



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
 ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ (ΕΔΘΕ)

ΕΝΕΦΕΤ

Ένωση για την Εκπαίδευση στις
 Φυσικές Επιστήμες & την Τεχνολογία



110^ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ

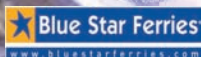
ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ
 ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ
 ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ



*"Γεφυρώνοντας το Χάσμα μεταξύ
 Φυσικών Επιστημών, Κοινωνίας
 και Εκπαιδευτικής Πράξης"*

ΠΡΑΚΤΙΚΑ

Πανεπιστημιούπολη Ρεθύμνου-Κρήτη
7-9 Απριλίου 2017



Πρακτικά

10^ο Πανελλήνιου Συνεδρίου
Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και
Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

**Γεφυρώνοντας το Χάσμα
μεταξύ Φυσικών Επιστημών, Κοινωνίας
και Εκπαιδευτικής Πράξης**

10^ο Πανελλήνιο Συνέδριο
Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και
Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

Γεφυρώνοντας το Χάσμα μεταξύ Φυσικών Επιστημών,
Κοινωνίας και Εκπαιδευτικής Πράξης

Πρακτικά Συνεδρίου

ISBN 978-960-86978-3-6

Επιμέλεια έκδοσης: Σταύρου Δημήτρης, Μιχαηλίδη Αιμιλία, Κοκολάκη Αθανασία

Σελιδοποίηση, εξώφυλλο: Μεταξά Κωνσταντίνα

Τεχνική Υποστήριξη: Καπελώνης Νίκος

2018, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης
Εργαστήριο Διδακτικής Θετικών Επιστημών
Πανεπιστήμιο Κρήτης

Web site: <http://synedrio2017.enepnet.gr>

Πλήρης βιβλιογραφική αναφορά:

Σταύρου Δ., Μιχαηλίδη Α. & Κοκολάκη Α. (2017). Πρακτικά 10^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση – Γεφυρώνοντας το Χάσμα μεταξύ Φυσικών Επιστημών, Κοινωνίας και Εκπαιδευτικής Πράξης, σελ. χχ-ψψ. <http://synedrio2017.enepnet.gr>, Ημερομηνία πρόσβασης: ηη/μμ/εε

Συνέδριο με κρίση εργασιών

Όλες οι εργασίες του συνεδρίου κρίθηκαν με τυφλή κρίση από δύο τουλάχιστον κριτές, οι οποίοι/ες ήταν μέλη της επιστημονικής επιτροπής ή/και του αναφερόμενου καταλόγου κριτών.

Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΑΝΑΛΟΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΟΗΣΗ ΜΗ ΔΙΑΙΣΘΗΤΙΚΩΝ ΕΞΗΓΗΣΕΩΝ ΜΕΣΑ ΑΠΟ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ ΚΕΙΜΕΝΑ

Ειρήνη Σκοπελίτη¹, Στέλλα Βοσνιάδου²

¹ΤΕΕΑΠΗ, Πανεπιστήμιο Πατρών
²Flinders University

Περίληψη

Στην παρούσα έρευνα διερευνήσαμε την επίδραση των αναλογιών στην κατανόηση επιστημονικών μη-δαισθητικών εξηγήσεων μέσα από κείμενα. Τα κείμενα παρουσίαζαν την επιστημονική εξήγηση της εναλλαγής μέρας/νύχτας είτε με τη χρήση αναλογίας (πειραματική ομάδα) είτε χωρίς (ομάδα ελέγχου). Υποθέσαμε ότι η χρήση της αναλογίας θα συνέβαλε στην κατανόηση της επιστημονικής μη-δαισθητικής εξήγησης γιατί παρουσιάζει έναν μη-οικείο μηχανισμό μέσα από ένα εξαιρετικά οικείο πεδίο. Τα αποτελέσματα έδειξαν μεγαλύτερη ανάκληση πληροφοριών, λιγότερη παραποίηση νοήματος και περισσότερες επιστημονικές εξηγήσεις στον μεταέλεγχο σε σύγκριση με τον προέλεγχο από τα παιδιά της πειραματικής ομάδας συγκριτικά με τα παιδιά της ομάδας ελέγχου.

Abstract

In the present study we investigated the effects of analogies on children's understanding of scientific counter-intuitive explanations given in texts. The texts presented the scientific explanation of the day/night cycle with an analogy (experimental group) and without (control group). We expected that the use of the analogy would be more effective in understanding the scientific counter-intuitive explanation because it would present the unfamiliar mechanism through a familiar domain. The results showed better recall, fewer invalid inferences, and greater use of the scientific explanation from pretest to posttest for the children for the experimental group compared to the control group.

1. Εισαγωγή

Η χρήση των αναλογιών για διδακτικούς σκοπούς έχει διερευνηθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια (βλ. Clement 2013). Οι «διδασκτικές» αναλογίες χρησιμοποιούνται προκειμένου να παρουσιαστεί μία μη-οικεία έννοια ή εξήγηση μέσω μίας άλλης δομικά όμοιας έννοιας ή εξήγησης η οποία προέρχεται από ένα εξαιρετικά οικείο πεδίο. Για παράδειγμα η έννοια της ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να εξηγηθεί σχετικά εύκολα μέσω μίας αναλογίας που θα βασίζεται στον τρόπο με τον οποίο ρέει το νερό (Gentner & Gentner 1983). Στα πλαίσια μίας τέτοιας αναλογίας η ηλεκτρική ενέργεια αντιστοιχεί στο τρεχούμενο νερό, τα καλώδια στους σωλήνες, οι μπαταρίες στα νεπόζιτα, η τάση στην πίεση, και οι αντιστάσεις στις στενές συστολές στους σωλήνες. Αυτό που καλούνται να κάνουν οι μαθητές είναι να κατανοήσουν τη συσχέτιση ανάμεσα στην ηλεκτρική ενέργεια και το τρεχούμενο νερό, να αντιστοιχίσουν τις έννοιες και να μεταφέρουν αυτές από το οικείο πεδίο στο πεδίο στόχο, που είναι αυτός που πρέπει να διδαχθεί.

Οι διδασκτικές αναλογίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εννοιολογικές αναπαραστάσεις προκειμένου να υποστηρίξουν τη μάθηση σε νέα πεδία και μπορεί να δώσουν το έναυσμα για την εξαγωγή συμπερασμάτων. Επίσης οι αναλογίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μία

μέθοδος στρατηγικής για την επίλυση προβλημάτων και να ενισχύσουν τη μάθηση και την ανακάλυψη (Gentner & Markman 1994, Holyoak 1985, Vosniadou 1989). Στόχος της παρούσας έρευνας ήταν να διερευνήσει την επίδραση των αναλογιών που παρουσιάζονται μέσα από επεξηγηματικά κείμενα στην κατανόηση των επιστημονικών μη-διαισθητικών πληροφοριών και πιο συγκεκριμένα στην κατανόηση της επιστημονικής εξήγησης για την εναλλαγή μέρας/νύχτας.

Ο ρόλος των αναλογιών στην διδασκαλία επιστημονικών πληροφοριών

Αρκετές έρευνες έχουν εξετάσει τη χρήση αναλογιών στην κατανόηση επιστημονικών εξηγήσεων (Chiu & Lin 2005, Clement 2013.). Τα αποτελέσματα κινούνται σε διάφορες κατεύθυνσεις. Κάποιες έδειξαν ότι οι αναλογίες μπορούν να συμβάλλουν θετικά στην κατανόηση των επιστημονικών εννοιών από τους μαθητές (Clement 1993, Gentner & Gentner 1983). Άλλες έρευνες καταλήγουν ότι δεν παρατηρούνται σημαντικές επιδράσεις στην κατανόηση των επιστημονικών εξηγήσεων από τη χρήση των αναλογιών (Gilbert, 1989). Τέλος υπάρχουν άλλες έρευνες τα αποτελέσματα των οποίων στοιχειοθετούν ότι οι αναλογίες μερικές φορές μπορούν να προκαλέσουν επιπλέον παρανοήσεις στους μαθητές (Duit et al. 2001).

Σε μία ανασκόπηση της βιβλιογραφίας η Dagher αναφέρει ότι «Οι αναλογίες μπορεί να οδηγήσουν σε μικρές αλλά ίσως σημαντικές αλλαγές στην κατανόηση των επιστημονικών εξηγήσεων από τα παιδιά... Το να προσδιοριστεί ο ρόλος αυτών των μικρών αλλαγών στην αναδιοργάνωση των αρχικών επεξηγηματικών δομών είναι ερώτημα για μελλοντική έρευνα... Είναι ακόμα ασαφής ο προσδιορισμός του μεγέθους και του είδους της αλλαγής που σημειώνεται ως αποτέλεσμα της χρήσης αναλογιών» (Dagher 1994). Στην παρούσα έρευνα διερευνήθηκε η συμβολή των αναλογιών στην κατανόηση των επιστημονικών εξηγήσεων και να εξεταστήκε αν μπορούν να οδηγήσουν σε αναδιοργάνωση των αρχικών επεξηγηματικών δομών.

Δυσκολίες μαθητών στην κατανόηση επιστημονικών πληροφοριών

Προηγούμενες έρευνες στο χώρο της γνωστικής ανάπτυξης έχουν δείξει ότι τα παιδιά δυσκολεύονται να κατανοήσουν τις επιστημονικές εξηγήσεις για τη Γη -μία σφαίρα που περιστρέφεται γύρω από την άξονά της και έτσι αλλάζει από μέρα σε νύχτα (Vosniadou & Brewer 1994). Φαίνεται πως όταν έρχονται σε επαφή με τις επιστημονικές εξηγήσεις έχουν ήδη διαμορφώσει κάποιες διαισθητικές εξηγήσεις των φαινομένων οι οποίες βασίζονται στην καθημερινή τους εμπειρία (Carey 1985, Gelman 1991, Wisner & Smith 2013). Συνήθως οι αρχικές διαισθητικές εξηγήσεις είναι φαινομενολογικές, για παράδειγμα για την ερμηνεία της εναλλαγής μέρας/νύχτας βασίζονται στην κίνηση και εξαφάνιση του ήλιου. Αυτές οι αρχικές διαισθητικές εξηγήσεις μπορεί να εμποδίσουν την κατανόηση των επιστημονικών εξηγήσεων, γιατί διαφέρουν δομικά από αυτές (Dole 2000, Kendeou & van den Broek 2005).

Προκειμένου να επιτευχθεί η μάθηση αυτό που απαιτείται είναι να συνειδητοποιήσουν οι μαθητές τις ελλείψεις και την προβληματική των αρχικών επεξηγηματικών δομών τους και να αντιληφθούν την πληρότητα των επιστημονικών θεωριών. Σύμφωνα με την κλασική προσέγγιση της εννοιολογικής αλλαγής αυτό που χρειάζεται είναι μία αναδιοργάνωση των αρχικών επεξηγηματικών δομών με τις επιστημονικές.

Όμως, όταν οι μαθητές εκτίθενται στις επιστημονικές θεωρίες συνήθως χρησιμοποιούν κατασκευαστικούς-προσθετικούς μηχανισμούς προκειμένου να ενσωματώσουν τις επιστημονικές πληροφορίες στις υπάρχουσες γνωστικές τους δομές. Έτσι δημιουργούνται παρανοήσεις που έχουν τη μορφή συνθετικών μοντέλων (Vosniadou & Brewer 1992, 1994, Vosniadou, 2013).

Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήσαμε μία αναλογία από έναν οικείο χώρο για να παρουσιάσουμε σε παιδιά δημοτικού την επιστημονική εξήγηση της εναλλαγής μέρας/νύχτας μέσα από επεξηγηματικά κείμενα. Συγκεκριμένα η αναλογία που χρησιμοποιήθηκε ήταν αυτή του γύρου –«Η Γη γυρίζει γύρω από τον εαυτό της όπως γυρίζει ο γύρος στη σούβλα όταν ψήνεται.... Το φως του Ήλιου φωτίζει διαφορετικό μέρος της Γης κάθε φορά, όπως και η φωτιά ψήνει διαφορετικό μέρος του γύρου.» Υποθέσαμε ότι η αναλογία θα διευκόλυνε τη διαδικασία κατανόησης της επιστημονικής πληροφορίας και αναδόμησης των αρχικών εξηγήσεων, γιατί θα παρουσίαζε την νέα, μη-οκεία εξήγηση μέσα από ένα οικείο πλαίσιο.

2. Μεθοδολογία

Συμμετέχοντες

Συνολικά συμμετείχαν 149 μαθητές δημοτικού -81 της 3^{ης} τάξης (μέσος όρος ηλικίας: 8,9 έτη) και 68 της 5^{ης} τάξης (μέσος όρος ηλικίας: 10,4 έτη). Όλοι οι συμμετέχοντες ήταν μαθητές τριών σχολείων της Αθήνας. Τα παιδιά χωρίστηκαν σε δύο ομάδες: ομάδα ελέγχου και πειραματική ομάδα.

Υλικά

Χρησιμοποιήθηκαν δύο κείμενα, το ένα δόθηκε στην ομάδα ελέγχου και το άλλο στην πειραματική. Το κείμενο της ομάδας ελέγχου ήταν παρόμοιο με το κείμενο που χρησιμοποιείται στο σχολικό εγχειρίδιο και έδινε την επιστημονική εξήγηση της εναλλαγής μέρας/νύχτας. Εξηγούσε ότι αλλάζει από μέρα και γίνεται νύχτα γιατί η Γη γυρίζει γύρω από τον εαυτό της και ότι το Φεγγάρι δεν παίζει κανένα ρόλο στην εναλλαγή μέρας/νύχτας. Το κείμενο της πειραματικής ομάδας έδινε την ίδια εξήγηση και την αναλογία του γύρου. Εξηγούσε ότι αλλάζει από μέρα σε νύχτα γιατί η Γη γυρίζει γύρω από τον εαυτό της όπως γυρίζει ο γύρος στη σούβλα όταν ψήνεται. Το κείμενο της πειραματικής ομάδας ήταν λίγο μεγαλύτερο από αυτό της ομάδας ελέγχου (186 λέξεις έναντι 122 λέξεων), αλλά και τα δύο ήταν αντίστοιχων αναγνωστικών απαιτήσεων και μπορούσαν να γίνουν κατανοητά από παιδιά 3^{ης} δημοτικού (Flesch index: κείμενο χωρίς αναλογία: 83.03, κείμενο με αναλογία: 82.14)

Διαδικασία

Όλα τα παιδιά αρχικά, κατά τον προέλεγχο, απαντούσαν σε ένα ανοικτού τύπου ερωτηματολόγιο για την εναλλαγή μέρας/νύχτας, στα πλαίσια του οποίου έπρεπε να εξηγήσουν λεκτικά και με σκίτσο πώς πιστεύουν ότι αλλάζει από μέρα και γίνεται νύχτα. Έπειτα διάβαζαν ένα από τα δύο κείμενα και αμέσως μετά έπρεπε να γράψουν όσες πληροφορίες μπορούσαν να θυμηθούν από το κείμενο που διάβασαν. Αφού απαντούσαν στην ερώτηση ανάκλησης, στο τέλος απαντούσαν ξανά στο ερωτηματολόγιο για την εναλλαγή μέρας/νύχτας παρέχοντας λεκτική εξήγηση και σκίτσο (μεταέλεγχος).

Υποθέσεις

Υποθέσαμε ότι οι μαθητές της πειραματικής ομάδας θα ανακαλούσαν περισσότερες πληροφορίες και θα παραποιούσαν σε μικρότερο βαθμό το περιεχόμενό του κειμένου σε σύγκριση με τους μαθητές της ομάδας ελέγχου. Επιπλέον, περιμέναμε ότι οι μαθητές της πειραματικής ομάδας θα κατανοούσαν καλύτερα την επιστημονική εξήγηση του φαινομένου

εναλλαγής μέρας/νύχτας σε σύγκριση με τους μαθητές της ομάδας ελέγχου, προχωρώντας στην κατασκευή μοντέλων που θα είναι πιο κοντά στο επιστημονικό και που θα χαρακτηρίζονται με εσωτερική συνέπεια, αφού οι αλλαγές θα εντοπίζονται τόσο σε λεκτικό επίπεδο όσο και σε επίπεδο σκίτσου.

3. Αποτελέσματα

Οι απαντήσεις των μαθητών στον προέλεγχο βαθμολογήθηκαν χρησιμοποιώντας μία κλίμακα αξιολόγησης (0-10). Η στατιστική ανάλυση στον προέλεγχο δεν έδειξε διαφορές ανάμεσα στις δύο ομάδες (ελέγχου-πειραματική) αλλά μόνο ηλικιακές διαφορές [$W(1,149)=5030.500;p<.001;\eta^2=0.543$].

Στη συνέχεια διερευνήσαμε τις διαφορετικές επιδόσεις των μαθητών στην ερώτηση ανάκλησης. Η ανάλυση διακύμανσης με την τάξη ($3^{ns}*5^{ns}$) και το είδος του κειμένου (χωρίς αναλογία*με αναλογία) ως ανεξάρτητες μεταβλητές έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές για το είδος του κειμένου [$F(1,145)=4.605;p<.05;\eta^2=0.061$] υπέρ του κειμένου με την αναλογία και για την τάξη [$F(1,145)=12.404;p<.001;\eta^2=0.079$] υπέρ της 5ης τάξης. Τα μεγαλύτερα παιδιά (συγκριτικά με τα μικρότερα) και τα παιδιά της πειραματικής ομάδας (συγκριτικά με τα παιδιά της ομάδας ελέγχου) ανακάλεσαν περισσότερες πληροφορίες.

Πίνακας 1: Μέσος όρος ανακληθέντων προτάσεων σε συνάρτηση με το είδος κειμένου και την τάξη

	3η Τάξη		5η Τάξη		Μ.Ο.	
	Mean	Std. Error	Mean	Std. Error	Mean	Std. Error
Ομάδα ελέγχου (χωρίς αναλογία)	6.73	.53	8.54	.56	7.63	.38
Πειραματική ομάδα (με αναλογία)	7.77	.54	9.90	.61	8.84	.41
Μ.Ο.	7.25	.38	9.22	.41		

Στα κείμενα ανάκλησης μετρήσαμε τα σημεία εκείνα, όπου οι πληροφορίες του κειμένου είχαν παραπονηθεί. Η ανάλυση διακύμανσης με την τάξη και το είδος του κειμένου ως ανεξάρτητες μεταβλητές έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά για το είδος του κειμένου [$F(1,145)=3.944;p<.05;\eta^2=0.36$] και στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση ανάμεσα στις δύο μεταβλητές [$F(1,145)=5.157;p<.05;\eta^2=0.54$]. Όπως αναμέναμε τα παιδιά της πειραματικής ομάδας παραποίησαν σε μικρότερο βαθμό τις πληροφορίες του κειμένου σε σύγκριση με τα παιδιά της ομάδας ελέγχου. Αυτή η διαφορά είναι πιο σημαντική στην περίπτωση των παιδιών της 3^{ης} τάξης. Τα παιδιά της 3^{ης} από την ομάδα ελέγχου οδηγήθηκαν σε περισσότερες παραποιήσεις νοήματος σε σύγκριση με τα παιδιά της 5^{ης} της ίδιας ομάδας, ενώ δεν υπήρχαν ηλικιακές διαφορές στην πειραματική ομάδα, γεγονός που δείχνει ότι τα παιδιά της 3^{ης} τάξης οφελήθηκαν από την αναλογία.

Οι παραποιήσεις νοήματος που κατασκεύασαν τα παιδιά κατά την ανάκληση των κειμένων εντάχθηκαν σε κατηγορίες ανάλογα με το περιεχόμενό τους. Στον πίνακα 2 που ακολουθεί παρουσιάζονται τα είδη παραποίησης νοήματος ανά ηλικία και πειραματική συνθήκη. Σχεδόν όλα τα παιδιά της 3^{ης} τάξης της ομάδας ελέγχου παραποίησαν τις πληροφορίες του κειμένου. Τα παιδιά και των δύο ηλικιακών ομάδων αλλά και των δύο πειραματικών ομάδων λανθασμένα ισχυρίστηκαν ότι το Φεγγάρι εμπλέκεται στην εναλλαγή μέρας/νύχτας. Πρόκειται για μία παρανόηση που έχει εντοπιστεί και στις εξηγήσεις των μαθητών για την εναλλαγή μέρας/νύχτας σε προηγούμενες αναπτυξιακές έρευνες (Vosniadou & Brewer 1994).

Μάλιστα είναι μία παρανόηση την οποία δεν μπόρεσε το κείμενο με την αναλογία να επεξηγήσει.

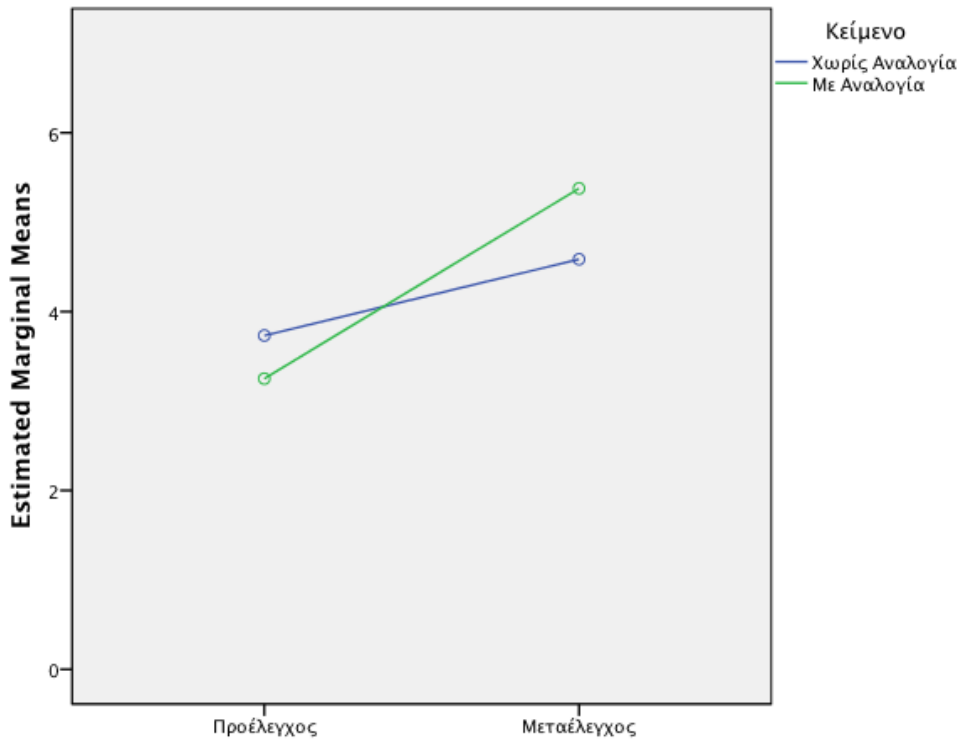
Υπήρξαν και μερικά παιδιά από την πειραματική ομάδα που αντιστοίχησαν λανθασμένα την αναλογία και είπαν ότι ο Ήλιος γυρίζει γύρω από τον εαυτό του όπως ο γύρος. Μία εξέταση σε βάθος αυτών των κειμένων έδειξε ότι τα παιδιά που έδωσαν τέτοιου είδους απαντήσεις είχαν δώσει στον προέλεγχο αρχικές εξηγήσεις του φαινομένου και ενδεχομένως να μην μπόρεσαν να κατανοήσουν την συσχέτιση ανάμεσα στους δύο μηχανισμούς.

Πίνακας 2: Είδη παραποιήσεων νοήματος που δημιουργήθηκαν κατά την ανάκληση των κειμένων

Είδος παραποίησης νοήματος	Ομάδα ελέγχου (χωρίς αναλογία)		Πειραματική ομάδα (με αναλογία)	
	3 ^η τάξη (N=42)	5 ^η τάξη (N=37)	3 ^η τάξη (N=39)	5 ^η τάξη (N=31)
«Ο Ήλιος πηγαίνει στην άλλη πλευρά της Γης.»	5	2	-	-
«Ο Ήλιος κρύβει το Φεγγάρι.»	3	-	-	-
«Ο Ήλιος και το Φεγγάρι δεν παίζουν κανένα ρόλο στην εναλλαγή μέρας/νύχτας.»	2	-	-	-
«Η Γη στριφογυρίζει.»	5	1	-	-
«Η μία πλευρά της Γης είναι προς τον Ήλιο. Εκεί έχει μέρα. Η άλλη είναι προς το Φεγγάρι. Εκεί έχει νύχτα.»	16	9	6	8
Λάθος αντιστοίχιση της αναλογίας: «Ο Ήλιος γυρίζει γύρω από τον εαυτό του σαν τον γύρο.»	-	-	5	1
Σύνολο παραποιήσεων νοήματος	31	12	11	9
Σύνολο παιδιών που παραποίησαν το νόημα του κειμένου	29 (69%)	12 (32%)	10 (25%)	8 (25%)

Τέλος, συγκρίναμε τις εξηγήσεις των μαθητών για την εναλλαγή μέρας/νύχτας στον προέλεγχο και τον μεταέλεγχο χρησιμοποιώντας την κλίμακα αξιολόγησης (1-10). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα παιδιά της πειραματικής ομάδας που διάβασαν το κείμενο με την αναλογία βελτίωσαν σημαντικά τις επιδόσεις τους από τον προέλεγχο στον μεταέλεγχο [$W(1,149)=3744.000; p<.001; \eta^2=0.366$] (βλ. Γράφημα 1). Στην περίπτωση της ομάδας ελέγχου οι διαφορές στις επιδόσεις από τον προέλεγχο στον μεταέλεγχο δεν ήταν στατιστικά σημαντικές [$W(1,149)=6695.000; n.s.$].

Γράφημα 1: Μέσος όρος επίδοσης των μαθητών σε προέλεγχο και μεταέλεγχο σε συνάρτηση με το είδος κειμένου



Μία προσεκτική ματιά στα αποτελέσματά μας έδειξε ότι τα παιδιά της ομάδας ελέγχου που διάβασαν το κείμενο χωρίς την αναλογία φαίνεται ότι προσπάθησαν να αλλάξουν τις αρχικές τους εξηγήσεις στον μεταέλεγχο, αλλά έδιναν εξηγήσεις που στερούνταν επεξηγηματικής αξίας –είτε έδιναν ελλειπείς εξηγήσεις του φαινομένου λέγοντας ότι η Γη κινείται χωρίς όμως να προσδιορίζουν τον τρόπο με τον οποίο κινείται, είτε έδιναν μικτές μη-συνεκτικές εξηγήσεις λέγοντας ότι κινείται η Γη αλλά ταυτόχρονα κινείται ο Ήλιος και το Φεγγάρι. Επίσης υπήρχαν και παιδιά της ομάδας ελέγχου που άλλαζαν τη λεκτική τους απάντηση στον μεταέλεγχο, αδυνατούσαν όμως να αλλάξουν το σκίτσο τους ώστε να συμβαδίζει με το περιεχόμενο της λεκτικής εξήγησης, γεγονός που οδήγησε σε μία ασυνέπεια ανάμεσα σε αυτό που έλεγαν και αυτό που ζωγράφιζαν (βλ. Πίνακας 3). Τέτοιες ασυνέπειες δεν βρέθηκαν στις απαντήσεις των παιδιών της πειραματικής ομάδας που διάβασαν το κείμενο με την αναλογία, τα οποία κατά βάση αντικαθιστούσαν την αρχική τους εξήγηση με μία συνεκτική επιστημονική ή εναλλακτική εξήγηση του φαινομένου.

Πίνακας 3: Παραδείγματα αλλαγών από τον προέλεγχο στον μεταέλεγχο

Στράτος, 3 ^η τάξη, Ομάδα ελέγχου (κείμενο χωρίς αναλογία)	
Προέλεγχος	Μεταέλεγχος
<p>«Στην ημέρα είναι φωτεινά και την νύχτα είναι σκοτεινά. Την ημέρα είσαι ξύπνιος και την νύχτα κοιμάσαι.»</p>	<p>«Η Γη γυρνάει γύρω-γύρω και εκεί που είναι μέρα γίνεται νύχτα και εκεί που είναι νύχτα γίνεται μέρα.»</p>
Κωνσταντίνος, 3 ^η τάξης, Πειραματική ομάδα (κείμενο με αναλογία)	
Προέλεγχος	Μεταέλεγχος
<p>«Όταν ο Ήλιος είναι ψηλά στον ουρανό, η Γη γυρίζει. Μετά ο Ήλιος κατεβαίνει και βλέπουμε το Φεγγάρι, και τότε γίνεται νύχτα.»</p>	<p>«Η γη γυρίζει γύρω από τον εαυτό της και όπως γυρίζει ο Ήλιος φωτίζει στο άλλο μέρος, και τότε σε μας γίνεται νύχτα. Ο Ήλιος είναι στο ίδιο μέρος. Δεν κινείται. Και το Φεγγάρι δεν παίζει κανένα ρόλο.»</p>

4. Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας επιβεβαίωσαν τις αρχικές μας υποθέσεις. Τα παιδιά που διάβασαν το κείμενο με την αναλογία μπόρεσαν να ανακαλέσουν μεγαλύτερο αριθμό πληροφοριών σε σύγκριση με τα παιδιά που διάβασαν το κείμενο χωρίς την αναλογία. Επίσης από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι τα παιδιά και από τις δύο πειραματικές συνθήκες παραποίησαν τις πληροφορίες του κειμένου που διάβασαν, αλλά λιγότερες παραποιήσεις νοήματος σημειώθηκαν στην ανάκληση του κειμένου με την αναλογία, κάτι που υποδηλώνει καλύτερη κατανόηση της επιστημονικής εξήγησης στην ομάδα της αναλογίας.

Δύο είναι οι πιθανοί λόγοι για τους οποίους ενδεχομένως οι μαθητές της πειραματικής ομάδας παραποίησαν τις πληροφορίες του κειμένου με την αναλογία. Ο ένας λόγος έχει να κάνει με την αδυναμία της αναλογίας να εξηγήσει το ρόλο του φεγγαριού στην εναλλαγή μέρας/νύχτας. Ο άλλος λόγος έγκειται στο ρόλο της αρχικής προϋπάρχουσας γνώσης, η οποία μπορεί να σταθεί εμπόδιο στην κατανόηση της αναλογίας.

Οι μαθητές της πειραματικής ομάδας με την αναλογία έδειξαν καλύτερη κατανόηση της επιστημονικής εξήγησης, καθώς οδηγήθηκαν στην αναδόμηση των αρχικών εξηγήσεων τους κατασκευάζοντας μοντέλα πιο κοντά στο επιστημονικό, που χαρακτηρίζονταν από εσωτερική συνέπεια, αφού η αλλαγή εντοπιζόταν όχι μόνο στη γραπτή εξήγηση αλλά και στο σκίτσο. Δεν ήταν ανάλογα τα ευρήματα στην περίπτωση των παιδιών της ομάδας ελέγχου, όπου οι μαθητές δεν αναδιοργάνωσαν τις αρχικές τους εξηγήσεις αλλά προσπάθησαν να ενσωματώσουν την επιστημονική πληροφορία στις ήδη υπάρχουσες γνωστικές δομές ή αλλάξαν μόνο τη λεκτική

τους εξήγηση όχι όμως και το σκίτσο, αναδεικνύοντας έτσι την αδυναμία τους να αναδιοργανώσουν τα αρχικά τους μοντέλα και να κατασκευάσουν ένα νέο συνεπές, συνεκτικό μοντέλο.

Τα ευρήματα επιβεβαιώνουν προηγούμενες έρευνες που υποστηρίζουν ότι η μάθηση μέσα από κείμενα βασίζεται κυρίως σε 'συντηρητικούς' μηχανισμούς οι οποίοι οδηγούν στην πρόσθεση ή την αφαίρεση πληροφοριών από τις υπάρχουσες γνωστικές δομές. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία ασυνεπειών στη γνωστική βάση οι οποίες χρειάζονται χρόνο για να διορθωθούν (Vosniadou 2013, Vosniadou & Brewer 1992, 1994). Φαίνεται ότι η χρήση των αναλογιών μπορεί να συμβάλει θετικά σε αυτή τη διαδικασία, υποστηρίζοντας την αρχική υπόθεση ότι οι αναλογίες μπορούν να διευκολύνουν στην κατανόηση των επιστημονικών μη-διαισθητικών πληροφοριών και την αναδιοργάνωση των αρχικών επεξηγηματικών δομών οδηγώντας στη δημιουργία συνεκτικών εξηγήσεων.

Απαραίτητη προϋπόθεση βέβαια σε αυτή τη διαδικασία είναι η κατανόηση της αναλογίας. Η αναλογία πρέπει να είναι απλή και οι σχέσεις μεταξύ των δύο πεδίων που συσχετίζονται πρέπει να δηλώνονται ξεκάθαρα (Clement 2013, Glyn, 1991., Orgill & Bodner 2004). Ακόμα και υπό αυτές τις συνθήκες βέβαια, ενδεχομένως η αναλογία να μην είναι ιδιαίτερος αποτελεσματική αν οι μαθητές δεν έχουν την απαραίτητη προϋπάρχουσα γνώση. Τέλος, κρίνεται σημαντικό να λαμβάνεται υπόψιν το είδος της εξήγησης που πρέπει να διδαχθεί στους μαθητές. Αν η πληροφορία είναι μη-διαισθητική και κρίνεται από τους μαθητές σχεδόν απίθανη, τότε ίσως η αναλογία από μόνη της να μην μπορεί να συμβάλει στην κατανόηση της εξήγησης. Σε τέτοιες περιπτώσεις κρίνεται απαραίτητο να χρησιμοποιούνται αναλογίες σε συνδυασμό με κείμενα τα οποία θέτουν υπό αμφισβήτηση τις υπάρχουσες γνώσεις των μαθητών και αναδεικνύουν την εγκυρότητα και την εφαρμοσιμότητα της επιστημονικής εξήγησης (βλ. Clement, 2013).

5. Βιβλιογραφία

- Carey, S. (1985). *Conceptual change in childhood*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Chiu, M. H. & Lin, J. W. (2005). Promoting fourth graders' conceptual change of their understanding of electric current via multiple analogies. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(4), 429-464.
- Clement, J. (1993). Using Bridging Analogies and Anchoring Intuitions to Deal with Student's Preconceptions in Physics, *Journal of Research in Science Teaching*, 30(10), 1241-1257.
- Clement, J. (2013). Roles for Explanatory Models and Analogies in Conceptual Change. In S. Vosniadou (Ed.) *International Handbook of Research on Conceptual Change (2nd Edition)* (412-446), New York: Routledge.
- Dagher, Z. (1994). Does the use of analogies contribute to conceptual change? *Science education*, 78, 601-614.
- Dole, J. A. (2000). Readers, texts and conceptual change learning. *Reading and Writing Quarterly*, 16, 99-118.
- Duit, R., Roth, W., Komorek, M. & Wilbers, J. (2001). Fostering Conceptual Change by Analogies - Between Scylla and Carybdis. *Learning and Instruction*, 11, 283-303.
- Gelman, R. (1991). Epigenetic foundations of knowledge structures: Initial and transcendent constructions. In S. Carey & R. Gelman (Eds.), *The epigenesis of mind: Essays on biology and cognition* (293-322). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Gentner, D. & Gentner, D. (1983). Flowing waters or teeming crowds: Mental models of electricity. In D. Gentner & A. Stevens (Eds.), *Mental models* (99-129). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

- Gentner, D. & Markman, A. B. (1994). Structural alignment in comparison: No difference without similarity. *Psychological Science*, 5(3), 152-158.
- Gilbert, S. (1989). An evaluation of the use of analogy, simile, and metaphor in science texts. *Journal of Research in Science Teaching*, 26, 315-327.
- Glynn, S.M. (1991). Explaining Science Concepts: A Teaching- With-Analogies Model. In S.W. Glynn, R.H. Yeany and B.K. Briton (Eds.), *The Psychology of Learning Science* (219-240). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Holyoak, K. J. (1985). The pragmatics of analogical transfer. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation*, 19, (pp. 59-87). New York:
- Kendeou, P. & van den Broek, P. (2005). The effects of readers' misconceptions on comprehension of scientific text, *Journal of Educational Psychology*, 97, 235-245.
- Orgill, M. & Bodner, G. (2004). What research tells us about using analogies to teach chemistry. *Chemistry Education: Research and Practice*, 5, 15-32.
- Vosniadou, S. (1989). Analogical reasoning as a mechanism in knowledge acquisition: A developmental perspective. In S. Vosniadou & A. Ortony (Eds.), *Similarity and analogical reasoning*, (413-437). Port Chester, NY: Cambridge University Press.
- Vosniadou, S. (2013). Conceptual Change in Learning and Instruction: The Framework Theory Approach. In S. Vosniadou (Ed.) *International Handbook of Research on Conceptual Change (2nd Edition)* (11-30), New York: Routledge.
- Vosniadou, S. & Brewer, W.F. (1992). Mental models of the earth. *Cognitive Psychology*, 24, 535-585
- Vosniadou, S. & Brewer, W. (1994). Mental models of the day/night cycle. *Cognitive Science*, 18, 123-183.
- Wiser, M. & Smith, C.L. (2013). Learning and teaching about matter in the middle-school years: How can the atomic-molecular theory be meaningfully introduced? In S. Vosniadou (ed.) *The International Handbook of Conceptual Change (2nd Edition)*. New York: Routledge.