

# Πως οι χημικοί συλλογισμοί μαθητών Λυκείου επηρεάζονται από το είδος και το πλαίσιο των ερωτήσεων

**Μαρία Μαυρίδη, Κατερίνα Σάλτα, Θωμάς Μαυρομούστακος**

*ΠΜΣ ΔιΧηNET, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών*

Οι χημικοί συλλογισμοί είναι οι συλλογισμοί που βασίζονται σε χημικές γνώσεις και πληροφορίες (Talanquer, 2018α) και σημαντική κατηγορία αυτών αποτελούν οι μηχανιστικοί χημικοί συλλογισμοί. Με βάση τη φιλοσοφική οπτική του μηχανιστικού συλλογισμού, το επίπεδο της πολυπλοκότητας ενός συλλογισμού εξαρτάται από την ύπαρξη συγκεκριμένων δομικών στοιχείων του συστήματος (οντότητες, ιδιότητες, δραστηριότητες και χωρο-χρονική οργάνωση) (Russ *et al.*, 2008) και από τις σχέσεις μεταξύ των δομικών αυτών στοιχείων (Moreira *et al.*, 2019). Έτσι, οι συλλογισμοί κατατάσσονται κατά αυξανόμενη πολυπλοκότητα ως περιγραφικοί, συσχετιστικοί, απλοί αιτιακοί και αναδυόμενοι μηχανιστικοί, με τους δύο τελευταίους να θεωρούνται από πολλούς ερευνητές ως υψηλού επιπέδου συλλογισμοί (Darden, 2002). Οι μηχανιστικοί χημικοί συλλογισμοί έχουν συγκεντρώσει το ενδιαφέρον της Διδακτικής της Χημείας, καθώς μπορούν να χρησιμοποιηθούν από ερευνητές και εκπαιδευτικούς για την περιγραφή, εξήγηση και πρόβλεψη της συμπεριφοράς πολλών χημικών συστημάτων, ενώ η ενσωμάτωσή τους στις εξηγήσεις των μαθητών αποτελεί στόχο της χημικής εκπαίδευσης (Talanquer, 2018β).

Έχει βρεθεί ότι το πλαίσιο επηρεάζει τους συλλογισμούς των μαθητών (Karon, 2017). Ως πλαίσια εμπλοκής των μαθητών σε διαδικασίες διερεύνησης, τα κοινωνικο-επιστημονικά ζητήματα (socio-scientific issues ή SSI) αναδεικνύουν πολύπλοκα κοινωνικά διλήμματα σχετικά με τις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία που περιλαμβάνουν διαφορετικές και αντικρουόμενες οπτικές. Οι μαθητές κατά την ενασχόλησή τους με τέτοια ζητήματα δίνουν αρκετή προσοχή σε οικονομικές, ηθικές, περιβαλλοντικές κ.ά. παραμέτρους (Ratcliffe & Grace, 2003), ενώ, ταυτόχρονα, βασίζονται σχεδόν αποκλειστικά σε συναισθηματικά, ενστικτώδη και ορθολογιστικά κριτήρια, ανεξάρτητα από τις γνώσεις τους σχετικά με το θέμα (Sevian & Talanquer, 2014).

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η σύνοψη έρευνας της ομάδας μας για την επίδραση του είδους των ερωτήσεων (άμεση ερώτηση ή έμμεση ερώτηση) και της κοινωνικο-επιστημονικής πλαισίωσης στην πολυπλοκότητα των χημικών συλλογισμών μαθητών Λυκείου.

Η έρευνα που συνοψίζουμε είναι ποιοτική, πραγματοποιήθηκε το 2019 και συμμετείχαν 25 μαθητές Β' Λυκείου ενός προτύπου σχολείου. Το εργαλείο της έρευνας περιελάμβανε τις εξής ερωτήσεις που απαιτούσαν γραπτές εξηγήσεις σχετικά με το φαινόμενο του θερμοκηπίου: (α1) μη πλαισιωμένη άμεση ερώτηση, (α2) μη πλαισιωμένη έμμεση ερώτηση, (β) πλαισιωμένη ερώτηση από το κοινωνικο-επιστημονικό ζήτημα των εναλλακτικών καυσίμων στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Η ανάλυση δεδομένων πραγματοποιήθηκε με βάση δύο πλαίσια ανάλυσης που στηρίζονται στη φιλοσοφική οπτική του μηχανιστικού συλλογισμού που αναφέρθηκε παραπάνω (Moreira *et al.* 2019, Russ *et al.* 2008). Οι ερωτήσεις και ενδεικτικά παραδείγματα απαντήσεων των συμμετεχόντων φαίνονται στον Πίνακα 1.

**Πίνακας 1.** Ερωτήσεις και ενδεικτικά παραδείγματα απαντήσεων.

<b>Ερωτήσεις</b>	<b>Παραδείγματα απαντήσεων</b>
<b>Μη Πλαισιωμένη Άμεση Ερώτηση</b> Σχεδίασε μια αναπαράσταση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Εξήγησε το σχέδιό σου.	Η υψηλή συγκέντρωση CO <sub>2</sub> στην στρατόσφαιρα εμποδίζει τόσο την ηλιακή ακτινοβολία να αντανακλάται πλήρως, όσο και την ακτινοβολία από τη Γη να τη διαπεράσει, <b>με αποτέλεσμα</b> να εγκλωβίζονται στην ατμόσφαιρα και να αυξάνεται η θερμοκρασία του πλανήτη περισσότερο από το επιθυμητό ( <i>απλός αιτιακός συλλογισμός</i> ).

---

**Μη Πλαισιωμένη Έμμεση Ερώτηση**  
Οι επιστήμονες με βάση τα δεδομένα του διαγράμματος υποστηρίζουν ότι αυξάνεται η μέση θερμοκρασία της Γης. Δώσε τη δική σου εξήγηση για το πως συμβαίνει αυτό.

Παρατηρούμε ότι η θερμοκρασία μεταβάλλεται αναλογικά με το διοξείδιο του άνθρακα που βρίσκεται στην ατμόσφαιρα. Έτσι, **όσο περισσότερο** διοξείδιο εκπέμπεται από μηχανές εσωτερικής καύσης, εργοστάσια κ.λπ. **τόσο** αυξάνεται η θερμοκρασία (*συσχετιστικός συλλογισμός*).

---

**Πλαισιωμένη Ερώτηση**  
Με τη βοήθεια όσων σκέφτηκες για να απαντήσεις στις προηγούμενες ερωτήσεις αλλά και με βάση ό,τι ήδη γνωρίζεις, γράψε ένα μικρό κείμενο στο οποίο θα εξηγήσεις αν και γιατί η ξυλεία είναι ένα καλό εναλλακτικό καύσιμο του πετρελαίου.

Με την καύση (των δέντρων) παράγονται σημαντικές ποσότητες CO<sub>2</sub>, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η συγκέντρωσή του στην ατμόσφαιρα. **Εκτός αυτών**, εντείνεται το φαινόμενο του θερμοκηπίου, που έχει ως συνέπεια την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας... (*περιγραφικός συλλογισμός*).

---

Με βάση την ανάλυση αυτή, συμπεραίνουμε ότι το είδος της διατύπωσης των ερωτήσεων (άμεση ερώτηση, έμμεση ερώτηση) επηρεάζει την πολυπλοκότητα ενός συλλογισμού: όταν η εξήγηση ενός φαινομένου ζητήθηκε άμεσα, ο συλλογισμός των μαθητών χαρακτηρίστηκε πιο πολύπλοκος. Αντίθετα, το επίπεδο των συλλογισμών ήταν χαμηλότερο όταν η εξήγηση ζητήθηκε έμμεσα.

Επιπλέον, ο χημικός συλλογισμός των μαθητών περιορίζεται όταν η ερώτηση πλαισιώνεται από ένα κοινωνικο-επιστημονικό ζήτημα. Φάνηκε, δηλαδή, ότι το κοινωνικο-επιστημονικό πλαίσιο κατεύθυνε τη σκέψη των μαθητών σε άλλα είδη συλλογισμών που δεν είναι επιστημονικά (Ratcliffe & Grace, 2003). Αυτό δε σημαίνει πως οι μαθητές δεν είχαν την απαιτούμενη γνώση, καθώς για τα ίδια φαινόμενα στις μη πλαισιωμένες ερωτήσεις είχαν χρησιμοποιήσει υψηλότερου επιπέδου συλλογισμούς. Πιθανώς δε θεώρησαν απαραίτητο να τους συμπεριλάβουν στην απάντησή τους όταν η ερώτηση ήταν πλαισιωμένη (McNeill & Krajcik, 2008).

Τα συμπεράσματα αυτά έχουν ιδιαίτερη σημασία για την εκπαιδευτική πρακτική, καθώς αναδεικνύεται η σημασία της επιλογής της κατάλληλης ερώτησης και του πλαισίου που θα παρακινήσουν τους μαθητές να συλλογιστούν μηχανιστικά (Becker *et al.*, 2016).

### Βιβλιογραφία

- Becker, N., Noyes, K., & Cooper, M. (2016). Characterizing students' mechanistic reasoning about London dispersion forces. *Journal of Chemical Education* 93(10), 1713-1724.
- Darden, L. (2002). Strategies for discovering mechanisms: Schema instantiation, modular subassembly, forward/backward chaining. *Philosophy of Science* 69(S3), S354-S365.
- Kapon, S. (2017). Unpacking sensemaking. *Science Education* 101(1), 165-198.
- McNeill, K. L., & Krajcik, J. (2008). Inquiry and scientific explanations: Helping students use evidence and reasoning. In *Science as inquiry in the secondary setting* (pp. 121-134). NSTA Press.
- Moreira, P., Marzabal, A., & Talanquer, V. (2019). Using a mechanistic framework to characterize chemistry students' reasoning in written explanations. *Chemistry Education Research and Practice* 20(1), 120-131.
- Ratcliffe, M., & Grace, M. (2003). *Science education for citizenship: Teaching socio-scientific issues*. McGraw-Hill Education.
- Russ, R. S., Scherr, R. E., Hammer, D., & Mikeska, J. (2008). Recognizing mechanistic reasoning in student scientific inquiry: A framework for discourse analysis developed from philosophy of science. *Science Education* 92(3), 499-525.
- Sevian, H., & Talanquer, V. (2014). Rethinking chemistry: A learning progression on chemical thinking. *Chemistry Education Research and Practice* 15(1), 10-23.
- Talanquer, V. (2018α). Chemical rationales: another triplet for chemical thinking. *International Journal of Science Education* 40(15), 1874-1890.
- Talanquer, V. (2018β). Exploring mechanistic reasoning in chemistry. In: *Science Education Research and Practice in Asia-Pacific and Beyond* (pp. 39-52). Springer, Singapore.