

Η συμβολή μιας διδακτικής παρέμβασης για την εξάτμιση και την υγροποίηση στη δομή των επιχειρημάτων των μαθητών

Περίληψη

Η εργασία διερευνά τη συμβολή μιας διδακτικής παρέμβασης για την εξάτμιση και την υγροποίηση στη δομή των επιχειρημάτων των μαθητών του Γυμνασίου. Αναπτύχθηκε εκπαιδευτικό υλικό για την εξάτμιση και την υγροποίηση βασισμένο στην εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση με χρήση επιστημονικών πρακτικών, το οποίο εφαρμόστηκε σε 19 μαθητές της Β΄ τάξης του Γυμνασίου. Τα δεδομένα της έρευνας αποτέλεσαν οι απαντήσεις (επιχειρήματα) των μαθητών σε ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση. Η ανάλυση των επιχειρημάτων πραγματοποιήθηκε με ένα πλαίσιο που αξιολογεί την επάρκεια των συστατικών στοιχείων τους. Από την ανάλυση των δεδομένων προέκυψε ότι οι μαθητές βελτίωσαν σημαντικά τη δομή των επιχειρημάτων τους.

Abstract

The present study aims at investigating the impact of a teaching intervention for the evaporation and the condensation on the structure of middle school students' arguments. Instructional material was developed for the evaporation and the condensation based on the constructivist approach to learning using scientific practices. This instructional material was tested on 19 middle school students. The survey data was the students' answers (arguments) to questionnaires before and after the teaching intervention. The analysis of arguments was performed with a framework for assessing the sufficiency of their components. The data analysis showed that the students significantly improved the structure of their arguments.

1. Εισαγωγή

Η κατανόηση των ιδεών και των εννοιών των Φυσικών Επιστημών από τους μαθητές εδράζεται στην εμπλοκή τους με επιστημονικές πρακτικές (πρακτικές με τις οποίες εμπλέκονται οι επιστήμονες των Φυσικών Επιστημών καθώς μελετούν και κατασκευάζουν μοντέλα και θεωρίες για τον φυσικό κόσμο) (NRC 2012). Ανάμεσα στις επιστημονικές πρακτικές που έχουν προταθεί συμπεριλαμβάνεται η εμπλοκή σε επιχειρηματολογία που βασίζεται σε αποδεικτικά στοιχεία (NGSS Lead States 2013). Η συγκρότηση επιχειρημάτων μπορεί να συνεισφέρει στην ανάπτυξη της κριτικής σκέψης, στην οικοδόμηση νέας γνώσης και στην καλύτερη κατανόηση της φύσης της επιστημονικής γνώσης από τους μαθητές (Sandoval & Reiser 2004).

Ένα επιχειρήμα αποτελείται από τέσσερα συστατικά στοιχεία (McNeill & Krajcik 2012): (α) ισχυρισμό (claim), που είναι ένα συμπέρασμα το οποίο απαντά σε μία ερώτηση ή ένα πρόβλημα, (β) αποδεικτικά στοιχεία (evidence), τα οποία είναι τα δεδομένα που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό, (γ) συλλογισμό (reasoning), ο οποίος συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό και προβάλλει το λόγο για τον οποίο τα δεδομένα θεωρούνται ως αποδεικτικά στοιχεία που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό με βάση επιστημονικές αρχές και (δ) αντίκρουση (rebuttal), η οποία αιτιολογεί πώς ή γιατί ένας εναλλακτικός ισχυρισμός είναι λανθασμένος.

Η ποιότητα ενός επιχειρήματος εξαρτάται από τη δομή και το περιεχόμενό του (McNeill et al. 2006). Η δομή αναφέρεται στην ύπαρξη και την επάρκεια του ισχυρισμού, των αποδεικτικών στοιχείων, του συλλογισμού και της αντίκρουσης, ανεξάρτητα από το εννοιολογικό τους περιεχόμενο. Το περιεχόμενο ενός επιχειρήματος σχετίζεται με την καταλληλότητα των συστατικών του στοιχείων όταν αυτά εξετάζονται σε σχέση με την επιστημονική γνώση.

Οι μαθητές συνήθως χρησιμοποιούν ακατάλληλα (Jimenez-Aleixandre et al. 2000) ή ανεπαρκή αποδεικτικά στοιχεία (Sandoval & Millwood 2005) για να τεκμηριώσουν τους ισχυρισμούς τους και σπάνια χρησιμοποιούν συλλογισμούς (Songer & Gotwals 2012). Ωστόσο, αν και έχει αναγνωριστεί η σπουδαιότητα της παραγωγής επιχειρημάτων από τους μαθητές, η έρευνα που μελετά τη συμβολή διδακτικών παρεμβάσεων στην ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών είναι περιορισμένη (Erduran et al. 2004, McNeill et al. 2006, Sampson et al. 2013, Yao et al. 2016). Επίσης, δεν εντοπίζονται έρευνες που να εστιάζουν στη διακριτή αξιολόγηση της δομής και του περιεχομένου των επιχειρημάτων των μαθητών.

Η εργασία αυτή αποσκοπεί στη μελέτη της συμβολής μιας διδακτικής παρέμβασης για την εξάτμιση και την υγροποίηση (που βασίζεται στην εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση με χρήση επιστημονικών πρακτικών), στη δομή των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της Β΄ τάξης του Γυμνασίου. Ειδικότερα, η εργασία εστιάζεται στη μελέτη της ύπαρξης και της επάρκειας των ισχυρισμών, των αποδεικτικών στοιχείων και των συλλογισμών των επιχειρημάτων των μαθητών και επιδιώκει να απαντήσει στα ακόλουθα ερευνητικά ερωτήματα:

- (α) Ποια η συμβολή της διδακτικής παρέμβασης στην ύπαρξη και την επάρκεια των ισχυρισμών που περιλαμβάνονται στα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών;
- (β) Ποια η συμβολή της διδακτικής παρέμβασης στην ύπαρξη και την επάρκεια των αποδεικτικών στοιχείων που περιλαμβάνονται στα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών;
- (γ) Ποια η συμβολή της διδακτικής παρέμβασης στην ύπαρξη και την επάρκεια των συλλογισμών που περιλαμβάνονται στα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών;

2. Μεθοδολογία

Η έρευνα διεξήχθη σε δύο φάσεις. Στη πρώτη φάση, συγκροτήθηκε το ερωτηματολόγιο και το εκπαιδευτικό υλικό για την εξάτμιση και την υγροποίηση (πilotική έρευνα). Στη δεύτερη φάση, πραγματοποιήθηκε η εφαρμογή του εκπαιδευτικού υλικού που συγκροτήθηκε, καθώς επίσης και η συμπλήρωση του ερωτηματολογίου από τους μαθητές μια εβδομάδα πριν και δύο εβδομάδες μετά τη διδακτική παρέμβαση (κύρια έρευνα). Στην παρούσα έρευνα συμμετείχαν 19 μαθητές (6 αγόρια και 13 κορίτσια) της Β΄ τάξης του Γυμνασίου Αρχαγγέλου Ρόδου.

Το εκπαιδευτικό υλικό που σχεδιάστηκε για την έρευνα βασίστηκε στην εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση των Φυσικών Επιστημών με χρήση επιστημονικών πρακτικών. Διαμορφώθηκε εκπαιδευτικό υλικό για την εξάτμιση και την υγροποίηση. Το διδακτικό μοντέλο που ακολουθήθηκε για την ανάπτυξη του εκπαιδευτικού υλικού ήταν το μοντέλο 5E των Bybee et al. (2006), που περιλαμβάνει τις ακόλουθες φάσεις: ενεργοποίηση, διερεύνηση, ερμηνεία, εφαρμογή και αξιολόγηση. Στους μαθητές παρουσιάστηκαν και εξηγήθηκαν τα συστατικά στοιχεία ενός επιχειρήματος (ισχυρισμός, αποδεικτικά στοιχεία, συλλογισμός) και συζητήθηκε η αναγκαιότητα συγκρότησης επιχειρημάτων. Σε δραστηριότητες του εκπαιδευτικού υλικού ζητήθηκε από τους μαθητές η παραγωγή επιχειρημάτων που να περιλαμβάνουν ισχυρισμούς, αποδεικτικά στοιχεία και συλλογισμούς (μοντελοποίηση επιχειρημάτων), η αξιολόγηση των επιχειρημάτων τους από τους ίδιους τους μαθητές με τη βοήθεια πλαισίων αξιολόγησης (αυτο-αξιολόγηση επιχειρημάτων) και η εκ νέου παραγωγή βελτιωμένων εκδοχών των επιχειρημάτων τους.

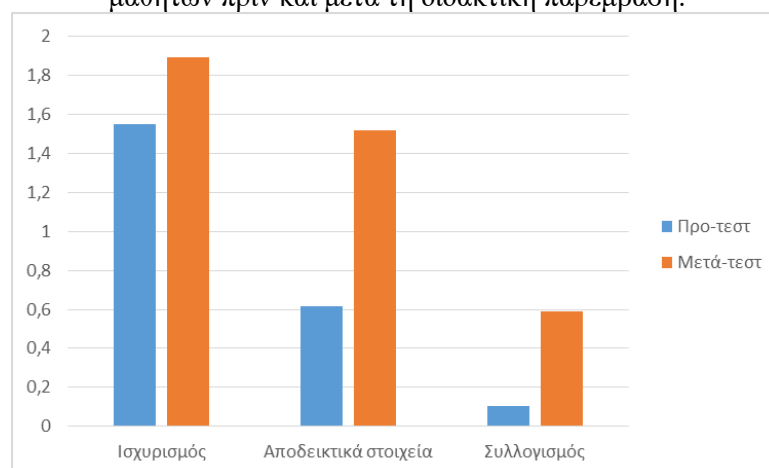
Ως μέσο συλλογής των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το ερωτηματολόγιο. Σε αυτό περιλαμβάνονταν έξι ερωτήσεις που ζητούσαν από τους μαθητές να προβούν σε προβλέψεις και αιτιολογήσεις για θέματα που σχετίζονται με καταστάσεις εξάτμισης και υγροποίησης. Τα δεδομένα της έρευνας απετέλεσαν οι απαντήσεις (επιχειρήματα) των μαθητών στα ερωτηματολόγια. Για την αξιολόγηση της δομής των επιχειρημάτων των μαθητών χρησιμοποιήθηκε ένα πλαίσιο, το οποίο εξετάζει την ύπαρξη και την επάρκεια των συστατικών στοιχείων τους ανεξάρτητα από το εννοιολογικό τους περιεχόμενο (Σκουμιάς &

Χατζηνικήτα 2014). Προσδιορίστηκαν οι μέσες τιμές των επιπέδων των συστατικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση. Για τη μελέτη της ύπαρξης διαφοροποιήσεων ανάμεσα στα επίπεδα των συστατικών στοιχείων των επιχειρημάτων των μαθητών πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση χρησιμοποιήθηκε το t-test.

3. Αποτελέσματα

Στο Σχήμα 1 παρουσιάζονται οι μέσες τιμές των συστατικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση. Προκύπτει ότι υπάρχει μια αύξηση στη μέση τιμή των επιπέδων και των τριών συστατικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση. Ειδικότερα, διαπιστώνεται μια στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση ανάμεσα: (α) στα επίπεδα των ισχυρισμών που προτείνουν οι μαθητές πριν τη διδακτική παρέμβαση ($M=1,55$, $SD=0,76$) και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($M=1,89$, $SD=0,43$), $t(113)=-5,50$, $p<0,0001$, (β) στα επίπεδα των αποδεικτικών στοιχείων που προτείνουν οι μαθητές πριν τη διδακτική παρέμβαση ($M=0,61$, $SD=0,55$) και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($M=1,52$, $SD=0,62$), $t(113)=-29,68$, $p<0,0001$ και (γ) στα επίπεδα των συλλογισμών που προτείνουν οι μαθητές πριν τη διδακτική παρέμβαση ($M=0,11$, $SD=0,36$) και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($M=0,59$, $SD=0,72$), $t(113)=-8,76$, $p<0,0001$.

Σχήμα 1: Οι μέσες τιμές των επιπέδων των συστατικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.



4. Συμπεράσματα

Τα ευρήματα της εργασίας καταδεικνύουν ότι η βελτίωση της δομής των επιχειρημάτων των μαθητών, μέσω της εφαρμογής του εκπαιδευτικού υλικού που συγκροτήθηκε, αναδείχθηκε εφικτή. Συγκρίνοντας τη δομή των επιχειρημάτων πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση προέκυψε ότι οι μαθητές βελτίωσαν σημαντικά τη δομή των επιχειρημάτων τους και ειδικότερα βελτίωσαν την ύπαρξη και την επάρκεια των ισχυρισμών, των αποδεικτικών στοιχείων και των συλλογισμών που περιλαμβάνονται στα επιχειρήματά τους.

Η βελτίωση της δομής των επιχειρημάτων των μαθητών, μπορεί να αποδοθεί στις δραστηριότητες του εκπαιδευτικού υλικού που αναπτύχθηκε. Οι δραστηριότητες αυτές έδιναν τη δυνατότητα στους μαθητές να εξοικειωθούν με τη δομή ενός επιχειρήματος, τους βοηθούσαν στη συγκρότηση επιχειρημάτων και τους υποστήριζαν στην αξιολόγηση των επιχειρημάτων τους. Έχει επισημανθεί ότι οι παραπάνω διαδικασίες συμβάλουν στην βελτίωση της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών (McNeill & Krajcik 2012).

Η εργασία αυτή επικεντρώθηκε αποκλειστικά στη διερεύνηση της δομής των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών. Απαιτείται περαιτέρω έρευνα προκειμένου να μελετηθεί και το

περιεχόμενο των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών και συνεπώς η συνολική ποιότητά τους. Επειδή στην εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε ποσοτική ανάλυση των επιχειρημάτων προτείνεται να πραγματοποιηθεί και ποιοτική τους ανάλυση. Επιπλέον, είναι αναγκαίο να πραγματοποιηθεί αντίστοιχη έρευνα με μαθητές διαφόρων τάξεων της πρωτοβάθμιας και της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Η έρευνα αυτή θα επιτρέψει να μελετηθεί η ανάπτυξη της δεξιότητας των μαθητών να παράγουν ποιοτικά γραπτά επιχειρήματα με την πάροδο του χρόνου, ζήτημα για το οποίο είναι ιδιαίτερα περιορισμένα τα εμπειρικά δεδομένα. Επιπρόσθετα, προτείνεται να πραγματοποιηθεί έρευνα που να μελετά την ποιότητα των προφορικών επιχειρημάτων των μαθητών και να τη συγκρίνει με την ποιότητα των γραπτών τους επιχειρημάτων.

5. Βιβλιογραφία

Σκουμιός, Μ., & Χατζηνικήτα, Β. (2014). Αξιολογώντας τις γραπτές εξηγήσεις των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες. *Φυσικές Επιστήμες στην Εκπαίδευση*, 3, 9-19.

Bybee, R., Taylor, J., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness*. Colorado Springs.

Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004). TAPping into argumentation: developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88(6), 915-933.

Jiménez-Aleixandre, M. P., Rodríguez, A. B. & Duschl, R. A. (2000). "Doing the lesson" or "doing science": Argument in high school genetics. *Science Education*, 84, 757-792.

McNeill, K. L. & Krajcik, J. (2012). *Supporting grade 5-8 students in constructing explanations in science: The claim, evidence and reasoning framework for talk and writing*. New York, NY: Pearson Allyn & Bacon.

McNeill, K. L., Lizotte, D. J, Krajcik, J., & Marx, R. W. (2006). Supporting students' construction of scientific explanations by fading scaffolds in instructional materials. *The Journal of the Learning Sciences*, 15(2), 153-191.

National Research Council (NRC). (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: National Academies Press.

NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. Washington, DC: The National Academies Press.

Sampson, V., Enderle, P., Grooms, J., & Witte, S. (2013). Writing to learn by learning to write during the school science laboratory: Helping middle and high school students develop argumentative writing skills as they learn core ideas. *Science Education*, 97(5), 643-670

Sandoval, W. A., & Millwood, K. A. (2005). The quality of students' use of evidence in written scientific explanations. *Cognition and Instruction*, 23(1), 23-55.

Sandoval, W. A., & Reiser, B. J. (2004). Explanation-driven inquiry: Integrating conceptual and epistemic scaffolds for scientific inquiry. *Science Education*, 88(3), 345-372.

Songer, N. B. & Gotwals, A. W. (2012). Guiding explanation construction by children at the entry points of learning progressions. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(2), 141-165.

Yao, J., Guo, Y., & Neumann, K. (2016). Towards a hypothetical learning progression of scientific explanation. *Asia-Pacific Science Education*, 2(4), 1-17.