
Research in Science & Technology Education

Vol 2, No 2 (2022)

Special Issue of Selected Papers

Η μαγεία της μέτρησης αποστάσεων στους παγκόσμιους ψηφιακούς χάρτες: Πιλοτική εφαρμογή και βιωματικές προσεγγίσεις στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση

Ιωάννα Ρεπανίδου, Νίκος Λαμπρινός

doi: [10.12681/riste.30667](https://doi.org/10.12681/riste.30667)

To cite this article:

Ρεπανίδου Ι., & Λαμπρινός Ν. (2022). Η μαγεία της μέτρησης αποστάσεων στους παγκόσμιους ψηφιακούς χάρτες: Πιλοτική εφαρμογή και βιωματικές προσεγγίσεις στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. *Research in Science & Technology Education*, 2(2). <https://doi.org/10.12681/riste.30667>

Η μαγεία της μέτρησης αποστάσεων στους παγκόσμιους ψηφιακούς χάρτες: Πιλοτική εφαρμογή και βιωματικές προσεγγίσεις στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση

Ιωάννα Ρεπανίδου, Νικόλαος Λαμπρινός
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
ioanna.repanidou@gmail.com, labrinos@eled.auth.gr

Περίληψη

Στη συγκεκριμένη έρευνα παρουσιάζεται μια πιλοτική εφαρμογή που διεξήχθη στα πλαίσια του μαθήματος της Γεωγραφίας σε δεκατέσσερις μαθητές της Στ' τάξης του Δημοτικού Σχολείου. Μέσα από καθοδηγούμενη διερεύνηση και βιωματικές δράσεις, οι μαθητές έμαθαν για τις αλλοιώσεις των αποστάσεων μεταξύ των περιοχών-χωρών στους χάρτες και πειραματίστηκαν σε παγκόσμιους ψηφιακούς χάρτες Μερκατορικής προβολής. Πραγματοποιήθηκαν διδακτικές παρεμβάσεις σε διάστημα τεσσάρων εβδομάδων, όπου οι μαθητές διαπίστωσαν ότι η μικρότερη απόσταση μεταξύ δύο σημείων στη Μερκατορική προβολή είναι δυνατό να αποτελείται από μια καμπύλη γραμμή (ορθοδρόμος) κι όχι από μια ευθεία (λοξοδρόμος). Η Μερκατορική προβολή επιλέχθηκε καθώς χρησιμοποιείται συστηματικά και παγκοσμίως κι αποτελεί την κύρια χαρτογραφική προβολή που αξιοποιείται στο σχολικό περιβάλλον, ωστόσο η ίδια δημιουργεί παρανοήσεις στα παιδιά.

Λέξεις κλειδιά: γεωγραφία, λοξοδρόμος, Μερκατορική προβολή, ορθοδρόμος, Στ' τάξη

Abstract

This research is based on a pilot project that conducted within the subject of Geography addressed to fourteen students of the sixth grade of Elementary School. Through guided investigation and hands-on activities, students learnt about the distance distortions among areas-countries and experimented in digital world maps based on the Mercator projection. Didactical interventions took place in duration of four weeks, where students found out that the shortest distance between two points in the Mercator projection could possibly be a curved line (great circle) than a straight line (rhumb line). The Mercator projection has been chosen due to the fact that it is frequently and globally used and it is the most known map projection in school environment, however it causes misconceptions to the children.

Key words: geography, rhumb line, Mercator projection, great circle, sixth grade

Οι χάρτες στην Ελληνική Εκπαίδευση χρησιμοποιούνται κυρίως ως εργαλεία παροχής δυνατότητας οπτικοποίησης πληροφοριών, εντοπισμού της τοποθεσίας μιας περιοχής ή του ονόματός της. Σε όλη τη σχολική τους πορεία, οι μαθητές έρχονται σε επαφή με ένα μικρό εύρος χαρτογραφικών προβολών (Catling, 2018) και δεν γνωρίζουν τις διαφορές μεταξύ τους, τα σφάλματα αλλά και τους περιορισμούς. Η έλλειψη κατάλληλης κατάρτισης στην ανάγνωση και τη χρήση των χαρτών οδηγεί σε παρανοήσεις και συνελώς στη μη κατανόηση της διαφοροποίησης των αποστάσεων, των σχημάτων, των μεγεθών των περιοχών και των κατευθύνσεων σε παγκόσμιους χάρτες διαφορετικών προβολών (Schommer, 2019).

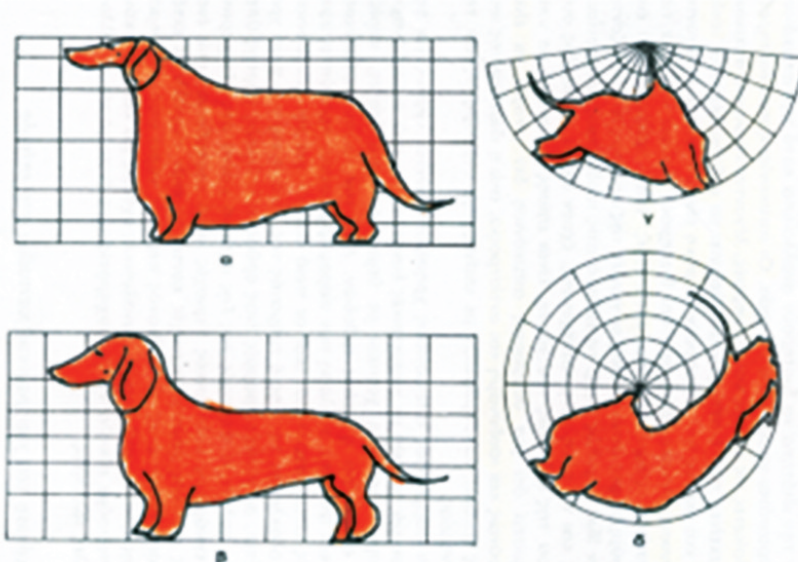
Πολυάριθμοι παγκόσμιοι χάρτες παρουσιάζουν εξαιρετικές αποκλίσεις όσον αφορά τις πραγματικές εκτάσεις των χωρών, ιδίως εκείνων που βρίσκονται σε μεγάλα γεωγραφικά πλάτη. Αυτό συμβαίνει κυρίως στους χάρτες που έχουν ως βάση κατασκευής τους τη Μερκατορική κυλινδρική προβολή (Τζώτζης, 2007). Το ζήτημα των χαρτογραφικών προβολών είναι επίκαιρο και διαχρονικό, ενώ αποτελεί μια από τις πλέον σημαντικότερες προκλήσεις που συναντώνται στη Γεωγραφική Εκπαίδευση. Σύμφωνα με τους Kessler et al. (όπως αναφέρεται στο Intzidou et al., 2021) παρά τη διαχρονικότητα και τη σημασία των προβολών χαρτών στην εκπαίδευση, ο αριθμός των ερευνών είναι ακόμη περιορισμένος και παραμένουν πολλά ζητήματα ανοικτά προς διερεύνηση.

Χαρτογραφικές προβολές

Σε έναν χάρτη μπορεί να αναπαρίσταται, με συγκεκριμένη κλίμακα, είτε ένα κομμάτι της Γης είτε ολόκληρη η επιφάνειά της. Η αναπαράσταση αυτή ονομάζεται απεικόνιση ή προβολή (Κακογιάννου, 2014). Η προβολή είναι μια εγγενώς μαθηματική διαδικασία που λαμβάνει τις τιμές του γεωγραφικού πλάτους και μήκους στη σφαιρική επιφάνεια της Γης και τα προβάλλει σε χάρτη (Kessler & Battersby, 2019). Ένας μεγάλος αριθμός προβολών αναπτύσσεται από μαθηματικούς ή γεωγράφους για να αναπαραστήσουν (ένα μέρος) της υδρογείου σε μια επίπεδη επιφάνεια (χάρτη) (Lapon et al., 2020).

Είναι μαθηματικά αδύνατη η απεικόνιση του τρισδιάστατου σχήματος της Γης με γεωμετρική ακρίβεια σε έναν δυσδιάστατο χάρτη (Schommer, 2019). Ο μετασχηματισμός της σφαιρικής επιφάνειας της Γης σε μια επίπεδη συνοδεύεται από σημαντικές παραμορφώσεις (Νάκος, 2015). Για το λόγο αυτό έχει δημιουργηθεί πλήθος χαρτογραφικών προβολών, καμία όμως από τις προβολές δεν μπορεί να διατηρήσει όλες τις γεωμετρικές ιδιότητες ταυτόχρονα σταθερές (εμβαδόν, απόσταση, κατεύθυνση/γωνία, σχήμα, καμπύλες) (Λαμπρινός, 2009· Robinson, 2017· Basaraner & Cetinkaya, 2019). Μια προβολή μπορεί να διατηρήσει ορισμένες χωρικές σχέσεις που βρίσκονται στην επιφάνεια της Γης, όπως τις περιοχές, τις γωνίες, τις αποστάσεις και τις κατευθύνσεις, αλλά δεν μπορεί να διατηρήσει όλες αυτές τις χωρικές σχέσεις αναλλοίωτες, ταυτόχρονα (Kessler & Battersby, 2019).

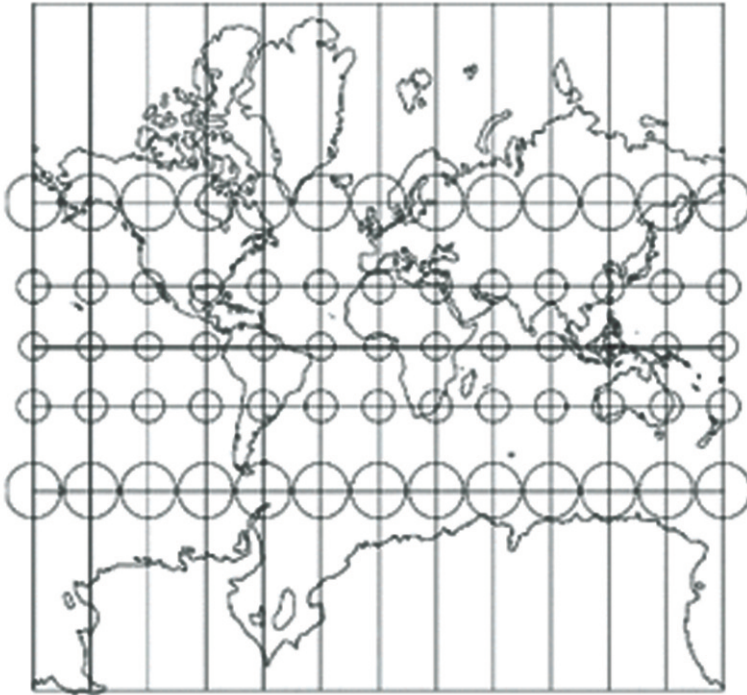
Εικόνα 1. Η αλλοίωση της πραγματικής μορφής μέσα από διαφορετικές χαρτογραφικές προβολές (Λιβιεράτος, 1996, όπως αναφέρεται στο Τζώτζης, 2007)



Μερκατορική Προβολή

Η Μερκατορική προβολή σχεδιάστηκε από τον χαρτογράφο Flemish Gerardus Mercator τον 16^ο αιώνα. Είναι από τις παγκοσμίως γνωστές κι έχει χρησιμοποιηθεί από τα παλαιά χρόνια για χαρτογράφηση παγκόσμιας κλίμακας (Battersby et al., 2014), ενώ αποτελεί μια σύμμορφη προβολή η οποία διατηρεί τις τοπικές γωνίες γύρω από τα σημεία. Παρόλο που η «συμμόρφωση» της προβολής αυτής εξυπηρετεί τη ναυσιπλοΐα, δημιουργούνται πολλαπλά σφάλματα (Battersby et al., 2014). Συγκεκριμένα, οι περιοχές που βρίσκονται κοντά στους πόλους παρουσιάζουν σημαντικές διαφοροποιήσεις και φαίνονται πολύ μεγαλύτερες, με αποτέλεσμα να μην ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα (Battersby et al., 2014· Robinson, 2017) (βλ. Εικόνα 2). Οι γραμμές του γεωγραφικού πλάτους (παράλληλοι) που πλησιάζουν τον Βόρειο και Νότιο πόλο είναι ιδιαίτερα στρεβλές ως προς τη σωστή απεικόνιση του μήκους τους επειδή διατηρούν το ίδιο μήκος με τον Ισημερινό (Vezie, 2016). Οι αποστάσεις μπορούν να μετρηθούν μόνο κατά μήκος του ισημερινού όπου η κλίμακα είναι σωστή (Λαμπρινός, 2009).

Εικόνα 2. Μερκατορική προβολή και παραμορφώσεις
(Laron, Ooms & DeMaeyer, 2020)



Λοξοδρόμος και Ορθοδρόμος

Συχνά επικρατεί η αντίληψη πως η συντομότερη απόσταση μεταξύ δύο σημείων απεικονίζεται πάντοτε με μια ευθεία γραμμή κι όχι με μια καμπύλη. Εξάλλου, η γεωμετρία ορίζει ως απόσταση το ελάχιστο μήκος ενός ευθύγραμμου τμήματος που ενώνει τα σημεία μεταξύ τους. Το ίδιο θεωρείται ότι συμβαίνει και σε έναν παγκόσμιο χάρτη. Υπάρχουν ελάχιστοι τρόποι που μπορεί κανείς να κατασκευάσει έναν παγκόσμιο χάρτη στον οποίο η συντομότερη απόσταση μεταξύ δύο σημείων να είναι μια ευθεία γραμμή (Gilmartin, 2017). Η δυσκολία έγκειται στο γεγονός ότι η Γη έχει σφαιρική επιφάνεια/γεωειδές σχήμα κι επομένως απεικονίζεται σε τρισδιάστατη μορφή, ενώ ένας χάρτης είναι επίπεδος, δηλαδή δυσδιάστατος (Gilmartin, 2017). Καθώς, λοιπόν, δεν μπορεί η γήινη σφαίρα να αναπαρασταθεί με απόλυτη ακρίβεια σε έναν επίπεδο χάρτη, υπάρχουν αποκλίσεις και συνεπώς δεν διατηρούνται όλες οι γεωμετρικές ιδιότητες ταυτόχρονα.

Η Μερκατορική κυλινδρική προβολή με την οποία εργάζονται και πειραματίζονται οι μαθητές στην παρούσα έρευνα, εμφανίζει μια ιδιότητα: η ευθεία γραμμή μεταξύ δύο σημείων αποτελούν τη λοξοδρόμο ή αλλιώς loxodrome ή rhumb line. Λοξοδρόμος ονομάζεται μια γραμμή στην επιφάνεια της Γης η οποία τέμνει τους μεσημβρινούς σε σταθερή γωνία

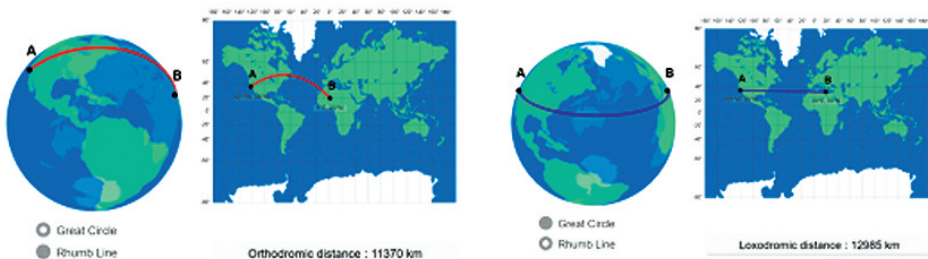
(σταθερή διεύθυνση) (General Navigation, n.d.). Ο μέγιστος κύκλος ή αλλιώς ορθοδρόμος ή αλλιώς great circle, είναι μια γραμμή στην επιφάνεια της Γης, ίχνος ενός επιπέδου που διέρχεται από το κέντρο της και τη χωρίζει σε δύο μέρη (βλ. Εικόνα 3). Τόσο στην υδρόγειο σφαίρα όσο και στον παγκόσμιο χάρτη Μερκατορικής προβολής, η ορθοδρόμος δείχνει την συντομότερη απόσταση μεταξύ δύο σημείων με μια καμπυλωτή γραμμή (Gilmartin, 2017) ενώ φαινομενικά είναι η ευθεία (λοξοδρόμος).

Υπάρχουν κι άλλες προβολές με τις συγκεκριμένες ιδιότητες οι οποίες μπορεί να είναι ισομορφικές, ίσης έκτασης ή ίσης απόστασης (Λαμπρινός, 2009). Επιλέχθηκε η επικέντρωση στη Μερκατορική κυλινδρική προβολή, διότι αποτελεί την κύρια χαρτογραφική προβολή που χρησιμοποιείται στο σχολείο ως εκπαιδευτικό εργαλείο.

Εικόνα 3. Ορθοδρόμος (7.695 χλμ) και Λοξοδρόμος (8.154 χλμ) στη Μερκατορική προβολή



Εικόνα 4. Αναπαράσταση ορθοδρόμου και λοξοδρόμου στον παγκόσμιο χάρτη και στην υδρόγειο (πηγή: <https://www.edumedia-sciences.com/en/media/924-rhumb-line-versus-great-circle>)



Γεωγραφία και διδασκαλία των χαρτών στα Ελληνικά σχολεία

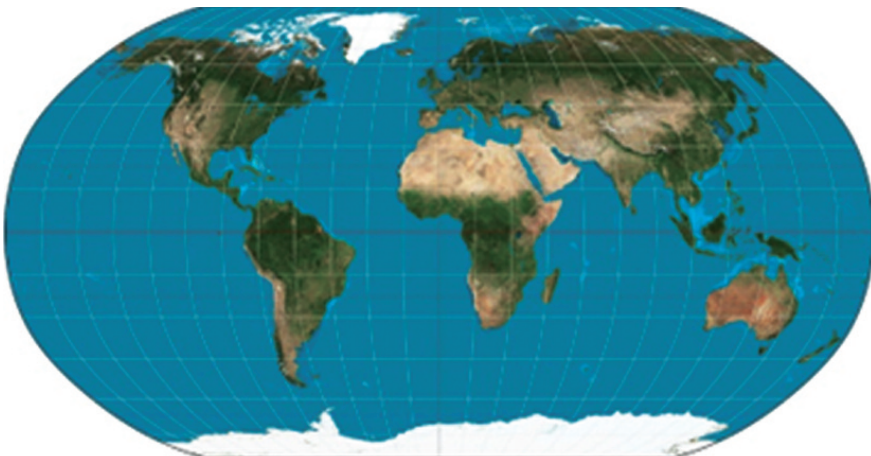
Η διδασκαλία των χαρτών στα Ελληνικά σχολεία, όπως προβλέπεται από το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών, χαρακτηρίζεται ως ελλιπής. Το εύρος που δίνεται στα σχολικά βιβλία στην ανάγνωση, κατασκευή και ερμηνεία ενός χάρτη είναι ελάχιστο (Τζώτζης, 2007). Ειδικότερα, στο Δημοτικό Σχολείο, στις τάξεις Ε' και Στ', η διδασκαλία των χαρτών περιλαμβάνει μόλις το 10% της συνολικής διδακτέας ύλης στο μάθημα της Γεωγραφίας. Από το σχολικό έτος 2021-22 οι ώρες του μαθήματος μειώθηκαν κατά μια ώρα από το σχολικό πρόγραμμα και, εφεξής, θα διδάσκεται για μόνο μια ώρα την εβδομάδα (Εφημερίδα της κυβερνήσεως 3791).

Η μη εμπλοκή των μαθητών σε βάθος με τους χάρτες έχει ως συνέπεια τις χαμηλές επιδόσεις (Τζώτζης, 2007· Τζώτζης & Λαμπρινός, 2004). Στην πρώτη τάξη του Γυμνασίου η Γεωγραφία διδάσκεται μόνο μια ώρα την εβδομάδα, στην δεύτερη τάξη δύο, ενώ στην τρίτη καμία (Relou & Lambrinis, 2008), παρόλο που υπήρχε το μάθημα της Γεωλογίας, το οποίο όμως καταργήθηκε από το σχολικό έτος 2021-22. Όλα τα παραπάνω συντελούν στον περιορισμό της διδασκαλίας των χαρτών.

Έπειτα από βιβλιογραφική ανασκόπηση, διαπιστώθηκε ότι οι χαρτογραφικές προβολές διδάσκονται στο μάθημα της Γεωγραφίας μόνο στην Β' τάξη του Γυμνασίου. Οι μαθητές έρχονται σε επαφή με τις χαρτογραφικές προβολές μια φορά στη σχολική τους ζωή, γεγονός που οδηγεί στην ελλιπή κατανόηση των προβλημάτων που υπάρχουν στις αποστάσεις, τα μεγέθη, τα σχήματα των περιοχών καθώς και τις διευθύνσεις. Τα παιδιά δεν μπορούν να αντιληφθούν από μόνα τους ότι οι χάρτες είναι εσφαλμένοι λόγω του σφαιρικού/γεωειδούς σχήματος της Γης.

Έχει διαπιστωθεί ότι οι μαθητές δείχνουν μια προτίμηση στις χαρτογραφικές προβολές με τις οποίες έρχονται σε επαφή στην καθημερινότητά τους, όπως για παράδειγμα τη Μερκατορική προβολή, ή σε εκείνες που δίνουν μια αίσθηση της καμπυλότητας της επιφάνειας της Γης, όπως η προβολή Robinson (Εικόνα 5) (Τζώτζης & Λαμπρινός, 2004).

Εικόνα 5. Προβολή Robinson



GIS στα σχολεία

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS) είναι συστήματα - βασισμένα στο σύστημα του υπολογιστή - με δυνατότητες σύλληψης, αποθήκευσης, ανάλυσης, διαχείρισης και παρουσίασης γεωχωρικών δεδομένων (Attfield et al., 2002). Η ενσωμάτωση των GIS στα σχολεία κάνει την παρουσίαση των δεδομένων πιο ελκυστική, ενώ παράλληλα αποφέρει θετικά μαθησιακά αποτελέσματα, ιδιαίτερα όταν συνδυάζεται με τη διερευνητική προσέγγιση μάθησης (Favier & Van DerSchee, 2012). Αποτελούν ισχυρά εργαλεία διδασκαλίας της Παγκόσμιας Γεωγραφίας (Jo et al., 2016) με τη συμβολή των οποίων ευνοούνται οι συνθήκες ενεργητικής και συνεργατικής μάθησης. Οι μαθητές πειραματίζονται, συνεργάζονται, αναλύουν και διερευνούν τα δεδομένα. Έχουν τη δυνατότητα να συλλέγουν και να αναλύουν δεδομένα για την περιοχή που τους ενδιαφέρει και στη συνέχεια να προσθέτουν και να συνθέτουν τα δικά τους στο χάρτη (Baker, 2012). Έτσι, αποκτούν ψηφιακές δεξιότητες, δεξιότητες του νου, κριτική σκέψη, χωρική αντίληψη, ενώ παράλληλα ωθούνται στην ανακάλυψη ενός νέου ψηφιακού κόσμου.

Σύμφωνα με τους Digan (2019) και Lee & Bernarz (2009), χρησιμοποιώντας χωρικά δεδομένα για ανάλυση στην τάξη, ενισχύεται η χωρική σκέψη των μαθητών και τους βοηθά να οργανώσουν τα δεδομένα που έχουν μπροστά τους. Επιπλέον, σύμφωνα με τον Hong (όπως αναφέρεται στο Yildirim & Ünlü, 2021), η διδασκαλία της Γεωγραφίας με τη χρήση των GIS αναδύεται κι εξελίσσεται όλο και περισσότερο κι έχει ενταχθεί στο πρόγραμμα σπουδών πολλών χωρών, όπως της Κίνας, της Δανίας, της Ιαπωνίας, της Ταϊβάν και των Ηνωμένων Πολιτειών. Έρευνα έχει δείξει πως οι μαθητές που εξοικειώνονται με τις γεωχωρικές τεχνολογίες από την Α΄ έως τη Στ΄ τάξη του Δημοτικού Σχολείου έχουν περισσότερες πιθανότητες επιτυχίας κι εξέλιξης στον επαγγελματικό τομέα (Schlemper et al., 2019). Παρόλο που έχει αποδειχθεί το γεγονός ότι τα παιδιά με τον τρόπο αυτό κατανοούν καλύτερα τη Γεωγραφία και τις γεωγραφικές έννοιες, η ενσωμάτωση των GIS δεν συμπεριλαμβάνεται σε όλα τα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών.

Διερευνητική προσέγγιση

Σύμφωνα με τον Papert (όπως αναφέρεται στο Jongetal., 2020), η διερευνητική προσέγγιση μάθησης αποτελεί μια διαδικασία που ενσωματώνει στοιχεία του κονστрукτιβισμού και περιλαμβάνει την οικοδόμηση της γνώσης. Η διερεύνηση είναι μια από τις πιο σημαντικές θεωρίες μάθησης και είναι απαραίτητο να χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό από τη σημερινή εκπαιδευτική κοινότητα λόγω της αποτελεσματικότητάς της. Παρόλο που έχει αναπτυχθεί θεωρητικά και πρακτικά εδώ και αρκετά χρόνια, η χρήση των μεθοδολογικών διαδικασιών διερεύνησης στη διδασκαλία της γεωγραφίας δεν είναι ευρέως διαδεδομένη στο Δημοτικό Σχολείο (Karvanková & Porjaková, 2018).

Στο πλαίσιο της διερεύνησης, τα παιδιά μαθαίνουν να συμμετέχουν ενεργά, να παρατηρούν, να επιλύουν προβλήματα σε αυθεντικές καταστάσεις, να σχεδιάζουν μια έρευνα, να συλλέγουν πληροφορίες, να κατασκευάζουν μοντέλα, να εξασκούν δεξιότητες παρατήρησης,

διατύπωσης υποθέσεων και ερωτημάτων και να συνεργάζονται αρμονικά σε ομάδες (Linn et al., 2004· Gatt, 2014). Αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, επικοινωνούν, διατυπώνουν επιχειρήματα, ανταλλάσσουν ιδέες κι αποκτούν κριτική σκέψη, αυτονομία και αυτοέλεγχο (Gatt, 2014). Στο μάθημα της Γεωγραφίας, η μάθηση μέσω της διερεύνησης βοηθάει στην ενίσχυση της μεθόδου δοκιμής και λάθους μέσα από την ενασχόληση των παιδιών με χειρονακτικές δραστηριότητες (hands-on activities) αλλά και στην επίλυση διαφόρων προβλημάτων τα οποία μπορεί να συναντήσουν στην καθημερινότητά τους (Καρνάκονά & Ροζακονά, 2018).

Σύμφωνα με το National Research Council (2000), υπάρχουν τέσσερις τύποι διερεύνησης ανάλογα με το βαθμό συμμετοχής του εκπαιδευτικού, η δομημένη (structured), η καθοδηγούμενη (guided), η ανοιχτή (open) και η συνδυασμένη.

Συγκριτική μέθοδος

Η σύγκριση είναι μια συνηθισμένη διαδικασία σκέψης που διευκολύνει τους ανθρώπους να αξιολογούν τις αντιλήψεις τους, να εξασκούνται στην κατηγοριοποίηση και να λύνουν προβλήματα στην καθημερινή τους ζωή. Η σύγκριση είναι μια στοχαστική και επιχειρηματολογική διαδικασία. Με βάση ένα γεωγραφικό ερώτημα, επιλέγεται ένας αριθμός εννοιών, των οποίων οι ομοιότητες και οι διαφορές εντοπίζονται κατά μήκος καθορισμένων μεταβλητών προκειμένου να υπολογιστούν οι αλληλεπιδράσεις. Με βάση αυτό, διατυπώνονται αιτιολογημένες εξηγήσεις για να απαντηθεί μια συγκεκριμένη ερώτηση ή εγείρονται περαιτέρω ερωτήματα, τα οποία πρέπει να εξεταστούν για να αναπτυχθεί μια τελική απάντηση (Wilke & Budke, 2019).

Οι Wilke & Budke (2019) προτείνουν μια συστηματική συγκριτική μέθοδο για την Εκπαίδευση στη Γεωγραφία, η οποία χρησιμοποιείται στην παρούσα έρευνα. Επιπλέον, ο Catling (2018) προτείνει ότι τα παιδιά 5 έως 8 ετών μπορούν να συγκρίνουν μια υδρογεία και τους παγκόσμιους χάρτες και να αναζητήσει τα ίδια χαρακτηριστικά που υπάρχουν μεταξύ αυτών. Παράλληλα, τα παιδιά ηλικίας 9 έως 12 ετών μπορούν να συγκρίνουν το πώς αναπαρίστανται τα μέρη ανά τον κόσμο στις υδρογείες και στους χάρτες και να αναγνωρίσουν τις ομοιότητες και τις διαφορές. Επομένως, οι προβολές χαρτών μπορούν να διδαχθούν σε μαθητές Δημοτικού Σχολείου με τη συγκριτική μέθοδο.

Ερευνητικό Μέρος

Σκοπός της Έρευνας

Σκοπός της έρευνας είναι η διερεύνηση των παρανοήσεων των μαθητών γύρω από τις προβολές των χαρτών. Ειδικότερα, εξετάζεται η εσφαλμένη αντίληψη σχετικά με τις αποστάσεις, τα μεγέθη και τα σχήματα των χωρών καθώς και τις διευθύνσεις στους χάρτες. Στόχος είναι οι μαθητές να γνωρίσουν ένα πλήθος προβολών και κατανοήσουν ότι εμπεριέχονται σφάλματα στους χάρτες τα οποία δεν είχαν αναλογιστεί πρωτίστως, κυρίως αναφορικά με τις αποστάσεις στη Μερκατορική προβολή, μαθαίνοντας παράλληλα νέες έννοιες, όπως η λοξοδρόμος και η ορθοδρόμος.

Ερευνητικό Ερώτημα

Το ερευνητικό ερώτημα είναι το εξής:

Μπορούν οι μαθητές της Στ' Δημοτικού να:

- α) Διαπιστώσουν ότι όλες οι χαρτογραφικές προβολές περιέχουν σφάλματα και δεν μπορούν να αποτυπώσουν την επιφάνεια της Γης με απόλυτη ακρίβεια;
- β) Κατανοήσουν τις έννοιες λοξοδρόμος και ορθοδρόμος μέσω πειραματισμού με τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS) αλλά και μέσω βιωματικών δράσεων;

Συμμετέχοντες

Η έρευνα διεξήχθη κατά το σχολικό έτος 2020-21, όπου συμμετείχαν δεκατέσσερις μαθητές και μαθήτριες (εννέα αγόρια και πέντε κορίτσια) της Στ' τάξης του Δημοτικού Σχολείου της Νέας Απολλωνίας Θεσσαλονίκης. Το Δημοτικό Σχολείο της Νέας Απολλωνίας βρίσκεται στα Ανατολικά περίχωρα της Θεσσαλονίκης κι επιλέχθηκε ως βολικό δείγμα. Επισημαίνεται ότι η έρευνα πραγματοποιήθηκε στην Στ' τάξη και όχι σε μικρότερη, καθώς τότε οι μαθητές αρχίζουν να αποκτούν γνώσεις για τη Γη, τους πόλους, τους μεσημβρινούς και τους παράλληλους και ασχολούνται για πρώτη φορά με παγκόσμιους χάρτες. Κατά τη διάρκεια διεξαγωγής της έρευνας οι μαθητές εργάστηκαν και ομαδικά αλλά και ατομικά τόσο στην τάξη όσο και στην αίθουσα υπολογιστών. Οι ομάδες που σχηματίστηκαν ήταν πέντε δυάδες και μια τριάδα, ενώ στην τελευταία δραστηριότητα δημιουργήθηκαν δύο ομάδες των επτά ατόμων. Οι ομάδες επιλέχθηκαν τυχαία.

Συλλογή Δεδομένων

Για τη συλλογή δεδομένων δημιουργήθηκε ένα ερωτηματολόγιο με ερωτήσεις ανοικτού τύπου. Το ερωτηματολόγιο (pre-test) δόθηκε στους μαθητές πριν την πραγματοποίηση μιας σειράς διδακτικών παρεμβάσεων με σκοπό να αναδειχθούν οι πρότερες γνώσεις και αντιλήψεις τους. Έπειτα από την ολοκλήρωση των δραστηριοτήτων δόθηκε το ίδιο ερωτηματολόγιο (post-test) για την καταγραφή των γνώσεων που αποκτήθηκαν και την παρατήρηση της αλλαγής των αντιλήψεων. Καθ' όλη τη διάρκεια των δραστηριοτήτων τα παιδιά συμπλήρωσαν φύλλα εργασίας, ενώ οι προφορικές απαντήσεις που δόθηκαν, καταγράφηκαν μέσω ηχογράφησης. Τα δεδομένα από τις απαντήσεις των ερωτηματολογίων, των φύλλων εργασίας και των ηχογραφήσεων στην τάξη συλλέχθηκαν, αποκωδικοποιήθηκαν και αναλύθηκαν με τη μέθοδο της ποιοτικής ανάλυσης.

Εργαλεία

Τα εργαλεία που αξιοποιήθηκαν κατά την ερευνητική διαδικασία ήταν τα ακόλουθα: βιντεοπροβολέας, έντυποι έγχρωμοι παγκόσμιοι χάρτες διαφορετικών προβολών σε φύλλο χαρτί Α4, χάρακες για τη μέτρηση των αποστάσεων, ηλεκτρονικοί υπολογιστές, πολυμεσικό και διαδραστικό υλικό που δημιουργήθηκε από τους ερευνητές, φύλλα εργασίας, καθώς και

δύο ίδιες υδρόγειες σφαίρες εκ των οποίων η μια δόθηκε φουσκωμένη (με διάμετρο 67,3 εκ.) κι η άλλη ξεφούσκωτη. Κατά τη διάρκεια των διδακτικών παρεμβάσεων χρησιμοποιήθηκαν επίσης τα εξής διαδικτυακά λογισμικά: ArcGIS StoryMaps (<https://arcgis.com/storymaps>), ScribbleMaps (<https://www.scribblemaps.com/>), Great Circle Map (<https://www.greatcirclemap.com/>) και Google Earth (<https://earth.google.com/web/>).

Διδακτικές Παρεμβάσεις

Έχοντας ως σκοπό οι μαθητές να γνωρίσουν τις χαρτογραφικές προβολές και στη συνέχεια να παρατηρήσουν και να εμπεδώσουν τις αλλοιώσεις των αποστάσεων στη Μερκατορική προβολή, πραγματοποιήθηκαν διδακτικές παρεμβάσεις σε διάστημα τεσσάρων εβδομάδων. Η διάρκεια της έρευνας στην τάξη ήταν συνολικά δεκατρείς ώρες.

Συνοπτικά, οι δραστηριότητες ήταν οι εξής:

1. Εισαγωγή στις χαρτογραφικές προβολές και καταίγισμός ιδεών.
2. Σύγκριση αποστάσεων σε έντυπους παγκόσμιους χάρτες διαφορετικών προβολών.
3. Βιωματική δραστηριότητα: μετατρέποντας μια σφαίρα σε επίπεδη επιφάνεια.
4. Πειραματισμός σε παγκόσμιους ψηφιακούς χάρτες.
5. Google Earth: μετρήσεις σε ίδιο μεσημβρινό.
6. Βιωματική δραστηριότητα με δύο υδρογείους: εμβάθυνση και εμπέδωση.

Δραστηριότητα 1: Εισαγωγή στις Χαρτογραφικές Προβολές και Καταίγισμός Ιδεών

Η συγκεκριμένη δραστηριότητα ήταν εισαγωγική, προκειμένου οι μαθητές να γνωρίσουν διαφορετικές χαρτογραφικές προβολές. Αρχικά, οι ερευνητές παρουσίασαν, μέσω του βιντεοπροβολέα, πληθώρα χαρτογραφικών προβολών (Mercator, Miller, Peters, Mollweide, Robinson καθώς και άλλες μέσω της ιστοσελίδας <https://www.leventhalmap.org/digital-exhibitions/bending-lines/interactives/projection-face/>). Παράλληλα τέθηκαν ορισμένα ερωτήματα με στόχο οι μαθητές να εισαχθούν στις προβολές των χαρτών κι έτσι ακολούθησε καταίγισμός ιδεών. Τα ερωτήματα ήταν τα εξής:

- «Τι σχήμα έχει η Γη;»
- «Τι σχήμα έχουν οι χάρτες;»
- «Πώς μοιάζει η Γη μέσα από τους χάρτες;»
- «Η Γη φαίνεται όπως ακριβώς είναι μέσα από τους χάρτες;»
- «Υπάρχουν τελικά παραμορφώσεις στους χάρτες; Ποιες είναι αυτές;»

Οι μαθητές ξεκίνησαν να παρατηρούν τις αλλοιώσεις στα σχήματα και τα μεγέθη των περιοχών των χαρτών κι έκαναν συγκρίσεις. Σε αυτή τη φάση δεν αντιλήφθηκαν ακόμη τις διαφορές στις αποστάσεις.

Δραστηριότητα 2: Σύγκριση Αποστάσεων σε Έντυπους Παγκόσμιους Χάρτες Διαφορετικών Προβολών

Σκοπός της δραστηριότητας ήταν οι μαθητές να διαπιστώσουν πως οι αποστάσεις μεταξύ δύο σημείων τείνουν να διαφέρουν όταν αλλάζει η προβολή. Κάθε μαθητής μέτρησε αποστάσεις πάνω σε έντυπους παγκόσμιους χάρτες ίδιας κλίμακας αλλά διαφορετικών προβολών, με τη βοήθεια χάρακα. Οι προβολές που χρησιμοποιήθηκαν ήταν οι: Peters, Miller, Gall, Mercator. Επιλέχθηκαν οι συγκεκριμένες, καθώς οπτικά είναι σχεδόν ίδιες, όμως στην πραγματικότητα έχουν διαφορές στις αποστάσεις.

Εικόνα 6. Οι μαθητές γνωρίζουν για πρώτη φορά τις αλλοιώσεις των αποστάσεων μέσω έντυπων παγκόσμιων χαρτών



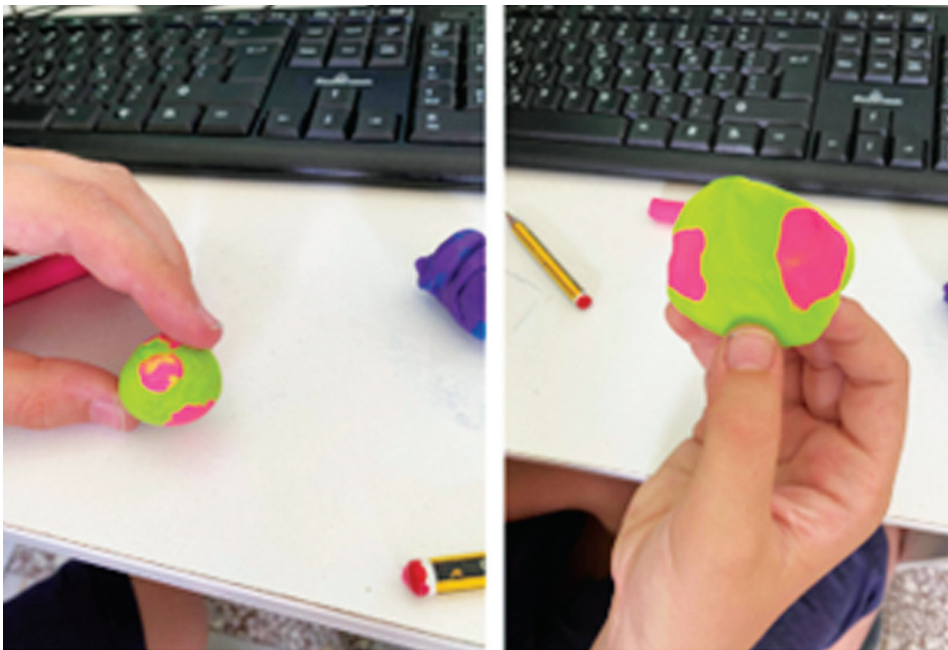
Σε κάθε χάρτη υπήρχαν δύο σημεία, κάθετα μεταξύ τους, στο δεξιό μέρος και δύο σημεία, κάθετα μεταξύ τους, στο κέντρο του χάρτη. Οι μαθητές έπρεπε να ενώσουν τα σημεία κάθετα, να μετρήσουν τις αποστάσεις με το χάρακα και στη συνέχεια να καταγράψουν τα αποτελέσματά τους. Παρατήρησαν ότι, παρόλο που τα σημεία ήταν ίδια και στους τέσσερις χάρτες, οι αποστάσεις διέφεραν. Προέκυψαν παρατηρήσεις και απορίες, οι οποίες συζητήθηκαν στην ολομέλεια της τάξης και, τελικά, διαπιστώθηκε ότι, πέρα από τα σφάλματα στα σχήματα και τα μεγέθη των περιοχών που είχαν αναγνωρίσει στην προηγούμενη δραστηριότητα, υπήρχαν στρεβλώσεις και στις αποστάσεις.

Δραστηριότητα 3: Βιωματική Δραστηριότητα: Μετατρέποντας μια Σφαίρα σε Επίπεδη Επιφάνεια

Σκοπός της δραστηριότητας ήταν οι μαθητές να διαπιστώσουν, με βιωματικό τρόπο, πως η μετατροπή της σφαίρας σε μια επίπεδη επιφάνεια προκαλεί αλλοιώσεις τόσο στις αποστάσεις όσο και στα μεγέθη και τα σχήματα. Έγινε σύγκριση με το παράδειγμα μετατροπής της υδρογείου σε παγκόσμιο χάρτη Μερκατορικής προβολής, όπου προκύπτουν στρεβλώσεις, ιδιαίτερα πλησιάζοντας τους δύο πόλους.

Σε κάθε μαθητή δόθηκε πλαστελίνη, με δύο χρώματα της επιλογής του. Αρχικά, τα παιδιά κλήθηκαν να σχηματίσουν με τη μια πλαστελίνη μια υδρογείου σφαίρα. Στη συνέχεια, με το άλλο χρώμα πλαστελίνης που είχαν στη διάθεσή τους έπρεπε να τοποθετήσουν έναν κύκλο στο κέντρο της σφαίρας κι έναν κύκλο στο πάνω μέρος της, δηλαδή στον Βόρειο πόλο της Γης. Η τοποθέτηση των κύκλων στα συγκεκριμένα σημεία της σφαίρας ήταν εσκεμμένη.

Εικόνα 7. Βιωματική δραστηριότητα: μετατροπή σφαίρας σε επίπεδη επιφάνεια



Αφού ολοκλήρωσαν την κατασκευή της υδρογείου με την πλαστελίνη, προσπάθησαν να την αναμορφώσουν σε μια επίπεδη επιφάνεια - ένα ορθογώνιο παραλληλόγραμμο - όπως ακριβώς αναπαρίσταται ένας παγκόσμιος χάρτης. Οι κύκλοι που βρισκόταν στο κέντρο και στο πάνω μέρος της σφαίρας έπρεπε να διατηρήσουν την απόσταση μεταξύ τους αλλά και το σχήμα και το μέγεθός τους στην αρχική τους κατάσταση. Διεξήχθη μια σειρά πειραμάτων και δοκιμών, χωρίς τη βοήθεια της εκπαιδευτικού-ερευνητή (ανοικτή διερεύνηση), όπου τα

παιδιά διαπίστωσαν ότι είναι αδύνατο να παραμείνει σταθερό το σχήμα, το μέγεθος και οι αποστάσεις των αρχικών κύκλων που είχαν σχεδιάσει. Παρατήρησαν πως ο κύκλος στο πάνω μέρος της σφαίρας παραμορφώθηκε περισσότερο, όπως συμβαίνει στη Μερκατορική προβολή (στον Βόρειο και Νότιο πόλο υπάρχουν μεγαλύτερες αποκλίσεις) και πως είναι αδύνατο να διατηρηθούν αναλλοίωτες όλες οι γεωμετρικές ιδιότητες, ταυτόχρονα.

Δραστηριότητα 4: Πειραματισμός σε Παγκόσμιους Ψηφιακούς Χάρτες

Σκοπός της 4^{ης} δραστηριότητας ήταν ο πειραματισμός των ομάδων και η σχεδίαση διαδρομών σε παγκόσμιους ψηφιακούς διαδραστικούς χάρτες. Οι μαθητές ήρθαν για πρώτη φορά σε επαφή με τις έννοιες λοξοδρόμος και ορθοδρόμος και την αναπαράστασή τους τόσο στους παγκόσμιους ψηφιακούς χάρτες όσο και στην υδρόγειο σφαίρα. Απώτερος σκοπός ήταν η κατανόηση ότι η ορθοδρόμος, δηλαδή η καμπύλη γραμμή που εμφανίζεται στη Μερκατορική προβολή, είναι συνήθως η συντομότερη διαδρομή που μπορεί να ακολουθήσει ένα αεροπλάνο για να φτάσει από το ένα σημείο στο άλλο κι όχι η λοξοδρόμος (ευθεία γραμμή).

Εικόνα 8. Οι μαθητές πειραματίζονται με τη λοξοδρόμο και την ορθοδρόμο στα διαδικτυακά λογισμικά Scribble Maps και Great Circle Map



Οι ομάδες πειραματίστηκαν στα διαδικτυακά λογισμικά ArcGIS StoryMaps (δημιουργήθηκε διαδραστική παρουσίαση μαζί με ερωτήσεις από τους ερευνητές: <https://arcgis.is/1i1Xeb>), Scribble Maps και Great Circle Map, συμπληρώνοντας παράλληλα κι ένα φύλλο εργασίας.

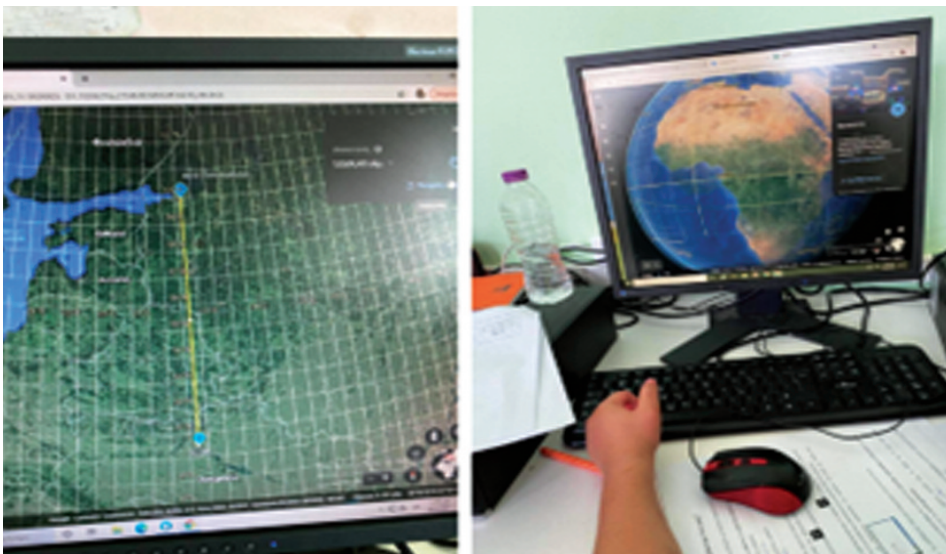
Οι απαντήσεις προέκυπταν έπειτα από συζήτηση και συνεργασία με την ομάδα. Σε αυτή τη φάση η ερευνήτρια-εκπαιδευτικός ήταν συντονίστρια και καθοδηγήτρια της διαδικασίας. Στο λογισμικό Scribble Maps, δινόταν η δυνατότητα αποτύπωσης δύο εναλλακτικών διαδρομών ταυτόχρονα (λοξοδρόμος και ορθοδρόμος), βοηθώντας έτσι τους μαθητές να συγκρίνουν τις διαδρομές και τις χιλιομετρικές διαφορές αυτών (Εικόνα 8, αριστερά). Η επιλογή αναπαράστασης της ορθοδρόμου από το ένα αεροδρόμιο στο άλλο τόσο σε δισδιάστατη όσο και σε τρισδιάστατη μορφή παρέχόταν στο διαδικτυακό λογισμικό Great Circle Map (Εικόνα 8, δεξιά).

Είναι απαραίτητο να επισημανθεί πως τα σημεία μέτρησης των αποστάσεων στους ψηφιακούς χάρτες κάθε φορά ήταν διαφορετικά, με σκοπό τα παιδιά να πειραματιστούν και να παρατηρήσουν διαφορετικές διαδρομές. Επιλέχθηκαν και διαδρομές οι οποίες βρισκόταν στον ίδιο μεσημβρινό ώστε να κατανοήσουν ότι η χιλιομετρική διαφορά στην περίπτωση αυτή είναι μηδαμινή τόσο στη λοξοδρόμο όσο και στην ορθοδρόμο.

Δραστηριότητα 5: Google Earth: Μετρήσεις σε ίδιο Μεσημβρινό

Σκοπός της δραστηριότητας ήταν η μέτρηση των αποστάσεων μεταξύ δύο ζευγαριών πόλεων που βρισκόταν στον ίδιο μεσημβρινό στο διαδικτυακό λογισμικό Google Earth. Οι μαθητές διερεύνησαν και παρατήρησαν, μέσω πειραματισμού και συμπλήρωσης ενός φύλλου εργασίας, ότι κατά τη μέτρηση των αποστάσεων μεταξύ δύο σημείων που βρίσκονται στον ίδιο μεσημβρινό, οι παραμορφώσεις είναι μικρές. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η λοξοδρόμος και η ορθοδρόμος να συμπίπτουν μεταξύ τους, κάτι το οποίο οι μαθητές δεν γνώρισαν σε προηγούμενες δραστηριότητες.

Εικόνα 9. Παρατήρηση διαδρομών σε ίδιο μεσημβρινό στο Google Earth



Δραστηριότητα 6: Βιωματική Δραστηριότητα με δύο Υδρογείους: Εμβάθυνση και Εμπέδωση

Σκοπός της τελικής δραστηριότητας ήταν να αφομοιώσουν και να εμπεδώσουν τις νέες γνώσεις που κατέκτησαν μέσω της βιωματικής μάθησης. Οι μαθητές σε αυτή τη φάση εργάστηκαν σε δύο ομάδες. Η πρώτη ομάδα είχε μια φουσκωτή υδρογείο σφαίρα και η δεύτερη μια ξεφούσκωτη, η οποία παραλληλίστηκε με έναν παγκόσμιο επίπεδο χάρτη. Κάθε ομάδα είχε ένα φύλλο εργασίας με συγκεκριμένα ζευγάρια πόλεων, μεταξύ των οποίων έπρεπε να σχεδιάσουν τη συντομότερη διαδρομή τόσο στη φουσκωτή όσο και στην ξεφούσκωτη υδρογείο. Η ερευνήτρια-εκπαιδευτικός, μέσω του διαδικτυακού λογισμικού Scribble Maps, τοποθετούσε στον χάρτη, με τη βοήθεια του βιντεοπροβολέα, τα σημεία των πόλεων που έπρεπε να μετρήσουν κάθε φορά. Οι ομάδες αναζητούσαν τα σημεία στην υδρογείο που είχαν μπροστά τους και στη συνέχεια σχεδίαζαν με μαρκαδόρο τη συντομότερη διαδρομή που πίστευαν ότι θα ακολουθούσε ένα αεροπλάνο. Στο τέλος, σύγκριναν τις μετρήσεις των διαδρομών και παρατήρησαν και πάλι ότι οι διαφορές ήταν εμφανείς, ιδιαίτερα όταν οι αποστάσεις μεγάλωναν. Υπήρχαν και αποστάσεις πάνω στον ίδιο μεσημβρινό όπου κι εκεί συνειδητοποίησαν, αυτή τη φορά με βιωματικό τρόπο, ότι δεν υπήρχε σχεδόν καμία διαφορά στα χιλιόμετρα κατά τις μετρήσεις τους.

Εικόνα 10. Τελική βιωματική δραστηριότητα με υδρογείους



Αποτελέσματα

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι σωστές απαντήσεις των παιδιών στα ερωτηματολόγια. Ειδικότερα, αναφορικά με το pre-test, στην ερώτηση 1, 4 από τις 13 απαντήσεις ήταν σωστές, στην ερώτηση 2, 2 από τις 13, στην 3, 1 από τις 13, στην 4 καμία, στην 5, 2 από τις 13, στην 6 αλλά και στην 7 καμία, στην 8, 1 από τις 13 και στην 9 καμία. Συνολικά, 10 από τις 117 απαντήσεις ήταν σωστές, ποσοστό που ανέρχεται μόλις στο 8,5%.

Αναφορικά με το post-test, στην ερώτηση 1 απάντησαν σωστά 10 από τους 13 μαθητές, στην 2, 8 από τους 13, στην 3, 2 από τους 13. Θα πρέπει να επισημανθεί πως στην ερώτηση 3 η πλειοψηφία των απαντήσεων ήταν μερικώς σωστές (11/13). Στην ερώτηση 4, οι 5 από τις 13 απαντήσεις ήταν σωστές, ενώ οι 6 από τις 13 ήταν μερικώς σωστές. Στην 5 ερώτηση λήφθηκαν υπόψη ως σωστές οι 5 από τις 13 απαντήσεις, στην 6 οι 7 από τις 13, στην 7 οι 5 από τις 13, στην 8 οι 9 από τις 13 και στην 9 οι 7 από τις 13. Συνολικά, το ποσοστό των σωστών απαντήσεων του post-test ανέρχεται στο 49,6%, δηλαδή 58 από τις 117 απαντήσεις.

Οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

- α) ερωτήσεις που εξετάζουν την κατανόηση του σχήματος της Γης,
- β) ερωτήσεις που συνδυάζουν την κατανόηση του σχήματος της Γης σε συνδυασμό με τις αλλοιώσεις των αποστάσεων μεταξύ δύο σημείων στους χάρτες.

Αναλυτικά, στην πρώτη κατηγορία συμπεριλαμβάνονται οι εξής ερωτήσεις:

- 1) Πιστεύεις ότι ένας παγκόσμιος χάρτης μπορεί να δείξει τις πραγματικές αποστάσεις των χωρών μεταξύ τους, όπως είναι σε μια υδρόγειο σφαίρα; Αιτιολόγησε την απάντησή σου.
- 2) Εάν «χαράξουμε» τη διαδρομή ενός αεροπλάνου πάνω σε έναν χάρτη, πιστεύεις ότι η διαδρομή αυτή θα φαίνεται όπως ακριβώς εάν την «χαράξουμε» στην υδρόγειο σφαίρα; Γιατί;

Στην δεύτερη κατηγορία εντάσσονται οι εξής (οι ερωτήσεις συνοδεύονταν και από εικόνες):

- 3) Παρακάτω, σου δίνεται ένας παγκόσμιος χάρτης και μια υδρόγειος σφαίρα. Σχεδίασε (και στον χάρτη αλλά και στην υδρόγειο) μια διαδρομή από τον Καναδά στο Ιράν.
- 4) Στην παρακάτω εικόνα εμφανίζεται η απόσταση μεταξύ δύο αεροδρομίων: του Λος Άντζελες και της Μόσχας. Πιστεύεις ότι η απόσταση που εμφανίζεται με μια καμπύλη γραμμή είναι η πιο κοντινή ή η πιο μακρινή; Γιατί;
- 5) Θέλεις να ταξιδέψεις με αεροπλάνο από το Μεξικό στην Αθήνα. Έχεις να επιλέξεις ανάμεσα σε δύο διαδρομές. Ποια διαδρομή θα διάλεγες έτσι ώστε να φτάσεις πιο γρήγορα στον προορισμό σου, την ευθεία ή την καμπύλη; Αιτιολόγησε την απάντησή σου.
- 6) Στον παρακάτω παγκόσμιο χάρτη υπάρχουν δύο διαδρομές από τις Η.Π.Α. έως το Καζακστάν. Πώς συμβαίνει η καμπύλη γραμμή να είναι η πιο κοντινή απόσταση και όχι η ευθεία γραμμή; Πώς θα το εξηγήσες;
- 7) Μπορείς να εξηγήσεις γιατί οι διαδρομές από Σύνδνεϋ - Βραζιλία και Λος Άντζελες - Ντουμπάι εμφανίζονται στον χάρτη με αυτόν τον τρόπο; Γιατί, δηλαδή, η διαδρομή Λος

Άντζελες – Ντουμπάι «τραβιέται» προς τα πάνω, ενώ η διαδρομή Σύδνεϋ – Βραζιλία «τραβιέται» προς τα κάτω;

- 8) Έχεις σκοπό να μετρήσεις τις αποστάσεις ανάμεσα σε δύο χώρες με μεγάλη ακρίβεια. Η απόσταση των χωρών που πρέπει να μετρήσεις είναι ο Καναδάς (πάνω αριστερά) και η Αυστραλία (ηπειρωτική χώρα, κάτω δεξιά). Θα χρησιμοποιούσες κάποιον από τους παρακάτω χάρτες ώστε να είσαι απολύτως σίγουρος/η ότι θα είναι ακριβείς οι μετρήσεις σου; Ναι ή όχι; Αιτιολόγησε την απάντησή σου. (Σημείωση: οι προβολές που δόθηκαν ήταν οι Peters, Mercator, Robinson)
- 9) Παρακάτω βλέπεις μια υδρόγειο σφαίρα στην οποία είναι κυκλωμένες δύο πόλεις, η πόλη 1 και η πόλη 2. Και οι δύο πόλεις βρίσκονται πάνω στον ίδιο Μεσημβρινό (όπως φαίνεται από την κόκκινη γραμμή). Τι νομίζεις ότι συμβαίνει εάν μετρήσουμε την απόσταση (σε χιλιόμετρα) μεταξύ αυτών, καθώς και άλλων πόλεων που βρίσκονται πάνω στον ίδιο Μεσημβρινό; Υπάρχουν μεγάλες διαφορές σε σύγκριση με τους χάρτες;

Πίνακας 1. Απαντήσεις ερωτηματολογίων pre και post-test

Ερωτήσεις	Σωστές απαντήσεις pre-test	Σωστές απαντήσεις post-test
Ερ. 1	4/13	10/13
Ερ. 2	2/13	8/13
Ερ. 3	1/13	2/12 (11/13 μερικώς σωστές)
Ερ. 4	0/13	5/13 (6/13 μερικών σωστές)
Ερ. 5	2/13	5/13
Ερ. 6	0/13	7/13
Ερ. 7	0/13	5/13
Ερ. 8	1/13	9/13
Ερ. 9	0/13	7/13
Σύνολο	10/117 (8,5%)	58/117 (49,6%)

Πριν από τη διεξαγωγή των διδακτικών παρεμβάσεων, παρατηρήθηκε ότι οι μαθητές δεν είχαν γνώσεις στη χαρτογραφία. Το γεγονός αυτό αποδεικνύεται ιδιαίτερα με την ανάλυση των pre-test, όπου φαίνονται οι πρωταρχικές ιδέες των παιδιών.

Το σύνολο των μαθητών στην τάξη δεν γνώριζε τι είναι η χαρτογραφική προβολή. Επιπλέον, οι περισσότεροι είχαν την ίδια εσφαλμένη αντίληψη, ότι δηλαδή χαρτογραφική προβολή σημαίνει το είδος ενός χάρτη (πολιτικός, γεωμορφολογικός κ.λπ.). Η πλειοψηφία μπορούσε να συλλάβει τη βασική διαφορά μεταξύ της υδρογείου κι ενός χάρτη (η υδρόγειος είναι σφαίρα και οι χάρτες ορθογώνια παραλληλόγραμμα). Παράλληλα, είναι φανερό πως, αρχικά, ένας μικρός αριθμός μαθητών μπορούσε να σκεφτεί ότι ένα χάρτης είναι αδύνατο

να απεικονίσει τις πραγματικές αποστάσεις όπως σε μια υδρόγειο σφαίρα. Αυτό επιβεβαιώνεται και από τις απαντήσεις στην Ερώτηση 1 του pre-test: «ο χάρτης δεν μπορεί να δείξει τις αποστάσεις των χωρών όπως στην υδρόγειο επειδή ο χάρτης είναι σε χαρτί ενώ η υδρόγειος είναι κυκλική», «στον χάρτη οι χώρες κ.λπ. είναι πολύ πιο μικρές από ότι στην πραγματικότητα», «δεν μπορείς να βρεις μια απόσταση γιατί χρειάζεται τεράστιο χάρτη». Ωστόσο, στη δραστηριότητα σύγκρισης και στον πειραματισμό με τους ψηφιακούς χάρτες, αδυνατούσαν αρχικά να αναλογιστούν ότι αυτές οι διαφορές υδρογείου-χαρτών οδηγούν σε αλλοιώσεις των πραγματικών αποστάσεων, των σχημάτων και των μεγεθών των περιοχών.

Επιπλέον, τους ήταν αδύνατο να δεχτούν ότι μια καμπύλη γραμμή στη Μερκατορική προβολή είναι η συντομότερη διαδρομή που θα μπορούσε να διασχίσει ένα αεροπλάνο από ότι μια ευθεία γραμμή. Ενδεικτικά, αναφέρονται ορισμένες απαντήσεις του pre-test:

- Ερώτηση 4: «Η απόσταση είναι πολύ μεγάλη, η πιο κοντινή θα ήταν αν τραβούσαμε μια ευθεία γραμμή», «πιστεύω ότι η απόσταση μεταξύ των δύο αεροδρομίων είναι η πιο μακρινή γιατί περνάει από πολλές χώρες μέχρι να φτάσει, ενώ με μια ίσια γραμμή περνάει απλά τον ωκεανό».
- Ερώτηση 5: «Θα διάλεγα την ίσια γιατί πιστεύω πως θα φτάσω πιο σύντομα», «θα διάλεγα την ευθεία γιατί θα φτάσεις πιο γρήγορα αν πας. Από την καμπύλη θα περάσεις από πιο πολλά μέρη και θα πάρει περισσότερη ώρα».

Οι συγκεκριμένες ιδέες των μαθητών παρουσιάστηκαν και στις δραστηριότητες, με τους ίδιους να αναφέρουν: «Γιατί το αεροπλάνο δεν πηγαίνει ευθεία;», «Είναι σαφές ότι η μικρότερη απόσταση είναι η ευθεία γραμμή», «Δεν είναι δυνατόν η μικρότερη απόσταση να είναι μια τεράστια καμπύλη γραμμή από μια ευθεία γραμμή», «Πώς είναι δυνατόν;», «Είναι απίστευτο. Είναι σαν να μας λέτε ότι αν θέλω να πάω στην πλατεία, η μικρότερη απόσταση είναι να γυρίσω το χωριό αντί να πάω ευθεία. Δεν είναι δυνατόν. Γιατί δεν μπορούμε να πάμε κατευθείαν;».

Δείχνοντάς τους διαφορετικές προβολές παγκόσμιων χαρτών με διαφορετικά σχήματα, μεγέθη, διευθύνσεις και αποστάσεις, άρχισαν να συνειδητοποιούν ότι όλοι οι χάρτες έχουν παραμορφώσεις. Συγκεκριμένα, ελεσήμεναν ότι «ορισμένοι χάρτες δεν απεικονίζουν ακριβώς τα σχήματα», «τελικά, υπάρχουν προβλήματα στους χάρτες», «δεν ξέραμε ότι υπάρχουν προβλήματα στους χάρτες, πιστεύαμε ότι οι περιοχές είναι έτσι στη Γη, επίσης». Η δραστηριότητα μετατροπής υδρογείου σε χάρτη (με πλαστελίνη) αποτέλεσε επίσης ένα σημαντικό βήμα για τη διαπίστωση των διαφορών. Στο τέλος, τα παιδιά απάντησαν: «Δεν μπορώ να αλλάξω το σχήμα της σφαίρας χωρίς να παραμορφώσω τους κύκλους πάνω της», «καταλάβαμε ότι οι κύκλοι είναι παραμορφωμένοι», «ο κύκλος στην κορυφή της σφαίρας φαίνεται πολύ μεγαλύτερος από πριν», «μια σφαίρα δεν μπορεί να αποτυπωθεί ακριβώς όπως είναι μέσα από έναν παγκόσμιο χάρτη, οι περιοχές δεν είναι ίδιες όπως είναι στην πραγματικότητα», «τελικά, δεν υπάρχουν σωστοί χάρτες», «καταλάβαμε ότι όπως οι κύκλοι παραμορφώθηκαν στην πλαστελίνη, το ίδιο συμβαίνει και όταν προσπαθούμε να μετατρέψουμε μια σφαίρα σε έναν επίπεδο χάρτη».

Μέσω πειραματισμών και μετρήσεων των αποστάσεων, τα παιδιά οδηγήθηκαν στο συμπέρασμα ότι υπάρχει ακόμη ένας παράγοντας που δεν είχαν παρατηρήσει νωρίτερα: η παραμόρφωση των αποστάσεων. Μερικοί μαθητές ανέφεραν τα εξής: «*Παρατηρήσαμε ότι οι αποστάσεις σε όλους αυτούς τους χάρτες είναι διαφορετικές*», «*οι προβολές των χαρτών είναι διαφορετικές*», «*οι αποστάσεις αλλάζουν σε κάθε χάρτη*», «*τα τετράγωνα αλλάζουν*», «*σε κάποιες προβολές οι περιοχές φαίνονται μεγαλύτερες*».

Η μεταγνώση που απέκτησαν οι μαθητές είναι εμφανής, γεγονός που διαπιστώνεται όχι μόνο από τα αποτελέσματα των pre και post-test αλλά και από τις απαντήσεις τους κατά τις διδακτικές παρεμβάσεις και στα φύλλα εργασίας όπου οι ιδέες τους μετασχηματιζόταν διαρκώς.

Στο post-test στην Ερώτηση 1, σχεδόν όλοι οι μαθητές απάντησαν σωστά, επισημαίνοντας πως: «*αλλιώς φαίνονται οι αποστάσεις στον παγκόσμιο χάρτη και αλλιώς στην υδρόγειο*». Η μεταστροφή των αντιλήψεων για την λοξοδρόμο και την ορθοδρόμο, είναι διακριτή στο post-test. Ενδεικτικά, αναφέρονται οι απαντήσεις των μαθητών στις ερωτήσεις 4 και 5:

- Ερώτηση 4: «*η πιο κοντινή διαδρομή είναι η καμπυλωτή, γιατί η μορφή της Γης είναι καμπυλωτή*», «*Πιστεύω πως είναι η πιο σύντομη, διότι τις διαδρομές τις χαράζουμε σε καμπύλη, γιατί σε μια υδρόγειο σφαίρα αν η μια περιοχή είναι στην πίσω πλευρά πρέπει να την χαράξουμε καμπύλη και όχι ευθεία*».
- Ερώτηση 5: «*Πιστεύω ότι η καμπύλη είναι η πιο κοντινή αφού η Γη είναι σφαιρική, η καμπύλη θα είναι πιο κοντά*», «*Την καμπύλη, γιατί δεν μπορείς να ταξιδέψεις ευθεία και πρέπει να κάνω γύρω από τη Γη τη διαδρομή*».

Στον Πίνακα 2 γίνεται άμεση σύγκριση των δύο ενδεικτικών ερωτήσεων προκειμένου να γίνουν αντιληπτές οι διαφορές που προέκυψαν πριν και μετά τις δραστηριότητες στην τάξη.

Πίνακας 2. Σύγκριση απαντήσεων των μαθητών στις ερωτήσεις 4 και 5 του ερωτηματολογίου

Ερώτηση 4	Ενδεικτικές απαντήσεις στο pre-test	Ενδεικτικές απαντήσεις στο post-test
Στην παρακάτω εικόνα εμφανίζεται η απόσταση μεταξύ δύο αεροδρομίων: του Λος Άντζελες και της Μόσχας. Πιστεύεις ότι η απόσταση που εμφανίζεται με μια καμπύλη γραμμή είναι η πιο κοντινή ή η πιο μακρινή; Γιατί;	« <i>Η απόσταση είναι πολύ μεγάλη, η πιο κοντινή θα ήταν αν τραβούσαμε μια ευθεία γραμμή</i> », « <i>πιστεύω ότι η απόσταση μεταξύ των δύο αεροδρομίων είναι η πιο μακρινή γιατί περνάει από πολλές χώρες μέχρι να φτάσει, ενώ με μια ίσια γραμμή περνάει απλά τον ωκεανό</i> »	« <i>η πιο κοντινή διαδρομή είναι η καμπυλωτή, γιατί η μορφή της Γης είναι καμπυλωτή</i> », « <i>Πιστεύω πως είναι η πιο σύντομη, διότι τις διαδρομές τις χαράζουμε σε καμπύλη, γιατί σε μια υδρόγειο σφαίρα αν η μια περιοχή είναι στην πίσω πλευρά πρέπει να την χαράξουμε καμπύλη και όχι ευθεία</i> ».

Ερώτηση 5	Ενδεικτικές απαντήσεις στο pre-test	Ενδεικτικές απαντήσεις στο post-test
Θέλεις να ταξιδέψεις με αεροπλάνο από το Μεξικό στην Αθήνα. Έχεις να επιλέξεις ανάμεσα σε δύο διαδρομές. Ποια διαδρομή θα διάλεγες έτσι ώστε να φτάσεις πιο γρήγορα στον προορισμό σου, την ευθεία ή την καμπύλη; Αιτιολόγησε την απάντησή σου.	<i>«Θα διάλεγα την ίσια γιατί πιστεύω πως θα φτάσω πιο σύντομα», «θα διάλεγα την ευθεία γιατί θα φτάσεις πιο γρήγορα αν πας. Από την καμπύλη θα περάσεις από πιο πολλά μέρη και θα πάρει περισσότερη ώρα».</i>	<i>«Πιστεύω ότι η καμπύλη είναι η πιο κοντινή αφού η Γη είναι σφαιρική, η καμπύλη θα είναι πιο κοντά», «Την καμπύλη, γιατί δεν μπορείς να ταξιδέψεις ευθεία και πρέπει να κάνω γύρω από τη Γη τη διαδρομή».</i>

Ο πειραματισμός με την ορθοδρόμο και τη λοξοδρόμο, σε συνδυασμό με τα διαδικτυακά λογισμικά Scribble Maps, Great Circle Map και Google Earth, τις βιωματικές δραστηριότητες και τη συμπλήρωση των ερωτηματολογίων και φύλλων εργασίας, οδήγησαν σε σημαντικές διαφορές. Έτσι, τα περισσότερα παιδιά κατέληξαν να αναφέρουν ότι: «η καμπύλη γραμμή είναι το συντομότερο μονοπάτι». Αυτή η άποψη διαφέρει πλήρως από τις πρώιμες αντιλήψεις τους.

Συμπεράσματα-Συζήτηση

Σε αρχικό στάδιο οι μαθητές δεν γνώριζαν πως υπάρχει πλήθος χαρτογραφικών προβολών και θεωρούσαν πως οι μόνες σωστές ήταν εκείνες που συναντούσαν στην καθημερινότητά τους, όπως για παράδειγμα η Μερκατορική προβολή ή η προβολή Robinson ή προβολές που το σχήμα τους μοιάζει με σφαίρα. Έχει αποδειχθεί ερευνητικά άλλωστε πως οι μαθητές προτιμούν τις προβολές που έχουν συνηθίσει να βλέπουν ή εκείνες που δίνουν την αίσθηση της καμπύλης και μοιάζουν με την υδρόγειο (Γζώτζης & Λαμπρινός, 2004). Επομένως, τα κριτήρια που χρησιμοποιούν είναι περισσότερο κριτήρια αισθητικής παρά γεωγραφικά. Παρόμοιο πρόβλημα επισημαίνεται και από τον Catling (2014) στο Βρετανικό Πρόγραμμα Σπουδών, παρόλο που η χωρική γνώση αποτελεί τον πυρήνα της γεωγραφικής εκπαίδευσης στη Βρετανία.

Κατά τη διάρκεια της έρευνας, σημαντική ήταν η καθοδήγηση της ερευνήτριας-εκπαιδευτικού και ειδικότερα κατά την εργασία των ομάδων στα διαδικτυακά λογισμικά. Οι διδακτικές παρεμβάσεις είχαν ως στόχο τόσο την εμπλοκή των μαθητών με τις ψηφιακές τεχνολογίες στην Γεωγραφία όσο την προώθηση της συνεργασίας και της κριτικής σκέψης. Διαπιστώθηκε πως η πλειοψηφία των παιδιών δεν είχε αναπτύξει σε μεγάλο βαθμό δεξιότητες κριτικής σκέψης στο μάθημα της Γεωγραφίας, το οποίο οφείλεται στον τρόπο διεξαγωγής του μαθήματος της Γεωγραφίας, όπου προωθείται η αποστήθιση και όχι οι βιωματικές δραστηριότητες (Leinhardt et al., 1998; Likouri et al., 2017). Η παράβλεψη ενσωμάτωσης των GIS καθώς και ο περιορισμένος χρόνος που προβλέπεται από το Πρόγραμμα Σπουδών,

ωθούν το μάθημα της Γεωγραφίας σε παραγκώνιση, ενώ ταυτόχρονα, εδραιώνεται μια αρνητική στάση απέναντι στο μάθημα και οι προσδοκίες στις επιδόσεις μειώνονται (Klonari & Koutsopoulos, 2005· Λυκούρη, 2018).

Συνολικά, οι κοινές παρανοήσεις των παιδιών θα μπορούσαν να συνοψιστούν στα εξής:

- Με τον όρο χαρτογραφικές προβολές εννοούμε τους πολιτικούς ή γεωμορφολογικούς χάρτες.
- Οι προβολές Mercator, Robinson και Mollweide είναι σωστές. Όλες αυτές οι προβολές συναντώνται συχνά στη σχολική ζωή των παιδιών (ιδιαίτερα η Μερκατορική) κι επομένως θεωρούν ότι αυτοί οι χάρτες δεν έχουν παραμορφωθεί. Επιπλέον, πιστεύουν ότι οι προβολές Robinson και Mollweide είναι ίδιες με την υδρόγειο σφαίρα, ότι δεν είναι δηλαδή χάρτες.
- Δεν υπάρχουν παραμορφώσεις στους χάρτες.
- Στη Μερκατορική προβολή η μικρότερη απόσταση μεταξύ δύο σημείων είναι μια ευθεία γραμμή και η καμπύλη είναι η μεγαλύτερη.

Στο σημείο αυτό, κρίνεται απαραίτητη η υπενθύμιση των ερευνητικών ερωτημάτων που τέθηκαν και αποσαφηνίζεται το εάν και κατά πόσο απαντήθηκαν με επιτυχία κατά τη διάρκεια της έρευνας.

Ερευνητικά ερωτήματα:

Μπορούν οι μαθητές της Στ' Δημοτικού να:

- α) Διαπιστώσουν ότι όλες οι χαρτογραφικές προβολές περιέχουν σφάλματα και δεν μπορούν να αποτυπώσουν την επιφάνεια της Γης με απόλυτη ακρίβεια;
- β) Κατανοήσουν τις έννοιες λοξοδρόμος και ορθοδρόμος μέσω πειραματισμού με τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS) αλλά και μέσω βιωματικών δράσεων;

Οι προβολές χαρτών εμφανίζονται μόνο μια φορά στη σχολική ζωή των μαθητών κι αυτό έχει ως αντίκτυπο να μην κατανοούν τα σφάλματα που υπάρχουν στην προσπάθεια αποτύπωσης της γήινης σφαίρας σε επίπεδη. Η ελλειπής επαφή των μαθητών με διαφορετικούς χάρτες στο μάθημα της Γεωγραφίας αναφέρεται και από τον Amosun (2016). Μέσω της ενασχόλησης και του πειραματισμού με τους παγκόσμιους ψηφιακούς χάρτες αλλά και μέσω των βιωματικών δραστηριοτήτων (δραστηριότητα με πλαστελίνη και με υδρογείους) οι αντιλήψεις των παιδιών τροποποιήθηκαν σε μεγάλο βαθμό. Συγκεκριμένα, οι μαθητές διαπίστωσαν σταδιακά ότι:

- Οι χάρτες δεν μπορούν να αποτυπώσουν την επιφάνεια της Γης με απόλυτη ακρίβεια.
- Υπάρχει πλήθος χαρτογραφικών προβολών, διότι μέχρι στιγμής δεν έχει βρεθεί αποτελεσματικός τρόπος αναπαράστασης της γήινης σφαίρας σε επίπεδη επιφάνεια.
- Υπάρχουν σημαντικές αλλοιώσεις όσον αφορά τις αποστάσεις, τα μεγέθη και τα σχήματα στους χάρτες.
- Υπάρχουν διαφορετικά είδη χαρτογραφικών προβολών.

- Στη Μερκατορική προβολή η ορθοδρόμος (καμπύλη διαδρομή) είναι πιο σύντομη από τη λοξοδρόμο (ευθεία διαδρομή).
- Μετρώντας αποστάσεις μεταξύ δύο σημείων πάνω σε ίδιο μεσημβρινό, δεν υπάρχουν αλλοιώσεις. Η ορθοδρόμος και η λοξοδρόμος έχουν σχεδόν ίδια απόσταση ή συμπίπτουν.

Ο μετασχηματισμός των αρχικών σκέψεων των μαθητών είναι φανερός από την ανάλυση των ερωτηματολογίων, των φύλλων εργασίας και των ηχογραφήσεων. Παρατηρήθηκε πως η ενασχόληση με λογισμικά GIS, η δραστηριότητα μετασχηματισμού μιας σφαίρας σε επίπεδη επιφάνεια με πλαστελίνη αλλά και η τελική δραστηριότητα, βοήθησαν τους μαθητές να κατανοήσουν τους περιορισμούς που υπάρχουν στους χάρτες. Οι μαθητές κατανόησαν πως στη Μερκατορική προβολή η καμπύλη είναι η πιο σύντομη διαδρομή που μπορεί να διανύσει ένα αεροπλάνο, ενώ αρχικά είχαν διαφορετική αντίληψη. Η μεταστροφή ήταν ιδιαίτερα εμφανής κι άρχισε να συμβαίνει κατά τη συμπλήρωση του πρώτου φύλλου εργασίας με τίτλο «Μακρινά ταξίδια στη Γη». Οι μαθητές κατά τη διάρκεια πειραματισμού με τη λοξοδρόμο και ορθοδρόμο στο λογισμικό Scribble Maps άρχισαν να παρατηρούν ότι η χιλιομετρική απόσταση της ορθοδρόμου ήταν μικρότερη από αυτή της λοξοδρόμου.

Τα συμπεράσματα επιβεβαιώνονται και από τον Schomer (2019), ο οποίος αναφέρει ότι η χρήση των υδρογείων, των εργαλείων ψηφιακής χαρτογράφησης του διαδικτύου και των διαφορετικών προβολών χαρτών, μπορεί να αποτρέψει την εκδήλωση λανθασμένων αντιλήψεων σε μαθητές Δημοτικού. Η εργασία με χαρτογραφικές αναπαραστάσεις βοηθάει να δείξουμε στους μαθητές πώς να σκέφτονται και να διαβάζουν τους χάρτες κριτικά και να αξιολογούν τις εικόνες (Intzidou et al., 2021)

Περιορισμοί της έρευνας

Ο κύριος περιορισμός της παρούσας έρευνας σχετίζεται με το μικρό αριθμητικά και βολικό δείγμα παιδιών, δηλαδή τους δεκατέσσερις μαθητές και μαθήτριες, καθιστώντας την ως μια μελέτη περίπτωσης, της οποίας τα αποτελέσματα δεν δύνανται να γενικευθούν και για τον υπόλοιπο μαθητικό πληθυσμό. Οι παρατηρήσεις της έρευνας θα είχαν σταθμιστεί καλύτερα εάν οι δραστηριότητες εφαρμοζόταν στο ίδιο σχολείο, σε παράλληλο τμήμα, κάτι το οποίο όμως ήταν ανέφικτο, διότι υπήρχε μόνο ένα τμήμα της Στ' τάξης στο Δημοτικό Σχολείο της Νέας Απολλωνίας. Παράλληλα, ο ερευνητικός χρόνος που υπήρχε δεν ήταν αρκετός λόγω των δυσμενών συνθηκών που προέκυψαν εν καιρώ της πανδημίας.

Προτάσεις

Μια πρόταση για περαιτέρω έρευνα θα μπορούσε να αποτελέσει η μελέτη σε νεότερους μαθητές, κάτω των 8 ετών, για να επιβεβαιώσει ή να διαψεύσει την άποψη του Catling (2018), ο οποίος δήλωσε ότι τα παιδιά μεταξύ 5 και 8 ετών μπορούν να συγκρίνουν την υδρογείο με παγκόσμιους χάρτες και να αναζητήσουν ίδια ή διαφορετικά χαρακτηριστικά στον καθένα, εισάγοντάς τους όχι μόνο στο μάθημα των χαρτογραφικών προβολών αλλά και στο

πρόβλημα της χαρτογράφησης της επίπεδης επιφάνειας της Γης σε έναν δυσδιάστατο χάρτη. Μια ακόμη πρόταση θα ήταν επίσης η εφαρμογή σε δύο ομάδες παιδιών, μια πειραματική ομάδα και μια ομάδα ελέγχου.

Παράλληλα, ενδιαφέρον θα παρουσίαζε η διεξαγωγή έρευνας σε εκπαιδευτικούς Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας που θα περιλάμβανε ενδεχομένως τις γνώσεις τους στη χαρτογραφία και συγκεκριμένα τις γνώσεις περί χαρτογραφικών προβολών. Θα μπορούσαν ακόμη να πραγματοποιηθούν παρατηρήσεις και σημειώσεις πεδίου αναφορικά με τον τρόπο διεξαγωγής του μαθήματος της Γεωγραφίας σε μαθητές και μαθήτριες Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Επίκεντρο της ερευνητικής διαδικασίας θα μπορούσε να είναι εάν και κατά πόσο χρησιμοποιούνται διαφορετικές προβολές χαρτών στην τάξη αλλά και με ποιο τρόπο προσεγγίζονται στο μάθημα.

Βιβλιογραφία

- Εφημερίδα της κυβερνήσεως 3791. Εργαστήρια Δεξιότητων στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Τεύχος Β', 13-8-2021, Αθήνα, Ελλάδα.
- Κακογιάννου, Ε. (2014). Ελληνικά Προβολικά Συστήματα και Μετασχηματισμοί σε χάρτες και διαγράμματα που αξιοποιούνται στην Πολεοδομία και Χωροταξία (Ερευνητική Εργασία). Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη. Ανακτήθηκε 25/6/2021 από <http://ikee.lib.auth.gr/record/134594/files/KAKOGIANNOYTMXAE.pdf>
- Λαμπρινός, Ν. (2009). Σχετικά με τη διδασκαλία της γεωγραφίας στο σχολείο. Θεσσαλονίκη: Γράφημα. ISBN:9789606865138.
- Λυκούρη, Α. Κ. (2018). Η Σχέση των πολλαπλών τύπων νοημοσύνης και της αντίληψης του χώρου με τη στάση και την επίδοση των μαθητών του Δημοτικού στο μάθημα της Γεωγραφίας. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Σχολή Κοινωνικών Επιστημών, Τμήμα Γεωγραφίας, Λέσβος, Ελλάδα. Ανακτήθηκε 26/7/2021 από <https://hellenicus.lib.aegean.gr/handle/11610/20454?show=full>
- Νάκος, Β. (2015). Αναλυτική χαρτογραφία. Νάκος, Β., Κοκολάκης, Α., Κρασανάκης Β., Μητρόπουλος, Β. (Επιμ.). Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράμματα. ISBN: 978-960- 603-265-3.
- Τζωτζής, Ι. (2007). Η πρακτική σημασία των χαρτογραφικών προβολών στη διδασκαλία των χαρτών στο σχολείο. Διδακτορική Διατριβή. Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη. Ανακτήθηκε 15/2/2021 από <https://www.didaktorika.gr/eadd/handle/10442/20350>
- Τζωτζής, Ι., & Λαμπρινός, Ν. (2004). Η γνωστική επάρκεια των μαθητών Α' γυμνασίου στο αντικείμενο της μαθηματικής γεωγραφίας. *Πρακτικά 7^{ου} Πανελληνίου Γεωγραφικού Συνεδρίου*, σελ. 399-406. ISBN 960-7475-30-5
- Gatt, S. (2014). Καλαϊτζιάκη, Μ. (επιμ. ελληνικής έκδοσης). Δραστηριότητες Φυσικών Επιστημών με διερεύνηση για παιδιά από 3 έως 11 ετών-priscinet. Ειδικός Λογαριασμός Πανεπιστημίου Κρήτης, Ρέθυμνο. ISBN 978-960-7143-42-6.

- Amosun, P. A. (2016). Why Nigerian Geography Teachers Scarcely and Scantly Teach Map Reading and Why Students Are Scared of It. *African Educational Research Journal*, 4(2), 42-48. ISSN: 2354-2160.
- Attfield, I., Tamiru, M., Parolin, B., DeGrauwe, A. (2002). *Improving Micro Planning in Education Through a GIS: Studies on Ethiopia and Palestine*. Paris: UNESCO. ISBN 92-803-1209-X
- Baker, T. (2012). Advancing STEM Education with GIS. Ανακτήθηκε 30/8/2022 από <https://www.esri.com/library/ebooks/advancing-stem-education-with-gis.pdf> Science
- Basaraner, M., & Cetinkaya, S. (2019). New measures for analysis and comparison of shape distortion in world map projections. *Cartography and Geographic Information Science*, 46(6), 518-531. <https://doi.org/10.1080/15230406.2019.1567394>
- Battersby, S.E., Finn, M.P., Usery, E.L., & Yamamoto, K.H. (2014). Implications of Web Mercator and Its Use in Online Mapping. *Cartographica The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*, 49(2), 85-101. <https://doi.org/10.3138/carto.49.2.2313>
- Catling, S. (2014) Giving younger children voice in primary geography: empowering pedagogy – a personal perspective. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 23(4), 350-372. <https://doi.org/10.1080/10382046.2014.946321>
- Catling, S. (2018). To know maps: Primary school children and contextualized map learning. *Boletim Paulista de Geografia*, 99, 268-290. Ανακτήθηκε στις 5/1/2021 από <https://publicacoes.agb.org.br/index.php/boletim-paulista/article/download/1480/1346>
- Digan, S. (2019). Integrating GIS in Experiential Fieldwork. *Geographical Education*, 32, 26- 29. Ανακτήθηκε 15/04/2022 από <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1238485.pdf>
- Favier, T. T., & Van Der Schee, J. A. (2012). Exploring the characteristics of an optimal design for inquiry-based geography education with Geographic Information Systems. *Computers and Education*, 58(1), 666–677. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.09.007>
- Gilmartin, P.P. (2017). Showing the Shortest Routes-Great Circles. Στο Lapaine, M., Usery, L.E., Eds., *Handbook of Choosing a Map Projection*. Lecture Notes in Geoinformation and Cartography. Subseries: Publications of the International Cartographic Association (ICA), 1-48. Switzerland: Springer. ISBN 978-3-319-51834-3.
- Intzidou, G., Lambrinos, N., Tourtouras, Ch., Seroglou, F. (2021). Metadata: A pedagogical tool for the teaching of map projections in elementary schools. *European Journal of Geography*, 12 (3), 56 - 59. <https://doi.org/10.48088/ejg.g.int.12.3.56.69>
- Jo, I., Hong, J.E., & Verma, K. (2016). Facilitating spatial thinking in world geography using Web-based GIS. *Journal of Geography in Higher Education*, 40(3), 442-459. <https://doi.org/10.1080/03098265.2016.1150439>
- Jong, M.S.Y., Tsai, C.C., Xie, H., & Wong, F.K.K. (2020). Integrating interactive learner-immersed video-based virtual reality into learning and teaching of physical geography. *British Journal of Educational Technology*, 5(6), 2063-2078. <https://doi.org/10.1111/bjet.12947>
- Karvánková, P., & Popjaková, D. (2018). How to link geography, cross-curricular approach and inquiry in science education at the primary schools. *International Journal of Science Education*, 40(7), 707-722. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1442598>

- Kessler, F.C., & Battersby, S.E. (2019). *Working with map projections. A guide to their selection*. <https://doi.org/10.1201/9780203731413>
- Klonari, A., & Koutsopoulos, K. (2005). Primary and secondary educators' attitudes on school geography. Στο Donert, K., & Charzynski, P., Eds., *Changing horizons in geography education*. 151–155. Torun, Poland: Herodot Network. ISBN 83-7443-012-5
- Lapon, L., Ooms, K., & DeMaeyer, P. (2020). The Influence of map projections on people's global-scale cognitive map: A worldwide study. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(4), 196. <https://doi.org/10.3390/ijgi9040196>
- Lee, J., & Bednarz, R. (2009). Effect of GIS learning on spatial thinking. *Journal of Geography in Higher Education*, 33(2), 183–98. <https://doi.org/10.1080/03098260802276714>
- Leinhardt, G., Stainton, C., & Bausmith, J. M. (1998). Constructing maps collaboratively. *Journal of Geography*, 97(1), 19-30. <https://doi.org/10.1080/00221349808978821>
- Likouri, A. A., Klonari, A., & Flouris, G. (2017). Relationship of Pupils' Spatial Perception and Ability with Their Performance in Geography. *Review of International Geographical Education Online*, 7(2), 154-170. Ανακτήθηκε 17/04/2022 από https://rigeo.org/wp-content/uploads/2021/05/Relationship-of-Pupils_-_Spatial-Perception-and-Ability-with-Their-Performance-in-Geography493149-590188.pdf
- Linn, M. C., Davis, E. A., & Bell, P. (Eds.). (2004). *Internet environments for science education*. Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- National Research Council. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: A guide for teaching and learning*. Washington, DC: National Academy Press. <https://doi.org/10.17226/9596>
- Rellou, M., & Lambrinos, N. (2008). The school geography curriculum in European Geography education: Similarities and differences in the United Europe. Στο Lambrinos, N. & Rellou, M., Eds., *European Geography Education: The Challenges of a New Era*. Pathways in Geography Series No. 36. National Council for Geographic Education, Washington D.C., USA, 1-20. Ανακτήθηκε 21/9/2022 από https://www.researchgate.net/profile/Nikos-Lambrinos/publication/215703038_The_school_geography_curriculum_in_European_Geography_education_Similarities_and_differences_in_the_United_Europe/links/552390310cf29dcabb_0f03f6/The-school-geography-curriculum-in-European-Geography-education-Similarities-and-differences-in-the-United-Europe.pdf
- Robinson, H. A. (2017). Which Map is Best? Projections for World Maps. Στο Lapaine, M., User, L.E., Eds., *Handbook of Choosing a Map Projection*. Lecture Notes in Geoinformation and Cartography. Subseries: Publications of the International Cartographic Association (ICA), 1-48. Switzerland: Springer. ISBN 978-3-319-51834-3.
- Schlemper, M.B., Athreya, B., Czajkowski, K., Stewart, V.C., & Shetty, S. (2019). Teaching Spatial Thinking and Geospatial Technologies Through Citizen Mapping and Problem-Based Inquiry in Grades 7-12. *Journal of Geography*, 118(1), 21-34. <https://doi.org/10.1080/00221341.2018.1501083>

- Schommer, M. (2019). Spatial orientation - competence expectations and common misconceptions based on map projections. Στο: Gröger, M., Prust, C., Flügel, A., Eds., Cultural appropriation of spaces and things, 231 – 244. Siegen: Universi. ISBN 978-3-96182-079-5.
- Vezie, K. (2016). Mercator's Projection: A Comparative Analysis of Rhumb Lines and Great Circles. Retrieved June 13, 2021 from: <https://www.semanticscholar.org/paper/Mercator%E2%80%99s-Projection%3A-A-Comparative-Analysis-of-Vezie/08fe46837197d5bacf1afee46f9658bb1a0e0c53>
- Yıldırım, S. & Ünlü, M. (2021). Evaluating in-service GIS training for geography teachers based on G-TPACK model. *International Journal of Geography and Geography Education (IGGE)*, 44, 112-123. <https://doi.org/10.32003/igge.958881>
- Wilcke, H., Budke, A. (2019). Comparison as a method for geography education. *Education Science*, 9(3), 225-240. <https://doi.org/10.3390/educsci9030225V>

General Navigation, n.d. Ανακτήθηκε 20/8/2021 από

https://www.nordian.net/REPOSITORY/110_casa_general_navigation_demo.pdf

Rhumb line versus great circle, n.d. Ανακτήθηκε 1/09/2021 από

<https://www.edumedia-sciences.com/en/media/924-rhumb-line-versus-great-circle>