνασίου, όλοι οι μαθητές, εκτός από 2, δεν είχαν την Ελληνική εθνικότητα αλλά ήταν μετανάστες από διάφορες χώρες. Αυτό δημιούργησε δυσκολίες στη γλώσσα, καθώς οι περισσότεροι από αυτούς δυσκολευόταν να καταλάβουν τα Ελληνικά. Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι λόγω της πανδημίας Covid, τα προηγούμενα δύο χρόνια τα σχολικά μαθήματα έγιναν μέσω τηλεδιάσκεψης που δεν βοήθησε τα παιδιά να μάθουν καλύτερα τη γλώσσα. Ενδεικτικό της δυσκολίας είναι το περιστατικό, όπως το μετέφερε η εκπαιδευτικός, όπου κατά τη συμπλήρωση του αρχικού ερωτηματολογίου, ένας μαθητής ρώτησε τι σημαίνει η λέξη “ανατέλλει” - προφανώς οφείλεται στην έλλειψη εξοικείωσης με την Ελληνική γλώσσα.

Όλα τα παιδιά ενημερώθηκαν ότι η παρέμβαση θα αποτελεί μία διδακτική ενότητα στο μάθημα “εργαστήριο δεξιοτήτων” που θα συνοδεύεται από επίσκεψη στο Νόησις όπου δεν θα έβλεπαν μόνο το συγκεκριμένο θέμα - τα ηλιακά ρολόγια- αλλά και εκπαιδευτική ταινία στο Πλανητάριο. Η επίσκεψη τονίστηκε για να δώσει κίνητρα στους μαθητές.

Μέσα συλλογής δεδομένων

Πριν και μετά την παρέμβαση χρησιμοποιήθηκε ένα [ερωτηματολόγιο](#) που σχεδιάστηκε με βάση τους στόχους της παρέμβασης για την επίτευξη της αξιολόγησης της. Το ερωτηματολόγιο είχε στόχο να αναδείξει τυχόν γνωστικά και συναισθηματικά οφέλη από την συνολική παρέμβαση.

Σχετικά με το γνωστικό τομέα υπενθυμίζεται το πρώτο ερευνητικό ερώτημα που θα διερευνηθεί από τις ερωτήσεις 1 έως 7 του ερωτηματολογίου

1. Μπορούν οι μαθητές να εξηγούν τη φαινόμενη κίνηση του ήλιου, που οφείλεται, πώς χρησιμεύει στη μέτρηση της ώρας και τι σχέση έχει με τις γεωγραφικές συντεταγμένες; (γνωστικός τομέας)

Όπως φαίνεται από το ερευνητικό ερώτημα αλλά και από την ανάλυση του θέματος της παρέμβασης, το γνωστικό μέρος αφορά την αστρονομία και πιο συγκεκριμένα τις κινήσεις της γης (ημερήσια περιστροφή, ετήσια περιφορά, κλίση του άξονα της Γης και σχήμα της Γης). Έτσι αρχικά αναζητήθηκαν αντίστοιχες ερωτήσεις σε ερωτηματολόγια όπως το Test Of Astronomy Standards (TOAST) (Slater & Slater, 2008) και το Astronomy Diagnostic Test (ADT) αλλά και το Apparent Motion of the Sun and Stars (AMoSS) των Bekaert et al., (2020). Ειδικά το AMoSS, έχει ως στόχο την διερεύνηση των ιδεών των μαθητών σχετικά με την κατανόηση της φαινόμενης κίνησης του ήλιου, τη σχέση της με τις κινήσεις της Γης (περιστροφή και περιφορά) και της κλίσης του άξονα της Γης, όπως ακριβώς και η παρέμβαση. Οι ερωτήσεις των ερωτηματολογίων προσαρμόστηκαν ώστε να είναι πιο απλές καθώς τα δύο πρώτα απευθύνονται σε μεγάλο εύρος ηλικιών, το AMoSS σε μαθητές λυκείου, ενώ όπως αναφέρθηκε η παρέμβαση αφορά μαθητές Α' και Β' Γυμνασίου. Η δομή κάθε ερώτησης έχει δύο μέρη, ένα πολλαπλής επιλογής και ένα ανοικτού τύπου όπου ζητείται από τον μαθητή να αιτιολογήσει την άποψη του όπως συμβαίνει στο AMoSS test ώστε να φαίνεται ο τρόπος σκέψης και αιτιολόγησης (reasoning) του μαθητή - αλλά και η προηγούμενη γνώση σύμφωνα με τη θεωρία του εποικοδομητισμού. Τέλος προστέθηκαν και κάποιες ερωτήσεις με βάση τα μαθήματα της Γεωγραφίας της Α' γυμνασίου (συντεταγμένες, ωριαίες άτρακτοι ενότητα Α1.2) και από τη Φυσική της Α' Γυμνασίου (2. Μέτρηση του χρόνου – ακρίβεια)

Η πρώτη ερώτηση

Η πρώτη ερώτηση συνδέεται με τη θέση του ήλιου κατά τη Δύση. Εξαιτίας της κλίσης του άξονα περιστροφής της Γης και της περιφοράς της γύρω από τον Ήλιο -δηλαδή την αλλαγή της θέσης της ως προς αυτόν- το τόξο της φαινόμενης ημερήσιας πορείας του ήλιου μετατοπίζεται προς το βορρά από τις 21 Δεκεμβρίου (χειμερινό ηλιοστάσιο) ως τις 21 Ιουνίου (θερινό ηλιοστάσιο) και στη συνέχεια προς το Νότο από τις 21 Ιουνίου (θερινό ηλιοστάσιο) ως τις 21 Δεκεμβρίου (χειμερινό ηλιοστάσιο), αλλάζοντας το σημείο ανατολής και δύσης του Ηλίου. Με την συγκεκριμένη ερώτηση ελέγχεται κατά πόσο οι μαθητές μπορούν να εμβαθύνουν στη φαινόμενη κίνηση του Ήλιου και στους παράγοντες που την καθορίζουν ή έστω αν έχουν παρατηρήσει ότι ο Ήλιος δεν διαγράφει την ίδια πορεία κάθε μέρα στον ουρανό.

Η ερώτηση 1 είναι προσαρμογή της ερώτησης I.C του AMoSS test για μαθητές γυμνασίου. Έτσι δεν απαιτείται από τους μαθητές να συνδέσουν ότι από Ιούνιο ως Δεκέμβριο το σημείο της Ανατολής (ή της Δύσης) του ήλιου μετατοπίζεται

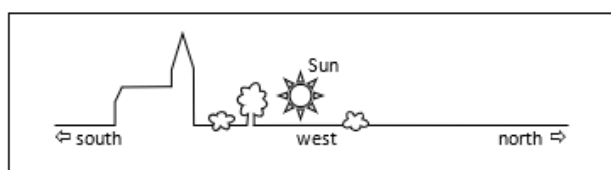
προς το Νότο ενώ από τον Δεκέμβριο ως τον Ιούνιο, μετατοπίζεται προς το Βορρά. Αρκεί να συνειδητοποιήσουν ότι η Ανατολή και η Δύση του Ήλιου δεν συμβαίνει στο ίδιο σημείο κάθε μέρα

Η ερώτηση I.C του AMoSS test

Question I.C

In September, an observer in Thessaloniki sees the sunset in the west as shown in the figure. Where does this observer see the sunset one month later?

- a) More to the south
- b) At the same position
- c) More to the north
- d) I really don't know.



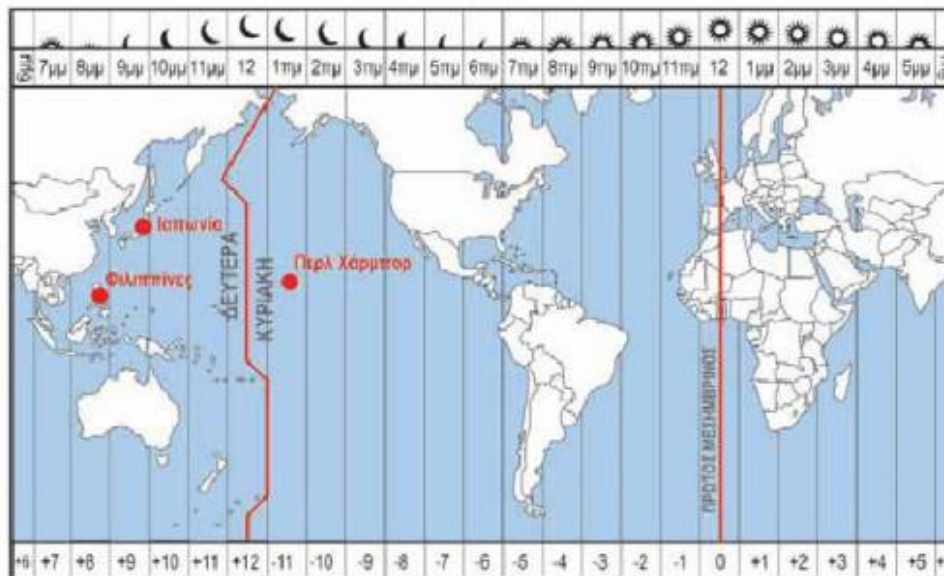
Explain your choice: [Blank box occupying half a page provided for response]

Η προσαρμογή της για τους μαθητές Γυμνασίου:

- 1) Ο ήλιος κάθε ημέρα δύει στη Δύση, προσφέροντας μας συχνά ένα όμορφο ηλιοβασίλεμα. Στην πραγματικότητα δύει ακριβώς στο ίδιο σημείο;
- a) Όχι κάθε μέρα δύει σε λίγο πιο διαφορετικό σημείο
 - b) Ναι, πάντα δύει στο ίδιο σημείο
 - c) Δεν γνωρίζω
- Μπορείς να αιτιολογήσεις την άποψή σου?

Ερώτηση 2

Η συγκεκριμένη ερώτηση αφορά τη συνειδητοποίηση ότι ο ηλιακός χρόνος δεν συμπίπτει με την επίσημη ώρα της Ελλάδος και τη σχέση του με το γεωγραφικό μήκος και κατά συνέπεια με την ημερήσια περιστροφή της Γης. Για τη συγκεκριμένη ερώτηση οι μαθητές έχουν ήδη διδαχθεί το θεωρητικό της υπόβαθρο, σύμφωνα με τη Γεωγραφία Α' Γυμνασίου, ενότητα Α1.2 «παιχνίδια με τις γεωγραφικές συντεταγμένες» όπου υπάρχει και η παρακάτω εικόνα http://ebooks.edu.gr/ebooks/v/html/8547/2286/Geografia_A-Gymnasiou_html-empl/matA1_2.html



Η ερώτηση 2 του ερωτηματολογίου:

2) Ο ήλιος βρίσκεται στο υψηλότερο σημείο στον ουρανό

A) το μεσημέρι

B) όταν το ρολόι δείχνει 12:00

Γ) συνέχεια

Δ) ποτέ

Γιατί?

Η ερώτηση 3

Η τρίτη ερώτηση, όπως και η πρώτη, συνδέεται με τη θέση του Ήλιου κατά τη μεσουράνηση -δηλαδή όταν βρίσκεται στο ψηλότερο σημείο της τροχιάς του. Εξαιτίας της κλίσης του άξονα περιστροφής της Γης και της περιφοράς της γύρω από τον Ήλιο -δηλαδή την αλλαγή της θέσης της ως προς αυτόν- το τόξο της φαινόμενης ημερήσιας πορείας του ήλιου μετατοπίζεται προς το βορρά από τις 21 Δεκεμβρίου (χειμερινό ηλιοστάσιο) ως τις 21 Ιουνίου (θερινό ηλιοστάσιο) και στη συνέχεια προς το Νότο από τις 21 Ιουνίου (θερινό ηλιοστάσιο) ως τις 21 Δεκεμβρίου (χειμερινό ηλιοστάσιο), αλλάζοντας το ύψος της μεσουράνησης

του Ηλίου. Με την συγκεκριμένη ερώτηση ελέγχεται κατά πόσο οι μαθητές μπορούν να εμβαθύνουν στη φαινόμενη κίνηση του Ήλιου και στους παράγοντες που την καθορίζουν.

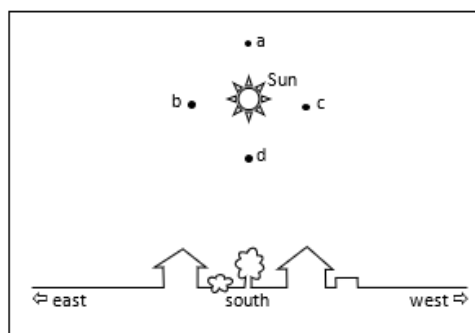
Είναι προσαρμογή της ερώτησης I.B του AMoSS test για μαθητές γυμνασίου. Έτσι δεν απαιτείται από τους μαθητές να γνωρίζουν ότι ένα μήνα μετά την εαρινή ισημερία ο ήλιος θα ανεβαίνει πιο Βόρεια όπως στην ερώτηση του AMoSS αλλά απλά τους ζητείται να σκεφτούν ότι το καλοκαίρι, και μάλιστα στο θερινό ηλιοστάσιο, ο ήλιος ανεβαίνει στο ψηλότερο σημείο στον ουρανό. Αποτελεί συνέπεια του γεγονότος ότι η Ανατολή και η Δύση του Ήλιου δεν συμβαίνει στο ίδιο σημείο κάθε μέρα

Η ερώτηση I.B του AMoSS test

Question I.B

On March 21st, an observer in Thessaloniki sees the Sun at its highest point, as shown in the figure. Where does this observer see the Sun one month later at its highest point?

- a) Near point a
- b) Near point b
- c) Near point c
- d) Near point d
- e) In the same point as on March 21st
- f) I really don't know.



Explain your choice: [Blank box occupying half a page provided for response]

Ενώ η ερώτηση 3 στο ερωτηματολόγιο της παρέμβασης:

3. Ο ήλιος φαίνεται να ανεβαίνει ψηλότερα στον ουρανό

A) τον Μάρτιο

B) τον Ιούνιο

Γ) τον Σεπτέμβριο

Δ) τον Δεκέμβριο

Γιατί?

Η ερώτηση 4

Η τέταρτη ερώτηση συνδέεται με τη θέση του ήλιου σε σχέση με το γεωγραφικό πλάτος. Εξαιτίας του σφαιρικού σχήματος της Γης ο Ήλιος κατά την μεσουράνηση (μέγιστο ημερήσιο ύψος) δεν έχει το ίδιο ύψος σε όλους τους τόπους για την ίδια ημερομηνία. Στις περιοχές που βρίσκονται σε μικρά γεωγραφικά πλάτη -κοντά στον ισημερινό- έχει μέγιστο ύψος ενώ κοντά στους πόλους της Γης έχει ελάχιστο ύψος. Με την συγκεκριμένη ερώτηση ελέγχεται κατά πόσο οι μαθητές μπορούν να αντιληφθούν τη σχέση του γεωγραφικού πλάτους με την θέση του Ήλιου.

Είναι προσαρμογή της ερώτησης I.D του AMoSS test για μαθητές γυμνασίου. Έτσι δεν απαιτείται από τους μαθητές να συνδέσουν το μέγιστο ύψος του ήλιου σε μία δεδομένη ημέρα με το γεωγραφικό πλάτος με μεγάλη ακρίβεια, απλά να έχουν μία ποιοτική εκτίμηση της σχέσης των δύο μεταβλητών δηλαδή όσο πιο βόρεια, τόσο πιο χαμηλά ανεβαίνει ο ήλιος

Η ερώτηση του AMoSS test

Question I.D

On the first day of summer, the Sun rises to a maximum altitude of 73 degrees in Thessaloniki. In another European city X, the maximum altitude of the Sun on the same day is 69 degrees. What can you conclude from this?

- a) Thessaloniki is situated 4 degrees south of city X.
- b) Thessaloniki is situated 4 degrees north of city X.
- c) Thessaloniki is situated 4 degrees west of city X.
- d) Thessaloniki is situated 4 degrees east of city X.
- e) From the position of the Sun, you can't make decisions about the location of city X.
- f) I really don't know.

Explain your choice: [Blank box occupying half a page provided for response]

Η προσαρμογή της:

4. Στις 5 Νοεμβρίου που ανεβαίνει ο ήλιος ψηλότερα?

- στη Θεσσαλονίκη
- στα Χανιά της Κρήτης
- στη Ρίγα της Λετονίας
- στη Σόφια της Βουλγαρίας

Γιατί;

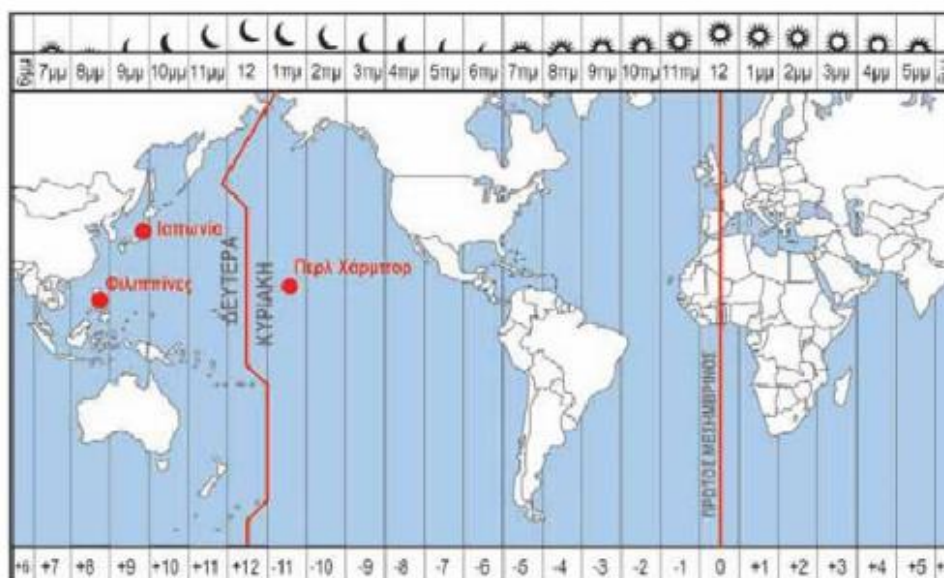
Η ερώτηση 5

Η πέμπτη ερώτηση συνδέεται με σχέση της θέσης του ήλιου και την ημερήσια περιστροφή της Γης. Εξαιτίας της περιστροφής της Γης -από την Δύση προς την Ανατολή- ο Ήλιος δεν ανατέλλει ταυτόχρονα σε όλα τα μέρη της Γης. Έτσι όταν ανατέλλει σε κάποιο τόπο, στους τόπους που βρίσκονται πιο ανατολικά έχει ήδη ανατείλει άρα είναι μέρα, ενώ στους τόπους που είναι πιο δυτικά δεν έχει ανατείλει ακόμη, άρα είναι νύχτα. Οι μαθητές μπορούν να απαντήσουν με βάση τη γνώση ότι οι χώρες πιο δυτικά της Ελλάδας είναι κάποιες ώρες πίσω από αυτήν πχ η Ιταλία είναι μία ώρα πίσω, που σημαίνει ότι αν στην Ελλάδα είναι 7:00 εκεί είναι 6:00 άρα δεν έχει ξημερώσει ακόμη. Οπότε αρκεί αυτή η γνώση για να απαντήσουν, που ήδη την έχουν προσεγγίσει μέσω του μαθήματος 1.3 της Γεωγραφίας της Α' Γυμνασίου.

Για την ερώτηση 5 δεν υπάρχει αντίστοιχη στο AMoSS test. Όμως μπορεί να προκύψει από τη Γεωγραφία της Α' Γυμνασίου όπου στην ενότητα Α1.2 «παιχνίδια με τις γεωγραφικές συντεταγμένες» επιχειρείται η σύνδεση της ώρας με το γεωγραφικό μήκος.

http://ebooks.edu.gr/ebooks/v/html/8547/2286/Geografia_A-Gymnasiou_html-empl/matA1_2.html

Η εικόνα του βιβλίου



Η ερώτηση 5 του ερωτηματολογίου:

5. Όταν ο ήλιος ανατέλλει στη Θεσσαλονίκη, στην Ρώμη της Ιταλίας

- δύει
- είναι μέρα

- ανατέλλει και εκεί
- είναι νύχτα

Γιατί;

Η ερώτηση 6

προσπαθεί να ανιχνεύσει τι γνωρίζουν τα παιδιά σχετικά με τα ηλιακά ρολόγια και τον τρόπο λειτουργίας τους. Επιπλέον, κατά την απάντηση της στο τέλος της παρέμβασης, δίνει την ευκαιρία στους μαθητές να επιδείξουν την νέα κατανόηση τους σχετικά με τη φαινόμενη θέση του Ήλιου και τους παράγοντες που την καθορίζουν (ώρα, ημερομηνία και γεωγραφικό πλάτος). _

6) Το ηλιακό ρολόι δείχνει την ώρα με βάση

A) τη θέση της σκιάς του δείκτη

B) τη θέση του δείκτη

Γ) την επίσημη ώρα Ελλάδας

Δ) τους κρυστάλλους χαλαζία

Μπορείς να εξηγήσεις πώς λειτουργεί το ηλιακό ρολόι;

Ερώτηση 7

Η ερώτηση 7 είναι καθαρά ποιοτική και σχετίζεται με την ακρίβεια στη μέτρηση του χρόνου που διδάσκεται στο μάθημα της Φυσικής της Α' Γυμνασίου στην ενότητα «2. Μετρήσεις Χρόνου – Η Ακρίβεια» http://ebooks.edu.gr/ebooks/v/html/8547/2314/Fysiki_A-Gymnasiou_html-empl/index2.html

Επιπλέον, δίνει την ευκαιρία στους μαθητές να σκεφτούν το πως επηρεάζει ο χρόνος -και η μέτρηση του - την καθημερινή ζωή σήμερα και στην αρχαιότητα. Με αυτόν τον τρόπο επιχειρείται η σύνδεση του σχολικού μαθήματος με την καθημερινή ζωή. Ουσιαστικά συνδέεται με το ερευνητικό ερώτημα 3:

3: “Μπορούν οι μαθητές να κατανοήσουν το πρόβλημα της μέτρησης του χρόνου σε μια κοινωνία πριν από 1500 χρόνια; (κοινωνικοπολιτισμικός τομέας).”

7. Η ακρίβεια με την οποία μετρούσαν την ώρα οι Αρχαίοι ήταν μεγαλύτερη ή μικρότερη σε σχέση με τη σύγχρονη εποχή?

- μεγαλύτερη
- μικρότερη
- δεν γνωρίζω

Τι συνέπειες μπορεί να είχε η ακρίβεια στη μέτρηση του χρόνου στη καθημερινή ζωή στην αρχαιότητα σε σχέση με τη σύγχρονη εποχή; Αναφέρετε κάποια παραδείγματα

Τέλος ακολουθούν δύο ερωτήσεις για να ελέγξουν τις στάσεις των μαθητών απέναντι στα μουσεία - ερώτηση 8- αλλά και απέναντι στα μαθήματα επιστημών - ερώτηση 9. Όπως έχει αναφερθεί στην εισαγωγή η στάση απέναντι στα μουσεία μπορεί να δημιουργήσει στους μαθητές μία διάθεση για συνεχή μάθηση ενώ οι στάσεις τους απέναντι στα μαθήματα μπορεί να επηρεάσει το μέλλον τους καθώς ήδη αναφέρθηκε ότι πολλοί μαθητές επιλέγουν τη σχολή που θα φοιτήσουν “επειδή είναι καλοί σε αντίστοιχο μάθημα” και “επειδή τους αρέσει”. Οι στάσεις απέναντι στα μουσεία σχετίζονται με το συναισθηματικό τμήμα της επίσκεψης. Οι δύο ερωτήσεις συνδέονται με το ερευνητικό ερώτημα

2: “Η συνολική διαδικασία είναι ευχάριστη, διασκεδαστική, δημιουργεί κίνητρα για μάθηση; (συναισθηματικός τομέας)”

Κατά πόσο συμφωνείς με τις παρακάτω προτάσεις (καθόλου, αρκετά, δεν γνωρίζω/δεν απαντώ, πολύ, απόλυτα):

8. Γενικά τα μουσεία είναι:

	Καθόλου	αρκετά	Και ναι και όχι	πολύ	Πάρα πολύ
Εντυπωσιακά					
Ενδιαφέροντα					
Άχρηστα					
Παρέχουν πληροφορίες χρήσιμες					

Ψυχαγωγικά					
Βαρετά					

9. Τα μαθήματα φυσικών επιστημών (Φυσική, Χημεία, Βιολογία, Γεωγραφία) είναι:

	καθόλου	Λίγο	Και ναι και όχι	πολύ	Πάρα πολύ
Βαρετά					
Εντυπωσιακά					
Ενδιαφέροντα					
Άχρηστα					
Δίνουν πολύτιμες πληροφορίες για τον κόσμο					
Ψυχαγωγικά					

Το παραπάνω ερωτηματολόγιο χρησιμοποιήθηκε ως pro test και ως post test δηλαδή συμπληρώθηκε από τους μαθητές πριν την παρέμβαση και μετά από αυτήν. Ως pro test βοηθά τον εκπαιδευτικό να εστιάσει στις τυχόν εναλλακτικές ιδέες που έχουν οι μαθητές του, και αν επιμένει να συμπληρώσουν το πεδίο ελεύθερου κειμένου, μπορεί να δει ακριβώς τι σκέφτονται. Όταν χρησιμοποιηθεί ως post test μπορεί να εμφανίσει διαφορές στο γνωστικό τμήμα της παρέμβασης αλλά και σχετικά με τις στάσεις των μαθητών απέναντι στα

μουσεία και στα μαθήματα επιστημών. Ίσως θα έπρεπε να επαναληφθεί το τεστ μερικούς μήνες μετά την ολοκλήρωση του για να διαπιστωθεί αν υπάρχουν πιο μακροπρόθεσμες αλλαγές -κάτι που δεν έγινε στη συγκεκριμένη παρέμβαση.

Το ερωτηματολόγιο σχεδιάστηκε για να συμπληρωθεί μέσω κινητού και διαδικτύου. Όμως επειδή υπήρχε ο κίνδυνος οι μαθητές να απαντήσουν στην τύχη, και η απάντηση να αποκαλυφθεί πολύ αργότερα, προτιμήθηκε να μοιραστούν σε γραπτά ερωτηματολόγια, ώστε να μπορεί ο εκπαιδευτικός να ενθαρρύνει τον μαθητή να γράψει αυτό που πραγματικά πιστεύει. Τελικά οι απαντήσεις των μαθητών περάστηκαν στην αρχική φόρμα της Google η οποία αυτόματα επεξεργάστηκε τις απαντήσεις.

Σχεδιασμός

Ο σχεδιασμός της παρέμβασης ακολούθησε την βιβλιογραφία σε κάθε στάδιο του πλαισίου 5^Ε για την εφαρμογή της διερευνητικής μεθόδου. Οι μαθητές χωρίστηκαν σε ομάδες και εργάστηκαν σε όλη την παρέμβαση στις ομάδες τους σύμφωνα με το εποικοδομητικό ομαδοσυνεργατικό μοντέλο που υποστηρίζει ότι η μάθηση επιτυγχάνεται όταν το άτομο χρησιμοποιεί νέα πληροφορία και ερεθίσματα από τις αισθήσεις του που τα συνδέει με τις προηγούμενες ιδέες του τροποποιώντας ή/και ενισχύοντας τες, οικοδομώντας νέα νοητικά μοντέλα του κόσμου, μέσω της αλληλεπίδρασης με τους άλλους.

Η εφαρμογή της παρέμβασης ξεκινά με τη συμπλήρωση του [ερωτηματολογίου](#) εισόδου που αναλύθηκε προηγουμένως και στοχεύει στην αξιολόγηση της συνολικής παρέμβασης αλλά και στην εμφάνιση τυχόν εναλλακτικών ιδεών των μαθητών.

Στη συνέχεια ακολουθεί το στάδιο της **εμπλοκής** με το μήνυμα του αρχαίου ναυαγού [«Ένα μήνυμα από το παρελθόν»](#) (Παράρτημα). Ο στόχος είναι όχι μόνο να ενεργοποιηθεί το ενδιαφέρον του μαθητή χάρη στον προβληματισμό που εισάγει ο γρίφος, αλλά και να εμφανιστούν όλες οι προηγούμενες ιδέες του μαθητή σχετικά με τη φαινόμενη κίνηση του ήλιου. Στο μήνυμα υπάρχουν φράσεις κλειδιά που είναι τα στοιχεία που πρέπει να χρησιμοποιήσουν οι μαθητές για να απαντήσουν στα ερωτήματα α) ποια ημέρα ξεκίνησε ο ναυαγός, β) από που ξεκίνησε και γ) που βρίσκεται όταν γράφει το μήνυμα. Στο επισυναπτόμενο (παράρτημα) υπάρχουν και οι απαντήσεις για τον εκπαιδευτικό. Τα ερωτήματα αποτελούν αφορμή για συζήτηση στο σχολείο πάνω στις ιδέες των μαθητών και προσπάθησαν να προτείνουν τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται. Η φαινόμενη κίνηση του ήλιου παρόλο που είναι διαρκώς παρούσα στην καθημερινή ζωή, δεν περιέχεται στη σχολική ύλη. Έτσι οι μαθητές αναρωτήθηκαν “πως μπορούν να βρουν τον ναυαγό”, και τι γνωρίζουν σχετικά με όσα αναφέρονται στο μήνυμα. Ο εκπαιδευτικός έδωσε κίνητρα, βοηθώντας τους να συνδέσουν τα όσα λέει ο

ναυαγός με τη φαινόμενη κίνηση του ήλιου - που βιώνουν οι μαθητές κάθε μέρα-, τους προέτρεψε να ανακαλέσουν όσα γνωρίζουν ή σκέφτονται σχετικά και ενθάρρυνε τις απαντήσεις. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στο πως μπορεί να καταγραφεί η θέση του ήλιου όπου η ολομέλεια κατέληξε ότι αυτό μπορεί να συμβεί μέσω της καταγραφής της σκιάς ενός αντικειμένου, καθώς η σκιά σχηματίζεται λόγω του ήλιου και εξαρτάται από τη θέση του ήλιου. Οι μαθητές κατέγραψαν σε ειδικό φύλλο της ομάδας, με το όνομα [«καταιγισμός ιδεών»](#) (παράρτημα), τους μία λίστα με παράγοντες που επηρεάζουν τη θέση του ήλιου στον ουρανό και πρότειναν ένα πείραμα για ελέγξουν την υπόθεσή τους. Στην τάξη ανακοινώθηκαν όλες οι απόψεις και σημειώθηκαν στον πίνακα. Ακολούθησε εκ νέου συζήτηση και κατέληξαν στους παράγοντες που καθορίζουν τη θέση του ήλιου και ένα πείραμα για τον έλεγχο της επίδρασης του καθένα.

Σε συνέχεια του καταιγισμού ιδεών, στο στάδιο της **εξερεύνησης**, οι ίδιοι οι μαθητές πραγματοποίησαν σε δικό τους χρόνο -κατά τη διάρκεια των διακοπών των Χριστουγέννων- το πρώτο πείραμα που πρότειναν, το πείραμα του “οβελίσκου”. Με αυτό τον τρόπο εξερεύνησαν το πως αλλάζει η σκιά ενός αντικειμένου κατά τη διάρκεια της ημέρας (φύλλο εργασίας [“οβελίσκος”](#) - Παράρτημα). Η εργασία πραγματοποιήθηκε κατά τη διάρκεια των Χριστουγεννιάτικων διακοπών και θα μπορούσε να παραληφθεί αν το πρόγραμμα είναι πιεστικό από άποψη χρόνου, όμως ο μαθητής αποκτά μία εμπειρία σχετικά με την φαινόμενη ημερήσια κίνηση του ήλιου -και την διαφορετική θέση της σκιάς. Επίσης αντιλαμβάνεται ότι το μεσημέρι, δηλαδή τη στιγμή που ο ήλιος είναι ψηλότερα στον ουρανό και η σκιά του οβελίσκου είναι η μικρότερη, δεν αντιστοιχεί στις 12:00 (επίσημου χρόνου Ελλάδας).

Στη συνέχεια, ακολούθησε ο **πειραματισμός** με τη προσομοίωση, που οι μαθητές εκτέλεσαν χωρισμένοι σε ομάδες (ομαδοσυνεργατική προσέγγιση). Η προσομοίωση ήταν στα Αγγλικά και καθώς οι μαθητές δεν είναι εξοικειωμένοι με τη χρήση της, θεωρήθηκε ότι θα ήταν καλό να ξεκινήσουν με μία δραστηριότητα γνωριμίας με αυτή ακολουθώντας το αντίστοιχο φύλλο εργασίας [«εξοικείωση με την προσομοίωση»](#) (Παράρτημα).

Στην επόμενη συνάντηση, πραγματοποίησαν τις διερευνήσεις τους με τη βοήθεια των φύλλων εργασίας [1](#), [2](#) και [3](#). Τα φύλλα εργασίας, κατεύθυναν τους μαθητές ώστε να συνειδητοποιήσουν τα βήματα της επιστημονικής έρευνας, του ελέγχου των μεταβλητών και της συλλογής και ερμηνείας των αποτελεσμάτων. Πέρα από τη διερεύνηση των παραγόντων που καθορίζουν τη θέση του ήλιου στον ουρανό, αποσκοπούσε στην εξοικείωση των μαθητών με τον επιστημονικό τρόπο σκέψης και εργασίας αλλά και της εξοικείωσης με τις δεξιότητες εκτέλεσης επιστημονικής έρευνας. Τα φύλλα εργασίας καθοδήγησαν τους μαθητές στα στάδια της διερεύνησης όπως αναφέρθηκαν στην εισαγωγή:

- προσανατολισμός δηλαδή τι πρόκειται να διερευνηθεί,
- διατύπωση ερωτημάτων και στη συνέχεια της υπόθεσης,

- πειραματισμός,
- συλλογή μετρήσεων,
- επεξεργασία δεδομένων,
- ερμηνεία των αποτελεσμάτων και
- διατύπωση συμπεράσματος και
- αναστοχασμός και
- αξιολόγηση της διαδικασίας.

Παράλληλα, στο πλαίσιο του φύλλου εργασίας υπήρχαν τα θεωρητικά βήματα ώστε ο μαθητής να συνειδητοποιεί ότι ο τρόπος εργασίας των επιστημόνων ακολουθεί κάποια συγκεκριμένα βήματα.

Καθώς οι ανεξάρτητες μεταβλητές που εξετάστηκαν ήταν 3, δηλαδή πραγματοποιήθηκαν 3 διερευνήσεις, σχεδιάστηκαν τρία διαφορετικά φύλλα εργασίας. Το πρώτο ήταν μία επιβεβαιωτικού τύπου διερεύνηση ενώ το τελευταίο ήταν σχεδόν ανοικτού τύπου σύμφωνα με το συνεχές της διερεύνησης. Έτσι οι μαθητές σκέφθηκαν ελεύθερα στα πλαίσια της παρέμβασης πραγματοποιήσαν τη δραστηριότητα όπου πρόβλεψαν, διατύπωσαν υποθέσεις και συζήτησαν με την ομάδα τους, μοιράστηκαν τις ιδέες τους και δέχθηκαν την κριτική των μελών της ομάδας τους, καταλήξαν σε συμπεράσματα. Ο εκπαιδευτικός λειτούργησε ως διευκολυντής, παρατηρούσε τους μαθητές, έθετε ερωτήματα στο πλαίσιο της διερεύνησης, παρείχε χρόνο στους μαθητές να σκεφτούν και να αναστοχαστούν, ενθάρρυνε τη συνεργασία των μαθητών.

Στην πράξη, φαίνεται ότι στη τάξη κάθε ομάδα δούλεψε με μόνο ένα φύλλο και στο τέλος συγκεντρώθηκαν τα αποτελέσματα λόγω έλλειψης χρόνου. Έτσι δεν μπόρεσαν όλοι οι μαθητές να περάσουν από την «επιβεβαιωτική» διερεύνηση στην «ανοικτού τύπου». Αν οι μαθητές ήταν εξοικειωμένοι με τη μέθοδο της διερεύνησης, θα μπορούσαν και τα τρία φύλλα να ενσωματωθούν σε ένα ανοικτού τύπου. Ο σχεδιασμός τριών φύλλων εργασίας έγινε για να βοηθήσει τον εκπαιδευτικό σε μελλοντικές εφαρμογές: γνωρίζοντας πόσο εξοικειωμένοι είναι οι μαθητές με τη διερεύνηση, να επιλέξει έναν τύπο φύλλου εργασίας (κλειστή, καθοδηγούμενη, ανοικτή) και τα το προσαρμόσει ώστε οι μαθητές του να διερευνήσουν και τους 3 παράγοντες.

Στο στάδιο της **ερμηνείας**, για να βοηθηθούν οι μαθητές, ετοιμάστηκαν ερωτήσεις τύπου κουίζ για να βοηθήσουν τους μαθητές να λάβουν υπόψη τους τα στοιχεία που οδηγούν στις απαντήσεις. Το [κουίζ](#) υπάρχει στο παράρτημα αλλά στην τάξη χρησιμοποιήθηκε ως εξής: Εμφανιζόταν μία ερώτηση. Οι μαθητές απαντούσαν με βάση τις ιδέες τους, αφού είχαν συσχεφθεί για 1-2 λεπτά στις ομάδες τους και εξηγούσαν για ποιο λόγο επέλεξαν τη συγκεκριμένη απάντηση. Στη συνέχεια προβαλλόταν κάποιο βίντεο ή κάποιο πείραμα που τους βοηθούσε να επιχειρηματολογήσουν υπέρ της απάντησης τους, αν αρχικά είχαν απαντήσει σωστά, ή να την αλλάξουν, αν είχαν απαντήσει λανθασμένα. Η συζήτηση που γινόταν είχε ως στόχο την ενίσχυση της δημιουργίας νοήματος (scaffolding) και την οικοδόμηση της νέας γνώσης, τη σύνδεση της με τις

προηγούμενες και στην αντιπαράθεση της με τυχόν εναλλακτικές ιδέες. Ο στόχος ήταν να συνδέσουν οι μαθητές την σχέση των παραγόντων που καθορίζουν τη θέση του ήλιου -όπως ανακάλυψαν με την προηγούμενη διερεύνηση- με τις αιτίες τους δηλαδή τις κινήσεις της Γης, του σχήματος της και της κλίσης του άξονα περιστροφής της. Οι μαθητές ερμηνεύουν τις πιθανές λύσεις ή απαντήσεις, ακούν τις ερμηνείες των άλλων μαθητών αλλά και του εκπαιδευτικού, αναφέρονται στα προηγούμενα ευρήματα, και χρησιμοποιούν τις προηγούμενες παρατηρήσεις και ευρήματα ώστε να αναπτύξουν τη δική τους κατανόηση. Ο εκπαιδευτικός ενθαρρύνει τους μαθητές να εξηγήσουν τις παρατηρήσεις και τα συμπεράσματα στα οποία κατέληξαν στο προηγούμενο στάδιο, εισάγει νέους ορισμούς και ερμηνείες, ακούει τους μαθητές και τους βοηθά να οικοδομήσουν νέα γνώση με βάση τη συζήτηση, χρησιμοποιεί προηγούμενη γνώση και εμπειρία αλλά παρουσιάζει και τα κατάλληλα πειράματα για να βοηθήσει τους μαθητές να ερμηνεύσουν τα θέματα, ζητά διασαφήνιση και δικαιολόγηση. Μετά τη συζήτηση επαναλαμβάνεται η ίδια ερώτηση για να δοθεί η ευκαιρία στους μαθητές να διατηρήσουν ή να ανασκευάσουν την αρχική τους άποψη.

Στο επόμενο στάδιο, της **επέκτασης**, οι μαθητές έχοντας συνειδητοποιήσει πως συνδέονται οι κινήσεις της Γης και η θέση ενός παρατηρητή στη Γη με τη θέση του ήλιου στον ουρανό -που χρησιμοποιείται από τα ηλιακά ρολόγια- έρχονται στο Νόησις για να δουν τα ρολόγια του αρχαίου ναυαγού. Ενημερώνονται ότι όλα αυτά που μελέτησαν αποτελούν τη βάση για τη λειτουργία των αρχαίων ηλιακών ρολογιών και έχουν την ευκαιρία να τα δουν από κοντά. Ο στόχος της επίσκεψης είναι αρχικά να επιβεβαιώσουν ότι χρησιμοποιούνται και οι τρεις παράγοντες (γεωγραφικό πλάτος, ημερομηνία και ώρα) για να καθοριστεί η θέση του ήλιου ή η σκιά ενός δείκτη αλλά και να καταγράψουν τα στοιχεία που απαιτούνται για την επίλυση του του αρχικού γρίφου δηλαδή να βρουν τον αρχαίο ναυαγό. Στο Νόησις η κάθε ομάδα μαθητών, λαμβάνει ειδικά φύλλα εργασίας «[στο μουσείο](#)» (Παράρτημα) που ακολουθούν τις οδηγίες της βιβλιογραφίας, όπως αναφέρθηκαν στην εισαγωγή. Οι οδηγίες του McManus (1985) και οι προτάσεις για την βελτίωσή τους, ήταν η βάση στην οποία σχεδιάστηκαν τα φύλλα. Δηλαδή:

- α) ενθαρρύνουν την παρατήρηση
- β) διαθέτουν χρόνο για παρατήρηση
- γ) αναφέρονται σε αντικείμενα και όχι σε κείμενα / ταμπέλες
- δ) φαίνεται ξεκάθαρα από που θα αντληθεί η πληροφορία
- ε) ενθαρρύνουν τη συζήτηση ανάμεσα τα μέλη της ομάδας

Οι ερωτήσεις είναι λίγες και απαιτούν προσεκτική παρατήρηση του κάθε αντικειμένου και συζήτηση ανάμεσα στα μέλη της ομάδας για να απαντηθούν. Επίσης σχεδιάστηκαν ώστε να απαντηθούν σε 30 λεπτά ώστε οι μαθητές να έχουν άλλα 30 λεπτά για να περιηγηθούν ελεύθερα στο χώρο.

Η φάση της επέκτασης ολοκληρώνεται στο σχολείο όπου με βάση τα φύλλα εργασίας, το αρχικό μήνυμα του ναυαγού αλλά και ένα νέο φύλλο «[αποκωδικοποίηση](#)»(παράρτημα) για να καθοδηγήσει τον μαθητή στην επίλυση του γρίφου (επισυνάπτεται). Τελικά η ολομέλεια της τάξης, με βάση τα στοιχεία από τα ρολόγια του Νόησις και το αρχικό μήνυμα του ναυαγού, αλλά και των χαρτών του Google (<https://www.google.com/maps>) καταφέρνει να βρει από που ξεκίνησε ο ναυαγός (Ρόδο) και που ναυάγησε (κάπου κοντά στα Κύθηρα). Για να λύσουν το γρίφο, οι μαθητές καλούνται να αναλύσουν τα στοιχεία και να τα ανασυνθέσουν, να εφαρμόσουν τη νέα γνώση, να χρησιμοποιήσουν τις προηγούμενες πληροφορίες, να κάνουν λογικές κρίσεις και να καταλήξουν σε συμπεράσματα αλλά και να εξηγήσουν τον συλλογισμό τους. Ο εκπαιδευτικός κατευθύνει τους μαθητές και τους ενθαρρύνει να χρησιμοποιήσουν τις νέες ιδέες, τη νέα γνώση χρησιμοποιώντας τους νέους ορισμούς και ορολογία.

Η φάση της [αξιολόγησης - αναστοχασμού](#) πραγματοποιήθηκε στο τέλος, αν και στα περισσότερα επιμέρους στάδια υπήρχαν κάποιες ερωτήσεις αξιολόγησης της αντίστοιχης φάσης. Το φύλλο εργασίας ([παράρτημα](#)) περιλάμβανε δύο μέρη:

- τον αναστοχασμό, όπου με συγκεκριμένες ερωτήσεις καλούσε τους μαθητές να αναστοχαστούν το σύνολο της παρέμβασης και να επιδείξουν τη νέα τους γνώση αλλά και τον τρόπο με τον οποίο την απέκτησαν και
- την αξιολόγηση όπου οι μαθητές σχολιάζουν την παρέμβαση αλλά και την μάθηση τους.

Ο εκπαιδευτικός έχει την ευκαιρία να συζητήσει μαζί τους για να διαπιστώσει αλλαγές στη σκέψη τους και να εκτιμήσει την πρόοδο τους θέτοντας ερωτήσεις ανοικτού τύπου.

Τέλος οι μαθητές συμπλήρωσαν ξανά το αρχικό [ερωτηματολόγιο εισόδου](#) για να διαπιστωθούν οι τυχόν αλλαγές στη σκέψη και στην στάση τους που αποτελεί και αξιολόγηση της συνολικής παρέμβασης.

Αποτελέσματα

Παρά τον συνολικό πολύπλοκο και σύνθετο σχεδιασμό της παρέμβασης για την ενσωμάτωση της σχολικής επίσκεψης στο σχολικό μάθημα στο πλαίσιο της

διερεύνησης όπως οριοθετείται από τον διδακτικό κύκλο 5Ε, οι στόχοι ή τα ερευνητικά ερωτήματα ήταν:

1. Μπορούν οι μαθητές να εξηγούν τη φαινόμενη κίνηση του ήλιου, που οφείλεται, πώς χρησιμεύει στη μέτρηση της ώρας και τι σχέση έχει με τις γεωγραφικές συντεταγμένες; (γνωστικός τομέας)
2. Η συνολική διαδικασία είναι ευχάριστη, διασκεδαστική, δημιουργεί κίνητρα για μάθηση; (συναισθηματικός τομέας)
3. Μπορούν οι μαθητές να κατανοήσουν το πρόβλημα της μέτρησης του χρόνου σε μια κοινωνία πριν από 1500 χρόνια; (κοινωνικοπολιτισμικός τομέας).

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν στο σχεδιασμό του ερωτηματολογίου οι απαντήσεις στις ερωτήσεις 1 - 7 αφορούν το πρώτο ερώτημα, τον γνωστικό τομέα ενώ οι άλλες δύο τις στάσεις των μαθητών απέναντι στο μουσείο και στα μαθήματα επιστήμης του σχολείου.

Αρχικά συγκεντρώθηκαν περίπου 50 ερωτηματολόγια. Στο τέλος όμως τα ερωτηματολόγια ήταν 40, οπότε ζητήθηκε από τον εκπαιδευτικό να κρατήσει μόνο τα ερωτηματολόγια των μαθητών που συμπλήρωσαν και το αρχικό και το τελικό τεστ και αυτά περάστηκαν σε αντίστοιχη φόρμα ερωτηματολογίου που υπάρχει δωρεάν στο διαδίκτυο, η οποία αυτόματα επεξεργάζεται τις απαντήσεις <https://docs.google.com/forms/u/0/> .

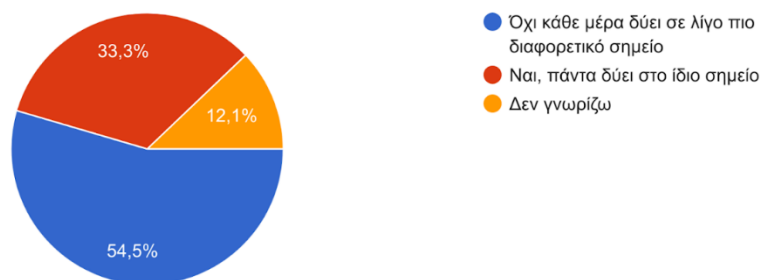
Η ερώτηση που ξεκινά με το “pro” απαντήθηκε πριν την παρέμβαση ενώ με το “Post” μετά από αυτήν

Για την επεξεργασία των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε απλή στατιστική ανάλυση: οι απαντήσεις των μαθητών εκφράστηκαν σε ποσοστά επί τοις εκατό και τοποθετήθηκαν σε πίνακες και διαγράμματα πίτας ώστε να συγκριθούν τα ποσοστά των απαντήσεων πριν και μετά την παρέμβαση για να φανεί αν υπήρξε αύξηση των σωστών απαντήσεων.

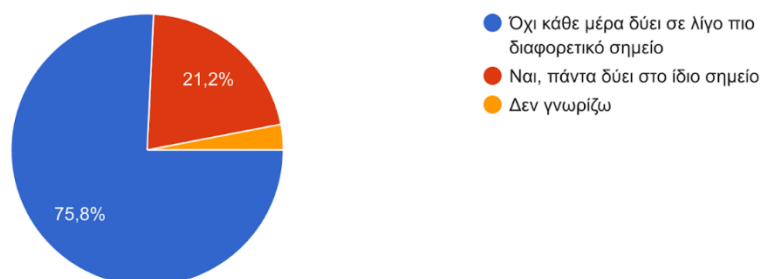
Σύμφωνα με τις απαντήσεις προκύπτουν τα εξής:

Ερώτηση 1

1) Pro Ο ήλιος κάθε ημέρα δύει στη Δύση, προσφέροντας μας συχνά ένα όμορφο ηλιοβασίλεμα. Στην πραγματικότητα δύει ακριβώς στο ίδιο σημείο;
33 απαντήσεις



1) Post Ο ήλιος κάθε ημέρα δύει στη Δύση, προσφέροντας μας συχνά ένα όμορφο ηλιοβασίλεμα. Στην πραγματικότητα δύει ακριβώς στο ίδιο σημείο;
33 απαντήσεις

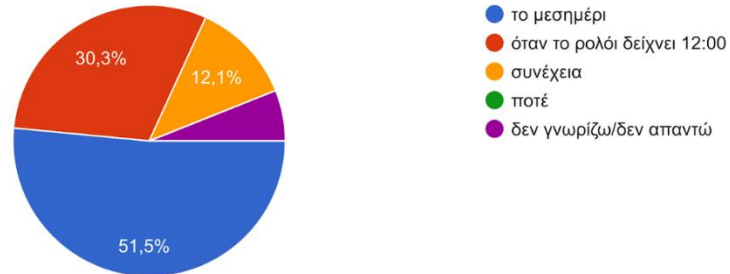


1. Ο ήλιος κάθε ημέρα δύει στη Δύση, προσφέροντας μας συχνά ένα όμορφο ηλιοβασίλεμα. Στην πραγματικότητα δύει ακριβώς στο ίδιο σημείο;

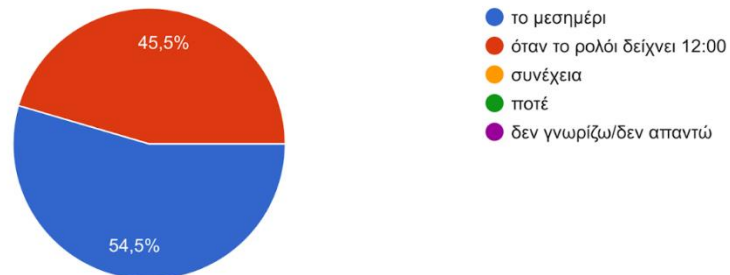
Απαντήσεις στην 1η ερώτηση		
Απάντηση	Πριν	Μετά
Όχι κάθε μέρα δύει σε λίγο πιο διαφορετικό σημείο	18	25
Ναι, πάντα δύει στο ίδιο σημείο	11	7
Δεν γνωρίζω	4	1
Σύνολο	33	33

Ερώτηση 2

2) Pro Ο ήλιος βρίσκεται στο υψηλότερο σημείο στον ουρανό
33 απαντήσεις



2) Post Ο ήλιος βρίσκεται στο υψηλότερο σημείο στον ουρανό
33 απαντήσεις

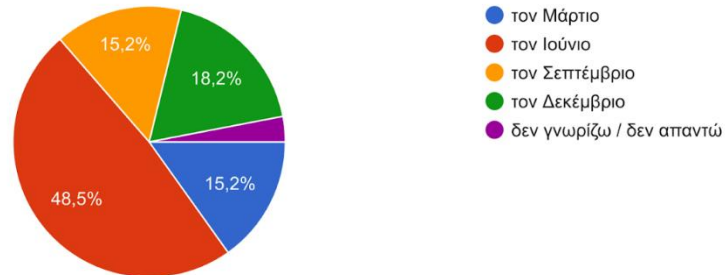


Απαντήσεις στην 2η ερώτηση		
Απάντηση	Πριν	Μετά
το μεσημέρι	17	18
όταν το ρολόι δείχνει 12:00	10	15
συνέχεια	4	0
ποτέ	0	0
δεν γνωρίζω/δεν απαντώ	2	0
Σύνολο	33	33

Ερώτηση 3

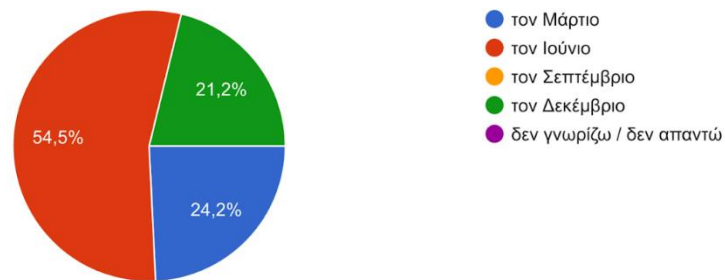
3) Pro Ο ήλιος φαίνεται να ανεβαίνει ψηλότερα στον ουρανό

33 απαντήσεις



3) Post Ο ήλιος φαίνεται να ανεβαίνει ψηλότερα στον ουρανό

33 απαντήσεις

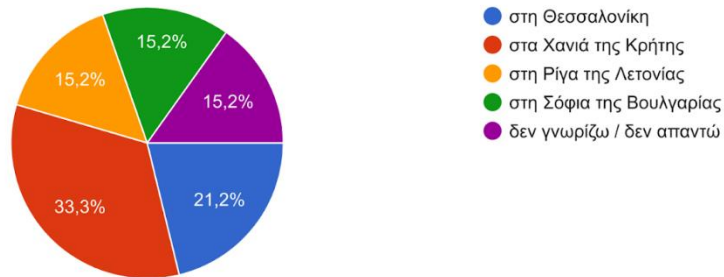


Απαντήσεις στην 3η ερώτηση		
Απάντηση	Πριν	Μετά
τον Μάρτιο	5	8
τον Ιούνιο	16	18
τον Σεπτέμβριο	5	0
τον Δεκέμβριο	6	7
δεν γνωρίζω /δεν απαντώ	1	0

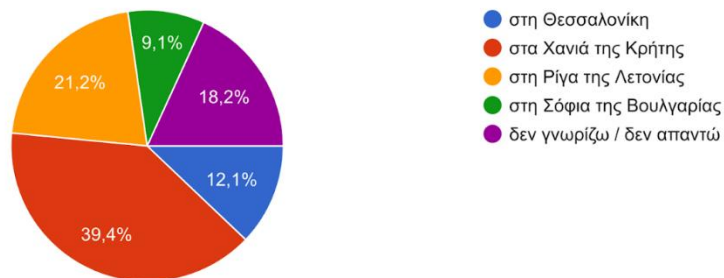
Απαντήσεις στην 3η ερώτηση		
Σύνολο	33	33

Ερώτηση 4

4) Pro Στις 5 Νοεμβρίου που ανεβαίνει ο ήλιος ψηλότερα?
33 απαντήσεις



4) Post Στις 5 Νοεμβρίου που ανεβαίνει ο ήλιος ψηλότερα?
33 απαντήσεις



2. Στις 5 Νοεμβρίου που ανεβαίνει ο ήλιος ψηλότερα?
- A) στη Θεσσαλονίκη
 - B) στα Χανιά της Κρήτης
 - Γ) στη Ρίγα της Λετονίας
 - Δ) στη Σόφια της Βουλγαρίας
- Γιατί?

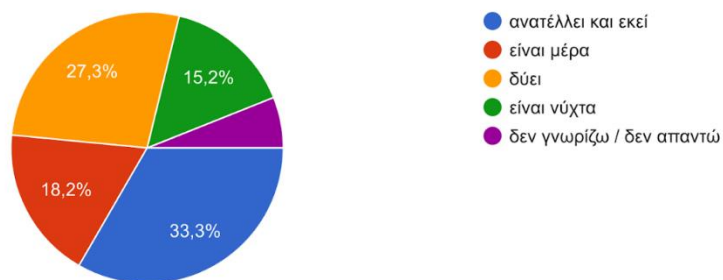
Απαντήσεις στην 4η ερώτηση		
Απάντηση	Πριν	Μετά

Απαντήσεις στην 4η ερώτηση		
στη Θεσσαλονίκη	7	4
στα Χανιά της Κρήτης	11	13
στη Ρίγα της Λετονίας	5	7
στη Σόφια της Βουλγαρίας	5	3
δεν γνωρίζω/δεν απαντώ	5	6
Σύνολο	33	33

Ερώτηση 5

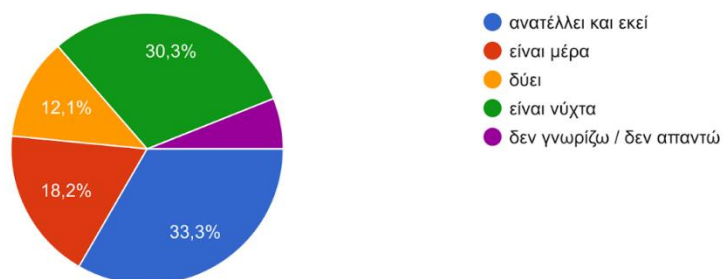
Pro Όταν ο ήλιος ανατέλλει στη Θεσσαλονίκη στην Ρώμη της Ιταλίας

33 απαντήσεις



Post Όταν ο ήλιος ανατέλλει στη Θεσσαλονίκη στην Ρώμη της Ιταλίας

33 απαντήσεις



5) Όταν ο ήλιος ανατέλλει στη Θεσσαλονίκη στην Ρώμη της Ιταλίας

A) ανατέλλει και εκεί

B) είναι μέρα

Γ) δύει

Δ) είναι νύχτα

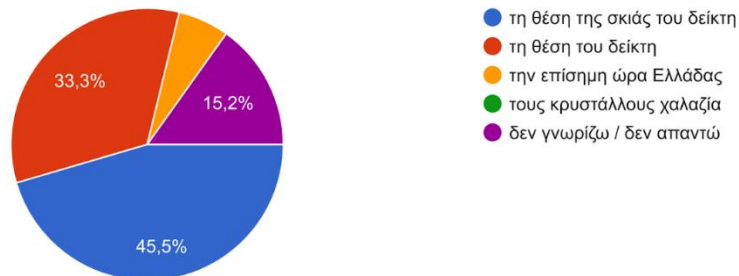
Γιατί?

Απαντήσεις στην 5η ερώτηση		
Απάντηση	Πριν	Μετά
ανατέλλει και εκεί	11	11
είναι μέρα	6	6
δύει	9	4

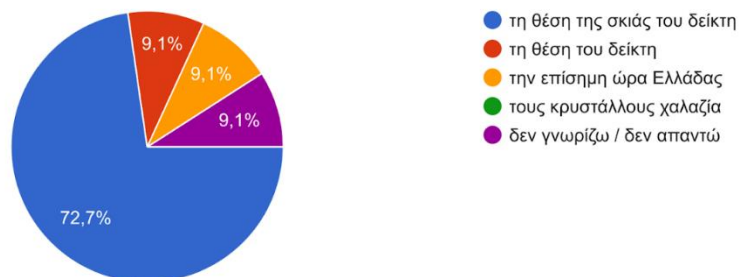
Απαντήσεις στην 5η ερώτηση		
είναι νύχτα	5	10
δεν γνωρίζω/δεν απαντώ	2	2
Σύνολο	33	33

Ερώτηση 6

Pro Το ηλιακό ρολόι δείχνει την ώρα με βάση
33 απαντήσεις



Post Το ηλιακό ρολόι δείχνει την ώρα με βάση
33 απαντήσεις



6) Το ηλιακό ρολόι δείχνει την ώρα με βάση

A) τη θέση της σκιάς του δείκτη

B) τη θέση του δείκτη

Γ) την επίσημη ώρα Ελλάδας

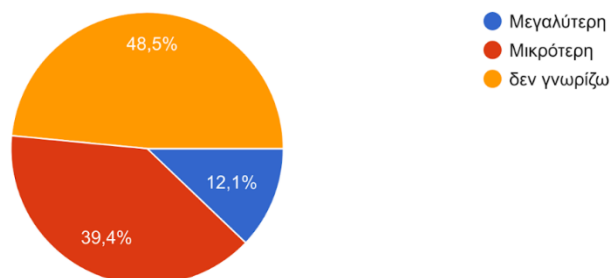
Δ) τους κρυστάλλους χαλαζία

Μπορείς να εξηγήσεις πώς λειτουργεί το ηλιακό ρολόι;

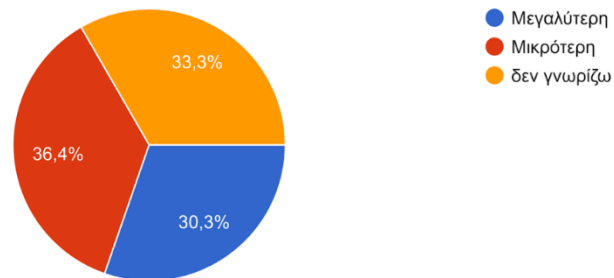
Απαντήσεις στην 6η ερώτηση		
Απάντηση	Πριν	Μετά
τη θέση της σκιάς του δείκτη	15	24
τη θέση του δείκτη	11	3
την επίσημη ώρα Ελλάδος	2	3
τους κρυστάλλους χαλαζία	0	0
δεν γνωρίζω/δεν απαντώ	5	3
Σύνολο	33	33

Ερώτηση 7

7) Προ Η ακρίβεια με την οποία μετρούσαν την ώρα οι Αρχαίοι ήταν μεγαλύτερη ή μικρότερη σε σχέση με τη σύγχρονη εποχή;
33 απαντήσεις



7) Post Η ακρίβεια με την οποία μετρούσαν την ώρα οι Αρχαίοι ήταν μεγαλύτερη ή μικρότερη σε σχέση με τη σύγχρονη εποχή;
33 απαντήσεις



7. Η ακρίβεια με την οποία μετρούσαν την ώρα οι Αρχαίοι ήταν μεγαλύτερη ή μικρότερη σε σχέση με τη σύγχρονη εποχή;

A) Μεγαλύτερη

B) Μικρότερη

Γ) δεν γνωρίζω

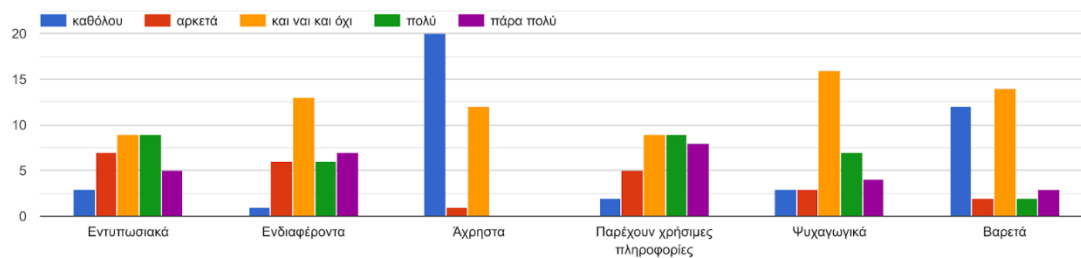
Τι συνέπειες μπορεί να είχε η ακρίβεια στη μέτρηση του χρόνου στην καθημερινή ζωή στην αρχαιότητα σε σχέση με τη σύγχρονη εποχή;

Αναφέρετε κάποια παραδείγματα

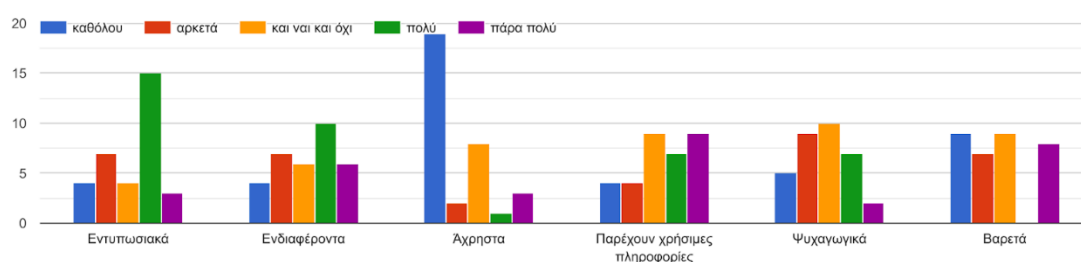
Απαντήσεις στην 7η ερώτηση		
Απάντηση	Πριν	Μετά
Μεγαλύτερη	4	10
Μικρότερη	13	12
Δεν γνωρίζω	16	11
Σύνολο	33	33

Ερώτηση 8

Pro Γενικά τα μουσεία είναι



Post Γενικά τα μουσεία είναι



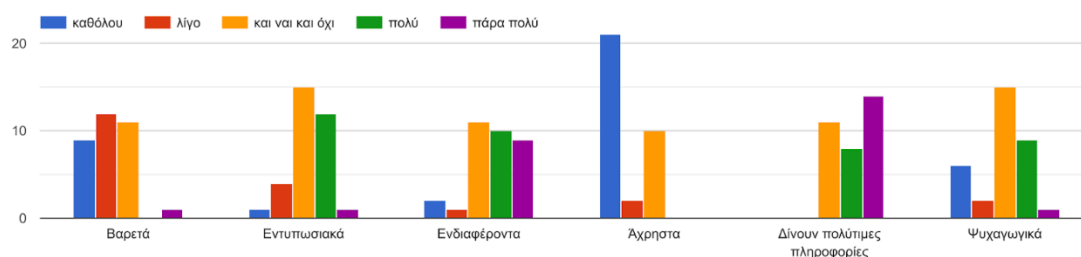
8. Γενικά τα μουσεία είναι:

	Καθόλου		αρκετά		Και ναι και όχι		πολύ		Πάρα πολύ	
Εντυπωσιακά	3	4	7	7	9	4	9	15	5	3
Ενδιαφέροντα	1	4	6	7	13	6	6	10	7	6
Άχρηστα	20	19	1	2	12	8	0	1	0	3
Παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες	2	4	5	4	9	9	9	7	8	9
Ψυχαγωγικά	3	5	3	9	16	10	7	7	4	2
Βαρετά	12	7	2	7	14	9	2	0	3	8

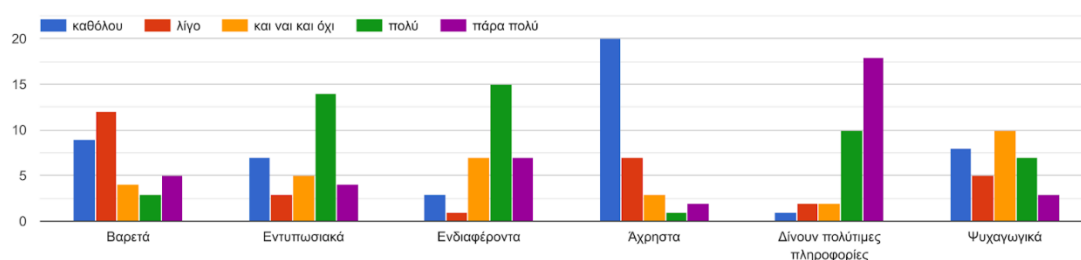
Με κόκκινο χρώμα είναι τα αποτελέσματα του μετά - τεστ

Ερώτηση 9

Pro Τα μαθήματα φυσικών επιστημών είναι



Post Τα μαθήματα φυσικών επιστημών είναι



9. Τα μαθήματα φυσικών επιστημών (Φυσική, Χημεία, Βιολογία, Γεωγραφία) είναι:

	καθόλου	λίγο	Και ναι και όχι	πολύ	Πάρα πολύ
Βαρετά	9	12	11	0	1
Εντυπωσιακά	1	4	15	12	1
Ενδιαφέροντα	2	1	11	10	9
Άχρηστα	21	2	10	0	0
Δίνουν πολύτιμες πληροφορίες για τον κόσμο	0	0	11	8	14
Ψυχαγωγικά	6	2	15	9	1

Με κόκκινο χρώμα είναι τα αποτελέσματα του μετά - τεστ

Συζήτηση

Τα αποτελέσματα δείχνουν κάποια καλύτερη εικόνα για τις γνώσεις των μαθητών μετά την παρέμβαση σε σχέση με πριν ενώ σχετικά με τις στάσεις τους δεν φαίνεται κάποια βελτίωση, απεναντίας φαίνεται να είναι πιο αρνητική στο τελικό ερωτηματολόγιο.

Σχετικά με την ερώτηση 1

Οι μαθητές φαίνεται ότι έχουν την αντίληψη ότι ο ήλιος δεν δύνει ακριβώς στο ίδιο σημείο κάθε ημέρα. Μέσα από την παρέμβαση τονίστηκε ότι λόγω της περιφοράς της Γης γύρω από τον ήλιο και λόγω της κλίσης του άξονα περιστροφής της, αλλάζει η διάρκεια της μέρας, δηλαδή το τόξο που διαγράφει ο ήλιος στον ουρανό μετατοπίζεται προς τον βορρά ως τις 21 Ιουνίου (για το βόρειο ημισφαίριο) και στη συνέχεια προς τον νότο ως τις 21 Δεκεμβρίου. Άρα αλλάζει η θέση ανατολής και δύσης. Μάλιστα πέρα από την προσομοίωση όπου διερεύνησαν τη θέση του ήλιου σε σχέση με την ημερομηνία έγινε φανερό η εξάρτηση της θέσης του ήλιου σε σχέση με την ημερομηνία, ενώ στην ερμηνεία παρουσιάστηκε και ένα βίντεο με ένα μοντέλο “γης” -μια μικρή μπάλα- και το πως αλλάζει η σκιά ενός στύλου - οδοντογλυφίδας ανάλογα με την ημερομηνία. Φυσικά έχει αυξηθεί το ποσοστό που επιλέγει τη σωστή απάντηση από 54,5% σε 75,8% αλλά υπάρχει και το 21,2% που επιμένει ότι η δύση του ήλιου συμβαίνει πάντα στο ίδιο σημείο. Σε κάθε περίπτωση δεν φαίνεται να προσέγγισαν οι μαθητές την ερμηνεία της φαινόμενης κίνησης του ήλιου σε σχέση με την περιφορά της Γης γύρω από τον Ήλιο και την κλίση του άξονα της Γης όπως εξηγήθηκε πριν: “ *Εξαιτίας της κλίσης του άξονα περιστροφής της Γης και της περιφοράς της γύρω από τον Ήλιο -δηλαδή την αλλαγή της θέσης της ως προς αυτόν- το τόξο της φαινόμενης ημερήσιας πορείας του ήλιου μετατοπίζεται προς το βορρά από τις 21 Δεκεμβρίου (χειμερινό ηλιοστάσιο) ως τις 21 Ιουνίου (θερινό ηλιοστάσιο) και στη συνέχεια προς το Νότο από τις 21 Ιουνίου (θερινό ηλιοστάσιο) ως τις 21 Δεκεμβρίου (χειμερινό ηλιοστάσιο), αλλάζοντας το σημείο ανατολής και δύσης του Ηλίου. Με την συγκεκριμένη ερώτηση ελέγχεται κατά πόσο οι μαθητές μπορούν να εμβαθύνουν στη φαινόμενη κίνηση του Ήλιου και στους παράγοντες που την καθορίζουν.*” Βέβαια μία τέτοια ερμηνεία απέχει από τη ζώνη επικείμενης ανάπτυξης των μαθητών της Α' και Β' Γυμνασίου.

Σχετικά με τη δεύτερη ερώτηση όπου η σωστή απάντηση είναι το μεσημέρι δηλαδή τη στιγμή που ο ήλιος είναι στο ανώτερο σημείο της τροχιάς του. Αντίθετα όταν το ρολόι δείχνει 12:00 δεν σημαίνει ότι ο ήλιος βρίσκεται στο μέσο της διαδρομής του αλλά ότι αυτή είναι η ώρα της συγκεκριμένης ατράκτου στις οποίες έχει χωριστεί η Γη. Στις 12:00 ο ήλιος θα μεσουρανή στις περιοχές που βρίσκονται ακριβώς στο κέντρο της ατράκτου. Βέβαια αυτό δεν αναφέρθηκε

ακριβώς με αυτή τη διατύπωση. Όμως οι μαθητές είδαν ότι ο ήλιος δεν ανατέλλει ταυτόχρονα σε όλες τις περιοχές στο πείραμα επίδειξη με το μοντέλο της Γης καθώς και από τη συζήτηση για την σχέση του γεωγραφικού μήκους με τη θέση του ήλιου. Σε κάθε περίπτωση υπάρχει μία βελτίωση καθώς το ποσοστό των μαθητών από 51.5 % γίνεται 54,5% και εξαφανίζονται οι απαντήσεις “συνέχεια” και “δεν γνωρίζω”. Αν θεωρήσουμε ότι η διαφορά ανάμεσα στο μεσημέρι και στο 12:00 δεν είναι και πολύ μεγάλη γύρω στα 25 λεπτά θα μπορούσαμε να δεχθούμε ότι κανένας μαθητής δεν απάντησε λάθος. Βέβαια, αν είχαν κάνει το πείραμα με τον οβελίσκο θα έπρεπε να είχαν προσέξει ότι η μικρότερη σκιά του οβελίσκου δεν αντιστοιχεί στις 12:00, αλλά γύρω στις 12:20.

Και πάλι οι μαθητές δεν φαίνεται να συνέδεσαν την ερώτηση με το μάθημα 1.2 της Γεωγραφίας της Α' Γυμνασίου που είχαν ήδη διδαχθεί.

Επίσης φαίνεται ότι δεν εκτέλεσαν όλοι οι μαθητές το πείραμα του “[οβελίσκου](#)” όπου είναι φανερό ότι η σκιά του μολυβιού δεν έχει το μέγιστο μήκος στις 12:00 (αλλά στις 12:25 περίπου). Στο αντίστοιχο φύλλο εργασίας ζητείται από τους μαθητές να σημειώσουν το μήκος της σκιάς του μολυβιού στις 11:00, στις 12:00, στις 12:30, στις 13:00 κλπ από όπου θα ήταν ξεκάθαρο ότι γύρω στις 12:30 η σκιά είναι η μικρότερη.

Σχετικά με την τρίτη ερώτηση

Και εδώ αρχικά απαντά σωστά, ότι τον Ιούνιο ο ήλιος είναι ψηλότερα στον ουρανό το 48,5% που στη συνέχεια γίνεται 54,5%. Φυσικά υπάρχει μία βελτίωση αλλά θα περίμενε κανείς το ποσοστό να φτάσει στο 100%. Η επιλογή του Σεπτεμβρίου λείπει στο τελικό τεστ ενώ έχουν ενισχυθεί και οι απαντήσεις “τον Μάρτιο” από 15,2 % σε 24,3% και ο Δεκέμβριος από 18,2% σε 21,2%. Θα είχε ενδιαφέρον να συζητούσαμε με τα συγκεκριμένα παιδιά για να καταλάβουμε ποια ιδέα δεν τα αφήνει να απαντήσουν σωστά.

Συνολικά οι μαθητές δεν μπόρεσαν να προσεγγίσουν την επιθυμητή απάντηση όπως αναλύθηκε πριν : *“Η τρίτη ερώτηση όπως και η πρώτη συνδέεται με τη θέση του Ήλιου κατά τη μεσουράνηση -δηλαδή όταν βρίσκεται στο ψηλότερο σημείο της τροχιάς του. Εξαιτίας της κλίσης του άξονα περιστροφής της Γης και της περιφοράς της γύρω από τον Ήλιο -δηλαδή την αλλαγή της θέσης της ως προς αυτόν- το τόξο της φαινόμενης ημερήσιας πορείας του ήλιου μετατοπίζεται προς το βορρά από τις 21 Δεκεμβρίου (χειμερινό ηλιοστάσιο) ως τις 21 Ιουνίου (θερινό ηλιοστάσιο) και στη συνέχεια προς το Νότο από τις 21 Ιουνίου (θερινό ηλιοστάσιο) ως τις 21 Δεκεμβρίου (χειμερινό ηλιοστάσιο), αλλάζοντας το ύψος της μεσουράνησης του Ηλίου. Με την συγκεκριμένη ερώτηση ελέγχεται κατά πόσο οι μαθητές μπορούν να εμβαθύνουν στη φαινόμενη κίνηση του Ήλιου και στους παράγοντες που την καθορίζουν.”* Και πάλι όμως μία αντίστοιχη ερμηνεία είναι πέρα από τα όρια της ζώνης επικείμενης ανάπτυξης των μαθητών.

Σχετικά με την τέταρτη ερώτηση

και εδώ υπάρχει μία ενίσχυση της σωστής απάντησης, που είναι “τα Χανιά της Κρήτης” καθώς βρίσκονται πιο νότια από τις υπόλοιπες πόλεις του Β. Ημισφαιρίου. Εκεί ανεβαίνει πιο ψηλά ο ήλιος, οποιαδήποτε ημέρα του χρόνου. Το αντίστοιχο ποσοστό γίνεται από 33.33% πριν την παρέμβαση σε 39,4 %. Όμως αυτό δεν είναι ικανοποιητικό μετά από την προσομοίωση που έκαναν οι μαθητές όπου διερευνήθηκε η εξάρτηση του μέγιστου ύψους του ήλιου σε σχέση με το γεωγραφικό πλάτος. Μυστήριο αποτελεί γιατί οι μαθητές επιλέγουν την Ρίγα της Λετονίας (21,2%), τη Σόφια της Βουλγαρίας (9,1%) και τη Θεσσαλονίκη (12,1%). Ίσως θα έπρεπε να ερωτηθούν οι συγκεκριμένοι μαθητές.

Και πάλι, παρά την ενίσχυση της σωστής απάντησης, οι μαθητές δεν φαίνεται να πλησίασαν την επιστημονική προσέγγιση όπως αναφέρθηκε πριν: *“Η τέταρτη ερώτηση συνδέεται με τη θέση του ήλιου σε σχέση με το γεωγραφικό πλάτος. Εξαιτίας του σφαιρικού σχήματος της Γης ο Ήλιος κατά την μεσουράνηση (μέγιστο ημερήσιο ύψος) δεν έχει το ίδιο ύψος σε όλους τους τόπους για την ίδια ημερομηνία. Στις περιοχές που βρίσκονται σε μικρά γεωγραφικά πλάτη -κοντά στον ισημερινό- έχει μέγιστο ύψος ενώ κοντά στους πόλους της Γης έχει ελάχιστο ύψος.”* Και πάλι όμως, ένας συλλογισμός σαν αυτόν ξεφεύγει από τα όρια της ζώνης επικείμενης ανάπτυξης των μαθητών της Α' και Β' Γυμνασίου.

Σχετικά με την πέμπτη ερώτηση

Άλλη μία ερώτηση στην οποία υπάρχει βελτίωση αλλά όχι ικανοποιητική. Έτσι το 15,2% που αρχικά απάντησε σωστά, ενισχύεται στο 30,3%. Μπορεί να διπλασιάζεται αλλά εξακολουθεί να αποτελεί τη δεύτερη απάντηση αφού το 33,3% έχει επιλέξει την επιλογή ότι όταν ο ήλιος ανατέλλει στη Θεσσαλονίκη, στη Ρώμη είναι μέρα (18,2%) ή ανατέλλει και εκεί (33.3%) ή δύει (12,5%). Και πάλι θα πρέπει να γίνει συζήτηση με τους συγκεκριμένους μαθητές, καθώς φαίνεται ότι δυσκολεύονται να συνδέσουν την ημερήσια περιστροφή της Γης με τη φαινόμενη κίνηση του Ήλιου και τη διαφορά ώρας των περιοχών του πλανήτη, αν και έχουν διδαχθεί την ενότητα 1.2 της γεωγραφίας της Α' Γυμνασίου, έχουν εκτελέσει την προσομοίωση και έχουν δει τα βίντεο.

Σχετικά με την έκτη ερώτηση

Τώρα οι μαθητές που απαντούν ότι το ηλιακό ρολόι δείχνει την ώρα με βάση τη σκιά του δείκτη έχει φτάσει το 72,7% από το αρχικό 45,5%. Βέβαια θα περίμενε κανείς να φτάσει το 100%.

Σχετικά με την έβδομη ερώτηση

Εδώ το ποσοστό των μαθητών που λέει ότι η ακρίβεια των ρολογιών στην αρχαιότητα ήταν μικρότερη σε σχέση με τη σύγχρονη εποχή μειώθηκε από το αρχικό 39,4% στο 36,4%. Η αλήθεια είναι ότι το θέμα της ακρίβειας στη μέτρηση του χρόνου δεν συζητήθηκε στην παρέμβαση καθώς θεωρήθηκε ότι έχει διδαχθεί στο σχολείο : Φυσικής της Α' Γυμνασίου, ενότητα «[2. Μετρήσεις Χρόνου – Η Ακρίβεια](#)»

Η ερώτηση τέθηκε με στόχο να συγκρίνουν οι μαθητές το σύγχρονο πολιτισμό και κοινωνία με τους αντίστοιχους της αρχαίας εποχής αλλά μάλλον οι μαθητές δεν μπόρεσαν να ανταποκριθούν.

Σχετικά με τις στάσεις των μαθητών απέναντι στα μουσεία και τα μαθήματα επιστήμης, φαίνεται ότι μάλλον γίνονται λίγο πιο αρνητικές μετά την παρέμβαση χωρίς όμως σημαντικές αλλαγές. Αν και εξακολουθούν να τα θεωρούν χρήσιμα και ότι προσφέρουν σημαντικές πληροφορίες, φαίνεται να αυξάνονται κάπως οι μαθητές που θεωρούν βαρετά και όχι τόσο ευχάριστα. Βέβαια θα πρέπει να σημειωθεί -ειδικά για τα μαθήματα των θετικών επιστημών- ότι στο διάστημα που μεσολάβησε ανάμεσα στις απαντήσεις τους, είχαν την ευκαιρία να “γνωρίσουν” καλύτερα τα συγκεκριμένα μαθήματα, να γράψουν διαγωνίσματα και να πάρουν βαθμούς τριμήνου καθώς οι πρώτες απαντήσεις ήταν αρχές Δεκεμβρίου ενώ οι τελικές μέσα Μαρτίου. Ειδικά οι μαθητές της Α' Γυμνασίου, σε αυτό το διάστημα πέρασαν από το επίπεδο των μαθημάτων του Δημοτικού στο αναβαθμισμένο επίπεδο του Γυμνασίου. Είναι λογικό λοιπόν να δυσκολεύτηκαν και αυτό αποτυπώνεται στις απαντήσεις τους και στο συγκεκριμένο ερωτηματολόγιο. Ίσως για μαθητές της Α' Γυμνασίου η ερώτηση να μην είναι κατάλληλη καθώς δεν μετρά τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης παρέμβασης αλλά της συνολικής κατάστασης.

Σχετικά λοιπόν με το πρώτο ερευνητικό ερώτημα:

Μπορούν οι μαθητές να εξηγούν τη φαινόμενη κίνηση του ήλιου, πού οφείλεται, πώς χρησιμεύει στη μέτρηση της ώρας και τι σχέση έχει με τις γεωγραφικές συντεταγμένες; (γνωστικός τομέας)

το συμπέρασμα είναι ότι μετά την παρέμβαση υπήρξε βελτίωση στο γνωστικό τομέα - ερωτήσεις 1-7.

Σχετικά λοιπόν με το δεύτερο ερευνητικό ερώτημα:

Η συνολική διαδικασία είναι ευχάριστη, διασκεδαστική, δημιουργεί κίνητρα για μάθηση; (συναισθηματικός τομέας)

Φαίνεται ότι οι στάσεις των μαθητών δεν είχαν αξιόλογη μεταβολή, από την αρχή ήταν θετικές και θεωρούν το μουσείο και τα μαθήματα επιστήμης χρήσιμα και γεμάτα ενδιαφέρουσες πληροφορίες αλλά όχι τόσο ευχάριστα και ψυχαγωγικά όσο αρχικά.

Σχετικά λοιπόν με το τρίτο ερευνητικό ερώτημα:

Μπορούν οι μαθητές να κατανοήσουν το πρόβλημα της μέτρησης του χρόνου σε μια κοινωνία πριν από 1500 χρόνια; (κοινωνικοπολιτισμικός τομέας).

στα ερωτηματολόγια δεν καταγράφηκε αν οι μαθητές ενδιαφέρθηκαν σχετικά με κοινωνικο-πολιτιστικά ζητήματα σχετικά με τη μέτρηση του χρόνου και την καθημερινή ζωή.

Κατά την παρέμβαση εντοπίστηκαν όλα τα προβλήματα που αναφέρθηκαν στη βιβλιογραφία και αναλυτικότερα:

Ο σχολικός χρόνος

Το σημαντικότερο ήταν ο διδακτικός - σχολικός χρόνος. Αν και πολλές φορές αναφέρεται ως διδακτική ώρα, η διάρκεια της δεν πρέπει να υπολογίζεται πάνω από 30 λεπτά, καθώς συνήθως είναι 40λεπτης διάρκειας και η κοινωνική αλληλεπίδραση με τους μαθητές θα απαιτήσει τουλάχιστον 10 λεπτά. Όμως το θέμα του διδακτικού χρόνου δεν περιορίζεται στη διάρκεια της ώρας. Η παρέμβαση όπως σχεδιάστηκε με βάση τον διδακτικό κύκλο του Bybee απαιτούσε 5 μαθήματα. Η εκπαιδευτικός είπε ότι μπορεί και να διαθέσει 7 μαθήματα στο πλαίσιο του “εργαστηρίου δεξιοτήτων” στο οποίο εντάχθηκε η παρέμβαση. Όμως ενδιάμεσα προέκυψαν εκλογές καθηγητών, ασθένεια της εκπαιδευτικού, συμμετοχή εκπαιδευτικών σε προγράμματα, σχολικοί περίπατοι. Έτσι αντί η παρέμβαση να ολοκληρωθεί σε 1,5 μήνα χρειάστηκε περίπου διπλάσιο χρόνο με αποτέλεσμα να μεσολαβούν κενά ανάμεσα στις συναντήσεις που δεν βοηθούσαν στην “συνέχεια” της παρέμβασης. Οι μαθητές όταν επισκέφθηκαν το Νόησις είχαν ξεχάσει το αρχικό μήνυμα του ναυαγού και η αίσθηση της ενότητας της παρέμβασης ατόνησε.

Η σημασία του εκπαιδευτικού

Η συμβολή του εκπαιδευτικού είναι καθοριστική για την επιτυχία ή αποτυχία του προγράμματος. Φαίνεται ότι το αντικείμενο ήταν σχετικά απαιτητικό ως προς το γνωστικό μέρος. Έτσι ανέλαβε η συγγραφέας το μέρος της “ερμηνείας” ώστε να διευκολυνθεί η εκπαιδευτικός. Πιθανότατα να ήταν καλύτερη μία συνάντηση με την εκπαιδευτικό για την παροχή του εκπαιδευτικού υλικού που αφορά το εννοιολογικό μέρος για να μπορέσει να το πραγματοποιήσει στην τάξη. Γενικότερα, ίσως θα έπρεπε ολόκληρη η παρέμβαση να πραγματοποιηθεί πρώτα από την εκπαιδευτικό και στη συνέχεια η ίδια να την προσαρμόσει στο πως θα πραγματοποιηθεί στην κάθε τάξη καθώς γνωρίζει τους μαθητές.

Σχετικά με την ατζέντα του εκπαιδευτικού, φάνηκε ότι ήταν πολύ κοντά στο πρόγραμμα αν και οι συναισθηματικοί στόχοι ήταν μάλλον πιο σημαντικοί από τους γνωστικούς.

Το αναλυτικό πρόγραμμα

Όπως φάνηκε από την αρχική παράθεση των ενοτήτων του αναλυτικού προγράμματος που σχετίζονται με την παρέμβαση, το περιεχόμενο είναι αποσπασματικό και προσπαθεί να καλύψει μεγάλο εύρος με μικρή εμβάθυνση. Αυτό πιθανότατα να οφείλεται στο μεγάλο πλήθος και εύρος των στόχων του επιστημονικού γραμματισμού όπως αναφέρθηκαν ανωτέρω. Φάνηκε ότι μαθήματα που διδάχθηκαν οι μαθητές λίγες εβδομάδες πριν την παρέμβαση (ενότητα 1.2 γεωγραφίας Α' Γυμνασίου και ενότητα 2 της Φυσικής Α' Γυμνασίου) δεν είχαν την αναμενόμενη απήχηση στους μαθητές. Πάντως είναι εντυπωσιακό το γεγονός ότι ένα θέμα καθημερινής ζωής, η θέση του ήλιου, που οι εφαρμογές του είναι πολύτιμες για την μελλοντική κοινωνία, όπως η χρήση φωτοβολταϊκών για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, δεν προσεγγίζεται καθόλου στο σχολείο.

Κάποια άλλα θέματα που δυσκόλεψαν την εφαρμογή της παρέμβασης είναι ότι οι μαθητές είχαν δυσκολία στην κατανόηση της Ελληνικής γλώσσας καθώς τουλάχιστον οι μισοί είχαν άλλη εθνικότητα και είχαν εγκατασταθεί σχετικά πρόσφατα στην Ελλάδα. Επίσης, λόγω της πανδημίας Covid οι δύο προηγούμενες χρονιές έγιναν κυρίως μέσω τηλεδιάσκεψης και δεν βοήθησαν αποτελεσματικά τα παιδιά στην εξοικείωση με τη γλώσσα και πιθανότατα και στη γενική τους εκπαίδευση. Επιπλέον λόγω της πανδημίας, παρόλο που το σχολείο λειτουργούσε, δεν υπήρχε δυνατότητα να παρακολουθεί την εφαρμογή του προγράμματος η συγγραφέας, ώστε άμεσα να κάνει τις τυχόν απαραίτητες διορθώσεις. Το στάδιο της ερμηνείας έγινε μέσω τηλεδιάσκεψης και μάλιστα οι μαθητές συμμετείχαν από ένα λογαριασμό δηλαδή υπήρχε ένα μικρόφωνο για όλους, κάτι που δεν βοήθησε στην συζήτηση (σημασία του διαλόγου), και πιθανότατα δεν υποστήριξε την οικοδόμηση γνώσης όπως αν γινόταν με φυσική παρουσία. Επίσης πολύ μαθητές στο φύλλο του αναστοχασμού στο ερώτημα “τι θα πρόσεχα περισσότερο αν επαναλάμβανα το πρόγραμμα” απάντησαν ότι “θα πρόσεχαν περισσότερο κατά την φάση της ερμηνείας που έγινε με τηλεδιάσκεψη”. Πιθανότατα κατά την τηλεδιάσκεψη, πέρα από τα τεχνικά προβλήματα που υπήρχαν, όπως ότι υπήρχε ένα μικρόφωνο άρα ήταν δύσκολο να συμμετέχουν στη συζήτηση όλοι οι μαθητές, πολλοί μαθητές δεν έδωσαν την απαιτούμενη προσοχή.

Γενικά η παρέμβαση θα μπορούσε να λύνει πολλά προβλήματα από αυτά που διαπιστώθηκαν στην βιβλιογραφία. Θα μπορούσε ο εκπαιδευτικός να προσαρμόσει το υλικό ώστε να ανταποκρίνεται στους στόχους, στις ανάγκες και στα χρονικά περιθώρια του. Η παρέμβαση συνδέει τα αντικείμενα του Μουσείου με το αναλυτικό πρόγραμμα. Μάλιστα προσφέρει εμβάθυνση και συνοχή σε θέματα που περιέχονται στη σχολική ύλη και τα συνδέει με

αντικείμενα του Μουσείου μέσω της διερεύνησης. Προσφέρει πολλαπλές ευκαιρίες μάθησης με διάφορους τρόπους που μπορούν να προσαρμοστούν από τον εκπαιδευτικό ανάλογα με τους μαθητές του. Αναδεικνύει τη μοναδικότητα του αντίστοιχου χώρου του Μουσείου και των αντικειμένων της συλλογής του, ενώ προβλέπει και χώρο για ελεύθερη περιήγηση και εξερεύνηση από τους μαθητές. Μέσα από τα ερωτήματα που τίθενται στους μαθητές δίνεται η ευκαιρία για συζητήσεις ανάμεσα τους αλλά και με τους ανθρώπους του Μουσείου. Η εξερεύνηση, η ανακάλυψη και η επεξεργασία των στοιχείων διέπει όλη την παρέμβαση σε κάθε στάδιο της. Και φυσικά αν η παρέμβαση εφαρμοστεί ξανά θα υπάρχει δίαυλος επικοινωνίας και με τους εκπαιδευτικούς και με τους μαθητές για συνεχή ανατροφοδότηση και τις απαραίτητες αλλαγές /ρυθμίσεις. Η ίδια η εκπαιδευτικός πρότεινε το υλικό να ανέβει στο αποθετήριο των εκπαιδευτικών καθώς το βρήκε ενδιαφέρον και ουσιαστικό.

Η παρέμβαση στηρίχθηκε στη διερεύνηση και αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του κύκλου των 5Ε του Bybee et al επιδιώκοντας όχι μόνο την οικοδόμηση της αντίστοιχης γνώσης αλλά και την εξοικείωση με την επιστημονική μέθοδο και τον επιστημονικό τρόπο σκέψης. Έτσι με τον αρχικό γρίφο προσπαθεί να ενεργοποιήσει την περιέργεια των μαθητών. Με τη συζήτηση και την εκτέλεση του πειράματος του οβελίσκου δείχνει στους μαθητές ότι για κάθε τι που παρατηρούμε στον κόσμο, πρώτα κάνουμε κάποιες υποθέσεις και στη συνέχεια προσπαθούμε να κάνουμε ένα πείραμα για να τις επιβεβαιώσουμε ή να τις απορρίψουμε. Συνήθως αυτό το πείραμα οδηγεί στην δημιουργία νέων υποθέσεων που θα ελεγχθούν από νέα πειράματα. Αν δεν μπορούμε να πραγματοποιήσουμε τα πειράματα αυτά, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τις προσομοιώσεις. Οι μαθητές σε ομάδες δουλεύουν με φύλλα εργασίας που ακολουθούν αναλυτικά τα στάδια της διερεύνησης -μάλιστα αναφέρονται στο περιθώριο τους. Έτσι έρχονται σε επαφή με τον τρόπο εργασίας των αληθινών επιστημόνων. Βρίσκουν για παράδειγμα ότι ο ήλιος ανεβαίνει ψηλότερα σε μικρά γεωγραφικά πλάτη. Γιατί συμβαίνει αυτό; Έτσι, στην ερμηνεία των συμπερασμάτων τους, μέσα από τη συζήτηση, την αναζήτηση σχετικών βίντεο και πειραμάτων ψάχνουν την εξήγηση, την αιτία όλων αυτών που μελέτησαν. Στη συνέχεια στο στάδιο της επέκτασης, βλέπουν πως αυτά που συζήτησαν και συμπέραναν εφαρμόζονται σε άλλα αντίστοιχα θέματα. Ανασυνθέτουν την γνώση που έχουν αποκτήσει και εξηγούν τον αρχικό γρίφο θέματα ενισχύοντας τη γνώση τους. Τέλος συνοψίζουν το συνολικό τους “ταξίδι”, κρίνουν τι έμαθαν και πως το έμαθαν, και συζητούν πως η διαδικασία θα ήταν αποτελεσματικότερη.

Αν και η συγκεκριμένη εφαρμογή έγινε με αρκετά αντίξοες συνθήκες, είχε συνολικά θετικά αποτελέσματα. Σίγουρα κινήθηκε σε ένα διαφορετικό δρόμο από τον συνηθισμένο για την προσέγγιση της σχολικής επίσκεψης στο Μουσείο αλλά και της διερευνητικής μάθησης. Ίσως, μετά τις απαραίτητες διορθώσεις που θα αφορούν τη διάρκεια των δραστηριοτήτων και τη χρήση πιο απλής

γλώσσας, η μελλοντική εφαρμογή της προσαρμοσμένη κατά τη βούληση των εκπαιδευτικών, να βοηθήσει στην ενσωμάτωση της επίσκεψης στο μουσείο στην σχολική ζωή, στην διάδοση της διερεύνησης ως κυρίαρχης μεθόδου διδασκαλίας της επιστήμης και στην καθιέρωση της επιστημονικής μεθόδου εργασίας και σκέψης.

Βιβλιογραφία

Anderson, D. (1999). The development of science concepts emergent from science museum and post-visit activity experiences: Students' construction of knowledge. Unpublished doctoral dissertation, Queensland University of Technology, Brisbane, Australia. Ανακτήθηκε από το σύνδεσμο
https://eprints.qut.edu.au/36601/1/David_Anderson_Thesis.pdf

Anderson, D., Kisiel, J., & Storksdieck, M. (2006). Understanding teachers' perspectives on field trips: Discovering common ground in three countries. *Curator: The Museum Journal*, 49, 365– 386. <https://doi.org/10.1111/j.2151-6952.2006.tb00229.x>

Anderson, D., & Lucas, K. B. (1997). The effectiveness of orienting students to the physical features of a science museum prior to visitation. *Research in Science Education*, 27, 485–495. <https://doi.org/10.1007/BF02461476>

Anderson, D., Lucas, K. B., Ginns, I. S., & Dierking, L. D. (2000). Development of knowledge about electricity and magnetism during a visit to a science museum and related post-visit activities. *Science Education*, 84, 658–679.
[https://doi.org/10.1002/1098-237X\(200009\)84:5<658::AID-SCE6>3.0.CO;2-A](https://doi.org/10.1002/1098-237X(200009)84:5<658::AID-SCE6>3.0.CO;2-A)

Anderson, D., Piscitelli, B., & Everett, M. (2008). Competing agendas: Young children's museum field trips. *Curator: The Museum Journal*, 51(3), 253-273.

Anderson, D., & Zhang, A. (2003). Teacher perceptions of field trip planning and implementation. *Visitor Studies Today!*, 4(3), 6–11. DOI:[10.1111/j.2151-6952.2008.tb00311.x](https://doi.org/10.1111/j.2151-6952.2008.tb00311.x)

Alfieri, L., Brooks, P. J., Aldrich, N. J., & Tenenbaum, H. R. (2011). Does discovery-based instruction enhance learning? *Journal of Educational Psychology*, 103, 1–18. doi:10.1037/a0021017

Ash, D. B., Lombana, J., & Alcala, L. (2012). Changing practices, changing identities as museum educators. In *Understanding interactions at science centers and museums* (pp. 23-44). Brill. DOI:10.1007/978-94-6091-725-7_3

[Astronomy Diagnostic Test \(ADT\) Version 2.0](http://solar.physics.montana.edu/aae/adt/)
<http://solar.physics.montana.edu/aae/adt/>

Balling, J. D., & Falk, J. H. (1980). A perspective on field trips: Environmental effects on learning. *Curator*, 23, 229–240. <https://doi.org/10.1111/j.2151-6952.1980.tb01672.x>

Balling, J.D., Falk, J.H., & Aronson, R.A. (1980). Pretrip orientations: An exploration of their effects on learning from a single visit field trip to a zoological park. Final report, National Science Foundation, Grant no. SED77-18913.

Bamberger, Y., & Tal, T. (2006). What do students learn on class visits to natural history museums? Paper presented at the meeting of the National Association for Research in Science Teaching, San Francisco, California.

Bamberger, Y., & Tal, T. (2007). Learning in a personal context: Levels of choice in a free choice learning environment in science and natural history museums. *Science Education*, 91(1), 75–95. <https://doi.org/10.1002/sce.20174>

Bartosh, O., Mayer-Smith, J., & Peterat, L. (2006). Informal science learning on the farm: Teachers' and students' experiences in a long-term environmental education project. Paper presented at the meeting of the National Association for Research in Science Teaching, San Francisco, California.

Beiers, R. J., & McRobbie, C. J. (1992). Learning in interactive science centres. *Research in Science Education*, 22, 38–44.

Bekaert, H., Van Winckel, H., Van Dooren, W., Steegen, A., & De Cock, M. (2020). Design and validation of an instrument to test students' understanding of the apparent motion of the Sun and stars. *Physical Review Physics Education Research*, 16(2), 020135. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.020135>

Bell, P., Lewenstein, B., Shouse, A. W., & Feder, M. A. (2009). Learning science in informal environments: *People, places, and pursuits* (Vol. 140). Washington, DC: National Academies Press. ISBN: 0-309-11956-1

Bitgood, S. (1989). School field trips: An overview. *Visitor Behavior*, 4(2), 3–6. http://kora.matrix.msu.edu/files/31/173/1F-AD-10E-8-VSA-a0a2f0-a_5730.pdf

Boutyline, Andrei; Soter, Laura K. (2021). ["Cultural Schemas: What They Are, How to Find Them, and What to Do Once You've Caught One"](https://doi.org/10.1177/00031224211024525). *American Sociological Review*. <https://doi.org/10.1177/00031224211024525>

Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. (1999). How people learn: Brain, mind, experience, and school. Washington, DC: National Research Council. ISBN 978-0-309-07036-2 | DOI 10.17226/9853

Braund, M., & Reiss, M. (Eds.). (2004). Learning science outside the classroom. London: Routledge-Falmer ISBN 0-203-47629-8

Buck L. B., Bretz S. L., Towns M. H. (2008). Characterizing the Level of Inquiry in the Undergraduate Laboratory. Research and Teaching. *Journal of College Science*

Teaching. <https://cursa.ihmc.us/rid=1Q3XD4DZ3-1WDCR3Y-F1VK/Levels%20of%20Inquiry%20Undergrad.pdf>

Bybee, R., & Landes, N. M. (1990). Science for life and living: An elementary school science program from Biological Sciences Improvement Study (BSCS). *The American Biology Teacher*, 52(2), 92-98. <https://doi.org/10.2307/4449042>

Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness. *Colorado Springs, Co: BSCS*, 5, 88-98.

<https://fremonth.org/ourpages/auto/2008/5/11/1210522036057/bscs5efullreport2006.pdf>

Carlisle, R. W. (1985). What do school children do at a science center? *Curator*, 28(1), 27–33. <https://doi.org/10.1111/j.2151-6952.1985.tb01687.x>

Carroll, K. (2007). A guide to great field trips. Chicago: Zephyr Press.
ISBN 1569762090, 9781569762097

Chase, V. C. (1989). Do-it-yourself curriculum design and dissemination. *Curator*, 32, 256–268. <https://doi.org/10.1111/j.2151-6952.1989.tb00724.x>

Cox-Petersen, A. M., & Pfaffinger, J. A. (1998). Teacher preparation and teacher–student interactions at a discovery center of natural history. *Journal of Elementary Science Education*, 10(2), 20–35. *Visitor Studies*, 11(2), 2008 193
<https://doi.org/10.1007/BF03173782>

Gupta, P., & Adams, J. (2010). Museum-University partnerships for pre-service education. *Second International Handbook of Science Education*, 1147-1162.

Csikszentmihalyi, M., & Hermanson, K. (1995). Intrinsic motivation in museums: Why does one want to learn? In J. H. Falk & L. D. Dierking (Eds.), *Public institutions for personal learning* (pp.67–77). Washington, DC: American Association of Museums.

Dabney, K. P., Tai, R. H., Almarode, J. T., Miller-Friedmann, J. L., Sonnert, G., Sadler, P. M., & Hazari, Z. (2012). Out-of-school time science activities and their association with career interest in STEM. *International Journal of Science Education*, Part B, 2(1), 63-79. <https://doi.org/10.1080/21548455.2011.629455>

Davidson, S. K., Passmore, C., & Anderson, D. (2010). Learning on zoo field trips: The interaction of the agendas and practices of students, teachers, and zoo educators. *Science Education*, 94(1), 122-141. <https://doi.org/10.1002/sce.20356>

DeBoer, G. E. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for*

Research in Science Teaching, 37(6), 582-601. [https://doi.org/10.1002/1098-2736\(200008\)37:6<582::AID-TEA5>3.0.CO;2-L](https://doi.org/10.1002/1098-2736(200008)37:6<582::AID-TEA5>3.0.CO;2-L)

De Jong, T., & Van Joolingen, W. R. (1998). Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of Educational Research*, 68, 179–202. doi:10.2307/1170753. <https://doi.org/10.3102/00346543068002179>

DeWitt, J. E. (2007). Supporting teachers on science-focused school trips: Towards an integrated framework of theory and practice. Unpublished doctoral thesis, King's College London, London.

DeWitt, J., & Osborne, J. (2007). Supporting teachers on science-focused school trips: Towards an integrated framework of theory and practice. *International journal of science education*, 29(6), 685-710. <https://doi.org/10.1080/09500690600802254>

DeWitt, J., & Storksdieck, M. (2008). A short review of school field trips: Key findings from the past and implications for the future. *Visitor studies*, 11(2), 181-197. <https://doi.org/10.1080/10645570802355562>

DeWitt, J., & Hohenstein, J. (2010a). Supporting student learning: A comparison of student discussion in museums and classrooms. *Visitor Studies*, 13(1), 41-66. <https://doi.org/10.1080/10645571003618758>

DeWitt, J., & Hohenstein, J. (2010b). School trips and classroom lessons: An investigation into teacher–student talk in two settings. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 47(4), 454-473. <https://doi.org/10.1002/tea.20346>

Dierking, L. D. (2002). The role of context in children's learning from objects and experiences. In S. Paris (Ed.), *Perspectives on object-centered learning in museums* (pp. 3–18). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. ISBN 1135645280, 9781135645281

Dillon, J., Rickinson, M., & Teamey, K. (2016). The value of outdoor learning: evidence from research in the UK and elsewhere. In *Towards a Convergence Between Science and Environmental Education* (pp. 193-200). Routledge. ISBN 9781315730486

DiMaggio, P (1997). "Culture and cognition". *Annual Review of Sociology*. **23**: 263–287
https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/360972/mod_resource/content/1/dimaggio_culturecognition_1997.pdf

Driscoll, E. A., & Lownds, N. K. (2007). The garden wonder wall: Fostering wonder and curiosity on multi-day garden field trips. *Applied Environmental Education and Communication*, 6(1), 105-112.

Dohn, N. B. (2013). Upper secondary students' situational interest: A case study of the role of a zoo visit in a biology class. *International Journal of Science Education*, 35(16), 2732-2751

Duit, R., Gropengießer, H., & Kattmann, U. (2005). Towards science education research that is relevant for improving practice: The model of educational reconstruction. *Developing standards in research on science education*, 1-9.

Duit, R., Treagust, D., & Widodo, A. (2008). Teaching science for conceptual change: Theory and practice. In S. Vosniadou, Ed., *International handbook of research on conceptual change* (pp. 629–646). New York, London: Routledge.

Duit, R., Gropengießer, H., Kattmann, U., Komorek, M., & Parchmann, I. (2012). The model of educational reconstruction—A framework for improving teaching and learning science. In *Science education research and practice in Europe* (pp. 13-37). Brill.

Duran L.B. and Duran E. (2004) The 5E Instructional Model: A Learning Cycle Approach for Inquiry-Based Science *TeachingThe Science Education Review*, 3(2)

Hofstein, A., & Rosenfeld, S. (1996). Bridging the gap between formal and informal science learning. *Studies in Science Education*, 28, 87–112

Eason, L. P., & Linn, M. C. (1976). Evaluation of the effectiveness of participatory exhibits. *Curator: The Museum Journal*, 19(1), 45-62.

Ellenbogen, K. M. (2002). Museums in family life: An ethnographic case study. In G. Leinhardt, . Crowley, & K. Knutson (Eds.), *Learning conversations in museums* (pp. 81–101). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Falk, J. H. (1983). Field trips: A look at environmental effects on learning. *Journal of Biological Education*, 17(2), 137–142.

Falk, J. H., & Balling, J. D. (1982). The field trip milieu: Learning and behavior as a function of contextual events. *The Journal of Educational Research*, 76(1), 22-28.

Falk, J. H., & Dierking, L. (1984). Public institutions for personal learning. *The Museologist*, 46(168), 24-27.

Falk, J. H., & Adelman, L. M. (2003). Investigating the impact of prior knowledge and interest on aquarium visitor learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(2), 163–176.

- Falk, J. H., & Dierking, L. D. (1992). *The museum experience*. Washington, DC: Whalesback Books.
- Falk, J. H., & Dierking, L. D. (1997). School field trips: Assessing their long-term impact. *Curator: The Museum Journal*, 40, 211–218.
- Falk, J. H., & Dierking, L. D. (2000). *Learning from museums: Visitor experiences and the making of meaning*. Walnut Creek, CA: AltaMira Press.
- Falk, J. H., Martin, W. W., & Balling, J. D. (1978). The novel field-trip phenomenon: Adjustment to novel settings interferes with task learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 15(2), 127-134.
- Falk, J. H., Osborne, J., Dierking, L., Dawson, E., Wenger, M., & Wong, B. (2012). Analysing the UK science education community: The contribution of informal providers.
- Falk, J. H., & Storksdieck, M. (2005). Using the Contextual Model of Learning to understand visitor learning from a science center exhibition. *Science Education*, 89, 744–778.
- Falk, J. H., Koran, J. J., & Dierking, L. D. (1986). The things of science: Assessing the learning potential of science museums. *Science Education*, 70, 503–508
- Faria, C., & Chagas, I. (2013). Investigating school-guided visits to an aquarium: What roles for science teachers? *International Journal of Science Education, Part B*, 3(2), 159-174.
- Farmer, A. J., & Wott, J. A. (1995). Field trips and follow-up activities: Fourth graders in a public garden. *Journal of Environmental Education*, 27(1), 33–35.
- Feher, E., & Rice, K. (1985). Development of scientific concepts through the use of interactive exhibits in a museum. *Curator*, 28(1), 35–46.
- Finson, K. D., & Enochs, L. G. (1987). Student attitudes toward science–technology–society resulting from visitation to a science-technology museum. *Journal of Research in Science Teaching*, 24, 593–609.
- Flexer, B. K., & Borun, M. (1984). The impact of a class visit to a participatory science museum exhibit and a classroom science lesson. *Journal of Research in Science Teaching*, 21, 863– 873.
- Friedman, A. J. (2010). The evolution of the science museum. *Physics today*, 63(10), 45-51.

Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H., & Briggs, D. C. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching. *Review of Educational Research*, 82, 300–329. doi:10.3102/0034654312457206.

Gammon, B., Burch, A., Davies, K., & Graham, J. (2002). School groups in museums: 'Like Christmas Eve at Tesco's'. London: Science Museum.

Gennaro, E. D. (1981). The effectiveness of using previsit instructional materials on learning for a museum field trip experience. *Journal of Research in Science Teaching*, 18, 275–279.

Gilbert, J., & Priest, M. (1997). Models and discourse: A primary school science class visit to a museum. *Science Education*, 81, 749–762.

Gottfried, J. (1980). Do children learn on school field trips? *Curator*, 23, 165–174.

Griffin, J. (1994). Learning to learn in informal science settings. *Research in Science Education*, 24, 121–128.

Griffin, J. (1998). School–museum integrated learning experiences in science: A learning journey. Unpublished doctoral dissertation, University of Technology, Sydney, Australia.

Griffin, J. (1999, March). An exploration of learning in informal settings. Paper presented at the meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Boston.

Griffin, J. (2004). Research on students and museums: Looking more closely at the students in school groups. *Science Education*, 88(Suppl. 1), S59–S70.

Griffin, J. (2012). Exploring and scaffolding learning interactions between teachers, students and museum educators. In *Understanding interactions at science centers and museums* (pp. 115-128). Brill Sense.

Griffin, J., & Symington, D. (1997). Moving from task-oriented to learning-oriented strategies on school excursions to museums. *Science Education*, 81, 763–779.

Gutierrez de White, T., & Jacobson, S. K. (1994). Evaluating conservation programs at a South American zoo. *Journal of Environmental Education*, 25(4), 18–22.

Hackling, M. W. (2005). Working scientifically: Implementing and assessing open investigation work in science. *Western Australia Department of Education and Training*.

Hegarty-Hazel, E. (1986). Lab work SET: research information for teachers, No.1. Canberra: The Australian Council for Educational Research.

Hannon, K., & Randolph, A. (1999). Collaborations between museum educators and classroom teachers: Partnerships, curricula, and student understanding. (Report No. SPO39646). University of Virginia (ERIC Document Reproduction Service No. ED448133).

Heimann, P., Otto, G., & Schulz, W. (1969). Unterricht, Analyse und Planung [Instruction-analysis and planning]. *Hannover, Germany: Schroedel*.

Hein, G. E. (1999). The constructivist museum. *The educational role of the museum*, 2, 73-79.

Hooper-Greenhill, E. (1991). Museum and gallery education. Leicester, England: Leicester University Press.

Jamison, E. D. (1998). Field trip qualitative research. St. Paul: Science Museum of Minnesota.

Jarvis, T., & Pell, A. (2005). Factors influencing elementary school children's attitudes toward science before, during, and after a visit to the UK National Space Centre. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(1), 53–8

Jensen, N. (1994). Children's perceptions of their museum experiences: A contextual perspective. *Children's Environments*, 11, 300–324.

Jong, T., Linn, M. C., & Zacharia, Z. C. (2013). Physical and virtual laboratories in science and engineering education. *Science*, 340, 305–308.
doi:10.1126/science.1230579

Kattmann, U. (2008). Learning biology by means of anthropomorphic conceptions. *Biology in Context: Learning and Teaching for 21st Century*; Hammann, M., Ed, 21-26.

Keselman, A. (2003). Supporting inquiry learning by promoting normative understanding of multivariable causality. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 898–921. doi:10.1002/tea.10115.

Kisiel, J. F. (2003a). Revealing teacher agendas: An examination of teacher motivations and strategies for conducting museum fieldtrips. Unpublished doctoral dissertation, University of Southern California, Los Angeles.

Kisiel, J. F. (2003b). Teachers, museums and worksheets: A closer look at a learning experience. *Journal of Science Teacher Education*, 14(1), 3–21.

Kisiel, J. (2005). Understanding elementary teacher motivations for science fieldtrips. *Science Education*, 86, 936–955.

Kisiel, J. (2006). An examination of fieldtrip strategies and their implementation within a natural history museum. *Science Education*, 90, 434–452.

Kisiel, J. (2007). Examining teacher choices for science museum worksheets. *Journal of Science Teacher Education*, 18(1), 29–43.

Klafki, W. (1969). Didaktische Analyse als Kern der Unterrichtsvorbereitung [Educational analysis as the kernel of planning instruction]. *Didaktische Analyse*.

Knapp, D. (1996). Evaluating the impact of environmental interpretation: A review of three research studies. Paper presented at the Coalition for Education in the Outdoors Research Symposium, Bradford Woods, Indiana.

Knapp, D., & Barrie, E. (2001). Content evaluation of an environmental science field trip. *Journal of science Education and Technology*, 10(4), 351-357.

Koran, J. J. J., & Baker, S. D. (1979). Evaluating the effectiveness of field experiences. In M. B. Rowe (Ed.), *What research says to the science teacher* (Vol. 2, pp. 50–67). Washington, DC: National Science Teachers Association.

Koran Jr, J. J., Lehman, J. R., Shafer, L. D., & Koran, M. L. (1983). The relative effects of pre-and post attention directing devices on learning from a “walk-through” museum exhibit. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(4), 341-346.

Krepel, W. J., & DuVall, C. R. (1981). *Field Trips: A Guide for Planning and Conducting Educational Experiences. Analysis and Action Series*. NEA Distribution Center, The Academic Building, Saw Mill Rd., West Haven, CN 06515 (Stock No. 1683-1-00, \$5.25).

Lazonder, A. W., & Harmsen, R. (2016). Meta-analysis of inquiry-based learning: Effects of guidance. *Review of educational research*, 86(3), 681-718.

Linn, M. C. (1980). Free-choice experiences: How do they help children? *Science Education*, 64, 237-248

Leary, R. F. (1996). Field trip tips. *Science and Children*, 34(1), 27–29.

Lucas, K. B. (2000). One teacher’s agenda for a class visit to an interactive science teacher. *Science Education*, 84, 524–544.

Mallon, G. R., & Bruce, M. H. (1982). Student achievement and attitudes in astronomy: An experimental comparison of two planetarium programs. *Journal of Research in Science Teaching*, 19(1), 53–61.

- Marshdoyle, E., Bowman, M. L., & Mullins, G. W. (1982). Evaluating programmatic use of a community resource: The zoo. *The Journal of Environmental Education*, 12(2), 33–37.
- Martin, L. M. (2004). An emerging research framework for studying informal learning and schools. *Science Education*, 88(S1), S71-S82.
- Martin, W. W., Falk, J. H., & Balling, J. D. (1981). Environmental effects on learning: The outdoor field trip. *Science Education*, 65, 301–309.
- Mason, J. L. (1980). Annotated bibliography of field trip research. *School Science and Mathematics*, 155–166
- McGinnis, J. R., Hestness, E., Riedinger, K., Katz, P., Marbach-Ad, G., & Dai, A. (2012). Informal science education in formal science teacher preparation. In *Second international handbook of science education* (pp. 1097-1108). Springer, Dordrecht.
- McManus, P. M. (1985). Worksheet-induced behavior in the British Museum (Natural History). *Journal of Biological Education*, 19, 237–242.
- McManus, P. M. (1993). Thinking about the visitor's thinking. In S. Bicknell & G. Farmelo (Eds.), *Museum visitor studies in the 90's*. (pp. 108–113). London: Science Museum.
- Meredith, J. E., Fortner, R. W., & Mullins, G. W. (1997). Model of affective learning for nonformal science education facilities. *Journal of Research in Science Teaching*, 34, 805–818
- Miglietta, A. M., Belmonte, G., & Boero, F. (2008). A summative evaluation of science learning: A case study of the Marine Biology Museum "Pietro Parenzan" (South East Italy). *Visitor Studies*, 11(2), 213–219.
- Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction – what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47, 474–496. doi:10.1002/tea.20347.
- Morag, O., & Tal, T. (2012). Assessing learning in the outdoors with the field trip in natural environments (FINE) framework. *International Journal of Science Education*, 34(5), 745-777.
- Mortensen, M. F., & Smart, K. (2007). Free-choice worksheets increase students' exposure to curriculum museum visits. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(9), 1389–1414.
- OECD (2012), "Are Students More Engaged When Schools Offer Extracurricular Activities?", PISA in Focus, No. 18, OECD Publishing, Paris.

Orion, N., & Hofstein, A. (1994). Factors that influence learning during a scientific field trip in a natural environment. *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 1097–1119.

Pedaste, M., Mäeots, M., Leijen, Ä., & Sarapuu, S. (2012). Improving students' inquiry skills through reflection and self-regulation scaffolds. *Technology, Instruction, Cognition and Learning*, 9, 81–95.

Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., De Jong, T., Van Riesen, S. A., Kamp, E. T., ... & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational research review*, 14, 47-61.

Pedretti, E. (1997). Septic tank crisis: A case study of science, technology and society education in an elementary school. *International Journal of Science Education*, 19(10), 1211 – 1230.

Phillips, M., Finkelstein, D., & Wever-Frerichs, S. (2007). School site to museum floor: How informal science institutions work with schools. *International Journal of Science Education*, 29(12), 1489-1507.

Price, S., & Hein, G. E. (1991). More than a field trip: Science programmes for elementary school groups at museums. *International Journal of Science Education*, 13, 505–519.

Randler, C., Kummer, B., & Wilhelm, C. (2012). Adolescent learning in the zoo: Embedding a non-formal learning environment to teach formal aspects of vertebrate biology. *Journal of Science Education and Technology*, 21(3), 384-391. Rowell

Rennie, L. J. (2007). Learning Science Outside of School [w:] Handbook of Research on Science Education, red. SK Abell, NG Lederman, New York.(F36)

Rennie, L. J. (2011). Blurring the boundary between the classroom and the community: Challenges for teachers' professional knowledge. In *The professional knowledge base of science teaching* (pp. 13-29). Springer, Dordrecht.

Rennie, L. J. (2014). Learning science outside of school. In Handbook of research on science education, Volume II (pp. 134-158). Routledge.

Rennie, L. J., & McClafferty, T. P. (1995). Using visits to interactive science and technology centers, museums, aquaria, and zoos to promote learning in science. *Journal of Science Teacher Education*, 6, 175–185.

Richter, F. D. (1993). What do schools want from museums? In B. Sheppard (Ed.), Building museum and school partnerships (pp. 7–13). Washington, DC: American Association of Museums.

Rickinson, M., Dillon, J., Teamey, K., Morris, M., Choi, M. Y., Sanders, D., & Benefield, P. (2004). A review of research on outdoor learning.

Rix, C., & McSorley, J. (1999). An investigation into the role that school-based interactive science centres may play in the education of primary-aged children. *International Journal of Science Education*, 21, 577–593.

Rowell, P. M. (2012). *Perspectives on Programs for Schools in Science Centres and Museums*. Centre for Mathematics, Science and Technology Education, Faculty of Education, University of Alberta.

Rudmann, C. L. (1994). A review of the use and implementation of science field trips. *School Science and Mathematics*, 94, 138–141.

Salmi, H. (2003). Science centres as learning laboratories: experiences of Heureka, the Finnish Science Centre. *International Journal of Technology Management*, 25, 460–476.

Sneider, C. I. (1979). Summative Evaluation of a Participatory Science Exhibit. *Science Education*, 63(1), 25-36.

Sorensen, H. (2003). School visits at science centres: It's fun, but is it learning? Paper presented at the meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Philadelphia, Pennsylvania.

Slater, T. F., & Slater, S. J. (2008, May). Development of the Test of Astronomy Standards (TOAST) assessment instrument. In *American Astronomical Society Meeting Abstracts# 212* (Vol. 212, pp. 97-06).

Stevenson, J. (1991). The long-term impact of interactive exhibits. *International Journal of Science Education*, 13, 521–531.

Posner, G. J., & Strike, K. A. (1992). A revisionist theory of conceptual change. *Philosophy of science, cognitive psychology, and educational theory and practice*, 147.

Storksdieck, M. (2006). Field trips in environmental education. Berlin, Germany: Berliner Wissenschafts-Verlag.

Storksdieck, M., Werner, M., & Kaul, V. (2006). Results from the Quality Field Trip Study: Assessing the LEAD program in Cleveland, Ohio. Annapolis, MD: Institute for Learning Innovation.

Storksdieck, M., Robbins, D., Kreisman, S. (2007). Results from the Quality Field Trip Study: As-sessing the LEAD program in Cleveland, Ohio. Cleveland, OH: University Circle Inc.

Stronck, D. R. (1983). The comparative effects of different museum tours on children's attitudes and learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 20, 283–290.

Tal, R., Bamberger, Y., & Morag, O. (2005). Guided school visits to natural history museums in Israel: *Teachers' roles*. *Science education*, 89(6), 920-935.

Tal, T., & Morag, O. (2007). School visits to natural history museums: Teaching or enriching?. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 44(5), 747-769.

Tal, T., & Steiner, L. (2006). Patterns of teacher–museum staff relationships: School visits to the educational centre of a science museum. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 6, 25–46.

Tuckey, C. (1992a). Children's informal learning at an interactive science centre. *International Journal of Science Education*, 14, 273–278.

Tuckey, C. J. (1992b). Schoolchildren's reactions to an interactive science center. *Curator: The Museum Journal*, 35, 28–38.

UNESCO Institute for Statistics. (2012). International standard classification of education: ISCED 2011. Int. Stand. Classif. Educ.(ISCED) 2011.

Vosniadou, S. (1996). Towards a revised cognitive psychology for new advances in learning and instruction. *Learning and instruction*, 6(2), 95-109.

Wellington, J. (1990). Formal and informal learning in science: The role of the interactive science centers. *Physics Education*, 25, 247–252.

Wilhelm, P., & Beishuizen, J. J. (2003). Content effects in self-directed inductive learning. *Learning and Instruction*, 13, 381–402. doi:10.1016/S0959-4752(02)00013-0.

Wolins, I. S., N. Jensen, and R. Ulzheimer. 1992. Children's memories of museum field Children's memories of museum field trips: A qualitative study. *Journal of Museum Education* 17 (2): 17–27.

Wright, E. L. (1980). Analysis of the Effect of a Museum Experience on the Biology Achievement of Sixth-Graders. *Journal of Research in Science Teaching*, 17(2), 99-104.

Xanthoudaki, M. (1998). Is it always worth the trip? The contribution of museum and gallery educational programmes to classroom art education. *Cambridge Journal of Education*, 28, 181– 195.

Zacharia, Z. C., Manoli, C., Xenofontos, N., De Jong, T., Pedaste, M., van Riesen, S. A., ... & Tsourlidaki, E. (2015). Identifying potential types of guidance for supporting student inquiry when using virtual and remote labs in science: A literature review. *Educational technology research and development*, 63(2), 257-302.

Παράρτημα

Ένα μήνυμα από το παρελθόν

Χαίρε ξένε,

Αν διαβάζεις αυτό το μήνυμα είμαι πολύ τυχερός! Εγώ ο Αριστογένης είχα μία πολύ δυσάρεστη περιπέτεια, αλλά κατάφερα να επιζήσω. Έφυγα βιαστικά από την πατρίδα μου την ημέρα που η ελάχιστη σκιά του γνώμονα ήταν 20 εκατοστά για να σωθώ από αυτόν τον Νεοκλή που ήθελε να με σκοτώσει για να μου πάρει τον πολύτιμο θησαυρό μου: το δαχτυλίδι του Γύγη! Έπρεπε οπωσδήποτε να σώσω το δαχτυλίδι από αυτόν τον βλάσφημο. Μπήκα στο πρώτο καράβι που βρήκα στο λιμάνι και αφού ταξίδεψα για δύο μέρες, παλεύοντας με τη θάλασσα, βρέθηκα επιτέλους σε στεριά. Μαζί μου είχα τα κατάλληλα όργανα για να υπολογίσω τη διαδρομή μου. Με το κρεμαστό ηλιακό ρολόι που έχει τις ημέρες, και τις διάφορες τοποθεσίες, τοποθέτησα κατάλληλα τον δείκτη, δηλαδή τον έβαλα να σχηματίζει γωνία 36 μοιρών με την κατακόρυφη. Με βάση αυτή την γωνία ρύθμισα το ρολόι με τους κρίκους και φρόντιζα κατά τη διάρκεια του ταξιδιού, να παραμένει η φωτεινή κηλίδα του ήλιου πάνω στο δαχτυλίδι και να μην ξεφεύγει πάνω ή κάτω από αυτό. Για να συμβαίνει αυτό, έπρεπε να αλλάζω συνεχώς πορεία ειδικά όταν έπεφτα σε θαλάσσια ρεύματα. Ακόμη, γέμιζα συνεχώς με νερό το υδραυλικό ρολόι. Όταν έφτασα στη στεριά, το πρώτο κι όλας βράδυ, παρατήρησα ότι για να δύσει ο ήλιος έπρεπε να περάσουν 20 λεπτά περισσότερο από το κανονικό – σύμφωνα με το υδραυλικό ρολόι!! Και για να ανατείλει, έπρεπε πάλι να περάσουν 20 λεπτά αργότερα από το κανονικό. Ήμουν 20 λεπτά νωρίτερα από ότι ξεκίνησα! Δυστυχώς δεν μπορώ να δώσω άλλα στοιχεία για τη θέση μου, όμως νομίζω ότι με αυτά μπορείς να με σώσεις!! Σε περιμένω!! Είσαι η μοναδική μου ελπίδα Αριστογένης

Ερωτήσεις:

Με βάση τα παραπάνω και το google maps <https://www.google.com/maps> μπορείτε να βρείτε

- α) ποια μέρα ξεκίνησε ο Αριστογένης
- β) από που ξεκίνησε και
- γ) που βρισκόταν όταν έγραψε το μήνυμα

Απαντήσεις (για τον εκπαιδευτικό):

A) « ...ελάχιστη σκιά του γνώμονα ήταν 20 εκατοστά...»

- Ελάχιστη σκιά=μεσουράνιση του ήλιου = μεσημέρι
- Στον Γνώμονα του Νόησις, με ένα χάρακα, μετρώντας τα 20 εκατοστά από τη βάση του δείκτη, βρίσκουμε την ημερομηνία (πέφτει στην ισημερία, 21 Μαρτίου ή 21 Σεπτεμβρίου)

B) «...Με το κρεμαστό ηλιακό ρολόι που έχει τις ημέρες, πρόσεξα ότι για να δείξει την ώρα, ο δείκτης σχηματίζει γωνία 36 μοιρών...»

Αναφέρεται στο βυζαντινό ηλιακό ρολόι (αυτό που έχει τις ημέρες). Αν ο δείκτης πρέπει να σχηματίζει γωνία 36° για να δείξει την ώρα, δηλαδή η σκιά του να πέφτει

πάνω στο υπόλοιπο τμήμα του, θα πρέπει ο τόπος στον οποίο βρισκόμαστε να έχει γεωγραφικό πλάτος 36° . Από το ίδιο το ρολόι, βλέπουμε ότι αυτό το γεωγραφικό πλάτος αντιστοιχεί στη Ρόδο. Δεν χρειάζεται να λάβουμε υπόψη τη διόρθωση του μήνα καθώς ξεκίνησε την ισημερία (αλλιώς θα έπρεπε να προστεθεί και το τόξο που αντιστοιχεί στην ημερομηνία).

Καθώς στο Βυζαντινό ρολόι και ημερολόγιο υπάρχουν αρκετοί τόποι με το ίδιο γεωγραφικό πλάτος των 36° (ΛΣ) θα πρέπει να βρουν ποιος τόπος υπάρχει και στο βυζαντινό και στο ρολόι των Φιλίππων. Βέβαια υπάρχει και η Ρώμη και στα δύο ρολόγια αλλά η Ρώμη δεν έχει το ίδιο γεωγραφικό πλάτος -θα πρέπει να την απορρίψουν.

Γ) «...για να δύσει ο ήλιος έπρεπε να περάσουν 20 λεπτά περισσότερο από το κανονικό...»

Άρα ο τόπος βρίσκεται 20 λεπτά «πίσω» χρονικά από τη Ρόδο. Καθώς η Γη περιστρέφεται αντίθετα από τη φαινόμενη κίνηση του ήλιου -και των αστεριών- δηλαδή από την δύση προς την ανατολή, η τοποθεσία είναι 20 λεπτά δυτικότερα από τη Ρόδο.

Επίσης η Γη σε 24 ώρες διαγράφει μία πλήρη περιστροφή των 360° -έναν ολόκληρο κύκλο. Άρα με απλή μέθοδο των τριών:

ώρες	λεπτά	Τόξο (σε μοίρες)
24	24*60	360
	20	x

Άρα

$$x = 20 \cdot 360 / 24 = 5$$

Άρα η τοποθεσία είναι κατά ένα τόξο 5,5 μοιρών πίσω, πιο δυτικά από την Ρόδο - καθώς σε όλο το ταξίδι κρατούσε σταθερό το γεωγραφικό πλάτος («...φρόντιζα κατά τη διάρκεια του ταξιδιού, να παραμένει η φωτεινή κηλίδα του ήλιου πάνω στο δαχτυλίδι και να μην ξεφεύγει πάνω ή κάτω από αυτό...»). Επομένως το γεωγραφικό μήκος θα είναι το γεωγραφικό μήκος της Ρόδου μείον 5,5 μοίρες. Από το google maps είναι 36.434368403660244, 28.219642792033447

Άρα το γεωγραφικό μήκος του τόπου είναι $28,21 - 5 = 23,21$

Τελικά οι συντεταγμένες θα είναι :

Γεωγραφικό πλάτος = γεωγραφικό πλάτος της Ρόδου = $36,43^\circ$ Β

Γεωγραφικό μήκος = $23,21^\circ$ Ε

Από το Google Maps ο τόπος είναι κοντά στην Ελαφώνησο του Νομού Λακωνίας.

Πόσο σημαντική είναι η ακρίβεια στη μέτρηση του χρόνου?

Καταιγισμός Ιδεών

Καθορισμός μεταβλητών που επηρεάζουν τη σκιά ενός στύλου

Ομάδα _____

Από τι εξαρτάται η σκιά ενός μολυβιού που είναι στερεωμένο στο έδαφος;

Ένας παράγοντας που επηρεάζει είναι:	Πώς πιστεύω ότι ο παράγοντας αυτός επηρεάζει το πρόβλημα;	Πώς θα μπορούσα να ελέγξω την άποψη μου;

Απαντήσεις

Από τι εξαρτάται η σκιά ενός μολυβιού που είναι στερεωμένο στο έδαφος;

Ένας παράγοντας που επηρεάζει είναι:	Πώς πιστεύω ότι ο παράγοντας αυτός επηρεάζει το πρόβλημα;	Πώς θα μπορούσα να ελέγξω την άποψη μου;
Από την ώρα	Η σκιά μεγαλώνει όσο περνά η ώρα	Θα στερεώσω ένα μολύβι στο έδαφος και ανα μία ώρα θα ζωγραφίζω τη σκιά του
Από το γεωγραφικό πλάτος	Όσο πιο κοντά στον ισημερινό είναι ένας τόπος τόσο πιο μεγάλη θα είναι η σκιά του μολυβιού	Θα χρησιμοποιήσω μία προσομοίωση όπου θα μπορώ να αλλάξω την θέση του μολυβιού στη Γη
Από τον μήνα	Όταν είναι Δεκέμβριος οι σκιές είναι μεγάλες, ενώ τον Ιούνιο είναι μικρές	Θα χρησιμοποιήσω μία προσομοίωση όπου θα μπορώ να αλλάξω την ημερομηνία
Από την γωνία που σχηματίζει το μολύβι στο έδαφος	Όσο πιο κατακόρυφο είναι το μολύβι τόσο μικρότερη είναι η σκιά	Θα στερεώσω πολλά ίδια μολύβια στο έδαφος ώστε να σχηματίζουν διαφορετική γωνία με αυτό και θα σημειώσω την ίδια στιγμή τη σκιά τους

Φύλλο εργασίας – Οβελίσκος



Διατύπωση προβλήματος

Στη διπλανή εικόνα βλέπεις ένα οβελίσκο. Οι οβελίσκοι συνδέονταν με τη θρησκεία των Αρχαίων Αιγυπτίων, και πιο συγκεκριμένα με τον κυρίαρχο θεό τους, τον Ρα που ήταν ο θεός του Ήλιου. Μία σημαντική στιγμή, είναι το μεσημέρι, η στιγμή που ο ήλιος μεσουρανή, δηλαδή που βρίσκεται στο ψηλότερο σημείο της διαδρομής του στον ουρανό. Οι Αρχαίοι Αιγύπτιοι χρησιμοποιούσαν τη σκιά του οβελίσκου για να προσδιορίσουν το μεσημέρι. Πως προσδιόριζαν το μεσημέρι από τη σκιά του οβελίσκου;

Σχεδιασμός της έρευνας

Τι πρόκειται να ερευνήσω;

Θα διερευνήσω πως αλλάζει η σκιά ενός οβελίσκου, ή πιο συγκεκριμένα ενός μολυβιού, κατά τη διάρκεια της ημέρας και αν μπορώ με βάση τη σκιά να προσδιορίσω το μεσημέρι

Ποια είναι η άποψη μου σχετικά με τη σκιά του οβελίσκου:

Αλλάζει η σκιά κατά τη διάρκεια της μέρας; Αλλάζει μόνο η διεύθυνση της ή αλλάζει και το μήκος της;

Γιατί το πιστεύω αυτό;



By Moonik - Own work, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=25243619>

Τι θα κάνω για να το ερευνήσω;

Θα ζωγραφίσω τη σκιά του μολυβιού ανά μία ώρα από τις 10:00 το πρωί ως τη δύση του ήλιου. Ειδικά το μεσημέρι, από τις 11:00 ως τις 13:00 θα ζωγραφίσω τη σκιά ανά 30 λεπτά

Τι υλικά θα χρειαστώ;

Μία σχετικά μεγάλη επίπεδη επιφάνεια όπως ένα δίσκο σερβιρίσματος ή ένα μεγάλο τάπερ, ένα μεγάλο φύλλο χαρτί, ένα μολύβι, πλαστελίνη για να το στερεώσω, μολύβι για να ζωγραφίσω τη σκιά, χάρακα για να την μετρήσω, ρολόι, κολλητική ταινία, ένα ηλιόλουστο σημείο

Πραγματοποίηση της έρευνας

Στερέωσε το χαρτί στην επίπεδη επιφάνεια και στο μέσο του στερέωσε με την πλαστελίνη το μολύβι. Στη συνέχεια τοποθέτησε την κατασκευή σε ένα σημείο που να έχει ήλιο όλη την ημέρα. Φρόντισε η κατασκευή να μείνει στο ίδιο σημείο όλη την ημέρα



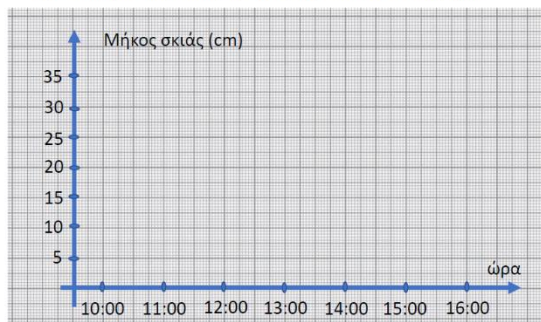
Πραγματοποίηση της έρευνας (συνέχεια)

Στη συνέχεια ζωγράφισε τη σκιά του μολυβιού τις στιγμές 10:00, 11:00, 11:30, 12:00, 12:30, 13:00, 14:00, 15:00, 16:00. Μην ξεχάσεις κάθε φορά που θα ζωγραφίζεις τη σκιά να σημειώνεις στην άκρη της την αντίστοιχη ώρα.

Αφού ολοκληρώσεις το πείραμα, μέτρησε με το χάρακα το μήκος της σκιάς και συμπλήρωσε τον πίνακα

Πίνακας		
μέτρηση	ώρα	Μήκος σκιάς (cm)
1	10:00	
2	11:00	
3	11:30	
4	12:00	
5	12:30	
6	13:00	
7	14:00	
8	15:00	
9	16:00	

Προσπάθησε να βάλεις τις τιμές της σκιάς στο διάγραμμα



4

Συμπεράσματα

Τι διαπίστωσα από την έρευνα που έκανα; Τι συμβαίνει το μεσημέρι;

Αυτό που διαπίστωσα ήταν αυτό που περίμενα; Γιατί;



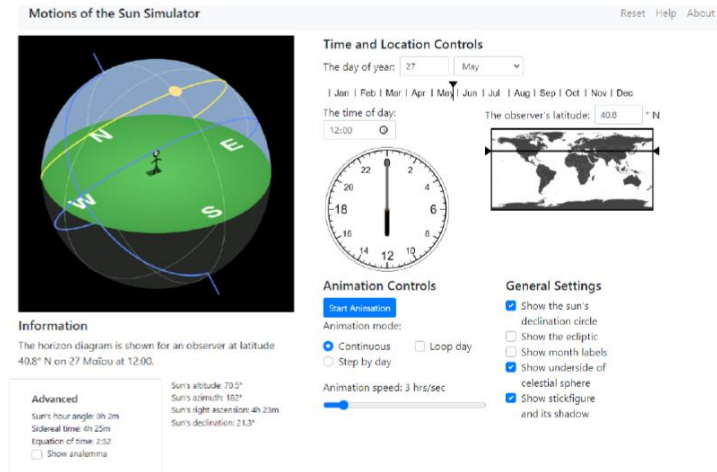
John Carmichael, Public domain, via Wikimedia Commons

Φύλλο εργασίας «εξοικείωση με την προσομοίωση»

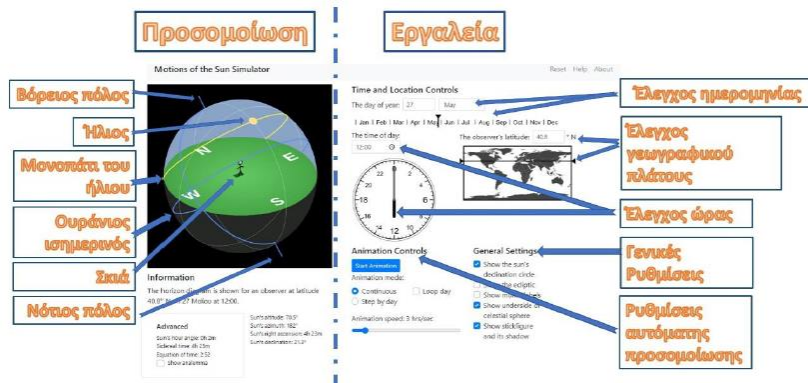
Προσομοίωση της φαινόμενης κίνησης του Ήλιου

Σύνδεσμος: <https://ccnmtl.github.io/astro-simulations/sun-motion-simulator/>

Ανοίγοντας το σύνδεσμο εμφανίζεται η παρακάτω εικόνα.



Η προσομοίωση χωρίζεται δύο βασικά μέρη: στο αριστερό τμήμα της προσομοίωσης και στο δεξί με τα εργαλεία. Ειδικότερα:



Το τμήμα στα αριστερά

Στο αριστερό τμήμα εμφανίζεται η εικόνα της προσομοίωσης. Στο κέντρο της εικόνας είναι ο παρατηρητής (observer) -εκεί που εμφανίζεται το ανθρωπάκι- ενώ το πράσινο επίπεδο είναι ο ορίζοντας (horizon) του δηλαδή όλη η περιοχή της γης που φτάνει το βλέμμα του.

Πάνω από τον παρατηρητή είναι η ουράνια σφαίρα (celestial sphere), ο ουρανός όπως θα λέγαμε.

Αναλυτικότερα:

- Στο κέντρο της εικόνας είναι ο παρατηρητής (observer) που στην προσομοίωση αναπαρίσταται με ένα ανθρωπάκι (stick figure) και η σκιά του της οποίας το μήκος θα εξετάσουμε.
- Ο πράσινος κύκλος είναι ο ορίζοντας (horizon) του παρατηρητή. Παρατήρησε τα 4 σημεία του ορίζοντα: N (north) = Βορράς, S (South) = Νότος, E (east) = Ανατολή, W (west) = Δύση
- Πάνω από τον παρατηρητή είναι ουράνια σφαίρα (celestial sphere), ο ουρανός, όπου βρίσκονται όλα τα ουράνια αντικείμενα. Στη συγκεκριμένη προσομοίωση φαίνεται μόνο ο Ήλιος (Sun). Αν είχε προβλεφθεί να εμφανίζεται η Σελήνη, οι πλανήτες ή / και τα αστέρια, θα εμφανιζόταν και αυτά στην ουράνια σφαίρα.
- Παρατήρησε το γαλάζιο τμήμα του κύκλου (τόξο) που περνά από την Ανατολή και τη Δύση. Είναι ένας κύκλος παράλληλος με τον ισημερινό της Γης και συνήθως αναφέρεται ως «ουράνιος ισημερινός» (celestial equator).

— “ ”

Τώρα η σειρά σου

Δοκίμασε να περάσεις το ποντίκι πάνω από τον γαλάζιο κύκλο. Συμπλήρωσε το μήνυμα που εμφανίζεται _____. Πως μεταφράζεται στα ελληνικά;

- Κάθετα στον «ουράνιο ισημερινό» εμφανίζεται ένα ημικύκλιο που καταλήγει σε δύο ευθύγραμμα τμήματα που εξέρχουν από την ουράνια σφαίρα (celestial sphere). Τα δύο ευθύγραμμα τμήματα είναι οι άκρες του νοητού άξονα περιστροφής της Γης, ο Βόρειος και ο Νότιος Πόλος, ενώ το γαλάζιο ημικύκλιο που τους συνδέει είναι ο πρώτος ωριαίος κύκλος (prime hour circle), ο κύκλος αντίστοιχος των μεσημβρινών που χρησιμοποιούν οι αστρονόμοι για να προσδιορίσουν τη θέση των ουράνιων σωμάτων.

Τώρα η σειρά σου

Δοκίμασε να περάσεις το ποντίκι πάνω από το γαλάζιο ημικύκλιο που είναι κάθετο στον ουράνιο ισημερινό. Ποιο μήνυμα εμφανίζεται; _____

Πως μεταφράζεται; _____

- Η κίτρινη βούλα είναι ο ήλιος (sun), ενώ το κίτρινο τόξο (= τμήμα κύκλου) είναι η διαδρομή του ήλιου στον ουρανό – το ημερήσιο μονοπάτι του ήλιου (sun's declination). Όπως βλέπεις είναι παράλληλο στον ουράνιο ισημερινό.

Τώρα η σειρά σου

Δοκίμασε να περάσεις το ποντίκι πάνω από το κίτρινο τόξο. Ποιο μήνυμα εμφανίζεται; _____

Πως μεταφράζεται; _____

- Ακριβώς κάτω από την εικόνα δίνονται οι πληροφορίες της συγκεκριμένης στιγμής:
"Information
The horizon diagram is shown for an observer at latitude $40,8^{\circ}$ N on 27 Μαΐου at 12:00"
Δηλαδή
" Πληροφορία
Το διάγραμμα του ορίζοντα για έναν παρατηρητή (που βρίσκεται) σε γεωγραφικό πλάτος $40,8^{\circ}$ Βόρειο, στις 27 Μαΐου στις 12:00."

Κάτω από τις πληροφορίες δίνονται και κάποια επιπλέον στοιχεία με τα οποία δεν θα ασχοληθούμε

Το τμήμα στα δεξιά

Εδώ βρίσκονται τα εργαλεία ελέγχου του χρόνου και της τοποθεσίας (Time and Location controls) με τα οποία αλλάζουμε ή ελέγχουμε το χρόνο ή/και τη θέση του παρατηρητή

Αναλυτικότερα:

1. Έλεγχος / Χειριστήριο ημερομηνίας

- Μπορούμε να μεταβάλλουμε την ημερομηνία, day of the year, εισάγοντας οποιαδήποτε ημερομηνία θέλουμε. Ακριβώς κάτω από την ημερομηνία υπάρχει η ζώνη με τους μήνες. Στον Μάιο (May) υπάρχει ένας δείκτης (βελάκι). Μπορούμε αντί να αλλάζουμε μία μία τις μέρες, να μετακινούμε τον δείκτη αυτό.

Τώρα η σειρά σου

Δοκίμασε να βάλεις στο πεδίο της ημέρας και του μήνα τις εξής ημερομηνίες: 21 Ιουνίου, 22 Σεπτεμβρίου και από τη ζώνη με τους μήνες τις ημερομηνίες 22 Δεκεμβρίου και 21 Μαρτίου και παρατήρησε πως αλλάζει η εικόνα στην προσομοίωση. Συμπλήρωσε στον πίνακα τη θέση του ήλιου σε σχέση με τον ουράνιο ισημερινό με τις παρακάτω φράσεις:

1. πάνω στον ουράνιο ισημερινό
2. πιο βόρεια από τον ουράνιο ισημερινό
3. πιο νότια από τον ουράνιο ισημερινό

	Ημερομηνία	Ο Ήλιος βρίσκεται
1	21 Ιουνίου	
2	22 Σεπτεμβρίου	
3	22 Δεκεμβρίου	
4	21 Μαρτίου	

2. Έλεγχος / Χειριστήριο ώρας (The time of day:)

Κάτω από τη ζώνη των μηνών υπάρχουν δύο σχήματα. Ένα ρολόι και ο χάρτης της Γης.

- Με το ρολόι μπορούμε να αλλάζουμε την ώρα, είτε βάζοντας όποια ώρα θέλουμε στο πεδίο "the time of the day" είτε μετακινώντας τους δείκτες στο ρολόι

Ας δουλέψουμε σαν επιστήμονες

Φύλλο εργασίας 4

Ομάδα _____

Τμήμα _____



Τι θα εξετάσω;

- Το ερώτημα που θα εξετάσω είναι αν η σκιά ενός στυλίου εξαρτάται από την ώρα της ημέρας

Τι πιστεύω ότι συμβαίνει; Γιατί;

- Επειδή ο ήλιος είναι πιο _____ (ψηλά/χαμηλά) το μεσημέρι, η σκιά θα είναι _____ (μεγαλύτερη/μικρότερη) το μεσημέρι

Ποιον παράγοντα θα μεταβάλλω

- Την ώρα



Βήμα 1° Διατυπώνω το ερώτημα

Ο επιστήμονας είναι συχνά υπερδεμένος, οπότε πρέπει να ξεκαθαρίσει τι ακριβώς θα εξετάσει.

Βήμα 2° Διατυπώνω την υπόθεση

Ποια σχέση πιστεύω ότι υπάρχει ανάμεσα σε αυτά που εξετάζω;

Βήμα 3° Έλεγχος μεταβλητών

Σε κάθε φαινόμενο που μελετάμε εμπλέκονται πολλοί παράγοντες.

Για να μπορούμε να βρούμε πως επηρεάζει ο καθένας το φαινόμενο, θα πρέπει να τους εξετάσουμε έναν, έναν ξεχωριστά.

Δηλαδή αλλάζουμε μόνο ένα παράγοντα, μετράμε αυτόν που μας ενδιαφέρει και διατηρούμε τους άλλους σταθερούς

2

Ποιον παράγοντα θα μετρήσω

- Το μήκος της σκιάς

Ποιους παράγοντες θα διατηρήσω σταθερούς;

- Την ημερομηνία
- Το γεωγραφικό πλάτος



Πώς θα κάνω μία δοκιμή;

- Θα δοκιμάσω αν πράγματι αλλάζει το μήκος της σκιάς με την πάροδο της ώρας με ανάλογο τρόπο. Έτσι στην προσομοίωση επιλέγω διάφορες ημερομηνίες και διαφορετικά γεωγραφικά πλάτη και ελέγχω αν το μήκος της σκιάς αλλάζει με τον ίδιο τρόπο, όταν αλλάζει η ώρα. Χρησιμοποίησα
- τις ημερομηνίες _____ και _____
- Τα γεωγραφικά πλάτη _____ και _____
- Παρατηρώ ότι _____

Βήμα 3° Έλεγχος μεταβλητών

Σε κάθε φαινόμενο που μελετάμε εμπλέκονται πολλοί παράγοντες.

Για να μπορούμε να βρούμε πως επηρεάζει ο καθένας το φαινόμενο, θα πρέπει να τους εξετάσουμε έναν, έναν ξεχωριστά.

Δηλαδή αλλάζουμε μόνο ένα παράγοντα, μετράμε αυτόν που μας ενδιαφέρει και διατηρούμε τους άλλους σταθερούς

Βήμα 4° Δοκιμή

Μήπως έχω παραβλέψει κάποιον παράγοντα;

Μπορώ με το πείραμα μου να απαντήσω στο αρχικό μου ερώτημα;

3



Τιμές σταθερών μεταβλητών		
Γεωγραφικό πλάτος	_____	
Ημερομηνία	_____	
Μέτρηση	Ώρα (h:min)	Μήκος σκιάς (cm)
1	08:00	
2	09:00	
3	10:00	
4	11:00	
5	12:00	
6	13:00	
7	14:00	
8	15:00	
9	16:00	
10	17:00	

Πίνακας μετρήσεων

Μετρήσεις του μήκους της σκιάς μιας ράβδου σε σχέση με την ώρα για συγκεκριμένο γεωγραφικό πλάτος και ημερομηνία



Διάγραμμα Μόνο για τη Β' Γυμνασίου

Το μήκος της σκιάς μιας ράβδου σε
σχέση με την ώρα για συγκεκριμένη
ημερομηνία και γεωγραφικό πλάτος



The diagram illustrates the Earth's rotation and the resulting day and night cycle. The Earth is shown as a globe with a vertical axis of rotation. The left side of the globe is labeled 'Earth day' and the right side is labeled 'Night'. The Sun is depicted as a large yellow sphere on the left, and the Moon is shown as a smaller yellow sphere on the right. The Earth's axis is tilted, and the labels 'Earth', 'Sun', and 'Moon' are placed near their respective objects. The diagram is set against a dark blue background with white stars.

Τι λένε τα αποτελέσματα

- Από τον πίνακα και το διάγραμμα φαίνεται ότι καθώς η ώρα πλησιάζει στο μεσημέρι, η σκιά του στύλου _____ (μικραίνει/μεγαλώνει).

Συμπέρασμα

- Η σκιά του στύλου και όλων των σωμάτων είναι η _____ (μικρότερη/μεγαλύτερη) το μεσημέρι όταν ο ήλιος είναι στο _____ (ψηλότερο/χαμηλότερο) σημείο της τροχιάς του

Αναστοχασμός

- Η αρχική μου υπόθεση (βήμα 2) _____ (επιβεβαιώθηκε/δεν επιβεβαιώθηκε)
- Αυτό που δεν περίμενα να βρω ήταν ότι _____
- Κάποια στιγμή θα ξανακάνω το πείραμα αλλάζοντας τα εξής :

1. _____
2. _____
3. _____



Βήμα 6° Ερμηνεύω τα αποτελέσματα

Προσπαθώ να εκφράσω με λόγια τα στοιχεία που βρήκα όταν έκανα το πείραμα

Βήμα 7° Διατυπώνω το συμπέρασμα

Ποια σχέση πιστεύω ότι υπάρχει ανάμεσα σε αυτά που εξετάζω,

Βήμα 8° Αναστοχασμός

Συγκρίνω το συμπέρασμα με την αρχική μου υπόθεση. Αν συμφωνούν, οι επιστήμονες θα αναζητήσουν νέο πείραμα για να δουν αν θα ισχύει και πάλι.

Αν δεν συμφωνεί, θα πρέπει να αλλάξουν την υπόθεση ώστε να συμφωνεί με τα στοιχεία. Τα κανονόρια στοιχεία θα τους οδηγήσουν σε νέα έρευνα (βήμα 2°)

7

Συζήτηση στην ομάδα

- Με την ομάδα μας συζητάμε:
- Τι μας δυσκόλεψε
- Τι θα πρέπει να προσέξουμε αν ξανακάνουμε το πείραμα

Αναφορά

- Γράφουμε την αναφορά μας και την ανακοινώνουμε στην τάξη:
- «Το ερώτημα που μας απασχόλησε ήταν _____. Για να δούμε τι συμβαίνει εργαστήκαμε ως εξής _____
- Τα αποτελέσματα μας έδειξαν ότι _____
- δυσκόλεψε / εντυπωσίασε _____
- Την άλλη φορά θα _____

Ακούμε τι βρήκαν οι άλλοι

- Ακόμη προσεκτικά τους άλλους επιστήμονες!



Βήμα 9° Συζήτηση

Οι επιστήμονες ανακοινώνουν τα ευρήματά τους και το πως εργάστηκαν σε άλλους επιστήμονες και ανταλλάσσουν απόψεις.

Γράφουμε την αναφορά μας, μία παράγραφο με τα εξής:

- Το ερώτημα
- Τι κάναμε
- Τι βρήκαμε
- Τι μας δυσκόλεψε
- Τι θα πρέπει να προσέξουμε την επόμενη φορά

Ανακοινώνουμε στην τάξη την αναφορά μας

8

Απαντήσεις

Απαντήσεις

- Τι θα εξετάσω;
- Το ερώτημα που θα εξετάσω είναι αν η σκιά ενός στύλου εξαρτάται από την ώρα της ημέρας
- Τι πιστεύω ότι συμβαίνει Γιατί;
- Επειδή ο ήλιος είναι πιο ψηλά (ψηλά/χαμηλά) το μεσημέρι, η σκιά θα είναι μικρότερη (μεγαλύτερη/μικρότερη) το μεσημέρι
- Ποιον παράγοντα θα μεταβάλλω;
- Την ώρα



Βήμα 1°

Διατυπώνω το ερώτημα

Ο επιστήμονας είναι συχνά μπερδεμένος, οπότε πρέπει να ξεκαθαρίσει τι ακριβώς θα εξετάσει.

Βήμα 2°

Διατυπώνω την υπόθεση

Ποια σχέση πιστεύω ότι υπάρχει ανάμεσα σε αυτά που εξετάζω;

Βήμα 3°

Έλεγχος μεταβλητών

Σε κάθε φαινόμενο που μελετάμε εμπλέκονται πολλοί παράγοντες.

Για να μπορούμε να βρούμε πως επηρεάζει ο καθένας το φαινόμενο, θα πρέπει να τους εξετάσουμε έναν, έναν ξεχωριστά.

Δηλαδή αλλάζουμε μόνο ένα παράγοντα, μετράμε αυτόν που μας ενδιαφέρει και διατηρούμε τους άλλους σταθερούς

2

- Ποιον παράγοντα θα μετρήσω;
- Το μήκος της σκιάς
- Ποιους παράγοντες θα διατηρήσω σταθερούς;
- Την ημερομηνία
 - Το γεωγραφικό πλάτος
- Πώς θα κάνω μία δοκιμή;
- Θα δοκιμάσω αν πράγματι αλλάζει το μήκος της σκιάς με την πάροδο της ώρας με ανάλογο τρόπο. Έτσι στην προσομοίωση επιλέγω διάφορες ημερομηνίες και διαφορετικά γεωγραφικά πλάτη και ελέγχω αν το μήκος της σκιάς αλλάζει με τον ίδιο τρόπο, όταν αλλάζει η ώρα. Χρησιμοποίηση
 - τις ημερομηνίες 21 Μαρτίου και 21 Ιουνίου.
 - Τα γεωγραφικά πλάτη 40° N (Βόρειο) και 30° Βόρειο
 - Παρατηρώ ότι σε όλες τις περιπτώσεις η σκιά γίνεται μικρότερη το μεσημέρι.



Βήμα 3°

Έλεγχος μεταβλητών

Σε κάθε φαινόμενο που μελετάμε εμπλέκονται πολλοί παράγοντες.

Για να μπορούμε να βρούμε πως επηρεάζει ο καθένας το φαινόμενο, θα πρέπει να τους εξετάσουμε έναν, έναν ξεχωριστά.

Δηλαδή αλλάζουμε μόνο ένα παράγοντα, μετράμε αυτόν που μας ενδιαφέρει και διατηρούμε τους άλλους σταθερούς

Βήμα 4°

Δοκιμή

Μήπως έχω παραβλέψει κάποιοι παράγοντα;

Μπορώ με το πείραμα μου να απαντήσω στο αρχικό μου ερώτημα;

3

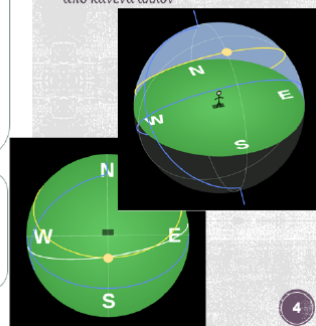
Απαντήσεις

- Τι υλικά θα χρειαστώ;
- Θα δουλέψω με την προσομοίωση, <https://ccnmtl.github.io/astro-simulations/sun-motion-simulator/> άρα θα χρειαστώ:
 - Υπολογιστή και δίκτυο.
 - Ένα χάρτινο χάρακα για να μετράω πάνω στην οθόνη του υπολογιστή.
- Πώς θα εργαστώ;
- Θα μετακινήσω το παράθυρο της προσομοίωσης ώστε να βλέπω τη σκιά από ψηλά αλλά ακριβώς από επάνω της και θα συμπληρώσω τον πίνακα.
 - Επιλέγω τις τιμές των μεταβλητών που δεν θα μεταβάλλω και τις κρατώ σταθερές, δηλαδή
 - Γεωγραφικό πλάτος = 40° N (αλλά και όποια τιμή επιλέξουν. Θα είχε ενδιαφέρον κάθε ομάδα να είχε διαφορετικό πλάτος.)
 - Ημερομηνία = Ημερομηνία = 2 Μαρτίου αλλά και όποια τιμή επιλέξουν. Θα είχε ενδιαφέρον κάθε ομάδα να είχε διαφορετική ημερομηνία)
- Κάνω το πείραμα
- Αλλάζω μόνο την ώρα και με το χάρτινο χάρακα μετράω το μήκος της σκιάς.
 - Αν η σκιά βγαίνει έξω από τον οριζόντια (πράσινο κύκλο) αλλάζω ημερομηνία.
 - Στο προηγούμενο στάδιο της «Δοκιμής» θα μπορούσα να βρω μία ημερομηνία που να μπορώ να πάρω αρκετές μετρήσεις της σκιάς

Βήμα 5°

Σχεδιασμός και εκτέλεση του πειράματος

Με βάση όλα τα προηγούμενα οι επιστήμονες σχεδιάζουν το πείραμα που πολλές φορές δεν έχει ξαναγίνει από κανένα άλλον



4

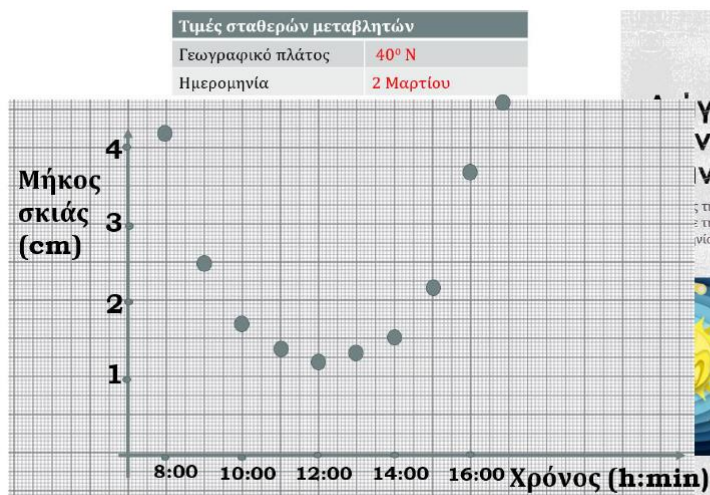
Τιμές σταθερών μεταβλητών		
Γεωγραφικό πλάτος	40° N	
Ημερομηνία	2 Μαρτίου	
Μέτρηση	Ωρα (h:min)	Μήκος σκιάς (cm)
1	08:00	Μεγαλύτερο από 4,2
2	09:00	2,5
3	10:00	1,7
4	11:00	1,4
5	12:00	1,2
6	13:00	1,3
7	14:00	1,5
8	15:00	2,2
9	16:00	3,7
10	17:00	Μεγαλύτερο από 4,2
11		
12		
13		

Πίνακας μετρήσεων

Μετρήσεις του μήκους της σκιάς μιας ράβδου σε σχέση με την ώρα για συγκεκριμένο γεωγραφικό πλάτος και ημερομηνία

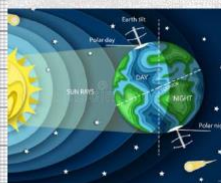


5



Γράμμα νο για τη Β' νασίου

της σκιάς μιας ράβδου σε την ώρα για συγκεκριμένη νία και γεωγραφικό πλάτος



6

Τι λένε τα αποτελέσματα

- Από τον πίνακα και το διάγραμμα φαίνεται ότι καθώς η ώρα πλησιάζει στο μεσημέρι, η σκιά του στύλου μικραίνει (μικραίνει/μεγαλώνει).

Συμπέρασμα

- Η σκιά του στύλου και όλων των σωμάτων είναι η μικρότερη (μικρότερη/μεγαλύτερη) το μεσημέρι όταν ο ήλιος είναι στο ψηλότερο (ψηλότερο/χαμηλότερο) σημείο της τροχιάς του

Αναστοχασμός

- Η αρχική μου υπόθεση (βήμα 2) επιβεβαιώθηκε (επιβεβαιώθηκε/δεν επιβεβαιώθηκε)
- Αυτό που δεν περίμενα να βρω ήταν ότι το ρόλο του ήλιου. Όταν είναι χαμηλά στον ουρανό (το πρωί ή αργά το απόγευμα) οι σκιές είναι μεγάλες ενώ όταν είναι ψηλά στον ουρανό, το μεσημέρι, οι σκιές είναι μικρές
- Αρχικά είχα διαλέξει άλλη ημερομηνία και οι σκιές ήταν τόσο μεγάλες που δεν μπορούσα να τις μετρήσω. Οπότε άλλαξα την ημερομηνία και ξεκίνησα ξανά το «πείραμα» (τη λήψη μετρήσεων)
- Κάποια στιγμή θα ξανακάνω το πείραμα αλλάζοντας τα εξής:
 1. την ημερομηνία
 2. το γεωγραφικό πλάτος
 3.

Βήμα 6° Ερμηνεύω τα αποτελέσματα

Προσπαθώ να εκφράσω με λόγια τα στοιχεία που βρήκα όταν έκανα το πείραμα

Βήμα 7° Διατυπώνω το συμπέρασμα

Ποια σχέση πιστεύω ότι υπάρχει ανάμεσα σε αυτά που εξετάζω;

Βήμα 8° Αναστοχασμός

Συγκρίνω το συμπέρασμα με την αρχική μου υπόθεση. Αν συμφωνούν, οι επιστήμονες θα αναζητήσουν νέο πείραμα για να δουν αν θα ισχύει και πάλι.

Αν δεν συμφωνεί, θα πρέπει να αλλάξουν την υπόθεση ώστε να συμφωνεί με τα στοιχεία. Τα καινούρια στοιχεία θα τους οδηγήσουν σε νέα έρευνα (βήμα 2°)

7

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

Βαθμολογία στην ομάδα

- Με την ομάδα μας συζητάμε:
 - Τι μας δυσκόλεψε
 - Τι θα πρέπει να προσέξουμε αν ξανακάνουμε το πείραμα
 - **Με δυσκόλεψε η μέτρηση πάνω στην οθόνη του υπολογιστή. Ευτυχώς ο χάρτινος χάρακας ήταν ευλύγιστος και δεν χάραξα την οθόνη.**
 - **Επίσης η σκιά είχε «πάχος» και δεν μπορούσα να μετρήσω πάντα στο μέσο της. Θα προτιμούσα μια πιο «λεπτή» σκιά (ή μία μύτη στην άκρη της)**

Αναφορά

- Γράφουμε την αναφορά μας και την ανακοινώνουμε στην τάξη:
- «Το ερώτημα που μας απασχόλησε ήταν _____. Για να δούμε τι συμβαίνει εργαστήκαμε ως εξής _____
_____. Τα αποτελέσματα μας έδειξαν ότι _____
_____. Μας δυσκόλεψε / _____
- Την άλλη φορά θα _____

Ακούστε οι βρήκαν οι άλλοι

- Ακούμε προσεκτικά τους άλλους επιστήμονες!



Βήμα 9ο Συζήτηση

Οι επιστήμονες ανακοινώνουν τα ευρήματά τους και το πώς εργάστηκαν σε άλλους επιστήμονες και ανταλλάσσουν απόψεις.

Γράφουμε την αναφορά μας, μία παράγραφο με τα εξής:

- Το ερώτημα
- Τι κάναμε
- Τι βρήκαμε
- Τι μας δυσκόλεψε
- Τι θα πρέπει να προσέξουμε την επόμενη φορά

Ανακοινώνουμε στην τάξη την αναφορά μας

Ας δουλέψουμε σαν επιστήμονες

Φύλλο εργασίας 4b

Ομάδα _____

Τμήμα _____



Τι θα εξετάσω;

- Το ερώτημα που θα εξετάσω είναι αν η σκιά ενός στύλου εξαρτάται από την ημερομηνία

Τι πιστεύω ότι συμβαίνει; Γιατί;

- Θα μελετήσω το πως αλλάζει η σκιά του δείκτη όταν αλλάζει η ημερομηνία. Για την περιοχή στην οποία ζω ($\varphi = 40^\circ$) οι σκιές _____ (μεγαλώνουν/μικραίνουν) όταν είναι καλοκαίρι και _____ (μικραίνουν/μεγαλώνουν) τον χειμώνα

Ποιον παράγοντα θα μεταβάλλω

- Θα μεταβάλλω την _____



Βήμα 1°

Διατυπώνω το ερώτημα

Ο επιστήμονας είναι συχνά μπερδεμένος, οπότε πρέπει να ξεκαθαρίσει τι ακριβώς θα εξετάσει.

Βήμα 2°

Διατυπώνω την υπόθεση

Ποια σχέση πιστεύω ότι υπάρχει ανάμεσα σε αυτά που εξετάζω;

Βήμα 3°

Έλεγχος μεταβλητών

Σε κάθε φαινόμενο που μελετάμε εμπλέκονται πολλοί παράγοντες.

Για να μπορούμε να βρούμε πως επηρεάζει ο καθένας το φαινόμενο, θα πρέπει να τους εξετάσουμε έναν, έναν ξεχωριστά.

Δηλαδή αλλάζουμε μόνο ένα παράγοντα, μετράμε αυτόν που μας ενδιαφέρει και διατηρούμε τους άλλους σταθερούς

Ποιον παράγοντα θα μετρήσω

- Το μήκος της σκιάς

Ποιους παράγοντες θα διατηρήσω σταθερούς;

- Την ώρα
- Το _____

Πώς θα κάνω μία δοκιμή;

- Θα δοκιμάσω αν πράγματι αλλάζει το μήκος της σκιάς με την _____. Έτσι στην προσομοίωση επιλέγω διάφορες ώρες και διαφορετικά γεωγραφικά πλάτη και ελέγχω αν το μήκος της σκιάς αλλάζει με τον ίδιο τρόπο, όταν αλλάζει η ημερομηνία. Χρησιμοποίησα
- τις ώρες _____ και _____
- Τα γεωγραφικά πλάτη _____ και _____
- Παρατηρώ ότι _____



Βήμα 3ο Έλεγχος μεταβλητών

Σε κάθε φαινόμενο που μελετάμε εμπλέκονται πολλοί παράγοντες.

Για να μπορούμε να βρούμε πώς επηρεάζει ο καθένας το φαινόμενο, θα πρέπει να τους εξετάσουμε έναν, έναν ξεχωριστά.

Δηλαδή αλλάζουμε μόνο ένα παράγοντα, μετράμε αυτόν που μας ενδιαφέρει και διατηρούμε τους άλλους σταθερούς.

Βήμα 4ο Δοκιμή

Μήπως έχω παραβλέψει κάποιον παράγοντα;

Μπορώ με το πείραμα μου να απαντήσω στο αρχικό μου ερώτημα;

3

Τι υλικά θα χρειαστώ

- Θα δουλέψω με την προσομοίωση, <https://ccnmtl.github.io/astro-simulations/sun-motion-simulator/> άρα θα χρειαστώ:
- _____
- _____
- _____

Πώς θα εργαστώ;

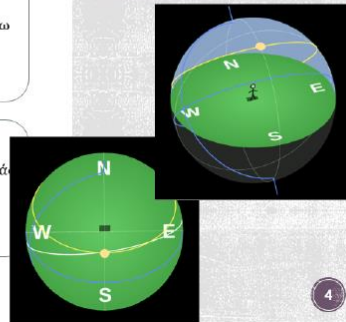
- Θα χρησιμοποιήσω _____
- _____
- Επιλέγω τις τιμές των μεταβλητών που δεν θα μεταβάλλω και τις κρατώ σταθερές, δηλαδή
- Ώρα = 12:00 μμ
- Γεωγραφικό πλάτος = 40° N (Βόρειο)

Κάνω το πείραμα

- Αλλάζω μόνο την _____ και με το χάρτινο χάρακα μετράω το _____
- Συμπληρώνω τον πίνακα

Βήμα 5ο Σχεδιασμός και εκτέλεση του πειράματος

Με βάση όλα τα προηγούμενα οι επιστήμονες σχεδιάζουν το πείραμα που πολλές φορές δεν έχει ξαναγίνει από κανένα άλλον



4

Τιμές σταθερών μεταβλητών

Γεωγραφικό πλάτος	_____
Ώρα	_____

Μέτρηση	Ημερομηνία	Μήκος σκιάς (cm)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

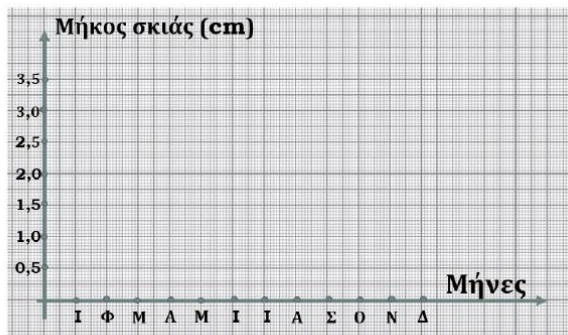
Πίνακας μετρήσεων

Μετρήσεις του μήκους της σκιάς μιας ράβδου σε σχέση με την ώρα για συγκεκριμένο γεωγραφικό πλάτος και ημερομηνία



5

Τιμές σταθερών μεταβλητών	
Γεωγραφικό πλάτος	_____
Ωρα	_____



Τι λένε τα αποτελέσματα

- Το μήκος της σκιάς _____ (μεγαλώνει/μικραίνει) όταν _____

Συμπέρασμα

- Ο ήλιος είναι πιο _____ (ψηλά/χαμηλά) στον ουρανό, όταν _____

Αναστοχασμός

- Η αρχική μου υπόθεση _____ (επιβεβαιώθηκε / δεν επιβεβαιώθηκε) γιατί _____
- Αυτό που μου έκανε εντύπωση ήταν _____
- _____



Συζήτηση στην ομάδα

- Αυτό που μας δυσκόλεψε ήταν _____
- _____
- Όταν ξανακάνουμε το πείραμα θα αλλάξουμε _____

Αναφορά

- Γράφουμε την αναφορά μας και την ανακοινώνουμε στην τάξη:
- «Το ερώτημα που μας απασχόλησε ήταν _____. Για να δούμε τι συμβαίνει εργαστήκαμε ως εξής _____
- Τα αποτελέσματα μας έδειξαν ότι _____. Μας δυσκόλεψε _____
- εντυπωσίασε _____
- Την άλλη φορά θα _____

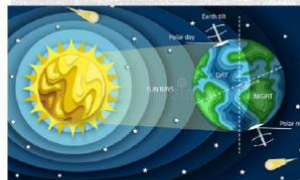
Ακούμε τα βρήκαν οι άλλοι

- Ακούμε προσεκτικά τους άλλους επιστήμονες!



Διάγραμμα Μόνο για τη Β' Γυμνασίου

Το μήκος της σκιάς μιας ράβδου σε σχέση με την ώρα για συγκεκριμένη ημερομηνία και γεωγραφικό πλάτος



6

Βήμα 6° Ερμηνεύω τα αποτελέσματα

Προσπαθώ να εκφράσω με λόγια τα στοιχεία που βρήκα όταν έκανα το πείραμα

Βήμα 7° Διατυπώνω το συμπέρασμα

Ποια σχέση πιστεύω ότι υπάρχει ανάμεσα σε αυτά που εξετάζω;

Βήμα 8° Αναστοχασμός

Συγκρίνω το συμπέρασμα με την αρχική μου υπόθεση. Αν συμφωνούν, οι επιστήμονες θα αναζητήσουν νέο πείραμα για να δουν αν θα ισχύει και πάλι.

Αν δεν συμφωνεί, θα πρέπει να αλλάξουν την υπόθεση ώστε να συμφωνεί με τα στοιχεία. Τα καινούρια στοιχεία θα τους οδηγήσουν σε νέα έρευνα (βήμα 2°)

7

Βήμα 9° Συζήτηση

Οι επιστήμονες ανακοινώνουν τα ευρήματά τους και το πως εργάστηκαν σε άλλους επιστήμονες και ανταλλάσσουν απόψεις.

Γράφουμε την αναφορά μας, μία παράγραφο με τα εξής:

- Το ερώτημα
- Τι κάναμε
- Τι βρήκαμε
- Τι μας δυσκόλεψε
- Τι θα πρέπει να προσέξουμε την επόμενη φορά

Ανακοινώνουμε στην τάξη την αναφορά μας

8

Ας δουλέψουμε σαν επιστήμονες

Φύλλο εργασίας 4ε

Ομάδα _____

Τμήμα _____



Τι θα εξετάσω;

- Το ερώτημα που θα εξετάσω είναι _____
- _____

Τι πιστεύω ότι συμβαίνει; Γιατί;

- _____
- _____
- _____

Ποιον παράγοντα θα μεταβάλλω

- Θα μεταβάλλω _____



Βήμα 1°

Διατυπώνω το ερώτημα

Ο επιστήμονας είναι συχνά μπερδεμένος, οπότε πρέπει να ξεκαθαρίσει τι ακριβώς θα εξετάσει.

Βήμα 2°

Διατυπώνω την υπόθεση

Ποια σχέση πιστεύω ότι υπάρχει ανάμεσα σε αυτά που εξετάζω;

Βήμα 3°

Έλεγχος μεταβλητών

Σε κάθε φαινόμενο που μελετάμε εμπλέκονται πολλοί παράγοντες.

Για να μπορούμε να βρούμε πως επηρεάζει ο καθένας το φαινόμενο, θα πρέπει να τους εξετάσουμε έναν, έναν ξεχωριστά.

Δηλαδή αλλάζουμε μόνο ένα παράγοντα, μετράμε αυτόν που μας ενδιαφέρει και διατηρούμε τους άλλους σταθερούς

2

Ποιον παράγοντα θα μετρήσω

- Θα μετρήσω _____

Ποιους παράγοντες θα διατηρήσω σταθερούς;

- _____
- _____



Πώς θα κάνω μία δοκιμή;

- Θα δοκιμάσω αν πράγματι αλλάζει _____
- _____
- _____

Βήμα 3°

Έλεγχος μεταβλητών

Σε κάθε φαινόμενο που μελετάμε εμπλέκονται πολλοί παράγοντες.

Για να μπορούμε να βρούμε πως επηρεάζει ο καθένας το φαινόμενο, θα πρέπει να τους εξετάσουμε έναν, έναν ξεχωριστά.

Δηλαδή αλλάζουμε μόνο ένα παράγοντα, μετράμε αυτόν που μας ενδιαφέρει και διατηρούμε τους άλλους σταθερούς

Βήμα 4°

Δοκιμή

Μήπως έχω παραβλέψει κάποιον παράγοντα;

Μπορώ με το πείραμα μου να απαντήσω στο αρχικό μου ερώτημα;

3

Τι υλικά θα
χρειαστώ;

- Θα δουλέψω με την προσομοίωση, <https://ccnmtl.github.io/astro-simulations/sun-motion-simulator/> άρα θα χρειαστώ:
- _____
- _____
- _____

Πώς θα
εργαστώ;

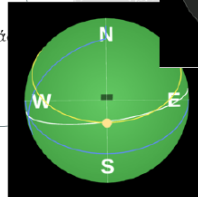
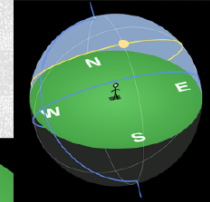
- Θα χρησιμοποιήσω _____
- _____
- Επιλέγω τις τιμές των μεταβλητών που δεν θα μεταβάλλω και τις κρατώ σταθερές, δηλαδή
- Ώρα = 12:00 μμ
- Ημερομηνία: 21 Μαρτίου

Κάνω το
πείραμα

- Αλλάζω μόνο την _____ και με το χάρτινο χάρακα μετράω το _____
- Συμπληρώνω τον πίνακα

Βήμα 5^ο Σχεδιασμός και εκτέλεση του πειράματος

Με βάση όλα τα προηγούμενα οι επιστήμονες σχεδιάζουν το πείραμα που πολλές φορές δεν έχει ξαναγίνει από κανένα άλλον



4

Τιμές σταθερών μεταβλητών

Μέτρηση		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Προσοχή:

Αν η σκιά αλλάξει κατεύθυνση θα πρέπει να πάρει αρνητική τιμή.
Αν πάρουμε μετρήσεις σε Νότια γεωγραφικά πλάτη και πάλι θα πρέπει να θεωρήσουμε ότι θα πάρουν αρνητική τιμή

Πίνακας μετρήσεων

Μετρήσεις του μήκους της σκιάς μιας ράβδου σε σχέση με την ώρα για συγκεκριμένο γεωγραφικό πλάτος και ημερομηνία



5

Τιμές σταθερών μεταβλητών

Ημερομηνία	_____
Ώρα	_____

Προσοχή:

Αν η σκιά αλλάξει κατεύθυνση θα πρέπει να πάρει αρνητική τιμή.
Αν πάρουμε μετρήσεις σε Νότια γεωγραφικά πλάτη και πάλι θα πρέπει να θεωρήσουμε ότι θα πάρουν αρνητική τιμή



Διάγραμμα Μόνο για τη Β' Γυμνασίου

Το μήκος της σκιάς μιας ράβδου σε σχέση με την ώρα για συγκεκριμένη ημερομηνία και γεωγραφικό πλάτος



6

- Τι λένε τα αποτελέσματα
- Το μήκος της σκιάς _____ (μεγαλώνει/μικραίνει) όταν _____
- Ο ήλιος είναι πιο _____ (ψηλά/χαμηλά) στον ουρανό, όταν _____
- Η αρχική μου υπόθεση _____ (επιβεβαιώθηκε / δεν επιβεβαιώθηκε) γιατί _____
- Αυτό που μου έκανε εντύπωση ήταν _____
- _____
- _____

Βήμα 6^ο Ερμηνεύω τα αποτελέσματα

Προσπαθώ να εκφράσω με λόγια τα στοιχεία που βρήκα όταν έκανα το πείραμα

Βήμα 7^ο

Διατυπώνω το συμπέρασμα

Ποια σχέση πιστεύω ότι υπάρχει ανάμεσα σε αυτά που εξετάζω;

Βήμα 8^ο Αναστοχασμός

Συγκρίνω το συμπέρασμα με την αρχική μου υπόθεση. Αν συμφωνούν, οι επιστήμονες θα αναζητήσουν νέο πείραμα για να δουν αν θα ισχύει και πάλι.

Αν δεν συμφωνεί, θα πρέπει να
αλλάξουν την υπόθεση ώστε να
συμφωνεί με τα στοιχεία. Τα καινούρια
στοιχεία θα τους οδηγήσουν σε νέα
έρευνα (βήμα 2^ο)

Ευχέτηση στην ομάδα

- Αυτό που μας δυσκόλεψε ήταν
 - _____
 - _____
- Όταν ξανακάνουμε το πείραμα θα αλλάξουμε _____
 - _____

Αναφορά

- Γράφουμε την αναφορά μας και την ανακοινώνουμε στην τάξη:
- «Το ερώτημα που μας απασχόλησε ήταν _____ Για να δούμε τι συμβαίνει εργαστήκαμε ως εξής _____
 _____ Τα αποτελέσματά μας έδειξαν ότι _____
 _____ Μας δυσκόλεψε _____
 εντυπωσίασε _____
- Την άλλη φορά θα _____

Ακούμε τι βρήκαν οι άλλοι

- Ακούμε προσεκτικά τους άλλους επιστήμονες!



Βήμα 9^ο Συζήτηση

Οι επιστήμονες ανακοινώνουν τα ευρήματα τους και το πως εργάστηκαν σε άλλους επιστήμονες και ανταλλάσσουν απόψεις.

Γράφουμε την αναφορά μας, μία παράγραφο με τα εξής:

- Το ερώτημα
- Τι κάναμε
- Τι βρήκαμε
- Τι μας δυσκόλεψε
- Τι θα πρέπει να προσέξουμε την επόμενη φορά

Ανακοινώνουμε στην τάξη την αναφορά μας

Απαντήσεις

Τι θα εξετάσω,

- Το ερώτημα που θα εξετάσω είναι αν η σκιά ενός στύλου εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος

Τι πιστεύω ότι συμβαίνει. Γιατί

- Όταν μικραίνει το γεωγραφικό πλάτος, δηλαδή πλησιάζουμε στον ισημερινό, οι σκιές γίνονται μικρότερες. Δεν γνωρίζω το λόγο

Ποιον παράγοντα θα μεταβάλλω

- Θα μεταβάλλω _____ το γεωγραφικό πλάτος _____



Βήμα 1°
Διατυπώνω το ερώτημα

Ο επιστήμονας είναι συχνά
μπερδεμένος, οπότε πρέπει να
ξεκαθαρίσει τι ακριβώς θα εξετάσει.

Βήμα 2^ο
Διατυπώνω την υπόθεση

Ποια σχέση πιστεύω ότι υπάρχει ανάμεσα σε αυτά που εξετάζω;

Βήμα 3ο

Έλεγχος μεταβλητών

Σε κάθε φαινόμενο που μελετάμε
εμπλέκονται πολλοί παράγοντες.

Για να μπορούμε να βρούμε πώς επηρεάζει ο καθένας το φαινόμενο, θα πρέπει να τους εξετάσουμε έναν, έναν ξεχωριστά.

Απλά, αλληλίζουμε μόνο ένα παράγοντα, μετράμε αυτόν που μας ενδιαφέρει και διατηρούμε τους άλλους σταθερούς.

Ποιον παράγοντα θα μετρήσω

- Θα μετρήσω το μήκος της σκιάς

Ποιους παράγοντες θα διατηρήσω σταθερούς

- Την ημερομηνία
- Την ώρα

Πώς θα κάνω μία δοκιμή;

- Θα δοκιμάσω αν πράγματι θα δοκιμάσω πως αλλάζει το μήκος της σκιάς με την/το γεωγραφικό πλάτος για διαφορετικές καταστάσεις:
- 12:00 μμ ώρα και 21 Μαρτίου
- 10:00 πμ ώρα και 21 Μαρτίου
- 12:00 μμ ώρα και 21 Ιουνίου
- Παρατηρώ ότι στις διαφορετικές ημερομηνίες η σκιά γίνεται μηδέν σε διαφορετικά γεωγραφικά πλάτη!!



Βήμα 3° Έλεγχος μεταβλητών

Σε κάθε φαινόμενο που μελετάμε εμπλέκονται πολλοί παράγοντες.

Για να μπορούμε να βρούμε πως επηρεάζει ο καθένας το φαινόμενο, θα πρέπει να τους εξετάσουμε έναν, έναν ξεχωριστά.

Δηλαδή αλλάζουμε μόνο ένα παράγοντα, μετράμε αυτόν που μας ενδιαφέρει και διατηρούμε τους άλλους σταθερούς

Βήμα 4° Δοκιμή

Μήπως έχω παραβλέψει κάποιον παράγοντα;

Μπορώ με το πείραμα μου να απαντήσω στο αρχικό μου ερώτημα;

3

Τι υλικά θα χρειαστώ

- Θα δουλέψω με την προσομοίωση, <https://ccnmtl.github.io/astro-simulations/sun-motion-simulator/> άρα θα χρειαστώ:
- Υπολογιστή και δίκτυο.
- Ένα χάρτινο χάρακα για να μετρώ πάνω στην οθόνη του υπολογιστή.

Πώς θα εργαστώ;

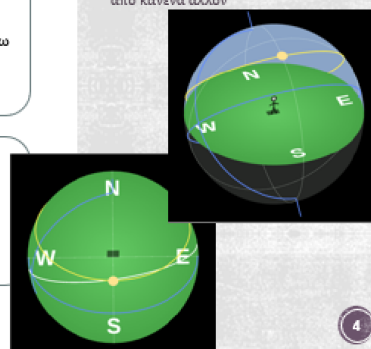
- Θα χρησιμοποιήσω το παράθυρο της προσομοίωσης έτσι ώστε να βλέπω τη σκιά από ψηλά αλλά ακριβώς από επάνω της και θα συμπληρώσω τον πίνακα.
- Επιλέγω τις τιμές των μεταβλητών που δεν θα μεταβάλλω και τις κρατώ σταθερές, δηλαδή
- Ώρα = 12:00 μμ
- Ημερομηνία: 21 Μαρτίου

Κάνω το πείραμα

- Αλλάζω μόνο το γεωγραφικό πλάτος και με το χάρτινο χάρακα μετρώ το μήκος της σκιάς
- Συμπληρώνω τον πίνακα

Βήμα 5° Σχεδιασμός και εκτέλεση του πειράματος

Με βάση όλα τα προηγούμενα οι επιστήμονες σχεδιάζουν το πείραμα που πολλές φορές δεν έχει ξαναγίνει από κανένα άλλον



4

Μέτρη ση	Γεωγραφικό πλάτος	Μήκος σκιάς (cm)	Τιμές σταθερών μεταβλητών	
			ώρα	12:00 μμ
1	70° N	3,2	ημερομηνία	21 Μαρτίου
2	60° N	2,0		
3	50° N	1,2		
4	40° N	1,0		
5	30° N	0,6		
6	20° N	0,3		
7	10° N	0,1		
8	0° N	0		
9	10° S	- 0,1 Προσοχή έχει φορά προς τον Νότο		
10	20° S	- 0,4		
11	30° S	- 0,6		
12	40° S	- 1,0		
13	50° S	- 1,2		

Προσοχή:
Αν η σκιά αλλάξει κατεύθυνση θα πρέπει να πάρει αρνητική τιμή.
Αν πάρουμε μετρήσεις σε Νότια γεωγραφικά πλάτη και πάλι θα πρέπει να θεωρήσουμε ότι θα πάρουν αρνητική τιμή

Πίνακας μετρήσεων

Μετρήσεις του μήκους της σκιάς μιας ράβδου σε σχέση με την ώρα για συγκεκριμένο γεωγραφικό πλάτος και ημερομηνία

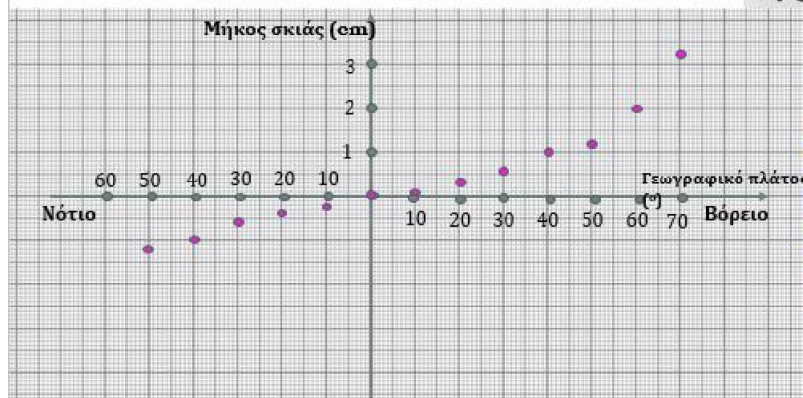


5

Τιμές σταθερών μεταβλητών	
ώρα	12:00 μμ
ημερομηνία	21 Μαρτίου

Προσοχή:

Αν η σκιά αλλάξει κατεύθυνση θα πρέπει να πάρει αρνητική τιμή.
Αν πάρουμε μετρήσεις σε Νότια γεωγραφικά πλάτη και πάλι θα πρέπει να θεωρήσουμε ότι θα πάρουν αρνητική τιμή



Διάγραμμα Μόνο για τη Β' Γυμνασίου

Ο μήκος της σκιάς μιας ράβδου σε η με την ώρα για συγκεκριμένη σημεία και γεωγραφικό πλάτος



6

Τι λένε τα αποτελέσματα

- Το μήκος της σκιάς μικραίνει (μεγαλώνει/μικραίνει) όταν πλησιάζουμε τον ισημερινό. Αφού τον περάσουμε, το μήκος πάλι αυξάνεται αλλά προς την αντίθετη φορά. Τώρα οι σκιές «δείχνουν» προς το Νότο

Συμπέρασμα

- Ο ήλιος ανεβαίνει ψηλότερα στον ορίζοντα καθώς πλησιάζουμε προς τον ισημερινό, επομένως το μήκος της σκιάς μικραίνει.
- Στο βόρειο ημισφαίριο ο ήλιος είναι προς το Νότο (άρα οι σκιές δείχνουν προς το Βορρά) ενώ το αντίθετο συμβαίνει στο νότιο ημισφαίριο

Αναστοχασμός

- Η αρχική μου υπόθεση _____ (επιβεβαιώθηκε / δεν επιβεβαιώθηκε) γιατί _____
- Αυτό που μου έκανε εντύπωση ήταν _____
- Δεν είχα φανταστεί ότι οι σκιές στο βόρειο ημισφαίριο γενικά δείχνουν προς το βορρά ενώ στο νότιο ημισφαίριο δείχνουν προς το νότο. Αυτό είναι πολύ παράξενο

Βήμα 6° Ερμηνεύω τα αποτελέσματα

Προσπαθώ να εκφράσω με λόγια τα στοιχεία που βρήκα όταν έκανα το πείραμα

Βήμα 7° Διατυπώνω το συμπέρασμα

Ποια σχέση πιστεύω ότι υπάρχει ανάμεσα σε αυτά που εξετάζω;

Βήμα 8° Αναστοχασμός

Συγκρίνω το συμπέρασμα με την αρχική μου υπόθεση. Αν συμφωνούν, οι επιστήμονες θα αναζητήσουν νέο πείραμα για να δουν αν θα ισχύει και πάλι.

Αν δεν συμφωνεί, θα πρέπει να αλλάξουν την υπόθεση ώστε να συμφωνεί με τα στοιχεία. Τα καινούρια στοιχεία θα τους οδηγήσουν σε νέα έρευνα (βήμα 2°)

7

Συζήτηση στην ομάδα

- Με δυσκόλεψε η εναλλαγή των ημισφαιρίων.
- Επίσης, η μέτρηση πάνω στην οθόνη του υπολογιστή. Ευτυχώς ο χάρτινος χάρακας ήταν ευλύγιστος και δεν χάραξε την οθόνη.
- Επίσης η σκιά είχε «πάχος» και δεν μπορούσα να μετρήσω πάντα στο μέσο της. Θα προτιμούσα μια πιο «λεπτή» σκιά (ή μία μύτη στην άκρη της)

Αναφορά

- Γράφουμε την αναφορά μας και την ανακοινώνουμε στην τάξη:
«Το ερώτημα που μας απασχόλησε ήταν _____.
Για να δούμε τι συμβαίνει εργαστήκαμε ως εξής _____.
Τα αποτελέσματα μας έδειξαν ότι _____.
Μας δυσκόλεψε / εντυπωσίασε _____»
- Την άλλη φορά θα _____

Ακούμε τι βρήκαν οι άλλοι

- Ακούμε προσεκτικά τους άλλους επιστήμονες!

Βήμα 9° Συζήτηση

Οι επιστήμονες ανακοινώνουν τα ευρήματά τους και το πως εργάστηκαν σε άλλους επιστήμονες και ανταλλάσσουν απόψεις.

Γράφουμε την αναφορά μας, μία παράγραφο με τα εξής:

- Το ερώτημα
- Τι κάναμε
- Τι βρήκαμε
- Τι μας δυσκόλεψε
- Τι θα πρέπει να προσέξουμε την επόμενη φορά

Ανακοινώνουμε στην τάξη την αναφορά μας

8

Ερμηνεία -Quiz

Ερώτηση 1

Το μήκος της σκιάς του στυλό, άρα και η θέση του ήλιου, αλλάζει με την πάροδο του χρόνου (για την ίδια ημερομηνία και γεωγραφικό πλάτος) γιατί

- A. Ο Ήλιος γυρίζει γύρω από τη Γη
- B. Η Γη γυρίζει γύρω από τον Ήλιο
- C. Η Γη γυρίζει γύρω από τον εαυτό της

Ερώτηση 2

Πώς περιστρέφεται η Γη γύρω από τον εαυτό της?

- A. Από τον Βορρά προς το Νότο
- B. Από την Ανατολή προς τη Δύση
- C. Από το Νότο προς τον Βορρά
- D. Από την Δύση προς την Ανατολή

Ερώτηση 3

Το μήκος της σκιάς του στυλό, άρα και η θέση του ήλιου, αλλάζει για τα διαφορετικά γεωγραφικά πλάτη (για την ίδια ημερομηνία και ώρα) γιατί

- A. Η Γη γυρίζει γύρω από τον εαυτό της
- B. Η επιφάνεια της Γης είναι σφαιρική
- C. Η Γη γυρίζει γύρω από τον ήλιο

Ερώτηση 4

Το μήκος της σκιάς του στυλό, άρα και η θέση του ήλιου, αλλάζει με την ημερομηνία (για την ώρα και γεωγραφικό πλάτος) γιατί καθώς η Γη γυρίζει γύρω από τον ήλιο

- A. Η Γη άλλοτε είναι πιο κοντά στον ήλιο και άλλοτε πιο μακριά
- B. Η Γη γυρίζει γύρω από τον εαυτό της

C.Ο άξονας της Γης σχηματίζει γωνία $23,4^\circ$ με το επίπεδο κίνησης της γύρω από τον Ήλιο

Ερώτηση 5

Τι συμβαίνει όταν κοιτάμε έναν κύκλο «από το πλάι»;

A.Βλέπουμε έναν κύκλο

B.Βλέπουμε μία έλλειψη (το σχήμα του αυγού)

C.Δεν βλέπουμε τίποτα

Ερώτηση 6

Ο άξονας περιστροφής της Γης

A.Είναι κάθετος στο επίπεδο κίνησης της Γης γύρω από τον ήλιο

B.Σχηματίζει γωνία με το επίπεδο κίνησης της Γης γύρω από τον Ήλιο που αλλάζει κατά την κίνηση της (δεν είναι σταθερή)

C.Σχηματίζει γωνία με το επίπεδο κίνησης της Γης γύρω από τον Ήλιο που δεν αλλάζει κατά την κίνηση της (είναι σταθερή)

Ερώτηση 7

Εξαιτίας της γωνίας που σχηματίζει ο άξονας περιστροφής της Γης με το επίπεδο κίνησης της

A. Αλλάζει το ύψος του ήλιου σε σχέση με την ημερομηνία

B.Υπάρχουν οι εποχές

C.Αλλάζει η διάρκεια της ημέρας σε σχέση με την ημερομηνία

D.Όλα τα παραπάνω

E.Τίποτα από τα παραπάνω

Τα ηλιακά ρολόγια του Νόησις

Ονόματα μαθητών ομάδας: _____

Πρόβλεψη:

Τα ηλιακά ρολόγια δείχνουν την ώρα με βάση τη θέση του Ήλιου στον ουρανό. Άρα, σε κάθε ηλιακό ρολόι θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη:

1. _____
2. _____
3. _____

Χρήσιμη πληροφορία:

Οι αρχαίοι Έλληνες χρησιμοποιούσαν γράμματα αντί για αριθμούς.

Έτσι στο σχολείο εξακολουθούμε να αριθμούμε τις τάξεις με ελληνικούς αριθμούς πχ Α Γυμνασίου.

Οι αριθμοί από το 1 ως το 99 μπορούν να παραχθούν με βάση το διπλανό πίνακα.

Για παράδειγμα ο αριθμός 36 θα γράφεται ΛΣ

Ελληνικοί → Αραβικοί αριθμοί

Α	1	Ι	10
Β	2	Κ	20
Γ	3	Λ	30
Δ	4	Μ	40
Ε	5	Ν	50
Σ	6	Ξ	60
Ζ	7	Ο	70
Η	8	Π	80
Θ	9	Φ	90



Τα ρολόγια του Αριστογένη

Γνωριμία :

Κάτω από κάθε εικόνα σημειώστε το όνομα του μηχανισμού



Ρολόι No 1



Το ηλιακό αυτό ρολόι αποτελείται από τρία δαχτυλίδια (εσωτερικό, εξωτερικό, ενδιάμεσο) που μπορούν να περιστρέφονται.

Προσπαθήστε να διαβάσετε τι αναγράφεται σε κάθε δαχτυλίδι του ρολογιού.

Εμφανίζονται ονόματα πόλεων;

Ποιες είναι αυτές;

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

Δίπλα στο όνομα των πόλεων υπάρχουν κάποια γράμματα.

Σημειώστε τα και αυτά δίπλα στην αντίστοιχη πόλη.

Τι μπορεί να δείχνουν;

Προσέξτε στον εσωτερικό

δακτύλιο την οπή (τρύπα).

Πώς πιστεύετε ότι τοποθετείται με

βάση τον τόπο και την

ημερομηνία;

Πώς διαβάζονται οι ώρες;

Εμφανίζονται ονόματα μηνών; Σε ποιο δακτύλιο;

Αναγράφονται όλοι οι μήνες στην ίδια πλευρά του δακτυλίου;

Που είναι οι υπόλοιποι

Ρολόι No 2



Το ηλιακό αυτό ρολόι είναι εξαιρετικά πολύπλοκο. Εμείς θα ασχοληθούμε μόνο με τη λειτουργία του ως ηλιακό ρολόι. Προσπαθήστε να διαβάσετε τι αναγράφεται στην κυρίως όψη του (αυτή της φωτογραφίας).

Εμφανίζονται ονόματα μηνών;
Σημειώστε πάνω στη φωτογραφία την περιοχή με τα ονόματα των μηνών (υπάρχουν δύο περιοχές)

Εμφανίζονται ονόματα πόλεων; Ποιες από αυτές υπάρχουν και σήμερα;

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

Δίπλα στο όνομα των πόλεων υπάρχουν κάποια γράμματα. Σημειώστε τα και αυτά δίπλα στις αντίστοιχες πόλεις.
Τι μπορεί να δείχνουν;

Ο δείκτης του ρολογιού είναι το κεντρικό στοιχείο με τα δύο προεξέχοντα άκρα.
Προσανατολίζοντας κατάλληλα τον δείκτη - με βάση την πόλη και την ημερομηνία -, ο δείκτης γίνεται παράλληλος με την πορεία του ήλιου στον ουρανό. Έτσι η σκιά του ενός άκρου του θα πέφτει:
Επιλέξτε τη σωστή απάντηση

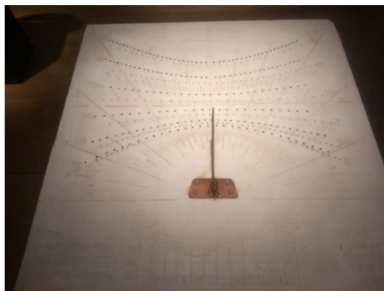
α) στην ράχη του όπου υπάρχουν οι χαραγές

β) στην περιοχή με τις πόλεις

γ) στην περιοχή με τους μήνες

Ρολόι No 3

Το ηλιακό αυτό ρολόι αποτελείται από ένα δείκτη -τον γνώμονα- τοποθετημένου σε μία οριζόντια πλάκα. Πάνω στην πλάκα εμφανίζονται διάφορες επιγραφές



Ποιες γραμμές αναπαριστούν τις ώρες σε αυτό το ρολόι;
Σημειώστε τη θέση τους στη φωτογραφία

Εμφανίζονται ονόματα μηνών ή έστω τα αρχικά τους γράμματα;

Σημειώστε στη φωτογραφία την περιοχή όπου αναγράφονται οι μήνες

Ποιο βασικό χαρακτηριστικό (παράμετρος) σχετικό με την θέση του ήλιου (ή ισοδύναμα για το μήκος της σκιάς) λείπει;

Προσέξτε τον δείκτη. Είναι ίσιος;
Τι σχέση μπορεί να έχει αυτό με την παράμετρο που λείπει;

Μετρήστε με τον χάρακα το μήκος της σκιάς για το μεσημέρι για τις παρακάτω ημερομηνίες:

21 Μαρτίου _____
21 Ιουνίου _____
21 Σεπτεμβρίου _____
21 Δεκεμβρίου _____

Τα ρολόγια του Αριστογένη

Επιβεβαιώθηκε η πρόβλεψη μου ότι και τα τρία ηλιακά ρολόγια πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τις τρεις παραμέτρους που καθορίζουν τη θέση του ήλιου;



Ρολόι No 1



Ρολόι No 2



Ρολόι No 3

Ποιο ρολόι μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο σε ένα τόπο;

Ποιο ρολόι μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε 4 τόπους;

Ποιο ρολόι μπορεί να χρησιμοποιηθεί περισσότερους από 4 τόπους;

Απαντήσεις

Τα ηλιακά ρολόγια του Νόησις

Ονόματα μαθητών ομάδας: _____

Πρόβλεψη:

Τα ηλιακά ρολόγια δείχνουν την ώρα με βάση τη θέση του Ήλιου στον ουρανό. Άρα, σε κάθε ηλιακό ρολόι θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη:

1. _____ την ώρα _____
2. _____ την ημερομηνία _____
3. _____ το γεωγραφικό πλάτος _____

Χρήσιμη πληροφορία:

Οι αρχαίοι Έλληνες χρησιμοποιούσαν γράμματα αντί για αριθμούς.

Έτσι στο σχολείο εξακολουθούμε να αριθμούμε τις τάξεις με ελληνικούς αριθμούς πχ Α Γυμνασίου.

Οι αριθμοί από το 1 ως το 99 μπορούν να παραχθούν με βάση το διτλανό πίνακα.

Για παράδειγμα ο αριθμός 36 θα γράφεται ΛΣ

Ελληνικοί → Αραβικοί αριθμοί

Α	1	Ι	10
Β	2	Κ	20
Γ	3	Λ	30
Δ	4	Μ	40
Ε	5	Ν	50
Σ	6	Ξ	60
Ζ	7	Ο	70
Η	8	Π	80
Θ	9	Φ	90



Τα ρολόγια του Αριστογένη

Γνωριμία :

Κάτω από κάθε εικόνα σημειώστε το όνομα του μηχανισμού



Υδραυλικό ρολόι του Κτησίβιου



Φορητό ηλιακό ρολόι των Φιλίππων



Οριζόντιο ηλιακό ρολόι



Βυζαντινό ρολόι - ημερολόγιο

Ρολόι No 1



Το ηλιακό αυτό ρολόι αποτελείται από τρία δακτυλίδια (εσωτερικό, εξωτερικό, ενδιάμεσο) που μπορούν να περιστρέφονται. Προσπαθήστε να διαβάσετε τι αναγράφεται σε κάθε δακτυλίδι του ρολογιού.

Εμφανίζονται ονόματα πόλεων;

Ποιες είναι αυτές;

1. _____ Ρώμη _____ ΜΑΓ _____
2. _____ Ρόδος _____ ΜΛΣ _____
3. _____ Αλεξάνδρεια _____ ΛΑ _____
4. _____ Ουιέννη _____ ΜΕ _____

Δίπλα στο όνομα των πόλεων υπάρχουν κάποια γράμματα.

Σημειώστε τα και αυτά δίπλα στην αντίστοιχη πόλη.

Τι μπορεί να δείχνουν;

_____ το γεωγραφικό πλάτος _____

Προσέξτε στον εσωτερικό δακτύλιο την οπή (τρύπα).

Πως πιστεύετε ότι τοποθετείται με βάση τον τόπο και την ημερομηνία;

Πως διαβάζονται οι ώρες;

_____ Πρέπει να βρισκόμαστε σε μία από τις 4 πόλεις. Επιλέγουμε τον δακτύλιο με το όνομα της πόλης, βάζουμε τον εσωτερικό δακτύλιο στον κατάλληλο μήνα και ο ήλιος φαίνεται σαν φωτεινή κηλίδα στο πίσω μέρος του ίδιου δακτυλίου. Οι ώρες είναι οι κάθετες γραμμές _____

Εμφανίζονται ονόματα μηνών; Σε ποιο δακτύλιο;

_____ Στον μεσαίο ή ενδιάμεσο _____ Αναγράφονται όλοι οι μήνες στην ίδια πλευρά του δακτυλίου;

_____ Όχι _____

Που είναι οι υπόλοιποι

_____ στην άλλη πλευρά του δακτυλίου _____

Ρολόι No 2



Το ηλιακό αυτό ρολόι είναι εξαιρετικά πολύπλοκο. Εμείς θα ασχοληθούμε μόνο με τη λειτουργία του ως ηλιακό ρολόι. Προσπαθήστε να διαβάσετε τι αναγράφεται στην κυρίως όψη του (αυτή της φωτογραφίας).

Εμφανίζονται ονόματα πόλεων; Ποιες από αυτές υπάρχουν και σήμερα;

1. Ρώμη MA
2. Αλεξάνδρεια AA
3. Ρόδος AS
4. Θεσσαλονίκη M
5. Αθήνα AS
6. _____

Δίπλα στο όνομα των πόλεων υπάρχουν κάποια γράμματα. Σημειώστε τα και αυτά δίπλα στις αντίστοιχες πόλεις.

Τι μπορεί να δείχνουν;

Το γεωγραφικό πλάτος

Ο δείκτης του ρολογιού είναι το κεντρικό στοιχείο με τα δύο προεξέχοντα άκρα. Προσανατολίζοντας κατάλληλα τον δείκτη - με βάση την πόλη και την ημερομηνία -, ο δείκτης γίνεται παράλληλος με την πορεία του ήλιου στον ουρανό. Έτσι η σκιά του ενός άκρου του θα πέφτει:

α) στην ράχη του όπου υπάρχουν οι χαραγές

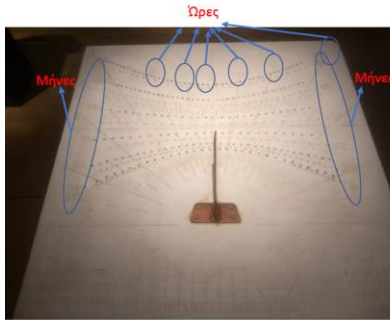
β) στην περιοχή με τις πόλεις

γ) στην περιοχή με τους μήνες

Εμφανίζονται ονόματα μηνών; Σημειώστε πάνω στη φωτογραφία την περιοχή με τα ονόματα των μηνών (υπάρχουν δύο περιοχές)

Ρολόι No 3

Το ηλιακό αυτό ρολόι αποτελείται από ένα δείκτη -τον γνώμονα- τοποθετημένου σε μία οριζόντια πλάκα. Πάνω στην πλάκα εμφανίζονται διάφορες επιγραφές



Ποιες γραμμές αναπαριστούν τις ώρες σε αυτό το ρολόι; Σημειώστε τη θέση τους στη φωτογραφία

Εμφανίζονται ονόματα μηνών ή έστω τα αρχικά τους γράμματα; ναι
Σημειώστε στη φωτογραφία την περιοχή όπου αναγράφονται οι μήνες

Ποιο βασικό χαρακτηριστικό (παράμετρος) σχετικό με την θέση του ήλιου (ή ισοδύναμα για το μήκος της σκιάς) λείπει;
το γεωγραφικό πλάτος
Προσέξτε τον δείκτη. Είναι ίσιος; Τι σχέση μπορεί να έχει αυτό με την παράμετρο που λείπει;
Η γωνία που σχηματίζει με το επίπεδο σχετίζεται με το γεωγραφικό πλάτος

Μετρήστε με τον χάρακα το μήκος της σκιάς για το μεσημέρι για τις παρακάτω ημερομηνίες:
21 Μαρτίου 17 εκ
21 Ιουνίου 11 εκ
21 Σεπτεμβρίου 17 εκ
21 Δεκεμβρίου 29 εκ

Τα ρολόγια του Αριστογένη

Επιβεβαιώθηκε η πρόβλεψη μου ότι και τα τρία ηλιακά ρολόγια πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τις τρεις παραμέτρους που καθορίζουν τη θέση του ήλιου;

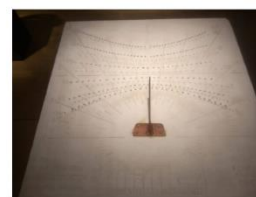
ναι



Ρολόι No 1



Ρολόι No 2



Ρολόι No 3

Ποιο ρολόι μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο σε ένα τόπο;

το οριζόντιο ηλιακό ρολόι (no 3)

Ποιο ρολόι μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε 4 τόπους;
το φορητό ηλιακό ρολόι των Φιλιππών (No 1)

Ποιο ρολόι μπορεί να χρησιμοποιηθεί περισσότερους από 4 τόπους;
Το βυζαντινό ηλιακό ρολόι - ημερολόγιο

Φύλλο εργασίας «αποκωδικοποίηση»

Ο γρίφος



Χαίρε ξένη,

Αν διαβάζεις αυτό το μήνυμα είμαι πολύ τυχερός!

Εγώ ο Αριστογένης είχα μία πολύ δονάρεστη περιπέτεια, αλλά κατάφερα να επιζήσω. Έφθγα βιαστικά από την πατρίδα μου την ημέρα που η ελάχιστη σκιά του γνώμονα ήταν 11 εκατοστά για να σωθώ από αυτόν τον Νέοκλή που ήθελε να με σκοτώσει για να μου πάρει τον πολύτιμο θησαυρό μου: το δαχτυλίδι του Τύχη! Έπρεπε οπωσδήποτε να σώσω το δαχτυλίδι από αυτόν τον βλάστημο.

Μπήκα στο πρώτο καράβι που βρήκα στο λιμάνι και αφού ταξίδεψα για δύο μέρες, παλεύοντας με τη θάλασσα, βρέθηκα επιτέλους σε στεριά. Μαζί μου είχαν τα κατάλληλα όργανα για να υπολογίσω τη διαδρομή μου.

Με το κρεμαστό ηλιακό ρολόι που έχει τις ημέρες, και τις διάφορες τοποθεσίες, τοποθέτησα κατάλληλα τον δείκτη, δηλαδή τον έβαλα να σχηματίζει γωνία 36 μοιρών με την κατακόρυφη.

Με βάση αυτή την γωνία ρόθμισα το ρολόι με τους κρίκους και φρόντισα κατά τη διάρκεια του ταξιδιού, να παραμένει η φωτεινή κηλίδα του ήλιου πάνω στο δαχτυλίδι και να μην ξεφεύγει πάνω ή κάτω από αυτό. Για να συμβαίνει αυτό, έπρεπε να αλλάζω συνεχώς πορεία ειδικά όταν έπεφτα σε θαλάσσια ρεύματα.

Ακόμη, γέμιζα συνεχώς με νερό το υδραυλικό ρολόι -που το τροποποίησα για να μετρά το χρόνο και κατά τη διάρκεια της νύχτας. Όταν έφτασα στη στεριά, το πρώτο κιόλας βράδυ, παρατήρησα ότι για να δώσει ο ήλιος έπρεπε να περάσουν 20 λεπτά περισσότερο από το κανονικό - σύμφωνα με το υδραυλικό ρολόι!! Χρη για να ανατείλει, έπρεπε πάλι να περάσουν 20 λεπτά αργότερα από το κανονικό. Ήμουν 20 λεπτά νωρίτερα από ότι ξεκίνησα!

Βυστυχώς δεν μπορώ να δώσω άλλα στοιχεία για τη θέση μου, όμως νομίζω ότι με αυτά μπορείς να με σώσεις!! Σε περιμένω!! Έίκοι η μοναδική μου ελπίδα

Αριστογένης

Η αποκωδικοποίηση

Από το αρχικό γράμμα

... Έφθγα βιαστικά από την πατρίδα μου την ημέρα που η ελάχιστη σκιά του γνώμονα ήταν 11 εκατοστά ...

Σε ποιο ρολόι αναφέρεται;

Όταν λέει ελάχιστη σκιά, σε ποια χρονική στιγμή αναφέρεται;

- A) το πρωί
- B) το μεσημέρι
- Γ) το βράδυ
- Δ) δεν μπορούμε να ξέρουμε

Από το αντίστοιχο ρολόι που είδαμε στο Νόησις, σε ποια ημερομηνία αντιστοιχεί η σκιά των 11 εκατοστών;

Από το αρχικό γράμμα

... Με το κρεμαστό ηλιακό ρολόι που έχει τις ημέρες, και τις διάφορες τοποθεσίες, τοποθέτησα κατάλληλα τον δείκτη, δηλαδή τον έβαλα να σχηματίζει γωνία 36 μοιρών με την κατακόρυφη ...

Σε ποιο ρολόι αναφέρεται;

Πως γράφεται ο αριθμός 36 με ελληνικούς αριθμούς; Σε ποιο από τους παράγοντες που καθορίζουν τη θέση του ήλιου (ή αντίστοιχα το μήκος της σκιάς) αντιστοιχεί;

- A) στην ώρα
- B) στην ημερομηνία
- Γ) στο γεωγραφικό πλάτος

Ποιες πόλεις / τοποθεσίες αναγράφονται στο συγκεκριμένο ρολόι δίπλα στον αριθμό 36;

Η αποκωδικοποίηση

Από το αρχικό γράμμα

... Με βάση αυτή την γωνία ρόθμισα το ρολόι με τους κρικούς και φρόντιζα κατά τη διάρκεια του ταξιδιού, να παραμένει η φωτεινή κηλίδα του ήλιου πάνω στο δαχτυλίδι και να μην ξεφεύγει πάνω ή κάτω από αυτό. Για να συμβαίνει αυτό, έπρεπε να αλλάζω συνεχώς πορεία ειδικά όταν έπεφτα σε θαλάσσια ρεύματα...

Σε ποιο ρολόι αναφέρεται;

Η πόλη από την οποία ξεκίνησε είναι αυτή που περιλαμβάνεται και σε αυτό το ρολόι. Ποια από τις προηγούμενες πόλεις (με τον αριθμό 36) αναγράφεται και σε αυτό το ρολόι;

Όταν λέει ότι η φωτεινή κηλίδα παραμένει πάνω στο δαχτυλίδι, ποια/ες μεταβλητή/ές παραμένουν σταθερές, θεωρώντας ότι το ταξίδι του κράτησε για δύο – τρεις μέρες;

- A) το γεωγραφικό πλάτος
- B) η ημερομηνία
- Γ) η ώρα
- Δ) δεν μπορούμε να γνωρίζουμε

Από το αρχικό γράμμα

... Όταν έφτασα στη στεριά, το πρώτο κιόλας βράδυ, παρατήρησα ότι για να δώσει ο ήλιος έπρεπε να περάσουν 20 λεπτά περισσότερο από το κασιτικό – σύμφωνα με το υδραυλικό ρολόι!! Και για να ανιχνεύει, έπρεπε πάλι να περάσουν 20 λεπτά αργότερα από το κασιτικό. Ήμουν 20 λεπτά νωρίτερα από ότι ξεκίνησα!...

Σε ποιο ρολόι αναφέρεται;

Εφόσον ο ήλιος ανέτειλε και έδυε αργότερα σε σχέση με την αρχική τοποθεσία, είχε μετακινηθεί ;

- A) πιο βόρεια
- B) πιο ανατολικά
- Γ) πιο νότια
- Δ) πιο δυτικά

Η Γη χρειάζεται 24 ώρες για να συμπληρώσει μία περιστροφή δηλαδή έναν κύκλο 360°. Έτσι σε 20 λεπτά δηλαδή 1/3 της ώρας, κατά πόσες μοίρες έχει περιστραφεί; (Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε την αναλογία: 24 ώρες αντιστοιχούν σε 360° 1/3 της ώρας αντιστοιχεί σε x°)

Η απάντηση

Με βάση όλα τα προηγούμενα:

Από ποια πόλη ξεκίνησε;

- A) Αλεξάνδρεια
- B) Ρώμη
- Γ) Ρόδο
- Δ) Ουιέννη

Ποια ημερομηνία ξεκίνησε ;

- A) 21 Μαρτίου
- B) 21 Ιουνίου
- Γ) 21 Σεπτεμβρίου
- Δ) 21 Δεκεμβρίου

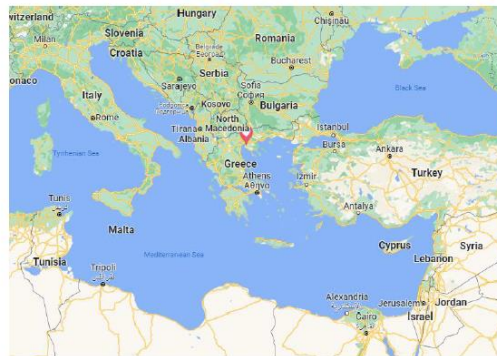
Ποιο είναι το γεωγραφικό μήκος και πλάτος του νησιού στο οποίο έγραψε το μήνυμα

Γεωγραφικό πλάτος: _____

Γεωγραφικό μήκος: _____

Υπόδειξη: Να χρησιμοποιήσετε το γεωγραφικό πλάτος και μήκος της πόλης από την οποία ξεκίνησε. Θα τα βρείτε στο Google Maps, βάζοντας το ποντίκι στην αντίστοιχη πόλη.

Σημειώστε στον χάρτη την πόλη από την οποία ξεκίνησε, με το γράμμα Α, και την περιοχή στην οποία κατέληξε, με το γράμμα Τ



Πώς θα μπορούσαμε να είμαστε πιο βέβαιοι για την τελική τοποθεσία;

Απαντήσεις

Η αποκωδικοποίηση

Από το αρχικό γράμμα

... Έφθυγα βιαστικά από την πατρίδα μου την ημέρα που η ελάχιστη σκιά του γνώμονα ήταν 11 εκατοστά ...

Σε ποιο ρολόι αναφέρεται;

_____στο οριζόντιο ηλιακό ρολόι_____

Όταν λέει ελάχιστη σκιά, σε ποια χρονική στιγμή αναφέρεται;

A) το πρωί

B) το μεσημέρι

Γ) το βράδυ

Δ) δεν μπορούμε να ξέρουμε

Από το αντίστοιχο ρολόι που είδαμε στο Νόησις, σε ποια ημερομηνία αντιστοιχεί η σκιά των 11 εκατοστών;

_____Η ημερομηνία αντιστοιχεί περίπου στην μικρότερη σκιά του δείκτη δηλαδή στις 21 Ιουνίου_____

Από το αρχικό γράμμα

... Με το κρεμαστό ηλιακό ρολόι που έχει τις ημέρες, και τις διάφορες τοποθεσίες, τοποθέτησα κατάλληλα τον δείκτη, δηλαδή τον έβαλα να σχηματίζει γωνία 36 μοιρών με την κατακόρυφη ...

Σε ποιο ρολόι αναφέρεται;

_____Στο βυζαντινό ρολόι ημερολόγιο με τις πολλές τοποθεσίες_____

Πως γράφεται ο αριθμός 36 με ελληνικούς αριθμούς; Σε ποιο από τους παράγοντες που καθορίζουν τη θέση του ήλιου (ή αντίστοιχα το μήκος της σκιάς) αντιστοιχεί;

A) στην ώρα

B) στην ημερομηνία

Γ) στο γεωγραφικό πλάτος (γράφεται ως ΛΣ)

Ποιες πόλεις / τοποθεσίες αναγράφονται στο συγκεκριμένο ρολόι δίπλα στον αριθμό 36;

_____Η Ρόδος_____

Η αποκωδικοποίηση

Από το αρχικό γράμμα

... Με βάση αυτή την γωνία ρύθμισα το ρολόι με τους κρικούς και φρόντισα κατά τη διάρκεια του ταξιδιού, να παραμένει η φωτεινή κηλίδα του ήλιου πάνω στο δαχτυλίδι και να μην ξεφεύγει πάνω ή κάτω από αυτό. Για να συμβαίνει αυτό, έπρεπε να αλλάζω συνεχώς πορεία ειδικά όταν έφταντα σε θαλάσσια ρεύματα ...

Σε ποιο ρολόι αναφέρεται;

_____Φωτεινή κηλίδα = φορητό ρολόι των Φιλίππων_____

Η πόλη από την οποία ξεκίνησε είναι αυτή που περιλαμβάνεται και σε αυτό το ρολόι. Ποια από τις προηγούμενες πόλεις (με τον αριθμό 36) αναγράφεται και σε αυτό το ρολόι;

_____Η Ρόδος_____

Όταν λέει ότι η φωτεινή κηλίδα παραμένει πάνω στο δαχτυλίδι, ποια/ες μεταβλητή/ές παραμένουν σταθερές, θεωρώντας ότι το ταξίδι του κράτησε για δύο – τρεις μέρες;

A) το γεωγραφικό πλάτος (κυρίως)

B) η ημερομηνία (είναι πολύ μικρή η διαφορά για να φανεί στο ρολόι)

Γ) η ώρα

Δ) δεν μπορούμε να γνωρίζουμε

Από το αρχικό γράμμα

... Όταν έφτασα στη στεριά, το πρώτο κιόλας βράδυ, παρατήρησα ότι για να δύσει ο ήλιος έπρεπε να περάσουν 20 λεπτά περισσότερο από το κανονικό – σύμφωνα με το υδραυλικό ρολόι!! Και για να αντισταθμίσει, έπρεπε πάλι να περάσουν 20 λεπτά αργότερα από το κανονικό. Ήμουν 20 λεπτά νωρίτερα από ότι ξεκίνησα!...

Σε ποιο ρολόι αναφέρεται;

_____Στο υδραυλικό ρολόι του Κτησίβιου_____

Εφόσον ο ήλιος ανέτειλε και έδωε αργότερα σε σχέση με την αρχική τοποθεσία, είχε μετακινηθεί ;

A) πιο βόρεια

B) πιο ανατολικά

Γ) πιο νότια

Δ) πιο δυτικά

Η Γη χρειάζεται 24 ώρες για να συμπληρώσει μία περιστροφή δηλαδή έναν κύκλο 360°. Έτσι σε 20 λεπτά δηλαδή 1/3 της ώρας, κατά πόσες μοίρες έχει περιστραφεί; (Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε την αναλογία: 24 ώρες αντιστοιχούν σε 360°
1/3 της ώρας αντιστοιχεί σε x°)

_____Με τις αναλογίες (ή απλή μέθοδο των τριών) βγαίνει $24 \times \frac{1}{3} = 8$ μοίρες

Η απάντηση

Με βάση όλα τα προηγούμενα:

Από ποια πόλη ξεκίνησε;

A) Αλεξάνδρεια

B) Ρώμη

Γ) Ρόδο

Δ) Ουιέννη

Ποια ημερομηνία ξεκίνησε ;

A) 21 Μαρτίου

B) 21 Ιουνίου

Γ) 21 Σεπτεμβρίου

Δ) 21 Δεκεμβρίου

Ποιο είναι το γεωγραφικό μήκος και πλάτος του νησιού στο οποίο έγραψε το μήνυμα

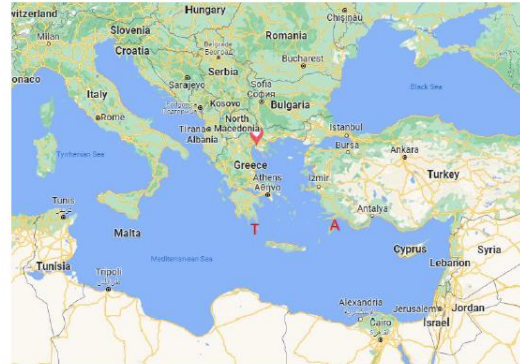
Γεωγραφικό πλάτος: 36° όπως της Ρόδου

Γεωγραφικό μήκος: Η Ρόδος έχει περίπου 28°

γεωγραφικό μήκος, οπότε βρέθηκε 5° πιο δυτικά (28 -5 =23°) κοντά στα Κύθηρα_____

Υπόδειξη: Να χρησιμοποιήσετε το γεωγραφικό πλάτος και μήκος της πόλης από την οποία ξεκίνησε. Θα τα βρείτε στο Google Maps, βάζοντας το ποντίκι στην αντίστοιχη πόλη.

Σημειώστε στον χάρτη την πόλη από την οποία ξεκίνησε, με το γράμμα Α, και την περιοχή στην οποία κατέληξε, με το γράμμα Τ



Πώς θα μπορούσαμε να είμαστε πιο βέβαιοι για την τελική τοποθεσία;

___ Αν μπορούσαμε να υπολογίσουμε με περισσότερη ακρίβεια τις συντεταγμένες του (πχ να ξέραμε ακριβώς πόσα λεπτά και δευτερόλεπτα αργεί να ανατείλλει το ήλιος

Ας συνοψίσουμε

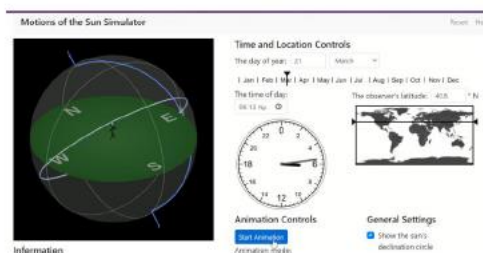
Με τη βοήθεια των εικόνων, προσπάθησε να περιγράψεις τι συνέβη στα τελευταία μαθήματα



Ο αρχαίος
ναυαγός

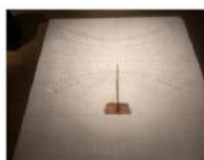


Ο οβελίσκος,
ένα ηλιακό
ρολόι



Η προσομοίωση

Τα ρολόγια της συλλογής του
Νόησις



Βρέθηκε ο ναυαγός;

Ας αναλογιστούμε

3 πράγματα που έμαθα:

1. _____

2. _____

3. _____

Τι με βοήθησε να μάθω

3 πράγματα που μου άρεσαν

1. _____

2. _____

3. _____

3 πράγματα που με δυσκόλεψαν

1. _____

2. _____

3. _____

Αν ξανακάναμε όλη τη διαδικασία από την αρχή, θα πρόσεχα περισσότερο

Ερωτηματολόγιο εισόδου – εξόδου

Όνομα μαθητή: _____

Ερωτήσεις

3. Ο ήλιος κάθε ημέρα δύει στη Δύση, προσφέροντας μας συχνά ένα όμορφο ηλιοβασίλεμα. Στην πραγματικότητα δύει ακριβώς στο ίδιο σημείο;

- a. Όχι κάθε μέρα δύει σε λίγο πιο διαφορετικό σημείο
- b. Ναι, πάντα δύει στο ίδιο σημείο
- c. Δεν γνωρίζω

Μπορείς να αιτιολογήσεις την άποψη σου?

4. Ο ήλιος βρίσκεται στο υψηλότερο σημείο στον ουρανό

- A) το μεσημέρι
 - B) όταν το ρολόι δείχνει 12:00
 - Γ) συνέχεια
 - Δ) ποτέ
- Γιατί?

5. Ο ήλιος φαίνεται να ανεβαίνει ψηλότερα στον ουρανό

- A) τον Μάρτιο
 - B) τον Ιούνιο
 - Γ) τον Σεπτέμβριο
 - Δ) τον Δεκέμβριο
- Γιατί?

6. Στις 5 Νοεμβρίου που ανεβαίνει ο ήλιος ψηλότερα?

- A) στη Θεσσαλονίκη
 - B) στα Χανιά της Κρήτης
 - Γ) στη Ρίγα της Λετονίας
 - Δ) στη Σόφια της Βουλγαρίας
- Γιατί?

5) Όταν ο ήλιος ανατέλλει στη Θεσσαλονίκη στην Ρώμη της Ιταλίας

- A) ανατέλλει και εκεί
- B) είναι μέρα
- Γ) δύει
- Δ) είναι νύχτα

Γιατί?

6) Το ηλιακό ρολόι δείχνει την ώρα με βάση

A) τη θέση της σκιάς του δείκτη

B) τη θέση του δείκτη

Γ) την επίσημη ώρα Ελλάδας

Δ) τους κρυστάλλους χαλαζία

Μπορείς να εξηγήσεις πώς λειτουργεί το ηλιακό ρολόι;

8. Η ακρίβεια με την οποία μετρούσαν την ώρα οι Αρχαίοι ήταν μεγαλύτερη ή μικρότερη σε σχέση με τη σύγχρονη εποχή;

A) Μεγαλύτερη

B) Μικρότερη

Γ) δεν γνωρίζω

Τι συνέπειες μπορεί να είχε η ακρίβεια στη μέτρηση του χρόνου στην καθημερινή ζωή στην αρχαιότητα σε σχέση με τη σύγχρονη εποχή; Αναφέρετε κάποια παραδείγματα

Κατά πόσο συμφωνείς με τις παρακάτω προτάσεις (καθόλου, αρκετά, δεν γνωρίζω/δεν απαντώ, πολύ, απόλυτα):

10. Γενικά τα μουσεία είναι:

	Καθόλου	αρκετά	Και ναι και όχι	πολύ	Πάρα πολύ
Εντυπωσιακά					
Ενδιαφέροντα					
Άχρηστα					
Παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες					
Ψυχαγωγικά					
Βαρετά					

11. Τα μαθήματα φυσικών επιστημών (Φυσική, Χημεία, Βιολογία, Γεωγραφία) είναι:

	καθόλου	Λίγο	Και ναι και όχι	πολύ	Πάρα πολύ
Βαρετά					

Εντυπωσιακά					
Ενδιαφέροντα					
Άχρηστα					
Δίνουν πολύτιμες πληροφορίες για τον κόσμο					
Ψυχαγωγικά					