



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών
— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 —

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΣΠΟΥΔΩΝ

Κατεύθυνση:

«ΟΙ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ»

Διπλωματική Εργασία:

*«Αξιολόγηση γραπτών αφηγήσεων μελλοντικών εκπαιδευτικών για τα
καρστικά σπήλαια μετά από την διδασκαλία τους με χρήση ΤΠΕ»*

Κατερίνα Ζιώγκα

A.M.: 217403

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια:

Αποστολία Γαλάνη, Επίκουρη Καθηγήτρια ΠΤΔΕ, ΕΚΠΑ

Οι συνεπιβλέποντες:

Ευαγγελία Μαυρικάκη, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια ΠΤΔΕ, ΕΚΠΑ

Κωνσταντίνος Σκορδούλης, Καθηγητής ΠΤΔΕ, ΕΚΠΑ

Αθήνα, 2019

Γνωρίζοντας τις συνέπειες της λογοκλοπής, δηλώνω υπεύθυνα ότι η παρούσα εργασία με τίτλο «Η διδασκαλία της Ορογένεσης μέσα από τα σχολικά εγχειρίδια της Γεωγραφίας» αποτελεί προϊόν αυστηρά προσωπικής εργασίας και όλες οι πηγές που έχω χρησιμοποιήσει έχουν δηλωθεί κατάλληλα στις βιβλιογραφικές παραπομπές και αναφορές. Τα σημεία όπου έχω χρησιμοποιήσει ιδέες, κείμενο ή / και πηγές άλλων συγγραφέων, αναφέρονται ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή. Η εργασία εκφράζει τις θέσεις και τις απόψεις της συγγραφέως και όχι του πανεπιστημίου.

Η ΔΗΛΟΥΣΑ

Στον συνοδοιπόρο μου Θανάση...

“The cave you fear to enter holds the treasure you seek.”

Joseph Campbell (1904-1987)

Educator, Author and Expert on World Mythology

Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος «Οι Φυσικές Επιστήμες στην Εκπαίδευση». Η ολοκλήρωση της δεν θα είχε επιτευχθεί χωρίς την στήριξη πολλών ανθρώπων, γι' αυτόν ακριβώς το λόγο, αισθάνομαι την ανάγκη να τους ευχαριστήσω από καρδιάς.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την υπεύθυνη καθηγήτρια μου κυρία Αποστολία Γαλάνη για την στήριξη και την βοήθειά της καθόλη την διάρκεια των μεταπτυχιακών σπουδών μου. Την ευχαριστώ για την υπομονή της από τον σχεδιασμό αυτής της έρευνας έως την ολοκλήρωσή της, αλλά κυρίως για τίνω συζητήσεις και τις συμβουλές που μου παρείχε απλόχερα.

Ένα ακόμα ευχαριστώ οφείλω τόσο στην κυρία Ευαγγελία Μαυρικάκη όσο και στον κύριο Κωνσταντίνο Σκορδούλη, για τις γνώσεις που μου προσέφεραν καθόλη την διάρκεια των μεταπτυχιακών σπουδών μου, αλλά και για το γεγονός ότι δέχτηκαν να είναι μέλη της τριμελούς επιτροπής αξιολόγησης της διπλωματικής μου εργασίας.

Τέλος, δεν θα μπορούσα να παραλείψω να ευχαριστήσω τους γονείς μου Χρήστο και Βασούλα, για την υποστήριξή τους σε όλα τα χρόνια των σπουδών μου, την αδερφή μου Άννα και τους φίλους μου που ήταν εκεί σε κάθε δύσκολη ή εύκολη στιγμή.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<u>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</u>	<u>8</u>
<u>ABSTRACT.....</u>	<u>10</u>
<u>ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</u>	<u>11</u>
<u>A. ΣΠΗΛΛΑΙΑ.....</u>	<u>13</u>
A.1. ΣΠΗΛΛΑΙΟ ΚΑΙ ΣΠΗΛΛΑΙΟΓΕΝΕΣΗ	13
A.2. ΕΙΔΗ ΣΠΗΛΛΑΙΩΝ	15
A.3. ΚΑΡΣΤΙΚΑ ΣΠΗΛΛΑΙΑ	21
A.4. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΕΞΕΛΙΞΗ ΚΑΡΣΤΙΚΟΥ ΑΝΑΓΛΥΦΟΥ	21
A.5. ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΓΕΝΕΣΗΣ ΚΑΡΣΤΙΚΩΝ ΣΠΗΛΛΑΙΩΝ	24
A.6. ΑΞΙΑ ΚΑΡΣΤΙΚΩΝ ΣΠΗΛΛΑΙΩΝ	26
<u>B. ΣΠΗΛΛΑΙΑ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ</u>	<u>29</u>
B.1. ΤΑ ΣΠΗΛΛΑΙΑ ΣΤΗΝ ΤΥΠΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ.....	29
B.2. ΤΑ ΣΠΗΛΛΑΙΑ ΣΤΗ ΜΗ ΤΥΠΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ	31
B.3. ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΙΔΕΕΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΓΙΑ ΤΑ ΚΑΡΣΤΙΚΑ ΣΠΗΛΛΑΙΑ	33
<u>Γ. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.....</u>	<u>37</u>
Γ.1. ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ	38
Γ.2. ΔΕΙΓΜΑ ΤΗΣ ΈΡΕΥΝΑΣ.....	40
Γ.3. ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ	41
Α) ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ.....	41
Β) Η ΓΡΑΦΗ ΙΣΤΟΡΙΩΝ ΩΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ	44
Γ4 ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ.....	46
Α) ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΜΑΘΗΣΗΣ	46
Β) Η ΧΡΗΣΗ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ ΣΠΗΛΛΑΙΩΝ.....	48
Γ5. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ.....	52
Γ6. ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	57
Α) ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΩΝ.....	57
Β) ΑΝΑΛΥΣΗ ΙΣΤΟΡΙΩΝ	61
<u>Δ. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ.....</u>	<u>68</u>
Α) ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ.....	68
Β) ΣΥΓΓΡΑΦΗ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΩΝ ΙΣΤΟΡΙΩΝ	77
<u>Δ. ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ</u>	<u>91</u>

<u>ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΈΡΕΥΝΑΣ.....</u>	<u>98</u>
<u>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</u>	<u>99</u>
<u>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α- ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ.....</u>	<u>108</u>
1.ΔΙΔΑΚΤΙΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ	108
2.ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΦΗΓΗΣΗ (STORYTELLING)	120
<u>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β- ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ.....</u>	<u>122</u>

Περίληψη

Σύμφωνα με πολλούς ερευνητές, η προφορική αφήγηση ιστοριών είναι ένα κατάλληλο διδακτικό εργαλείο για την εισαγωγή επιστημονικών εννοιών σε όλες τις εκπαιδευτικές βαθμίδες και θεματικές, καθώς οι ιστορίες αποτυπώνονται εύκολα στην μνήμη του/της ακροατή/τριας. Η προφορική αφήγηση ιστοριών, ως ένας εναλλακτικός τρόπος διδασκαλίας των φυσικών επιστημών, μπορεί να κεντρίσει το ενδιαφέρον των μαθητών/τριών μέσω ενός αποτελεσματικού και συνεκτικού περιεχομένου. Επιπλέον, στην πλοκή μιας αφήγησης μπορούν να ενσωματωθούν όλες εκείνες οι επιστημονικές έννοιες που αναμένεται να μάθουν οι μαθητές και οι μαθήτριες. Η αφήγηση ιστοριών με επιστημονικό περιεχόμενο έχει τη δυνατότητα όχι μόνο να δημιουργήσει μια αίσθηση περιέργειας, αλλά και να βοηθήσει τα άτομα να κατανοήσουν καλύτερα τις επιστημονικές έννοιες που διδάσκονται. Για να υπάρξει όμως η αφήγηση θα πρέπει να προηγηθεί η συγγραφή της ιστορίας. Η γραφή μιας ιστορίας, λοιπόν, αποτελεί σημαντικό κομμάτι καθώς μέσα από αυτό ο συγγραφέας μπορεί να μοιραστεί εμπειρίες, συναισθήματα και πληροφορίες. Πρόκειται δηλαδή για ένα δυνατό εργαλείο μεταφοράς της νέας γνώσης (Graham, MacArthur & Fitzgerald, 2013). Είναι κοινά αποδεκτό άλλωστε πως η συγγραφή και στη συνέχεια η αφήγηση μιας ιστορίας ενισχύουν τα μαθησιακά αποτελέσματα όχι μόνο στις κοινωνικές επιστήμες, αλλά και στις φυσικές επιστήμες, τα μαθηματικά, τις τέχνες καθώς και τις ξένες γλώσσες (Graham & Perin, 2007a). Για να επιτευχθεί όμως η μάθηση νέων επιστημονικών εννοιών, θα πρέπει να δημιουργηθεί ένα κατανοητό και αξιομνημόνευτο κείμενο (Graham & Hebert, 2010, 2011).

Ως μελέτη περίπτωσης για την συγκεκριμένη εργασία, επιλέξαμε την θεματική των καρστικών σπηλαίων, η οποία εμπίπτει μεταξύ άλλων στις θεματικές περιοχές της Γεωγραφίας – Γεωλογίας, της Βιολογίας, . Παρά το γεγονός ότι στην Ελλάδα τα καρστικά σπήλαια αποτελούν μέρος της γεωλογικής της ιστορίας, δεν διδάσκονται και δεν γίνεται εκτενής αναφορά γι'αυτά στα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών της Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα σπήλαια αποτελούν μοναδικούς και μη ανανεώσιμους πόρους, όχι μόνο με σημαντική γεωλογική, βιολογική, ψυχαγωγική και οικονομική αξία, αλλά είναι κομμάτι της πολιτισμικής κληρονομιάς ενός τόπου. Σε αυτή την έρευνα, αξιοποιήσαμε το θεωρητικό πλαίσιο της αφήγησης ιστοριών, με σκοπό να ερευνήσουμε εάν οι μελλοντικοί/ές εκπαιδευτικοί είναι σε θέση να δημιουργήσουν ολοκληρωμένες και

ευφάνταστες επιστημονικές ιστορίες σχετικές με τα καρστικά σπήλαια οι οποίες μπορεί να συμβάλλουν στο διδακτικό μετασχηματισμό των σχετικών με αυτά επιστημονικών εννοιών. Για τους σκοπούς της έρευνάς μας, σχεδιάσαμε και εφαρμόσαμε μια διδακτική παρέμβαση σχετικά με τα καρστικά σπήλαια, σε 100 μελλοντικούς/ές εκπαιδευτικούς. Προκειμένου να διερευνηθούν τόσο η πρότερη γνώση των δασκάλων για τα καρστικά σπήλαια όσο και η ικανότητά τους να συγγράψουν μια επιτυχημένη επιστημονική αφήγηση ενσωματώνοντας και μετασχηματίζοντας τις επιστημονικές έννοιες των καρστικών σπηλαίων, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της ανάλυσης περιεχομένου. Για να αξιολογήσουμε και να περιγράψουμε τα δεδομένα που συλλέξαμε, τόσο από τα ερωτηματολόγια όσο και από τις επιστημονικές ιστορίες, ορίσαμε συγκεκριμένες κατηγορίες και κώδικες ανάλυσης, κοινά και για τις δύο πηγές δεδομένων.

Λέξεις κλειδιά: επιστημονική ιστορία, καρστικά σπήλαια, Γεωγραφία – Γεωλογία

Abstract

According to many researchers, storytelling is an appropriate teaching tool for introducing scientific concepts to many educational levels and subjects, as well as stories are easily captured in listener's memory. Besides, storytelling, as an alternative teaching way in natural sciences, can stimulate their interest through effective and coherent content. Thus, the plot of a narrative can incorporate all those scientific concepts that are expected to learn students. Science-based storytelling has the potential not only to create a sense of curiosity but also to help students understand better. For this reason, as a case study, we selected the topic of karst caves, which lies between others in the fields of the Science (Geography, Geology, Physics, Biology and Chemistry) and of the Education. Although karst caves are part of Greece's geological history, they are not taught and extensively mentioned in the Primary and Secondary Geography Education Curricula. It is worth noting that karst caves are unique and non-renewable resources, with significant geological, biological, recreational and economic value. Moreover, they are part of the cultural heritage of a place. In this research, we utilized the theoretical potential of story writing, to investigate whether pre – teachers can create a complete scientific story about karst caves and if an effective didactic transformation of scientific concepts was achieved through their stories. For the purpose of our research we designed and implemented a teaching approach about karst caves to 100 pre-service teachers. The content analysis method was used to investigate both teachers' prior knowledge of karst caves and their ability to write a successful scientific story by incorporating and transforming the scientific concepts. Questionnaires and science stories were analyzed in the same predefined categories to describe and evaluate teachers' responses.

Key words: Geography-Geology; karst caves; storywriting; science narratives; science education;

Εισαγωγή

Ο ελλαδικός χώρος καλύπτεται σε ποσοστό μεγαλύτερο του 33% από ασβεστόλιθο, συνεπώς η πλειοψηφία των σπηλαίων που απαντώνται στην Ελλάδα ανήκουν στην κατηγορία των καρστικών σπηλαίων (Παυλόπουλος, 2011). Τα σπήλαια αποτελούν μοναδικά και μη ανανεώσιμα συστήματα με επιστημονική, πολιτισμική και ψυχαγωγική αξία (Παυλόπουλος, 2011). Στην Ελλάδα ο μέχρι σήμερα αριθμός των καταγεγραμμένων σπηλαίων, επισκέψιμα και μη, υπολογίζεται στα 10.500. Μελετώντας τη σημασία των σπηλαίων για μια κοινωνία, εντύπωση προκαλεί το γεγονός πως στα αναλυτικά προγράμματα σπουδών τόσο της πρωτοβάθμιας όσο και της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης η αναφορά στα σπήλαια είναι από μικρή έως και ανύπαρκτη. Το κενό αυτό σε συνδυασμό με την πληθώρα ερευνών στην βιβλιογραφία για τα θετικά μαθησιακά αποτελέσματα που επιφέρει η αξιοποίηση των ψηφιακών τεχνολογιών στη διδακτική παρέμβαση (Beyrak & Beyram, 2010), καθώς και η σημαντική θέση που κατέχουν οι αφηγήσεις (storytelling) στην διδασκαλία των φυσικών επιστημών, ήταν η αφορμή για την έναρξη της συγκεκριμένης έρευνας. Επιπλέον, το γεγονός πως οι ιστορίες μπορούν να παρουσιάσουν την επιστήμη με τέτοιο τρόπο ώστε να διεγείρει το ενδιαφέρον των μαθητών και των μαθητριών για τις διάφορες επιστημονικές έννοιες, παρέχοντάς τους ένα ουσιαστικό, συνεκτικό και αξιομνημόνευτο πλαίσιο (Millar & Osborne, 1998), ενίσχυσε την περιέργιά των ερευνητών για τις ικανότητες των δασκάλων να δημιουργούν ιστορίες και δη επιστημονικού περιεχομένου.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, με αφορμή την έντονη παρουσία καρστικών συστημάτων στον ελλαδικό χώρο και την αξία των ψηφιακών τεχνολογιών καθώς και των αφηγήσεων στην εκπαιδευτική διαδικασία, θεωρήθηκε πρόκληση η δημιουργία μιας διδακτικής παρέμβασης για τα καρστικά σπήλαια βασισμένη στο διερευνητικό μοντέλο μάθησης με χρήση ψηφιακών τεχνολογιών και συγκεκριμένα της ψηφιακής πλατφόρμας Google Earth. Η διδακτική παρέμβαση εφαρμόστηκε σε μελλοντικούς/ές δασκάλους του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτική Εκπαίδευσης του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών. Η αξιολόγηση των πρότερων γνώσεών τους για τα καρστικά σπήλαια και της ικανότητάς τους να δημιουργήσουν μια άρτια και ολοκληρωμένη επιστημονική ιστορία για τις επιστημονικές έννοιες των καρστικών σπηλαίων έγινε με την βοήθεια της ανάλυσης περιεχομένου.

Αρχικά παρουσιάζονται οι επιστημονικές έννοιες που σχετίζονται με τα καρστικά σπήλαια, πώς αυτά εμφανίζονται στην εκπαίδευση τυπική και μη, καθώς και οι εναλλακτικές ιδέες που σχετίζονται με αυτά όπως προέκυψαν από την βιβλιογραφική ανασκόπηση.

Έπειτα γίνεται αναφορά στους σκοπούς και τους στόχους της έρευνας και ανάλυση του δείγματος που συμμετείχε σε αυτή. Στην συγκεκριμένη έρευνα το ερωτηματολόγιο και η γραφή επιστημονικών ιστοριών, αποτέλεσαν τα ερευνητικά εργαλεία. Επιπλέον, για τον σχεδιασμό της διδακτικής παρέμβασης για την διδασκαλία των καρστικών σπηλαίων αξιοποιήθηκε το διερευνητικό μοντέλο μάθησης με χρήση ψηφιακών τεχνολογιών όπως το Google Earth. Στη συνέχεια περιγράφεται λεπτομερώς η διδακτική παρέμβαση όπως αναπτύχθηκε τον Νοέμβριο του 2018, στα εργαστήρια του υποχρεωτικού μαθήματος «Φυσικές Επιστήμες ΙΙΙ: Γεωγραφία».

Τέλος, την εργασία ολοκληρώνουν η ανάλυση των ερωτηματολογίων και των ιστοριών με προκαθορισμένες κατηγορίες καθώς και τα αποτελέσματα που προέκυψαν από αυτή.

Η συζήτηση των αποτελεσμάτων και των συμπερασμάτων που προέκυψαν αναδεικνύει όχι μόνο το κατά πόσο οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί είναι ικανοί να δημιουργήσουν μια ολοκληρωμένη και ευφάνταστη επιστημονική ιστορία με στόχο την αξιοποίησή της εντός της σχολικής τάξης, αλλά και το εάν είναι σε θέση να μετασχηματίζουν τις επιστημονικές έννοιες ώστε να ανταποκρίνονται στις ανάγκες των μαθητών και των μαθητριών τους.

A. Σπήλαια

A.1. Σπήλαιο και Σπηλαιογένεση

Σύμφωνα με την επιστήμη της Γεωλογίας, ως σπήλαιο, ορίζεται κάθε φυσικά διαμορφωμένος υπόγειος χώρος με ποικιλία μεγεθών και σχημάτων, με εμφανή ή μη την παρουσία νερού και με την είσοδό του να βρίσκεται στην επιφάνεια του εδάφους. Ένας άλλος ορισμός για το σπήλαιο που προέρχεται από τη Φυσική Γεωγραφία, κλάδο της σύγχρονης Γεωγραφίας, η οποία μελετά εκτός των άλλων και την μορφολογία της Γης (Pidwirny, 2006), ορίζει ως σπήλαιο κάθε κοιλότητα στο εσωτερικό της Γης στην οποία έχει πρόσβαση ο άνθρωπος (Bogli, 1978; Gunn, 2004).

Καθόλη την διάρκεια του πρώτου μισού του 20^{ου} αιώνα, πολλοί ήταν οι ερευνητές (Σπηλαιολόγοι, Γεωλόγοι και Γεωμορφολόγοι) που μελέτησαν διεξοδικά την σπηλαιογένεση, τον τρόπο δηλαδή με τον οποίο δημιουργούνται και εξελίσσονται τα σπήλαια. Με τον όρο σπηλαιογένεση περιγράφεται το σύνολο εκείνων των φυσικών, χημικών και βιολογικών διεργασιών που γίνονται η αιτία της δημιουργίας του πρώτου μικρού έγκοιλου μέσα σε ένα πέτρωμα, το οποίο με την πάροδο του χρόνου θα εξελιχθεί σε σπήλαιο.

Για την ταξινόμηση και μελέτη των σπηλαίων, οι επιστήμονες όρισαν ως κριτήριο τα υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά της εκάστοτε περιοχής δημιουργίας των σπηλαίων, με αποτέλεσμα να προκύψουν τρεις θεωρίες για την γένεσή τους:

(i) Σπηλαιογένεση που αναπτύσσεται στη ζώνη κατείσδυσης του επιφανειακού νερού: Η ζώνη κατείσδυσης αποτελεί την περιοχή με την συχνότερη παρουσία σπηλαιογένεσης και βρίσκεται πάνω από το επίπεδο του υδροφόρου ορίζοντα (Ford, 2003). Η δημιουργία, λοιπόν, των σπηλαιοδών μορφών, προκύπτει από τις υψηλές ταχύτητες ροής των υπόγειων ποταμών. Αποτέλεσμα των υψηλών ταχυτήτων είναι η ισχυρή δράση τόσο της μηχανικής διάβρωσης στα πετρώματα όσο και της διάλυσης των ανθρακικών πετρωμάτων. Παρόλα αυτά, στην δημιουργία των καρστικών σπηλαίων, η υψηλή ροή υδάτων εντός των σπηλαίων και των αγωγών που μετατρέπει τον υδροφόρο ορίζοντα σε μια κορεσμένη επιφάνεια, δεν διαδραματίζει σημαντικό ρόλο (Ford, 2003). Στις μέρες μας είναι πλέον γνωστό πως μόνο ένα μικρό ποσοστό σπηλαίων δημιουργείται σε αυτήν τη ζώνη, κυρίως σε περιοχές με έντονη ανύψωση.

(ii) Σπηλαιογένεση η οποία λαμβάνει χώρα στη βαθιά φρεατική ζώνη: Η δημιουργία μικρών έγκοιλων και στη συνέχεια η αύξηση του μεγέθους τους ξεκινά στη βαθιά φρεατική ζώνη, η οποία βρίσκεται κάτω από την επιφάνεια του υδροφόρου ορίζοντα (Ford, 2003). Το μέγεθος αυτών των έγκοιλων αυξάνεται εξαιτίας της αργής κίνησης του νερού στη φρεατική ζώνη, η οποία οδηγεί στη διάβρωση τους. Έπειτα συντελείται ένας άλλος κύκλος σπηλαιογένεσης, με το νερό των επιφανειακών ποταμών να εισέρχεται στα διαβρωμένα έγκοιλα, αλλάζοντας τη μορφολογία μέσω των μηχανισμών διάβρωσης και απόθεσης. Τα στοιχεία αυτού του τύπου σπηλαιογένεσης, βασίζονται σε εμπειρικές παρατηρήσεις, καθώς μορφές που έχουν δημιουργηθεί στη φρεατική ζώνη εμφανίζονται σε πολλά σπήλαια. Αξίζει να σημειωθεί πως τέτοιου είδους σπήλαια δεν έχουν ερευνηθεί πλήρως, εξαιτίας της πλήρωσής τους είτε από νερό είτε από κλαστικά υλικά ή ακόμα και από καταστροφές που προκαλούνται από το νερό της ζώνης κατείσδυσης.

(iii) Σπηλαιογένεση η οποία αναπτύσσεται στο επίπεδο του υδροφόρου ορίζοντα: Τόσο η ζώνη κατείσδυσης όσο και η βαθιά φρεατική ζώνη δεν εστιάζουν στη σημασία των διαφόρων ενώσεων που εμπεριέχονται στο νερό. Σύμφωνα με τον Ford (2003) η πλειοψηφία των ερευνητών υποστήριξε πως η δημιουργία των καρστικών σπηλαίων οφείλεται στη γρήγορη κίνηση του νερού στην επιφάνεια του υδροφόρου ορίζοντα η οποία χαρακτηρίζεται και ως ρηχή φρεατική ζώνη. Οι αλλαγές στο επίπεδο του υδροφόρου ορίζοντα προκύπτουν από τον όγκο του υπόγειου νερού, με τη σπηλαιογένεση να λαμβάνει χώρα στη ρηχή φρεατική ζώνη. Βασική προϋπόθεση για τη σπηλαιογένεση αυτού του τύπου είναι η σταθερότητα για μεγάλο χρονικό διάστημα του επιπέδου του υδροφόρου ορίζοντα (Ford, 2003).

Παρότι και οι τρεις θεωρίες που αφορούν τη σπηλαιογένεση είναι αποδεκτές από την πλειοψηφία των σπηλαιοεξερευνητών, καμία από αυτές δεν αποτελεί κανόνα για την περιγραφή της διαδικασίας δημιουργίας ενός σπηλαίου είναι καθώς τα τοπογραφικά και γεωγραφικά χαρακτηριστικά και οι υδρογεωλογικές και τεκτονικές συνθήκες διαφέρουν από περιοχή σε περιοχή. Αποτέλεσμα αυτού είναι η αδυναμία διατύπωσης μια γενικής θεωρίας για την γένεση των σπηλαίων. Συνεπώς, η σπηλαιογενετική ιστορία ενός σπηλαίου εξετάζεται με βάση τα χαρακτηριστικά της κάθε περιοχής και κατά πόσο αυτά επηρέασαν τη διαδικασία.

Ανάλογα με τις διαδικασίες, μηχανικές ή χημικές, που λαμβάνουν χώρα για κατά τη δημιουργία ενός σπηλαίου, προκύπτουν σπηλαιογενέσεις λόγω (Γιαννόπουλος, 2000):

- κατακρημνίσεων ή κατολισθήσεων,
- τεκτονικών φαινομένων,
- αιολικών φαινομένων,
- μηχανικής διάβρωσης του νερού επί των πετρωμάτων και
- χημικής διάβρωσης του νερού επί των πετρωμάτων.

Επίσης σπηλαιογένεση παρατηρείται στον τραβερτίνη (κρυσταλλικός ασβεστόλιθος με δομή πολλών στρωμάτων, αποτελούμενος κυρίως από ανθρακικό ασβέστιο), στα ηφαιστειακά πετρώματα και τον πάγο (Γιαννόπουλος, 2000).

A.2. Είδη σπηλαίων

Κατά τη διαδικασία της σπηλαιογένεσης, λαμβάνει χώρα ένα πλήθος διεργασιών μηχανικών ή χημικών. Με τον όρο μηχανικές διεργασίες γίνεται αναφορά στις διαδικασίες εκείνες που λαμβάνουν χώρα σε σπήλαια τα οποία δημιουργήθηκαν από διάβρωση μέσω της τριβής, ενώ οι χημικές διεργασίες εστιάζουν στην χημική διάβρωση των πετρωμάτων.

Με βάση, λοιπόν, το είδος των διεργασιών που συμβαίνουν, μηχανικές ή χημικές, τα σπήλαια χωρίζονται στις ακόλουθες κατηγορίες (Γιαννόπουλος, 2000) :

A) Σπήλαια μηχανικών διεργασιών:

- Αιολικά, ονομάζονται τα σπήλαια εκείνα που δημιουργούνται μέσω της απορρίνισης και της αποφύσησης, δηλαδή μέσω διαδικασιών κατά τις οποίες φθείρονται τα πετρώματα εξαιτίας της τριβής που επιφέρουν τα μεταφερόμενα από τον άνεμο υλικά. Η στροβιλοειδής κίνησή τους είναι η αιτία δημιουργίας εγκοίλων (Εικ. 1).



Εικόνα 1: Αιολικό σπήλαιο, by «eefcee» is licensed under CC BY-NC-SA 2.0.

- Παράκτια σπήλαια ή ενάλια, ονομάζονται τα σπήλαια που δημιουργούνται από την δράση των θαλάσσιων κυμάτων. Η δύναμη και τα θραύσματα πετρωμάτων τα οποία μεταφέρουν τα κύματα, διαβρώνουν τα παράκτια πετρώματα, σε συνδυασμό δε και με το θαλασσινό νερό το οποίο περιέχει αλάτι (NaCl), προκαλείται η διάλυση των ασβεστολιθικών πετρωμάτων, η οποία οδηγεί στην δημιουργία σπηλαίων (Εικ.2).



Εικόνα 2: Παράκτιο σπήλαιο, "Grotto" by CameliaTWU is licensed under CC BY-NC-ND 2.0

- Παγετωνικά σπήλαια, πρόκειται για σήραγγες που δημιουργούνται από την κίνηση του νερού μέσα ή κάτω από τον παγετώνα. Το νερό αυτό συχνά προέρχεται από την επιφάνεια του παγετώνα λόγω της τήξης. Η μεταφορά θερμότητας από το νερό στον παγετώνα, μπορεί να προκαλέσει αρκετή τήξη δημιουργώντας έτσι μια κοιλότητα γεμάτη με αέρα. Η κίνηση του αέρα μέσα στην κοιλότητα, βοηθά τη διεύρυνση της, μέσω της τήξης το καλοκαίρι και της εξάχνωσης το χειμώνα. (Εικ.3).



Εικόνα 3: Παγετωνικό σπήλαιο, "Switzerland-02360 - Inside a Glacier" by archer10 (Dennis) is licensed under CC BY-SA 2.0.

- Τεκτονικά σπήλαια, ονομάζονται εκείνα τα σπήλαια που δημιουργούνται από την μετακίνηση, ολίσθηση ή πτύχωση των πετρωμάτων. Συνήθως έχουν μικρό μέγεθος και εμφανίζονται κατά μήκος ρηγμάτων ή επιπέδων στρώσεων πετρωμάτων (Εικ.4).



Εικόνα 4: Τεκτονικό σπήλαιο Harpea, by Uranzu is licensed under CC BY-SA 4.0.

- Σπήλαια διάβρωσης, πρόκειται για σπήλαια μικρών διαστάσεων, γνωστά και ως βραχοσκεπές. Σχηματίζονται από την μηχανική αποσάθρωση μαλακών πετρωμάτων, τα οποία υπόκεινται σε άλλα σκληρά πετρώματα (Εικ.5).



Εικόνα 5: Σπήλαιο διάβρωσης, "Stará chodba" by Petr Hykš is licensed under CC BY-NC 2.0 .

- Σπήλαια κατάπτωσης, σχηματίζονται εξαιτίας της κατάπτωσης μεγάλων βράχων, οι οποίοι λόγω της διάταξής τους δημιουργούν μεγάλα ανοίγματα (Εικ.6).



Εικόνα 6: Σπήλαιο κατάπτωσης, "Balconies Cave" by Sean Munson is licensed under CC BY-NC-ND 2.0.

(B) Σπήλαια χημικών διεργασιών:

- Σπήλαια λάβας ή ηφαιστειακά σπήλαια, είναι τα σπήλαια εκείνα που προκύπτουν από την έκρηξη ηφαιστείου. Καθώς η λάβα ρέει, το εξωτερικό τμήμα της ψύχεται γρηγορότερα από ό,τι το εσωτερικό της. Έτσι τα έγκοιλα

σχηματίζονται με την αλλαγή της θέσης του εσωτερικού τμήματος της λάβας (Εικ.7).



Εικόνα 7: Σπήλαιο λάβας, by Dave Bunnell is licenced under CC BY-SA 3.0.

- Σπήλαια πάγου, είναι κάθε είδους φυσικό σπήλαιο (συνήθως λυματολάσπες ή ασβεστολιθικά σπήλαια) που περιέχει σημαντικές ποσότητες πάγου όλο το χρόνο. Τουλάχιστον ένα μέρος του σπηλαίου πρέπει να έχει θερμοκρασία κάτω από 0 ° C όλο το χρόνο. Εξαιτίας του λιώσιμου του πάγου, τα σπήλαια αυτού του είδους πλημμυρίζουν σε καθημερινή βάση. Γενικά, τα σπήλαια πάγου χαρακτηρίζονται από έναν μικρό κύκλο ζωής (Εικ.8).



Εικόνα 8: Σπήλαιο πάγου, "Ice Cave" by Wisconsin Department of Natural Resources is licensed under CC BY-ND 2.0.

- Καρστικά σπήλαια, τα οποία προκύπτουν από την διάλυση του πετρώματος εξαιτίας της δράσης του νερού. Αποτελούν τα μεγαλύτερα σε μήκος σπήλαια και περιέχουν τους πιο εντυπωσιακούς σχηματισμούς, γνωστούς και ως σπηλαιοδιάκοσμο ή σπηλαιοθέματα (Εικ.9).



Εικόνα 9: Καρστικό σπήλαιο Πετράλωνα, "Petalona" by Бесплатный фотобанк is licensed under CC BY-NC-SA 2.0 .

Από τα είδη των σπηλαίων που προαναφέρθηκαν, στην παρούσα εργασία αποφασίσαμε να εστιάσουμε στα καρστικά σπήλαια καθώς τα ασβεστολιθικά πετρώματα καλύπτουν σε ποσοστό περίπου 33% του ελλαδικού χώρου (Παπαδοπούλου, 2000) και τα καταγεγραμμένα σπήλαια επισκέψιμα και μη ανέρχονται κατά προσέγγιση στις 7000.

Σε παγκόσμια κλίμακα υπολογίζεται ότι πάνω από το 20% της επιφάνειας της γης καταλαμβάνεται από καρστικό ανάγλυφο, και πως το ¼ του παγκόσμιου πληθυσμού αξιοποιεί τα καρστικά ύδατα (Forti, 2015). Εξαιτίας της μεγάλης εξάπλωσης αυτών των ανθρακικών πετρωμάτων, η ανθρωπογενής δραστηριότητα και εκμετάλλευση των καρστικών περιοχών είναι σημαντική. Το νερό, ο ορυκτός πλούτος και η φυσική ομορφιά των καρστικών αναγλύφων είναι άρρηκτα συνδεδεμένες με την ορυκτο-μεταλλευτική βιομηχανία, την κατασκευή δρόμων και κτηρίων, υπόγειων και άλλων δομών. Η αξιοποίηση των καρστικών περιοχών είναι ζωτικής σημασίας για τις περιοχές του καρστ καθώς αποτελούν βασικό συστατικό για την ελαχιστοποίηση κινδύνων σε ανθρώπινα και φυσικά συστήματα.

A.3. Καρστικά σπήλαια

Η προέλευση της λέξης καρστ επιδέχεται αρκετές διαφορετικές ερμηνείες. Σύμφωνα με τους Kranjc (2001) και Gams (2003) ο όρος καρστ έχει τις ρίζες τους στην λέξη karra ή gara που σημαίνει πετρώδες έδαφος, με προέλευση ινδοευρωπαϊκή. Κάποιοι άλλοι ερευνητές υποστηρίζουν ότι προέκυψε είτε από την γερμανική λέξη karst ή από την ιταλική carso, η οποία χαρακτηρίζει μια περιοχή φτωχή σε βλάστηση ΒΑ της Τεργέστης (Gams, 1993). Αρχικά η περιοχή καλυπτόταν από φυλλοβόλα δέντρα, όμως η καύση τους για τη δημιουργία βοσκοτόπων που ξεκίνησαν την πρώτη χιλιετία π.Χ., είχε ως αποτέλεσμα σημαντικές απώλειες βλάστησης. Κατά τον Μεσαίωνα, η περιοχή ήταν γνωστή ως μια βραχώδης, χωρίς δένδρα γη. Έτσι, τον 19ο αιώνα η ονομασία carso υιοθετήθηκε ως όνομα για όλα τα καρστικά συστήματα.

Για την δημιουργία ενός καρστικού ανάγλυφου βασική προϋπόθεση είναι η παρουσία ανθρακικών σχηματισμών (ασβεστόλιθοι και δολομίτες) και εβαποριτών (γύψος και ανυδρίτες). Το καρστικό ανάγλυφο αντιπροσωπεύεται από ένα σύμπλεγμα επιφανειακών και υπόγειων καρστικών μορφών με ιδιαίτερα υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά. Για την ανάπτυξη των καρστικών αναγλύφων πέρα από τη χημική διάλυση, την αποσάθρωση και την απογύμνωση των εδαφών από κάθε μορφή βλάστησης, η λιθολογία, η γεωλογική δομή, οι τεκτονικές μετακινήσεις, η υδρογεωλογία και το κλίμα διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο. Γενικά ο όρος καρστ χρησιμοποιείται σε κάθε περιοχή που συμβαίνει η διάλυση των πετρωμάτων. Το τυπικό όμως καρστ αναπτύσσεται στις περιοχές εκείνες που κυριαρχούν ανθρακικά πετρώματα και η κυκλοφορία του νερού είναι εύκολη διαμορφώνοντας έτσι τις καρστικές μορφές (ρηγματώσεις, αγωγοί και κατακλάσεις) (Huntton, 1995).

A.4. Δημιουργία και εξέλιξη καρστικού αναγλύφου

Η υδρογεωλογία, η λιθολογία και τα κλιματολογικά χαρακτηριστικά μιας περιοχής επηρεάζουν άμεσα την εξελικτική πορεία ενός καρστικού αναγλύφου. Επιπλέον, το είδος του καρστικού πετρώματος, το βάθος ενταφιασμού ενός καρστ, η έκταση της επιφανειακής ανάπτυξής του και η αποσάθρωσή του εξαιτίας της καρστικοποίησης αποτελούν μερικούς ακόμα παράγοντες της καρστικής εξέλιξης ενός αναγλύφου (Παυλόπουλος, 2011). Βασικές διαδικασίες της καρστικής εξέλιξης είναι η χημική διάβρωση, η μηχανική αποσάθρωση, η απογύμνωση του αναγλύφου, η μεταφορά και η εναπόθεση υλικού. Αξίζει να σημειωθεί πως ο ασβεστόλιθος (CaCO_3), ο δολομίτης ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), η γύψος ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) και ο ανυδρίτης, τα αλατούχα και τα

ιζηματογενή πετρώματα τα οποία περιέχουν ανθρακικά ορυκτά και τα ανθρακικά μεταμορφωσιγενή πετρώματα, αποτελούν την ομάδα των καρστικών πετρωμάτων με άμεση και υψηλή έκθεση στην επίδραση του νερού.

Σύμφωνα με τους Petrović και Živago στην εξέλιξη ενός καρστικού αναγλύφου μπορούμε να διακρίνουμε επτά φάσεις. Πιο συγκεκριμένα:

1^η Φάση: Η εξέλιξη του καρστικού ανάγλυφου σε περιοχές με υγρό κλίμα είναι ήπιας και σταδιακής μορφής κυρίως στα πρωτογενή ανθρακικά πετρώματα. Καθώς ο υδροφόρος ορίζοντας βρίσκεται κοντά στην εδαφική επιφάνεια και το έδαφος είναι υγρό, η επιφανειακή απορροή είναι μεγάλης κλίμακας. Ο μικρός αριθμός ρωγμών στα πετρώματα καλύπτεται είτε από την παρουσία βλάστησης και εδαφικού μανδύα είτε από κολλούβιες αποθέσεις μεταφερόμενα δηλαδή υλικά με την επενέργεια της βαρύτητας.

2^η Φάση: Η μεταφορά μεγάλων ποσοτήτων νερού στο εσωτερικό των πετρωμάτων καθώς και σε βαθύτερους ορίζοντες, οφείλεται στη σταδιακή διάνοιξη των ρωγμών. Αποτελέσματα αυτού είναι η διαδικασία της καρστικοποίησης να γίνεται αρχικά αισθητή στο επιφανειακό ανάγλυφο και να συνεχίζεται σε βαθύτερα στρώματα καθώς επίσης και η εκβάθυνση του υδροφόρου ορίζοντα.

3^η Φάση: Η διεύρυνση των ρωγμών είναι μεγαλύτερης κλίμακας με αποτέλεσμα την δημιουργία μικρών καναλιών στα οποία κινούνται μεγάλες ποσότητες νερού με γρήγορη πορεία προς τα βαθύτερα στρώματα. Ως αποτέλεσμα της διαδικασίας είναι η περιοδική αποξήρανση και η εποχική ροή του υδρογραφικού δικτύου, επιτρέποντας σε καρστικές γεωμορφές όπως οι αμαξοτροχιές, οι γλύφες και οι δολίνες να εμφανιστούν. Τέλος, η κίνηση του νερού σε βαθύτερους ορίζοντες και περιφερειακά ανθρακικά πετρώματα οδηγεί στην δημιουργία καταβοθρών και καρστικών πηγών (Εικ.10).

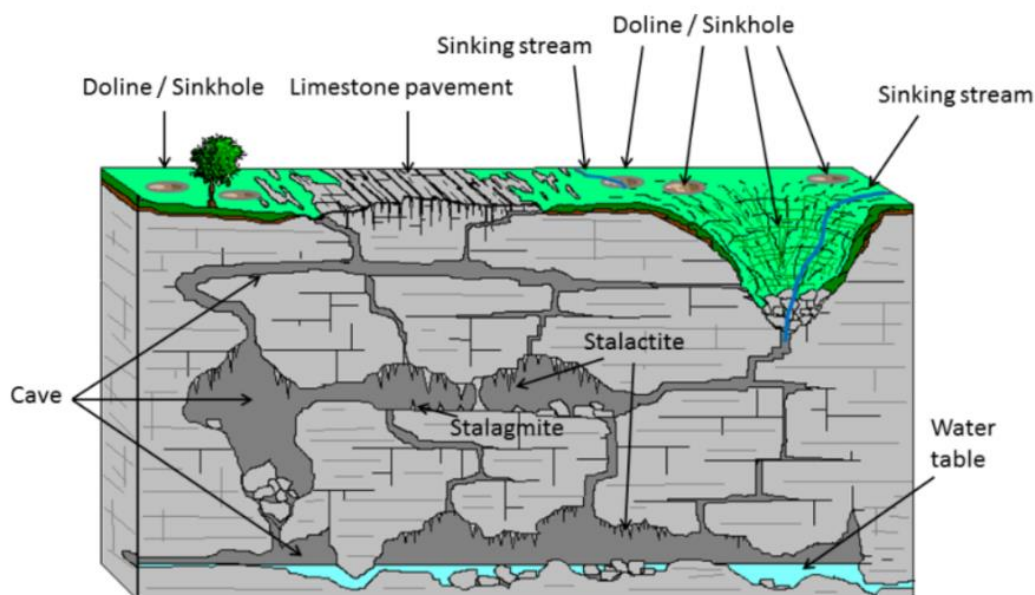
4^η Φάση: Η εκβάθυνση των ρωγμών είναι εμφανής και σε μεγάλη κλίμακα, με αποτέλεσμα η μικρή και εποχική ροή του υδρογραφικού δικτύου να καταλήγει στις καταβόθρες. Έτσι, στο ανεπτυγμένο πια υπόγειο καρστικό δίκτυο, η κυκλοφορία του νερού γίνεται σε ορισμένα τμήματά του αφήνοντας κάποια εκτός διαδρομής, τα οποία θεωρούνται «απολιθωμένα».

5^η Φάση: Στη φάση αυτή οι υπόγειοι αγωγοί δεν είναι τόσο διευρυμένοι ώστε να δημιουργηθούν υπόγεια σπήλαια (Εικ.10). Όμως κατά μήκος των κοιτών σε

χαμηλότερα υψομετρικά επίπεδα από εκείνα των καταβοθρών, εμφανίζονται δολίνες (Εικ.10). Επιπλέον, στα στόμια των εκβολών ποταμών εμφανίζονται κρεμαστές κοιλάδες ενώ η αντίθετη κατεύθυνση της ροής του ποταμού μετατρέπεται σε τυφλή κοιλάδα.

6^η Φάση: Αποτελεί την τελευταία φάση της μορφολογικής εξέλιξης των καρστικών περιοχών. Η αρχή γίνεται όταν οι καταβόθρες εμφανίζονται στις τυφλές κοιλάδες, αποστραγγίζοντας τα υπόγεια νερά και μετατρέποντας το υπόγειο υδρογραφικό δίκτυο σε απολιθωμένο. Επιπλέον οι δολίνες οι οποίες δημιουργήθηκαν κατά την προηγούμενη φάση ενώνονται, σχηματίζοντας έτσι τις ουβάλες. Πρόκειται για περιοχές με έντονο το φαινόμενο της καρστικοποίησης με αποτέλεσμα την κατακρήμνιση των οροφών των σπηλαίων, εκθέτοντας τα υδρογραφικά δίκτυα και τους αγωγούς στις ατμοσφαιρικές διεργασίες.

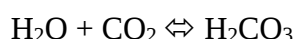
7^η Φάση: Στη φάση αυτή διακόπτεται το φαινόμενο της καρστικοποίησης και η μεταμόρφωση των επιφανειακών καρστικών γεωμορφών είναι εμφανής. Επίσης η συνένωση διαδρόμων και αγωγών των υπόγειων μορφών σε σύνθετους σχηματισμούς, είναι άμεσα επηρεασμένη από τις διεργασίες του προκαρστικού κύκλου που προηγήθηκε (Παυλόπουλος, 2011).



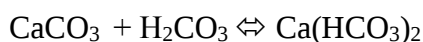
Εικόνα 10: Σχηματική απεικόνιση επιφανειακών και υπόγειων καρστικών γεωμορφών
Geological Survey, Ireland, (<https://www.gsi.ie/en-ie/programmes-and-projects/groundwater/activities/understanding-irish-karst/karst-landforms/Pages/default.aspx>).

A.5. Μηχανισμός γένεσης καρστικών σπηλαίων

Τα μάρμαρα και οι ασβεστόλιθοι ανήκουν στην κατηγορία των ασβεστολιθικών πετρωμάτων που επηρεάζονται άμεσα από την χημική διάβρωση καθώς αποτελούνται από CaCO_3 . Όμως το νερό των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων δεν είναι σε ικανοποιητικό βαθμό χημικά ενεργό, ώστε να διαλύσει το ανθρακικό ασβέστιο (CaCO_3) των ασβεστολιθικών πετρωμάτων. Παρόλα αυτά στο ταξίδι του ως την επιφάνεια του εδάφους εμπλουτίζεται με διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) που περιέχει ο ατμοσφαιρικός αέρας, δημιουργώντας το ανθρακικό οξύ (H_2CO_3).



Το ανθρακικό οξύ (H_2CO_3) που εμπεριέχεται στο νερό, επιδρά στον ασβεστίτη (CaCO_3) το κύριο συστατικό των ασβεστολιθικών πετρωμάτων.

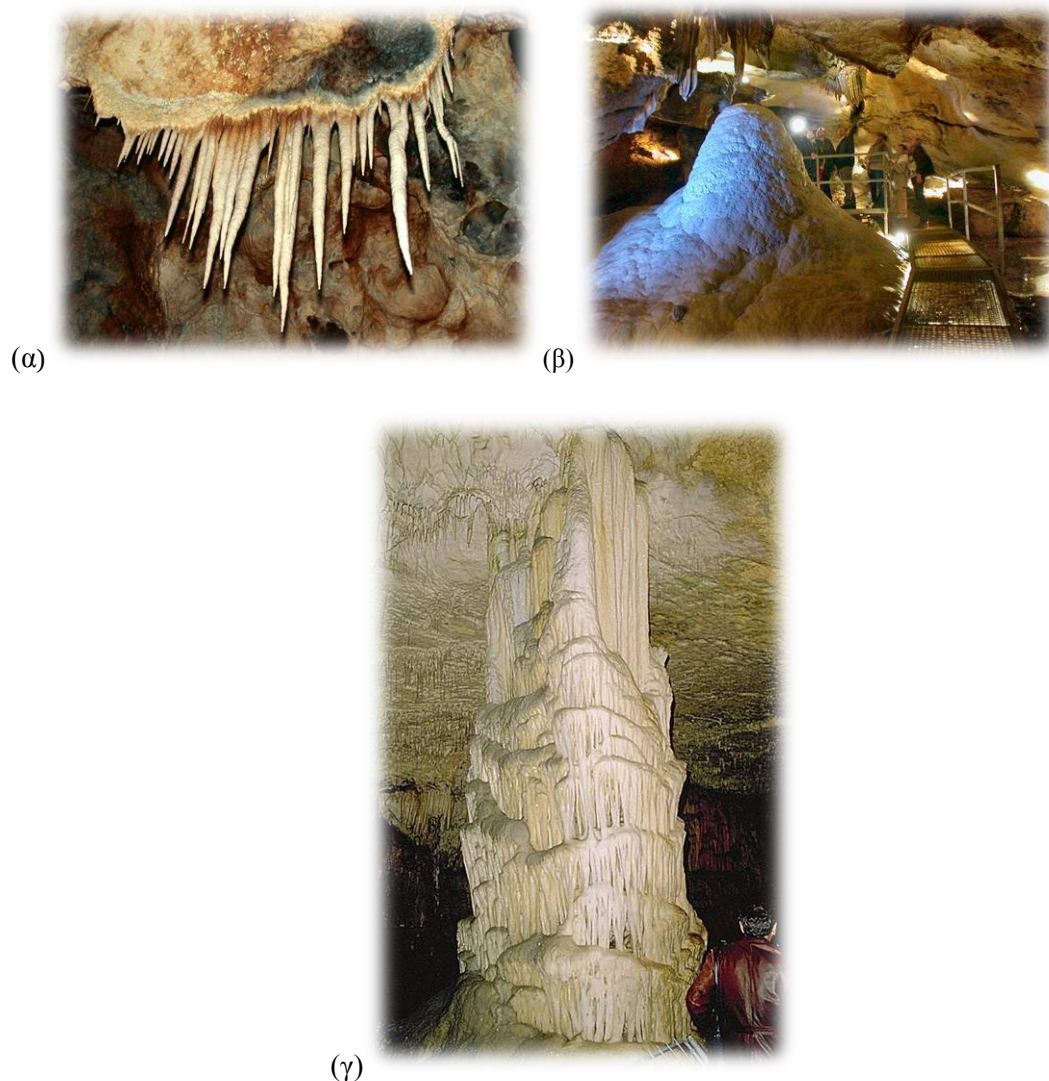


Αποτέλεσμα της αντίδρασης αυτής είναι η δημιουργία δισανθρακικού ασβεστίου, ενός ευδιάλυτου συστατικού στο νερό, το οποίο είναι 30 φορές πιο διαλυτό σε σχέση με το ανθρακικό ασβέστιο.

Η διαδικασία αυτή είναι ανάλογη και στα υπόλοιπα είδη πετρωμάτων και είναι υπεύθυνη για την δημιουργία επιφανειακών καρστ, υπόγειων συστημάτων αποστράγγισης και σπηλαίων (Παυλόπουλος, 2011).

Εντός των καρστικών σπηλαίων δημιουργούνται χαρακτηριστικοί σχηματισμοί από την εναπόθεση ανθρακικού ασβεστίου (CaCO_3), γνωστοί και ως σπηλαιοδιάκοσμος (Hill & Forti, 1997). Οι πιο σημαντικοί και γνωστοί στο ευρύ κοινό είναι οι σταλακτίτες (Εικ. 11α) που βρίσκονται στην οροφή του σπηλαίου και οι σταλαγμίτες (Εικ. 11β) οι οποίοι αναπτύσσονται στο δάπεδο αυτού. Από την ένωση αυτών των δύο τύπων σπηλαιοδιάκοσμου σχηματίζονται οι κολώνες (Εικ. 11γ). Η σύστασή τους αποτελείται από ασβεστίτη ή αραγωνίτη. Ο σχηματισμός του σπηλαιοδιάκοσμου προκύπτει από το υπερκορεσμένο νερό το οποίο φτάνει στο εσωτερικό του σπηλαίου μέσα από τις ρωγμές, εναποθέτοντας το ανθρακικό ασβέστιο. Τα σχήματα των σταλακτιτών εξαρτώνται από το σχήμα της σχισμής από όπου εισχωρεί το νερό, από την ταχύτητα ροής του, την θερμοκρασία και την περιεκτικότητά του σε CO_2 . Τέλος η ποικιλία στα χρώματα (κόκκινο, πράσινο κ.ά.) του σπηλαιοδιάκοσμου προκύπτουν από την παρουσία αλάτων και οξειδίων που περιέχονται διαλυμένα στο νερό. Για παράδειγμα

τα οξείδια του σιδήρου δίνουν το κόκκινο-καφέ χρώμα της σκουριάς, τα οξείδια του μαγγανίου προσφέρουν ένα καστανομέλανο χρώμα, τα οξείδια του χαλκού το πράσινο, τα άλατα του θείου το κίτρινο και στις περιπτώσεις όπου δεν υπάρχουν προσμίξεις τα σπηλαιοθέματα έχουν ένα γαλακτώδες χρώμα ή είναι ημιδιαφανείς.



Εικόνα 11: Είδη σπηλαιοδιάκοσμου (α) σταλακτίτης, (β) σταλαγμίτης και (γ) κολώνα
(<http://www.showcaves.com/english/explain/Speleothem/index.html>).

Τέλος, εκτός από τα δημοφιλέστερα είδη σπηλαιοδιάκοσμου δηλαδή τους σταλακτίτες, τους σταλαγμίτες και τις κολώνες, υπάρχουν ακόμη οι κουρτίνες, οι καταρράκτες, τα γκουρ, οι εκκεντρίτες, οι ελικτίτες, τα μαργαριτάρια των σπηλαίων, το σπηλαιογάλα και το σπαρ.

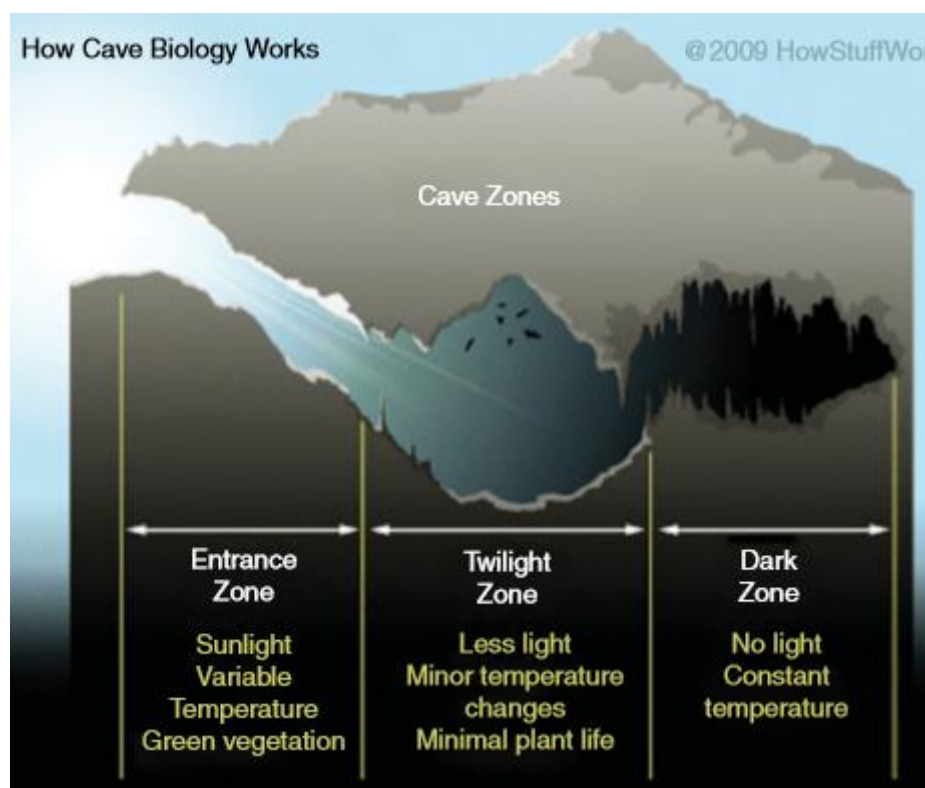
A.6. Αξία καρστικών σπηλαίων

Τα σπήλαια ως τμήματα των καρστικών συστημάτων αποτελούν μοναδικούς πόρους με ιδιαίτερη γεωλογική, ορυκτολογική, βιολογική, πολιτιστική και οικονομική αξία (Παυλόπουλος, 2011).

Η πανίδα, η χλωρίδα και οι μικροοργανισμοί που κατοικούν στα σπήλαια είναι ζητήματα που απασχολούν την επιστήμη της Βιοσπηλαιολογίας αφού τα σπήλαια αποτελούν ξεχωριστά, κλειστά, οριακά σταθερά οικοσυστήματα με ποικιλία βιότοπων. Επιπλέον το τροφικό πλέγμα των σπηλαίων είναι απλό, με λίγα τροφικά επίπεδα τα οποία αναπτύσσονται από τη γέννησή τους (White & Culver, 2012).

Το σπήλαιο έχει τρεις κύριες ζώνες (Εικ.12) με βάση τη διείσδυση του φωτός και την έντασή του (Lee et al., 2012):

- (i) τη ζώνη εισόδου, η οποία εκτίθεται σε πλήρη ηλιακή ακτινοβολία και βιώνει τον καθημερινό κύκλο φωτισμού.
- (ii) τη ζώνη λυκόφωτος, και
- (iii) τη σκοτεινή ζώνη, όπου δεν εισχωρεί φως.



Εικόνα 12: Οι τρεις ζώνες (είσοδος, λυκόφως, σκοτάδι) μιας σπηλιάς, (Lee et al., 2012).

Οι ζώνες αυτές χαρακτηρίζονται από συγκεκριμένες φυσικοχημικές και γεωχημικές συνθήκες. Σε αντίθεση με τους επιφανειακούς βιότοπους, οι συνθήκες στα βαθύτερα τμήματα των σπηλαίων είναι γενικά σταθερότερες ως προς την θερμοκρασία καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, αλλά παρότι είναι σταθερές μπορούν να θεωρηθούν πιο ακραίες επειδή είναι συνεχώς σκοτεινά, καθιστώντας την διαδικασία της φωτοσύνθεσης αδύνατη. Ως εκ τούτου, το περιβάλλον ενός σπηλαίου θεωρείται εξαιρετικά ολιγοτροφικό, φτωχό δηλαδή σε θρεπτικά συστατικά, επειδή πολλοί από τους πόρους που απαιτούνται σε ένα οικοσυστήμα επιφανειακής βάσης, όπως το φως και η οργανική ύλη, είναι περιορισμένα.

Στα διάφορα σημεία του σπηλαίου έχουν βρεθεί όλα τα είδη μορφών ζωής από τους ιούς, τα βακτήρια (συμπεριλαμβανομένων των κυανοβακτηρίων) και τους μύκητες έως την άλγη, τα φυτά και τα ζώα (Culver & Pipan, 2009; Romero, 2009). Σε κάθε μία από τις ζώνες αυτές κατοικούν διαφορετικά είδη ζώων αφού το σπήλαιο καλύπτει διαφορετικές ανάγκες τους. Ανάλογα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες, οι οργανισμοί του σπηλαίου μπορούν να είναι κινητοί ή ακίνητοι και μπορούν να συνδεθούν άμεσα ή έμμεσα με άλλους οργανισμούς σε συμβιωτικές συσχετίσεις (π.χ. παρασιτικές ή αμοιβαίες) (Lee et al., 2012). Γενικά, οι οικολογικές αλληλεπιδράσεις επηρεάζουν βαθιά την ανάπτυξη και τη διατήρηση της δυναμικής του οικοσυστήματος των σπηλαίων και της τροφικής αλυσίδας. Για παράδειγμα μια τέτοια αλληλεπίδραση μπορεί να είναι τα περιττώματα της νυχτερίδας (bat guano) όπου σε ορισμένα σπήλαια αποτελούν σημαντική πηγή ενέργειας και θρεπτικών ουσιών για πολλούς άλλους οργανισμούς (Lee et al., 2012).

Ανάλογα με τη θέση και τις συνθήκες που επικρατούν σε σπήλαιο, παρουσιάζονται οι εξής κατηγορίες ζώων και άλλων οργανισμών (Culver and Pipan, 2009; Romero, 2009):

- *Τυχαίοι επισκέπτες*, χαρακτηρίζονται τα ζώα και άλλοι οργανισμοί που εισέρχονται στο σπήλαιο τυχαία ή περιστασιακά με την βοήθεια του ανέμου ή του νερού (υπόγεια ύδατα, βρόχινο νερό) ή ακόμη μπορούν να μεταφερθούν σε ένα σπήλαιο από άλλα ζώα (π.χ. φίδια, βάτραχοι, πρόβατα κ.ά.).
- *Τρωγλόξενοι οργανισμοί*, οργανισμοί που αναπαράγονται και ζουν μέσα στο σπήλαιο, τρέφονται όμως έξω από αυτό. Σημαντικό είναι ότι προσφέρουν

οργανική ύλη στο οικοσύστημα του σπηλαίου. Στο είδος αυτό ανήκουν οι νυχτερίδες, ποντίκια, αράχνες, δίπτερα, κλπ.

- *Τρωγλόφιλοι οργανισμοί*, ονομάζονται εκείνοι οι οποίοι ολοκληρώνουν τον βιολογικό τους κύκλο μέσα στα σπήλαια ή σε μέρη με παρόμοιο μικροκλίμα. Οι ομάδες αυτές αντιπροσωπεύονται από ασπόνδυλους οργανισμούς (π.χ. δολιχόποδα). Πρόκειται για οργανισμούς απόλυτα προσαρμοσμένους στο περιβάλλον, είναι συνήθως τυφλοί, με αυξημένη την αίσθηση της αφής και της ακοής. Τέλος, η έλλειψη φωτός οφείλεται για το λευκοκίτρινο χρώμα τους.
- *Τρωγλόβιοι οργανισμοί*, είναι οι πλήρως προσαρμοσμένοι οργανισμοί στο περιβάλλον των σπηλαίων. Πρόκειται για μικροοργανισμούς, ορατούς μόνο με μικροσκόπιο, που βρίσκονται κατά βάση στο νερό.

Εκτός από τη βιολογική σημασία των σπηλαίων, σημαντική είναι και η πολιτισμική-αρχαιολογική τους αξία. Τα καρστικά συστήματα και πιο συγκεκριμένα τα καρστικά σπήλαια έχουν υψηλή πολιτιστική και ιστορική αξία, καθώς πολλά αντικείμενα που τεκμηριώνουν την πρόωρη ανθρώπινη ανάπτυξη έχουν διατηρηθεί σε αυτές τις περιοχές. Οι περισσότερες από τις γνώσεις μας για τους προγόνους μας βασίζονται σε σπηλαιολογικά ευρήματα (Sherwood & Simek, 2001). Συνεπώς τα καρστιά σπήλαια είναι εξαιρετικά πολύτιμοι φυσικοί πόροι (Pipan & Culver, 2013). Κατά το παρελθόν είναι γνωστό πως τα σπήλαια αξιοποιούνταν ως καταφύγια, χώροι ταφής αλλά και σημεία τέλεσης μυστικιστικών τελετών από τους ανθρώπους. Εξαιτίας της ιδιαίτερης επιφανειακής γεωμορφής του, τα καρστικά συστήματα κατείχαν σημαντική θέση στην καθημερινότητα των κοινοτήτων που κατοικούσαν κοντά σε αυτά. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν οι Μάγιας αλλά και οι Βουδιστές, οι οποίοι χρησιμοποιούσαν ή χρησιμοποιούν ακόμα και σήμερα, τα σπήλαια ως ναούς και χώρους λατρείας (Παυλόπουλος, 2011).

Αξίζει να σημειωθεί πως τα σπηλαιοθέματα είναι ίσως το πιο λεπτομερές φυσικό αρχείο του πλανήτη μας. Οι κλιματικές ή / και περιβαλλοντικές μεταβολές, οι σεισμοί, οι τεκτονικές κινήσεις, οι μεταβολές της στάθμης της θάλασσας, οι ηφαιστειακές εκρήξεις κλπ. καταγράφονται στα αναπτυσσόμενα στρώματα των σπηλαίων πάνω από χίλια ή και εκατομμύρια χρόνια (Forti, 2009). Επιπλέον, τα συστήματα καρστ λειτουργούν και ως φυσικά φίλτρα του διοξειδίου του άνθρακα συμβάλλοντας έτσι στην άμβλυνση της κλιματικής αλλαγής (Liu et al., 2011).

Τέλος η οικονομική αξία των σπηλαίων είναι αδιαμφισβήτητη καθώς η γεωργία, η υλοτόμηση, η διαχείριση του νερού, τα λατομεία ασβεστολίθων και ο εναλλακτικός τουρισμός αποτελούν κάποιους από τους σημαντικότερους τομείς της οικονομικής δραστηριότητας στα καρστικά συστήματα (Παυλόπουλος, 2011).

Όσο απρόσιτα και σκοτεινά και αν μοιάζουν τα σπήλαια, αποτελούν κομμάτια της πολιτιστικής κληρονομιάς μιας χώρας. Όμως οι ανθρώπινες δραστηριότητες κοντά στις καρστικές περιοχές μπορεί να έχουν ανεπανόρθωτες επιπτώσεις στο οικοσύστημα του σπηλαίου. Η πράσινη ασθένεια, η ελάττωση της βιοπικιοιλότητας, η αλλοίωση της ποιότητας του νερού, η καθίζηση των εδαφών και η διείσδυση θαλασσινού νερού, είναι κάποιες από τις επιπτώσεις των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στα καρστικά σπήλαια με αποτέλεσμα την υποβάθμιση των οικοσυστημάτων τους.

B. Σπήλαια και Εκπαίδευση

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η αξία των σπηλαίων είναι αδιαμφισβήτητη και με βάση τη γεωλογική ιστορία της Ελλάδας, θα έλεγε κανείς ότι η θεματική τους θα έπρεπε να απαντάται στην τυπική εκπαίδευση όχι μόνο στις φυσικές επιστήμες αλλά και στα γλωσσικά μαθήματα.

Τα σπήλαια είναι ένα ανοιχτό παράθυρο στην γεωλογική ιστορία ενός τόπου, καθώς μπορούν να προσφέρουν πληθώρα πληροφοριών τόσο για την στρωματογραφία όσο και για το παλαιοπεριβάλλον, στοιχεία που δεν υπάρχουν έξω από αυτά (Plotnick et al., 2014). Επιπλέον η μελέτη του σπηλαιοδιάκοσμου αλλά και των απολιθωμάτων που πιθανόν να βρεθούν σε ένα σπήλαιο είναι σημαντικά στοιχεία για την μελέτη και τον ορισμό του γεωλογικού χρόνου (Wicander & Monroe, 2009).

B.1. Τα σπήλαια στην τυπική εκπαίδευση

Η μελέτη των σχετικών με τα σπήλαια ερευνών καθώς και η μελέτη των Αναλυτικών Προγραμμάτων Σπουδών (ΑΠΣ) και των σχολικών βιβλίων αναδεικνύουν το κενό το οποίο υπάρχει γύρω από τα σπήλαια ως θεματική αλλά και ως προσέγγιση στα ΑΠΣ της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης όπου οι αναφορές για τα καρστικά σπήλαια είναι ελάχιστες.

Πιο συγκεκριμένα στην ψηφιακή πλατφόρμα Φωτόδεντρο (photodentro.edu.gr) η οποία χαρακτηρίζεται ως Εθνικός Συσσωρευτής Εκπαιδευτικού Περιεχομένου για την Πρωτοβάθμια και τη Δευτεροβάθμια εκπαίδευση, στη θεματική «μαθησιακά

αντικείμενα¹», οι εκπαιδευτικοί μπορούν να βρουν σχετικές με τα σπήλαια ενότητες για αξιοποίησή τους στην τάξη.

Παραθέτουμε ενδεικτικά μαθησιακά αντικείμενα που συναντήσαμε στην πλατφόρμα Φωτόδεντρο και σχετίζονται με τα σπήλαια:

- *Σταλακτίτες και Σταλαγμίτες*: Δυναμική οπτική αναπαράσταση για την δημιουργία σταλακτιτών και σταλαγμιτών, με εμφάνιση στην Χημεία Γυμνασίου. Το ηλικιακό φάσμα στο οποίο απευθύνεται είναι 12-18 ετών και πρόκειται για μια άμεση διδασκαλία (<http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/1377?locale=el>).
- *Περιβαλλοντικός χάρτης της Ελλάδος*: Απεικόνιση των τόπων ξεχωριστού περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος, συμπεριλαμβανομένων και των σπηλαίων. Θεματικά εντάσσεται στο μάθημα της Γεωγραφίας - Γεωλογίας και απευθύνεται σε μαθητές και μαθήτριες δημοτικής εκπαίδευσης, ηλικίας 9-12 ετών (<http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/3037?locale=el>).
- *Καλλιτεχνικές δημιουργίες στο παρελθόν και σήμερα*: Σχέδιο μαθήματος διερευνητικής προσέγγισης ενταγμένο στο μάθημα των Εικαστικών. Απευθύνεται στους μαθητές και στις μαθήτριες των τριών πρώτων τάξεων του Δημοτικού (<http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/7121?locale=el>).
- *Διάκριση μορφών σε σπηλαιογραφία*: Πρόκειται για διαδραστικές εικόνες με έμφαση σε λεπτομέρειες σπηλαιογραφιών. Και αυτό το μαθησιακό αντικείμενο εντάσσεται στο μάθημα των Εικαστικών, αλλά απευθύνεται σε μαθητές και μαθήτριες 12-15 ετών (<http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/5846?locale=el>).
- *Διάκριση μορφών στην σπηλαιογραφία του Πεσ-Μερλ*: Διαδραστική εικόνα με έμφαση τις λεπτομέρειες της σπηλαιογραφίας που βρέθηκε στην περιοχή Πεσ - Μερλ η οποία στοχεύει στην ανάπτυξη της κριτικής σκέψης των μαθητών και μαθητριών του Γυμνασίου (<http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/5930?locale=el>).
- *Το Σπήλαιο της Αντιπάρου*: Φωτογραφία από τη συλλογή του Ιδρύματος Αικατερίνης Λασκαρίδη, η οποία απεικονίζει το σπήλαιο της Αντιπάρου. Το περιεχόμενό της προορίζεται για μαθητές και μαθήτριες όλων των εκπαιδευτικών

¹ Ο όρος μαθησιακό αντικείμενο επιδέχεται πολλές ερμηνείες. Ο Wiley (2002) υποστηρίζει πως πρόκειται για ψηφιακούς πόρους που μπορεί να επαναχρησιμοποιηθούν προκειμένου να υποστηρίξουν τη μάθηση. Σε άλλη ερμηνεία μαθησιακό αντικείμενο είναι «το άθροισμα ενός ή περισσότερων ψηφιακών πόρων που ενσωματώνει τα μεταδεδομένα τους και αναπαριστά μια εκπαιδευτική ενότητα» (Dalziel 2002).

βαθμίδων. Στόχος είναι η φωτογραφία να αποτελέσει όχι μόνο το έναυσμα για να διερευνηθεί το σπήλαιο ως ένα φυσικό αξιοθέατο και ως κομμάτι της ιστορίας του τόπου, αλλά και ως ένα κλειστό κι ευαίσθητο οικοσύστημα (<http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-aggregatedcontent-8526-130>).

- *Σκελετός ανθρώπου Παλαιολιθικής εποχής*: πρόκειται για ένα σκίτσο στο οποίο εικονίζεται ο σκελετός ανθρώπου της Παλαιολιθικής εποχής. Ένρημα του παλαιοντολόγου Émile Rivière το 1872, στα σπήλαια Balzi Rossi στην περιοχή Μεντόν της Γαλλίας. Το σκίτσο μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο μάθημα της Ιστορίας για τη διδασκαλία της Παλαιολιθικής εποχής. Απευθύνεται σε μαθητές και μαθήτριες Γυμνασίου και Λυκείου (<http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-aggregatedcontent-8526-473>).

B.2. Τα σπήλαια στη μη τυπική εκπαίδευση

Υπάρχουν όμως και άλλες πηγές μάθησης που δεν εντάσσονται άμεσα στο χώρο της τυπικής εκπαίδευσης, αλλά συνδέονται με αυτήν. Πρόκειται για τις πηγές μη τυπικής εκπαίδευσης οι οποίες παρέχουν την διαδικασία της μάθησης μέσα από οργανωμένες εκπαιδευτικές δομές (π.χ. μουσεία, περιβαλλοντικά κέντρα, πλανητάρια κ.λπ.) προσφέροντας εκπαιδευτικά προγράμματα τα οποία βασίζονται σε ένα άτυπο αναλυτικό πρόγραμμα (Κολιόπουλος, 2005, όπως αναφέρεται στο Χαλκιά, 2016).

Στη μη τυπική εκπαίδευση παρατηρείται πληθώρα υλικού που εστιάζει στα σπήλαια. Οι δραστηριότητες αυτές υλοποιούνται από τα Κέντρα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης, σε σπήλαια όπως αυτά του Περάματος, των Πετραλώνων και της Αλιστράτης αλλά και σε μουσεία όπως το Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Απολιθωμένου Δάσους Λέσβου, τα οποία προσφέρουν δράσεις σε μαθητές και μαθήτριες όλων των ηλικιών.

Ενδεικτικά αναφέρουμε:

- *Σπήλαιο Πετραλώνων*: Προσφέρει ξεναγήσεις τόσο στο σπήλαιο όσο και στο Μουσείο όπου υπάρχουν τα ευρήματα του Αρχανθρώπου. Επιπλέον μέσω του ιστοτόπου προσφέρονται και εικονικές περιηγήσεις (<http://www.petalona-cave.gr/>).

- *Σπήλαιο Αλιστράτης*: Προσφέρει προγράμματα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης σε μαθητές και μαθήτριες όλων των εκπαιδευτικών βαθμίδων (<http://www.alistraticave.gr/index.cfm?id=6&lang=gr>).
- *Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Απολιθωμένου Λάσους Λέσβου*: Διοργανώνει προγράμματα για σχολικές μονάδες, για παιδιά & οικογένειες, για φοιτητές και πανεπιστήμια καθώς και ειδικά εκπαιδευτικά προγράμματα, θερινά εκπαιδευτικά προγράμματα, εκπαίδευση ενηλίκων και εκπαιδευτικό υλικό (<http://www.lesvosmuseum.gr/site/home/ws/primary+menu/education.csp>).

Επίσης πολλές είναι και οι εκπαιδευτικές παρουσιάσεις με εικόνες και βίντεο, που προσφέρουν στους μαθητές και τις μαθήτριες ένα ταξίδι στον κόσμο των σπηλαίων. Ενδεικτικά αναφέρουμε:

- «*Ταξίδι στον υπόγειο κόσμο*»: Μια σειρά από παρουσιάσεις του συλλόγου Σπηλαιολογίας Πρωτέας, που έλαβε χώρα από το 2012 έως το 2014, σε 17 βιβλιοθήκες και 2 σχολεία, για παιδιά ηλικίας 8-11 με στόχο να αποκτήσουν μια πρώτη επαφή με όλες εκείνες τις έννοιες που σχετίζονται με τα καρστικά σπήλαια.
- «*Το υπόγειο ταξίδι του νερού*»: Το Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Κρήτης παρέχει σε μαθητές και μαθήτριες των τελευταίων τάξεων του Δημοτικού καθώς και του Γυμνασίου, Μουσειοσκευές ή Μουσειοβαλίτσες σε μια προσπάθεια να προσεγγίσουν οι ίδιοι οι μαθητές τα καρστικά σπήλαια. Στην προσπάθεια αυτή αξιοποιούνται διδακτικά εργαλεία και οι Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνίας (ΤΠΕ). Στην Μουσειοβαλίτσα περιέχεται βιβλίο θεωρίας, ηλεκτρονικό υλικό και εκπαιδευτικές δραστηριότητες.

Μελετώντας τις αναφορές στα Αναλυτικά Προγράμματα της Πρωτοβάθμιας και της Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, στην ψηφιακή πλατφόρμα Φωτόδεντρο αλλά και σε φορείς της μη τυπικής εκπαίδευσης παρατηρήθηκε ότι η όποια γνώση που μπορεί να αποκτηθεί σχετικά με τα σπήλαια επαφίεται στις πρωτοβουλίες των εκπαιδευτικών. Με αφορμή το κενό της γνώσης των υποψήφιων δασκάλων σχετικά με τα σπήλαια, τη συχνότητα των καρστικών σπηλαίων στον ελληνικό χώρο, την ανάπτυξη περιβαλλοντικής συνείδησης ως προς τα σπήλαια σε υποψήφιους εκπαιδευτικούς, θεωρήθηκε σκόπιμο να μελετηθούν βασικές έννοιες που σχετίζονται με τα σπήλαια, από τον ορισμό έως και την προστασία τους, με ιδιαίτερη έμφαση να δίνεται στον τρόπο με τον οποίο δημιουργήθηκαν.

B.3. Εναλλακτικές ιδέες των μαθητών για τα καρστικά σπήλαια

Η μελέτη της βιβλιογραφίας αναδεικνύει την έλλειψη επιστημονικών ερευνών σχετικών με τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών και των μαθητριών για τα καρστικά σπήλαια καθώς και διδακτικών παρεμβάσεων για την θεματική αυτή.

Ανατρέχοντας στην διεθνή βιβλιογραφία καταγράψαμε λίγες έρευνες που σχετίζονται με τις εναλλακτικές ιδέες - αντιλήψεις των μαθητών και μαθητριών για τα σπήλαια, πάνω στις οποίες βασίστηκε η επιλογή των εννοιών με τις οποίες ασχολήθηκαν οι φοιτητές και οι φοιτήτριες της ερευνητικής μας εργασίας κατά την διδακτική παρέμβαση.

Σύμφωνα με τους Kastning και Kastning (1999) οι διεργασίες που συντέλεσαν στην δημιουργία των καρστικών σπηλαίων είναι περίπλοκες και συχνά είναι δύσκολο να γίνουν αντιληπτές από το ευρύ κοινό. Το γεγονός αυτό, έχει οδηγήσει στη δημιουργία διαφόρων παρανοήσεων και εναλλακτικών ιδεών, οι οποίες διαδίδονται μέσω των ΜΜΕ ή από μέλη της επιστημονικής κοινότητας που ασχολούνται με την περιβαλλοντική προστασία των καρστικών δομών. Οι εναλλακτικές ιδέες που εντόπισαν οι παραπάνω ερευνητές ήταν οι εξής:

- Το υπόστρωμα είναι συμπαγές και χωρίς κενά.
- Το νερό δεν δημιουργεί τις καταβόθρες, αλλά διέρχεται από αυτές καθώς βρίσκονται ήδη εκεί.
- Οι ρύποι που εισέρχονται σε ένα καρστικό σύστημα παραμένουν εκεί χωρίς να μετακινηθούν.
- Το νερό των καρστικών πηγών είναι αγνό.
- Όλες οι καταβόθρες σχηματίστηκαν με καταστροφικό τρόπο.
- Τα χαρακτηριστικά ενός καρστικού συστήματος είναι αποτυπωμένα και στην επιφάνεια του εδάφους.
- Όλα τα σπήλαια σχηματίστηκαν από διάβρωση.
- Η ηλικία των σπηλαίων είναι ίδια με αυτή των πετρωμάτων.
- Η ροή των υπόγειων υδάτων σε ένα καρστικό σύστημα είναι απλή και άμεση.
- Η έλλειψη ενός καρστικού σπηλαίου υποδηλώνει μικρή ή καθόλου ανάπτυξη του καρστ.

Την παραπάνω λίστα εναλλακτικών ιδεών, έρχεται να συμπληρώσει το Environmental Systems: Aquatic Science Chemistry στο Όστιν του Τέξας (2011) προτείνοντας ένα

μοντέλο διδασκαλίας για την δημιουργία καρστικών μορφών με κύριο ερώτημα «*Γιατί είναι σημαντικές οι καρστικές περιοχές και πώς σχηματίζονται; Γιατί και πώς πρέπει οι άνθρωποι να διαχειρίζονται τα καρσικά οικοσυστήματα;*». Οι εναλλακτικές ιδέες πάνω στις οποίες έγινε ο σχεδιασμός της διδακτικής παρέμβασης ήταν οι ακόλουθες:

- Τα καρστικά έγκοιλα στον ασβεστόλιθο σχηματίστηκαν από ζώα ή ανθρώπινη παρέμβαση.
- Όλοι οι υδροφόροι ορίζοντες ανεξάρτητα από το πέτρωμα το οποίο διαπερνούν έχουν ίδια χαρακτηριστικά.
- Το νερό στα καρστικά συστήματα προέρχεται από την θάλασσα.
- Ο υδροφόρος ορίζοντας διαθέτει μηχανισμούς προστασίας από την ρύπανση των υδάτων.

Ο Kirkby (2008) στα πλαίσια ενός workshop με θέμα «*Διδάσκοντας Γεωεπιστήμες τον 21^ο αιώνα*», συνέλεξε από τους συμμετέχοντες μία σειρά από εναλλακτικές ιδέες για τις γεωεπιστήμες. Ανάμεσα στις άλλες κατηγορίες υπάρχει και η κατηγορία με τίτλο «*Υπέδαφος και καρστικά συστήματα*», η οποία παρουσιάζει τις εξής εναλλακτικές ιδέες:

- Τα υπόγεια ύδατα υπάρχουν κυρίως ως τεράστιοι υπόγειοι ποταμοί, λίμνες και θάλασσες.
- Τα υπόγεια και πηγαία νερά είναι καθαρά, καθώς είναι φυσικά φιλτραρισμένα από το υδάτινο σύστημα.
- Τα σπήλαια εκτείνονται βαθιά μέσα στο εσωτερικό της Γης.

Σύμφωνα με τον Francek (2013), παρότι το 10-15% της επιφάνειας της γης καλύπτεται από καρστικά συστήματα, οι έρευνες σχετικά με τις εναλλακτικές ιδέες που σχετίζονται με τις καρστικές γεωμορφές, για μαθητές και μαθήτριες της πρωτοβάθμιας, δευτεροβάθμιας αλλά και τριτοβάθμιας εκπαίδευσης είναι αριθμητικά λίγες. Το φαινόμενο αυτό έγκειται στο γεγονός ότι οι καρστικές γεωμορφές δεν εκρήγνυνται, δεν μετακινούνται και δεν παρουσιάζονται σε μεγάλες κινηματογραφικές ταινίες όπως τα ηφαίστεια, οι σεισμοί και οι δεινόσαυροι. Παρόλα αυτά, σύμφωνα με τον ίδιο ερευνητή, οι μαθητές και οι μαθήτριες έχουν περιέργεια για τα σπήλαια καθώς και για το πώς αυτά δημιουργήθηκαν.

Με βάση τη μελέτη της βιβλιογραφίας, οι εναλλακτικές ιδέες των συμμετεχόντων θα μπορούσαν να κατηγοριοποιηθούν σε αυτές που σχετίζονται με το ρόλο του νερού και

παρουσιάζουν τις παρανοήσεις που υπάρχουν σε σχέση με τα υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά αυτών και σε εκείνες που σχετίζονται με τα χαρακτηριστικά των καρστικών γεωμορφών και πώς αυτά σχηματίστηκαν, όπως φαίνεται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1: Κατηγοριοποίηση εναλλακτικών ιδεών μαθητών/τριών που σχετίζονται με το ρόλο του νερού ή με τα χαρακτηριστικά των καρστικών γεωμορφών.	
Ρόλος νερού	• Το νερό δεν δημιουργεί τις καταβόθρες, αλλά διέρχεται από αυτές καθώς βρίσκονται ήδη εκεί (Kastning & Kastning, 1999). • Η ροή των υπόγειων υδάτων σε ένα καρστικό σύστημα είναι απλή και άμεση (Kastning & Kastning, 1999). • Οι ρύποι που εισέρχονται σε ένα καρστικό σύστημα παραμένουν εκεί χωρίς να μετακινηθούν (Kastning & Kastning, 1999). • Το νερό των καρστικών πηγών είναι αγνό (Kastning & Kastning, 1999). • Όλοι οι υδροφόροι ορίζοντες ανεξάρτητα από το πέτρωμα το οποίο διαπερνούν έχουν ίδια χαρακτηριστικά (Environmental Systems Texas, 2011). • Το νερό στα καρστικά συστήματα προέρχεται από την θάλασσα (Environmental Systems Texas, 2011). • Ο υδροφόρος ορίζοντας διαθέτει μηχανισμούς προστασίας από την ρύπανση των υδάτων (Environmental Systems Texas, 2011). • Τα υπόγεια ύδατα υπάρχουν κυρίως ως τεράστιοι υπόγειοι ποταμοί, λίμνες και θάλασσες (Kirkby, 2008). • Τα υπόγεια και πηγαία νερά είναι καθαρά, καθώς είναι φυσικά φιλτραρισμένα από το υδάτινο σύστημα (Kirkby, 2008).

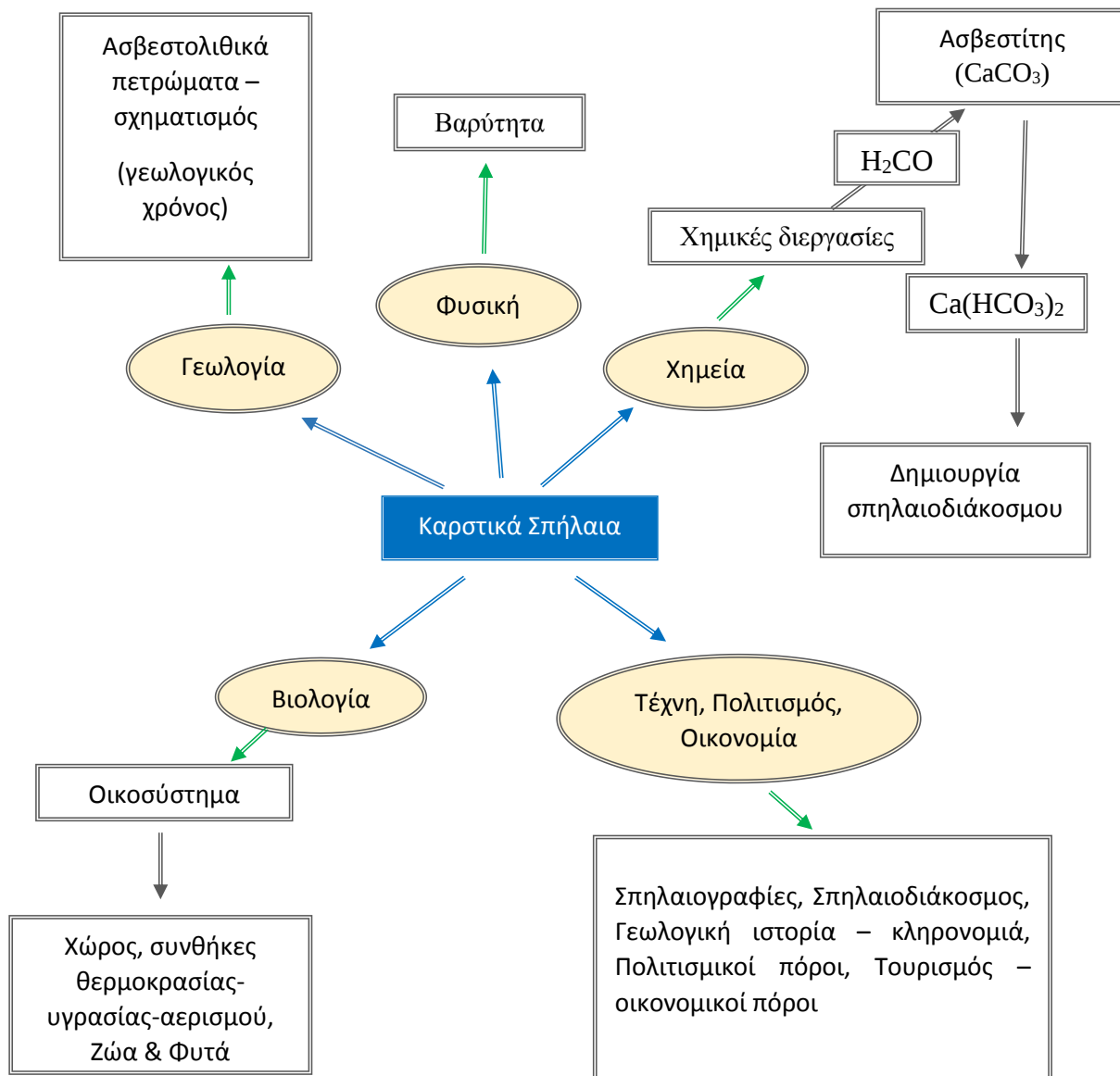
Χαρακτηριστικά καρσικών γεωμορφών	• Το υπόστρωμα είναι συμπαγές και χωρίς κενά (Kastning & Kastning, 1999). • Όλες οι καταβόθρες σχηματίστηκαν με καταστροφικό τρόπο (Kastning & Kastning, 1999). • Τα χαρακτηριστικά ενός καρστικού συστήματος είναι αποτυπωμένα και στην επιφάνεια του εδάφους (Kastning & Kastning, 1999). • Όλα τα σπήλαια σχηματίστηκαν από διάβρωση (Kastning & Kastning, 1999). • Η ηλικία των σπηλαίων είναι ίδια με αυτή των πετρωμάτων (Kastning & Kastning, 1999). • Τα καρστικά έγκοιλα στον ασβεστόλιθο σχηματίστηκαν από ζώα ή ανθρώπινη παρέμβαση (Environmental Systems Texas, 2011). • Η έλλειψη ενός καρστικού σπηλαίου υποδηλώνει μικρή ή καθόλου ανάπτυξη του καρστ (Kastning & Kastning, 1999). • Τα σπήλαια εκτείνονται βαθιά μέσα στο εσωτερικό της Γης (Kirkby, 2008).
--	---

Γ. Μεθοδολογία της έρευνας

Μελετώντας την υπάρχουσα βιβλιογραφία και λαμβάνοντας υπόψη (α) το επιστημονικό υπόβαθρο για τη δημιουργία των σπηλαίων που θα έπρεπε να έχει υπόψη του ένας μελλοντικός δάσκαλος, (β) τα προγράμματα Σπουδών του ελληνικού σχολείου, (γ) τις εναλλακτικές ιδέες σχετικά με τα καρστικά σπήλαια, θεωρήθηκε σημαντικό να μελετηθούν οι ακόλουθες ενότητες που σχετίζονται με τα καρστικά σπήλαια (ορισμός, τρόπος δημιουργίας, σπηλαιοδιάκοσμος, ζώα και άλλοι οργανισμοί που απαντώνται σε ένα καρστικό σπήλαιο (οικοσυστήματα σπηλαίων), αξία και προστασία καρστικών σπηλαίων) δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στον τρόπο δημιουργίας των καρστικών σπηλαίων. Ο εννοιολογικός χάρτης του Σχήματος 1 παρουσιάζει τις έννοιες κλειδιά², και τις μεταξύ τους διασυνδέσεις, οι οποίες μετασχηματιζόμενες μπορεί να αποτελέσουν την κωδικοποίηση ενός νοήματος, όπου στην συγκεκριμένη περίπτωση σχετίζεται με τα καρστικά σπήλαια (Χαλκιά, 2016).

Το γεγονός επίσης ότι η εκπαίδευση ως διαδικασία δεν εστιάζει μόνο στο τι μαθαίνει ο μαθητής αλλά και στο πώς, οδήγησε στην αναζήτηση μεθόδων που αρχικά θα μπορούσαν να δοκιμαστούν σε δασκάλους και στη συνέχεια σε μαθητές. Έτσι, μέσα από τη χρήση ενός διερευνητικού μοντέλου μάθησης με αξιοποίηση ψηφιακών τεχνολογιών και συγκεκριμένα της ψηφιακής πλατφόρμας Google Earth, εξετάστηκε κατά πόσο οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί είναι ικανοί να μετασχηματίσουν την επιστημονική γνώση εντάσσοντάς την στην συγγραφή (story writing) μιας επιστημονικής ιστορίας.

² Οι έννοιες κλειδιά θεωρούνται απαραίτητες για την οικοδόμηση της επιστημονικής γνώσης.



Σχήμα 1: Εννοιολογικός χάρτης καρστικών σπηλαίων

Γ.1. Σκοπός και στόχοι

Σκοπός της συγκεκριμένης έρευνας είναι να διερευνήσει εάν οι μελλοντικοί δασκάλοι είναι ικανοί να δημιουργήσουν μια επιστημονική ιστορία για τα καρστικά σπήλαια, ενσωματώνοντας και μετασχηματίζοντας έννοιες που διδάχθηκαν μέσα από το μοντέλο της διερευνητικής μάθησης με την χρήση ψηφιακών τεχνολογιών και συγκεκριμένα της ψηφιακής πλατφόρμας Google Earth.

Σύμφωνα με την πρότερη βιβλιογραφική ανασκόπηση τα ερευνητικά ερωτήματα εστιάζουν στα ακόλουθα σημεία:

- (i) Στις γνώσεις των υποψήφιων δασκάλων (φοιτητών και των φοιτητριών) για τα καρστικά σπήλαια και

- (ii) Στην ενσωμάτωση και τον μετασχηματισμό των εννοιών που σχετίζονται με τα καρστικά σπήλαια σε μια επιστημονική ιστορία.

Με οδηγό τα ερευνητικά ερωτήματα διατυπώθηκε και η ερευνητική υπόθεση:

«Οι μελλοντικοί/ές δάσκαλοι/ες είναι σε θέση να δημιουργήσουν μια ολοκληρωμένη επιστημονική ιστορία, ενσωματώνοντας και μετασχηματίζοντας σε αυτή έννοιες που σχετίζονται με τα καρστικά σπήλαια και τις οποίες διδάχθηκαν μέσα από ένα διερευνητικό μοντέλο μάθησης με την χρήση του ψηφιακού περιβάλλοντος Google Earth».

Κατά τον σχεδιασμό της έρευνας τέθηκαν οι γνωστικοί, συναισθηματικοί και οι ψυχοκινητικοί στόχοι που σχετίζονται με την διδακτική παρέμβαση με βάση τις εναλλακτικές ιδέες που προέκυψαν από την βιβλιογραφική ανασκόπηση.

Γνωστικοί στόχοι:

Οι φοιτητές και οι φοιτήτριες μετά το τέλος της παρέμβασης θα είναι ικανοί να:

1. Ορίζουν την έννοια του σπηλαίου.
2. Περιγράφουν τον μηχανισμό γένεσης ενός καρστικού σπηλαίου.
3. Κατονομάζουν τα τρία βασικά είδη του σπηλαιοδιάκοσμου.
4. Αναγνωρίζουν τις κατηγορίες των ζώων που κατοικούν σε ένα καρστικό σπήλαιο.
5. Αναφέρουν τρόπους προστασίας ενός καρστικού σπηλαίου.
6. Καλλιεργούν την κριτική σκέψη τους.

Συναισθηματικοί στόχοι:

Οι φοιτητές και οι φοιτήτριες μετά το τέλος της παρέμβασης θα είναι σε θέση να:

1. Ευαισθητοποιηθούν και να προβληματιστούν για το οικοσύστημα του σπηλαίου.
2. Υιοθετούν θετική στάση απέναντι στην πολιτισμική κληρονομιά.

Ψυχοκινητικοί στόχοι:

Οι φοιτητές και οι φοιτήτριες μετά το τέλος της παρέμβασης θα είναι σε θέση να:

1. Αναπτύξουν δεξιότητες σχετικές με την ψηφιακή πλατφόρμα Google Earth.

2. Συνθέσουν έναν διαδραστικό χάρτη προκειμένου να παρουσιάσουν πληροφορία.

Ο σκοπός και οι στόχοι της έρευνας έχουν άμεση σχέση με τη μεθοδολογία που επιλέγχθηκε προκειμένου να συλλεγθούν τα δεδομένα (Faulkner et al., 1999, όπ. αναφ. στο Φλαμπούρη, 2009). Στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία επιλέχθηκε η ανάλυση περιεχομένου (content analysis).

Γ.2. Δείγμα της Έρευνας

Σημαντικό μέρος στον ερευνητικό σχεδιασμό είναι η δειγματοληψία, καθώς η ποιότητα των δεδομένων που θα συλλεγθούν και των αποτελεσμάτων που θα προκύψουν επηρεάζονται άμεσα από την επιλογή του δείγματος (Ισαρη & Πουρκός, 2015). Στα πλαίσια μιας μεταπτυχιακής έρευνας, όπως αυτή, η επιλογή του δείγματος επηρεάζεται άμεσα από την διαθεσιμότητα των πόρων και την προσβασιμότητα στον πληθυσμό.

Η συμπτωματική ή ευκαιριακή δειγματοληψία (βολική) συνήθως αποτελείται από άτομα του κοντινού κοινωνικού περιγύρου του ερευνητή. Αποτέλεσμα αυτού, είναι το συγκεκριμένο δείγμα να μην επιτρέπει την γενίκευση των αποτελεσμάτων σε μεγαλύτερο πληθυσμό (Cohen et al., 2008).

Η συγκεκριμένη μεταπτυχιακή διπλωματική έρευνα, εστίασε στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση, και πιο συγκεκριμένα στο τμήμα το οποίο είναι υπεύθυνο για την εκπαίδευση των μελλοντικών εκπαιδευτικών, στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών. Ο πληθυσμός της έρευνας αποτελούνταν από 400 μελλοντικούς/ές δασκάλους/ές, (φοιτητές και φοιτήτριες του τμήματος), που συμμετείχαν στο εργαστήριο της Γεωγραφίας στα πλαίσια του υποχρεωτικού μαθήματος «Φυσικές Επιστήμες ΙΙΙ: Γεωγραφία». Το δείγμα της έρευνας αποτελείται από 100 μελλοντικούς δασκάλους και προέκυψε έπειτα από συστηματική δειγματοληψία ($k=N/n \Rightarrow k=400/100 \Rightarrow k=4$, $\psi=4 \Rightarrow \psi+k, \psi+2k, \psi+3k \dots \Rightarrow 4, 8, 12, 16 \dots$). Οι φοιτητές και οι φοιτήτριες χωρίστηκαν τυχαία σε τμήματα των 20-22 ατόμων, χωρίς να υπάρχει ισοδυναμία εκπροσώπησης στο φύλο.

Γ.3. Ερευνητικά εργαλεία

Α) Ερωτηματολόγιο

Για τον έλεγχο του γνωστικού επιπέδου των φοιτητών και των φοιτητριών χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο πριν την διδακτική παρέμβαση. Με δεδομένο ότι στην βιβλιογραφία δεν βρέθηκε κάποιο ήδη σχεδιασμένο και δοκιμασμένο ερωτηματολόγιο για τις συγκεκριμένες έννοιες που θέλαμε να εξετάσουμε και μελετώντας τα Αναλυτικά Προγράμματα τόσο της Πρωτοβάθμιας όσο και της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης καθώς και τις έρευνες που σχετίζονται με τις εναλλακτικές ιδέες, προέκυψαν οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου και οι κατηγορίες που εξετάζουν σχετικά με τα καρστικά σπήλαια.

Πιο συγκεκριμένα οι ερωτήσεις από τις οποίες απαρτίζεται το ερωτηματολόγιο είναι οι εξής:

1. Δώστε έναν σύντομο ορισμό για το σπήλαιο.
2. Έχετε επισκεφθεί ποτέ κάποιο σπήλαιο; Αν ναι, γράψτε το όνομά του καθώς και το τι σας έκανε εντύπωση.
3. Γράψτε τα ονόματα πέντε σπηλαίων που γνωρίζετε (στην Ελλάδα ή στο εξωτερικό) και πείτε πού βρίσκονται.
4. Καρστικά είναι τα σπήλαια τα οποία εμφανίζονται σε περιοχές της γης όπου υπάρχει έντονη η παρουσία ασβεστόλιθων, με αποτέλεσμα να λαμβάνει χώρα η διαδικασία της καρστικοποίησης. Βάλτε αριθμούς στο τελευταίο κουτάκι ώστε να παρουσιάζεται με σωστή σειρά τη διαδικασία της δημιουργίας ενός καρστικού σπηλαίου.
5. Με τον όρο σπηλαιοδιάκοσμο, ορίζουμε τον διάκοσμο που μπορεί κάνεις να αντικρίσει μέσα σε ένα σπήλαιο και περιγράφει τον τρόπο εμφάνισης ενός σχηματισμού ή τη μορφολογία του (αλλά όχι τη σύνθεσή του). Παρακάτω σας δίνονται εικόνες σπηλαιοδιάκοσμων. Σε ρόλο σπηλαιολόγου, δώστε σε κάθε έναν από αυτούς το όνομα που πιστεύετε ότι τον περιγράφει καλύτερα ή που θα χρησιμοποιούσατε σε μια ξενάγηση.
6. Ο σχηματισμός σπηλαιοδιάκοσμου: (Μπορείτε να κυκλώσετε παραπάνω από μία απαντήσεις).
7. Τα σπήλαια αποτελούν περιβάλλοντα ιδιαίτερων συνθηκών. Χαρακτηρίζονται από: σταθερή θερμοκρασία, σταθερή υγρασία υψηλών τιμών, απόλυτη ησυχία,

έλλειψη φωτός, υψηλή συγκέντρωση CO₂. Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, πιστεύετε ότι υπάρχει ζωή σε ένα σπήλαιο;

8. Ποιοι είναι οι κύριοι παράγοντες καταστροφής ενός σπηλαίου; (Μπορείτε να κυκλώσετε παραπάνω από μία απαντήσεις.)
9. Πολλά από τα σπήλαια εντάσσονται στους καταλόγους της πολιτισμικής κληρονομιάς. Μπορείτε να αναφέρετε πώς μπορούμε να προστατέψουμε τα σπήλαια;

Οι 5 θεματικές κατηγορίες που εξετάζονται μέσα από τις 9 ερωτήσεις είναι οι ακόλουθες:

- Ορισμός σπηλαίου
- Σπηλαιογένεση
- Σπηλαιοδιάκοσμος
- Ζώα και άλλοι οργανισμοί που απαντώνται στα σπήλαια
- Καταστροφή και προστασία σπηλαίου

Η ερώτηση 1 (γνωστικός στόχος 1) είναι ανοιχτού τύπου με σκοπό τα άτομα να απαντήσουν ελεύθερα, και να διατυπώσουν έναν ορισμό για το σπήλαιο.

Η 2^η και 3^η ερώτηση δεν σχετίζονται άμεσα με τους γνωστικούς στόχους, αλλά με τους συναισθηματικούς στόχους. Σκοπό έχουν να αποτυπώσουν τις εντυπώσεις (θετικές ή αρνητικές) των φοιτητών και των φοιτητριών από μια ή περισσότερες πιθανές επισκέψεις σε σπήλαια και να καταγράψουν ονομαστικά κάποια από αυτά.

Η ερώτηση 4 (γνωστικός στόχος 2) επιλέχθηκε να είναι κλειστού τύπου καθώς καλεί τους φοιτητές και τις φοιτήτριες να βάλουν σε σωστή σειρά τις προτάσεις που περιγράφουν τον τρόπο δημιουργίας του καρστικού σπηλαίου. Η επιλογή του κλειστού τύπου δεν έγινε τυχαία, καθότι οι ερωτούμενοι δεν έχουν διδαχθεί στο παρελθόν τον συγκεκριμένο μηχανισμό, οπότε θα ήταν αδύνατη η περιγραφή του σε μια ερώτηση ανοιχτού τύπου.

Οι ερωτήσεις 5 και 6 (γνωστικός στόχος 3) στόχο έχουν οι συμμετέχοντες μέσα από φωτογραφίες να προσπαθήσουν να αναγνωρίσουν τον σχηματισμό του σπηλαιοδιάκοσμου (σταλακτίτες, σταλαγμίτες και κολώνες) και να επιλέξουν την απάντηση εκείνη που περιγράφει τον τρόπο δημιουργίας του.

Η 7^η ερώτηση (γνωστικός στόχος 4) στοχεύει στον έλεγχο της άποψης που έχουν τα άτομα για την ζωή και τους άλλους οργανισμούς που μπορούν να βρεθούν στα σπήλαια. Ανάλογα με την επιλογή στην κλειστού τύπου ερώτηση, καλούνται να αιτιολογήσουν δίνοντας παρδείγματα.

Τέλος οι ερωτήσεις 8 και 9 (γνωστικός στόχος 5) αξιολογούν τις απόψεις των ερωτούμενων για τους κινδύνους που διατρέχουν τα σπηλαία αλλά και για τον τρόπο προστασίας τους.

Ο σχεδιασμός του ερωτηματολογίου στηρίχθηκε στις βασικές αρχές σχεδιασμού, με στόχο να διατυπωθούν με σαφήνεια τα ζητούμενα στοιχεία ώστε να δώσουν όσο γίνεται πιο αξιόπιστα αποτελέσματα στην επιστημονική μελέτη. Ιδιαίτερη προσοχή δόθηκε στον τρόπο διατύπωσης των ερωτήσεων, στο είδος και στο πλήθος τους με κεντρικό άξονα την αρχή πως *«οι ερωτήσεις είναι τέτοιες και τόσες, ώστε να εξασφαλιστεί η συγκέντρωση των επιθυμητών δεδομένων, τόσο σε ποιότητα όσο και σε ποσότητα»* (Δημητρόπουλος, 2009:69).

Στη συγκεκριμένη έρευνα το ερωτηματολόγιο λειτουργεί ως μέσο αξιολόγησης του επιπέδου της πρότερης γνώσης των φοιτητών και των φοιτητριών για τα καρστικά σπήλαια. Έτσι ζητήθηκε από τους φοιτητές και τις φοιτήτριες να απαντήσουν ανώνυμα³ σε αυτό ώστε οι απαντήσεις τους να είναι ειλικρινείς χωρίς το αγχος της βαθμολόγησης. Παρά τα θετικά του στοιχεία της διαδικασίας δεν θα πρέπει να παραλειφθεί το γεγονός πως μπορεί να απαντηθεί με βιασύνη και χωρίς ιδιαίτερη συγκέντρωση (Cohen & Manion, 2000). Για μειωθεί ο κίνδυνος της αναξιοπιστίας των απαντήσεων οι φοιτητές και οι φοιτήτριες κλήθηκαν να απαντήσουν στις ερωτήσεις εντός 20 λεπτών στο χώρο του εργαστηρίου.

Καθώς στα αρνητικά σημεία των ερωτηματολογίων συνυπολογίζεται η παρερμηνεία σημείων ή/και ολόκληρων ερωτημάτων κατά την συμπλήρωση του ερωτηματολογίου εξαιτίας της έλλειψης διευκρινήσεων (Milne, 1994) κυρίως σε ερωτήσεις κλειστού τύπου, για την ελαχιστοποίηση του φαινομένου πραγματοποιήθηκε πιλοτική έρευνα

³ Η ανωνυμία προσφέρει αξιοπιστία ως προς τις απαντήσεις, και σε συνδυασμό με το μικρό οικονομικό κόστος και την άμεση συλλογή δεδομένων, κάνει το ερωτηματολόγιο ένα ελκυστικό εργαλείο αξιολόγησης (Cohen & Manion, 2000).

ώστε να ελεγχθούν πιθανές παρερμηνείες και να αξιολογηθεί η συνάφεια των απαντήσεων σε ερωτήματα διατυπωμένα με διαφορετικό τρόπο.

Η πιλοτική έρευνα έλαβε χώρα τον Οκτώβριο του 2018 στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών με την συμμετοχή 9 μεταπτυχιακών και διδακτορικών φοιτητών και φοιτητριών. Στόχος της πιλοτικής έρευνας ήταν να ελεγχθούν το συντακτικό και φραστικό επίπεδο του ερωτηματολογίου, ο βαθμός δυσκολίας, η πιθανότητα παρερμηνειών, η σαφήνεια στη διατύπωση των ερωτήσεων και η ευκολία κατανόησής τους και τέλος το αισθητικό αποτέλεσμα και η έκταση του (Javeau, 2000). Σκοπός ήταν μέσα από την πιλοτική μελέτη να καταγραφούν οι παρατηρήσεις και τα σχόλια των ατόμων ώστε να βελτιωθούν τα στοιχεία του ερωτηματολογίου τα οποία θα δημιουργούσαν προβλήματα για κάποια από τις παραμέτρους που προαναφέρθηκαν. Η πιλοτική έρευνα είχε θετικό αντίκτυπο ως προς την αξιολόγηση του ερωτηματολογίου καθώς βοήθησε στην διόρθωση και βελτίωση σημείων όχι μόνο ως προς το φραστικό κομμάτι αλλά και ως προς το αισθητικό.

B) Η γραφή ιστοριών ως εργαλείο αξιολόγησης

Στην συνέχεια, προκειμένου να αξιολογήσουμε την ικανότητα των μελλοντικών εκπαιδευτικών να μετασχηματίζουν επιστημονικές έννοιες, στη συγκεκριμένη έρευνα τις βασικές έννοιες των καρστικών σπηλαίων που διδάχθηκαν μέσα από το μοντέλο της διερευνητικής μάθησης με χρήση ψηφιακών τεχνολογιών, χρησιμοποιήσαμε ως εργαλείο αξιολόγησης τη γραφή ιστοριών.

Γενικά στη βιβλιογραφία η γραφή ιστοριών και στη συνέχεια η αφήγησή τους, παρουσιάζεται ως ένα καλό μέσο παρουσίασης των επιστημονικών εννοιών. Πολλοί είναι οι ερευνητές που προτείνουν την αξιοποίηση των ιστοριών για την διδασκαλία των φυσικών επιστημών.

Οι ιστορίες που εμπνέονται από την επιστήμη μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ένα μέσο μεταφοράς γνώσεων και εμπειριών από γενιά σε γενιά αλλά και ως μια διαφορετική μέθοδος διδασκαλίας (Mavrikaki & Kapsala, 2012). Οι επιστημονικές ιστορίες μπορούν να προκαλέσουν συναισθήματα, τα οποία κατέχουν σημαντική θέση στη μνήμη του ατόμου. Άλλωστε, οι πληροφορίες που σχετίζονται με τα συναισθήματα, περνούν ευκολότερα στη μακροπρόθεσμη μνήμη του ακροατή (Egan, 1989, όπως αναφέρεται στο Mavrikaki & Kapsala, 2012).

Οι Millar και Osborne (1998) υποστηρίζουν ότι οι ιστορίες μπορούν να παρουσιάσουν την επιστήμη με τέτοιο τρόπο ώστε να διεγείρει το ενδιαφέρον των μαθητών και των μαθητριών για μάθηση των επιστημονικών εννοιών, παρέχοντάς τους ένα ουσιαστικό, συνεκτικό και αξιομνημόνευτο πλαίσιο. Άλλωστε οι στόχοι του προγράμματος σπουδών για τις φυσικές επιστήμες θα πρέπει να είναι η ανάπτυξη της περιέργειας για την επιστήμη και η αύξηση της αίσθησης για αναζήτηση και ενθουσιασμό. Έτσι, οι ιστορίες αποτελούν ένα μέσο επίτευξης θετικών μαθησιακών αποτελεσμάτων, αρκεί να είναι σχετικές με τη διδακτέα ύλη, διασκεδαστικές και ενδιαφέρουσες (Rowcliffe, 2004).

Ο διδακτικός μετασχηματισμός των επιστημονικών εννοιών για την ενσωμάτωσή τους στην αφήγηση, προϋποθέτει περισσότερα από μια απλή αφήγηση γεγονότων (Χατζηγεωργίου, 2006). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, η αρχή της ιστορίας να αποτελεί ένα κρίσιμο στάδιο καθώς πρέπει να προκαλέσει το ενδιαφέρον των μαθητών και των μαθητριών, να διεγείρει τη φαντασία και την εφευρετικότητα τους. Στόχος του κύριου μέρους της ιστορίας πρέπει να είναι η μάθηση, γι' αυτό το λόγο οι ιδέες πρέπει να είναι ξεκάθαρες και σωστά δομημένες. Επιπλέον, το κλείσιμο της ιστορίας πρέπει να είναι ενδιαφέρον, να ολοκληρώνεται η ιστορία σε αυτό και να παρέχει ιδανικά ένα ηθικό δίδαγμα (Χατζηγεωργίου, 2006).

Σύμφωνα με τους Zazkis και Liljedahl (2009), κάθε ιστορία με επιστημονικό περιεχόμενο που απευθύνεται σε μαθητές θα πρέπει να διαθέτει τα ακόλουθα βασικά χαρακτηριστικά :

Πλοκή: πρόκειται για την κεντρική ιδέα της ιστορίας. Ουσιαστικά δεν μπορεί να υπάρξει ιστορία χωρίς πλοκή – δράση.

Παράγοντας άνθρωπος: Με την αναφορά στον πραγματικό επιστήμονα στόχος είναι ο η επιστήμη και ο ίδιος ο/η επιστήμονας, μέσα από καθημερινά παραδείγματα και εικόνες να αποκτήσουν μια οικεία και προσιτή εικόνα για τον μαθητή και τη μαθήτρια.

Δημιουργία ερωτήματος: Στόχος της αφήγησης είναι να τεθεί το ερευνητικό ερώτημα πάνω στο οποίο θα κληθούν να απαντήσουν οι μαθητές και οι μαθήτριες.

Εικόνες: Οι λέξεις που θα χρησιμοποιηθούν κατά την αφήγηση σκοπός είναι δημιουργία εικόνων στο μυαλό των μαθητών και των μαθητριών.

Χιούμορ: Όπως οι εικόνες, έτσι και το χιούμορ μπορούν να δώσουν έναν ευχάριστο τόνο στην αφήγηση κεντρίζοντας την προσοχή των μαθητών. Πρακτικές όπως τα ανέκδοτα, οι κωμικοτραγικοί χαρακτήρες και οι αστείες καταστάσεις μπορούν να αφυπνίσουν το μυαλό και να το κινητοποιήσουν.

Στόχος, λοιπόν, δεν είναι απλά η δημιουργία ιστοριών εμπνευσμένων από την επιστήμη πάνω στην θεματική ενότητα που πρέπει να διδάχτεί, αλλά και ο τρόπος που θα σκεφτεί ο/η εκπαιδευτικός για να μετατρέψει κάθε κομμάτι της ύλης, σε πόλο έλξης του ενδιαφέροντος του μαθητή και της μαθήτριας. Είναι σημαντικό να μην διαστρεβλωθεί η επιστημονική πληροφορία καθώς τότε το αποτέλεσμα θα είναι αντιεπιστημονικό. Αυτό όμως δεν επιβάλλει την αποφυγή φανταστικών στοιχείων, εφόσον δεν επηρεάζουν τα πραγματικά επιστημονικά δεδομένα (Zazkis & Liljedahl, 2009).

Γ4 Διδακτική παρέμβαση

Η διδακτική παρέμβαση που ακολουθήσαμε αξιοποίησε το ψηφιακό περιβάλλον του Google Earth ως εργαλείο, με κύριο άξονα την διερευνητική μάθηση, για την διδασκαλία των καρστικών σπηλαίων στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση.

Α) Διδακτική παρέμβαση με την χρήση του διερευνητικού μοντέλου μάθησης

Τα διάφορα φιλοσοφικά ρεύματα σκέψης που προσπαθούν να εξηγήσουν τόσο την πραγματικότητα όσο και τον τρόπο με τον οποίο γίνεται εύληπτη από το άτομο, είναι εκείνα που επηρεάζουν και τις θεωρητικές προσεγγίσεις μάθησης (Spector, 2001). Όπως αναφέρουν οι Ράπτης και Ράπτη (2007), οι θεωρίες μάθησης είναι άρρηκτα συνδεδεμένες με τα επιστημολογικά ρεύματα της ερμηνευτικής σχολής της σκέψης, τον θετικισμό και την κοινωνικό-κριτική σχολή.

Τα τελευταία χρόνια, πολλοί είναι οι ερευνητές σε παγκόσμια κλίμακα που ασχολούνται με το διερευνητικό μοντέλο μάθησης και αρκετά τα αναλυτικά προγράμματα σπουδών που έχουν επηρεαστεί από αυτό. Ήδη από το 1996 ο Bruner υποστήριξε πως είναι απαραίτητη η αξιοποίηση του διερευνητικού μοντέλου μάθησης στη διδακτική των φυσικών επιστημών (Bruner, 1996). Έτσι, δεν αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι η διερευνητική μάθηση στις μέρες μας μοιάζει αναγκαία (Luft & Roehrig, 2004). Η απόδοση, όμως, ενός μοναδικού ορισμού αυτού του διδακτικού μοντέλου δεν αποτελεί μια απλή υπόθεση. Στην ξενόγλωσση βιβλιογραφία το μοντέλο αυτό

εμφανίζεται με τον όρο *inquiry*, όπου ορίζεται ως η αναζήτηση της πληροφορίας και της αλήθειας ή της γνώσης και της έρευνας (Webster, 1986). Σε κάθε περίπτωση ο όρος *inquiry* αναφέρεται στην περιγραφή τόσο του διδακτικού μοντέλου όσο και της διαδικασίας της επιστημονικής έρευνας.

Ο Keselman (2003) υποστήριξε πως αποτελεί μια εκπαιδευτική διαδικασία κατά την οποία οι μαθητές και οι μαθήτριες ακολουθούν την επιστημονική μεθοδολογία, με στόχο να οικοδομήσουν τη γνώση. Ένας άλλος ορισμός αναφέρει ότι το διερευνητικό μοντέλο αποτελεί μια διαδικασία εξερεύνησης του φυσικού ή υλικού κόσμου, που ωθεί το μαθητή ή τη μαθήτρια να ρωτά, να ανακαλύπτει και να πραγματοποιεί αντίστοιχους ελέγχους, με στόχο τη σε βάθος κατανόηση του κόσμου (de Jong, 2006).

Επίσης έχει αναφερθεί πως στο διερευνητικό μοντέλο ο μαθητής και η μαθήτρια βρίσκονται σε πρώτο πλάνο, ανακαλύπτοντας καθετί που τους περιβάλλει, επιχειρηματολογώντας για το μηχανισμό λειτουργίας του κόσμου βάσει δεδομένων και κατανοώντας την αξία της επιστήμης (Wood, 2003). Είναι φανερό, επομένως, πως η διερευνητική διαδικασία μάθησης αποτελεί μια επίπονη αλλά ενεργητική μέθοδο, κατά την οποία η γνώση δε δίνεται έτοιμη αλλά οικοδομείται μέσα από τις σκέψεις και την αναζήτηση (Κουτσελίνη & Θεοφιλίδης, 2007). Επιπλέον μέσα από το διερευνητικό μοντέλο αναπτύσσεται ένας τρόπος διδασκαλίας, όπου η περιέργεια των μαθητών συναντά την επιστημονική μεθοδολογία με στόχο αφενός την οικοδόμηση της γνώσης και αφετέρου την ανάπτυξη κριτικής σκέψης (Myers et al., 2014).

Το διερευνητικό μοντέλο μάθησης παρουσιάζει μια πληθώρα παραλλαγών στην πάροδο του χρόνου, εξαιτίας των διαφορετικών αναγκών που χρειάστηκε να καλύψει. Έτσι, από το μοντέλο των Chang et al. (2003) οι οποίοι διέκριναν τέσσερα στάδια στα οποία συγκλίνουν οι προσεγγίσεις που αξιοποιούν το διερευνητικό μοντέλο (τη διατύπωση υποθέσεων, τη συλλογή δεδομένων, την ερμηνεία του αποτελέσματος και τα συμπεράσματα αυτού) φτάσαμε στο μοντέλο των 5E του Dewey (Bybee et al., 2006) για να συνεχίσουμε στο μοντέλο των 7E (Eisenkraft, 2003). Σύμφωνα με το μοντέλο 5E τα στάδια εξέλιξης της διερεύνησης ακολουθούν την εξής πορεία: εμπλοκή, εξερεύνηση, επεξήγηση, επεξεργασία και εκτίμηση. Το μοντέλο 7E έρχεται και προσθέτει στο στάδιο της εμπλοκής, την ενεργοποίηση και στο στάδιο της εκτίμησης, την επέκταση (Eisenkraft, 2003).

Σε κάθε περίπτωση, στόχος του διερευνητικού μοντέλου μάθησης σύμφωνα με τα παραπάνω, είναι να αναπτύξουν οι μαθητές και οι μαθήτριες την ικανότητα διεξαγωγής επιστημονικής έρευνας καθώς επίσης και να ενισχυθεί η κατανόηση επιστημονικών εννοιών μέσα από την έρευνά τους (Crawford, 2007). Η ενεργή συμμετοχή των μαθητών και των μαθητριών κρίνεται απαραίτητη για τη διατύπωση των ερωτήσεων και των προβλέψεων, την αναζήτηση και συλλογή των δεδομένων, την ερμηνεία και την επιστημονική αιτιολόγηση των δεδομένων, τις ομαδικές συζητήσεις και την επεξεργασία του προβλήματος η λύση του οποίου μπορεί να βρει εφαρμογή την καθημερινότητα των ίδιων των μαθητών/τριών (Anderson, 2000).

B) Η χρήση ψηφιακών τεχνολογιών στη διδασκαλία των σπηλαίων

Στις μέρες μας ο Η/Υ αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητας, τόσο στον τομέα της εκπαίδευσης και της επιστήμης όσο στον τομέα της ψυχαγωγίας. Έτσι η αξιοποίησή του στην σύγχρονη διδακτική παρέμβαση αποτελεί σημαντικό εργαλείο των ΤΠΕ για την μάθηση και κατανόηση των φυσικών επιστημών (Μαλιάρας & Προκόπης, 2014). Σύμφωνα με τους ερευνητές, κανένα άλλο είδος τεχνολογίας δεν διατέλεσε τόσο σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη του εκπαιδευτικού συστήματος, όσο οι Η/Υ (Niemic & Walberg, 1987). Ήδη από το 1970 οι Η/Υ έκαναν αισθητή την παρουσία τους στην διδακτική παρέμβαση προσφέροντας εργαλεία ανάλυσης και οπτικοποίησης δεδομένων, δίνοντας την δυνατότητα στους μαθητές και τις μαθήτριες να διατυπώσουν υποθέσεις (de Jong, 2006).

Συγκεντρώνοντας κάποια από τα θετικά της χρήσης των ψηφιακών τεχνολογιών στην εκπαιδευτική διαδικασία, μπορεί να γίνει μια προσπάθεια κατανόησης του πώς η τεχνολογία μπορεί να συμβάλλει στην μάθηση (Sherman & Kurshan, 2005):

- Το έναυσμα ενδιαφέροντος που μπορεί να συνδυάζει εικόνα, ήχο και λόγο (Σιμάτος, 1995), προσφέρει ένα διαφορετικό και ελκυστικό περιβάλλον, εμπλέκοντας ενεργά τους μαθητές και τις μαθήτριες στην μαθησιακή διαδικασία (Tinio, 2003) καθώς είναι οι ίδιοι/ες που εξερευνούν (Sherman & Kurshan, 2005).
- Η αλληλεπίδρασή τους με τη θεματική που μελετούν τούς προσφέρει το κίνητρο που χρειάζονται για να αναπτύξουν μια πιο θετική στάση ως προς την νέα γνώση (Βούλτσιου, 2007).

- Οι απεικονίσεις και οι προσομοιώσεις όταν αναπαριστούν ή έχουν στόχο την διευκρίνιση δύσκολων εννοιών, δημιουργούν σαφείς παραστάσεις με αποτέλεσμα την κατανόηση του υπό μελέτη θέματος, επιλύοντας γρήγορα και εύκολα απορίες, σε αντίθεση με την λεκτική περιγραφή που σε ορισμένες περιπτώσεις δεν είναι αρκετή (Σιμάτος, 1995).
- Οι προσομοιώσεις και τα εικονικά εργαστήρια έρχονται να οργανώσουν την διδασκαλία και να καλύψουν την ανάγκη για πείραμα (Σιμάτος, 1995), δίνοντας την δυνατότητα στον/στην εκπαιδευτικό να εξοικονομήσει χρόνο από την οργάνωση, εκτέλεση και παρουσίαση αποτελεσμάτων από ένα πείραμα (Michaelides, 2007).
- Η δυνατότητα που δίνεται σε κάθε μαθητή και μαθήτρια να ερευνήσει και να αναζητήσει νέα στοιχεία (Σιμάτος, 1995), προσφέρει μια εξατομικευμένη διδασκαλία επιτρέποντας στο άτομο να φτάσει στη νέα γνώση με τον δικό του τρόπο και ρυθμό (Slavin, 2007). Η αξιοποίηση πληθώρας νέων πληροφοριών, επιστημονικού υλικού καθώς και η ένταξη δεδομένων από την καθημερινή ζωή, επικαιροποιεί την διδακτική παρέμβαση (Σιμάτος, 1995; Gudanesu, 2010).

Είναι σημαντικό να σημειωθεί πως η συνεργασία και το ομαδικό πνεύμα ενισχύονται καθώς οι μαθητές και οι μαθήτριες έρχονται σε επαφή, ανταλλάσσουν ιδέες και μοιράζονται αποτελέσματα και δεδομένα (Van Joolingen et al., 2007). Με αυτό τον τρόπο μπορεί να αντιμετωπιστεί και το πρόβλημα έλλειψης υλικοτεχνικής υποδομής, χώρου αλλά και χρημάτων που απαιτούνται για την υλοποίηση πειραμάτων σε εργαστηριακούς χώρους (Michaelides, 2007).

Τέλος, ο προσφερόμενος χρόνος εξάσκησης και μελέτης είναι περισσότερος και σε συνδυασμό με την απουσία χαρακτηρισμών, παρουσιάζεται βελτίωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων αφού οι μαθητές και οι μαθήτριες δεν φοβούνται να εκφραστούν ελεύθερα (Higgins, 2003; Βούλτσιου, 2007).

Στον αντίποδα των υποστηρικτών των ψηφιακών τεχνολογιών, οι πολέμιοι υποστηρίζουν πως η χρήση των ψηφιακών τεχνολογιών καθορίζει ένα νέο επικοινωνιακό ήθος με αποτέλεσμα να δημιουργεί κοινωνικά ζητήματα προσαρμογής, αλλοιώνοντας τις ανθρώπινες σχέσεις και αλλάζοντας τον τρόπο επικοινωνίας (Ταρνανίδης, 2014). Ένα ακόμα στοιχείο που παραθέτουν είναι πως παρότι προσφέρονται εικονικές εμπειρίες, δεν είναι ούτε ρεαλιστικές ούτε από «πρώτο χέρι»

(Plowman et al., 2010), με αποτέλεσμα την πιθανή υποβάθμιση του τελικού προϊόντος των μαθητών και των μαθητριών (Yunus et al., 2013).

Η πρόσβαση των μαθητών και των μαθητριών στην χρήση των ψηφιακών τεχνολογιών δεν είναι ίδια σε κάθε σχολείο, ούτε καν στο ίδιο το σχολείο (Τζίμπα, 2012), ενώ διαφοροποίηση παρατηρείται και στην εξοικείωση των παιδιών με αυτές πριν εισαχθούν στην σχολική κοινότητα (Σολομωνίδου, 2000). Έτσι, απαραίτητη κρίνεται η διοικητική και τεχνική υποστήριξη, καθώς και η κεντρική και ενδοσχολική επιμόρφωση (Τζίμπα, 2012).

Επιπλέον, υποστηρίζεται πως η χρήση των ψηφιακών τεχνολογιών κρύβει κινδύνους όχι μόνο ως προς την διαστρέβλωση του ρόλου του εκπαιδευτικού, εάν το ίδιο το μέσο γίνει αυτοσκοπός (Σολομωνίδου, 2000), αλλά και ως προς τις αρνητικές συνέπειες στην υγεία του ατόμου που περνά ολόένα και περισσότερο χρόνο σε κλειστούς χώρους (Plowman et al., 2010). Τέλος, η συνεχόμενη χρήση των ψηφιακών τεχνολογιών μπορεί να εθίσει το άτομο στην τεχνολογία με κίνδυνο την έκθεσή του σε ακατάλληλο περιεχόμενο (Plowman et al., 2010).

Η τάση ορθολογικής χρήσης των ψηφιακών τεχνολογιών υποστηρίζει πως τα αποτελέσματα της χρήσης τους εξαρτώνται από τον τρόπο και τον σκοπό για τον οποίο αξιοποιούνται. Έτσι όπως κάθε μαθησιακό εργαλείο δεν φέρει θετικά αποτελέσματα σε όλους και πάντα (Tinio, 2003) και για όλες τις θεματικές η χρήση των ψηφιακών τεχνολογιών δεν αποτελεί τον έναν και μοναδικό τρόπο διδασκαλίας (Πλακίτση, 2008).

Με αφορμή την πρότερη βιβλιογραφία και τα θετικά μαθησιακά αποτελέσματα που επιφέρει η χρήση των ΤΠΕ, επιλέχθηκε το Google Earth ως εργαλείο να ενταχθεί στην διερευνητική διδακτική παρέμβαση.

Χρησιμοποιώντας τον όρο γνωστικό εργαλείο ουσιαστικά γίνεται λόγος για ένα μαθησιακό περιβάλλον σε Η/Υ, το οποίο έχει σχεδιαστεί να λειτουργεί ως διανοητικός συνεργάτης του μαθητή ή της μαθήτριας που το χρησιμοποιεί, με στόχο την ενεργοποίηση της κριτικής σκέψης και μιας υψηλότερου επιπέδου μάθησης (Jonassen, 2000).

Το Google Earth αποτελεί ένα γνωστικό εργαλείο σχεδιασμένο για να ενισχύσει την χωρική σκέψη του μαθητή ή της μαθήτριας μέσα από τα διάφορα σχέδια μαθήματος που μπορεί ένας εκπαιδευτικός να σχεδιάσει. Επίσης, δίνει επιπλέον γνώσεις μέσα από

την ενσωμάτωση πληροφοριών στο μαθησιακό περιβάλλον που έχει σχεδιάσει ο εκπαιδευτικός. Όπως σημειώνει ο Leamnsion (1999), σε πολλές περιπτώσεις η γνωστική διαδικασία συμβαίνει έξω από την τάξη, με τη χρήση της τεχνολογίας όμως, οι εκπαιδευόμενοι/ες μπορούν να επεκτείνουν τις γνώσεις τους και να ενισχύσουν τη σκέψη και τις δεξιότητές τους εφαρμόζοντας την «εκτός τάξης» μάθηση στις καταστάσεις που παρουσιάζονται μέσα στην τάξη.

Η χρήση του Google Earth επιτρέπει στον μαθητή και την μαθήτριά να ασχοληθεί με την έρευνα, να εξηγήσει τι εντοπίζει και να αξιολογεί αυτό που μαθαίνει (Cates et al. 2003). Η ίδια η φύση του εργαλείου επιτρέπει στους μαθητές και τις μαθήτριες να εξερευνούν τη γη με δυναμικό και διαδραστικό τρόπο, βοηθώντας τους να κατανοήσουν το χωρικό πλαίσιο, για παράδειγμα της περιοχής ή της χώρας τους, συμμετέχοντας στην μαθησιακή διαδικασία με γνώμονα το χώρο μέσα από έναν ψυχαγωγικό και ουσιαστικό τρόπο (Patterson, 2007).

Η ενσωμάτωση συναισθηματικών συνιστωσών ή οπτικών και συναισθηματικών εικόνων με στόχο την επικοινωνία και την κινητοποίηση του εκπαιδευόμενου, μετατρέπει το Google Earth σε ένα ισχυρό εργαλείο μέσα στην τάξη (Patterson, 2007). Μέσα από την υπηρεσία χαρτογράφησης της κοινότητας Google Earth, διατίθεται μια ποικιλία δεδομένων που περιλαμβάνουν συμπληρωματικές αναγνώσεις, πληροφορίες σχεδόν σε πραγματικό χρόνο, καθώς επίσης και φωτογραφίες. Με αυτόν τον τρόπο ο εκπαιδευτικός κερδίζει χρόνο και ως προς τον σχεδιασμό του μαθήματος, αλλά και ως προς την διδακτική παρέμβαση αφού επικεντρώνεται περισσότερο στο μάθημα και λιγότερο στους μηχανισμούς του προγράμματος.

Σύμφωνα με τις Γαλάνη και Ρόκκα (2016), κάποια από τα θετικά στοιχεία του Google Earth είναι:

- Η απλή έκδοση του εργαλείου διατίθεται δωρεάν.
- Διαθέτει εύκολη και συμβατή εγκατάσταση με κάθε Η/Υ.
- Διαθέτει εικόνες υψηλής ανάλυσης από κάθε σημείο του πλανήτη.
- Το διαθέσιμο φωτογραφικό υλικό μπορεί να είναι 2D ή 3D.
- Η αποτύπωση ενός ταξιδιού γίνεται με ευκολία.
- Η αποτύπωση του αναγλύφου βοηθά στην εξαγωγή συμπερασμάτων.
- Προσφέρεται η δυνατότητα επεξεργασίας και διάχυσης δεδομένων ενός project εκπαιδευτικού ή μη.

- Μπορεί να δεχτεί πληροφορίες στα ελληνικά.
- Επιδέχεται συχνές αναβαθμίσεις, προσφέροντας έτσι επικαιροποιημένα εργαλεία.

Στα αρνητικά του στοιχεία σύμφωνα με την ίδια πηγή (Γαλάνη & Ρόκκα, 2016) απαντώνται τα εξής:

- Καλή και γρήγορη σύνδεση στο διαδίκτυο.
- Απαιτείται η δημιουργία προσωπικού λογαριασμού ώστε να αποθηκευτεί και να διαμοιραστεί η πληροφορία.
- Οι συχνές αναβαθμίσεις πιθανόν να οδηγούν σε αλλαγές στον τρόπο αξιοποίησης των εργαλείων που διαθέτει.

Γ5. Περιγραφή της διδακτικής παρέμβασης

Καθόλη την διάρκεια του μήνα Νοεμβρίου του 2018, από Δευτέρα έως και Παρασκευή, στο εργαστήριο των υπολογιστών του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Αθηνών, έλαβε χώρα η διδακτική παρέμβαση στα πλαίσια των εργαστηρίων του μαθήματος «Φυσικές Επιστήμες ΙΙ: Γεωγραφία». Κάθε διδακτική παρέμβαση διαρκούσε 2 ώρες (120').

Πριν από την έναρξη της διδακτικής παρέμβασης δόθηκε σε κάθε φοιτητή και φοιτήτρια το ερωτηματολόγιο σε έντυπη μορφή, ώστε ο καθένας ατομικά και ανώνυμα να απαντήσει στις ερωτήσεις. Ο διαθέσιμος χρόνος για την συμπλήρωσή του όπως έχει προαναφερθεί ήταν 20'.

Ως προς την οργάνωση του αίθουσας υπολογιστών, αξίζει να σημειωθεί πως οι φοιτητές και οι φοιτήτριες εργάστηκαν σε ομάδες των 2 ή 3 ατόμων. Κάθε ομάδα είχε τον δικό της Η/Υ, με την συζήτηση και την ανταλλαγή απόψεων επιτρέπονται κατά τη διάρκεια του εργαστηρίου ενισχύοντας έτσι το ομαδοσυνεργατικό πνεύμα.

Η διδασκαλία αποτελούνταν από δύο μέρη. Στο πρώτο οι φοιτητές και οι φοιτήτριες με την χρήση του Google Earth έπρεπε να διερευνήσουν συγκεκριμένες έννοιες για τα καρστικά σπήλαια (ορισμός, μηχανισμός γένεσης καρστικού σπηλαίου, σπηλαιοδιάκοσμος, ζωή και προστασία), ενώ στο δεύτερο μέρος έγινε συζήτηση για το τρόπο δημιουργίας μιας ιστορίας με στόχο οι ίδιοι/ες να δημιουργήσουν μια γραπτή αφήγηση στην οποία θα ενέτασσαν όλες τις παραπάνω έννοιες των καρστικών σπηλαίων που διερεύνησαν μέσω του Google Earth.

Πριν από την έναρξη της χρήσης του Google Earth και αφού είχε ολοκληρωθεί η συμπλήρωση του ερωτηματολογίου ανακοινώθηκε στους φοιτητές και τις φοιτήτριες το θέμα της διδασκαλίας και στην συνέχεια το έναυσμα ενδιαφέροντος δόθηκε από την ερώτηση:

«Ποια είναι η πρώτη εικόνα που έρχεται στο νου όταν ακούτε την λέξη σπήλαιο;».

Με αφορμή αυτή την ερώτηση ακολούθησε ολιγόλεπτη συζήτηση με βάση τις σκέψεις τους. Στην συνέχεια ξεκίνησαν να εργάζονται πάνω στο διδακτικό σενάριο που τους δόθηκε. Όπως φαίνεται και στον Πίνακα 2, όλα τα βήματα του διδακτικού σεναρίου έχουν πλήρη αντιστοίχιση με αυτά της διερευνητικής μάθησης.

Google Earth	
Inquiry based-learning steps	Βήματα διδακτικού σεναρίου
Προσανατολισμός	Η Σπηλαιολογική Εταιρία αναζητά 5 νέους/ες φοιτητές/τριες, με σκοπό να ταξιδέψουν σε 5 από τις ηπείρους και να επισκεφθούν 1 σπήλαιο σε κάθε μία από αυτές. Στόχος του ταξιδιού είναι η καταγραφή πληροφοριών και η λήψη εικόνων για τα 5 σπήλαια. Το υλικό που θα συγκεντρωθεί θα αποτελέσει το θεωρητικό πλαίσιο μιας ιστορίας για τα καρστικά σπήλαια, που καλούνται να συγγράψουν οι φοιτητές για μαθητές/τριες της Ε και ΣΤ Δημοτικού. Τα σπήλαια που επιλέχθηκαν ήταν τα ακόλουθα: • Mammoth Cave (National Park Kentucky, America) • Phong Nha Ke Bang (UNESCO World Heritage Site, Vietnam, Asia) • The Cango Cave (Oudtshoorn, South Africa) • Jenolan Caves (Australia) • Σπήλαιο των Πετραλώνων (Χαλκιδική, Ελλάδα) Κριτήρια της επιλογής των σπηλαίων: • η γεωγραφική τους θέση

	• η γεωλογική αξία • η αρχαιολογική αξία • η πολιτισμική κληρονομιά • Ο τρόπος αξιοποίησής τους
Διατύπωση και έλεγχος υποθέσεων	Οι ερευνητές θέτουν στους φοιτητές και τις φοιτήτριες το ερώτημα «Ποια είναι η πρώτη εικόνα που σας έρχεται στο νου όταν ακούτε την λέξη σπήλαιο;» με σκοπό αυτοί με την σειρά τους να διατυπώσουν υποθέσεις για τα σπήλαια.
Αναζήτηση της νέας γνώσης	Σύμφωνα με το διδακτικό σενάριο αρχικά οι φοιτητές και οι φοιτήτριες προκειμένου να αποκτήσουν καλύτερη άποψη του χώρου, καλούνται να τοποθετήσουν τα 5 σπήλαια στον χάρτη. Έπειτα, θα πρέπει να συγκεντρώσουν και να καταγράψουν πληροφορίες σχετικά με: (1) το πώς ορίζεται η λέξη / έννοια σπήλαιο, (2) τη διαδικασία δημιουργίας ενός καρστικού σπηλαίου, (3) το σπηλαιοδιάκοσμο που απαντάται σε κάποια από τα σπήλαια, (4) τους ζωντανούς οργανισμούς που υπάρχουν σε αυτά και τέλος (5) τους κινδύνους που διατρέχουν τα σπήλαια και τον τρόπο προστασίας τους. Η αναζήτηση των πληροφοριών (κείμενο, εικόνες και βίντεο) γίνεται μέσω του διαδικτύου. Για κάθε σπήλαιο οι φοιτητές/τριες αναζητούν πολύ συγκεκριμένες πληροφορίες.
Συμπεράσματα	Ολοκληρώνοντας την καταγραφή και την προσθήκη των πληροφοριών, κάθε ομάδα φοιτητών/τριών αφού πρώτα συζητήσει, διατυπώνει τα συμπεράσματά της για τα καρστικά σπήλαια (μορφολογία, σχηματισμός, διάκοσμος, οικοσύστημα, κτλ.).
	Τέλος, μέσα από μία ομαδική συζήτηση των ερευνητών με τους φοιτητές/τριες διατυπώθηκε το συμπέρασμα πως, τα καρστικά

Συζήτηση	σπήλαια, ανεξάρτητα από τον τόπο που βρίσκονται, σημειώνουν/έχουν κοινά χαρακτηριστικά που τα κάνουν εύκολα διακριτά από τις υπόλοιπες κατηγορίες σπηλαίων.
----------	---

Πίνακας 2: Αντιστοίχιση βημάτων διδακτικού σεναρίου με το μοντέλο διερευνητικής μάθησης.

Σύμφωνα με το πρώτο βήμα του διδακτικού σεναρίου, στόχος ήταν οι φοιτητές και οι φοιτήτριες να καταγράψουν πληροφορίες και να συλλέξουν εικόνες από τα σπήλαια, προκειμένου να συγγράψουν μία επιστημονική ιστορία με κεντρικό άξονα τα καρστικά σπήλαια, για τους/τις μαθητές/τριες του Δημοτικού Σχολείου.

Στο επόμενο βήμα, οι φοιτητές και οι φοιτήτριες κλήθηκαν να αναζητήσουν και στη συνέχεια τοποθετήσουν ένα σημειακό σύμβολο στο χάρτη για κάθε ένα από τα 5 σπήλαια που τους δόθηκαν (Mammoth Cave, Phong Nha Ke Bang, The Cango Cave, Hatter's Hideout, Σπήλαιο Πετραλώνων). Μέσα από αυτή την διαδικασία στόχος ήταν η ανάπτυξη χωρικής σκέψης, ο συσχετισμός της θέσης των σπηλαίων με το ανάγλυφο και τη σχετική τους θέση.

Στη συνέχεια ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να ανατρέξουν στο διαδίκτυο ώστε να αναζητήσουν και να καταγράψουν, έναν επιστημονικό ορισμό για την έννοια του σπηλαίου. Επίσης στο ίδιο βήμα κλήθηκαν να αναζητήσουν πληροφορίες και για τον μηχανισμό γένεσης των καρστικών σπηλαίων.

Για την εισαγωγή των πληροφοριών στο ψηφιακό περιβάλλον του Google Earth, βασική προϋπόθεση ήταν η ανάγνωση, η κατανόηση και η μεταφορά του μηχανισμού με δικά τους λόγια χωρίς πιστή αντιγραφή της επιστημονικής πληροφορίας που ανέσυραν από το διαδίκτυο. Σε περίπτωση δυσκολίας ανεύρεσης της επιστημονικής πληροφορίας, οι φοιτητές και οι φοιτήτριες είχαν στην διάθεσή τους PowerPoint με παρουσίαση «Ταξίδι στον κόσμο των σπηλαίων», ώστε να αναζητήσουν την πληροφορία και εκεί ή να κάνουν συνδυασμό πληροφοριών.

Τέλος, με την ολοκλήρωση της καταγραφής του μηχανισμού γένεσης ενός καρστικού σπηλαίου, αναζήτησαν, αξιολόγησαν και πρόσθεσαν χρήσιμες πληροφορίες για το κάθε σπήλαιο ξεχωριστά.

Έπειτα οι φοιτητές και οι φοιτήτριες εστίασαν την αναζήτησή τους στο σπήλαιο των Πετραλώνων. Η επιλογή του συγκεκριμένου σπηλαίου δεν ήταν τυχαία. Το σπήλαιο των Πετραλώνων έχει τεράστια αρχαιολογική αξία καθώς εκεί βρέθηκε το 1960 το

κρανίο του *Petralona 1*, με πολλούς ερευνητές να υποστηρίζουν πως πρόκειται για το μεταβατικό στάδιο των *Homo neanderthalensis* από τον πιο αρχέγονο πρόγονό του (Kokkoros & Kanelis, 1960). Έτσι οι φοιτητές και οι φοιτήτριες άρχισαν να αντιλαμβάνονται τη σημαντικότητα των σπηλαίων, όχι μόνο ως οικοσυστήματα αλλά και ως τόπους πολιτισμικής κληρονομιάς.

Επιπλέον, η αξία των σπηλαίων γεωλογική, βιολογική, αρχαιολογική, ψυχαγωγική και οικονομική, τους/τις οδήγησαν στην ανάγκη να διερευνήσουν τρόπους προστασίας ενός τέτοιου συστήματος. Χρειάστηκε να αναζητήσουν ιστότοπους οι οποίοι εστιάζουν στους τρόπους προστασίας των σπηλαίων.

Στο τελευταίο βήμα οι φοιτητές και οι φοιτήτριες αναζήτησαν στο διαδίκτυο εικόνες οι οποίες απεικόνιζαν τα είδη του σπηλαιοδιακόσμου (σταλακτίτες, σταλαγμίτες και κολώνες). Ο στόχος αυτού του βήματος, ήταν και η ανάπτυξη της ικανότητας να αναγνωρίζουν τα διαφορετικά είδη σπηλιοδιακόσμου που μπορεί ένας επισκέπτης να συναντήσει σε ένα σπήλαιο. Κατ'αυτόν τον τρόπο ολοκληρώθηκε το πρώτο μέρος της διδασκαλίας. Η συνολική διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης ήταν κατά προσέγγιση 80 λεπτά, με μικρές χρονικές διαφοροποιήσεις από εργαστήριο σε εργαστήριο.

Στο δεύτερο μέρος, και αφού έγινε συζήτηση για τα ευρήματα της έρευνας που πραγματοποίησαν οι συμμετέχοντες μέσω του Google Earth και διατύπωσαν τα συμπεράσματά τους, ακολούθησε η συζήτηση για την αφήγηση που έπρεπε να γράψουν αναφορικά με τις 5 έννοιες που αναζήτησαν. Η ιστορία τους όφειλε να έχει τα χαρακτηριστικά των γραπτών αφηγήσεων (ενδεικτικά: να έχει αρχή, μέση και τέλος, να έχει πλοκή, ήρωες, κτλ.). Η επιλογή τόσο του σπηλαίου (πραγματικού ή φανταστικού) όσο και της τάξης στην οποία θα απευθυνόταν η ιστορία ήταν επιλογή των φοιτητών/τριών. Ο διαθέσιμος χρόνος για συζήτηση και επίλυση αποριών ως προς την δημιουργία των αφηγήσεων ήταν περίπου 20 λεπτά.

Επιπλέον έγινε ξεκάθαρο, τόσο μέσα από την συζήτηση όσο και από τις οδηγίες που δόθηκαν, πως η μεταφορά των ορισμών και των επιστημονικών εννοιών στο κείμενο δεν αποτελεί καλή πρακτική για την δημιουργία μιας ιστορίας. Συνεπώς, οι ίδιοι/ες έπρεπε να μετασχηματίσουν τις επιστημονικές έννοιες και να τις ενσωματώσουν στην πλοκή της ιστορίας. Ο διαθέσιμος χρόνος για τη δημιουργία της ήταν μια εβδομάδα έχοντας στην διαθεσή τους τόσο τις οδηγίες όσο και το υλικό που προβλήθηκε σε PowerPoint «Ταξίδι στον κόσμο των σπηλαίων».

Γ6. Ανάλυση δεδομένων

Η ανάλυση των ερωτηματολογίων και των ιστοριών έγινε μέσα από την ανάλυση περιεχομένου. Η ανάλυση περιεχομένου προσφέρεται στους θεωρητικούς επιστήμονες ως ένα ευέλικτο ερευνητικό εργαλείο, που μπορεί να αξιοποιηθεί σε ένα ευρύ πεδίο εφαρμογών στην έρευνα και καλύπτει όλη την ερευνητική διαδικασία, από την εννοιολογική επεξεργασία των όρων ως την ερμηνεία των αποτελεσμάτων τους (Βάμβουκας, 2010). Η ανάλυση περιεχομένου χρησιμοποιεί λιγότερο τυποποιημένες κατηγορίες και κριτήρια ανάλυσης. Στον συγκεκριμένο τρόπο ανάλυσης ομαδοποιούνται στοιχεία του υλικού σε θεματικές κατηγορίες ανάλογα με τη σημασία τους, έπειτα αυτές οι θεματικές κατηγορίες καταμετρούνται και αναλύονται ανάλογα με την περίπτωση (Ζάγκος, 2011).

Σημαντικό βήμα για την ανάλυση περιεχομένου είναι ο καθορισμός του θέματος, μέσα από την αναζήτηση και τον εντοπισμό των πηγών ανάλυσης. Στις περιπτώσεις όπου δεν είναι εφικτή η μελέτη όλων των πηγών, κρίνεται απαραίτητη η επιλογή αντιπροσωπευτικού δείγματος. Για να καθοριστεί η μονάδα ανάλυσης η λέξη, η πρόταση, η παράγραφος, η σελίδα κ.ά., χρειάζεται να γίνει αποδελτίωση του υλικού (Duvenger, 1978). Στη συνέχεια γίνεται ο ορισμός και η επιλογή των κατηγοριών ανάλυσης και η ταξινόμηση του υλικού στις μονάδες ανάλυσης με στόχο την συστηματική περιγραφή του (Berelson, 1971). Όλη αυτή η διαδικασία σκοπό έχει να περιγράψει και να σχολιασει το περιεχόμενο των γραπτών αφηγήσεων ώστε να επαληθευτούν ή να διαψευστούν οι αρχικές υποθέσεις.

Α) Ανάλυση ερωτηματολογίων

Αφού συλλέχθηκαν όλα τα ερωτηματολόγια, έγινε η κωδικοποίηση των απαντήσεων όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 3 και στην συνέχεια η εισαγωγή τους στο στατιστικό πρόγραμμα IBM© SPSS Statistics 23. Με την ολοκλήρωση της πρώτης καταχώρησης ακολούθησε για τον έλεγχο αυτής και δεύτερη καταχώρηση. Στις περιπτώσεις εκείνες όπου παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των στοιχείων έγινε και τρίτη καταχώρηση. Επιπλέον πρέπει να σημειωθεί ότι προκειμένου να διασφαλιστεί η ανωνυμία, κάθε φοιτητής και φοιτήτρια έφερε τον δικό του/της τυχαίο αριθμό, τον οποίο συμπλήρωνε τόσο επάνω στο ερωτηματολόγιο όσο και στην ιστορία που δημιούργησε.

Επιστημονική Γνώση	Κώδικες
Ορισμός σπηλαίου	Ενσωμάτωση ορισμού του σπηλαίου: ΝΑΙ (1) / ΟΧΙ (0)
	Χρήση επιστημονικού ορισμού σπηλαίου (0) Χρήση μετασχηματισμένου ορισμού σπηλαίου (1) Παραδείγματα σχετικά: <i>π.χ. «η σπηλιά είναι μια μεγάλη τρύπα στο εσωτερικό της γης»</i> <i>π.χ. «ένα μεγάλο φυσικό άνοιγμα κάτω από το έδαφος, τόσο μεγάλο ώστε να χωράει να μπει ένας άνθρωπος»</i>
	Επιστημονικές ανακρίβειες στον ορισμό των σπηλαίων (0) Εναλλακτικές Ιδέες στον ορισμό των σπηλαίων (1) Παραδείγματα σχετικά: <i>Π.χ. δεν γίνεται αναφορά στην είσοδο του ανθρώπου στο σπήλαιο</i> <i>Π.χ. «σπήλαιο είναι μια σήραγγα στο εσωτερικό της γης που μπορεί να μπει ο άνθρωπος»</i>
	Επίσκεψη σπηλαίου: ΝΑΙ (1) / ΟΧΙ (0) Καταγραφή 5 σπηλαίων: ΝΑΙ (1) / ΟΧΙ (0)
Σπηλαιογένεση	Αρίθμηση των σταδίων της σπηλαιογένεσης: Σωστό (1) / Λάθος (0)
Σπηλαιοδιάκοσμος (σταλακτίτες, σταλαγμίτες, κολώνες)	Ενσωμάτωση σπηλαιοδιάκοσμου (σταλακτίτης, σταλαγμίτης, κολώνα): ΝΑΙ (1) / ΟΧΙ (0) Σταλακτίτης: ΝΑΙ (1) / ΟΧΙ (0) Σταλαγμίτης: ΝΑΙ (1) / ΟΧΙ (0) Κολώνα: ΝΑΙ (1) / ΟΧΙ (0) Διαδικασία δημιουργίας σπηλαιοδιάκοσμου: ΝΑΙ (1) / ΟΧΙ (0)
	Επιστημονικές ανακρίβειες (0) Εναλλακτικές Ιδέες (1) Παραδείγματα σχετικά:

	Π.χ. «είναι μια εξαιρετικά αργή διαδικασία» Π.χ. «προκύπτει από την μετροπή του όξινου ανθρακικού ασβεστίου σε ανθρακικό ασβέστιο»
Ζώα και οργανισμοί που απαντώνται σε ένα καρστικό σπηλαίου	Ενσωμάτωση ομάδων των ζώων και των οργανισμών που απαντώνται στα σπήλαια ΝΑΙ(1) / ΟΧΙ (0)
	Τυχαίος επισκέπτης: Ενσωμάτωση των τυχαίων επισκεπτών με επιστημονικό λεξιλόγιο (0) Ενσωμάτωση των τυχαίων επισκεπτών με μετασχηματισμένο το επιστημονικό λεξιλόγιο (1) Τρωγλόξενος οργανισμός: Ενσωμάτωση των τυχαίων επισκεπτών με επιστημονικό λεξιλόγιο (0) Ενσωμάτωση των τυχαίων επισκεπτών με μετασχηματισμένο το επιστημονικό λεξιλόγιο (1) Τρωγλόφιλος οργανισμός: Ενσωμάτωση των τυχαίων επισκεπτών με επιστημονικό λεξιλόγιο (0) Ενσωμάτωση των τυχαίων επισκεπτών με μετασχηματισμένο το επιστημονικό λεξιλόγιο (1) Τρωγλόβιος οργανισμός: Ενσωμάτωση των τυχαίων επισκεπτών με επιστημονικό λεξιλόγιο (0) Ενσωμάτωση των τυχαίων επισκεπτών με μετασχηματισμένο το επιστημονικό λεξιλόγιο (1) Παραδείγματα σχετικά: Π.χ. «υπάρχει ζωή μέσα σε ένα σπήλαιο, ζώα τα οποία εισέρχονται σε αυτό τυχαία ή ζώα που ζουν σε αυτό αλλά τρέφονται έξω από αυτό»

	Π.χ. «Ζώα που βρέθηκαν τυχαία εδώ, οι τυχαίοι επισκέπτες όπως ο βατραχος, οι τρωγλόζενοι οργανισμοί που αναπαράγονται και ζουν εδώ αλλά τρέφονται έξω από αυτό, όπως οι νυχτερίδες. Οι τρωγλόφιλοι οργανισμοί εκείνοι που ολοκληρώνουν τον βιολογικό τους κύκλο μέσα στα σπήλαια, κυρίως ασπόνδυλους οργανισμούς. Και οι τρωγλόβιοι οργανισμοί που είναι πλήρως προσαρμοσμένοι στο περιβάλλον των σπηλαίων, όπως τα αχνοειδή» Επιστημονικές ανακρίβειες (0) Εναλλακτικές Ιδέες (1) Παραδείγματα σχετικά: Π.χ. «οι συνθήκες των σπηλαίων είναι ακατάλληλες για κάθε μορφή ζωής»
Προβλήματα και τρόποι προστασίας	Ενσωμάτωση στοιχείων που αφορούν τα προβλήματα των σπηλαίων καθώς και τους τρόπους προστασίας τους: ΝΑΙ (1) /ΟΧΙ (0) Προβλήματα: Πράσινη ασθένεια ΝΑΙ (1) / ΟΧΙ (0) Βιομηχανικά απόβλητα ΝΑΙ (1) / ΟΧΙ (0) Σκουπίδια επισκεπτών ΝΑΙ (1) / ΟΧΙ (0) Άλλο ΝΑΙ (1) / ΟΧΙ (0) Προστασία: Αποφυγή θερμών φωτισμών / φλας ΝΑΙ (1) / ΟΧΙ (0) Διαχείριση αποβλύτων ΝΑΙ (1) / ΟΧΙ (0) Αποφυγή ρίψης σκουπιδιών ΝΑΙ(1) / ΟΧΙ (0) Άλλο ΝΑΙ (1) / ΟΧΙ (0) Παραδείγματα σχετικά:

	Π.χ. «για να προστατευτεί ένα σπήλαιο θα πρέπει οι επισκέπτες να αποφεύγουν τη λήψη φωτογραφιών με φλας και τη ρίψη σκουπιδιών. Επίσης ο φωτισμός του σπηλαίου θα πρέπει να είναι ψυχρός. Τέλος, σημαντικό ρόλο παίζει και η διαχείριση των βιομηχανικών αποβλήτων.»
	Επιστημονικές ανακρίβειες (0) Εναλλακτικές Ιδέες (1) Παραδείγματα σχετικά: Π.χ. «τα βιομηχανικά απόβλητα είναι ικανά να μολύνουν τα νερά του σπηλαίου»

Πίνακας 3: Κώδικες ποιοτικής ανάλυσης περιεχομένου ερωτηματολογίου.

B) Ανάλυση ιστοριών

Για την αξιολόγηση της ικανότητας των φοιτητών και των φοιτητριών να μετασχηματίζουν και στην συνέχεια να εντάξουν όλες τις έννοιες που διδάχθηκαν για τα καρστικά σπήλαια σε μια επιστημονική γραπτή αφήγηση, έγινε ανάλυση περιεχομένου των ιστοριών με στόχο την εξαγωγή έγκυρων αποτελεσμάτων μέσα από τα κείμενά τους (Krippendorff, 2004). Για να γίνει η ανάλυση περιεχομένου αρχικά πρέπει να ορισθούν οι μονάδες ανάλυσης και οι κατηγορίες που θα χρησιμοποιηθούν όπως φαίνεται και στον Πίνακα 4. Έπειτα εξετάζονται τα κείμενα και τέλος γίνεται η ερμηνεία των αποτελεσμάτων (Cohen et al., 2008).

Αρχικά θα ελεγχεί η αναφορά των επιστημονικών εννοιών, που σχετίζονται με τα καρστικά σπήλαια, μέσα στην επιστημονική ιστορία (αν εμφανίζονται δηλαδή στο κείμενο ή αν παραλείπονται). Ως προς τον διδακτικό μετασχηματισμό θα μελετηθεί εάν επιτεύχθηκε και σε ποιο βαθμό. Τέλος, αναφορικά με την δομή της αφήγησης θα ελεγχθούν παράμετροι όπως: αν η ιστορία έχει αρχή-μέση-τέλος, το είδος της πλοκής και η χρήση μεθόδων αφήγησης (π.χ. αν επιχειρήθηκε η εύκολης προσέγγιση των εννοιών μέσα από ερωτήσεις – απαντήσεις των δρώντων προσώπων, πολυπλοκότητα αφήγησης κτλ.).

Επιστημονικές έννοιες	Κώδικες
Ορισμός σπηλαίου	Ενσωμάτωση ορισμού του σπηλαίου: ΝΑΙ (1) / ΟΧΙ (0)
	Χρήση επιστημονικού ορισμού σπηλαίου (0) Χρήση μετασχηματισμένου ορισμού σπηλαίου (1) Παραδείγματα σχετικά: π.χ. «η σπηλιά είναι μια μεγάλη τρύπα στο εσωτερικό της γης» και στη συνέχεια της ιστορίας τα παιδιά μπαίνουν μέσα στο σπήλαιο. π.χ. «ένα μεγάλο φυσικό άνοιγμα κάτω από το έδαφος, τόσο μεγάλο ώστε να χωράει να μπει ένας άνθρωπος»
	Επιστημονικές ανακρίβειες στον ορισμό των σπηλαίων (0) Εναλλακτικές Ιδέες στον ορισμό των σπηλαίων (1) Παραδείγματα σχετικά: Π.χ. «μια φορά και έναν καιρό ήταν ένα μικρό σπήλαιο, το οποίο ζούσε στο εσωτερικό της γης και ονομαζόταν καρστικό» Π.χ. «σπήλαιο, ξεκίνησε να λέει ο Σπ-ηλίας, είναι κάθε φυσικό άνοιγμα στο εσωτερικό της γης»
Σπηλαιογένεση	Ενσωμάτωσης της διαδικασίας σπηλαιογένεσης: ΝΑΙ (1) / ΟΧΙ(0)
	Ενσωμάτωση διαδικασίας σπηλαιογένεσης με χρήση επιστημονικού λεξιλογίου (0) Ενσωμάτωση διαδικασίας σπηλαιογένεσης με μετασχηματισμό επιστημονικού λεξιλογίου (1) Παραδείγματα σχετικά:

	Π.χ.«Το νερό της βροχής πέφτει στο έδαφος και ενώνεται με το διοξείδιο του άνθρακα που βρίσκεται σε μεγάλες ποσότητες στην ατμόσφαιρα ή στα πεσμένα φύλλα στο έδαφος, τα οποία βρίσκονται στο στάδιο της αποσύνθεσης. Έτσι, δημιουργείται μία νέα χημική ένωση το ανθρακικό οξύ. Αυτό το οξύ βρίσκεται μέσα στο νερό, το οποίο συγκεντρώνεται σε μικρές σχισμές στο έδαφος. Με την πάροδο των χρόνων, διαλύει τον ασβεστόλιθο και οι ρωγμές αυτές γίνονται όλο και πιο μεγάλες, σχηματίζοντας τελικά ένα βάραθρο. Το νερό μαζί με το ανθρακικό οξύ συνεχίζουν να πηγαίνουν προς τα κάτω, διαπλατώνοντας έτσι το σπήλαιο, μέχρι να συναντήσουν αδιαπέρατα πετρώματα. Τότε θα αρχίσουν να κινούνται πλέον οριζόντια σχηματίζοντας μεγάλες οριζόντιες αίθουσες. Το σπήλαιο θα συνεχίσει να μεγαλώνει, μέχρι να βρει το νερό μια έξοδο και να εμφανιστεί ξανά στην επιφάνεια του εδάφους με τη μορφή πηγών, λιμνών ή ποταμών.» Π.χ. «το νεράκι της βροχής φίλησε πεσμένα φύλλα και έκανε ένα παιδί, το ανθρακικό οξύ, που ετρύπησε τη γη. Πέρασμα μεγάλο φτιάχνει για να πάει προς τα κάτω κι όταν άλλο δεν μπορούσε, στην ευθεία προχωρούσε. Κι όταν έφτασε στο μέρος που του άρεσε πολύ, και μεγάλος είχε γίνει, έφτιαξε ένα παλάτι θαυμαστό πολύ. Μα σαν πέρασαν τα χρόνια και βαρέθηκε μονάχο, κίνησε να βγει απ'τη γη και την τύχη του να βρει, κάλεσε λοιπόν τους φίλους ποταμούς, λίμνες, πηγές, για ταξίδι μακρινό στον γαλάζιο ουρανό.» Επιστημονικές ανακρίβειες στη διαδικασία σπηλαιογένεσης (0) Εναλλακτικές Ιδέες στη διαδικασία σπηλαιογένεσης (1) Παραδείγματα σχετικά:
--	---

	Π.χ. «...το ανθρακικό οξύ τρώει τα ασβεστολιθικά πετρώματα...» Π.χ. «...το νερό της βροχής άρχισε να τρυπάει το βουνό...»
Σπηλαιοδιάκοσμος (σταλακτίτες, σταλαγμίτες, κολώνα)	Ενσωμάτωση σπηλαιοδιάκοσμου (σταλακτίτης, σταλαγμίτης, κολώνα) : ΝΑΙ (1) / ΟΧΙ (0) Σταλακτίτης: Ενσωμάτωση επιστημονικού ορισμού (0) Ενσωμάτωση μετασχηματισμένου ορισμού (1) Σταλαγμίτης: Ενσωμάτωση επιστημονικού ορισμού (0) Ενσωμάτωση μετασχηματισμένου ορισμού (1) Κολώνα: Ενσωμάτωση επιστημονικού ορισμού (0) Ενσωμάτωση μετασχηματισμένου ορισμού (1) Παραδείγματα σχετικά: Π.χ. «... οι σταλακτίτες δημιουργούνται από τη σταδιακή εναπόθεση ανθρακικού ασβεστίου κατά τη διάρκεια σταγονορροής στο εσωτερικό των σπηλαίων και οι σταλαγμίτες αναπτύσσονται στο δάπεδο από τις σταγόνες που φθάνουν στο έδαφος. Τέλος, οι κολώνες προκύπτουν από την ταυτόχρονη ανάπτυξη ενός σταλακτίτη και ενός σταλαγμίτη που βρίσκονται στη ίδια ευθεία...» Π.χ. «...ο Χρωματιστούλης τόνισε ότι οι τεράστιες «σταγόνες βροχής» που υπήρχαν στο ταβάνι και οι «στύλοι» στο δάπεδο ήταν τα στολίδια του σπηλαίου, οι σταλακτίτες και οι σταλαγμίτες. Και εκεί που ενώνονταν οι δυο τους γεννιούνταν οι κολώνες...» Επιστημονικές ανακρίβειες (0)

	Εναλλακτικές Ιδέες (1) Παραδείγματα σχετικά: Π.χ. «... οι σταλακτίτες κρέμονται από την οροφή και φτιάχνονται από πολλές σταγόνες νερού...»
Ομάδες ζώων και οργανισμών που απαντώνται σε ένα καρστικό σπηλαίου	Ενσωμάτωση ομάδων των ζώων και των οργανισμών που απαντώνται στα σπήλαια: ΝΑΙ(1) / ΟΧΙ (0) Τυχαίος επισκέπτης: Ενσωμάτωση των τυχαίων επισκεπτών με επιστημονικό λεξιλόγιο (0) Ενσωμάτωση των τυχαίων επισκεπτών με μετασχηματισμένο το επιστημονικό λεξιλόγιο (1) Τρωγλόξενος οργανισμός: Ενσωμάτωση των τυχαίων επισκεπτών με επιστημονικό λεξιλόγιο (0) Ενσωμάτωση των τυχαίων επισκεπτών με μετασχηματισμένο το επιστημονικό λεξιλόγιο (1) Τρωγλόφιλος οργανισμός: Ενσωμάτωση των τυχαίων επισκεπτών με επιστημονικό λεξιλόγιο (0) Ενσωμάτωση των τυχαίων επισκεπτών με μετασχηματισμένο το επιστημονικό λεξιλόγιο (1) Τρωγλόβιος οργανισμός: Ενσωμάτωση των τυχαίων επισκεπτών με επιστημονικό λεξιλόγιο (0) Ενσωμάτωση των τυχαίων επισκεπτών με μετασχηματισμένο το επιστημονικό λεξιλόγιο (1) Παραδείγματα σχετικά: Π.χ. «...υπάρχουν νυχτερίδες που ζουν εδώ αλλά βρίσκουν την τροφή τους έξω από το σπήλαιο...να! αυτή η ολόλευκη

	<i>αράχνη έχει προσαρμοστεί τόσο καλά εδώ μέσα που δεν χρειάζεται να βγει έξω, ούτε για βόλτα, τόσο της αρέσει το σπίτι της... βρε καλώς το βάτραχο! Πάλι έχασες τον δρόμο σου;...»</i> <i>Π.χ. «...φυσικά και υπάρχουν ζώα, είπε ο ξεναγός. Ζώα που βρέθηκαν τυχαία εδώ, οι τυχαίοι επισκέπτες όπως ο βατραχος, οι τρωγλόξενοι οργανισμοί που αναπαράγονται και ζουν εδώ αλλά τρέφονται όμως έξω από αυτό, όπως οι νυχτερίδες. Οι τρωγλόφιλοι είναι εκείνοι που ολοκληρώνουν τον βιολογικό τους κύκλο μέσα στα σπήλαια, κυρίως ασπόνδυλους οργανισμούς. Και φυσικά οι τρωγλόβιοι φίλοι μας, οργανισμοί πλήρως προσαρμοσμένοι στο περιβάλλον των σπηλαίων, όπως τα αχνοειδή...»</i> Επιστημονικές ανακρίβειες (0) Εναλλακτικές Ιδέες (1) Παραδείγματα σχετικά : <i>Π.χ. «...κοιτάζοντας τριγύρω οι δύο φίλοι είδαν νυχτερίδες, μόνο νυχτερίδες...»</i>
Προβλήματα που αντιμετωπίζουν τα σπήλαια και τρόποι προστασίας	Ενσωμάτωση στοιχείων που αφορούν τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν τα σπήλαια καθώς και τους τρόπους προστασίας τους ΝΑΙ (1) /ΟΧΙ (0) Προβλήματα: Πράσινη ασθένεια ΝΑΙ (1) / ΟΧΙ (0) Βιομηχανικά απόβλητα ΝΑΙ (1) / ΟΧΙ (0) Σκουπίδια επισκεπτών ΝΑΙ (1) / ΟΧΙ (0) Άλλο ΝΑΙ (1) / ΟΧΙ (0) Προστασία: Αποφυγή θερμών φωτισμών / φλας ΝΑΙ (1) / ΟΧΙ (0) Διαχείριση αποβλήτων ΝΑΙ (1) / ΟΧΙ (0)

	Αποφυγή ρίψης σκουπιδιών ΝΑΙ(1) / ΟΧΙ (0) Άλλο ΝΑΙ (1) / ΟΧΙ (0) Παραδείγματα σχετικά: Π.χ. «...μελλοντικοί επισκέπτες: σας παρακαλούμε να μην βάλετε ποτέ πολλά κίτρινα φώτα στο σπήλαιό μας και μην μας φωτογραφίζεται συνέχεια, δεν το έχουμε συνηθίσει. Ούτε εμείς τα ζώα, ούτε το σπίτι μας. Και μην ξεχνάτε τα σκουπίδια σας! Δεν είναι ευγενικό άλλωστε. Αχ! Και εκείνα τα βρώμικα νερά από το μεγάλο εργοστάσιο, μην τα αφήνετε να τρυπώνουν σπίτι μας. Σεβαστείτε το σπίτι μας, σαν να είναι δικό σας!...» Π.χ. «...σήμερα τα σπήλαια κινδυνεύουν από τα σκουπίδια των επισκεπτών, από τα απόβλητα των εργαστασίων και από την πράσινη ασθένεια που προκύπτει από την χρήση θερμού φωτισμού και φλας...» Επιστημονικές ανακρίβειες (0) Εναλλακτικές Ιδέες (1)
Δομή Ιστορίας	
Αρχή- Μέση- Τέλος	ΝΑΙ (1) / ΟΧΙ (0) Παραδείγματα σχετικά: Π.χ. Αρχή: «Μια φορά κι έναν καιρό ήταν...../ Ήταν κάποτε.....» ώστε να οριστεί ο χρόνος και ο τόπος και να παρουσιαστεί ο ήρωας Π.χ. Μέση: «Κάθε μέρα.../Ξαφνικά...» ώστε να συμβεί μια ανατροπή και «Τότε....» για να δηλώσετε τί κάνει ο ήρωας της ιστορίας Π.χ. Τέλος: «Τελικά.../ στο τέλος...» ώστε να ολοκληρωθεί η ιστορία και να δοθεί η λύση του προβλήματος
Πλοκή	Ενδιαφέρουσα (0) Στατική (1) Ανιαρή (2)

Στοιχεία Ιστορίας	Ανθρωπομορφισμός ΝΑΙ (0)/ ΟΧΙ (1) Παρομοιώσεις ΝΑΙ (0) / ΟΧΙ (1) Προσωποποιήσεις ΝΑΙ (0) / ΟΧΙ (1) Εικόνες ΝΑΙ (0) / ΟΧΙ (1) Εύκολη προσέγγιση με ερωτήσεις – απαντήσεις ή του σοφού (ανθρώπου / ζώου / σπηλαίου) ΝΑΙ (0) / ΟΧΙ (1)
--------------------------	--

Πίνακας 4: Κώδικες ποιοτικής ανάλυσης περιεχομένου επιστημονικών ιστοριών.

Δ. Αποτελέσματα έρευνας

Α) Ερωτηματολόγιο

Με την ολοκλήρωση της ανάλυσης των απαντήσεων που έδωσαν οι φοιτητές και οι φοιτήτριες στα ερωτηματολόγια, έγινε η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της πρότερης γνώσης για κάθε ερώτηση ξεχωριστά. Η αρίθμηση ακολουθεί τη δομή του ερωτηματολογίου. Πιο συγκεκριμένα:

1^η ερώτηση: *Δώστε έναν ορισμό για το σπήλαιο.*

Από τα 100 άτομα που εξετάστηκαν το 8% δεν έδωσε καμία απάντηση για τον ορισμό του σπηλαίου. Από το 92% που απάντησε στην πρώτη ερώτηση (Πίνακας 5), το 27,2% χρησιμοποίησε ως απάντηση τον επιστημονικό ορισμό, γράφοντας «*Σπήλαιο είναι οποιαδήποτε φυσική κοιλότητα στο εσωτερικό της γης, στην οποία μπορεί να έχει πρόσβαση ο άνθρωπος*» (Gunn, 2004). Ενώ το 72,8% έκανε μια προσπάθεια μετασχηματισμού του επιστημονικού ορισμού. Ενδεικτικά αναφέρουμε κάποια παραδείγματα:

⁴Μαρία: «*Σπήλαιο ονομάζεται μια τρύπα μέσα στο έδαφος, όπου σε πολλές περιπτώσεις είναι επισκέψιμη από τον άνθρωπο*».

Έλενα: «*Σπήλαιο είναι μια κοιλότητα στο έδαφος, στην οποία μπορεί να μπει ο άνθρωπος*».

⁴ Τα ονόματα που παρουσιάζονται μαζί με τα παραδείγματα δεν αντιστοιχούν στα πραγματικά ονόματα των φοιτητών και των φοιτητριών. Επιλέχθηκαν από τους συγγραφείς ώστε να δώσουν μια αίσθηση ζωντάνιας στο κείμενο.

Σπύρος: «Σπήλαιο είναι ένα άνοιγμα στο έδαφος που έχει δημιουργηθεί μέσα από διάφορες διεργασίες, φυσικές ή μη, και έχει τέτοιο μέγεθος που μπορεί να μπει ο άνθρωπος»

Χρήση επιστ. ορισμού σπηλαίου/ Μετασχηματισμός επιστ. ορισμού σπηλαίου

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Χρήση επ. Ορισμού	25	25,0	27,2	27,2
	Μετασχηματισμός επ. Ορισμού	67	67,0	72,8	100,0
	Total	92	92,0	100,0	
Missing	System	8	8,0		
Total		100	100,0		

Πίνακας 5: Ποσοστά συμμετεχόντων για την χρήση του επιστημονικού ορισμού του σπηλαίου και για τον μετασχηματισμό αυτού.

Στην ίδια ερώτηση παρατηρήθηκε πως στο σύνολο των φοιτητών και των φοιτητριών, οι 70 από αυτούς στον ορισμό των σπηλαίων παρουσίασαν επιστημονικές ανακρίβειες σε ποσοστό 91,4% με συχνότερη παράλειψη την πρόσβαση του ανθρώπου στο σπήλαιο και εναλλακτικές ιδέες σε ποσοστό 8,6% (Πίνακας 6). Ενδεικτικά παρουσιάζουμε κάποια παραδείγματα:

Δήμητρα: «Σπήλαιο είναι ένα φυσικό τούνελ στο εσωτερικό της γης».

Άννα: «Σπήλαιο είναι μια περιοχή μέσα στο έδαφος που έχει δημιουργηθεί από φυσική ή χημική διαδικασία».

Κανέλλα: «Σπήλαιο είναι μια σήραγγα στο εσωτερικό της γης που μπορεί να μπει ο άνθρωπος».

Επιστημονικές ανακρίβειες / Εναλλακτικές Ιδέες

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Επιστημονικές ανακρίβειες	64	64,0	91,4	91,4
	Εναλλακτικές ιδέες	6	6,0	8,6	100,0
	Total	70	70,0	100,0	
Missing	System	30	30,0		
Total		100	100,0		

Πίνακας 6: Ποσοστά συμμετεχόντων που παρουσίασαν επιστημονικές ανακρίβειες ή / και εναλλακτικές ιδέες στον ορισμό των σπηλαίων.

2^η ερώτηση: Έχετε επισκεφθεί ποτέ κάποιο σπήλαιο; Αν ναι, γράψτε το όνομά του και τι σας έκανε εντύπωση.

Από το σύνολο των φοιτητών και των φοιτητριών που έλαβαν μέρος στην έρευνα, το 81% έχει επισκεφθεί τουλάχιστον μία φορά σπήλαιο και οι 80 από αυτούς/ές εξέφρασαν θετικά σχόλια για την επίσκεψή τους αυτή. Επιπλέον 1 άτομο ενώ είχε επισκεφθεί σπήλαιο στο παρελθόν παρουσιάζει με αρνητικό τρόπο την επίσκεψή του γράφοντας «Δεν μου άρεσε τίποτα, έκανε κρύο, ήταν σκοτεινά και είχε πολύ υγρασία. Δεν θα το έκανα ξανά. Άλλωστε δεν είναι μέσα στα ενδιαφέροντά μου».

3^η ερώτηση: Γράψτε τα ονόματα πέντε σπηλαίων που γνωρίζετε (στην Ελλάδα ή το εξωτερικό) και πείτε πού βρίσκονται.

Η πλειοψηφία των φοιτητών και των φοιτητριών σε ποσοστό 82% δεν ανέφερε πέντε σπήλαια. Στις περισσότερες περιπτώσεις έγινε αναφορά σε τουριστικά αξιοποιημένα σπηλαία, όπως το Σπήλαιο των Λιμνών στα Καλάβρυτα ή το Σπήλαιο του Διρού στην Λακωνία. Παρόλα αυτά υπήρξε και ένα 18% που αναφέρθηκε σε πέντε σπήλαια, σε όλες όμως τις περιπτώσεις τα σπήλαια βρίσκονται στον ελλαδικό χώρο.

4^η ερώτηση: Καρστικά είναι τα σπήλαια τα οποία εμφανίζονται σε περιοχές της γης όπου υπάρχει έντονη η παρουσία ασβεστόλιθων, με αποτέλεσμα να λαμβάνει χώρα η διαδικασία της καρστικοποίησης. Βάλτε αριθμούς στο τελευταίο κουτάκι ώστε να παρουσιάζεται με σωστή σειρά τη διαδικασία της δημιουργίας ενός καρστικού σπηλαίου.

Σύμφωνα με τις απαντήσεις των φοιτητών και των φοιτητριών, όπως παρουσιάζονται στον Πίνακα 7, το 41% αρίθμησε σωστά την διαδικασία της σπηλαιογένεσης ενώ το 59% έδωσε είτε εξ'ολοκλήρου λανθασμένη αρίθμηση είτε αρίθμησε λάθος τα 2 τελευταία στάδια της διαδικασίας.

Αρίθμηση των σταδίων της σπηλαιογένεσης					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Λάθος	59	59,0	59,0	59,0
	Σωστό	41	41,0	41,0	100,0
	Total	100	100,0	100,0	

Πίνακας 7: Ποσοστά απαντήσεων συμμετεχόντων για την διαδικασία της σπηλαιογένεσης

5^η ερώτηση: Με τον όρο σπηλαιοδιάκοσμο, ορίζουμε τον διάκοσμο που μπορεί κάνεις να αντικρίσει μέσα σε ένα σπήλαιο και περιγράφει τον τρόπο εμφάνισης ενός σχηματισμού ή τη μορφολογία του (αλλά όχι τη σύνθεσή του). Παρακάτω (βλέπε Παράρτημα Β) σας δίνονται εικόνες σπηλαιοδιακόσμων. Σε ρόλο σπηλαιολόγου, δώστε σε κάθε έναν από αυτούς το όνομα που πιστεύετε ότι τον περιγράφει καλύτερα ή που θα χρησιμοποιούσατε σε μια ξενάγηση.

Το 92% των συμμετεχόντων έδωσε τουλάχιστον ένα όνομα σπηλαιοδιακόσμου σε μία από τις 3 εικόνες. Σε ποσοστό 87% οι φοιτητές και οι φοιτήτριες αναγνώρισαν και κατέγραψαν το όνομα του σταλακτίτη (Πίνακας 8), αντίστοιχα 76 φοιτητές και φοιτήτριες αναγνώρισαν και κατέγραψαν το όνομα του σταλαγμίτη (Πίνακας 9) και 52% αναγνώρισε και κατέγραψε το όνομα της κολώνας (Πίνακας 10).

Αναγνώριση σταλακτίτη

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	OXI	13	13,0	13,0	13,0
	NAI	87	87,0	87,0	100,0
	Total	100	100,0	100,0	

Πίνακας 8: Ποσοστά αναγνώρισης ή μη και καταγραφής του σταλακτίτη.

Αναγνώριση σταλαγμίτη

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	OXI	24	24,0	24,0	24,0
	NAI	76	76,0	76,0	100,0
	Total	100	100,0	100,0	

Πίνακας 9: Ποσοστά αναγνώρισης ή μη και καταγραφής του σταλαγμίτη.

Αναγνώριση κολώνας

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	OXI	48	48,0	48,0	48,0
	NAI	52	52,0	52,0	100,0
	Total	100	100,0	100,0	

Πίνακας 10: Ποσοστά αναγνώρισης ή μη και καταγραφής της κολώνας.

Στα ποσοστά που δεν αναγνώρισαν και δεν έδωσαν την επιστημονική ονομασία του σπηλαιοδιάκοσμου, στις περιπτώσεις όπου δεν έμεινε αναπάντητη η ερώτηση, δόθηκαν απαντήσεις όπως πετρώματα, βροχή αστεριών, ξίφη, ναός.

6^η ερώτηση: *Ο σχηματισμός σπηλαιοδιάκοσμου: (Μπορείτε να κυκλώσετε παραπάνω από μία απαντήσεις):*

A. Προέρχεται από την εναπόθεση βιολογικού υλικού νυχτερίδων και φιδιών.

B. Είναι εξαιρετικά αργή διαδικασία.

Γ. Είναι διαδικασία που συμβαίνει λόγω μετατροπής του όξινου ανθρακικού ασβεστίου σε ανθρακικό ασβέστιο.

Δ. Όλα τα παραπάνω.

E. Δεν γνωρίζω την απάντηση.

Με βάση τις απαντήσεις των μελλοντικών δασκάλων προέκυψε πως το 66% (Πίνακας 11) δεν περιέγραψε επαρκώς ή και καθόλου σε ορισμένες περιπτώσεις, την δημιουργία του σπηλαιοδιάκοσμου. Επιπλέον το 27% στην επιλογή των απαντήσεών του, χαρακτηρίζεται από επιστημονικές ανακρίβειες καθώς εστίασε μόνο στο πόσο αργή είναι η διαδικασία.

Περιγραφή δημιουργίας σπηλαιοδιάκοσμου

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	OXI	66	66,0	66,0	66,0
	NAI	34	34,0	34,0	100,0
	Total	100	100,0	100,0	

Πίνακας 11: Ποσοστά περιγραφής της δημιουργίας του σπηλαιοδιάκοσμου.

7^η ερώτηση: *Τα σπήλαια αποτελούν περιβάλλοντα ιδιαίτερων συνθηκών. Χαρακτηρίζονται από: σταθερή θερμοκρασία, σταθερή υγρασία υψηλών τιμών, απόλυτη ησυχία, έλλειψη φωτός, υψηλή συγκέντρωση CO₂. Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, πιστεύετε ότι υπάρχει ζωή σε ένα σπήλαιο;*

A. Όχι.

B. Ναι. Αν ναι, τι είδους; (Να αιτιολογήσετε και στις δύο περιπτώσεις την απάντησή σας.)

Στη συγκεκριμένη ερώτηση σύμφωνα με τις απαντήσεις των φοιτητών και των φοιτητριών, το 99% ενσωμάτωσε τουλάχιστον μία από τις κατηγορίες των ζώων και των άλλων οργανισμών που απαντώνται σε ένα καρστικό σπήλαιο. Υπήρξε και ένα άτομο που υποστήριξε πως «είναι ανέφικτη η ύπαρξη ζωής σε ένα σπήλαιο καθώς οι συνθήκες είναι ακραίες και δύσκολες για οποιαδήποτε οργανισμό». Πιο συγκεκριμένα, 60 συμμετέχοντες και συμμετέχουσες ανέφεραν τους τυχαίους επισκέπτες. Από αυτούς το 23,3% έδωσε τον επιστημονικό ορισμό και το 76,7% έκανε μια προσπάθεια μετασχηματισμού αυτού (Πίνακας 12). Ενδεικτικά αναφέρουμε κάποια παραδείγματα:

Γιώργος: «...υπάρχει ζωή στο σπήλαιο, αφού πολύ συχνά μπορούν να βρεθούν εκεί φίδια, ποντίκια ή και αρνιά για να προστατευτούν ή επειδή μπερδεύτηκαν...»

Αθηνά: «...αρκούδες που μπαίνουν για να προστατευτούν κατά την χειμερία νάρκη τους αλλά και φίδια επειδή είναι δροσερά στο σπήλαιο...»

Μαίρη: «...τυχαίοι επισκέπτες, ζώα δηλαδή που βρίσκονται και στα σπήλαια αλλά και στην επιφάνεια, όπως τα φίδια...»

Τυχαίοι επισκέπτες: Ενσωμάτωση επ. ορισμού / μετασχηματισμός επ. ορισμού

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Ενσωμάτωση επ. ορισμού	14	14,0	23,3	23,3
	Μετασχηματισμός επ. ορισμού	46	46,0	76,7	100,0
	Total	60	60,0	100,0	
Missing	System	40	40,0		
Total		100	100,0		

Πίνακας 12: Ποσοστά αναφοράς των τυχαίων επισκεπτών με τον επιστημονικό ορισμό ή με μετασχηματισμό αυτού.

Από το σύνολο των συμμετεχόντων, 83 άτομα αναφέρθηκαν σε τρωγλόξενους οργανισμούς (Πίνακας 13), με το 14,5% να κάνει χρήση του επιστημονικού ορισμού και το 85,5% να αναφέρεται σε αυτούς μετασχηματίζοντας τον επιστημονικό ορισμό. Ενδεικτικά αναφέρουμε κάποια παραδείγματα:

Καλλίοπη: «...εκτός των άλλων στο σπήλαιο ζουν και νυχτερίδες που δρουν τόσο μέσα όσο και έξω από αυτό...»

Θάλεια: «...οι νυχτερίδες είναι το χαρακτηριστικό των σπηλαίων, πολλές φορές μάλιστα βγαίνουν και έξω από αυτό...»

Ζωή: «...τρωγλοζένοι οργανισμοί, ζώα που προσελκύονται από την υγρασία ή από την τροφή που υπάρχει στα σπήλαια, αλλά δεν ζουν πάντα και δεν αναπαράγονται σε αυτά, όπως οι νυχτερίδες...»

Τρωγλόζενος οργανισμός: Ενσωμάτωση επ. ορισμού / μετασχηματισμός επ. ορισμού					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Ενσωμάτωση επ. ορισμού	12	12,0	14,5	14,5
	Μετασχηματισμός επ. ορισμού	71	71,0	85,5	100,0
	Total	83	83,0	100,0	
Missing	System	17	17,0		
Total		100	100,0		

Πίνακας 13: Ποσοστά αναφοράς των τρωγλόζενων οργανισμών με τον επιστημονικό ορισμό ή με μετασχηματισμό αυτού.

Στη συνέχεια από τους 100 συμμετέχοντες οι 59 αναφέρθηκαν σε τρωγλόφιλους οργανισμούς. Έτσι, σε ποσοστό 18,6% χρησιμοποίησαν τον επιστημονικό ορισμό ενώ το 81,4% αναφέρθηκαν στους τρωγλόφιλους οργανισμούς μετασχηματίζοντας τον επιστημονικό ορισμό (Πίνακας 14). Ενδεικτικά παρουσιάζονται κάποια παραδείγματα: Βάσω: «...υπάρχουν και ασπόνδυλοι οργανισμοί που ζουν στις ιδιαίτερες συνθήκες του σπηλαίου και σπάνια βγαίνουν από αυτό...»

Θεανώ: «...υπάρχουν τα ζώα που ζουν μέσα στο σπήλαιο σε σημεία που φτάνει το φως του ήλιου και σπάνια βγαίνουν έξω από αυτό, πρόκειται για ασπόνδυλους οργανισμούς...»

Γιάννης: «...οι τρωγλόφιλοι οργανισμοί, τα ζώα δηλαδή που ζουν σε περιοχές του σπηλαίου όπου το φως της μέρας εξακολουθεί να διεισδύει, τα οποία κατ' εξαίρεση μπορεί να βρεθούν και στην επιφάνεια, όπως οι ασπόνδυλοι οργανισμοί...»

Τρωγλόφιλος οργανισμός: Ενσωμάτωση επ. ορισμού / μετασχηματισμός επ. Ορισμού					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Ενσωμάτωση επ. ορισμού	11	11,0	18,6	18,6
	Μετασχηματισμός επ. ορισμού	48	48,0	81,4	100,0
	Total	59	59,0	100,0	
Missing	System	41	41,0		
Total		100	100,0		

Πίνακας 14: Ποσοστά αναφοράς των τρωγλόφιλων οργανισμών με τον επιστημονικό ορισμό ή με μετασχηματισμό αυτού.

Τέλος 41 άτομα αναφέρθηκαν στους τρωγλόβιους οργανισμούς. Από αυτούς το 26,8% χρησιμοποίησε τον επιστημονικό ορισμό ενώ το 73,2% μετασχημάτισε τον επιστημονικό ορισμό (Πίνακας 15). Ενδεικτικά δίνονται κάποια παραδείγματα:

Σεβαστή: «...τέλος, υπάρχουν ζώα και οργανισμοί που είναι πλήρως εναρμονισμένα με το σπήλαιο, όπως τα αραχνοειδή...»

Διονυσία: «....και οι τρωγλόβιοι οργανισμοί που είναι πλήρως προσαρμοσμένοι στο περιβάλλον των σπηλαίων, όπως οι αράχνες...»

Θανάσης: «...οι τρωγλόβιοι οργανισμοί, όπως λέει και το ονομά τους ζουν αποκλειστικά στο σπήλαιο, δεν βρέθηκαν ποτέ σε άλλους βιότοπους εκτός αυτού, εκτός από εξαιρετικά γεγονότα που πιθανόν να έλαβαν χώρα όπως πλημμύρες, χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι οι αράχνες...»

Τρωγλόβιος οργανισμός: ενσωμάτωση επ. ορισμού / μετασχηματισμός επ. ορισμού		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Ενσωμάτωση επ. ορισμού	11	11,0	26,8	26,8
	Μετασχηματισμός επ. Ορισμού	30	30,0	73,2	100,0
	Total	41	41,0	100,0	
Missing	System	59	59,0		
Total		100	100,0		

Πίνακας 15: Ποσοστά αναφοράς των τρωγλόβιων οργανισμών με τον επιστημονικό ορισμό ή με μετασχηματισμό αυτού.

Τέλος υπήρξαν και 14 άτομα που στις απαντήσεις τους παρουσίασαν σε ποσοστό 71,4% επιστημονικές ανακρίβειες και σε 28,6% εναλλακτικές ιδέες. Ενδεικτικά δίνονται τα παραδείγματα:

Αγγελική: «...είναι ανέφικτη η ύπαρξη ζωής σε ένα σπήλαιο καθώς οι συνθήκες είναι ακραίες και δύσκολες για οποιαδήποτε οργανισμό...»

Νεφέλη: «...στα σπήλαια δεν υπάρχει οξυγόνο...»

Μάρκος: «...στα σπήλαια ζουν μόνο νυχτερίδες...»

8^η ερώτηση: Ποιοι είναι οι κύριοι παράγοντες καταστροφής ενός σπηλαίου; (Μπορείτε να κυκλώσετε παραπάνω από μία απαντήσεις.)

- A. Ο θερμός φωτισμός των αξιοποιημένων τουριστικά σπηλαίων.
- B. Τα ρεύματα αέρα που διέρχονται μέσα από αυτό.
- Γ. Τα βιομηχανικά απόβλητα και οι καλλιεργήσιμες περιοχές που βρίσκονται στην γύρω περιοχή.
- Δ. Τα περιττώματα πουλιών, ζώων και ερπετών που εισέρχονται σε αυτό.
- E. Όλα τα παραπάνω.
- ΣΤ. Δεν γνωρίζω.

Στην ερώτηση 8 το 76% έδωσε τις σωστές απαντήσεις (Α & Γ), ενώ το 24% είτε έδωσε μία από τις 2 σωστές απαντήσεις είτε απάντησε λάθος ή δεν γνώριζε την απάντηση.

9^η ερώτηση: Πολλά από τα σπήλαια εντάσσονται στους καταλόγους της πολιτισμικής κληρονομιάς. Μπορείτε να αναφέρετε πώς μπορούμε να προστατέψουμε τα σπήλαια;

- A. Δεν γνωρίζω.
- B. Τα σπήλαια δεν χρειάζονται προστασία από τον άνθρωπο. Έχουν μηχανισμούς που εξασφαλίζουν την αειφορία τους.
- Γ. Ναι. (Γράψτε τουλάχιστον 2 παραδείγματα.)

Με βάση τις απαντήσεις των φοιτητών και των φοιτητριών στην ερώτηση 9, προέκυψε ποσοστό 92% το οποίο ενσωμάτωσε στην απάντησή του τουλάχιστον ένα πρόβλημα και μια λύση (Πίνακας 16).

Ενσωμάτωση προβλημάτων και λύσεων					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	OXI	8	8,0	8,0	8,0
	NAI	92	92,0	92,0	100,0
	Total	100	100,0	100,0	

Πίνακας 16: Ποσοστά συμμετεχόντων που ενσωμάτωσαν τουλάχιστον ένα πρόβλημα και μια λύση.

Ως προς τα προβλήματα που απειλούν ένα καρστικό σπήλαιο, το 66% των ατόμων αναφέρθηκε στην πράσινη ασθένεια, το 70% στα βιομηχανικά απόβλητα και το 68% στα σκουπίδια των επισκεπτών. Επιπλέον υπήρξαν και 2 άτομα που έκαναν αναφορά

στα έργα που γίνονται μέσα σε ένα αξιοποιημένο τουριστικά σπήλαιο αλλά και στους βανδαλισμούς που γίνονται από επισκέπτες.

Σχετικά με τις λύσεις που μπορούν να δοθούν για την προστασία των καρστικών σπηλαίων, το 72% των φοιτητών και των φοιτητριών ανέφερε την αποφυγή του θερμού φωτισμού και της χρήσης φλας εντός του σπηλαίου. Το 59% αναφέρθηκε στην διαχείριση των βιομηχανικών αποβλήτων και το 66% στην αποφυγή ρίψης σκουπιδιών από τους επισκέπτες. Τέλος υπήρξε και ένα 23% που πρότεινε την *απαγόρευση φωτογραφικών μηχανών* εντός του σπηλαίου, *περιορισμό στον ημερίσιο αριθμό επισκεπτών* και την *αποφυγή κατασκευής εργοστασιακών μονάδων σε κοντινή απόσταση*.

Τέλος σχετικά με τα προβλήματα που απειλούν ένα σπήλαιο, προέκυψε μια εναλλακτική ιδέα, όπου το άτομο χαρακτηριστικά έγραψε «...*τα βιομηχανικά απόβλητα είναι ικανά να μολύνουν τα νερά του σπηλαίου...*».

B) Συγγραφή Επιστημονικών Ιστοριών

Με την ολοκλήρωση της ανάλυσης των επιστημονικών ιστοριών των φοιτητών και των φοιτητριών, έγινε μέσα από την καταγραφή των αποτελεσμάτων η αποτύπωση της ικανότητας των μελλοντικών εκπαιδευτικών να ενσωματώσουν και να μετασχηματίσουν τις έννοιες που σχετίζονται με τα καρστικά σπήλαια σε μια ευφάνταστη επιστημονική ιστορία.

Η πρώτη έννοια που κλήθηκαν να ενσωματώσουν οι συμμετέχοντες στην επιστημονική τους ιστορία ήταν ο επιστημονικός ορισμός για τα καρστικά σπήλαια. Σε 92 επιστημονικές ιστορίες, οι φοιτητές και οι φοιτήτριες ενσωμάτωσαν τον επιστημονικό ορισμό, σε ποσοστό 70,7% έγινε χρήση του επιστημονικού ορισμού ενώ το 29,3% τον μετασχημάτισε (Πίνακας 17). Ενδεικτικά δίνονται κάποια παραδείγματα:

Σίσση: «...τότε η μητέρα τού είπε πως τα σπήλαια είναι κοιλότητες που βρίσκονται υπόγεια, στο εσωτερικό της γης, και έχουν διαστάσεις τέτοιες ώστε να μπορεί να μπει ο άνθρωπος...»,

Ηλίας: «...το σπήλαιο δεν είναι μια σπηλιά όπως νομίζετε, αλλά μια φυσική κοιλότητα στο εσωτερικό της γης. Έχει δημιουργηθεί σε τέτοιο μέγεθος ώστε να χωρά ο άνθρωπος...»,

Φανή: «...ο δικός μας κόσμος λέγεται σπήλαιο όπως γνωρίζετε...μα ξέρετε ότι είναι μια φυσική κοιλότητα στο εσωτερικό της γης; Και ότι χωράει ακόμα και ο άνθρωπος να μπει;...»,

Χρυσάνθη: «... τα παιδιά προχώρησαν στο εσωτερικό του σπηλαίου. Τότε ο Γιώργος γύρισε και είπε: Θυμάστε που μας είπε η κυρία πως σπήλαιο είναι κάθε φυσική κοιλότητα στο εσωτερικό της γης και πως χωράμε και εμείς;...»,

Δέσποινα: «...αποφασίσαμε να τρέξουμε πίσω της για την προλάβουμε. Ο αδερφός μου φοβόταν όμως εγώ ήμουν περίεργη. Έτσι κατάφερα να την ακολουθήσω έως το άνοιγμα, που μοιάζει με δουλειά της φύσης. Ήμουν περίεργη να δω τι είναι. Ευτυχώς χωρούσα να μπω μέσα και μαζί μου τράβηξα και τον αδερφό μου. Το άνοιγμα αυτό δεν ήταν τίποτε άλλο από ένα σπήλαιο...»,

Δανάη: «...μία φορά και έναν καιρό ήταν ένα βασιλιάς που είχε για βασίλειο ένα δημιούργημα της φύσης. Μέσα στους διαδρόμους και τις αίθουσες ζούσε η βασιλική οικογένεια και οι υπήκοοί του. Όλοι χαρούμενοι για το ξεχωριστό βασίλειο, κρυμένο στην αγκαλιά ενός σπηλαίου...»,

Λόλα: «...το σπήλαιο είναι μια φωλιά στης γης την αγκαλιά, κόσμος έρχεται πολύς, με λαχτάρα να το δει...»,

Χρήστος: «...στα πολύ παλιά τα χρόνια, και οι άνθρωποι ζούσαν στα σπήλαια, με την μητέρα φύση να τους αγκλιάζει στα σπλάχνα της...»,

Βάσσια: «...χώρους θα φτιάξουμε εμείς μέσα στην κοιλιά της γης, ζώα, άνθρωποι σωρό, όλοι να χωρούν εκεί...»,

Ευθύμης: «...με τον καιρό το σπήλαιο έγινε σπίτι για όλα τα όντα που άκουγαν το τραγούδι του...».

Χρήση επ. ορισμού σπηλαίου/ Μετασχηματισμός επ. ορισμού

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	ΧΡΗΣΗ ΕΠ.ΟΡΙΣΜΟΥ	65	65,0	70,7	70,7
	ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΟΣ	27	27,0	29,3	100,0
	ΕΠ.ΟΡΙΣΜΟΥ				
	Total	92	92,0	100,0	
Missing	System	8	8,0		
Total		100	100,0		

Πίνακας 17: Ποσοστά χρήσης επιστημονικού ορισμού και μετασχηματισμού του στις επιστημονικές ιστορίες.

Από τις 92 επιστημονικές ιστορίες, μόνο σε 8 παρουσιάστηκαν επιστημονικές ανακρίβειες (ποσοστό 62,5%) και εναλλακτικές ιδέες (ποσοστό 37,5%) (Πίνακας 18). Ενδεικτικά αναφέρονται:

Αναστασία: «...σπήλαιο, ξεκίνησε να λέει ο Σπ-ηλίας, είναι κάθε φυσικό άνοιγμα στο εσωτερικό της γης...»,

Χάρης: «...ο μάγος με το μαγικό του ραδί σχημάτισε ένα τεράστιο κοίλωμα στην επιφάνεια του εδάφους για να ζήσει εκεί ο ίδιος και να κάνει τα μαγικά του...»

Γιάννα: «...το βασίλειο αυτό λεγόταν Καλίσσα και βρισκόταν μέσα σε μια πανέμορφη σπηλιά στο εσωτερικό ενός βράχου...»

Αριάδνη: «...ένα φυσικό βαθούλωμα στο βράχο και φαινόταν να έχει και ένα εσωτερικό δρομάκι περπατώντας προς τα μέσα...».

Επιστημονικές ανακρίβειες Επ. Ορ./ Εναλλακτικές Ιδέες Επ. Ορ.

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΕΣ ΑΝΑΚΡΙΒΕΙΕΣ ΟΡΙΣΜΟΥ	5	5,0	62,5	62,5
	ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΙΔΕΕΣ ΟΡΙΣΜΟΥ	3	3,0	37,5	100,0
	Total	8	8,0	100,0	
Missing	System	92	92,0		
Total		100	100,0		

Πίνακας 18: Ποσοστά επιστημονικών ανακρίβειών και εναλλακτικών ιδεών που εντοπίστηκαν στις επιστημονικές ιστορίες στον ορισμό του καρστικού σπηλαίου.

Η επόμενη επιστημονική έννοια που έπρεπε να εντάξουν οι φοιτητές και οι φοιτήτριες στην επιστημονική τους ιστορία ήταν η διαδικασία της σπηλαιογένεσης. 94 ήταν οι συμμετέχοντες εκείνοι που ενσωμάτωσαν την διαδικασία της σπηλαιογένεσης στην ιστορία τους. Το 87,2% χρησιμοποίησε τον επιστημονικό λεξιλόγιο, ενώ το 12,8% μετασχημάτισε το λεξιλόγιο αυτό (Πίνακας 19). Ενδεικτικά παραδείγματα:

Κάτια: «...δημιουργήθηκε μέσα σε πολλά χρόνια σιγά σιγά. Αρχικά το νερό της βροχής πέφτει στη γη και ενώνεται με το διοξείδιο του άνθρακα που υπάρχει στην ατμόσφαιρα

αλλά και έδαφος. Έτσι δημιουργείται το ανθρακικό οξύ. Με την πάροδο του χρόνου το ανθρακικό οξύ διαπερνά το έδαφος, που αποτελείται από ασβεστόλιθο, ανοίγοντας μικρές ρωγμές. Σταδικά οι ρωγμές αυτές διευρύνονται έως ότου δημιουργηθεί το σπήλαιο. Το καρστικό σπήλαιο!...»,

Σοφία: «...όταν βρέχει το νερό της βροχής πέφτει στο έδαφος, αφού πρώτα έχει προσλάβει το διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα, το οποίο βρίσκεται σε μεγάλες ποσότητες τόσο εκεί όσο και στα σαπισμένα φύλλα του εδάφους. Από την ένωση αυτή δημιουργείται μια νέα χημική ένωση, το ανθρακικό οξύ. Αυτό με τη σειρά του, που βρίσκεται μέσα στο νερό, περνά στο έδαφος μέσα από μικρές ρωγμές. Με τα χρόνια διαλύει τον ασβεστόλιθο, και οι ρωγμές γίνονται όλο και πιο μεγάλες μέχρι να σχηματιστεί τελικά ένα κάθετο πέραςμα. Το νερό με το ανθρακικό οξύ πηγαίνει όλο και πιο βαθιά δημιουργώντας έτσι μεγάλες αίθουσες, τα καρστικά σπήλαια...»,

Σταύρος: «...οι παπούδες μου ήταν η βροχή και το διοξείδιο του άνθρακα. Μια μέρα λοιπόν, καθώς η βροχή έπεφτε στη γη, συνάντησε το διοξείδιο του άνθρακα και ερωτεύτηκαν πολύ! Αποτέλεσμα της αγάπης τους ήταν το παιδί τους, το ανθρακικό οξύ. Ο μπαμπάς μου δηλαδή. Ο μπαμπάς, λοιπόν, με την μαμά..τον ασβεστόλιθο ήρθαν σε επαφή και άρχισαν να γίνονται ρωγμές. Η αγάπη όμως κράτησε πολλά χρόνια, τόσα που ούτε να θυμάμαι. Και τα χρόνια περνούσαν και οι ρωγμές όλο και μεγάλωναν, ώσπου γεννήθηκα εγώ! Το σπήλαιο...»,

Μπάμπης: «...το νεράκι της βροχής φίλησε πεσμένα φύλλα κι έκανε ένα δυνατό παιδί που ετρύπησε τη γη. Το ανθρακικό οξύ. Πέρασμα μεγάλο φτιάχνει για να πάει προς τα κάτω και όταν άλλο δεν μπορούσε, στην ευθεία προχωρούσε. Κι όταν έφτασε στο μέρος που του άρεσε πολύ και μεγάλος είχε γίνει, δυνατός πολύ, έφτιαξε ένα παλάτι θαυμαστό, μένοντας για χρόνια εκεί...»,

Λίνα: «...το ανθρακικό οξύ έχει μια ιδιότητα μαγική! Να λιώνει τον λίθο τον ασβεστόλιθο, που περιβάλλει πολλά μέρη της γης! Μα το κάνει πολύ αργά, θέλει χρόνια αρκετά... και έτσι ανοίγονται ρωγμές στη γη, μέχρι ένα σπήλαιο να σχηματιστεί! Και τι σπήλαιο είναι αυτό; Ένα σπήλαιο καρστικό! Διαδικασία φοβερή η διάβρωση η χημική!...»,

Ήλια: «...μια φορά και έναν καιρό, πριν από εκατομμύρια χρόνια, ένα βουνό τσακωνόταν με τον ουρανό, γιατί ήθελε να τον φτάσει. Ο ουρανός θύμωσε τόσο που συννέφιασε και άρχισε να κλαίει. Τα δάκρυα, η σταγόνες τη βροχής, έπεσαν πάνω στο βουνό. Κάθε που θύμωνε ο ουρανός με το βουνό σωρός οι σταγόνες της βροχής έπεφταν επάνω του,

γεμίζοντας σιγά σιγά τις ρωγμές του. Στο διάβα του έπαιρνε και το διοξειδίο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα. Το ταξίδι, χρόνια ολόκληρα συνεχιζόταν. Από την επιφάνεια στις ρωγμές, να τρώει το βουνό. Και κάθε φορά να ανοίγει τις ρωγμές και λίγο παραπάνω, ώσπου στο τέλος φτιάχτηκε το σπήλαιο...»,

Ελεάνα: «...ο κυρ-Καιρός ετοίμασε τις σταγονούλες αδερφές για ένα ταξίδι ως την γη. Στη διαδρομή το έγιναν συνταξιδιώτες με το διοξειδίο του άνθρακα. Έγιναν φίλοι κολλητοί και έφτιαξαν το ανθρακικό οξύ. Οι σταγόνες αλλαγμένες κάπως πια, συνέχισαν το ταξίδι τους στη γη. Βρήκαν δρόμους μικρούς στο έδαφος της, αλλά αρκετούς για να μπουν στην κοιλιά της γης. Ταξίδευαν για χρόνια στο ασβεστολιθικό έδαφος ανοίγοντας και νέους δρόμους. Πιο μεγάλους, πιο βαθύς. Ώσπου να σου ξαφνικά έφτιαξαν ένα σπήλαιο. Ένα σπήλαιο καρστικό...»,

Κέλλυ: «...πριν καλά καλά το καταλάβει περνούσε διαδρόμους και αίθουσες και μέσα στην αναμπουμπούλα και το σκοτάδι ενώθηκε με ένα άνθρακα!όταν βγήκε από το ρουθούνι του περίεργου πρασινωπού Πλάσματος είχε πια διοξειδίο του άνθρακα!...Μπορεί να υπήρχαν παντού γύρω και άλλα στοιχεία, αλλά ποτέ δεν πλησίαζαν αρκετά... Αποφάσισε να αφήσει μια σταγόνα της βροχής να τον παρασύρει απαλά στο έδαφος της γης. Έπιασε φιλίες με ένα μόριο νερού και ενώθηκε μαζί του, φτιάχνοντας οξύ ανθρικό... Κύλησαν μαζί στη ρωγμή ενός βράχου κι αφέθηκαν στη διαδρομή... Έτσι σε μια σφίχτη αγκαλιά διέσχισαν έναν μακρύ διάδρομο φτάνοντας σε μια μεγάλη αίθουσα...το σπήλαιο το ζακουστό...».

Σπηλαιογένεση: Χρήση επ.λεξιλογίου/ μετασχηματισμός επ. λεξιλογίου

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	ΧΡΗΣΗ ΕΠ. ΛΕΞΙΛΟΓΙΟΥ	82	82,0	87,2	87,2
	ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΕΠ. ΛΕΞΙΛΟΓΙΟΥ	12	12,0	12,8	100,0
	Total	94	94,0	100,0	
Missing	System	6	6,0		
Total		100	100,0		

Πίνακας 19: Ποσοστά χρήσης επιστημονικού λεξιλογίου και μετασχηματισμού αυτού για την διαδικασία της σπηλαιογένεσης.

Τέλος, σε 17 επιστημονικές ιστορίες εμφανίστηκαν επιστημονικές ανακρίβειες σε ποσοστό 82,4% και εναλλακτικές ιδέες σε ποσοστό 17,6% (Πίνακας 20). Ενδεικτικά παραδείγματα:

Άγγελος: «...το ανθρακικό οξύ τρώει τα ασβεστολιθικά πετρώματα...»,

Αννίτα: «...το νερό της βροχής άρχισε να τρυπάει το βουνό...»,

Αλέκα: «...το νερό μετατρέπει το διοξείδιο του άνθρακα σε οξύ...»

Διώνη: «...οι πέτρες μπορεί να αποτελούνται από διάφορα υλικά, στην Ελλάδα όμως, το μεγαλύτερο μέρος είναι πέτρες ασβεστίου...».

Επιστημονικές ανακρίβειες σπηλαιογ. / Εναλλακτικές ιδέες σπηλαιογ.

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΕΣ				
	ΑΝΑΚΡΙΒΕΙΕΣ	14	14,0	82,4	82,4
	ΣΠΗΛΑΙΟΓΕΝΕΣΗΣ				
	ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΙΔΕΕΣ	3	3,0	17,6	100,0
	ΣΠΗΛΑΙΟΓΕΝΕΣΗΣ				
	Total	17	17,0	100,0	
Missing	System	83	83,0		
Total		100	100,0		

Πίνακας 20: Ποσοστά εμφάνισης επιστημονικών ανακριβειών και εναλλακτικών ιδεών για την διαδικασία της σπηλαιογένεσης.

Στη συνέχεια, σχετικά με τον σπηλαιοδιάκοσμο 97 φοιτητές και φοιτήτριες ενσωμάτωσαν στην επιστημονική τους ιστορία τα είδη του σπηλαιοδιάκοσμου. Το 76% χρησιμοποίησε τον επιστημονικό ορισμό του σταλακτίτη (Πίνακας 21), ενώ αντίστοιχα στην έννοια του σταλαγμίτη αναφέρθηκε το 76,5% (Πίνακας 22). Το ίδιο συνέβη και για τις κολώνες όπου το 74,2% χρησιμοποίησε επιστημονικό ορισμό για να τις εντάξει στην ιστορία του (Πίνακας 23). Ενδεικτικά παραδείγματα:

Φωτεινή: «...κοίτα Πέτρο! Σταλακτίτες, σταλαγμίτες και κολώνες! Όλα αυτά τα είδη του σπηλαιοδιάκοσμου δημιουργούνται μέσα σε πολλά χρόνια. Ξέρεις, από την μεταφορά του ανθρακικού ασβεστίου μέσα στο νερό. Πρώτα δημιουργούνται οι σταλακτίτες στην οροφή του σπηλαίου, μετά οι σταλαγμίτες στο δάπεδο και όταν με τα χρόνια μεγαλώσουν πολύ

φτιάχνουν μια κολώνα. Έτσι η κολώνα είναι η συνένωση του σταλακτίτη και του σταλαγμίτη...»,

Περικλής: «...και τα χρόνια περνούσαν. Και το σπήλαιο ήθελε να διακοσμήσει τις αίθουσες και τους διαδρόμους του. Έτσι άρχισε να φτιάχνει τα στολίδια του. Χρόνια του πήρε, όμως τόσο ομορφιά άξιζε τον κόπο. Ας είναι καλά το νεράκι που μετέφερε το ανθρακικό ασβέστιο και έφτιαξε τα στολίδια. Στο ταβάνι κρέμονταν σαν άλλοι πολυέλαιοι οι σταλακτίτες και στο δάπεδο ορθώνονταν οι σταλαγμίτες, αγέρωχοι σαν στρατιώτες. Και οι κολώνες, αχ τι να σου λέω! Σωστά αριστουργήματα...»,

Φαίη: «...ο Καρμπ δεν πιστεύει στα μάτια του. Που να πρωτοκοιτάξει.. στο ταβάνι; στο δάπεδο ή στη μέση της αίθουσας; Όλα μοιάζουν μαγικά φτιαγμένα. Μα το νερό είναι εκεί για να του υπενθυμίσει πως δουλεύει σκληρά και κουβαλάει το ανθρακικό ασβέστιο πάνω κάτω, δεξιά και αριστερά. Έτσι φτιάχνει το σταλακτίτη που κρέμεται από το ταβάνι και το σταλαγμίτη στο δάπεδο να δέχεται ότι μείνει από βαρύ φορτίο του νερού. Και μεγαλώνουν και μεγαλώνουν ώσπου συναντιούνται και μαζί φτιάχνουν την κολώνα...»,

Φαίδρα: «...ένα δώρο στο βουνό σκέφτηκαν το νερό και το ανθρακικό ασβέστιο να κάνουν. Έτσι στόλισαν οροφή και δάπεδο μέσα στο σπήλαιο. Σταλακτίτες πάνω, σταλαγμίτες κάτω κι σε κάποιες γωνίες μονδικές κολώνες, αποτέλεσμα της ένωσης τους. Ομορφιά να δουν τα μάτια σου!...»,

Θωμάς: «...έβλεπε η μικρή ξεχωριστή σταγόνα να χτίζονται με το ανθρακικό ασβέστιο οδηγό, σταλακτίτες σαν κρύσταλλοι να κρέμονται από το ταβάνι και από κάτω ακριβώς οι σταλαγμίτες να προσπαθούν από το δάπεδο να φτάσουν εκεί, και σε έναν τρελό χορό κολώνα να σχηματιστεί μοναδική...»,

Μαριάννα: «...ένα μεγάλο δάκρυ κρέμεται από την οροφή του σπηλαίου και προσπαθεί να φτάσει κάτω να συναντήσει το αδερφάκι του. Σταλακτίτης και σταλαγμίτης λέγονται και κάνουν αιώνες να συναντηθούν. Μα σαν βρεθούν ποτέ δεν χωρίζουν, μαζί σαν μια κολώνα συνεχίζουν το ταξίδι τους...»,

Μόνικα: «...και σφιχταγκαλιασμένο το ανθρακικό ασβέστιο με το ανθρακικό οξύ, που έκρυβε μέσα του όλες τις ιστορίες του νερού και του διοξειδίου του άνθρακα, που είχε μέσα του όλες τις ιστορίες του οξυγόνου, που είχε μέσα του όλες τις ιστορίες του υδρογόνου που κάποτε ζούσε σε ένα αστέρι, πήρε τη θέση του στην άκρη ενός σταλακτίτη.

Και προσπαθεί να ενώσει το τραγούδι του σταλακτίτη με εκείνο του σταλαγμίτη, στο έδαφος του σπηλαίου και μαζί να τραγουδήσουν το τραγούδι της κολώνας...».

Σίντη: «...οι σταλακτίτες δημιουργούνται από τη σταδιακή εναπόθεση ανθρακικού ασβεστίου κατά τη διάρκεια σταγονορροής στο εσωτερικό των σπηλαίων και οι σταλαγμίτες αναπτύσσονται στο δάπεδο από τις σταγόνες που φθάνουν στο έδαφος. Τέλος, οι κολώνες προκύπτουν από την ταυτόχρονη ανάπτυξη ενός σταλακτίτη και ενός σταλαγμίτη που βρίσκονται στη ίδια ευθεία...»

Σταλακτίτης: ενσωμάτωση επ. Ορ. / μετασχηματισμό επ. Ορ.

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	ΣΤΑΛΑΚΤΙΤΗΣ: ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΕΠ. ΟΡΙΣΜΟΥ	73	73,0	76,0	76,0
	ΣΤΑΛΑΚΤΙΤΗΣ: ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΕΠ. ΟΡΙΣΜΟΥ	23	23,0	24,0	100,0
	Total	96	96,0	100,0	
Missing	System	4	4,0		
Total		100	100,0		

Πίνακας 21: Ποσοστά χρήσης επιστημονικού ορισμού ή μετασχηματισμού αυτού για τον σταλακτίτη.

Σταλαγμίτης: ενσωμάτωση επ. Ορ. / μετασχηματισμός επ. Ορ.

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	ΣΤΑΛΑΓΜΙΤΗΣ: ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΕΠ. ΟΡΙΣΜΟΥ	75	75,0	76,5	76,5
	ΣΤΑΛΑΓΜΙΤΗΣ: ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΕΠ. ΟΡΙΣΜΟΥ	23	23,0	23,5	100,0
	Total	98	98,0	100,0	
Missing	System	2	2,0		
Total		100	100,0		

Πίνακας 22: Ποσοστά χρήσης επιστημονικού ορισμού ή μετασχηματισμού αυτού για τον σταλαγμίτη.

Κολώνα: ενσωμάτωση επ. Ορ. / μετασχηματισμός επ. Ορ.

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	ΚΟΛΩΝΑ: ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΕΠ. ΟΡΙΣΜΟΥ	72	72,0	74,2	74,2
	ΚΟΛΩΝΑ: ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΕΠ. ΟΡΙΣΜΟΥ	25	25,0	25,8	100,0
	Total	97	97,0	100,0	
Missing	System	3	3,0		
Total		100	100,0		

Πίνακας 23: Ποσοστά χρήσης επιστημονικού ορισμού ή μετασχηματισμού αυτού για την κολώνα..

Τέλος, σε 15 επιστημονικές ιστορίες εντοπίστηκαν επιστημονικές ανακρίβειες σε ποσοστό 60% και εναλλακτικές ιδέες σε ποσοστό 40%. Ενδεικτικά παραδείγματα:

Τατιάνα: «...οι σταλακτίτες κρέμονται από την οροφή και φτιάχνονται από πολλές σταγόνες νερού...»,

Ειρήνη: «...οι σταλακτίτες κρέμονται από το ταβάνι και οι σταλαγμίτες φυτρώνουν στο δάπεδο...»,

Καίτη: «...οι σταλακτίτες κρέμονται από την οροφή και σχηματίζονται από το νερό που περνάει μέσα από τις σχισμές της και έπειτα οι σταλαγμίτες από το νερό που έπεσε στο έδαφος...»,

Τάκης: «...οι σταλακτίτες βγαίνουν από την οροφή και οι σταλαγμίτες από το έδαφος και μόλις ενωθούν φτιάχνουν μια κολώνα...».

Συνεχίζοντας την μελέτη των επιστημονικών ιστοριών, η κατηγορία που σχετίζεται με τις ομάδες των ζώων και των οργανισμών που απαντώνται σε ένα καρστικό σπηλαίου, παρατηρήθηκε πως ενσωματώθηκε σε αυτές από το 96% του συνόλου των φοιτητών και των φοιτητριών. Πιο συγκεκριμένα, οι τυχαίοι επισκέπτες ενσωματώθηκαν με μετασχηματισμένο το επιστημονικό λεξιλόγιο σε ποσοστό 57,9%, οι τρωγλόξενοι οργανισμοί σε 22,9%, οι τρωγλόφιλοι οργανισμοί σε ποσοστό 20,9% και οι τρωγλόβιοι σε ποσοστό 13,6%. Ενδεικτικά δίνονται τα παραδείγματα:

Πέτρος: «...υπάρχουν νυχτερίδες που ζουν εδώ αλλά βρίσκουν την τροφή τους έξω από το σπήλαιο...να! αυτή η ολολευκη αράχνη έχει προσαρμοστεί τόσο καλά εδώ μέσα που

δεν χρειάζεται να βγει έξω, ούτε για βόλτα, τόσο της αρέσει το σπίτι της... βρε καλώς το βάτραχο! Πάλι έχασες τον δρόμο σου;...»,

Διαμάντω: «...φυσικά και υπάρχουν ζώα, είπε ο ξεναγός. Ζώα που βρέθηκαν τυχαία εδώ, οι τυχαίοι επισκέπτες όπως ο βατραχος, οι τρωγλόξενοι οργανισμοί που αναπαράγονται και ζουν εδώ αλλά τρέφονται όμως έξω από αυτό, όπως οι νυχτερίδες. Οι τρωγλόφιλοι είναι εκείνοι που ολοκληρώνουν τον βιολογικό τους κύκλο μέσα στα σπήλαια, κυρίως ασπόνδυλους οργανισμούς. Και φυσικά οι τρωγλόβιοι φίλοι μας, οργανισμοί πλήρως προσαρμοσμένοι στο περιβάλλον των σπηλαίων, όπως τα αχνοειδή...»,

Γωγώ: «...ο Μάνος ενθουσιασμένος μιλούσε με μια νυχτερίδα. Πιο δίπλα υπήρχε ένα φίδι, μια ολόλευκη αράχνη και ένα σαλιγγάρι λευκό και αυτό που μιλούσαν για τους τυχαίους επισκέπτες, τις τρωγλόξενες νυχτερίδες, τα τρωγλόφιλα ασπόνδυλα και τις τρωγλόβιες αράχνες...»,

Λένα: «...αυτοί ήταν τυχαίοι επισκέπτες οι βάτραχοι και τα φίδια. Υπάρχουν και μόνιμοι κάτοικοι στο σπήλαιο, οι τρωγλόξενοι, όπως οι νυχτερίδες, που βγαίνουν από το σπήλαιο για φαγητό. Υπάρχουν όμως και οι τρωγλόφιλοι και οι τρωγλόβιοι που ζουν μόνο μέσα στο σπήλαιο και έχουν προσαρμοστεί πλήρως στις συνθήκες του...»,

Πέπη: «...ποτέ δεν περίμενα να συναντήσω τόσα ζώα σε ένα σπήλαιο. Αλήθεια; Ολόκληρη πόλη είμαστε.. Κάποια φίδια έρχονται και ζαποστένουν κάποιες φορές, οι νυχτερίδες κοιμούνται εδώ αλλά τρώνε έξω στο δασος, εγώ και οι άλλες αράχνες ζούμε πιο μέσα στο σπήλαιο τρώμε εδώ κοιμόμαστε.. ααα!παράπονο δεν έχουμε, το σπίτι μας είναι χάρμα..καλέ ξέχασα εκείνα τα μικρά λευκά σαλιγγάρια, ουτε μάτια δεν έχουν. Και ξέρεις δεν έχουν βγει ποτέ τους έξω, εδώ γεννήθηκαν εδώ θα πεθάνουν...»,

Τέλης: «...νυχτερίδες και αράχνες, σκουλίκια και σαλιγγαρια. Πω Πω! Πόση ζωή κρύβεται σε ένα σπήλαιο! Και είσαι ακόμα στην είσοδο του, που να δεις πιο μέσα τι γίνεται! Ζώα που ούτε έχεις φανταστεί ποτέ...»,

Τέτα: «...ένα μόνο τής έλειπε, η ζωή που συνάντησε στο σπήλαιο. Οι φίλες της οι νυχτερίδες που την καλωσόριζαν στην είσοδο, οι αράχνες λίγο πιο μέσα ήσυχες μα τόσο φιλικές, ο κύριο Λευκοσαλιγγάρης πάντα ευδιάθετος και χαμογελαστός στο βάθος του σπηλαίου που ούτε το φως δε φτάνει...»,

Ναυσικά: «...όντα που αγαπούσαν το τραγούδι της. Άλλα με πόδια κι άλλα χωρίς, άλλα με φτερά όσα ζούσαν εκεί για λίγο ή για πάντα, και όσα δεν έβλεπαν άκουγαν..άκουγαν το μαγικό τραγούδι της...».

Στην κατηγορία αυτή υπήρξαν και 9 ιστορίες που παρουσίαν επιστημονικές ανακρίβειες και εναλλακτικές ιδέες (Πίνακας 24). Ενδεικτικά κάποια παραδείγματα:

Μάριος: «...κοιτάζοντας τριγύρω οι δύο φίλοι είδαν νυχτερίδες, μόνο νυχτερίδες...»,

Ντέπη: «...το σπήλαιο κατοικούνταν και από άλλα πλάσματ εκτός από το ζωτικό...»,

Μαρτίνα: «...στο σπήλαιο ζούσαν διάφορα ζώα, νυχτερίδες και αράχνες...»,

Αργύρης: «...τα σπήλαια είναι από τα πλέον αφιλόξενα μέρη για να ζήσουν ζώα και οργανισμοί, υπάρχουν όμως νυχτερίδες...».

Οικοσύστημα σπηλαίων/Ζώα και άλλοι οργανισμοί:

Επιστημονικές ανακρίβειες / Εναλλακτικές Ιδέες

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	ΖΩΑ & ΑΛΛΟΙ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ: ΕΠΙΣΤ. ΑΝΑΚΡΙΒΕΙΕΣ	7	7,0	77,8	77,8
	ΖΩΑ & ΑΛΛΟΙ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ: ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΙΔΕΕΣ	2	2,0	22,2	100,0
	Total	9	9,0	100,0	
Missing	System	91	91,0		
Total		100	100,0		

Πίνακας 24: Ποσοστά επιστημονικών ανακρίβειών και εναλλακτικών ιδεών για τις ομάδες των ζώων και των άλλων οργανισμών που απαντώνται σε ένα καρστικό σπήλαιο.

Τέλος, στην κατηγορία των στοιχείων για τα προβλήματα που απειλούν ένα καρστικό σπήλαιο και τις λύσεις αυτών, οι φοιτητές και οι φοιτήτριες τα ενσωμάτωσαν στην ιστορία τους σε ποσοστό 90%. Πιο συγκεκριμένα, ως προς τα προβλήματα το 82% ενσωμάτωσε στην επιστημονική του ιστορία την πράσινη ασθένεια, το 71% τα βιομηχανικά απόβλητα και το 86% τα σκουπίδια των επισκεπτών. Αντίστοιχα στις προτεινόμενες λύσεις για την προστασία τους σε ποσοστό 90% ανέφεραν την αποφυγή των φλας και του θερμού φωτισμού, το 68% πρότεινε την καλύτερη διαχείριση των

βιομηχανικών αποβλήτων και το 89% την αποφυγή ρίψης σκουπιδιών από τους επισκέπτες. Ενδεικτικά παραδείγματα:

Κων/να: «...σήμερα τα σπήλαια κινδυνεύουν από τα σκουπίδια των επισκεπτών, από τα απόβλητα των εργαστασίων και από την πράσινη ασθένεια που προκύπτει από την χρήση θερμού φωτισμού και φλας...»,

Ξένια: «...όλα τα ζώα φώναζαν μαζί: Όχι στα σκουπίδια μέσα στο σπήλαιο!...»,

Σπύρος: «...το σπήλαιο πρέπει να το προστατεύουμε γιατί είναι πολιτισμική κληρονομιά μας!...»,

Μίκα: «...άφησαν μια πινακίδα έξω από το σπήλαιο με την επιγραφή «Προσταψτε τα σπήλαια, έχουν ζωή!...»,

Ντίνος: «...τα παιδιά υποσχέθηκαν στο Κίτσο ότι θα επιστρέψουν να βάλουν μαζί πινακίδες ώστε να ενημερώνονται οι επισκέπτες για την φροντίδα του σπηλαίου...»,

Παύλος: «...οι άνθρωποι αποφάσισαν να λάβουν σοβαρά υπόψη τους τη συζήτηση που είχαν με τα ζώα του σπηλαίου και να ενημερώσουν όλους στο χωριό για τους τρόπους προστασίας του σπηλαίου...».

Αξιίζει να σημειωθεί πως στην κατηγορία αυτή δεν καταγράφηκε καμία επιστημονική ανακρίβεια ή εναλλακτική ιδέα.

Ως προς τη δομή των επιστημονικών ιστοριών των φοιτητών και των φοιτητριών παρατηρήθηκε πως το 88% ακολούθησε τον κανόνα «Αρχή-Μέση-Τέλος» (Πίνακας 25). Το υπόλοιπο 12% αποτελείται από επιστημονικές ιστορίες που δεν είχαν συγκεκριμένο τέλος ή το κλείσιμο της ιστορίας γινόταν απότομα (10%). Επιπλέον υπήρξε και ένα 2% που στην θέση της επιστημονικής ιστορίας δημιούργησε ένα σχέδιο μαθήματος.

Αρχή-μέση-τέλος					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	OXI	12	12,0	12,0	12,0
	NAI	88	88,0	88,0	100,0
	Total	100	100,0	100,0	

Πίνακας 25: Ποσοστά επιστημονικών ιστοριών που ακολούθησαν την δομή της ιστορίας.

Είναι σημαντικό πως από τις 100 επιστημονικές ιστορίες μόνο το 29,3% είχε να παρουσιάσει μια ευφάνταστη πλοκή, ενώ στο 49,5% η πλοκή ήταν στατική χωρίς ιδιαίτερη ανατροπή και στο 21,2% ανιαρή (Πίνακας 26).

		Πλοκή			
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΥΣΑ	29	29,0	29,3	29,3
	ΣΤΑΤΙΚΗ	49	49,0	49,5	78,8
	ΑΝΙΑΡΗ	21	21,0	21,2	100,0
	Total	99	99,0	100,0	
Missing	System	1	1,0		
Total		100	100,0		

Πίνακας 26: Ποσοστά ειδών πλοκής.

Αξίζει να σημειωθεί πως σε ένα μεγάλο ποσοστό της τάξης του 43%, ο ανθρωπομορφισμός ήταν ένα από τα χαρακτηριστικά των επιστημονικών ιστοριών. Ενδεικτικά παραδείγματα:

Στέλιος: «...μπρρρ..τι κρύο που κάνει εδώ βρε Σάρλοτ! Πως ζεις; Σιγά το πράγμα, τόσα χρόνια έχω συνηθίσει, απάντησε η αράχνη. Και συνέχισε, μην κοιτάς την Ρίδα τη νυχτερίδα που κοιμάται εδώ αλλά τα βράδυα βολτάρει και στο δάσος, εγώ εδώ στρατιώτης και φύλακας του σπηλαίου...»,

Νικήτας: «...ααα!παράπονο δεν έχουμε, το σπίτι μας είναι χάρμα, είπε η Σάρλοτ η λευκή αράχνη...»,

Ελένη: «...μια μέρα, καθώς η βροχή έφτανε στο έδαφος συνάντησε το διοξείδιο του άνθρακα και ερωτεύτηκαν αμέσως...»,

Λυδία: «...η σταγονούλα και το διοξείδιο του άνθρακα έγιναν φίλοι καλοί που αγαπήθηκαν πολύ...»,

Μάνια: «...το ρυάκι του εξήγησε το ταξίδι με χαμηλή φωνή...».

Ένα άλλο χαρακτηριστικό των επιστημονικών ιστοριών που εξετάστηκαν ήταν η παρουσία παρομοιώσεων σε ποσοστό 23% και προσωποποιήσεων σε ποσοστό 12%.

Για παράδειγμα:

Αναστάσης: «...ο σταλακτίτης κρεμόταν σαν κρύσταλλος από την οροφή..»,

Αργυρώ: «...οι σταλακτίτες κρέμονταν σαν χριστουγεννιάτικα στολίδια...»,

Αντωνία: «...ααααχ!όλα γύρω μοιάζουν σαν όμορφα γλυπτά...»

Αλέξανδρος: «...τρία αδερφάκια, ο Νούλης ο Σταγονούλης που ήταν πολύ γλυκούλης, η Νίτσα η Σταγονίτσα που ήταν μια σταλίτσα και η Νάρα η Σταγονάρα που είχε αγριοφωνάρα...»,

Αφροδίτη: «...η Ντάλια η μικρή σταγόνα μαζί με τον Διοξειδιούλη ξεκίνησαν ταξίδι στα έγκατα της γης...»,

Έφη: «...η μανούλα η Βροχούλα λύσει έδωσε καλή...».

Ένα ακόμη σημαντικό σχήμα λόγου που εντοπίστηκε στις επιστημονικές ιστορίες των φοιτητών και των φοιτητριών είναι οι εικόνες. Ένα μεγάλο ποσοστό συμμετεχόντων, 78%, έχει αξιοποιήσει αυτό το σχήμα λόγου στις ιστορίες τους. Ενδεικτικά δίνονται κάποια παραδείγματα:

Αλίκη: «...πράγματι το σκοτάδι ήταν πυκνό. Μόνο κοντά στην είσοδο έμπαινε φως...»,

Μαρία Σ.: «...ήταν σκοτεινά και κάπως υγρά όλα εκεί, στην καρδιά του σπηλαίου...»,

Σόνια: «...κοίταζε το περίεργο πουλί, ήταν ολόμαυρο και κάπως περίεργο, δεν είχε ξαναδεί κάτι τέτοιο... Μαύρο, αλλά λαμπερό και με κάτι μάτια που διαπερνούσαν τη σάρκα...»,

Πόπη: «...μια φορά και ένα καιρό υπήρχε ένα μικρό, απομακρυσμένο χωριουδάκι στους πρόποδες ενός βουνού. Είχε και ένα μικρό δασάκι στο τέλος του και ένα ρυάκι που κυλούσε ασταμάτητα, σαν μουσική ακουγόταν μαγική...»,

Τάσος: «...πόση ομορφιά κρύβεται μες τη γη; Κοιτούσε γύρω και δεν πίστευε στα μάτια της Έλενα. Τι να πρωτοθαυμάσει, τους σιλακίτες, τους σταλαγμίτες ή τις επιβλητικές κολώνες;...».

Τέλος ολοκληρώνοντας την ανάλυση των επιστημονικών ιστοριών, αυτό που έκανε ιδιαίτερη αίσθηση είναι το ποσοστό του 67% των φοιτητών και των φοιτητριών που χρησιμοποίησαν την εύκολη προσέγγιση του θέματος είτε μέσα από ερωτήσεις – απαντήσεις είτε από την παρουσία ενός «από μηχανής θεού».

Συνοψίζοντας, η γενική εικόνα που προέκυψε από τις επιστημονικές ιστορίες των φοιτητών και φοιτητριών δείχνει πως ενώ ένα μεγάλο ποσοστό κατόρθωσε να ενσωματώσει όλες τις έννοιες σε αυτές, όμως αυτό έγινε διεκπαιρωτικά και χωρίς ιδιαίτερο διδακτικό μετασχηματισμό.

Δ. Συζήτηση – Προτάσεις

Στην παρούσα διπλωματική εργασία επιχειρήθηκε η ανάλυση, των επιστημονικών ιστοριών που κλήθηκαν να δημιουργήσουν οι μελλοντικοί/ές εκπαιδευτικοί για τα καρστικά σπήλαια τα οποία διδάχθηκαν με χρήση του εργαλείου Google Earth.

Όπως προείπαμε, τα καρστικά σπήλαια δεν διδάσκονται εκτενώς σε καμία εκπαιδευτική βαθμίδα. Στο πανεπιστήμιο (ΠΤΔΕ) τα σπήλαια εμπεριέχονται στην ύλη του μαθήματος επιλογής Στοιχεία Γεωγραφίας, το οποίο παρακολουθούν αναλογικά λίγοι φοιτητές. Κατά συνέπεια, όπως προκύπτει από τις απαντήσεις στο ερωτηματολόγιο που δόθηκε πριν από τη διδασκαλία της έννοιας, οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί της Α/βάθμιας εκπαίδευσης δεν γνωρίζουν ή έχουν συγκεχυμένες γνώσεις ή φέρουν εναλλακτικές ιδέες για τα σπήλαια και τον σχηματισμό τους. Στην συγκεκριμένη έρευνα, όπως έδειξαν και τα αποτελέσματα της ανάλυσης των ερωτηματολογίων, το 81% των συμμετεχόντων είχε επισκεφθεί ένα σπήλαιο τουλάχιστον μία φορά και είχε αποκομίσει θετική άποψη γι' αυτό. Συνεπώς, οι όποιες εναλλακτικές ιδέες εκφράστηκαν πριν τη διδασκαλία, βασίζονται κυρίως στις εμπειρίες των ερωτηθέντων. Από την ανάλυση των επιμέρους ερωτήσεων του ερωτηματολογίου παρατηρήσαμε ότι υπερισχύουν οι επιστημονικές ανακρίβειες έναντι των εναλλακτικών ιδεών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η απάντηση στο ερώτημα «Δώστε έναν σύντομο ορισμό για το σπήλαιο», στο οποίο 64 άτομα, σχεδόν δεκαπλάσιοι δηλαδή σε σχέση με εκείνους που παρουσίασαν εναλλακτικές ιδέες (6), έδωσαν ελλιπή ορισμό αφού δεν ανέφεραν την είσοδο του ανθρώπου σε αυτό.

Στο γενικό πλαίσιο τους τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου ανέδειξαν ότι το υπόβαθρο των φοιτητών και των φοιτητριών σε σχέση γενικά με τα σπήλαια και ειδικότερα με τα καρστικά σπήλαια, ποικίλει ανάλογα με τη θεματική. Στις ερωτήσεις που απαιτούνται γνώσεις ή περιγραφή διαδικασιών, οι δυσκολίες των υποψήφιων εκπαιδευτικών είναι προφανείς.

Έτσι, στην ερώτηση για την τοποθέτηση αριθμών στις προτάσεις ώστε να παρουσιάζεται με σωστή σειρά η διαδικασία της δημιουργίας ενός καρστικού σπηλαίου, οι λανθασμένες απαντήσεις άγγιξαν το ποσοστό του 59%, το οποίο ήταν αναμενόμενο. Να σημειώσουμε σε αυτό το σημείο ότι αν είχε ζητηθεί από τους φοιτητές/τριες να περιγράψουν την διαδικασία αντί να αριθμήσουν τις προτάσεις, το ποσοστό λανθασμένων απαντήσεων θα ήταν ακόμη πιο υψηλό, καθώς πρόκειται για

μια δύσκολη διαδικασία που χρειάζεται όχι μόνο να την έχει διδαχθεί κάποιος/α για δώσει τη σωστή απάντηση, αλλά και να την έχει κατανοήσει σε βάθος. Η παρατήρηση αυτή δείχνει την ανάγκη εμβάθυνσης τόσο των ΠΣ της τυπικής εκπαίδευσης όσο και των ΠΣ της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης σε ανάλογες έννοιες ή διεργασίες που αφορούν το φυσικό περιβάλλον, ώστε οι εκπαιδευτικοί τελικά να είναι σε θέση να τις αποδώσουν στους μαθητές.

Στο ίδιο πνεύμα, ιδιαίτερο ενδιαφέρον προκάλεσε το γεγονός πως ενώ μεγάλα ποσοστά των ερωτηθέντων αναγνώρισαν τα τρία βασικά είδη σπηλαιοδιάκοσμου (σταλακτίτες - 92%, σταλαγμίτες - 87% και κολώνες - 52% αντίστοιχα), στην περιγραφή της δημιουργίας των παραπάνω σχηματισμών μόνο το 34% απάντησε σωστά. Πιθανόν η απόκλιση αυτή να σχετίζεται με την εμπειρική μάθηση, τη μάθηση δηλαδή μέσα από την πράξη. Όπως τονίζει ο Κουλαϊδής (1994), η άμεση επαφή με την πραγματικότητα ενός περιβάλλοντος, το βασικό δηλαδή κομμάτι της εμπειρικής μάθησης, είναι ο δρόμος για τη γνώση. Είναι προφανές ότι η γνώση που προκύπτει από την παρατήρηση στο πεδίο, βοηθά να συνδέσει ο/η εκπαιδευόμενος/η τη θεωρία που διδάσκεται στην τάξη με την αληθινή εμπειρία. Στην περίπτωση των καρστικών σπηλαίων που εξετάζουμε, λείπει από τους μελλοντικούς εκπαιδευτικούς το κομμάτι της γνώσης των εννοιών και των διεργασιών, αφού δεν το έχουν ποτέ διδαχθεί στην τυπική εκπαίδευση. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι φοιτητές και οι φοιτήτριες να είναι μεν σε θέση να αναγνωρίσουν τα σπηλαιοθέματα που παρατήρησαν από κοντά κατά την επίσκεψή τους στο σπήλαιο, αλλά μην είναι σε θέση να εκφράσουν και να περιγράψουν όλες εκείνες τις χημικές διεργασίες που συμβαίνουν κατά τη δημιουργία τους.

Όσον αφορά την ερώτηση που αναφέρεται στο οικοσύστημα των σπηλαίων και πιο συγκεκριμένα στα ζώα και τους οργανισμούς που υπάρχουν μέσα σε ένα σπήλαιο, ενδιαφέρον προκαλεί το γεγονός πως το 99% των ερωτηθέντων ανέφερε τουλάχιστον μια κατηγορία ζώων ή οργανισμών. Πιο συγκεκριμένα, 60 άτομα αναφέρθηκαν στην ομάδα των τυχαίων επισκεπτών. Από αυτούς το 23,3% χρησιμοποίησε επιστημονικό λεξιλόγιο ενώ το 76,6% έδωσε παραδείγματα ζώων. Στους τρωγλόξενους οργανισμούς αναφέρθηκαν 83 ερωτηθέντες, με το 14,5% να κάνει χρήση επιστημονικού λεξιλογίου και το 85,5% να δίνει παραδείγματα. Η αναφορά στους τρωγλόφιλους οργανισμούς έγινε από 59 ερωτηθέντες, από τους οποίους το 81,4% μετασχημάτισε το επιστημονικό λεξιλόγιο μέσα από τα παραδείγματα και την περιγραφή που έδωσε ενώ το 18,6% χρησιμοποίησε επιστημονικό λεξιλόγιο. Τέλος, για τους τρωγλόβιους οργανισμούς

υπήρξαν 41 αναφορές, από τις οποίες ένα ποσοστό 73,2% είχε περιγραφικό χαρακτήρα ή παρουσίασε παραδείγματα ενώ το 26,8% χρησιμοποίησε επιστημονικό λεξιλόγιο. Από τους 100 ερωτηθέντες μόνο 14 απαντήσεις περιείχαν επιστημονικές ανακρίβειες (71,4%) ή εναλλακτικές ιδέες (28,6%). Τα σχετικά υψηλά ποσοστά φοιτητών/τριών που αναφέρθηκαν στα ζώα και τους άλλους οργανισμούς που υπάρχουν στα σπήλαια, πιθανόν να είναι απόρροια της εμπειρίας τους (επίσκεψή τους σε κάποιο σπήλαιο), ή αποτέλεσμα γνώσεων που έχει αποκτηθεί μέσα από ταινίες, ντοκιμαντέρ, παραμύθια και βιβλία. Τα χαμηλά ποσοστά χρήσης του επιστημονικού λεξιλογίου μπορεί να προέρχονται και από το γεγονός ότι όλοι/ες οι συμμετέχοντες/ουσες στην έρευνα δεν διδάχτηκαν ποτέ στην τυπική εκπαίδευση τα οικοσυστήματα των σπηλαίων.

Αναφορικά με τους παράγοντες – απειλές των σπηλαίων και τις λύσεις για την προστασία τους, τα ποσοστά ήταν υψηλά (92%) καθώς η πλειοψηφία των φοιτητών και των φοιτητριών ανέφεραν σχεδόν όλους τους παράγοντες και πρότειναν αντίστοιχες λύσεις. Πιθανές εξηγήσεις θα μπορούσαν να είναι αφενός η εμπειρία αφού όπως ειπώθηκε πιο πάνω το 81% των φοιτητών είχε πραγματοποιήσει επίσκεψη σε σπήλαια, αφετέρου η πληροφόρηση των ατόμων μέσω των ΜΜΕ για την προστασία και την αξία τόσο του περιβάλλοντος γενικά αλλά και των τόπων ιδιαίτερου φυσικού κάλλους (γεώτοποι, σπήλαια, κτλ.) ειδικότερα.

Τέλος, σχετικά με την καταγραφή 5 σπηλαίων και τη θέση τους στην Ελλάδα ή το εξωτερικό, μόλις το 18% των ερωτηθέντων αναφέρθηκε σε 5 σπήλαια. Το 82% κατάγραψε κατά μέσο όρο 3 σπήλαια με την χωρική κατανομή να επικεντρώνεται και να περιορίζεται σε σπήλαια του ελλαδικού χώρου. Το υψηλό αυτό ποσοστό έρχεται σε αντιστοιχία με τα ΑΠΣ στα οποία δεν γίνεται αναφορά στα σπήλαια της Ελλάδας πολύ δε περισσότερο του κόσμου. Οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί περιορίζονται στη γνώση των τόπων που έχουν επισκεφτεί και παρουσιάζουν χαμηλή γνώση του παγκόσμιου χώρου αλλά και της κατανομής των γεωμορφών σε αυτόν.

Η ανάλυση των επιστημονικών ιστοριών που δημιούργησαν οι φοιτητές και οι φοιτήτριες για μαθητές και μαθήτριες του Δημοτικού σχολείου, ανέδειξε θέματα τα οποία σχετίζονται αφενός με το μετασχηματισμό των εννοιών και αφετέρου με την ανάπτυξη δεξιοτήτων στους μελλοντικούς/κές εκπαιδευτικούς για δημιουργία

διδασκικών εργαλείων (αφηγήσεων στην περίπτωση μας), τα οποία θα μπορούσε να χρησιμοποιηθούν στη διδακτική πράξη. Πιο συγκεκριμένα:

Αναλύοντας τα ποσοστά των συμμετεχόντων σχετικά την ικανότητά τους να μετασχηματίζουν επιστημονικές έννοιες, φάνηκε ότι οι φοιτητές και οι φοιτήτριες παρά το γεγονός ότι στις κατ'ιδίαν συζητήσεις συνήθως στέκονται κριτικά απέναντι στα επιστημονικά βιβλία που διδάσκονται ή στα σχολικά βιβλία γεωγραφίας που έχουν διδαχθεί, όταν έρχεται η στιγμή οι ίδιοι/ες να μετασχηματίσουν το επιστημονικό λεξιλόγιο σε μια αφήγηση, τελικά επιλέγουν να χρησιμοποιούν μια γλώσσα που οι μαθητές και οι μαθήτριές τους δεν είναι σε θέση να καταλάβουν. (Η χρήση επιστημονικού λεξιλογίου στις γραπτές αφηγήσεις ξεπέρασε το 50% στην πλειοψηφία των εννοιών). Ανάμεσα στις πιθανές εξηγήσεις θα μπορούσαν να είναι οι ακόλουθες:

α) Οι μελλοντικοί/ές εκπαιδευτικοί έχουν διδαχθεί τις επιστημονικές έννοιες, αλλά δεν μπορούν να τις προσαρμόσουν στο επίπεδο των μαθητών τους, με άλλα λόγια δεν τις έχουν κατανοήσει σε βάθος.

β) Οι μελλοντικοί/ές εκπαιδευτικοί δεν έχουν κατανοήσει τις επιστημονικές έννοιες, αλλά έχουν απομνημονεύσει και έχουν ενσωματώσει τους ορισμούς στις ιστορίες τους χωρίς επιστημονικό μετασχηματισμό.

Δεδομένου ότι αναφερόμαστε σε ενήλικες υποψήφιους επαγγελματίες της εκπαίδευσης, γίνεται εμφανές το θέμα της προσωπικής ευθύνης και στάσης των εκπαιδευτικών απέναντι σε αυτό που θα κληθούν να διδάξουν. Κάθε εκπαιδευτικός καθημερινά καλείται να μετασχηματίσει την επιστημονική γνώση προκειμένου να την κοινωνήσει στους μαθητές και τις μαθήτριες. Το επίπεδο του μετασχηματισμού και η διαρκής αναζήτηση για την επικοινωνία της επιστήμης είναι δηλωτικό όχι μόνο του επιπέδου των σπουδών που ακολούθησε αλλά και του προσωπικού του/της ενδιαφέροντος.

Όποιες κι αν είναι οι πιθανές εξηγήσεις, το αποτέλεσμα, όπως προκύπτει από την έρευνά μας, είναι ότι τελικά οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί σε ένα μεγάλο ποσοστό (> 50%) δεν επιχειρούν την ανατροπή του εκπαιδευτικού συστήματος και αναπαράγουν τις δομές, τις συμπεριφορές και τις στάσεις με τις οποίες έχουν εκπαιδευτεί. Ίσως δεν αντιλαμβάνονται την ευθύνη που έχουν ως εκπαιδευτικοί στην προετοιμασία των μαθητών και των μαθητριών ώστε να είναι σε θέση να συνδυάζουν και να διαχειρίζονται τις επιστημονικές γνώσεις και την τεχνολογία, με απώτερο σκοπό την

εμπλοκή τους στην λήψη αποφάσεων σε κοινωνικο – επιστημονικά ζητήματα της εποχής (Kolsto, 2001). Η αναπαραγωγή μη μετασχηματισμένων και κατά συνέπεια μη κατανοητών ορισμών ή διεργασιών οδηγεί βαθμιαία στην απομνημόνευση η οποία στις μέρες μας δεν θα έπρεπε να είναι ζητούμενο της εκπαιδευτικής διαδικασίας αφού αποδεδειγμένα είναι υπεύθυνη για το χαμηλό γραμματισμό που παρατηρείται στις φυσικές επιστήμες.

Οι εναλλακτικές ιδέες και οι επιστημονικές ανακρίβειες φάνηκε να παρουσιάζουν μειωμένα ποσοστά μετά την προσέγγιση των σπηλαίων με το εργαλείο Google Earth. Πιο συγκεκριμένα, στον ορισμό η μετατόπιση είναι αξιοσημείωτη καθώς μειώθηκε από το 70% στο 8%. Στη διαδικασία της σπηλαιογένεσης το 17% παρουσίασε εναλλακτικές ιδέες ή επιστημονικές ανακρίβειες, στο σπηλαιοδιάκοσμο το 27% μειώθηκε σε 15%, ενώ στα οικοσυστήματα των καρστικών σπηλαίων το ποσοστό μειώθηκε από το 14% στο 9%.

Η μείωση των εναλλακτικών ιδεών και των επιστημονικών ανακριβιών, σχετίζεται αφενός με τη διδασκαλία αυτή καθ' αυτή, αφετέρου μπορεί να είναι ενδεικτική της επιτυχούς ένταξης του Google Earth μέσα στο διερευνητικό μοντέλο διδασκαλίας. Σύμφωνα και με την βιβλιογραφία οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών και των μαθητριών αναπτύσσονται σε ένα διαφορετικό πλαίσιο από εκείνο της τάξης, για παράδειγμα στην επίσκεψη στο σπήλαιο, σε μια ταινία, σε ένα κόμικ ή στο διαδίκτυο.

Επομένως, η αναζήτηση στο πλαίσιο της τάξης επιστημονικών πληροφοριών, εικόνων και βίντεο, η ανάπτυξη διαλόγου μεταξύ των φοιτητών/τριών προκειμένου να συζητηθούν τα ευρήματά τους και να καταλήξουν σε συμπεράσματα για τις επιστημονικές έννοιες που σχετίζονται με τα καρστικά σπήλαια, ο χρόνος για επιπλέον μελέτη και η αναζήτηση πληροφοριών για την καλύτερη δυνατή κατανόηση, ήταν ίσως παράγοντες που συνέβαλαν στη μείωση των εναλλακτικών ιδεών των μελλοντικών εκπαιδευτικών.

Οι ίδιοι/ες οι εκπαιδευτικοί συχνά φέρουν παρόμοιες ή ακόμη και ίδιες εναλλακτικές ιδέες με τους μαθητές και τις μαθήτριές τους (Χαλκιά, 2016), είναι σημαντικό, πριν σχεδιάσουν μια διδακτική παρέμβαση ή στην συγκεκριμένη περίπτωση πριν συγγράψουν μια επιστημονική ιστορία στην οποία χρειάζεται να μετασχηματίσουν επιστημονικές έννοιες, να έχουν εντοπίσει, μελετήσει και αναλύσει σε βάθος τις δικές

τους αντιλήψεις εάν υπάρχουν, ώστε να είναι σε θέση να αναδομήσουν τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών και των μαθητριών τους (Χαλκιά, 2016).

Ως προς τα οικοσυστήματα και πιο συγκεκριμένα ως προς τα ζώα και τους οργανισμούς που απαντώνται στα σπήλαια μέσα από τις ιστορίες που έγραψαν οι φοιτητές και φοιτήτριες παρουσιάζεται μια αύξηση στη χρήση του εξειδικευμένου λεξιλογίου που σημαίνει ότι οι μελλοντικοί δάσκαλοι στις ιστορίες τους αναφέρονται αναλυτικά κάποιες φορές στα ζώα και τους λοιπούς οργανισμούς των σπηλαίων. Ενδεικτικά, το ποσοστό χρήσης επιστημονικού λεξιλογίου για τους τυχαίους επισκέπτες έφτασε το 42,1%, για τους τρωγλόξενους οργανισμούς το 77,1%, για τους τρωγλόφιλους οργανισμούς το 79,6%, για τους τρωγλόβιους οργανισμούς το 86,4%. Αξιοσημείωτη είναι και η μετατόπιση στο ποσοστό των εναλλακτικών ιδεών από το 14% στο 9%.

Αναλύοντας τις επιστημονικές ιστορίες ως προς τους παράγοντες που απειλούν τα σπήλαια και τις λύσεις που προτείνονται για την προστασία των σπηλαίων, δεν παρατηρείται ιδιαίτερη αλλαγή. Όπως τονίσαμε και στο σχολιασμό των ερωτηματολογίων φάνηκε ότι ήταν ένα θέμα που γνώριζαν πολύ καλά. Το σημείο όμως το οποίο κρίνουμε ότι αξίζει σχολιασμού είναι το πώς προσέγγισαν την προστασία των σπηλαίων στις γραπτές αφηγήσεις οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί. Σε ποσοστό μεγαλύτερο του 70% ακολούθησαν μια συμπεριφοριστική προσέγγιση του θέματος. Για παράδειγμα πρότειναν τις πινακίδες προκειμένου να δείξουν τι πρέπει να κάνουν ή να μην κάνουν οι επισκέπτες που επισκέπτονται τα σπήλαια ή χρησιμοποίησαν την επικριτική στάση κάποιου ήρωα απέναντι στους επισκέπτες. Στις περιπτώσεις όπου οι ιστορίες των εκπαιδευτικών πρότειναν μια πιο ενεργητική ή πιο ομαδική προσέγγιση (ποσοστό περίπου 20%) αυτό γινόταν κυρίως μέσα από την προτροπή για σεβασμό και υπευθυνότητα απέναντι στο σημαντικό για την κοινωνία οικοσύστημα των σπηλαίων.

Από την ανάλυση της δομής των επιστημονικών ιστοριών των συμμετεχόντων, παρατηρήσαμε πώς ενώ ένα υψηλό ποσοστό φοιτητών και φοιτητριών έχει καταφέρει να διατηρήσει τη δομή της ιστορίας (88%). Η προσέγγιση της επιστημονικής γνώσης όμως μέσα από έναν εύκολο για τους συγγραφείς τρόπο με τη χρήση επιστημονικών όρων (67%) καθώς και το μικρό ποσοστό των ιστοριών με ευφάνταστη πλοκή (29,3%) εγείρουν ερωτήματα κατά πόσο τελικά, το παραδοσιακό μοντέλο διδασκαλίας έχει εδραιωθεί στη συνείδηση των μελλοντικών εκπαιδευτικών και τους οδηγεί στο να υιοθετήσουν έναν καθιερωμένο διδασκαλίας χωρίς να αξιοποιήσουν νέα και ελκυστικά

διδασκτικά εργαλεία όπως ιστορίες. Πρέπει να γίνει κατανοητό από τους/τις εκπαιδευτικούς πως η μάθηση απαιτεί ενεργούς/ές και κριτικά σκεπρόμενους/νες μαθητές/τριες. Είναι σημαντικό οι μαθητές και οι μαθήτριες να εστιάζουν την προσοχή τους στο μάθημα, να παρατηρούν, να κατανοούν σε βάθος, να θέτουν στόχους και να αναλαμβάνουν ευθύνες για το πώς πρέπει να μαθαίνουν. Όλα αυτά είναι ανέφικτα αν ο/η εκπαιδευτικός ακολουθεί ένα δασκαλοκεντρικό μοντέλο, χωρίς να εμπλέκει τους μαθητές και τις μαθήτριές του/της στην εκπαιδευτική διαδικασία. Ο ρόλος των εκπαιδευτικών πρέπει να είναι βοηθητικός και εμπνευστικός απέναντι στους μαθητές και τις μαθήτριες και να τους παροτρύνει να διερευνούν προκειμένου να κατανοήσουν τη νέα επιστημονική γνώση (Elmore, Peterson, & McCarthy, 1996).

Η έρευνα που παρουσιάσαμε είχε ως στόχο την αξιολόγηση των γραπτών αφηγήσεων των εκπαιδευτικών σε μία ενότητα που αφορούσε τη φυσική γεωγραφία και η οποία διδάχθηκε με χρήση διερευνητικού μοντέλου μάθησης και αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών. Μέσα από τη συζήτηση αναδείχθηκαν οι θετικές πλευρές αλλά και τα αρνητικά σημεία του εγχειρήματος.

Θεωρούμε πρόκληση για τους/τις μελλοντικούς/ές εκπαιδευτικούς να δημιουργήσουν ένα ελκυστικό και απαιτητικό περιβάλλον μάθησης, μέσα στο οποίο οι μαθητές και οι μαθήτριες θα έχουν ενεργό ρόλο (Elmore, Peterson, & McCarthy, 1996). Διδασκτικά εργαλεία όπως η συγγραφή και η αφήγηση επιστημονικών ιστοριών καθώς και η αξιοποίηση των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διαδικασία μπορούν να αποτελέσουν ένα δυνατό όπλο στα χέρια των εκπαιδευτικών ώστε να σχεδιάσουν και να υλοποιήσουν ένα μοντέρνο και ελκυστικό μάθημα. Ένα τέτοιο περιβάλλον περιορίζει τα χρονικά διαστήματα παθητικής ακρόασης των μαθητών και των μαθητριών, κάνει το μάθημα πιο θελκτικό και πιο διαδραστικό αφού ενεργοποιεί τη φαντασία των μαθητών και τους παροτρύνει να λάβουν ενεργό μέρος σε αυτό ταυτιζόμενοι με ρόλους της ιστορίας.

Προς αυτή την κατεύθυνση απαιτείται έρευνα η οποία θα αναδείξει τη θεματολογία της γεωγραφίας η οποία αξίζει και μπορεί να πλαισιωθεί με επιστημονικές ιστορίες. Παράλληλα ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να μην μείνει απλά στην αφήγηση των επιστημονικών ιστοριών που σχετίζονται με το χώρο ή το φυσικό περιβάλλον αλλά να ενθαρρύνει τους μαθητές και τις μαθήτριες να αναλάβουν ενεργό ρόλο μέσα στην τάξη, ελέγχοντας την δική τους μάθηση και δημιουργώντας τους δικούς τους μαθησιακούς στόχους (Βοσνιάδου, 2001) και κάνοντας ίσως τις δικές τους αφηγήσεις. Επίσης θα

πρέπει να διαθέτει φαντασία και διάθεση ώστε να συνδυάσει τη διδασκαλία μιας θεματικής όχι μόνο με την αφήγηση επιστημονικών ιστοριών εντός τάξης αλλά και με επισκέψεις σε φορείς μη τυπικής εκπαίδευσης που συμβάλλουν στη δημιουργία εμπειριών του χώρου (μουσεία, τεχνολογικά πάρκα, κτλ.) (Scardamalia & Bereiter, 1991).

Επίσης οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί δεδομένης της δύναμης της αφήγησης, καλό θα ήταν να ασκηθούν περισσότερο στη δημιουργία αφηγήσεων όχι μόνο μέσα από μαθήματα που σχετίζονται με το λόγο, αλλά και μέσα από μαθήματα που σχετίζονται με τις φυσικές επιστήμες. Προς αυτή την κατεύθυνση θα μπορούσαν να συνδράμουν οι όμιλοι αφήγησης ή και τα καφέ της επιστήμης που θα έδιναν το βήμα στους φοιτητές/τριες να αναπτύξουν ανάλογες δεξιότητες.

Περιορισμοί Έρευνας

Ο κύριος περιορισμός της συγκεκριμένης έρευνας είναι η αδυναμία γενίκευσης των αποτελεσμάτων για έναν μεγαλύτερο πληθυσμό μελλοντικών εκπαιδευτικών αφού παρέχει περιορισμένο αριθμό δεδομένων εξαιτίας του μικρού και βολικού δείγματος (Yin, 1984). Ο περιορισμός αυτός όμως, δεν υποβαθμίζει την αξία της ερευνητικής διαδικασίας. Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν είναι σημαντικά, καθώς προέκυψαν έπειτα από αλληλεπίδραση με μελλοντικούς/ές δασκάλους/ές σε μια θεματική των φυσικών επιστημών, όπως είναι τα καρστικά σπήλαια, με σχετικά περιορισμένο αριθμό επιστημονικών ερευνών.

Βιβλιογραφία

- Anderson, J. R. (2000). *Learning and memory: An integrated approach* (2nd ed.). Hoboken, NJ, US: John Wiley & Sons Inc
- Βαμβούκας, Μ. Ι. (1998). Εισαγωγή στην Ψυχοπαιδαγωγική έρευνα και μεθοδολογία. Αθήνα: Εκδόσεις Γρηγόρης.
- Bayrak, K., B. & Beyram, H. (2010). The effect of computer aided teaching method on the students' academic achievement in the science and technology course. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Vol. 9, pp. 235-238.
- Berelson, B. (1970). *Content Analysis in Communication Research*. New York: The Free Press, pp. 22 – 24.
- Bogli, A. (1978). *Karst Hydrology and Physical Speleology*. New York: Springer-Verlag.
- Bransford, J., Brown, A., L. & Cocking, R., R. (1999). *How People Learn: Brain, mind experience and school*. Washington DC: National Academy Press.
- Brown, D., J., Stewart, D., S. & Wilson, J., R. (1996). Ethical pathways to virtual learning. (ed. H. J. Murphy), In: *Proceedings of the 3rd Conference on Virtual Reality and Persons with Disabilities*. California State University Centre on Disabilities, Northridge, CA.
- Bruner, S., J. (1996). *The Culture of Education*. Cambridge Massachusetts: Harvard University Press.
- Βοσνιάδου, Σ. (2001). Πώς μαθαίνουν οι μαθητές. *Διεθνής Ακαδημία της Εκπαίδευσης (ΔΑΕ)*, Βρυξέλλες, Βέλγιο.
- Βούλτσιου, Ε. (2007). *Ενσωμάτωση των Νέων Τεχνολογιών στη Μέση Εκπαίδευση. Διαδικασίες Προβλήματα – Επιπτώσεις σε διδάσκοντες και διδασκόμενους*. (Αδημοσίευτη Μεταπτυχιακή εργασία), Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, Φλώρινα.
- Bybee, W., R., Taylor, A., J., Gardener, A., Van Scotter, P., Powell, C., Westbrook, A. & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E Instructional Model: Origins, Effectiveness, and Applications*. Colorado Springs.

- Γαλάνη Α. & Ρόκκα Α. (2016). *Η διδασκαλία της Γεωγραφίας με τη βοήθεια του ηλεκτρονικού υπολογιστή: Γεωγραφία και λογισμικά ελεύθερης πρόσβασης (ΕΛ/ΛΑΚ)*. Αθήνα: Gutenberg.
- Cates, W., M., Price, B. & Bodzin, A., M. (2003). *Implementing technology-rich curricular materials: Findings from the exploring life project*. In *Technology in Education: A Twenty-Year Retrospective*, D. Lamont Johnson (eds.) and Cleborne D. Maddux. New York: Haworth Press.
- Carretero, M. (1994). *Cognitive and instructional processes in history and the social sciences*. Voss, J. F. (Eds.), Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
- Γιαννόπουλος, Β. (2000). *Συμβολή στη μελέτη σύγχρονων και παλαιών περιβαλλόντων των πλέων σημαντικών ελληνικών σπηλαίων*. (Αδημοσίευτη Διδακτορική διατριβή). Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο, Αθήνα.
- Chang, K., E., Sung, T., Y. & Lee, L., C. (2003). Web – based collaborative inquiry learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, Vol. 19, Issue 1, pp. 56 – 69.
- Chen, H., Wigand, R., Nilan, M., S. (1999). Optimal experience of web activities, *Computers in Human Behavior*, 15, pp. 585 – 608.
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2008). *Μεθοδολογία Εκπαιδευτικής Έρευνας*. Αθήνα, Αθήνα: Μεταίχμιο.
- Crawford, A., B. (2007). Learning to teach science as inquiry in the rough and tumble of practice. *Journal of Research in Science Teaching*, Volume 44, Issue 4, pp. 613 – 642.
- Culver, C., D., Pipan, T. & Schneider, K. (2009). Vicariance, dispersal and scale in the aquatic subterranean fauna of karst regions. *Special Issue: ASSESSING AND CONSERVING GROUNDWATER BIODIVERSITY*, Vol. 54, Issue 4, pp. 918 – 929.
- Dalziel, J. (2002). *Reflections on the COLIS Demonstrator Project and the Learning Object Lifecycle*. Macquarie University, Sydne.
- de Jong, T. (2006). Technological advances in inquiry learning. *Science*, 312(57), pp. 523-533.

- Duvenger, M. (1978). *Μέθοδοι κοινωνικών επιστημών*. Αθήνα: ΕΚΚΕ, 88-89.
- Δημητρόπουλος, Ε. (2009). *Εισαγωγή στη Μεθοδολογία της Επιστημονικής Έρευνας*. Αθήνα: Έλλην.
- Egan, K. (1989). *Teaching as storytelling*. Chicago: University of Chicago Press.
- Eisenkraft, A. (2003). *Expanding the 5E Model: A proposed 7E model emphasizes “transfer of learning” and the importance of eliciting prior understanding*. Arlington: National Science Teachers Association.
- Elmore, P., L., Peterson, P., L. & McCarthy, S., J. (1996). *Restructuring in the Classroom: Teaching, Learning and School Organisation*. San Francisco, CA, USA: Jossey- Bass.
- Francek, M. (2013). A Compilation and Review of over 500 Geoscience Misconceptions. *International Journal of Science Education*, Vol. 35, Issue 1, pp. 31 – 64.
- Ford, D., C. (2003). Perspectives in karst hydrogeology and cavern genesis. Speleogenesis and Evolution of Karst Aquifers: *The Virtual Scientific Journal*, pp. 17 – 29.
- Forti, P. (2009). State of the art in the speleological sciences. *Proc. XV^o Int. Spel. Congr. Kerrville Texas*, 1, 26-31.
- Gams, I. (1993). Origin of the term “karst,” and the transformation of the classical karst (kras). *Environmental Geology*, Vol. 21, Issue 3, pp 110–114.
- Gams, X. (2003). Notion and Forms of Contact Karst. *Acta Carstologica Ljubljana*, pp. 33 – 46.
- Gudanescu, S. (2010). New educational technologies. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(2), pp. 5646 – 5649.
- Gunn, J. (2004). *Encyclopedia of Caves and Karst Science*. London: Fitzroy Dearborn.
- Higgins, S. (2003). Does Ict Improve Learning and Teaching in Schools? *Journal of Science and Technology*, 17(6), pp. 586 – 594.
- Huntoon, P., N. (1995). Is it appropriate to apply porous media groundwater circulation models to karstic aquifers? In El-Kadi, A. I. (ed.), *Assessment of models for*

groundwater resource analysis and management: Boca Raton, Florida: Lewis Publishers-CRC Press.

Ίσαρη, Φ. & Πουρκός, Μ. (2015). *Ποιοτική Μεθοδολογία Έρευνας*. Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών.

Javeau, C. (2000). *Η έρευνα με το ερωτηματολόγιο: το εγχειρίδιο του καλού ερευνητή*. Αθήνα: Τυπωθήτω.

Jonassen, D. H. (2000). *Computers as mindtools for schools: Engaging critical thinking* (2nd ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

Kastning, H., E. & Kastning, M., K. (1999). Misconceptions about Caves and Karst: Common Problems and Educational Solutions. *Proceedings of 14th National Cave and Karst Management Symposium*, Texas.

Keselman, A. (2003). Supporting inquiry learning by promoting normative understanding of multivariable causality. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 40, Issue 9, pp. 898 – 921.

Kokkoros, P. & Kanelis, A. (1960). Découverte d'un crâne d'homme paléolithique dans la péninsule Chalcidique. *Anthropologie*, 362, pp. 534 – 537.

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

Kolsto, D., S. (2001). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science Education*, Vol. 85, Issue 3, 291-310.

Koulaidis, V. (1994). *Terms and Boundaries: Phenomenology, representations and conceptual change*. In V. Koulaidis (ed.), *Representations of the World*, Athens: Gutenberg.

Κουτσελίνη, Μ., & Θεοφιλίδης, Χ. (2007). *Διερεύνηση και συνεργασία: Για μια αποτελεσματική διδασκαλία*. Αθήνα: Γρηγόρης.

Kranjc, A. (2001a). About the name kras (karst) in Slovenia. *Proceedings of the 13th International Congress of Speleology*, Brazil, Vol.2, 140 – 2.

- Krippendorff, K. (2004). Reliability in Content Analysis Some Common Misconceptions and Recommendations. *Human Communication Research*, Vol. 30, No. 3, pp. 411– 433.
- Leamson, R., N. (1999). *Thinking about Teaching: Developing Habits of Learning with First Year College and University Students*. Sterling, VA: Stylus.
- Lee, N., M., Meisinger, D., B., Aubrecht, R., Kovacik, L., Saiz-Jimenez, C., Baskar, S., Baskar, R., Liebl, W., Porter, M., Engel, A., S. (2012). *Caves and karst environments*. In: Bell EM (ed) *Life at extremes: environments, organisms and strategies for survival*. CAB International, Wallingford, pp 320–344.
- Liu, Z., H., Dreybrodt, W., Liu, H. (2011). Atmospheric CO₂ sink: silicate weathering or carbonate weathering? *Applied Geochemistry*, Vol. 26, pp. 292 – 294.
- Luft, A., L. & Roehrig, H., G. (2004). Capturing Science Teachers' Epistemological Beliefs: The Development of the Teacher Beliefs Interview. *Electronic Journal of Science Education*, Vol. 11, No 2.
- Μαλιάρας, Ν. & Προκόπης, Α. (2014). *Διδακτική προσέγγιση της τεχνολογίας με τη χρήση τεχνολογίας πληροφοριών και επικοινωνίας*. (Αδημοσίευτη Μεταπτυχιακή εργασία), Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Αλεξανδρούπολη.
- Marton, F. & Booth., S. (1997). *Learning and awareness*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Mavrikaki, E. & Kapsala, N. (2012). Teaching Biology by Storytelling. *Scientific Cosmopolitanism and Local Cultures: Religions, Ideologies, Societes*.
- Michaelides, G. (2007). *Νέες Τεχνολογίες και Διδακτική των Φυσικών Επιστημών*.
- Millar, R. & Osborne, J., F. (1998). *Beyond 2000: Science Education for the Future*. London: King's College London.
- Milne, D. (1994). Behavioural psychotherapists practice: A survey of UK practitioners. *Behavioural and Cognitive Psychotherapy*, Vol. 22, pp. 247–257.
- Μαγγόπουλος, Γ. (2014). Η μελέτη περίπτωσης ως ερευνητική στρατηγική στην αξιολόγηση προγραμμάτων: θεωρητικοί προβληματισμοί. *Το Βήμα των Κοινωνικών Επιστημών*, Τόμ. ΙΣΤ, τεύχος 64, σς. 73 – 93.

- Myers, T., Blackman, A., Andersen, T., Hay, R., Lee, I. (2014). Cultivating ICT students' interpersonal soft skills in online learning environments using traditional active learning techniques. *Journal of Learning Design*, 7 (3). pp. 38 – 53.
- Niemiec, R. & Walberg, J. (1987). Comparative Effects of Computer-Assisted Instruction: A Synthesis of Reviews. *Journal of Educational Computing Research*, 3(1), pp. 19 – 37.
- Παπαδοπούλου-Βρινιώτη, Κ. (2000). *Σημειώσεις θεμάτων Καρστικής Γεωμορφολογίας*. Γεωλογικό Τμήμα Πανεπιστημίου Αθηνών, Τομέας Γεωγραφίας – Κλιματολογίας, Αθήνα.
- Patterson, C., T. (2007). Google Earth as a (Not just) Geography Education Tool. *Journal of Geography*.
- Perkins, D., N. (1992). The topography of invention. In R. J. Weber & D. N. Perkins (Eds.), *Inventive minds: Creativity in technology* (pp. 235–250). New York: Oxford University Press.
- Pidwiny, M. (2006). *Physical properties of water*. Fundamentals of Physical Geography, (2nd Edn.) <http://www.physicalgeography.net/fudamental/8a.html>. Accessed 11 May 2019.
- Pipan, T., Culver, D.C. (2013). Forty years of epikarst: what biology have we learned? *International Journal of Speleology*, 42 (3), 215–223.
- Plotnick, R., E., Kenig F. & Scott, C., A. (2014). Using the voids to fill the gaps: caves, time, and stratigraphy. *Geological Society, London, Special Publications*, Vol. 404, pp. 233 – 250.
- Plowman, L., Stephen, C. & McPake, J. (2010). Supporting young children's learning with technology at home and in preschool. *Research Papers in Education*, 25(1).
- Παυλόπουλος, Π., Κ. (2011). *Γεωμορφολογία: Εφαρμογές στις Γεωεπιστήμες*. Αθήνα: Εκδοτικός Όμιλος Ίων.
- Πλακίτση, Κ. (2008). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών στην προσχολική και στην πρώτη σχολική ηλικία, Σύγχρονες τάσεις και προοπτικές*. Αθήνα: Εκδόσεις Πατάκη.

- Ράπτης, Α. & Ράπτη, Α. (2007). *Μάθηση και διδασκαλία στην εποχή της Πληροφορικής: Ολική Προσέγγιση*. Αθήνα: Αριστοτέλης Ράπτης.
- Romero, A. (2009). *Cave Biology, Life in Darkness*. Part of Ecology, Biodiversity and Conservation.
- Rowcliffe, S. (2004). Storytelling in science. *School Science Review*, 86 (314).
- Σιμάτος, Α. (1995). *Τεχνολογία και Εκπαίδευση. Επιλογή και χρήση των εποπτικών μέσων διδασκαλίας*. Αθήνα: Εκδόσεις Πατάκη.
- Σολομωνίδου, Χ. (2001). *Σύγχρονη Εκπαιδευτική Τεχνολογία*. Αθήνα: Εκδόσεις Κώδικας.
- Scardamalia, M. & Bereiter, C. (1991). Higher Levels of Agency for Children in Knowledge Building: A Challenge for the Design of New Knowledge Media. *Journal of the Learning Sciences*, Vol. 1, Issue 1, pp. 37 – 68.
- Sherman, Th., M. & Kurshan, B., L. (2005). Constructing Learning: Using Technology to Support Teaching for Understanding. *Learning & Leading with Technology*.
- Sherwood, C., S. & Simek, F., J. (2001). Introduction: Cave Archaeology in the Eastern Woodlands. *Journal of Archaeology*, Vol. 26, No. 2, pp. 135 – 137.
- Slavin, R. (2007). *Εκπαιδευτική Ψυχολογία: Θεωρία και Πράξη*. Αθήνα: Εκδόσεις Μεταίχμιο.
- Spector, J., M. (2001). Philosophical implications for the design of instruction. *Instructional Science*, 29, pp. 381– 402.
- Spaulding, C. (1992). The motivation to read and write. In M. Doyle (Ed.), *Reading/writing connections* (pp. 177–201). Newark, DE: International Reading Association.
- Ταρνανίδης, Ι. (2014). *Μαθηματικά και νέες τεχνολογίες: εισαγωγή των Τ.Π.Ε. στη διδασκαλία των μαθηματικών*. (Αδημοσίευτη Μεταπτυχιακή Εργασία), Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη.
- Τζίμπα, Ε. (2012). *Η τεχνολογία στην υπηρεσία της διδασκαλίας των επιστημών. Παρελθόν, Παρόν, Μέλλον*. (Αδημοσίευτη Πτυχιακή εργασία), ΤΕΙ Καβάλας.

- Tinio, L. (2003). ICT in education. *Paper presented at UNDP for the Benefit of Participants to the World Summit on the Information Society*. New York. ED 200 202.
- Van Joolingen, W., R., de Jong, T. & Dimitrakopoulou, A. (2007). Issues in computer supported inquiry learning in science. *Journal of Computer Assisted Learning*, 23 (2), pp. 111 – 119.
- Φλαμπούρη, Φ. (2009). *Οι αντιλήψεις των εκπαιδευτών ενηλίκων για το ρόλο τους, όπως διαμορφώθηκαν από τη συμμετοχή τους στο Εθνικό Πρόγραμμα Εκπαίδευσης Εκπαιδευτών Συνεχιζόμενης Επαγγελματικής Κατάρτισης του Ε.ΚΕ.ΠΙΣ*. (Αδημοσίευτη Διπλωματική εργασία), Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Αθήνα.
- Webster's Third International Dictionary. (1986). Springfield, MA: MerriamWebster.
- White, B., W. & Culver, C., D. (2012). *Encyclopedia of Caves*. 2nd Edition, Academic Press.
- White, B., Y & Fredericksen, R., J. (1989). Casual Models as Intelligent Learning Environments for Science and Engineering Education. *Applied Artificial Intelligence an International Journal*, 3:2-3, pp. 167 – 190.
- Wicander, S., J. & Monroe, R. (2009). *Fundamentos de Geologia*. São Paulo: Cengage Learning.
- Wiley, D., A. (2000). Connecting learning objects to instructional design theory: a definition, a metaphor, and a taxonomy. D.A. Wiley (eds.), *The Instructional Use of Learning Objects: Online Version*.
- Wood, B., W. (2003). Inquiry-Based Undergraduate Teaching in the Life Sciences at Large Research Universities: A Perspective on the Boyer Commission Report. *Cell Biology Education*, Vol. 2, No. 2, pp. 73 – 132.
- Χαλκιά, Κ. (2016). *Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες: θεωρητικά ζητήματα, προβληματισμοί, προτάσεις*. Αθήνα: Εκδόσεις Πατάκη.
- Χατζηγεωργίου, Γ. (2006). *Προς μια επιστημονική παιδεία*. Αθήνα: Εκδόσεις Γρηγόρη.

- Yin, K. (1984, April 30). *Case Study Research: Design and Methods*. Retrieved from url <http://www.madeira-edu.pt3004>.
- Yunus, M., Nordin, N., Salehi, H., Sun, H. & Embi, A. (2013). Pros and cons of using ICT in teaching ESL reading and writing. *International Education Studies*, 6(7), pp. 119 – 130.
- Ζάγκος, Χ. (2011). *Πολιτική, Τύπος και Τόπος. Οι κοινοβουλευτικές εκλογές στη Φλώρινα (1926-2009)*. Αθήνα: Επίκεντρο.
- Zazkis, R., Liljedahl, P. & Sinclair, N. (2009). Lesson plays: Planning teaching vs. teaching planning. *Learning of Mathematics*. Vol. 29, No. 1, pp. 40 – 47.

Παράρτημα Α- Διδακτική Προσέγγιση

1. Διδακτικό Σενάριο



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης

Εργαστήριο: Φυσικές Επιστήμες ΙΙΙ: Γεωγραφία

Διδάσκουσα: Α. Γαλάνη

Ταξίδι σε 5 σπήλαια του κόσμου μέσα από το Google Earth

Σενάριο: Η Σπηλαιολογική Εταιρία αναζητά 5 νέους/ες φοιτητές/τριες, με σκοπό να ταξιδέψουν σε 5 από τις ηπείρους και να επισκεφθούν 1 σπήλαιο σε κάθε μία από αυτές. Στόχος του ταξιδιού είναι η καταγραφή πληροφοριών και η λήψη εικόνων από τα σπήλαια, προκειμένου να συγγράψουν εκτός των υπολοίπων και μία ιστορία σχετική με τον τρόπο δημιουργίας καρστικών σπηλαίων, για τους/τις μαθητές/τριες Δημοτικού.

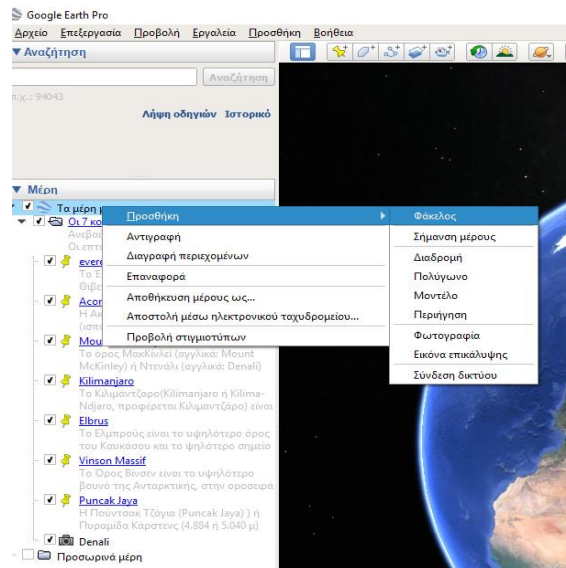
1. Απεικονίζοντας τα 5 σπήλαια

Βήμα 1: Δημιουργία φακέλου «5 σπήλαια του κόσμου» / Αποθήκευση:

Με δεξί κλικ πάνω στο προσωρινό τόπο (temporary places) δημιουργήστε φάκελο (προσθήκη > φάκελος ή add>folder) και ονομάστε τον «ΤΑ 5 ΣΠΗΛΑΙΑ ΤΟΥ ΚΟΣΜΟΥ».

Για να μην χάσετε την εργασία σας, θα πρέπει να μετακινήσετε τον φάκελο (**drag and drop**) στο my places. Αν δεν γίνει αυτό, στην περίπτωση που εγκαταλείψετε το Google Earth θα χάσετε την εργασία που κάνετε.

Εναλλακτικά μπορείτε να δημιουργήσετε το φάκελο κάτω από το πεδίο «Οι τόποι μου» (**my places**). Στην περίπτωση αυτή δεν χάνετε την εργασία σας σε περίπτωση που εγκαταλείψετε το Google Earth.



Αποθήκευση της εργασίας:

Η επιλογή **Αποθήκευση (save)** σας δίνει τη δυνατότητα να σώσετε την εργασία σας στον υπολογιστή σας, ώστε να μπορείτε να εργαστείτε και πάλι εμπλουτίζοντάς την.

Κάνετε δεξί κλικ στο “φάκελος” και αποθηκεύετε στην επιφάνεια εργασίας **με τη μορφή .kmz** που είναι η μορφή των αρχείων του **Google Earth**.

Προσοχή: Κάθε φορά που ανοίγετε το αρχείο που αποθηκεύσατε αυτό ανοίγει στους προσωρινούς τόπους (**temporary places**).

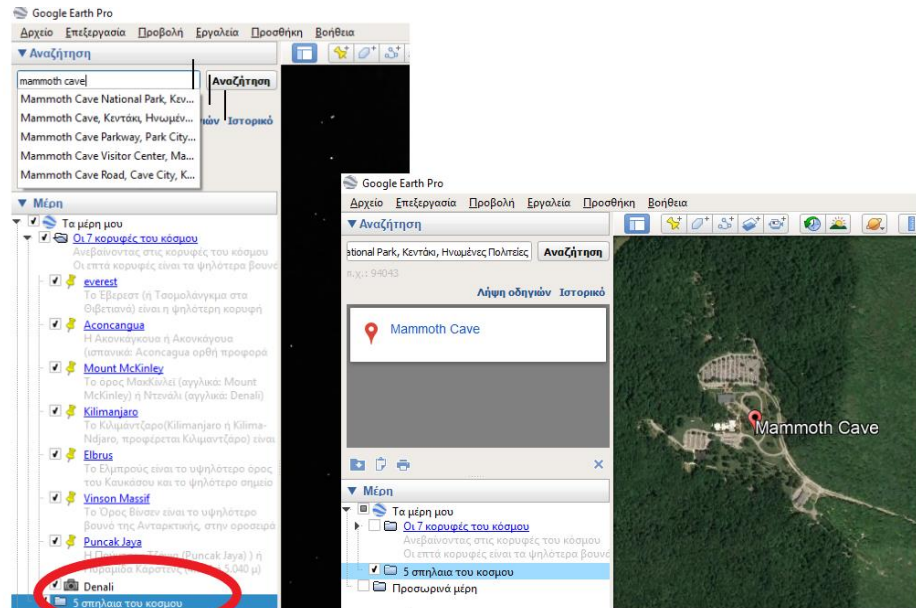
Βήμα 2: Αποτυπώνοντας τα 5 σπήλαια στο χάρτη:

Φροντίστε πάντα να έχετε επιλεγμένη την ετικέτα «**ΤΑ 5 ΣΠΗΛΑΙΑ ΤΟΥ ΚΟΣΜΟΥ**» ώστε να ταξινομούνται κάτω από αυτή όλοι οι επιμέρους φάκελοι ή τα σύμβολα. Στην αντίθετη περίπτωση ο φάκελός σας θα είναι κενός.

α. Εισαγωγή σημειακού συμβόλου για το σπήλαιο Mammoth Cave

Σε περίπτωση που δεν γνωρίζετε τον τόπο που αναζητάτε, γράφετε στο πλαίσιο της αναζήτησης το όνομα της τοποθεσίας. Το **Google Earth** σας μεταφέρει εκεί αυτόματα.

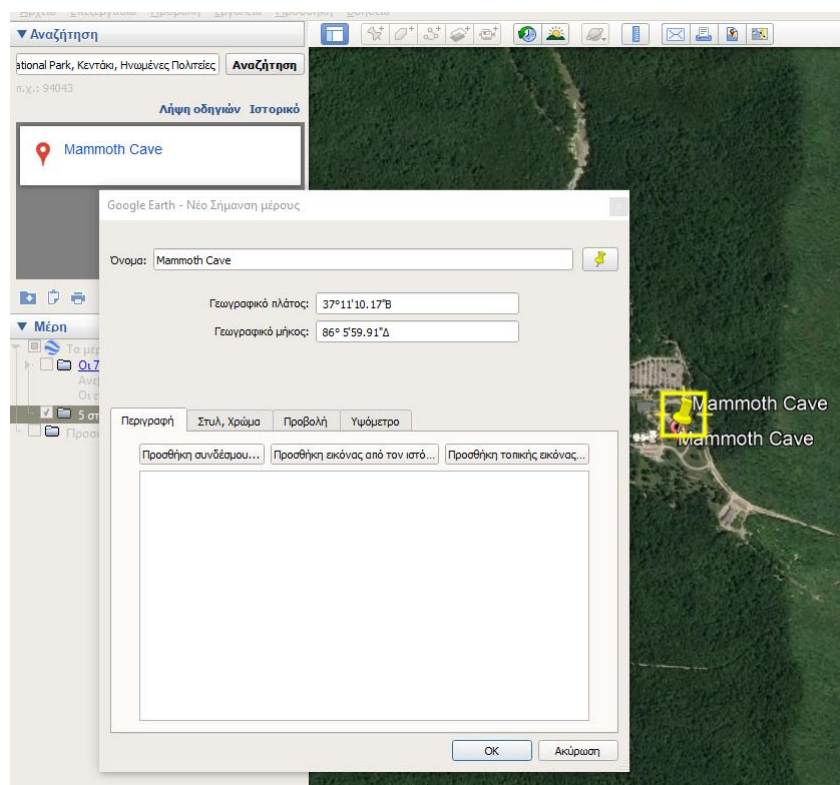
Τώρα είστε έτοιμοι να δημιουργήσετε τους σταθμούς του ταξιδιού σας (**place marks**). Πρόκειται για σημειακά σύμβολα τα οποία θα εισάγετε στο χάρτη.



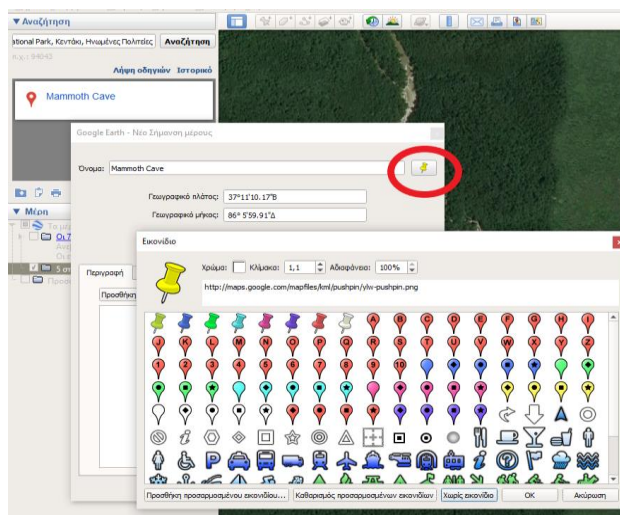
Με επιλογή του συμβόλου της πινέζας, η πινέζα εμφανίζεται πάνω στο χάρτη ενώ παράλληλα ανοίγει ένα πλαίσιο.

Με **drag and drop** μεταφέρετε την πινέζα που αναβοσβήνει στο χάρτη στο σωστό σημείο, αν θέλετε να αλλάξετε θέση. Στην περίπτωση αυτή παρατηρείτε ότι και οι συντεταγμένες του σημείου αλλάζουν.

Στο πλαίσιο **Όνομα (name)** γράφετε *Mammoth Cave* που αντιστοιχεί στο σημείο που προσθέσατε.



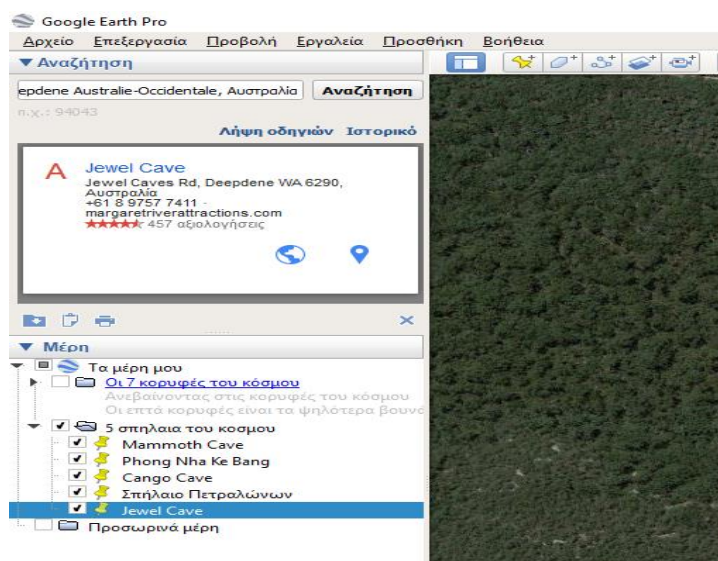
Αλλάζετε το σύμβολο της πινέζας -αν δεν σας αρέσει- με επιλογή του κουμπιού-σύμβολο και στη συνέχεια με την επιλογή ενός εκ των συμβόλων από το πλήθος που εμφανίζεται μπροστά σας.



Επαναλάβετε την ίδια ενέργεια και για τα υπόλοιπα σπήλαια.

- Εισαγωγή σημειακού συμβόλου για το σπήλαιο Phong Nha Ke Bang**
- Εισαγωγή σημειακού συμβόλου για το σπήλαιο The Canqo Cave**
- Εισαγωγή σημειακού συμβόλου για το σπήλαιο Hatter's Hideout**
- Εισαγωγή σημειακού συμβόλου για το σπήλαιο των Πετραλώνων**

Μην ξεχνάτε κάθε φορά που εισάγετε ένα σπήλαιο να έχετε επιλέξει το φάκελο «**Τα 5 σπήλαια του κόσμου**». Το αποτέλεσμα της εργασίας θα είναι το ακόλουθο:



Προσθέτοντας πληροφορία στους τόπους που απεικονίζατε

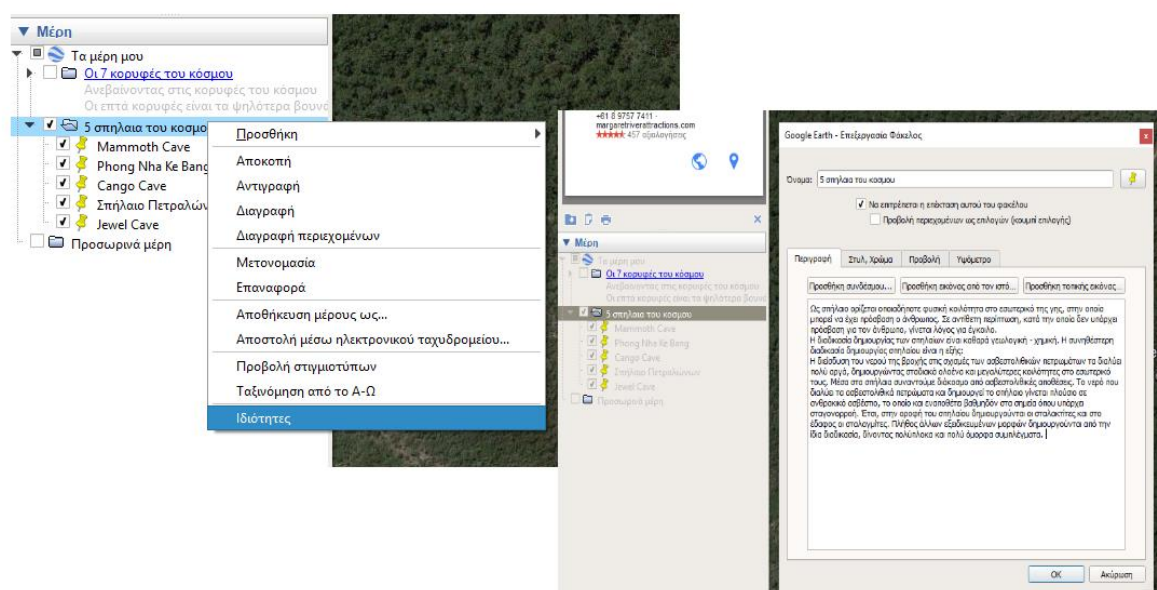
Η προσθήκη της πληροφορίας είτε στα σημεία είτε στις διαδρομές είναι μια εύκολη διαδικασία. Μπορείτε να προσθέσετε κείμενο, έναν ιστότοπο, μια φωτογραφία από το διαδίκτυο, μια ψηφιακή φωτογραφία, ένα βίντεο. Ο τρόπος που γίνεται το καθένα από αυτά περιγράφεται στη συνέχεια.

Βήμα 3: Προσθήκη κειμένου

Επιλογή φακέλου «**ΤΑ 5 ΣΠΗΛΑΙΑ ΤΟΥ ΚΟΣΜΟΥ**». Με δεξί κλικ πάνω στο φάκελο και επιλογή **Ιδιότητες (get info)** ανοίγει η καρτέλα περιεχομένου στην οποία κάνετε περιγραφή του θέματος.

Στο **Περιγραφή (Description)** γράφετε ή μεταφέρετε από την παρουσίαση την παράγραφο του κείμενου που δίνει ένα **ορισμό** για το **σπήλαιο**. Βοηθητικός ιστότοπος: <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A3%CF%80%CE%AE%CE%BB%CE%B1%CE%B9%CE%BF>.

Το κείμενο παρουσιάζεται κάπως έτσι:



Στο ίδιο πλαίσιο (**Τα 5 σπήλαια του κόσμου**) γράψτε μια δεύτερη παράγραφο, εξηγώντας με δικά σας λόγια τον **τρόπο δημιουργίας των καρστικών σπηλαίων**. Πληροφορίες μπορείτε να αντλήσετε από το διαδίκτυο ή την παρουσίαση (αρχείο).

Στη συνέχεια πηγαίνετε **σε καθένα από τα σπήλαια** και προσθέστε μια μικρή περιγραφή (2-3 σειρές). Τις πληροφορίες μπορείτε να τις αναζητήσετε στη wikipedia (με αναφορά της πηγής).

Βήμα 4: Προσθήκη συνδέσμου:

Πολλές φορές χρειάζεται να επισυνάψετε κάποιον ιστότοπο ώστε ο αναγνώστης να αναζητήσει περισσότερες πληροφορίες.

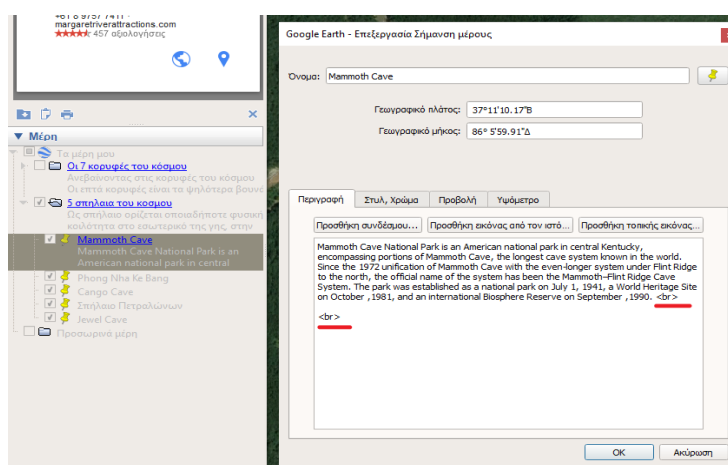
Εύρεση ιστοτόπου στον παγκόσμιο ιστό <http://www.petalona-cave.gr/> και αντιγραφή του.

Στο google earth επιλογή του σημείου «**Σπήλαιο Πετραλώνων**». Δεξί κλικ > **get info**.

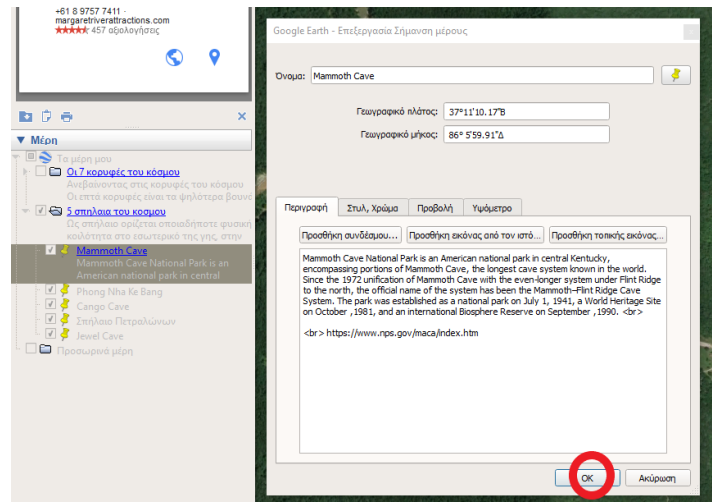
Στο **Περιγραφή (Description)** επιλέγεται **Προσθήκη Συνδέσμου (Add link)**. Κάνετε επικόλληση τον ιστότοπο που έχετε αντιγράψει.

Σημείωση:

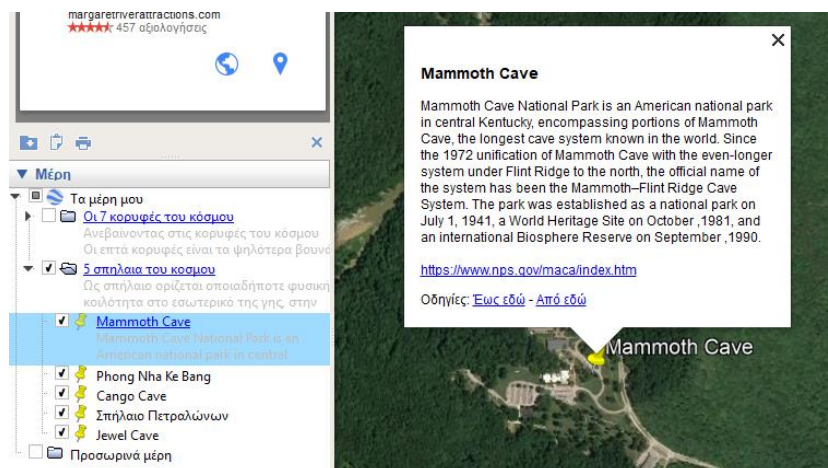
Επειδή ο ιστότοπος που θέλετε να τοποθετήσετε, θέλετε να μπει κάτω από την περιγραφή, θα χρησιμοποιήσετε **break** που συμβολίζονται με το **
** (Το ίδιο κάνετε κι όταν θέλετε στο κείμενό σας να αλλάξετε σειρά). Βάζετε ένα **
** στο τέλος της παραγράφου σας, πατάτε **enter** και πληκτρολογείτε και πάλι **
**, όπως βλέπετε στην εικόνα.



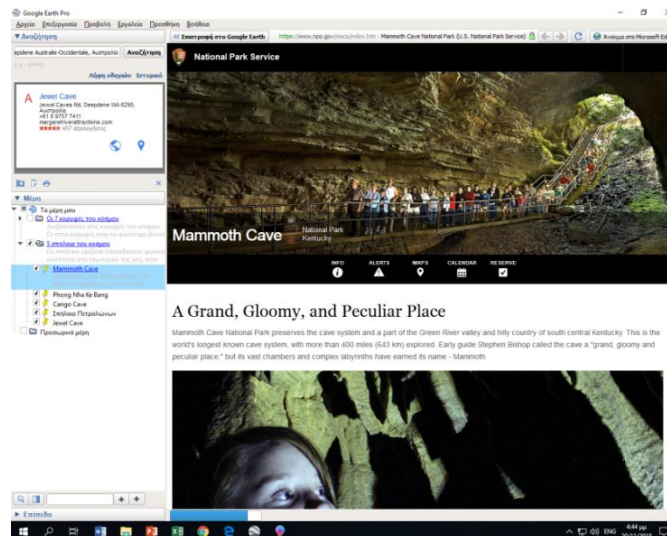
Μόλις τελειώσετε με την επικόλληση, πατάτε OK.



Η πληροφορία εμφανίζεται κάπως έτσι:



Όταν επιλέγετε το link μεταφέρεστε στη σελίδα που έχετε επικολλήσει και με το **back to Google Earth** (πάνω αριστερά) μεταφέρεστε και πάλι στη σελίδα που δουλεύετε.

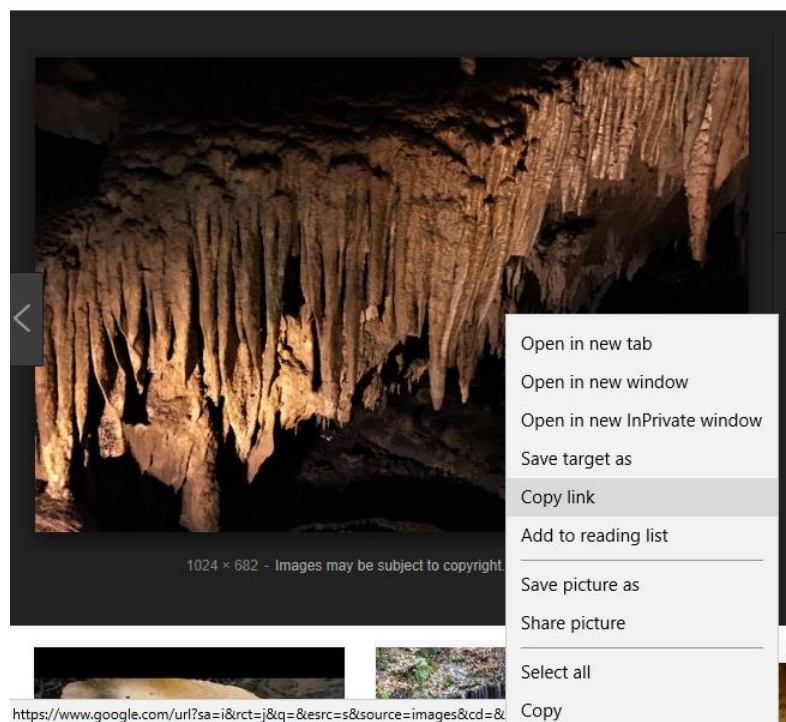


Επαναλάβετε την διαδικασία, αυτή τη φορά όμως προσθέτοντας στο **Phong Nha Cave** έναν ιστότοπο ο οποίος θα αναφέρεται στην **Προστασία των σπηλαίων** (*cave protection*).

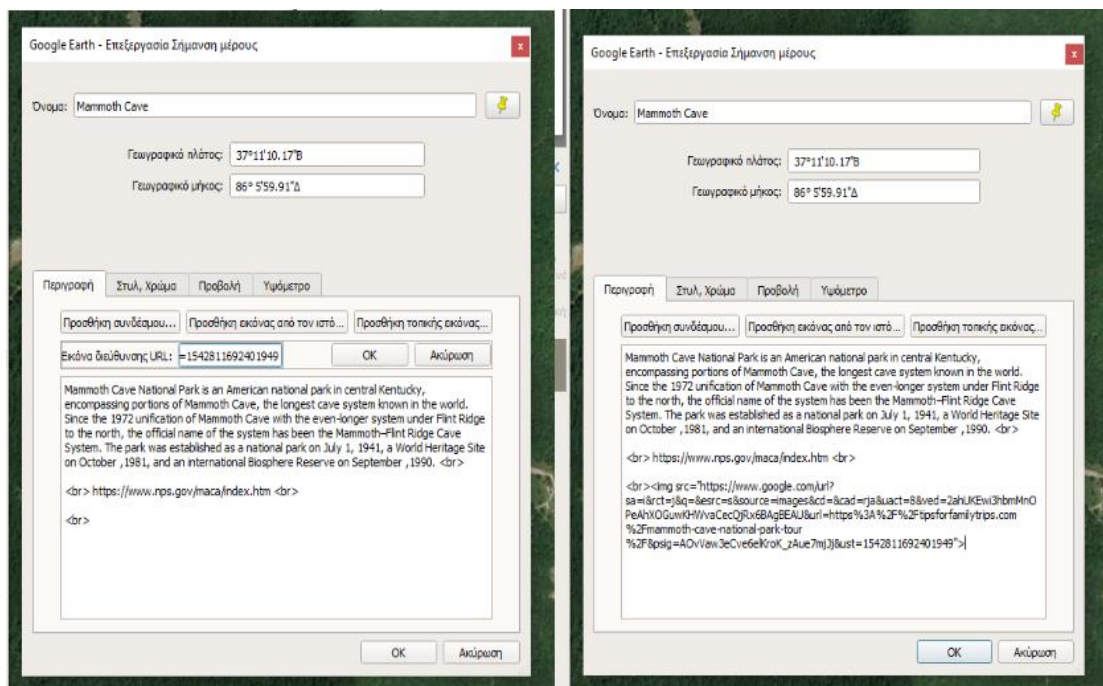
Βήμα 5: Προσθήκη εικόνας

Επιλογή σημείου *The Cango Caves*. Δεξί κλικ > **Ιδιότητες** (get info).

Εντοπίζετε την εικόνα που παρουσιάζει κάποιο είδος *σπηλαιοδιάκοσμου* από το εσωτερικό του σπηλαίου και αντιγράφετε τη διεύθυνση URL. Στο **Περιγραφή** (**Description**) επιλέγετε **Προσθήκη Εικόνας** (Add image), κάνετε επικόλληση την εικόνα που έχετε αντιγράψει (δεξί κλικ > αντιγραφή διεύθυνσης URL εικόνας).



Βεβαιωθείτε ότι βάζετε κενά **
** και πριν πατήσετε OK τοποθετείτε τον κέρσορα μετά το κενό. Πατάτε OK δίπλα στην εικόνα και ξανά OK στο κάτω αριστερό μέρος του πλαισίου.

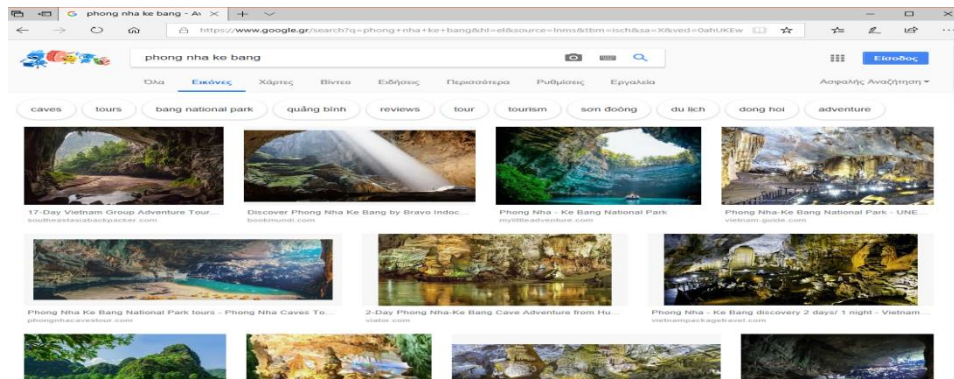


Μην ξεχνάτε για κάθε εικόνα ή για κάθε πληροφορία που εισάγετε να εξασφαλίζετε τα δικαιώματα χρήσης ή να γράφετε την πηγή προέλευσης της εφόσον η εργασία σας προορίζεται για εκπαιδευτική χρήση.

Σημειώσεις:

- ❖ Για να προσθέσετε δικές σας εικόνες θα πρέπει να τις έχετε ανεβάσει προηγουμένως σε κάποια βάση δεδομένων π.χ. flickr ή σε ανάλογες πλατφόρμες
- ❖ Για να χωρίσετε με κενά κείμενο και εικόνα πληκτρολογείτε **
** στο τέλος κάθε «φράσης» και στην αρχή της επόμενης.

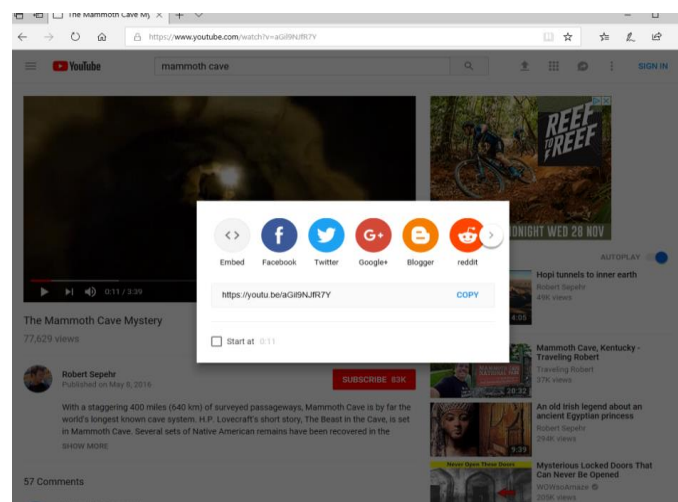
Επαναλάβετε τη διαδικασία για το **Hatter's Hideout Cave**. Επιλέξτε εικόνες μέσα από ελεύθερη αναζήτηση στο δίκτυο, οι οποίες θα παρουσιάζουν 1 τουλάχιστον είδος **σπηλαιολογία** του παραπάνω σπηλαίου.



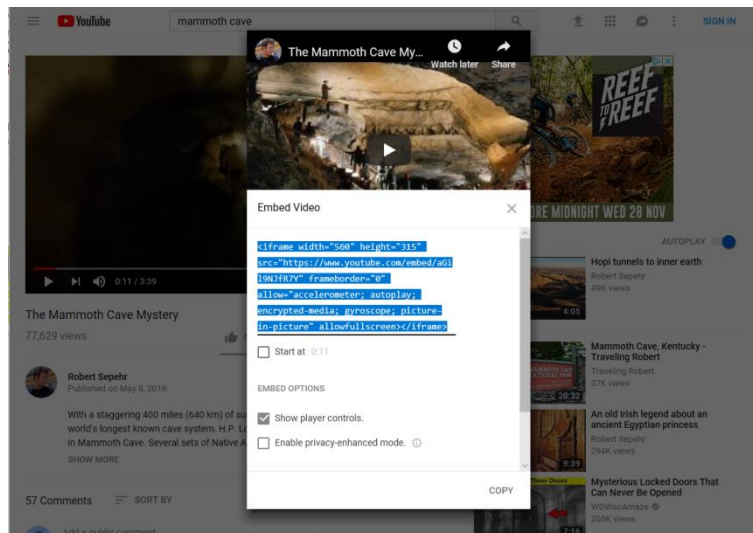
Βήμα 6: Προσθήκη βίντεο:

Επιλογή σημείου *Mammoth Cave* και **Ιδιότητες (get info)**.

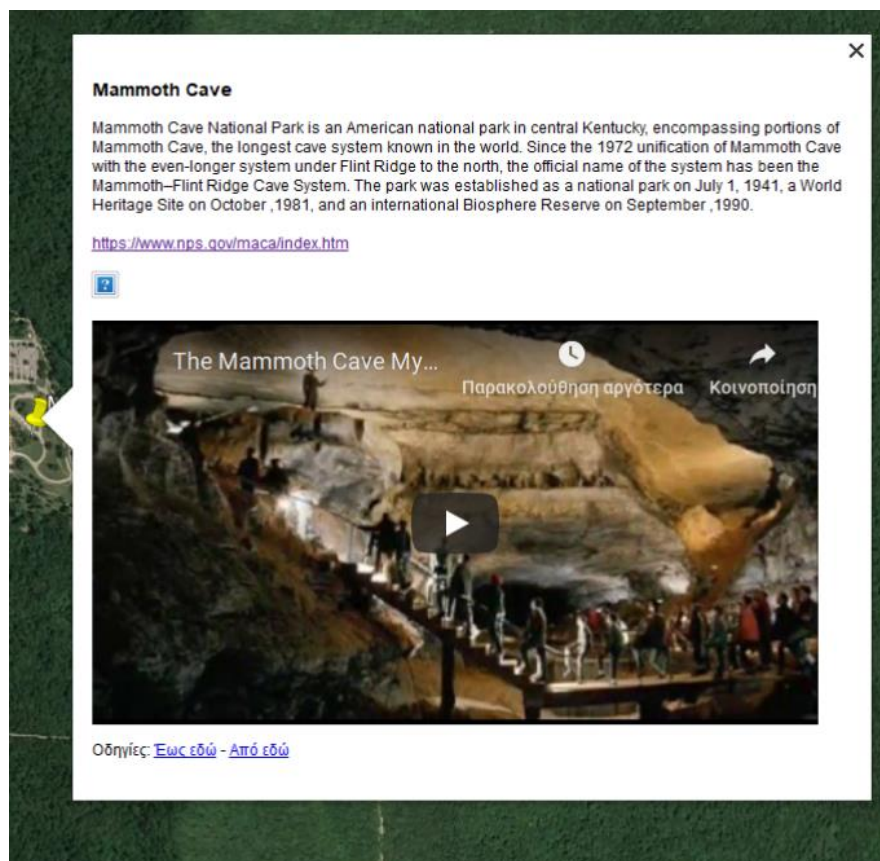
Στο **Περιγραφή (Description)** κάνετε επικόλληση το βίντεο https://www.youtube.com/watch?time_continue=2&v=WqKmfXGhK1k ως εξής, πατάτε το **share** και εμφανίζεται το **link** του βίντεο.



Πάνω από το **link** εμφανίζεται το κουμπί **embed**. Το επιλέγετε και αντιγράφετε τις γραμμές που εμφανίζονται κάτω από το **embed**.



Στη συνέχεια κάνετε επικόλληση στο **Description** και πατάτε OK. Το βίντεο θα παρουσιάζεται με τη μορφή της εικόνας που ακολουθεί.



Επιλέξτε από το youtube ένα βίντεο που περιγράφει τη **ζωή** στα **σπήλαια** και προσθέστε το στο **Phong Nha Cave** επαναλαμβάνοντας την παραπάνω διαδικασία.

Σημείωση -Προέκταση:

Προσθήκη ψηφιακής φωτογραφίας πάνω στο ανάγλυφο:

Για να εισάγετε μια φωτογραφία που έχετε στο αρχείο σας στο Google Earth, επιλέγετε το φάκελο και στη συνέχεια κάνετε Add > photo. Γράφετε τον τίτλο της εικόνας (π.χ. σπήλαιο Λιμνών) και στο browse εντοπίζετε μέσα από το δίσκο σας και επισυνάπτετε την εικόνα. Ρυθμίζετε το ύψος από το έδαφος (above ground), με τη διαφάνεια της εικόνας (transparency) και επιλέγετε OK.

Κάνετε δεξί κλικ στο όνομα της φωτογραφίας και επιλέγετε Snapshot View. Προσθέστε μια τέτοια φωτογραφία στο ***Σπήλαιο των Πετραλώνων***.

2. Οδηγίες για την αφήγηση (storytelling)

1837
2017
ΧΡΟΝΙΑ



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης

Εργαστήριο: Φυσικές Επιστήμες III: Γεωγραφία

Εργαστήριο:.....

Όνομα - Επώνυμο:.....

ΑΜ:.....

Εξάμηνο:.....

ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ:.....

Κριτήρια:

Ορθότητα και σαφήνεια απαντήσεων:.....

Πλοκή της ιστορίας – Συνέπεια με τις αρχές της αφήγησης ιστοριών:.....

Ακρίβεια στην έκφραση και μετασχηματισμός των εννοιών:.....

Εμφάνιση εργασίας:.....

Εργασία - Παραδοτέο:

Αφού μελετήσετε το Power Point που σας δόθηκε και παρακολουθήσατε τα βίντεο που υπάρχουν ως σύνδεσμοι σε αυτό, καλείστε να δημιουργήσετε μια ιστορία για τα καρστικά σπήλαια, με σκοπό να την παρουσιάσετε στους μαθητές σας. Η ιστορία που θα δημιουργήσετε θα πρέπει να έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

1. Ορίστε το ηλικιακό επίπεδο για το οποίο προορίζεται η ιστορία σας – Δώστε τίτλο στην ιστορία σας
2. Η ιστορία σας θα πρέπει να έχει *αρχή, μέση-κορύφωση* και *τέλος*
3. Έχετε την δυνατότητα να επιλέξετε εάν το σπήλαιο σας είναι πραγματικό ή φανταστικό
4. Κατά την εξέλιξη της ιστορίας σας θα πρέπει να δίνονται έμμεσα πληροφορίες (ως μέρος της περιγραφής ή της εξέλιξης του μύθου) για τα ακόλουθα (*χωρίς* να αποτελούν *αντιγραφή* του Power Point) :
 3. Ορισμός σπηλαίου
 4. Τρόπος δημιουργίας καρστικών σπηλαίων
 5. Σπηλαιοδιάκοσμος
 6. Ζωή στα σπήλαια
 7. Προστασία σπηλαίων
5. Ως προς την δομή της ιστορίας, σας προτείνετε να χρησιμοποιήσετε τις παρακάτω λέξεις/φράσεις ή συνώνυμες αυτών :
 - ❖ *Μια φορά κι έναν καιρό ήταν...../ Ήταν κάποτε.....* (ορισμός χρόνου και τόπου, παρουσίαση ήρωα)
 - ❖ *Κάθε μέρα.../Ξαφνικά...* (συμβαίνει μια ανατροπή)
 - ❖ *Τότε....* (τί κάνει ο ήρωας;)
 - ❖ *Τελικά...* (Λύση του προβλήματος).

Προσοχή: Να αποφύγετε την εύκολη προσέγγιση της ιστορίας με ερωτήσεις – απαντήσεις ή του σοφού (ανθρώπου / ζώου κτλ.)

6. Η έκταση της ιστορίας σας να είναι **έως 2 σελίδες**.
7. Ο λόγος σας να είναι σαφής και ανάλογος της αφήγησης ιστοριών (*storytelling*)
8. Παράδοση της ιστορίας σας:

- α) Αποστέλλεται ηλεκτρονικά στο katerinaz16@primedu.uoa.gr **μαζί με την πρώτη σελίδα της εργασίας** (τα στοιχεία σας όνομα & Α.Μ) και
- β) Κατατίθεται σε έντυπη μορφή στην ημερομηνία που ορίζεται από το πρόγραμμα ή που θα οριστεί μετά το πέρας του εργαστηρίου.

Παράρτημα Β- Ερωτηματολόγιο

1837
2017
ΧΡΟΝΙΑ



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης

Εργαστήριο: Φυσικές Επιστήμες ΙΙΙ: Γεωγραφία

Τμήμα Εργαστηρίου:

Όνομα / Επώνυμο:

Α.Μ.:.....

Ηλικία: ☐ 18-23 ☐ 24-29 ☐ >30

Άλλο πτυχίο:

1. Δώστε έναν σύντομο ορισμό για το σπήλαιο.

2. Έχετε επισκεφθεί ποτέ κάποιο σπήλαιο; Αν ναι, γράψτε το όνομά του καθώς και το τι σας έκανε εντύπωση.

3. Γράψτε τα ονόματα πέντε σπηλαίων που γνωρίζετε (στην Ελλάδα ή στο εξωτερικό) και πείτε πού βρίσκονται :

4. Καρστικά είναι τα σπήλαια τα οποία εμφανίζονται σε περιοχές της γης όπου υπάρχει έντονη η παρουσία ασβεστόλιθων, με αποτέλεσμα να λαμβάνει χώρα η διαδικασία της καρστικοποίησης. Βάλτε αριθμούς στο τελευταίο κουτάκι ώστε να παρουσιάζεται με σωστή σειρά τη διαδικασία της δημιουργίας ενός καρστικού σπηλαίου.

I.	Η καθοδική κίνηση του νερού αλλάζει μόλις συναντήσει αδιαπέρατα πετρώματα, κινείται οριζόντια σχηματίζοντας μεγάλες αίθουσες.	
II.	Το ανθρακικό οξύ διέρχεται από τις σχισμές διαβρώνοντας τον ασβεστόλιθο, δημιουργώντας έτσι ένα πέρασμα.	
III.	Το νερό της βροχής, όταν δεσμεύσει από την ατμόσφαιρα και το έδαφος διοξείδιο του άνθρακα, μετατρέπεται σε ανθρακικό οξύ, ικανό να διαλύσει τα ανθρακικά πετρώματα.	
IV	Μέσα στο χρόνο το νερό κυλά σε χαμηλότερα επίπεδα αφήνοντας τις σπηλιές που δημιούργησε σε υψηλότερα επίπεδα. Μόλις βρει ασθενέστερο πέτρωμα το διανοίγει και κυλά και πάλι στην επιφάνεια του εδάφους (πηγές, λίμνες).	

5. Με τον όρο σπηλαιοδιάκοσμος, ορίζουμε τον διάκοσμο που μπορεί κάνεις να αντικρύσει μέσα σε ένα σπήλαιο και περιγράφει τον τρόπο εμφάνισης ενός σχηματισμού ή τη μορφολογία του (αλλά όχι τη σύνθεσή του).

Παρακάτω σας δίνονται εικόνες σπηλαιοδιακόσμων. Σε ρόλο σπηλαιολόγου, δώστε σε κάθε έναν από αυτούς το όνομα που πιστεύετε ότι τον περιγράφει καλύτερα ή που θα χρησιμοποιούσατε σε μια ξενάγηση.



.....



.....

.....

6. Ο σχηματισμός σπηλαιοδιάκοσμου: (Μπορείτε να κυκλώσετε παραπάνω από μία απαντήσεις):

- A. Προέρχεται από την εναπόθεση βιολογικού υλικού νυχτερίδων και φιδιών.
- B. Είναι εξαιρετικά αργή διαδικασία
- Γ. Είναι διαδικασία που συμβαίνει λόγω μετατροπής του όξινου ανθρακικού ασβεστίου σε ανθρακικό ασβέστιο
- Δ. Όλα τα παραπάνω
- E. Δεν γνωρίζω την απάντηση

7. Τα σπήλαια αποτελούν περιβάλλοντα ιδιαίτερων συνθηκών. Χαρακτηρίζονται από: σταθερή θερμοκρασία, σταθερή υγρασία υψηλών τιμών, απόλυτη ησυχία, έλλειψη φωτός, υψηλή συγκέντρωση CO₂. Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, πιστεύετε ότι υπάρχει ζωή σε ένα σπήλαιο;

A. Όχι /

B. Ναι. Αν ναι, τι είδους;

(Να αιτιολογήσετε και στις δύο περιπτώσεις, την απάντησή σας.)

8. Ποιοι είναι οι κύριοι παράγοντες καταστροφής ενός σπηλαίου; (Μπορείτε να κυκλώσετε παραπάνω από μία απαντήσεις.)

A. Ο θερμός φωτισμός των αξιοποιημένων τουριστικά σπηλαίων.

B. Τα ρεύματα αέρα που διέρχονται μέσα από αυτό.

Γ. Τα βιομηχανικά απόβλητα και οι καλλιεργήσιμες περιοχές που βρίσκονται στην γύρω περιοχή.

Δ. Τα περιττώματα πουλιών, ζώων και ερπετών που εισέρχονται σε αυτό.

E. Όλα τα παραπάνω

ΣΤ. Δεν γνωρίζω

9. Πολλά από τα σπήλαια εντάσσονται στους καταλόγους της πολιτισμικής κληρονομιάς. Μπορείτε να αναφέρετε πώς μπορούμε να προστατέψουμε τα σπήλαια;

A. Δεν γνωρίζω

B. Τα σπήλαια δεν χρειάζονται προστασία από τον άνθρωπο. Έχουν μηχανισμούς που εξασφαλίζουν την αειφορία τους.

Γ. Ναι. (Γράψτε τουλάχιστον 2 παραδείγματα.)
