

# 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



Η κατανόηση του χημικού δεσμού από μαθητές Α' Λυκείου: Ανάλυση απαντήσεων σε μεταγνωστικές ερωτήσεις

Ελένη Παππά, Ευάγγελος Πύργας, Γεώργιος Τσαπαρλής

doi: [10.12681/codiste.5223](https://doi.org/10.12681/codiste.5223)

## Η ΚΑΤΑΝΟΗΣΗ ΤΟΥ ΧΗΜΙΚΟΥ ΔΕΣΜΟΥ ΑΠΟ ΜΑΘΗΤΕΣ Α΄ ΛΥΚΕΙΟΥ: ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ ΣΕ ΜΕΤΑΓΝΩΣΤΙΚΕΣ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

Ελένη Θ. Παππά<sup>1</sup>, Ευάγγελος Πύργας<sup>1</sup>, Γεώργιος Τσαπαρλής<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Εκπαιδευτικός Β/θμιας Εκπ/σης, Διδάκτορας Παν. Ιωαννίνων, <sup>2</sup>Ομότιμος Καθηγητής  
Χημείας, Παν. Ιωαννίνων, e-mail: [elenpappa@yahoo.gr](mailto:elenpappa@yahoo.gr)

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ένα από τα ζητούμενα της έρευνας ήταν η δυσκολία κατανόησης των δύο ειδών δεσμού που διδάσκονται στην α λυκείου. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε το σχολικό έτος 2012 -2013 σε τρία επαρχιακά γενικά λύκεια. Ζητήθηκε από 66 μαθητές της α λυκείου να απαντήσουν σε μεταγνωστικές ερωτήσεις που αφορούν τον ιοντικό και τον ομοιοπολικό δεσμό. Οι περισσότεροι μαθητές θεώρησαν τον ομοιοπολικό δεσμό δυσκολότερο. Οι απαντήσεις ταξινομήθηκαν σύμφωνα με τις τέσσερις κατηγορίες της μεταγνώσης του Flavell. Οι περισσότερες απαντήσεις ανήκαν στην κατηγορία μεταγνωστικής γνώσης και ακολούθησαν οι απαντήσεις μεταγνωστικής εμπειρίας, ενώ ελάχιστες ταξινομήθηκαν στις κατηγορίες έργα και στόχοι και στρατηγικές ή ενέργειες.

Λέξεις-Κλειδιά: Μεταγνωστική γνώση, Κατηγορίες της μεταγνώσης του Flavell, Χημεία Α΄ Λυκείου, Χημικός δεσμός

## 10<sup>TH</sup>-GRADE GREEK STUDENTS' UNDERSTANDING OF THE CHEMICAL BOND BY ANALYSIS OF ANSWERS TO METACOGNITIVE QUESTIONS

Eleni, Pappa<sup>1</sup>, Evangelos, Pyrgas<sup>1</sup>, Georgios Tsaparlis<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Educational Secondary Education, PhD University of Ioannina, <sup>2</sup>Emeritus Professor of  
Chemistry, University of Ioannina, e-mail: [elenpappa@yahoo.gr](mailto:elenpappa@yahoo.gr)

### ABSTRACT

One of the requests of the research was the difficulty of understanding the two types of bond that are taught in upper secondary school. The research was carried out in the school year 2012-2013 in three provincial upper secondary schools. 66 high school students were asked to answer metacognitive questions concerning ionic and covalent bonding. Most students found covalent bonding more difficult. Responses were classified according to Flavell's four categories of metacognition. Most responses belonged to the metacognitive knowledge category, followed by metacognitive experience responses, while few were classified into the projects and goals and strategies or actions categories.

**Keywords:** Chemical bond, Meta-cognitive knowledge, Flavell's categories of metacognition, Chemistry for upper secondary school

## **ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Η μεταγνώση αναφέρεται στη γνώση που έχουν οι άνθρωποι σχετικά με τις δικές τους γνωστικές λειτουργίες (Flavell, 1979), καθιστώντας τους αυτόνομους στη σκέψη και τη δράση και εξοπλίζοντάς τους με δεξιότητες όπως η σκέψη για το τι ξέρουν, για την αξιολόγηση των γνώσεών τους και την ανάπτυξη δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων. Πιο συγκεκριμένα, η μεταγνώση μπορεί να βοηθήσει τους εκπαιδευομένους να αποκτήσουν τον έλεγχο της μάθησης καθώς διαβάζουν, γράφουν και λύνουν προβλήματα στην τάξη και με αυτόν τον τρόπο παρακολουθούν τη δική τους πρόοδο. Η μεταγνώση συνήθως προηγείται και ακολουθεί η γνώση, με τα δύο να είναι στενά αλληλένδετα.

Το μοντέλο του Flavell για τη μεταγνώση διακρίνει τέσσερις τάξεις φαινομένων και των διασχέσεων τους: (α) *μεταγνωστική γνώση* (metacognitive knowledge, MCK), (β) *μεταγνωστικές εμπειρίες* (metacognitive experiences, MCE), (γ) *έργα και στόχοι* (tasks and goals, T&G), και (δ) *στρατηγικές ή ενέργειες* (strategies or actions, S/A).

## **Η ΕΡΕΥΝΑ**

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε τη σχολική χρονιά 2012–13 από καθηγητές που δίδασκαν σε γενικά λύκεια, δημοσίων σχολείων, τριών επαρχιακών πόλεων. Στην έρευνα συμμετείχαν 66 μαθητές α' λυκείου. Σε γενική σχετική εργασία (Tsaparlis, Pappa και Byers, 2018), μελετήθηκαν τρία δείγματα σπουδαστών: (1) μαθητές α' λυκείου από τρία δημόσια σχολεία (όπως στην παρούσα εργασία), (2) πρωτοετείς φοιτητές χημείας και βιολογίας, και (3) μαθητές α' λυκείου από ένα υψηλού επιπέδου ιδιωτικό σχολείο. Το σκεπτικό για την ένταξη των δύο πανεπιστημιακών τμημάτων και του ιδιωτικού σχολείου ήταν το εξής. (1) Οι φοιτητές ήταν πολύ ενωρίς στην έναρξη των πανεπιστημιακών τους σπουδών, άρα οι γνώσεις τους για τον χημικό δεσμό προέρχονταν από τις σπουδές τους στο λύκειο. (2) Λόγω του γνωστικού αντικειμένου τους (χημεία και βιολογία), είχαν σπουδάσει στο λύκειο τη χημεία ως προχωρημένο μάθημα και η χημεία ήταν μεταξύ των μαθημάτων που εξετάστηκαν στις πανελλαδικές εξετάσεις. Σε άλλη εργασία αυτού του συνεδρίου, αναφερόμαστε στους πανεπιστημιακούς φοιτητές (Πύργας, Παππά και Τσαπαρλής, 2023). Οι μαθητές των δημόσιων λυκείων γενικά εμφάνιζαν περιορισμένες γνώσεις και διέθεταν διάφορες παρανοήσεις για τον χημικό δεσμό, ενώ το ιδιωτικό σχολείο και οι πανεπιστημιακοί φοιτητές είχαν καλύτερες γνώσεις.

Στους μαθητές των δημόσιων σχολείων διδάχθηκε η ενότητα του χημικού δεσμού χρησιμοποιώντας το σχολικό βιβλίο (Λιοδάκης, Γάκης, Θεοδωρόπουλος Δ., Θεοδωρόπουλος Π., & Κάλλης, 2012), σύμφωνα με το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών του Υπουργείου Παιδείας. Το βιβλίο αυτό είχε παραχθεί από το πρώην «Παιδαγωγικό Ινστιτούτο» (το σημερινό: «Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής») και διδάσκεται πανελλαδικά σε όλα τα σχολεία.

Η διδασκαλία πραγματοποιήθηκε από τους καθηγητές που δίδασκαν το μάθημα της χημείας στην τάξη των μαθητών. Μετά την ολοκλήρωση της διδασκαλίας της ενότητας του χημικού δεσμού, οι μαθητές κλήθηκαν να απαντήσουν σε ένα ερωτηματολόγιο για τον χημικό δεσμό.

Οι ερωτήσεις αυτές αποτελούσαν τμήμα ενός μεγαλύτερου ερωτηματολογίου για τον χημικό δεσμό (Παππά, Τσαπαρλής & Byers, 2020, Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018).

## **ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ**

Η ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών στις ερωτήσεις περιελάμβανε δύο στάδια: (i) μια γενική κατηγοριοποίηση των απαντήσεων και (ii) μία ειδική ταξινόμηση σύμφωνα με τις τέσσερις κατηγορίες της μεταγνώσης του Flavell.

Η γενική κατηγοριοποίηση πραγματοποιήθηκε με τη χρήση μιας απαγωγικής μεθοδολογίας. Ο τρίτος συγγραφέας (Γ.Τ.) πραγματοποίησε αρχικά μια κατηγοριοποίηση των απαντήσεων και στη συνέχεια οι κατηγορίες ελέγχθηκαν και συμφωνήθηκαν από την πρώτη συγγραφέα (ΕΠ) και έναν τρίτο ερευνητή της διδακτικής της χημείας (Dr. Bill Byers). Καταγράφηκε η συχνότητα των απαντήσεων σε κάθε κατηγορία. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε η αξιολόγηση ως προς τον μεταγνωστικό χαρακτήρα κατά Flavell από την πρώτη συγγραφέα (Ε.Π.), η οποία είχε εμπειρία σε αυτό το είδος αξιολόγησης (Pappa & Tsaparlis, 2011), πριν ελεγχθεί από τον τρίτο συγγραφέα (Γ.Τ.). Η συμφωνία ήταν της τάξης του 72% και οι αποκλίσεις επιλύθηκαν με συζήτηση και συναίνεση.

## **ΟΙ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΤΙΣ ΔΥΟ ΜΕΤΑΓΝΩΣΤΙΚΕΣ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ**

*Ερώτηση 4: Ποιος δεσμός, ο ιοντικός ή ο ομοιοπολικός, έχει προκαλέσει περισσότερες δυσκολίες για την κατανόησή του; Δηλώστε επίσης την αιτιολόγησή σας.*

Ιοντικός δεσμός (IB): 14/66 (21,2%) / Ομοιοπολικός δεσμός (CB): 45,5% / Και οι δύο ήταν εξίσου δύσκολοι: 4,5% / Κανένας (και οι δύο ήταν εύκολοι): 12,1% / Χωρίς απάντηση: 16,7%.

Σχεδόν οι μισοί μαθητές (45,5%) θεωρούσαν τον ομοιοπολικό δεσμό δυσκολότερο και το 21,2% αναγνώριζαν τον ιοντικό δεσμό δυσκολότερο.

*Ερώτηση 3: Να αναφέρετε 1 ή 2 δυσκολίες που αντιμετωπίσατε κατά τη μελέτη του κεφαλαίου των δεσμών.* Οι απαντήσεις ταξινομήθηκαν σε τέσσερις ομάδες: α) δυσκολίες που αφορούν τη δομή του κεφαλαίου των δεσμών, β) δυσκολίες με συγκεκριμένες έννοιες και θέματα, γ) γενικές παρατηρήσεις σχετικά με τις δυσκολίες ή την έλλειψη δυσκολίας, δ) καμία απάντηση / ταυτολογίες. Στην πρώτη ομάδα κατατάσσονται οι απαντήσεις των 2 από τους 66 (3%) μαθητές. Δεύτερη ομάδα: 30,3%. Τρίτη ομάδα: 42,4%. Τέταρτη ομάδα: 26,2%. Στην περίπτωση της 4<sup>ης</sup> ομάδας σημαντικό ποσοστό μαθητών είναι οι λεγόμενοι «αδιάφοροι» μαθητές. Από τις υπόλοιπες τρεις κατηγορίες προκύπτει το συμπέρασμα ότι η δυσκολία των μαθητών έχει να κάνει κυρίως με τον ομοιοπολικό δεσμό. Οι μαθητές δυσκολεύονταν περισσότερο στην κατανόηση του ομοιοπολικού δεσμού, στον οποίο εμφανίζονται περισσότερες έννοιες ή περισσότερες περιπτώσεις (π.χ. ηλεκτραρνητικότητα, πολωμένος δεσμός, μη πολωμένος δεσμός κ.ά.).

## **ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΡΩΤΟΕΤΩΝ ΦΟΙΤΗΤΩΝ ΜΕ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ Α΄ ΛΥΚΕΙΟΥ**

Όπως αναφέραμε ήδη, οι απαντήσεις των πρωτοετών φοιτητών παρουσιάζονται σε άλλη εργασία αυτού του συνεδρίου (Πύργας, Παππά και Τσαπαρλής, 2023). Βρήκαμε ότι οι χημικοί δεσμοί αποτελούν κάτι πολύ δύσκολο για τους πρωτοετείς φοιτητές (μόλις το 2,7 % δήλωσαν ότι δεν συνάντησαν καμία απολύτως δυσκολία). Το ποσοστό αυτό είναι σημαντικά χαμηλότερο από αυτό των μαθητών της α΄ λυκείου (16,7 %). Επίσης εντύπωση κάνει το γεγονός ότι ένα μεγάλο ποσοστό των φοιτητών (37,0%) δεν απάντησαν στο ερώτημα αυτό. Το αντίστοιχο ποσοστό για τους μαθητές είναι χαμηλότερο (24,2%)! Αν αναζητήσουμε τους λόγους μπορούμε να αναφέρουμε τα εξής:

1. Η έννοια του χημικού δεσμού είναι κάτι πολύ δύσκολο όχι μόνο για τους μαθητές της α΄ λυκείου αλλά ακόμη και για πρωτοετείς φοιτητές (συμπεριλαμβανομένου του Τμήματος Χημείας).
2. Οι φοιτητές δηλώνουν ότι δεν έχουν κατανοήσει ή συναντούν δυσκολίες σε θέματα και έννοιες που διδάχτηκαν ως μαθητές στο λύκειο (ηλεκτραρνητικότητα, δομές Lewis, «κανόνας των οκτώ», κ.ά.). Ένας φοιτητής μάλιστα δηλώνει ως δυσκολία τη διάκριση μετάλλων από τα αμέταλλα (κάτι που το διδάχθηκε από το γυμνάσιο).
3. Σε όλα τα παραπάνω έρχονται να προστεθούν (για τους φοιτητές) δυσκολότερες έννοιες που τις διδάχθηκαν είτε στην γ΄ λυκείου, είτε στο πρώτο έτος της σχολής τους («σ» και «π» δεσμοί, υβριδικά τροχιακά, εξαιρέσεις από τον «κανόνα των οκτώ», κ.ά.).

## **ΑΝΑΦΟΡΕΣ**

Λιοδάκης Σ., Γάκης Δ., Θεοδωρόπουλος Δ., Θεοδωρόπουλος Π. και Κάλλης Α. (2012). *Χημεία Α΄ Τάξης Γενικού Λυκείου*, ΟΕΔΒ, Αθήνα.

Παππά, Ε. Θ, Τσαπαρλής, Γ., & Byers, B. (2020). Διδασκαλία και μάθηση του χημικού δεσμού: Παρανοήσεις και μεταγνωστικές απαντήσεις μαθητών α΄ λυκείου: η επίδραση εμπλουτισμένου διδακτικού υλικού. Πρακτικά 11ου Πανελλήνιου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, σσ. 320-328. Φλώρινα, 2020.

Πύργας, Ε., Παππά, Ε. Θ., & Τσαπαρλής, Γ. (2023). Η κατανόηση του χημικού δεσμού από πρωτοετείς φοιτητές χημείας και βιολογίας: Ανάλυση απαντήσεων σε μεταγνωστικές ερωτήσεις. 13ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση. Ιωάννινα, 2023.

Flavell H. J., (1979), Metacognition and Cognitive Monitoring: A New Area of Cognitive—Developmental Inquiry, *American Psychological Association*, 34(10), 906-911.

Pappa E. T. & Tsapalis G. (2011). Evaluation of questions in general chemistry textbooks according to the form of the questions and the Question-Answer Relationship (QAR): the case of intra- and intermolecular chemical bonding. *Chemistry Education Research and Practice*, 12 (2), 262-270 (plus, Supplementary Information).

Tsapalis G., Pappa E. T., & Byers, B. (2018). Teaching and learning chemical bonding: Research-based evidence for misconceptions and conceptual difficulties experienced by students in upper secondary schools and the effect of an enriched text. *Chemistry Education Research and Practice*, 19 (4) 1253-1269 (Plus, Supplementary Files).