

Η κατανόηση της διάλυσης της ζάχαρης στο νερό από τους μαθητές του Γυμνασίου και του Λυκείου

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία μελετάμε την κατανόηση των μαθητών για το φαινόμενο της διάλυσης και πώς εξελίσσονται οι γνώσεις τους κατά τη διάρκεια της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Συνολικά 395 μαθητές (127 μαθητές Α' Γυμνασίου, 120 μαθητές Γ' Γυμνασίου και 148 μαθητές Β' Λυκείου) απάντησαν σε ερωτήσεις σχετικά με τις μεταβολές που συμβαίνουν κατά τη διάλυση της ζάχαρης στο νερό. Με συνδυασμό κλειστών ερωτήσεων και ερωτήσεων ελεύθερης απάντησης διαπιστώθηκε ότι ενώ η πλειοψηφία των μαθητών όλων των τάξεων απαντούν ότι η ζάχαρη και το νερό αναμειγνύονται ομογενώς αδυνατούν να δώσουν συνολικά εξηγήσεις με όρους φυσικής μεταβολής και εμφανίζουν παρανοήσεις.

Abstract

In this work we study students' understanding about dissolution and how their knowledge develops during secondary education. A total of 395 students (127 students attending the 1st grade, 120 students attending the 3rd grade of junior high school and 148 students of the 2nd grade of senior high school) answered questions about changes that occur during dissolution of sugar in water. Students answer a group of close-ended questions and open-ended questions and it was found that although the majority of students of all grades answer that sugar and water mix homogeneously they are unable to give explanations in terms of physical change and develop misconceptions.

1. Εισαγωγή

Οι αρχικές αντιλήψεις για το φυσικό κόσμο που διαμορφώνουν τα παιδιά από πολύ μικρή ηλικία βασίζονται στην καθημερινή εμπειρία και αποτελούν την αφετηρία για τη μάθηση όσων διδάσκονται αργότερα στο σχολείο. Ωστόσο όσα γνωρίζουν οι μαθητές από την καθημερινή εμπειρία συχνότατα εμποδίζουν την κατανόηση όσων διδάσκονται στο σχολείο με αποτέλεσμα την εμφάνιση παρανοήσεων (Βοσνιάδου κ.ά. 2008).

Συγκεκριμένα, οι μαθητές χρησιμοποιούν πολλές παρανοήσεις όταν καλούνται να εξηγήσουν τι συμβαίνει στην προς διάλυση ουσία και στο διαλύτη κατά τη διάρκεια του οικείου από την καθημερινή ζωή φαινόμενου της διάλυσης (Κουκά κ.ά. 2013). Παρά τη διδασκαλία της διάλυσης στο μάθημα της Χημείας ως φυσικής μεταβολής που οδηγεί στη δημιουργία ομογενούς μίγματος μακροσκοπικά και είναι το αποτέλεσμα μιας σχέσης αλληλεπίδρασης σε μοριακό επίπεδο π.χ. μιας ουσίας και του νερού. Οι μαθητές συχνά εστιάζουν την προσοχή τους στις άμεσα παρατηρούμενες μεταβολές (Blanco & Prieto 1997, Taber & García-Franco 2010) και μάλιστα συχνά στις μεταβολές ενός μόνου συστατικού του διαλύματος (Abraham et.al. 1994, Blanco & Prieto 1997, Ebenezer 2001, Goodwin 2002), και δυσκολεύονται να εξηγήσουν τη διάλυση με όρους φυσικής μεταβολής κατά την οποία οι συμμετέχουσες ουσίες διατηρούν την ταυτότητά τους. Πολλές παρανοήσεις εμφανίζουν οι μαθητές επίσης στο σωματιδιακό επίπεδο και δυσκολεύονται να δώσουν

εξηγήσεις της διάλυσης με αναφορές στα σωματίδια της ύλης (de Berg 2012, Ebenezer & Erickson 1996, Fensham & Fensham 1987, Raviolo 2001) τα οποία πολλοί μαθητές ακόμη και των μεγαλύτερων τάξεων του Λυκείου θεωρούν ότι χαρακτηρίζονται από τις ίδιες ιδιότητες με τις μακροσκοπικές οντότητες.

Αποτελέσματα άλλων ερευνών δείχνουν ότι παρανοήσεις εμφανίζουν όχι μόνον οι μικρότεροι μαθητές ή οι πιο αδύνατοι αλλά επίσης μαθητές λυκείου (Κουκά κ.ά. 2013) και φοιτητές και ότι η κατανόηση της διάλυσης παραμένει ένα δύσκολο θέμα. Στην παρούσα εργασία, μέρος μιας ευρύτερης έρευνας, μελετάμε τις αρχικές αντιλήψεις των μαθητών Γυμνασίου πριν από τη διδασκαλία της Χημείας και την εξέλιξή τους κάτω από την επίδραση της σχετικής διδασκαλίας. Μελετάμε συγκεκριμένα πόσο συχνά οι μαθητές εξηγούν τη διάλυση ως τήξη ή εξαφάνισή της προς διάλυση ουσίας, ή ως χημική αντίδραση και πόσο συχνά ως ομογενή ανάμειξη.

2. Μεθοδολογία

Η συστηματική διδασκαλία των διαλυμάτων αρχίζει στην Β' Γυμνασίου και συνεχίζεται στην Α' Λυκείου. Με βάση τα σχολικά εγχειρίδια Χημείας των δυο αυτών τάξεων (τα βιβλία για το μαθητή, τον καθηγητή και τους εργαστηριακούς οδηγούς) όπως και το ΔΕΠΣ για το Γυμνάσιο και το ΑΠΣ για το Λύκειο και τις οδηγίες για τη διδακτέα ύλη κατασκευάσαμε ερωτηματολόγιο για να ελέγξουμε πόσο κατανοούν τις έννοιες της διάλυσης, του διαλύματος, της διαλυμένης ουσίας, του διαλύτη και της μάζας-περιεκτικότητας του διαλύματος. Το ερωτηματολόγιο περιελάμβανε συνολικά 37 ερωτήσεις από τις οποίες 27 ερωτήσεις κλειστού τύπου (πολλαπλής επιλογής και «σωστού-λάθους») στις οποίες οι δοσμένες επιλογές ήταν ή λεκτικά διατυπωμένες ή περιείχαν οπτικές απεικονίσεις και 10 ανοιχτές ερωτήσεις οι οποίες ζητούσαν από τους μαθητές να αιτιολογήσουν ή να σχεδιάσουν απεικονίσεις του διαλύματος. Σε όλες τις ερωτήσεις χρησιμοποιήθηκε το παράδειγμα της διάλυσης της ζάχαρης στο νερό. Ύστερα από πιλοτική εφαρμογή, το ερωτηματολόγιο απαντήθηκε συνολικά από 395 μαθητές: 127 μαθητές της Α' Γυμνασίου οι οποίοι δεν είχαν ακόμη διδαχθεί το μάθημα της Χημείας και 120 μαθητές της Γ' Γυμνασίου και 148 μαθητές της Β' Λυκείου. Η εκτίμηση της αξιοπιστίας του ερωτηματολογίου έγινε με τη διερεύνηση της συνάφειας της αξιολόγησης της κάθε ερώτησης με την συνολική αξιολόγηση χρησιμοποιώντας τον συντελεστή συνάφειας του Pearson (r). Όλες οι ερωτήσεις παρουσίασαν υψηλή συνάφεια, άρα όλες οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου συνεισφέρουν στην αξιοπιστία του εργαλείου μέτρησης της συνολικής επίδοσης των μαθητών.

Στην παρούσα εργασία θα εκτεθεί μέρος της συνολικής έρευνας και συγκεκριμένα οι απαντήσεις σε 4 ερωτήσεις «σωστού-λάθους» σχετικές με τις μεταβολές της ζάχαρης κατά τη διάλυσή της. Τρεις συχνά διαπιστωμένες παρανοήσεις κλήθηκαν οι μαθητές να χαρακτηρίσουν, αν η ζάχαρη τήκεται και υγροποιείται όπως το νερό (ερώτηση 1), αν η ζάχαρη εξαφανίζεται (ερώτηση 5), αν αντιδρά με το νερό (ερώτηση 7) καθώς και τη σωστή πρόταση της ομογενούς ανάμειξης (ερώτηση 3) όπως φαίνονται στον Πίνακα 1. Επίσης 4 ερωτήσεις αιτιολόγησης στις οποίες ζητήθηκε από τους μαθητές να εξηγήσουν την επιλογή που έκαναν στις 4 προηγούμενες κλειστές ερωτήσεις. Η στατιστική επεξεργασία των απαντήσεων έγινε με το πρόγραμμα IBM SPSS v.21.

3. Αποτελέσματα

Η μεταβολή της ομογενούς ανάμειξης της ζάχαρης (ερώτηση 3) πλειοψήφησε σε όλες της τάξεις (77,2%) και μάλιστα το ποσοστό των μαθητών που την επιλέγουν αυξάνεται με την ηλικία όπως δείχνει ο Πίνακας 1. Ωστόσο, οι τρεις παρανοήσεις εμφανίζονται στις επιλογές

όχι μόνο των μικρότερων μαθητών αλλά και των μεγαλύτερων με πλέον δημοφιλή παρανόηση της διάλυσης ως τήξης με συνολικό ποσοστό 54,9%. Παρατηρούμε επίσης στον Πίνακα 1 ότι τα ποσοστά των μαθητών που επιλέγουν τις παρανοήσεις είναι μεγαλύτερα στους μικρότερους μαθητές. Ενδιαφέροντα αποτελέσματα έδωσαν οι επόμενες ανοιχτές ερωτήσεις. Οι απαντήσεις ομαδοποιήθηκαν ανάλογα με το είδος της εξήγησης που έδιναν οι μαθητές με στόχο να αποτυπώσουμε τις αντιλήψεις τους και όχι να ελεγχθεί η ορθότητά τους. Ενδεικτικά αναφέρουμε ορισμένα συγκεντρωτικά συμπεράσματα.

1. Μεγάλο ποσοστό μαθητών δεν απαντά ή δίνει απαντήσεις άσχετες με την εκάστοτε ερώτηση ή δίνει μια μεγάλη ποικιλία ερμηνειών που αδυνατούμε να ομαδοποιήσουμε.

2. Συχνά οι μαθητές προβάλλουν την ίδια ερμηνεία για να υποστηρίξουν αντίθετες απόψεις στην ίδια ερώτηση. Στην ερώτηση 7, απαντούν ότι σχηματίζεται ζαχαρόνερο για να υποστηρίξουν ότι συμβαίνει χημική αντίδραση και άλλοι μαθητές για να εξηγήσουν ότι δεν γίνεται χημική αντίδραση. Όπως επίσης προβάλλουν λάθος ερμηνείες για να υποστηρίξουν σωστές απαντήσεις. Στην ερώτηση 3 για παράδειγμα, ορισμένοι μαθητές εξηγούν την πλήρη ανάμειξη με το ότι η ζάχαρη λιώνει.

3. Ορισμένοι μαθητές όλων των τάξεων εξηγούν ότι η ζάχαρη δεν τήκεται (ερώτηση 1) ή δεν αναμιγνύεται με το νερό (ερώτηση 3) ή δεν εξαφανίζεται (ερώτηση 5) γιατί "μένει στον πυθμένα του δοχείου", παρά την επαναλαμβανόμενη εξήγηση ότι η ζάχαρη διαλύεται.

4. Οι μαθητές χρησιμοποιούν αδιακρίτως μεταξύ τους, τους όρους - διαλύεται, τήκεται, εξαφανίζεται, αντιδρά, αναμιγνύεται, απορροφάται, συχνά μάλιστα για να εξηγήσουν τον έναν όρο χρησιμοποιούν τον άλλον.

5. Οι μαθητές γενικά δεν δίνουν ερμηνείες αλλά είτε απαντούν με ταυτολογίες είτε κάνουν περιγραφές άμεσα αντιληπτών μεταβολών όπως στην περίπτωση της παρανόησης της εξαφάνισης της ζάχαρης. Οι μαθητές εξηγούν ότι η ζάχαρη εξαφανίζεται «γιατί ανακατεύεται με το νερό» ή «γιατί έχει ενωθεί/αντιδράσει με το νερό» ή «γιατί δεν φαίνεται πια».

Πίνακας 1: Απαντήσεις μαθητών για το φαινόμενο της διάλυσης της ζάχαρης στο νερό

Ερωτήσεις Κατά τη διάλυση στο νερό, η ζάχαρη	Τάξη φοίτησης						Σύνολο 395	
	Α΄ Γυμνασίου (Σύνολο 127)		Γ΄ Γυμνασίου (Σύνολο 120)		Β΄ Λυκείου (Σύνολο 148)			
	Συχν.	Ποσ. %	Συχν.	Ποσ. %	Συχν.	Ποσ. %	Συχν.	Ποσ. %
1. τήκεται (λιώνει) και υγροποιείται όπως το νερό.	81	63,8	59	49,2	77	52,0	217	54,9
3. ανακατεύεται ομογενώς με το νερό.	91	71,7	97	80,8	117	79,1	305	77,2
5. εξαφανίζεται.	49	38,6	44	36,7	49	33,1	142	35,9
7. αντιδρά με το νερό και προκύπτει μία νέα ουσία.	68	53,5	56	46,7	48	32,4	172	43,5

Συνολικά, η κατανόηση της διάλυσης της ζάχαρης υπήρξε πολύ φτωχή. Οι μεγαλύτεροι μαθητές, έδωσαν περισσότερο «σωστές» απαντήσεις από τους μαθητές της Α΄ Γυμνασίου που δεν είχαν διδαχθεί ακόμη Χημεία με συστηματικό τρόπο, εντούτοις είχαν πολλές δυσκολίες να κατανοήσουν τη διάλυση με τους όρους φυσικής μεταβολής. Όλοι οι μαθητές γενικά εστίαζαν την προσοχή τους σε άμεσα παρατηρούμενες μεταβολές και σε

συγκεκριμένα χαρακτηριστικά της ζάχαρης και του νερού χωρίς να μπορούν να προβούν σε γενικεύσεις.

4. Συμπεράσματα

Με δεδομένο ότι η διάλυση είναι ένα πολύ οικείο φαινόμενο είναι εντυπωσιακό το γεγονός ότι οι μαθητές έχουν τόσες δυσκολίες να το κατανοήσουν. Μια προσεκτική παρατήρηση του Πίνακα 1 δείχνει ότι οι μαθητές μαθαίνουν από νωρίς χημικές εξηγήσεις για τη διάλυση, που τις ενσωματώνουν στις απαντήσεις τους. Σταδιακά με την ηλικία μειώνεται επίσης το ποσοστό των παρανοήσεων. Όμως και στην περίπτωση των εξηγήσεων που δίνουν οι μαθητές, είναι φανερό ότι χρησιμοποιούν με εναλλακτικό τρόπο τα όσα έχουν διδαχτεί.

Τα αποτελέσματα αυτά εξηγούνται αν αναλογιστούμε τη μεγάλη απόσταση που χωρίζει την προϋπάρχουσα γνώση των μαθητών και τη διδασκαλία της Χημείας. Η σκέψη των μαθητών ως αποτέλεσμα της καθημερινής εμπειρίας κυριαρχείται από μια μακροσκοπική θεώρηση των υλικών σωμάτων, η οποία είναι συμβατή με τη συνεχή και στατική κατανόησή της. Οι χημικές γνώσεις που διδάσκονται είναι οργανωμένες στη βάση της δυναμικής θεώρησης της ύλης και της διάλυσης ως σχέσης αλληλεπίδρασης μεταξύ ουσιών. Τα όσα διδάσκονται λοιπόν οι μαθητές είναι ασύμβατα με τα όσα γνωρίζουν. Όπως έχουν δείξει μια σειρά από έρευνες (Βοσνιάδου κ.ά. 2008) η μάθηση στις φυσικές επιστήμες ορισμένες φορές απαιτεί την αναδιοργάνωση των όσων ήδη ξέρουν οι μαθητές.

Τελικά, φαίνεται ότι για να μετακινηθούν οι μαθητές από τις αρχικές τους απόψεις, που βασίζονται στην καθημερινή εμπειρία, σε μια κατανόηση των όσων διδάσκονται, πρέπει η διδασκαλία να βασιστεί στον τρόπο που σκέφτονται οι μαθητές και στα όσα παρεμποδίζουν τη διαδικασία μάθησης.

5. Βιβλιογραφία

Βοσνιάδου, Σ., Βαμβακούση, Ξ., & Σκοπελίτη Ε. (2008). Το πρόβλημα της εννοιολογικής αλλαγής στην ψυχολογία. *Νόησις*, 3(1), 137-180.

Κουκά, Α., Βοσνιάδου, Σ., & Τσαπαρλής, Γ. (2013). Η κατανόηση του νερού ως διαλύτη: Εξέλιξη μερικών αντιλήψεων των μαθητών από το δημοτικό μέχρι το λύκειο. *Πρακτικά 8^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση*, Βόλος 26-28 Απριλίου 2013, 382-390.

Abraham, M.R., Williamson, V.M., & Westbrook, S.L. (1994). A Cross-Age Study of the Understanding of Five Chemistry Concepts. *Journal of research in science Teaching*, 31(2), 147-165.

Blanco, A., & Prieto, T. (1997). Pupils' views on how stirring and temperature affect the dissolution of a solid in a liquid: a cross-age study (12 to 18). *International Journal of Science Education*, 19(3), 303-315.

de Berg, K. (2012). A study of first-year chemistry students' understanding of solution concentration at the tertiary level. *Chemistry Education Research and Practice*, 13, 8-16.

Ebenezer, J.V. (2001). A Hypermedia Environment to Explore and Negotiate Students' Conceptions: Animation of the Solution Process of Table Salt. *Journal of Science Education and Technology*, 10(1), 73-92.

Ebenezer, J.V., & Erickson, G.L. (1996). Chemistry Students' Conceptions of Solubility: A Phenomenography. *Science Education* 80(2), 181-201.

Fensham, P., & Fensham, N. (1987). Descriptions and frameworks of solutions and reactions in solutions. *Research in Science Education*, 17(1), 139-148.

Goodwin, A. (2002). Is Salt Melting When It Dissolves in Water?. *Journal of Chemical Education*, 79(3), 393-396.

Raviolo, A. (2001). Assessing Students' Conceptual Understanding of Solubility Equilibrium. *Journal of Chemical Education*, 78(5),629-631.

Taber, K.S., & García-Franco, A. (2010). Learning Processes in Chemistry: Drawing Upon Cognitive Resources to Learn About the Particulate Structure of Matter. *Journal of the Learning Sciences*, 19(1), 99-142.