



## Δια-ηλικιακή μελέτη πραγματοποίησης προβλέψεων σε πρωτόγνωρες-νέες καταστάσεις

Νικόλαος Φώτου<sup>1</sup>, Ian Abrahams<sup>2</sup>

<sup>1</sup>College of Social Sciences, School of Education, The University of Lincoln, <sup>2</sup>School of Education, The University of Roehampton

### Περίληψη

Το παρόν άρθρο βασίζεται σε μία έρευνα που σαν σκοπό είχε την διερεύνηση της συλλογιστικής πορείας που μαθητές διαφόρων ηλικιών ακολουθούν ώστε να προβούν σε προβλέψεις καταστάσεων που καλούνται να αντιμετωπίσουν για πρώτη φορά. Εδώ, γίνεται αναφορά στα αποτελέσματα της έρευνας αυτής όσον αφορά τη συγκριτική μελέτη της συλλογιστικής που ακολουθήθηκε και της συμβατότητας των προβλέψεων με την επιστημονική άποψη. Διεξήχθησαν συνεντεύξεις ομάδων εστίασης και συμπλήρωση ενός ερωτηματολογίου με μαθητές από πέντε διαφορετικές ηλικιακές ομάδες από την πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια ελληνική εκπαίδευση. Τα αποτελέσματα κατέδειξαν την σημαντικότητα της αναλογιστικής συλλογιστικής στην πραγματοποίηση των προβλέψεων, οι οποίες, ωστόσο, στις περισσότερες των περιπτώσεων ήταν σε αντίθεση με την επιστημονική άποψη.

**Λέξεις-κλειδιά:** Αναλογιστική συλλογιστική, Πρωτόγνωρες-νέες Καταστάσεις, Πραγματοποίηση προβλέψεων

## A cross-age study of students' predictions in novel situations

Nikolaos Fotou<sup>1</sup>, Ian Abrahams<sup>2</sup>

<sup>1</sup>College of Social Sciences, School of Education, The University of Lincoln, <sup>2</sup>School of Education, The University of Roehampton

### Abstract

This paper reports on a study that examined the reasoning students across a wide range of age followed in order to make predictions in situations they had not considered before being asked about. Here, a cross-age comparison of the reasoning followed and whether the predictions made were compatible with the scientific account is presented. The data reported were drawn from focus groups and a questionnaire that Greek students from primary and secondary education were asked to fill in. The findings indicated the importance of analogies in students' prediction-making which, however, in most of the cases led them to prediction incompatible with the scientific account.

**Keywords:** Analogical reasoning, Novel Situations, Prediction-making



## 1. Εισαγωγή

Το ενδιαφέρον για τις αναλογίες ως εργαλεία διδασκαλίας ανάγεται στην εποχή του Πλάτωνα και του Αριστοτέλη. Από τότε μέχρι και σήμερα, εκτενής έρευνα στο θέμα αυτό έχει αναδείξει τον σημαντικό ρόλο των αναλογιών στην μάθηση φυσικών εννοιών και την κατανόηση φυσικών φαινομένων τόσο από μαθητές όσο και από ενήλικους (Goswami, 1991).

Στα πλαίσια μιας εποικοδομητικής προσέγγισης (constructivism) της μάθησης, η διαδικασία περιλαμβάνει την αναζήτηση για ομοιότητες μεταξύ του άγνωστου και του οικείου, μεταξύ του νέου και του ήδη γνωστού (Kim & Choi, 2003). Ως εκ τούτου, εκτός από το να είναι χρήσιμες ως ένα εργαλείο διδασκαλίας, οι αναλογίες είναι επίσης πολύτιμες σαν εργαλεία λογικής και κατανόησης. Μία συλλογιστική και ένας τρόπος σκέψης βασιζόμενος σε αναλογίες οδηγεί στην καλύτερη κατανόηση μιας νέας κατάστασης μέσω ομοιοτήτων (αν και αυτές οι ομοιότητες δεν είναι πάντα εκείνες που θα τους οδηγήσουν στην κατανόηση της επιστημονικά ορθής άποψης) μεταξύ αυτής της καινούριας-πρωτόγνωρης και άρα άγνωστης κατάστασης με μια πιο οικεία.

Παρόλη την πληθώρα ερευνών που μελέτησαν την αποτελεσματικότητα των αναλογιών στην κατανόηση νέων φαινομένων, αυτές εστιάζουν κυρίως σε αναλογίες οι οποίες δημιουργούνται είτε από ερευνητές στα πλαίσια ερευνητικών διαδικασιών είτε από εκπαιδευτικούς κατά την εκπαιδευτική διαδικασία και διατίθενται στους μαθητές ώστε οι τελευταίοι να τις χρησιμοποιήσουν (τις περισσότερες φορές με την βοήθεια των δημιουργών των αναλογιών αυτών) για να κατανοήσουν την νέα έννοια/φαινόμενο με βάση μία ήδη γνωστή κατάσταση. Δεν έχει ερευνηθεί στον ίδιο βαθμό ωστόσο, η δυνατότητα των μαθητών να δημιουργήσουν τις δικές τους αναλογίες και πολύ περισσότερο ο συσχετισμός τους με λανθασμένες σε σχέση με την επιστημονική άποψη ιδέες (*misconceptions*). Ως εκ τούτου, θεωρήθηκε αναγκαίο να μελετηθούν οι αναλογίες που οι ίδιοι μαθητές δημιουργούν στην προσπάθειά τους να κατανοήσουν καταστάσεις που δεν τους είναι οικείες σε συνδυασμό με πιθανές παρανοήσεις στις οποίες οδηγούνται μέσα από τις αναλογίες αυτές.

Στο άρθρο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα μιας μελέτης που, μεταξύ άλλων, διερεύνησε το βαθμό στον οποίο μαθητές διαφορετικών ηλικιών δημιουργούν και χρησιμοποιούν αναλογίες για την κατανόηση πρωτόγνωρων-νέων καταστάσεων και την πραγματοποίηση προβλέψεων.

### Θεωρητικό Πλαίσιο

Συνήθως, σε μία αναλογία, η έννοια ή κατάσταση/φαινόμενο που επιχειρείται να κατανοηθεί είναι ο στόχος (*target*), ενώ η γνωστή και οικεία έννοια ή κατάσταση στη βάση της οποίας θα εποικοδομηθεί η κατανόηση του στόχου αποκαλείται βάση (*base*). Το εργαλείο συσχέτισης, προσομοίωσης ή παρομοίωσης των δύο καταστάσεων είναι η αναλογία (*analogy*), όπως αυτή περιγράφεται στο παρακάτω διάγραμμα (Διάγραμμα 1).

Στις αναλογίες, οι ομοιότητες που μοιράζονται ο στόχος με τη βάση καθιστούν τις δύο αυτές καταστάσεις από αρκετά όμοιες μέχρι πανομοιότυπες. Οι ομοιότητες αυτές μπορεί να σχετίζονται με κοινά χαρακτηριστικά και οντότητες ή με διαδικασίες που συναντώνται και στις δύο καταστάσεις και μπορούν να αντιστοιχηθούν από τη βάση στον στόχο. Μία συνηθισμένη περίπτωση αντιστοίχισης κοινών διαδικασιών αποτελεί η ροή νερού (ή άλλων ρευστών) μέσα από υδραυλικούς σωλήνες/λάστιχα σε αναλογία με τη ροή ηλεκτρικού ρεύματος μέσα από μεταλλικούς αγωγούς και σύρματα (και στις δύο περιπτώσεις υπάρχει ροή), ενώ ένα τυπικό παράδειγμα αντιστοίχισης χαρακτηριστικών είναι το ηλικικό



σύστημα ως αναλογία για το πλανητικό μοντέλο της ατομικής δομής (ομοιότητες στις τροχιές μεταξύ των ηλεκτρονίων γύρω από τον ατομικό πυρήνα και των πλανητών γύρω από τον Ήλιο).

**Διάγραμμα 1:** Η λειτουργία των αναλογιών.



*Αυθόρμητη (Spontaneous Analogy) και Αυτοδημιούργητη Αναλογία (Self-generated Analogy)*

Στα πλαίσια της παρούσας έρευνας, ο όρος αυθόρμητα δημιουργούμενη, ή πιο απλά αυθόρμητη αναλογία (*spontaneous analogy*), χρησιμοποιείται για να δηλώσει εκείνη την αναλογία που δημιουργείται από τους μαθητές σε αντίθεση με περιπτώσεις όπου αυτή τους παρουσιάζεται και θα πρέπει να την χρησιμοποιήσουν ώστε να κατανοήσουν μια νέα έννοια, κατάσταση ή φαινόμενο. Ομοίως, μια αυτοδημιούργητη αναλογία (*self-generated analogy*) έχει την έννοια μιας αναλογίας που δημιουργείται μεν από τους μαθητές τους ίδιους, αλλά στην περίπτωση αυτή ενδέχεται να τους ζητείται να δημιουργήσουν μια αναλογία. Με άλλα λόγια μία αυθόρμητη αναλογία είναι πάντα αυτοδημιούργητη, με τους μαθητές να προβαίνουν στη δημιουργία της χωρίς να τους ζητηθεί, ενώ μια αυτοδημιούργητη αναλογία, αν και δημιουργούμενη από τους ίδιους τους μαθητές και σε αυτή την περίπτωση, είναι αποτέλεσμα εναύσματος που τους δίδεται.

Ο Clement (1988) εντόπισε τρεις τρόπους ή διεργασίες για την παραγωγή αναλογιών μέσω: α) μιας τυπικής αρχής όπου η αναγνώριση του στόχου ως παράδειγμα της αρχής αυτής ή κάποιας εξίσωσης έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία μιας ανάλογης κατάστασης ως ένα άλλο παράδειγμα της αρχής ή εξίσωσης αυτής (*generation via a formal principle*), β) μετασχηματισμού όπου μια βάση δημιουργείται με την τροποποίηση ορισμένων χαρακτηριστικών του στόχου (*generation via transformation*), γ) συσχετίσεως όπου μια ανάλογη κατάσταση-βάση ανακαλείται από τη μνήμη, η οποία αν και διαφέρει σε πολλές απόψεις από την στόχο, εξακολουθεί να έχει σημαντικά παρόμοια χαρακτηριστικά (*generation via association*).

## 2. Μεθοδολογία Έρευνας

### *Δείγμα της Έρευνας*

Δείγμα της έρευνας αποτελέσαν μαθητές από την πρώτη και δεύτερη βαθμίδα του ελληνικού εκπαιδευτικού συστήματος. Το δείγμα περιλάμβανε 37 και 31 μαθητές από την πρωτοβάθμια εκπαίδευση ηλικίας 8-9 και 10-11 αντίστοιχα, ενώ από την δευτεροβάθμια εκπαίδευση συμμετείχαν 29, 35 και 34 ηλικίας και 11-12, 12-13 και 16-17 αντίστοιχα. Τόσο τα σχολεία όσο και ο αριθμός των μαθητών επιλέχθηκαν για να εξασφαλίσουν ένα δείγμα που θα ήταν, από άποψη μεγέθους, ικανότητας



των μαθητών και κοινωνικοοικονομικού υπόβαθρου, σε γενικές γραμμές αντιπροσωπευτικό του συνόλου του μαθητικού πληθυσμού στην γεωγραφική περιοχή της κεντρικής Ελλάδας όπου διεξήχθη η έρευνα.

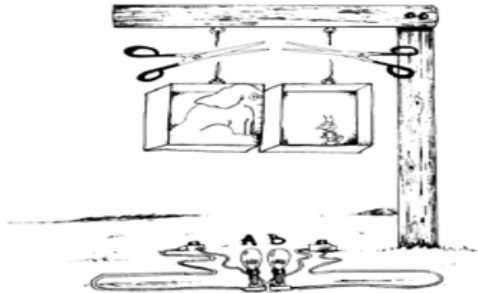
### Ερευνητικό Εργαλείο

Οι καταστάσεις στις οποίες οι μαθητές κλήθηκαν να κάνουν μια πρόβλεψη ήταν πρωτόγνωρες ή νέες, υπό την έννοια ότι δεν τους είχε ζητηθεί ποτέ προηγουμένως να σκεφτούν ή να προβούν σε προβλέψεις σχετικά με αυτές (παρόλο που αυτή δεν ήταν απαραίτητη προϋπόθεση).

Όλες οι καταστάσεις παρουσιάστηκαν στους μαθητές σε εικονογραφική μορφή για να αποφευχθεί η οποιοδήποτε είδους καθοδήγηση όσον αφορά την πραγματοποίηση μιας συγκεκριμένης πρόβλεψης από εκείνες που περιλαμβάνονται στις επιλογές που συνόδευαν τις εικονογραφημένες καταστάσεις αυτές. Με τις εικόνες να έχουν τη δυνατότητα να τραβούν την προσοχή των μαθητών και να αυξάνουν τις πιθανότητες ενασχόλησης τους με αυτές (Karlan & Howes, 2004; Miles, Karlan & Howes, 2007), η εικονογραφική προσέγγιση των ερωτήσεων θεωρήθηκε σημαντική για την διενέργεια μελέτης σε ένα τόσο ευρύ φάσμα ηλικιών. Επίσης ο συνδυασμός τους με τη χρήση ερωτήσεων ανοικτού τύπου και πολλαπλών επιλογών έχει τη δυνατότητα να μειώσει την ασάφεια τόσο των ερωτήσεων όσο και των απαντήσεων σε αυτές (Bock & Milz, 1977).

Παραδείγματα των ερωτήσεων φαίνονται παρακάτω (Εικόνες 1, 2 & 3). Σε ένα ξεχωριστό φύλλο, οι μαθητές κλήθηκαν να εξηγήσουν την πρόβλεψή τους («τι σε κάνει να το πιστεύεις αυτό;» ή/και «τι σε οδήγησε στην απάντησή αυτή;»).

**Εικόνα 1.** Πρωτόγνωρη κατάσταση βαρύτητας-βάρους



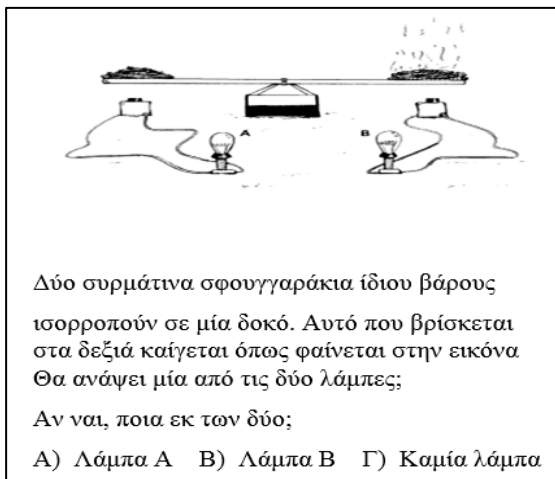
Αν τα σχοινιά της εικόνας κοπούν την ίδια στιγμή, οι λάμπες θα ανάψουν ταυτόχρονα ή μία εξ αυτών πρώτη;

A) Και οι δύο ταυτόχρονα                      B) Η λάμπα Α πρώτη                      Γ) Η λάμπα Β πρώτη

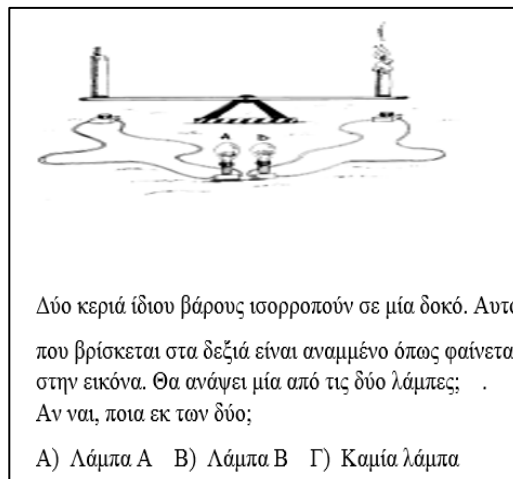
Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.



**Εικόνα 2:** Πρωτόγνωρη κατάσταση φλεγόμενου  
συρμάτινου σφουγγαριού



**Εικόνα 3:** Πρωτόγνωρη κατάσταση αναμμένου  
κεριού



### Διαδικασία συλλογής δεδομένων

Η διαδικασία συλλογής δεδομένων διήρκεσε περίπου οχτώ ώρες για την κάθε ηλικιακή ομάδα μαθητών. Κατά την πρώτη ώρα μοιράσθηκαν τα ερωτηματολόγια και ζητήθηκε από τους μαθητές να τα συμπληρώσουν επί τόπου χωρίς να τους δοθεί κάποια βοήθεια σχετικά με τις ερωτήσεις<sup>28</sup>. Αμέσως μετά την συμπλήρωση του ερωτηματολογίου, οι μαθητές χωρίστηκαν σε δύο ομάδες των πέντε ατόμων και εν συνεχεία διενεργήθηκε η ομαδική συνέντευξη η οποία διήρκεσε μισή ακόμη ώρα για κάθε ομάδα των πέντε ατόμων. Ο λόγος που οι δύο φάσεις διεκπεραιώθηκαν άμεσα η μια μετά την άλλη ήταν ώστε οι μαθητές να μην έχουν το χρόνο και τη δυνατότητα να συζητήσουν μεταξύ τους τις απαντήσεις που είχαν δώσει, διατηρώντας έτσι την αυθεντικότητα και τον αυθορμητισμό των προβλέψεων στις πρωτοφανείς-νέες καταστάσεις.

Οι συνεντεύξεις υιοθέτησαν μια προσέγγιση κλινικής συνέντευξης (Clement, 2000) στην οποία οι συμμετέχοντες κάθονταν γύρω από τραπέζια και ο ερευνητής τους ρωτούσε για τις προβλέψεις που έκαναν στις πρωτόγνωρες-νέες καταστάσεις όπως επίσης και να εξηγήσουν περαιτέρω, αν χρειαζόταν, τι τους οδήγησε στο να κάνουν την επιλογή τους. Παρόλο που οι ερωτήσεις δεν ήταν τυποποιημένες, μερικές βασικές ερωτήσεις όπως «γιατί νομίζετε ότι αυτό θα συμβεί;», «τι σε κάνει να το σκεφτείς αυτό;», «τι σε οδήγησε στην απάντηση αυτή;» ή ακόμη «γιατί νομίζετε ότι η πρόβλεψή σας είναι η σωστή;» χρησιμοποιήθηκαν σαν οδηγός στις ομαδικές συνεντεύξεις. Αυτή η μέθοδος ημι-δομημένης συνέντευξης χρησιμοποιήθηκε για να μπορέσει ο διεξάγων την συνέντευξη ερευνητής να προσαρμόζει ή να αλλάζει τις επόμενες κατά σειρά ερωτήσεις με βάση των εξηγήσεων των μαθητών σχετικά με τις επιλογές τους. Ο στόχος ήταν να παρακινηθούν οι μαθητές να εξηγήσουν περαιτέρω τι τους οδήγησε να επιλέξουν τις απαντήσεις τους στις ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής.

<sup>28</sup> Στην δεύτερο μέρος του ερωτηματολογίου (ερώτηση ανοικτού τύπου) που συνόδευε τις εικόνες και τις ερωτήσεις κλειστού τύπου, ζητήθηκε από τους μαθητές να προσθέσουν οποιοδήποτε σχόλιο για τις πρωτοφανείς-νέες καταστάσεις και τυχόν απορίες που είχαν σχετικά με αυτές. Τα σχόλια και οι απορίες αυτές συζητήθηκαν κατά τη διάρκεια των ομαδικών συνεντεύξεων.



### Ανάλυση δεδομένων

Τα στοιχεία του ερωτηματολογίου αναλύθηκαν τόσο ποσοτικά όσο και ποιοτικά. Οι προβλέψεις που έγιναν στο πρώτο μέρος του (εικόνα συνοδευόμενη από την ερώτηση πολλαπλής επιλογής) συγκρίθηκαν μεταξύ των πέντε διαφορετικών ηλικιακών ομάδων, ενώ οι απαντήσεις που δόθηκαν στο δεύτερο μέρος του ερωτηματολογίου (ανοικτού τύπου ερώτηση) εξετάστηκαν ως προς την δημιουργία και χρήση αναλογιών από τους μαθητές στις γραπτές αυτές επεξηγήσεις των προβλέψεων τους. Όλες οι ομαδικές συνεντεύξεις μαγνητοσκοπήθηκαν και στη συνέχεια απομαγνητοφωνήθηκαν κατά λέξη. Όπως και στην περίπτωση των απαντήσεων στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου, τα κείμενα της απομαγνητοφώνησης εξετάστηκαν ως προς την περίπτωση δημιουργίας και χρήσης αναλογιών στη συλλογιστική που οι μαθητές ακολούθησαν για να φθάσουν στις προβλέψεις τους.

### Ανάλυση αναλογιών

Οι αναλογίες που εντοπίστηκαν (τόσο στα ερωτηματολόγια όσο και στις απομαγνητοφωνημένες συνεντεύξεις) αναλύθηκαν με βάση μια τροποποιημένη έκδοση του πλαισίου του Clement (1988), που περιεγράφηκε παραπάνω. Επιπλέον, οι αναλογίες κατηγοριοποιήθηκαν με βάση τον τρόπο με τον οποίο δημιουργήθηκαν κατά τη διαδικασία επεξήγησης των προβλέψεων σε τρεις κατηγορίες: α) σαν άμεσα και αυθόρμητα δημιουργούμενες (*direct spontaneous explanations-DSE*) όπου οι μαθητές αυθόρμητα δημιούργησαν μία αναλογία καθώς αιτιολογούσαν τις προβλέψεις τους, β) που ήταν αποτέλεσμα της προσπάθειας των μαθητών να αναπτύξουν και να αναλύσουν περαιτέρω την αρχική εξήγησή της πρόβλεψής τους (*indirect spontaneous analogies-ISE*) και γ) «υποκινούμενες» αναλογίες που δημιουργήθηκαν από τους μαθητές όταν κλήθηκαν να σκεφτούν συγκεκριμένα ανάλογη με αυτή που τους παρουσιάστηκε στο ερωτηματολόγιο περίπτωση (*prompted indirect explanations-PIE*).

Όσον αφορά την πρώτη κατηγορία, αυτές εντοπίστηκαν ως επί των πλείστων (όπως ήταν αναμενόμενο με βάση τον ορισμό των DSE) στις απαντήσεις που οι μαθητές έδωσαν γραπτώς στις ανοικτού τύπου ερωτήσεις<sup>29</sup>. Αντίθετα, οι τελευταίες δύο κατηγορίες δημιουργίας και χρήσης αναλογιών στην επεξήγηση των προβλέψεων, εντοπίστηκαν στις απομαγνητοφωνημένες ομαδικές συνεντεύξεις.

Οι ιδέες που εκφράστηκαν, οι εξηγήσεις των προβλέψεων καθώς και ο τρόπος δημιουργίας των αναλογιών, η μέθοδος παραγωγής τους και οι ίδιες οι αναλογίες συγκρίθηκαν μεταξύ των πέντε διαφορετικών ηλικιακών ομάδων. Δύο ανεξάρτητοι ερευνητές και ένα ακόμη άτομο μη σχετικό με τη διδακτική θετικών επιστημών και το θέμα της έρευνας ανέλυσαν τα δεδομένα (τις απαντήσεις στο ερωτηματολόγιο και τις απομαγνητοφωνημένες συνεντεύξεις) και κωδικοποίησαν τις απαντήσεις. Περιπτώσεις διαφωνίας σχετικά με την κωδικοποίηση επιλύθηκε μέσω συζήτησης μεταξύ του πρωταρχικού ερευνητή και των αναλυτών αυτών.

<sup>29</sup> Θεωρήθηκε σπάνια, αν όχι απίθανη, η περίπτωση να βρεθούν τέτοιου είδους αναλογίες στις απομαγνητοφωνημένες ομαδικές συνεντεύξεις, αφού μια αυθόρμητα δημιουργούμενη αναλογία προϋποθέτει την αυτόβουλη και χωρίς παρακίνηση δημιουργία και χρήση της. Σε αντίθεση λοιπόν με τις απαντήσεις στις ανοικτού τύπου ερωτήσεις, θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι τόσο η δομή όσο και οι ερωτήσεις που χρησιμοποιήθηκαν κατά την διάρκεια των ομαδικών συνεντεύξεων ήταν παρακινητικές και θα μπορούσαν να δώσουν το έναυσμα, είτε άμεσα είτε έμμεσα, για την δημιουργία και χρήση αναλογιών.



### Ανωνυμία Συμμετεχόντων

Προκειμένου να εξασφαλιστεί η ανωνυμία των μαθητών κατά την παρουσίαση των αποτελεσμάτων, χρησιμοποιούνται εδώ κωδικοί. Οι κωδικοί ξεκινούν με Μ (Μαθητής) και ακολουθούνται από δύο αριθμούς, ένα που υποδεικνύει την ηλικία και έναν που είναι ενδεικτικός της περιπτώσεως που ο μαθητής αυτός αντιπροσωπεύει στο σύνολο του δείγματος (Μαθητής υπ' αριθμόν 1, 2, 3 κλπ.). Έτσι, για παράδειγμα, ο κωδικός Μ9.3 δείχνει ότι ο μαθητής είναι ηλικίας εννέα ετών και ότι κωδικοποιήθηκε ως περίπτωση τρία στα πλαίσια καταγραφής των ερευνητικών δεδομένων.

### 3. Αποτελέσματα

Υπήρξαν πολλές ομοιότητες μεταξύ των προβλέψεων με την πλειοψηφία των μαθητών να επιλέγουν την ίδια απάντηση στην ερώτηση πολλαπλών επιλογών που συνόδευε τις εικονογραφημένες ερωτήσεις. Το 83% των μαθητών έκαναν τις λανθασμένες εκείνες προβλέψεις που ήταν σχετικές με παρανοήσεις που έχουν αναφερθεί στην ήδη υπάρχουσα βιβλιογραφία. Και για τις έξι πρωτόγνωρες-νέες περιπτώσεις μόνο το 15% των προβλέψεων ήταν σωστές. Επίσης, οι μαθητές ηλικίας 8-9 και 10-11 έκαναν τις λιγότερες επιστημονικά ορθές προβλέψεις σε σύγκριση με τους ηλικιακά μεγαλύτερους μαθητές του δείγματος.

Η δημιουργία και χρήση αναλογιών αποτέλεσε την βασική συλλογιστική που, σε ποσοστό 77% του συνολικού δείγματος, οι μαθητές ακολούθησαν τόσο για την κατανόηση όσο και για την διαμόρφωση προβλέψεων στις έξι πρωτόγνωρες-νέες καταστάσεις. Ένα ποσοστό 56% των αναλογιών αυτών δημιουργήθηκαν αυθόρμητα (DSE), 34% ήταν τύπου ISE ενώ το εναπομείναν ποσοστό αφορούσε αναλογίες του τρίτου τύπου (PIE).

Στις περισσότερες των περιπτώσεων οι αναλογίες είτε ήταν πανομοιότυπες είτε μπορούν να χαρακτηριστούν σαν παρόμοιες. Οι μεταξύ τους ομοιότητες αφορούσαν είτε τον τρόπο δημιουργίας τους είτε τα στοιχεία στα οποία οι μαθητές επικεντρώθηκαν και αναγνώρισαν σαν όμοια μεταξύ των πρωτόγνωρων-νέων καταστάσεων και εκείνης της κατάστασης που ανακάλεσαν από την μνήμη τους. Για παράδειγμα, στην απάντηση που ακολουθεί, ο μαθητής δημιούργησε μια αναλογία αλλάζοντας πολύ λίγα χαρακτηριστικά της πρωτόγνωρης κατάστασης βαρύτητας-βάρους έτσι ώστε να χρησιμοποιήσει τον αναλογικό συσχετισμό του στόχου με την βάση στην διαμόρφωση προβλέψεως. Ο μαθητής αυτός, όπως και η πλειονότητα αυτών που επεξήγησαν την πρόβλεψη τους σε αυτή την ερώτηση με αναλογίες, επικεντρώθηκε στη διαφορά μάζας μεταξύ του ελέφαντα και του μυρμηγκιού με την αναλογία να δημιουργείται με απλή αντικατάσταση αυτών των με δύο πιο οικεία αντικείμενα που είχαν επίσης μια εμφανή διαφορά μάζας. Η αναλογία αυτή είναι ενδεικτική περίπτωση δημιουργίας μέσω μετασχηματισμού (transformation) όπως αυτή περιγράφηκε παραπάνω.

Κατά τη γνώμη μου, η λάμπα Α θα ανάψει πρώτα επειδή το αριστερό κιβώτιο έχει μεγαλύτερη μάζα από το δεξί και επομένως εκείνο που έχει μεγαλύτερη μάζα θα πέσει πιο γρήγορα. Είναι σαν να ρίχνουμε από την κορυφή του σπιτιού μας ένα βαράκι και ένα φτερό, το βαράκι πάντα πέφτει πιο γρήγορα. Αυτό συμβαίνει επειδή το βάρος του είναι μεγαλύτερο.

(M12.1)

Το 63% του συνολικού δείγματος ακολούθησαν μια πολύ παρόμοια διαδικασία συλλογιστικής σε αυτή την πρωτόγνωρη-νέα περίπτωση. Η μόνη διαφορά που εντοπίστηκε αφορούσε τους ηλικιακά μικρότερους μαθητές (8-9 και 10-11 χρόνων) οι οποίοι αντί να αντικαθίστουν τον ελέφαντα και το μυρμηγκί με δύο άλλα αντικείμενα, παρείχαν ανάλογες περιπτώσεις δύο άλλων ζώων με διαφορά μάζας



που πέφτουν από το ίδιο ύψος (για παράδειγμα, μια μέλισσα και ένα ρινόκερος, μια μύγα και ένα πρόβατο ή μια μύγα και μια αγελάδα). Ακόμη, υπήρχαν περιπτώσεις όπου μαθητές δημιούργησαν αναλογία ανθρώπων διαφορετικής μάζας (για παράδειγμα, ένας παχύς και ένας αδύνατος, όπως χαρακτηριστικά ανέφερε ένας δωδεκάχρονος) που πέφτουν από ένα δέντρο, μια στέγη ή στη θάλασσα. Με αυτόν τον τρόπο, και ανεξάρτητα από τον τύπο και τον τρόπο δημιουργίας των αναλογιών, η πλειοψηφία των μαθητών κατέληξαν στο ίδιο συμπέρασμα κάνοντας μια εσφαλμένη πρόβλεψη σύμφωνα με την οποία το κιβώτιο με τον ελέφαντα πέφτει γρηγορότερα (ο λαμπτήρας Α ανάβει πρώτα). Ωστόσο, η επιστημονική πρόβλεψη εδώ είναι ότι και οι δύο λαμπτήρες θα ανάψουν ταυτόχρονα με την επιτάχυνση των κιβωτίων σε συνθήκες βαρύτητας να είναι σταθερή και για τις δύο μάζες (μη λαμβάνοντας υπόψη την αντίσταση του αέρα).

Η δημιουργία αναλογιών μέσω μετασχηματισμού και η χρήση τους στις έξι πρωτοφανείς-νέες καταστάσεις κατανέμεται ομοιόμορφα μεταξύ των πέντε διαφορετικών ηλικιακών ομάδων του δείγματος και ήταν η πιο συνηθισμένη μέθοδος για τη δημιουργία αναλογιών μελέτης. Η πλειοψηφία των ανάλογων καταστάσεων ήταν φαινόμενα που οι μαθητές είχαν παρατηρήσει στα αρχικά στάδια της ζωής τους, κάτι που έγινε εμφανές από το γεγονός ότι αρκετοί από τους μεγαλύτερους μαθητές χρησιμοποίησαν τις ίδιες αναλογίες με αυτές των νεότερων.

Περίπου μία στις πέντε αναλογίες που εντοπίστηκαν δημιουργήθηκαν μέσω συσχετισμού (association). Για παράδειγμα, ένας δεκάχρονος μαθητής αιτιολόγησε την απάντησή του στην πρωτόγνωρη-νέα κατάσταση αναμμένου κεριού γράφοντας:

Ας πούμε πως έχεις ένα βρεγμένο σφουγγάρι και ένα στεγνό και προσπαθείς να τα ισορροπήσεις πάνω σε μια δοκό, ο μόνος τρόπος για να το κάνεις είναι να στύψεις το βρεγμένο. Γι' αυτό διάλεξα ότι η λάμπα Α θα ανάψει πρώτα αφού αυτή που βρίσκεται στην πλευρά Α όταν το κερί [πάνω από την λάμπα Β] καεί λιώνει και χάνει το βάρος του, κάτι στάζει όπως και με το βρεγμένο σφουγγάρι.

(M10.2)

Στην περίπτωση αυτή, ο μαθητής επικεντρώθηκε στο στοιχείο του υγρού που στάζει ενώ το κερί είναι αναμμένο και οδηγήθηκε σε μια πρόβλεψη μέσω μιας ήδη προϋπάρχουσας στην μνήμη του κατάστασης, η οποία όμως διέφερε από πολλές απόψεις από την πρωτόγνωρη-νέα κατάσταση (στόχο). Αν και από επιστημονικής απόψεως η συλλογιστική αυτή είναι λανθασμένη καθώς το κερί αν και χάνει μάζα αυτό δεν οφείλεται στις σταγόνες που στάζουν, ο μαθητής οδηγήθηκε σε μία ορθή πρόβλεψη. Ωστόσο η πρόβλεψη αυτή δεν κωδικοποιήθηκε σαν ορθή λόγω της λανθασμένης συλλογιστικής που ακολουθήθηκε (ομοίως δεν καταγράφηκαν σαν ορθές, προβλέψεις που βασίστηκαν σε μη επιστημονικά συμβατές συλλογιστικές). Σύμφωνα με την επιστημονική προσέγγιση της κατάστασης αυτής, σε ένα αναμμένο το κερί, ατμοποιούνται οι υδρογονάνθρακες -παραφίνη- και παράγονται θερμοί ατμοί οι οποίοι αντιδρούν χημικά με το οξυγόνο (καύση). Τα θερμά αέρια ανυψώνονται, κι έτσι το βάρος του εναπομείναντα κεριού είναι μικρότερο από αυτό πριν την καύση.

Παρ' όλα αυτά, υπήρχαν μαθητές που προέβησαν στη σωστή πρόβλεψη σε αυτή την ερώτηση επεξηγώντας τις προβλέψεις δημιουργώντας και χρησιμοποιώντας αναλογίες που θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν ως επιστημονικά συμβατές. Για παράδειγμα, ένας εντεκάχρονος μαθητής αιτιολόγησε την πρόβλεψη του κατά την διάρκεια των ομαδικών συνεντεύξεων λέγοντας:

Επέλεξα τη λάμπα Α για να ανάψει. Είναι σαν εν έχεις ένα χαρτί που αφού καεί, δεν θα έχει το ίδιο βάρος πια, γίνεται πιο ελαφρύ. Νομίζω ότι το ίδιο συμβαίνει και με το κερί, χάνει το βάρος του καθώς καίγεται.

(M11.3)





Ο μαθητής επικεντρώθηκε στο αναμμένο αντικείμενο καταλήγοντας έτσι στο συμπέρασμα ότι τέτοια αντικείμενα χάνουν βάρος κατά την καύση τους (παρόμοια συλλογιστική βασισμένη σε πανομοιότυπες αναλογίες ακολούθησε το 68% του δείγματος). Τόσο η πρόβλεψη όσο και η συλλογιστική αυτή φαίνεται να είναι συμβατή με την επιστημονική άποψη σε αυτή την συγκεκριμένη πρωτοφανή-νέα κατάσταση αναμμένου κεριού. Όπως καταδεικνύει η απάντηση αυτή, υπάρχουν περιπτώσεις όπου οι αναλογίες για την καύση αντικειμένων που απορρέουν από τις καθημερινές τους εμπειρίες όχι μόνο δεν είναι λανθασμένες σε σχέση με τις εμπειρίες αυτές αλλά όπως δείχνει το παραπάνω παράδειγμα μπορούν χρησιμοποιηθούν για την κατανόηση καταστάσεων τις οποίες οι μαθητές δεν έχουν συναντήσει ξανά.

Ενώ η πλειοψηφία των μαθητών χρησιμοποίησε την απορρέουσα από τις εμπειρίες γνώση για τη δημιουργία αναλογιών που οδήγησαν στην κατανόηση της πρωτόγνωρης-νέας κατάστασης του αναμμένου κεριού, η ίδια συλλογιστική πορεία οδήγησε σε μία λανθασμένη πρόβλεψη στην παρόμοια πρωτόγνωρη-νέα κατάσταση φλεγόμενου συρμάτινου σφουγγαριού. Και στις δύο περιπτώσεις οι μαθητές υποστήριξαν ότι πρέπει να υπάρξει μια μείωση στη μάζα ή/και βάρος των αντικειμένων λόγω της καύσης τους. Ενώ αυτό είναι σωστό για την περίπτωση του αναμμένου κεριού, δεν ισχύει στην περίπτωση του συρματένιου σφουγγαριού. Στην περίπτωση του σφουγγαριού από σύρμα, ο σίδηρος αντιδρώντας με το οξυγόνο σχηματίζει οξειδία του σιδήρου τα οποία, σε αντίθεση με τους υδρογονάνθρακες (CO) στην περίπτωση του αναμμένου κεριού, δεν αιωρούνται, κάνοντας έτσι το σφουγγαράκι βαρύτερο από ότι αρχικά.

Πιθανή εξήγηση εδώ είναι ότι, όπως φάνηκε και από τις αναλογίες τους, οι εμπειρίες των μαθητών σχετικά με την καύση υλικών-αντικειμένων περιορίζονται σε εκείνα που περιέχουν άνθρακα. Ενώ λοιπόν υπάρχουν περιπτώσεις στις οποίες οι μαθητές, έχοντας κάνει τις παρατηρήσεις τους σωστά, μπορούν να χρησιμοποιήσουν την εμπειρική αυτή τους γνώση με τέτοιο τρόπο που θα τους οδηγήσει στην κατανόηση νέων φαινομένων, καταστάσεων και εννοιών, η ίδια γνώση είναι αυτή που μπορεί να οδηγήσει σε παρανοήσεις σε άλλες περιπτώσεις.

#### 4. Συμπεράσματα

Η χρήση των ίδιων αναλογιών από τους μαθητές όλων των ηλικιών σε συνδυασμό με τις λανθασμένες προβλέψεις τους υποδεικνύει ότι στις περισσότερες των περιπτώσεων η συλλογιστική αυτή, που ήταν βασισμένη στις καθημερινές τους εμπειρίες, τους οδήγησε σε λανθασμένες προβλέψεις. Ωστόσο, υπήρξαν περιπτώσεις στις οποίες οι αυθόρμητα δημιουργημένες αναλογίες οδήγησαν τόσο σε μία ορθή κατανόηση της πρωτόγνωρης-νέας καταστάσεως όσο και σε μια επιστημονικά ορθή πρόβλεψη.

Οι αυθόρμητες και αυτοδημιούργητες αναλογίες έδειξαν ότι οι μαθητές, στη προσπάθειά τους να κατανοήσουν τις πρωτόγνωρες-νέες καταστάσεις, αναζήτησαν ομοιότητες μεταξύ αυτών (στόχου) και καταστάσεων από τις εμπειρίες τους που θεώρησαν ότι ήταν παρόμοιες. Οι τελευταίες αποτέλεσαν την βάση ώστε να προβούν στις προβλέψεις τους. Μελλοντική έρευνα θα μπορούσε να επικεντρωθεί στη συλλογιστική των μαθητών σε άλλες πρωτόγνωρες-νέες καταστάσεις, διαφορετικές από εκείνες που εξετάστηκαν στην παρούσα μελέτη και επιπλέον σε διάφορες χώρες προκειμένου να διαπιστωθεί ο βαθμός στον οποίο μια τέτοια συλλογιστική στη βάση αναλογιών είναι ένας κοινός τρόπος κατανόησης νέων καταστάσεων και εννοιών.

Τα συμπεράσματα της μελέτης αυτής υποδεικνύουν την αναγκαιότητα διάγνωσης της προηγούμενης γνώσης των μαθητών από πλευράς των εκπαιδευτικών αλλά και της κατανόησης του τρόπου με τον οποίο χρησιμοποιούν την γνώση αυτή σε καταστάσεις που δεν τους είναι οικίες. Επιπλέον, σε συμφωνία με προτάσεις (Pittman, 1999, Wong, 1993) που έχουν γίνει σχετικά με τη χρήση των αναλογιών πέρα από διδακτικούς σκοπούς όπως αυτοί περιεγράφηκαν παραπάνω, η χρήση αυθόρμητων και



αυτοδημιούργητων αναλογιών μπορεί να αξιοποιηθεί ως ένα διαγνωστικό εργαλείο για παρανοήσεις που έχουν οι μαθητές.

## 5. Βιβλιογραφία

- Ball, S. J. (1984). Beachside reconsidered: Reflections on a methodological apprenticeship. In R. G. Burgess (Ed.), *The research process in educational settings: Ten case studies* (pp. 69-96). Lewes: The Falmer Press.
- Bock, M., & Milz, B. (1977). Pictorial context and the recall of pronoun sentences. *Psychological Research*, 39, 203-220.
- Clement, J. (1988). Observed methods for generating analogies in scientific problem solving. *Cognitive Science*, 12(4), 563-586.
- Clement, J. J. (2000). Analysis of clinical interviews: Foundations and model viability. In R. Lesh & A. Kelly (Eds.), *Handbook of research design in mathematics and science education* (pp. 547-589). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Goswami, U. (1991). Analogical reasoning: What develops? A review of research and theory. *Child Development*, 62, 1-22.
- Kaplan, I., & Howes, A., (2004). Seeing through different eyes: Exploring the value of participative research using images in schools. *Cambridge Journal of Education*, 34(2), 143-155.
- Kim, M., & Choi, K. (2003). Access to structural similarity in the analogical problem solving of children. *School Psychology International*, 24(2), pp. 218-231.
- Miles, S., Kaplan, I., & Howes, A. (2007). Using participatory image-based research to inform teaching and learning about inclusion in education. In Hutchings, W., O'Rourke, K., & Powell, N.J. (eds.), *Case Studies: CEEBL supported projects, 2005-6* (pp. 79-89). Manchester: Centre for Excellence in Enquiry Based Learning.
- Pittman, K. M. (1999). Student-generated analogies: Another way of knowing? *Journal of Research in Science Teaching*, 36(1), 1-22.
- Wong, E. D. (1993). Self-generated analogies as a tool for constructing and evaluating explanations of scientific phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(4), 367-380.