

# Η έννοια της χημικής αντίδρασης στη γυμνασιακή χημεία

## Περίληψη

Εξετάζουμε κατά πόσο οι μαθητές της Β΄ Γυμνασίου έχουν κατανοήσει την έννοια της χημικής αντίδρασης, καθώς και την επίδραση διδακτικής παρέμβασης, με την οποία οι χημικές αντιδράσεις διδάχθηκαν μετά την εισαγωγή των εννοιών των ατόμων, των μορίων και των συμβολισμών τους. Ανεξάρτητα από την διδακτική παρέμβαση, η επίδοση των μαθητών σε σχετικό διαγώνισμα ήταν χαμηλή (7,11/20). Η πλειονότητα των μαθητών δεν κατένοησαν την έννοια της αντίδρασης. Ως προς τη διδακτική παρέμβαση βρέθηκε ότι στο σύνολο των μαθητών δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά στο διαγώνισμα μεταξύ πειραματικών και τμημάτων ελέγχου.

## Abstract

We investigate whether (Greek) 8<sup>th</sup>-grade students have understood the concept of the chemical reaction, as well as the effect of a teaching intervention, in which chemical reactions were taught after the introduction of the concepts of atoms, molecules, and their symbolism. Regardless of the teaching intervention, the performance of students in a relevant exam was low (7.11/20). The majority of students did not understand the concept of reaction. Regarding the teaching intervention, no statistically significant difference was found in the exam for the total sample between experimental and control groups.

## Εισαγωγή

Είναι γεγονός ότι η εκμάθηση της ατομικής θεωρίας θεωρείται μία από τις σημαντικότερες σύγχρονες επιστημονικές θεωρίες, προσφέροντας εξηγήσεις για το τι είναι αυτό που διακρίνει μια χημική ουσία (χημικό στοιχείο ή χημική ένωση) από ένα μείγμα χημικών ουσιών, τι κάνει διαφορετική μια ουσία από μια άλλη, γιατί και πώς αλλάζει φυσική κατάσταση μια ουσία, γιατί και πώς συμβαίνουν οι χημικές αντιδράσεις. Από την άλλη, είναι γνωστό από τη δεκαετία του 1970, ότι η σωματιδιακή φύση και η ατομική και μοριακή δομή της ύλης προκαλούν μεγάλες εννοιολογικές δυσκολίες στους μαθητές και τις μαθήτριες, οδηγώντας σε φτωχή κατανόηση (Tsaparlis 1997, Τσαπαρλής 2011). Τέλος, πολύ σημαντική για τη διδασκαλία και τη μάθηση της χημείας είναι η χημική τριάδα (η μακροσκοπική, η (υπο)μικροσκοπική και η συμβολική διάσταση) του Johnstone (2007). Οι Γεωργιάδου και Τσαπαρλής (1999, Georgiadou and Tsaparlis 2000) πρότειναν και δοκίμασαν για τη γυμνασιακή χημεία μια μέθοδο τριών κύκλων, η οποία πραγματεύεται χωριστά το μακροσκοπικό, το συμβολικό και το μικροσκοπικό (ορθότερα υπομικροσκοπικό) επίπεδο.

Οι Smith et al. (2006) έχουν υποστηρίξει ότι οι δυσκολίες των μαθητών μπορεί να έχουν να κάνουν με την ασυμβατότητα μεταξύ του ατομικού μοντέλου και των ιδεών των μαθητών σχετικά με την ύλη. Προς τούτοις, οι Wisser και Smith (2008) επισημαίνουν ότι η κατανόηση των χημικών εννοιών: χημική ουσία, χημικό στοιχείο-χημική ένωση, μείγμα, διάλυμα και χημική αντίδραση δεν μπορεί να είναι αποτελεσματική χωρίς τη χρήση σωματιδιακών μοντέλων. Τέλος, κατά τον Parageorgiou (2013), από παιδαγωγική άποψη το «μοντέλο του ατόμου» και το «μοντέλο του χημικού δεσμού» είναι πολύ σημαντικά, καθώς αφορούν την

πρώτη συνάντηση των μαθητών με την έννοια της χημικής μεταβολής. Με την ατομική θεωρία, οι μαθητές θα εξηγήσουν χημικές έννοιες και γενικότερα χημικές μεταβολές και πιθανώς να μπορούν να ερμηνεύουν καλύτερα τι συμβαίνει στις χημικές αντιδράσεις.

### *Η παρούσα μελέτη*

Στην εργασία αυτή μελετούμε κατά πόσο οι μαθητές της β' τάξης γυμνασίου εξοικειώνονται με τα άτομα, τα μόρια, τα χημικά σύμβολα και τα προσομοιώματά τους και κατά πόσο έχουν κατανοήσει την έννοια της χημικής αντίδρασης. Εξάλλου, σύμφωνα με το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών χημείας της β' γυμνασίου, η σειρά που πρέπει να ακολουθηθεί στη διδασκαλία είναι να προηγηθούν οι μακροσκοπικές έννοιες, όπως π.χ. η έννοια της χημικής αντίδρασης, και μετά να εισαχθούν οι έννοιες του ατόμου και του μορίου. Λαμβάνοντας υπόψη την παραπάνω συλλογιστική των Wisser και Smith (2008), αποφασίσαμε να διερευνήσουμε αν διαφοροποιείται η κατανόηση των μαθητών για την έννοια της χημικής αντίδρασης όταν προηγηθεί η διδασκαλία των ατόμων και των μορίων με τον τρόπο που περιγράφεται στο αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών.

### **Μεθοδολογία**

Για την πραγματοποίηση της έρευνας επιλέξαμε ένα δείγμα από οκτώ (8) δημόσια γυμνάσια. Το ένα από τα σχολεία ήταν σε αγροτική περιοχή ( $N_1=37$ ), δύο σε ημιαστικές περιοχές ( $N_2=67$  και  $N_3=36$ ), ένα ημιαστικό σε νησιωτική περιοχή ( $N_7=45$ ), δύο σε αστική περιοχή ( $N_8=39$  και  $N_{10}=44$ ), και δύο ήταν *πειραματικά γυμνάσια* σε αστικές περιοχές ( $N_4=52$  και  $N_5=78$ ). Τελικά, λόγω εξαίρεσης του σχολείου 3,\* δουλέψαμε με επτά (7) σχολεία, συνολικό πλήθος μαθητών:  $N=362$ . Οι διδάσκοντες στα σχολεία αυτά ήταν: έξι χημικοί, τρεις εκ των οποίων είναι κάτοχοι διδακτορικού στη διδακτική της χημείας με πολυετή διδακτική εμπειρία στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, τρεις με μεταπτυχιακό στη διδακτική της χημείας και αρκετή διδακτική εμπειρία και μία φυσικός με πολυετή διδακτική εμπειρία στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση και ειδικότερα στο γυμνάσιο.

Διακρίναμε τα τμήματα των μαθητών του ίδιου σχολείου που διδάσκονταν από τον ίδιο εκπαιδευτικό, σε πειραματικό τμήμα και σε τμήμα ελέγχου. Στο τμήμα ελέγχου ακολουθήθηκε η σειρά μαθημάτων όπως ακριβώς είναι στο σχολικό βιβλίο Χημείας Β' Γυμνασίου, σύμφωνα με το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών και με τη σχετική εισήγηση του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής (ΙΕΠ), ενώ στο πειραματικό τμήμα ακολουθήθηκε τροποποιημένη σειρά μαθημάτων, σύμφωνα με οδηγίες που τους δόθηκαν από εμάς για τη έρευνά μας (να προηγηθεί δηλαδή η διδασκαλία των ατόμων και μορίων και στη συνέχεια να διδαχθεί η χημική αντίδραση). Κάθε εκπαιδευτικός δίδαξε με τον συνηθισμένο τρόπο του, (λογικά) μέσα στον προβλεπόμενο για τη σχετική ενότητα διδακτικό χρόνο (7-9 ώρες).

Η εφαρμογή του προγράμματος και τα σχετικά διαγωνίσματα στα οποία υποβάλαμε τους μαθητές ενέπιπταν ακριβώς στο αναλυτικό πρόγραμμα της χημείας β' γυμνασίου και βρίσκονταν ακριβώς στο σχολικό εγχειρίδιο. Για τον λόγο αυτόν, κρίθηκε ότι δεν απαιτούνταν καμιά ειδική άδεια από το ΙΕΠ, το σχολείο, ή τους γονείς των μαθητών. Για τον ίδιο λόγο, το διαγώνισμα στο οποίο απάντησαν οι μαθητές ήταν επώνυμο και ο βαθμός της επίδοσής τους συμμετείχε στη βαθμολογία του τριμήνου.

Χρησιμοποιήσαμε ένα διαγώνισμα, που δόθηκε μία φορά, μετά την ολοκλήρωση της σχετικής διδασκαλίας, σε δύο μορφές (ώστε γειτονικοί μαθητές να μην απαντούν στο ίδιο διαγώνισμα) Τα διαγωνίσματα διορθώθηκαν και βαθμολογήθηκαν τόσο από τους

---

\* Το σχολείο 3 εξαιρέθηκε από την ανάλυσή μας, διότι τα τμήματα δεν διδάχθηκαν από τον ίδιο εκπαιδευτικό και άρα όχι με τον ίδιο τρόπο. Οι διδάσκοντες σε αυτό ήταν ένας χημικός και μία φυσικός.

εκπαιδευτικούς της τάξης όσο και από την ερευνήτρια. Για τη βαθμολόγησή τους χρησιμοποιήθηκε το βαθμολογικό σχήμα που τους δώσαμε, ενώ πραγματοποιήθηκε εκτενής συζήτηση με την ερευνήτρια τόσο πριν από τη βαθμολόγηση όσο και κατά την διάρκειά της.

*Έλεγχοι:* Ελέγχθηκαν, με τους κατάλληλους στατιστικούς δείκτες, η σχέση των βαθμολογιών της ερευνήτριας με τις βαθμολογίες των εκπαιδευτικών / η ισοδυναμία των τμημάτων των σχολείων / η ισοδυναμία των δύο μορφών του διαγωνίσματος / η αξιοπιστία των ερωτήσεων. Για τον έλεγχο της δομής του διαγωνίσματος εφαρμόσαμε *Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών*.

#### *Ερευνητικά ερωτήματα*

Τα κύρια ερευνητικά ερωτήματα ήταν: 1) Κατά πόσο οι μαθητές είναι σε θέση να διατυπώσουν ορισμούς για τις χημικές αντιδράσεις; 2) Μπορούν να διακρίνουν και να αιτιολογήσουν με βάση τα σωματιδιακά μοντέλα τις έννοιες χημικό στοιχείο, χημική ένωση, μείγμα στοιχείων; 3) Μπορούν να ισοσταθμίσουν χημικές εξισώσεις που δίδονται με σύμβολα ή με προσομοιώματα; 4) Μπορούν να περιγράψουν τι συμβαίνει κατά τη διάρκεια και ποιο είναι το αποτέλεσμα μιας χημικής αντίδρασης; 6) Παίζει ρόλο η σειρά που ακολουθήθηκε στη διδασκαλία (η διδακτική παρέμβαση); Τα αποτελέσματα που ακολουθούν καλύπτουν όλες τις ερωτήσεις που δόθηκαν στους μαθητές.

#### **Αποτελέσματα**

##### *Ορισμοί, επιλογές, αιτιολογήσεις*

Έναν σχεδόν αποδεκτό ορισμό για την έννοια της χημικής αντίδρασης δίνει το 37% των μαθητών ενώ για τον πλήρη ορισμό της (αλληλεπίδραση μορίων και μεταβολή της χημικής τους ταυτότητας), το ποσοστό αυτό είναι μικρότερο του 2%. Το ποσοστό των μαθητών που διατυπώνουν σωστά τους ορισμούς για τις έννοιες ενδόθερμη αντίδραση, εξώθερμη αντίδραση και προϊόντα είναι 60%, ενώ για τα αντιδρώντα στο 70%. Σωστές επιλογές αναπαραστάσεων για τις έννοιες χημική ένωση και χημικό στοιχείο έκανε το 61% των μαθητών. Το ποσοστό της σωστής επιλογής που αφορά την αναπαράσταση μείγματος χημικών στοιχείων είναι 70%, ενώ για την επιλογή της ποσότητας του νερού που θα σχηματιστεί από μη στοιχειομετρικές ποσότητες των στοιχείων του περιορίζεται σχεδόν στο 37%. Η αναπαράσταση μείγματος χημικών στοιχείων ερμηνεύεται σωστά από ελάχιστους μαθητές (4,1%), ενώ μια αποδεκτή εξήγηση δίδει το 8,6% των μαθητών. Τα ποσοστά των μαθητών που ερμηνεύουν σωστά το «γιατί η αναπαράσταση αναφέρεται σε μόρια χημικής ένωσης ή σε μόρια στοιχείου» είναι μεγαλύτερα (14% και 11% αντιστοίχως). Ο συμβολισμός της φυσικής κατάστασης των αντιδρώντων και των προϊόντων σε μια αντίδραση αναγράφεται μόνο από το 18,5% των μαθητών. Η σωστή επιλογή της ποσότητας του νερού που θα σχηματιστεί από την αντίδραση δεδομένων ποσοτήτων (σε γραμμάρια) υδρογόνου και οξυγόνου επιλέγεται από το 37,3% των μαθητών, ενώ σωστή αιτιολόγηση της επιλογής έχουμε μόνο από το 16,3% των μαθητών. Η μεταβολή της μάζας του άνθρακα όταν αυτός καίγεται στο περιβάλλον και η μεταβολή της μάζας κομματιού σιδήρου που οξειδώνεται αιτιολογούνται σωστά μόνο από το 4,4% των μαθητών.

##### *Διδακτική παρέμβαση*

Από την εξέταση της επίδρασης της διδακτικής παρέμβασης βρέθηκε ότι στο σύνολο των μαθητών δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά στην επίδοση των μαθητών μεταξύ των πειραματικών τμημάτων και των τμημάτων ελέγχου. Διακρίνεται, όμως, μια τάση οι μαθητές των πειραματικών τμημάτων να ανταποκρίνονται λίγο καλύτερα από τους μαθητές των τμημάτων ελέγχου ( $M.O._{Πειρ}=7,42/20$  και  $M.O._{Ελεγχ}=6,68/20$ ). Όμως, χωρίζοντας το σύνολο των μαθητών ανεξαρτήτως σχολείου ( $N = 362$ ) σε δύο ομάδες (επίδοση  $\geq 10$  και επίδοση  $< 10$ ), εντοπίσαμε την υπεροχή της πειραματικής ομάδας μόνο στην ομάδα με επίδοση μεγαλύτερη

ή ίση με 10 και μόνο με τον παραμετρικό έλεγχο, ενώ με τον μη παραμετρικό έλεγχο δεν εμφανίζεται διαφορά μεταξύ των πειραματικών τμημάτων και των τμημάτων ελέγχου.

Η επίδοση του συνόλου των μαθητών ανεξαρτήτως σχολείων γενικά ήταν χαμηλή (7,11/20). Τα πειραματικά σχολεία παρουσίασαν μεγαλύτερες επιδόσεις (8,85/20) σε σχέση με τα άλλα σχολεία (6,14/20), αλλά ούτε και αυτά ικανοποιητικές.

## Συμπεράσματα

Για το σύνολο των μαθητών και ανεξάρτητα από την διδακτική παρέμβαση, παρατηρήσαμε ότι η έννοια της χημικής αντίδρασης δεν έχει γίνει κατανοητή από πολλούς μαθητές. Αν και προέκυψαν προφανείς συνέπειες για τη διδακτική πράξη (η πρωθύστερη διδασκαλία των ατόμων και μορίων ενδεχομένως βοηθά τους μαθητές στην καλύτερη κατανόηση της έννοιας της χημικής αντίδρασης), πιστεύουμε ότι απαιτείται περαιτέρω εργασία με ευρύτερη θεματολογία και μεγαλύτερης έκτασης διδακτικές παρεμβάσεις που θα ενισχύσει ή θα ανατρέψει τα συμπεράσματα.

## Βιβλιογραφία

- Γεωργιάδου, Α. & Τσαπαρλής, Γ. (1999). Διδασκαλία γυμνασιακής χημείας με μεθόδους που βασίζονται α) σε ψυχολογικές θεωρίες και β) στο μακροσκοπικό, το συμβολικό και το μικροσκοπικό επίπεδο της χημείας. *Πρακτικά 1ου Πανελλήνιου Συνεδρίου “Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Εφαρμογή Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση”*, σσ. 65-70. Θεσσαλονίκη, Αφοί Κυριακίδη.
- Τσαπαρλής, Γ. (2011). Σωματιδιακά και δομικά μοντέλα της ύλης: Όψεις και απόψεις της διδακτικής για τη μάθηση και τη διδασκαλία τους. *Πρακτικά 7ου Πανελλήνιου Συνεδρίου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση*, σσ. 236-245.
- Georgiadou, A., & Tsaparlis, G. (2000). Chemistry teaching in lower secondary school with methods based on: a) psychological theories, b) the macro, representational, and submicro levels of chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 1, 216-217.
- Johnstone, A., H. (2007). Science Education: We know the answers, let’s look at the problems. *Πρακτικά 5ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση»*, Τεύχος Α, σσ. 1-11.
- Parageorgiou G. (2013). Can simple particle models support satisfying explanations of chemical changes for young students? In G. Tsaparlis & H. Sevia (eds.), *Concepts of matter in science education*, pp. 319-329. Dordrecht: Springer.
- Smith, C. L., Wiser, M., Anderson, C. W., & Krajcik, J. (2006). Implications of research on children’s learning for standards and assessment: A proposed learning progression for matter and atomic-molecular theory. *Measurement: Interdisciplinary Research and Perspectives*, 14, 1–98.
- Tsaparlis, G. (1997). Atomic and molecular structure in chemical education: A critical analysis from various perspectives of science education. *Journal of Chemical Education*, 74, 922-925.
- Wiser, M., & Smith, C., (2008). Learning and teaching about matter in grades K-8: When should the atomic-molecular theory be introduced? In S. Vosniadou, (Ed.), *International Handbook of Research on Conceptual Change*, pp. 205-239. New York: Routledge.