

# Πανελλήνιο Συνέδριο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

(2023)

13ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση: Πρακτικά Εκτεταμένων Συνόψεων των Εργασιών

13<sup>ο</sup> ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΚΑΙ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Νέες Τάσεις και Έρευνα στη Μάθηση, τη Διδασκαλία  
και τις Τεχνολογίες στις Φυσικές Επιστήμες

10 - 12 Νοεμβρίου 2023



## Πρακτικά Εκτεταμένων Συνόψεων Εργασιών

Επιμέλεια έκδοσης:

Κωνσταντίνος Θ. Κώτσος, Γεώργιος Σπύλος, Ελευθερία Τσιούρη, Έλλη Γκαλιτέμη, Κωνσταντίνος Γεωργόπουλος, Λεωνίδας Γαβρίλας, Δημήτρης Πανάγου, Κωνσταντίνος Τσουμάνης, Γεωργία Βακαράου



Ιωάννινα  
10 έως 12 Νοεμβρίου 2023



Η ρητή χρήση του μοντέλου Toulmin σε ένα ομαδικό διαλογικό περιβάλλον, και οι επιδράσεις του στην κατανόηση της κατηγορίας συντονισμού «δύναμη»: Μία μελέτη περίπτωσης

Κώστας Ναούμ, Βασίλειος Κόλλιας

doi: [10.12681/codiste.5488](https://doi.org/10.12681/codiste.5488)

# Η ΡΗΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΤΟΥΛΜΙΝ ΣΕ ΈΝΑ ΟΜΑΔΙΚΟ ΔΙΑΛΟΓΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ, ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΟΗΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΥ «ΔΥΝΑΜΗ»: ΜΙΑ ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ

Κώστας Ναούμ<sup>1</sup>, Βασίλης Κόλλιας<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Εκπαιδευτικός Β/θμιας Εκπ/σης, Υποψ. Διδάκτορας ΠΤΔΕ Παν. Θεσσαλίας, <sup>2</sup>Επίκουρος Καθηγητής ΠΤΔΕ Παν. Θεσσαλίας

[knaoum@uth.gr](mailto:knaoum@uth.gr)

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σε αυτήν την εργασία παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την ανάλυση των διαλόγων ομάδων μαθητών της β' γυμνασίου, σε ένα διαλογικό περιβάλλον επιχειρηματολογίας στο μάθημα της φυσικής και στο γνωστικό πεδίο «δύναμη και κίνηση». Το μαθησιακό περιβάλλον προκάλούσε τις διαισθητικές αντιλήψεις και έκανε διδακτική αξιοποίηση του μοντέλου Toulmin (MT) μέσω ενός τεχνήματος με στόχο την ενεργοποίηση μηχανισμών ιδιοανέλιξης κατά Κουάιν (IK) (Carey, 2009). Η μικρογεννητική ανάλυση των διαλόγων βασίστηκε στις θεωρητικές προσεγγίσεις της θεωρίας κατηγορίας συντονισμού (ΘΚΣ) (diSessa & Sherin, 1998). Η ανάλυση ανέδειξε συνυφασμένες διαδικασίες συντονισμού των όρων του τεχνήματος αφενός και των δομών εννοιών κατηγορίας συντονισμού (ΚΣ) αφετέρου, που οδήγησαν στην εννοιολογική εξέλιξη των συγκεκριμένων μαθητών στην έννοια της δύναμης μέσα από τη μεσολάβηση της ΙΚ.

Λέξεις κλειδιά: εννοιολογική αλλαγή στην δύναμη, επιχειρηματολογία, ιδιοανέλιξη (bootstrapping) κατά Κουάιν (IK)

## THE EXPLICIT USE OF THE TOULMIN MODEL IN COLLABORATIVE DIALOGIC ENVIRONMENT, AND ITS EFFECTS ON THE UNDERSTANDING OF THE COORDINATION CLASS “FORCE”: A CASE STUDY

Costas Naoum<sup>1</sup>, Vasilis Kollias<sup>2</sup>

<sup>1</sup>School teacher, PhD candidate at Primary Education Department, University of Thessaly, <sup>2</sup>Assistant Professor at Primary Education Department, University of Thessaly

[knaoum@uth.gr](mailto:knaoum@uth.gr)

## ABSTRACT

*This paper presents the results from the analysis of the dialogues of groups of secondary school students in a dialogic environment of argumentation in the course of physics and in the cognitive field "force and motion". The learning environment evoked intuitive perceptions and made instructional use of the Toulmin model through an artifact aimed at activating the mechanism of Quinian bootstrapping. The microgenetic analysis of the dialogues was based on the theoretical approaches of coordination class theory (CCT) (diSessa & Sherin, 1998). The analysis highlighted intertwined processes of coordination and bootstrapping, which led to students' conceptual improvement in the (concept) coordination class (CS) of force.*

*Keywords:* conceptual change in force, argumentation, Quinian bootstrapping.

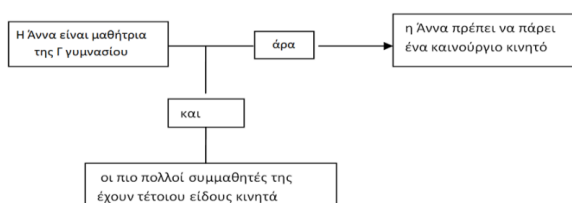
## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σύμφωνα με την τρέχουσα βιβλιογραφία, στη διδακτική των ΦΕ η επιχειρηματολογία μπορεί να αποτελέσει ένα σημαντικό μέσο για την βελτίωση της μάθησης στις φυσικές επιστήμες (Asterhan, 2016· Henderson et al., 2018). Ένα σημαντικό μέρος της ερευνητικής προσέγγισης αυτής της βελτίωσης γίνεται μέσω της εξέτασης της «εννοιολογικής αλλαγής» (Carey, 2009· diSessa, 1993· diSessa & Sherin, 1998). Στην παρούσα έρευνα ακολουθούμε τους θεωρητικούς που ερμηνεύουν την «εννοιολογική αλλαγή» ως «εννοιολογική εξέλιξη», τονίζοντας ότι η εννοιολογική αλλαγή δεν είναι κάτι που έχει μικρή διάρκεια και συμβαίνει απότομα, αλλά χρειάζεται χρόνο και περνάει μέσα από στάδια (Berland, 2017). Για το λόγο αυτό στηριχθήκαμε στη Θεωρία Κατηγορίας Συντονισμού (ΘΚΣ) (diSessa & Sherin, 1998· Levirini & diSessa, 2008) προκειμένου να παρακολουθήσουμε τις επιπτώσεις της επιχειρηματολογίας στην εννοιολογική εξέλιξη. Η ΘΚΣ, υιοθετώντας μια συστημική προσέγγιση, θεωρεί ότι πολλές έννοιες της Φυσικής (με χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτό της δύναμης) ανήκουν σε μια ειδική κατηγορία εννοιών που τις ορίζει ως κατηγορίες συντονισμού (ΚΣ). Η θεωρία αυτή καθορίζει τα δομικά στοιχεία και τα χαρακτηριστικά που πρέπει να έχει μια καλοσχηματισμένη ΚΣ (στρατηγικές εξαγωγής, αιτιακό δίκτυο, ενσωμάτωση, εκτόπιση, εύρος, στοίχιση). Όσον αφορά την ανάγκη στήριξης της μάθησης με συγκεκριμένα μέσα, είναι σημαντική η ερμηνεία της με χρήση ψυχολογικά βάσιμων μηχανισμών. Ως τέτοιο μηχανισμό σε περιπτώσεις εξελικτικής ασυνέχειας μεταξύ δύο εννοιολογικών συστημάτων, ένα αρχικό διαισθητικό σύστημα και ένα περισσότερο βελτιωμένο, όπως είναι το σύστημα των επιστημονικών εννοιών, η Carey (2009) προτείνει την ιδιοανέλιξη κατά Κουάιν (ΙΚ) που αποτελεί τον όρο που προτείνουμε στα Ελληνικά για το Quinian bootstrapping. Σε αυτήν την διαδικασία, εισάγονται νέα νοητικά σύμβολα υποκαταστάτες (placeholders), τα οποία παίρνουν νόημα με τη χρήση τους μέσα σε δομές υποκαταστατών (placeholders structures). Το γενικότερο ερευνητικό ερώτημα στο οποίο εγγράφεται η παρούσα εργασία είναι η ανάδειξη μηχανισμών μέσω των οποίων συγκεκριμένες επιλογές ένταξης του μοντέλου επιχειρηματολογίας Toulmin (MT) (Toulmin, 2003) σε ένα ομαδικό περιβάλλον που ακολουθεί τις αρχές της διαλογικής διδασκαλίας (Ruthven et al., 2011) μπορούν να υποστηρίξουν την εννοιολογική εξέλιξη των μαθητών αναφορικά με την έννοια της «δύναμης». Ειδικότερα αναζητήσαμε αν η ιδιοανέλιξη κατά Κουάιν μπορεί να είναι ένας τέτοιος μηχανισμός, όταν χρησιμοποιείται ένα ειδικά κατασκευασμένο τέχνημα που αποδίδει το MT στοχεύοντας να στηρίξει την εννοιολογική εξέλιξη αναφορικά με την έννοια της δύναμης. Η ΘΚΣ παρείχε στους ερευνητές την δυνατότητα να αποτυπώσουν την εννοιολογική εξέλιξη των μαθητών.

## ΜΕΘΟΔΟΣ

Η παρούσα μελέτη είναι τμήμα μιας έρευνας δράσης που διεξήχθη από τον ένα ερευνητή/διδάσκοντα σε τρία τμήματα της Β γυμνασίου στο μάθημα της φυσικής, στο γνωστικό πεδίο «Κίνηση και δυνάμεις» σε ένα γυμνάσιο ημιαστικής περιοχής της Ελλάδας. Μέρος του συνολικού περιβάλλοντος μάθησης που σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε ήταν η εργασία σε ομαδικό διαλογικό περιβάλλον (Ruthven et al., 2011), αξιοποιώντας ρητά το απλό μοντέλο Toulmin (MT) για την επιχειρηματολογία (Δεδομένα, Εγγύηση, Συμπέρασμα), με αντικείμενο εννοιολογικές ερωτήσεις (Hestenes et al., 1992), που προκαλούσαν τις διαισθητικές αντιλήψεις για την δύναμη.

Σχήμα 1. Απλό μοντέλο Toulmin



Έργο κάθε ομάδας ήταν η κατασκευή ενός επιχειρήματος, όπου δικαιολογούσαν τις επιλογές που έκαναν στις εννοιολογικές ερωτήσεις. Οι απαντήσεις στα εννοιολογικά ερωτήματα και η κατασκευή των επιχειρημάτων γίνονταν σε ένα ομαδικό φύλλο εργασίας με τα εξής χαρακτηριστικά: Α) Το απλό μοντέλο Toulmin (MT) ήταν οπτικοποιημένο έτσι ώστε τα στοιχεία του που είχαμε επιλέξει (Δεδομένα, Εγγυήσεις, Συμπέρασμα) να έχουν χώρο για συμπλήρωση, ενώ υπήρχε χώρος για τη ρητή διατύπωση του συλλογισμού. Β) Το φύλλο εργασίας συνοδευόταν από μια λίστα από πιθανές εγγυήσεις, που είχαν την μορφή συμπερασματικών κανόνων μονής κατεύθυνσης (inference rules) (Chi & VanLehn, 2012). Ένα μέρος των εγγυήσεων ήταν ορθό με βάση τη Νευτώνεια Μηχανική, ενώ άλλες συμφωνούσαν με τις διαισθητικές ιδέες των παιδιών. Στην περίπτωση που παρουσιάζουμε, οι μαθητές μελετούσαν το φαινόμενο του πετάγματος ενός νομίσματος προς τα πάνω, και έπρεπε να εξηγήσουν την μείωση της ταχύτητας του νομίσματος κατά την άνοδο.

Σχήμα 2. Ομαδικό φύλλο εργασίας

Παρουσιάζουμε τα αποτελέσματα από την ποιοτική ανάλυση του διαλόγου (διάρκειας τριάντα λεπτών) μιας ομάδας που αποτελείται από τέσσερα αγόρια με ιδιαίτερα χαμηλή γενική ακαδημαϊκή επίδοση και μειωμένο ενδιαφέρον για το σχολείο. Η ομάδα αυτή παρουσίασε, απροσδόκητα, μία από τις καλύτερες επιδόσεις – σε σχέση με άλλες ομάδες- στην αξιολόγηση της διαλογικής αλληλεπίδρασης (Chi & Menekse, 2015), και πέτυχε σημαντική εννοιολογική βελτίωση με βάση το pre, post ερωτηματολόγιο εννοιολογικής κατανόησης της δύναμης. Θεωρήθηκε λοιπόν ως ιδιαίτερη ευκαιρία για τον εντοπισμό μηχανισμών εννοιολογικής εξέλιξης με τη βοήθεια της επιχειρηματολογίας. Ο διάλογος μαγνητοφωνήθηκε, ενώ βιντεοσκοπήθηκε όλη η τάξη στην διάρκεια της παρέμβασης, ο ερευνητής κατέγραψε τις παρατηρήσεις του, και στη συνέχεια έγινε απομαγνητοφώνηση με παράλληλη μελέτη του βίντεο. Η ανάλυση έγινε χρησιμοποιώντας τη μικρογεννητική ανάλυση (Parnafes & diSessa, 2013), την διαισθητική αίσθηση μηχανισμού (diSessa, 1993) και την ΘΚΣ (Levini & diSessa, 2008), ως ερμηνευτικά στηρίγματα προκειμένου να εντοπισθούν σημεία ιδιαίτερης συμβολής του φύλλου εργασίας και να αναδειχθούν μηχανισμοί που οδήγησαν στη συμβολή αυτή. Οι δύο συγγραφείς υλοποίησαν ανεξάρτητα την ανάλυση και στη συνέχεια κατέληξαν σε συγκλίνουσες ερμηνείες.

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στον διάλογο εμφανίστηκε επεισόδιο εννοιολογικής ασυμμετρίας (incommensurability), όπου οι διαθέσιμες «έννοιες» του διαισθητικού συστήματος ήταν ανεπαρκείς για την εξήγηση του φαινομένου της μείωσης ταχύτητας (Carey, 2009). Η αποτύπωση του MT στο φύλλο εργασίας υποβοήθησε την συνειδητοποίηση της ανάγκης συντονισμού μεταξύ, δεδομένων και εγγύησης από τη μια μεριά, και μεταξύ εγγύησης και συμπεράσματος από την άλλη. Με τον τρόπο αυτό περιορίστηκαν οι εγγυήσεις που θα μπορούσαν να είναι λειτουργικές σε εκείνες που υποστήριζαν αντίστοιχες πράξεις συντονισμού μεταξύ των συνιστωσών της

αναδυόμενης έννοιας ΚΣ «δύναμη». Η ανάδειξη των Δεδομένων στήριξε τη βελτίωση των στρατηγικών εξαγωγής που αφορούν στη δύναμη, καθώς στο τέλος του διαλόγου οι μαθητές «είδαν» ότι στην άνοδο η ταχύτητα μειώνεται, ενώ αρχικά είχαν εξάγει την πληροφορία ότι «το σώμα ανεβαίνει προς τα πάνω και η δύναμη μειώνεται». Επίσης, είχαμε ενδείξεις ότι ο μηχανισμός ιδιοανέλιξης κατά Κουάιν λειτούργησε, με τις εγγυήσεις σε ρόλο δομών υποκαταστάτη, και στήριξε αλλαγές στο αιτιακό δίκτυο της δύναμης (επέκταση, διαφοροποίηση, εκτόπιση) και συνοδευτικές αλλαγές στην έννοια ΚΣ «ταχύτητα». Όσο αφορά στα δυο τελευταία οι μαθητές της ομάδας διαφοροποίησαν την έννοια της μεταβολής ταχύτητας σε αύξηση και μείωση ταχύτητας, συνέδεσαν την δύναμη με τη σταδιακή μείωση της ταχύτητας ενώ εκτοπίστηκε η «δύναμη των μαθητών» από την ταχύτητα.

## **ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Η ιδιοανέλιξη κατά Κουάιν (ΙΚ) μπορεί όντως να χρησιμοποιηθεί, σε συγκεκριμένες περιπτώσεις, για να ερμηνευθεί η αποτελεσματικότητα της επιχειρηματολογίας στην εννοιολογική εξέλιξη των μαθητών αναφορικά με έννοιες ΚΣ της Φυσικής (όπως η δύναμη). Επιπλέον είναι πιθανό ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί προκειμένου να κατευθύνει την επιλογή συγκεκριμένων χαρακτηριστικών που πρέπει να έχουν περιβάλλοντα επιχειρηματολογίας για να είναι αποτελεσματικά στην επίτευξη εννοιολογικής εξέλιξης στη Φυσική.

Με δεδομένο τους περιορισμούς της ποιοτικής έρευνας, υπάρχει η πιθανότητα ύπαρξης και άλλων ερμηνειών που διέφυγαν από τους συγγραφείς, ενώ προτείνεται περαιτέρω έρευνα για αναζήτηση αντίστοιχων ή πρόσθετων μηχανισμών στους διαλόγους άλλων ομάδων.

## **ΑΝΑΦΟΡΕΣ**

- Asterhan, C. S., & Schwarz, B. B. (2016). Argumentation for learning: Well-trodden paths and unexplored territories. *Educational Psychologist, 51*(2), 164-187.
- Berland, L. K., & Russ, R. S. (2017). Conceptual change through argumentation: A process of dynamic refinement. *Converging perspectives on conceptual change*, 180-189.
- Carey, S. (2009). *The origin of concepts*. Oxford University Press.
- diSessa, A. A. (1993). Toward an epistemology of physics. *Cognition and instruction, 10*(2-3), 105-225.
- disessa, A. A., & Sherin, B. L. (1998). What changes in conceptual change? *International journal of science education, 20*(10), 1155-1191.
- Chi, M. T., & VanLehn, K. A. (2012). Seeing deep structure from the interactions of surface features. *Educational psychologist, 47*(3), 177-188.
- Chi, M. T., & Menekse, M. (2015). Dialogue patterns in peer collaboration that promote learning. *Socializing intelligence through academic talk and dialogue*, 263-274.
- Levrini, O., & diSessa, A. A. (2008). How students learn from multiple contexts and definitions: Proper time as a coordination class. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research, 4*(1).
- Henderson, J. B., McNeill, K. L., González-Howard, M., Close, K., & Evans, M. (2018). Key challenges and future directions for educational research on scientific argumentation. *Journal of Research in Science Teaching, 55*(1), 5-18.
- Hestenes, D., Wells, M., & Swackhamer, G. (1992). Force concept inventory. *The physics teacher, 30*(3), 141-158.
- Parnafes, O., & Disessa, A. A. (2013). Microgenetic learning analysis: A methodology for studying knowledge in transition. *Human Development, 56*(1), 5-37.
- Ruthven, K., Hofmann, R., Howe, C., Luthman, S., Mercer, N., & Taber, K. (2011). The epiSTEMe pedagogical approach: Essentials, rationales and challenges. *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics, 31*(2), 131-136.
- Toulmin, S. (2003). *The uses of argument*. Cambridge: Cambridge University Press.