ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Πανελλήνιο Συνέδριο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 14, Αρ. 1 (2025)

14ο Συνέδριο Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση - Συνόψεις

Ομοιοπολικός μη Πολικός και Πολικός Δεσμός. Μια Προσέγγιση στη Διδασκαλία της Χημείας μέσω Τρισδιάστατης Απεικόνισης

Άννα Μπρισίμη, Χαρίτων Πολάτογλου

doi: 10.12681/codiste.7682

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** ΕΚΤ | **Πρόσβαση:** 11/03/2026 04:53:05

Ομοιοπολικός μη Πολικός και Πολικός Δεσμός. Μια Προσέγγιση στη Διδασκαλία της Χημείας μέσω Τρισδιάστατης Απεικόνισης

Άννα Μπρισίμη[1] και Χαρίτων Πολάτογλου[2]
[1]Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, Φυσικός, Χημικός,
[2]Ομότιμος Καθηγητής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης,
[1]annabrisimi@gmail.com

Περίληψη

Η τρισδιάστατη απεικόνιση αποτελεί καινοτόμο εργαλείο για τη διδασκαλία αφηρημένων εννοιών στη Χημεία, όπως οι χημικοί δεσμοί και η γεωμετρία μορίων. Παρανοήσεις, όπως η παρερμηνεία της πολικότητας, επηρεάζουν αρνητικά τη μάθηση. Στην παρούσα εργασία, μέσω εργαλείων όπως το Tinkercad, θα παρουσιάσουμε πως οι μαθητές/τριες εξερευνούν τρισδιάστατες αναπαραστάσεις που διευκολύνουν την κατανόηση της ηλεκτρονιακής πυκνότητας. Δεδομένα από τα ερωτηματολόγια που συμπλήρωσαν οι μαθητές/τριες δείχνουν βελτίωση του ενδιαφέροντος τους, ενώ η οπτικοποίηση φαίνεται να συνδέει μακροσκοπικά, μικροσκοπικά και συμβολικά επίπεδα, ενισχύοντας τη μαθησιακή εμπειρία.

Λέξεις κλειδιά: εκπαιδευτική τεχνολογία, οπτικοποίηση μορίων, παρανοήσεις χημείας, τρισδιάστατη απεικόνιση, χημικοί δεσμοί

Covalent Non-Polar and Polar Bonds. An Approach to Teaching Chemistry through Three-Dimensional Visualization

Anna Brisimi[1] and Hariton Polatoglou[2]
[1]Science Teacher, Secondary Education,
[2]Professor Emeritus, Aristotle University of Thessaloniki
[1]annabrisimi@gmail.com

Abstract

3D visualization is an innovative tool for teaching abstract concepts in Chemistry, such as chemical bonds and molecular geometry. Misconceptions, such as misinterpretation of polarity, negatively affect learning. In this paper, through tools such as Tinkercad, we will present how students explore 3D models that facilitate the understanding of electron density. Data from the questionnaires completed by students show an improvement in their interest, while visualization seems to connect macroscopic, microscopic and symbolic levels, enhancing the learning experience.

Keywords: Chemistry misconceptions, 3D visualization, chemical bonding, educational technology, molecular geometry

Εισαγωγή

Η διδασκαλία αφηρημένων εννοιών στη Χημεία, όπως οι χημικοί δεσμοί, αποτελεί πρόκληση για τους εκπαιδευτικούς, λόγω της πολυπλοκότητας και του αφηρημένου χαρακτήρα τους. Οι μαθητές συχνά εμφανίζουν παρανοήσεις που εμποδίζουν την αποτελεσματική μάθηση, όπως η σύγχυση μεταξύ ιοντικών και ομοιοπολικών δεσμών, καθώς και η παρερμηνεία της πολικότητας δεσμών και μορίων (Nicoll, 2001˙ Peterson et al., 1989). Ο Mahaffy (2006) υποστηρίζει ότι οι μαθητές δυσκολεύονται να συνδέσουν τις μακροσκοπικές, μικροσκοπικές

Αναγνωριστικό ψηφιακής εργασίας: https://doi.org/10.12681/codiste.7682

και συμβολικές διαστάσεις της Χημείας, γεγονός που ενισχύει τις παρανοήσεις και καθιστά επιτακτική την ανάγκη για πιο διαδραστικές και οπτικοποιημένες διδακτικές προσεγγίσεις. Επιπλέον, οι Sanfelix et al. (2018) και Dalacosta & Pavlatou (2017) επισημαίνουν ότι η χρήση πολυμέσων και τρισδιάστατων αναπαραστάσεων μπορεί να βελτιώσει την κατανόηση των αφηρημένων εννοιών και να ενισχύσει τη μαθησιακή εμπειρία μέσω της ενσωμάτωσης τεχνολογιών αιχμής στη διδασκαλία.

Αν και η χρήση τρισδιάστατων αναπαραστάσεων στη Χημεία δεν είναι καινούργια, η παρούσα προσέγγιση διαφοροποιείται διότι αξιοποιεί ενεργά τη δυνατότητα των εκπαιδευτικών να δημιουργούν οι ίδιοι 3D αναπαραστάσεις μέσω του Tinkercad. Σε αντίθεση με τις συμβατικές μεθόδους, όπου οι μαθητές παρατηρούν στατικά μοντέλα ή απλές οπτικοποιήσεις, εδώ καλούνται να διερευνήσουν πώς οι ηλεκτρονιακές πυκνότητες επηρεάζουν τη γεωμετρία των μορίων και την πολικότητα των δεσμών. Μέσα από αυτή τη διαδικασία, οι μαθητές δεν είναι παθητικοί παρατηρητές, αλλά κατευθύνουν τον/την εκπαιδευτικό στη δημιουργία, επιτόπου, των αναπαραστάσεων, εντοπίζοντας και διορθώνοντας παρανοήσεις. Η μέθοδος αυτή συνδυάζει την κατασκευή 3D δομών με στοχοθετιμένες ερωτήσεις και συζητήσεις, δημιουργώντας ένα πιο διαδραστικό και ερευνητικό μαθησιακό περιβάλλον.

Παρανοήσεις Μαθητών/τριων

Οι μαθητές συχνά αναπτύσσουν εναλλακτικές ιδέες που προκύπτουν από την καθημερινή εμπειρία ή από περιορισμένη κατανόηση των επιστημονικών εννοιών (Hunter et al., 2022). Ένα σημαντικό πρόβλημα αφορά τη γεωμετρία και την πολικότητα των μορίων, όπου οι μαθητές τείνουν να συγχέουν τη συμμετρία της δομής με την κατανομή του φορτίου (Furió & Calatayud, 1996). Επιπλέον, δυσκολεύονται να διακρίνουν τις διαφορές μεταξύ ομοιοπολικών και ιοντικών δεσμών, καθώς και να κατανοήσουν τη σημασία της ηλεκτρονιακής κατανομής στη σταθερότητα των μορίων (Erman, 2016). Σύμφωνα με τον Taber (2011), οι μαθητές συχνά θεωρούν τα μόρια ως στατικές δομές και όχι ως δυναμικά συστήματα, γεγονός που οδηγεί σε εσφαλμένες αντιλήψεις σχετικά με τις διαμοριακές δυνάμεις και τη χημική δραστικότητα. Αυτές οι εναλλακτικές ιδέες επηρεάζουν αρνητικά την κατανόηση βασικών χημικών εννοιών και απαιτούν κατάλληλη εκπαιδευτική παρέμβαση για την αποσαφήνισή τους.

Χρήση Τρισδιάστατης Αναπαράστασης

Η ενσωμάτωση τρισδιάστατων εργαλείων, όπως το Tinkercad (2022), στη διδασκαλία παρέχει μια καινοτόμα λύση για την αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων. Μέσω του Tinkercad, οι καθηγητές/τριες μπορούν να δημιουργούν τρισδιάστατες αναπαραστάσεις χημικών δεσμών και μορίων, τα οποία μπορούν να ενσωματώσουν σε ψηφιακό υλικό που προορίζεται είτε για παρουσίαση είτε για προσωπική μελέτη των μαθητριών/των.

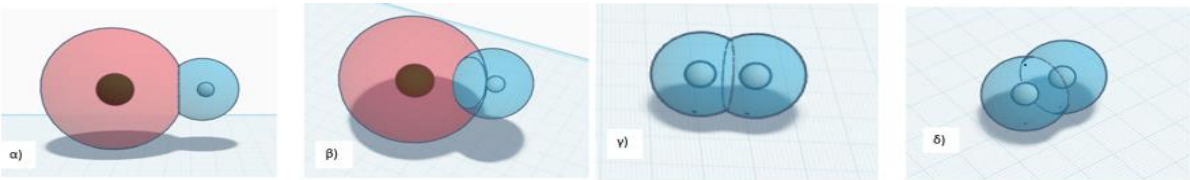
Μεθοδολογία

Σε μια προσπάθεια να ενισχυθεί η κατανόηση του μικρόκοσμου των χημικών δεσμών, σχεδιάστηκαν και χρησιμοποιήθηκαν τρισδιάστατες αναπαραστάσεις μέσω Tinkercad (Μπρισίμη & Μαΐδου, 2022). Η διδασκαλία πραγματοποιήθηκε κατά τη διάρκεια του διδακτικού έτους 2023-2024, σε δύο τμήματα της Α΄ Λυκείου, συνολικά αποτελούμενα από 34 μαθητές/τριες, 22 κορίτσια και 12 αγόρια. Κατά την εφαρμογή της μεθόδου, η διδασκαλία ξεκίνησε με μια σύντομη θεωρητική επισκόπηση τη ενότητας «2.3 Γενικά για το χημικό δεσμό - Παράγοντες που καθορίζουν τη χημική συμπεριφορά του ατόμου. Είδη χημικών δεσμών (ιοντικός - ομοιοπολικός)», με έμφαση στον ομοιοπολικό δεσμό. Με τη χρήση βιντεοπροβολέα και υπολογιστή, παρουσιάστηκαν τρισδιάστατες αναπαραστάσεις χημικών δεσμών, όπως το πολικό μόριο του Υδροχλωρίου (Σχήμα 1α και 1β) και το μη πολικό μόριο του Υδρογόνου (Σχήμα 1γ και 1δ) Σε αυτές τις αναπαραστάσεις οι σφαίρες στο κέντρο αναπαριστούν τους πυρήνες των ατόμων και οι διαφανείς σφαίρες το ηλεκτρονιακό νέφος. Για το ηλεκτραρνητικό άτομο του Χλωρίου, το ηλεκτρονιακό νέφος συμβολίζεται με κόκκινο χρώμα, ενώ για το

ηλεκτροθετικό άτομο του Υδρογόνου, με μπλε. Οι μαθητές/τριες κλήθηκαν να παρατηρήσουν από διάφορες γωνίες τη δομή και την ηλεκτρονιακή πυκνότητα των δεσμών και με τη βοήθεια καθοδηγούμενων ερωτήσεων, συνέκριναν τα χαρακτηριστικά των πολικών και μη πολικών δεσμών. Ενθαρρύνθηκαν να περιγράψουν πώς η κατανομή των ηλεκτρονίων επηρεάζει τη φύση του δεσμού.

Στο τέλος της διδακτικής διαδικασίας, οι μαθητές/τριες συμπλήρωσαν ανώνυμο ερωτηματολόγιο, μέσω του οποίου αξιολογήθηκε η επίτευξη των γνωστικών στόχων, καθώς άποψή τους για τη χρήση των 3D αναπαραστάσεων στο μάθημα.

Σχήμα 1. α) Τρισδιάστατη σχηματική αναπαράσταση του πολικού δεσμού του μορίου του Υδροχλωρίου. Το άτομο του Χλωρίου συμβολίζεται με την πράσινη σφαίρα και του Υδρογόνου με την λευκή. **β)** Διαφορετική προοπτική του μορίου του Υδροχλωρίου **γ)** Τρισδιάστατη σχηματική αναπαράσταση του μη πολικού δεσμού του μορίου του Υδρογόνου. Κάθε άτομο Υδρογόνου συμβολίζεται με μια λευκή σφαίρα. **δ)** Διαφορετική προοπτική του μορίου του Υδρογόνου,



Αποτελέσματα

Στο ερωτηματολόγιο απάντησαν οι 23 από τους 34 μαθητές/τριες του τμήματος. Για την αξιολόγηση της κατανόησης των μαθητών/τριων σχετικά με την πολικότητα των χημικών δεσμών, συμπεριλήφθηκαν ερωτήσεις που ζητούσαν από τους μαθητές/τριες να προσδιορίσουν αν συγκεκριμένοι χημικοί δεσμοί και μόρια είναι πολικά ή μη πολικά, τόσο πριν όσο και μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι πριν τη διδασκαλία, 9 μαθητές/τριες αναγνώριζαν σωστά την πολικότητατων δοθέντων μορίων, ενώ μετά τη διδασκαλία ο αριθμός αυτός αυξήθηκε σε 18 (78,3%). Αυτό υποδηλώνει βελτίωση της κατανόησης μετά την χρήση των τρισδιάστατων αναπαραστάσεων.

Στην ερώτηση αν αυτός ο τύπος εκπαιδευτικής διαδικασίας κάνει την κατανόηση της ύλης ευκολότερη, οι 12 από αυτούς (52%) απάντησαν πολύ και οι 10 (43%) πάρα πολύ. Οι 14 από αυτούς (61%) απάντησαν ότι αυτός ο τύπος μαθησιακής διαδικασίας τους τράβηξε πάρα πολύ την προσοχή. Επίσης, 11 μαθητές/τριες (48%) απάντησαν ότι είναι πολύ ικανοποιημένοι/ες με αυτή τη μέθοδο διδασκαλίας ενώ οι 8 (35%) πάρα πολύ. Τέλος, 15 μαθητές/τριες (65%) δήλωσαν ότι η εκμάθηση με αυτό τον τρόπο ήταν πολύ διασκεδαστική, ενώ οι 3 (13%) είπαν ότι είναι πάρα πολύ διασκεδαστική.

Λόγω του μικρού μεγέθους των δύο τμημάτων, αλλά και των συμπληρωμένων ερωτηματολογίων, δεν είμαστε σε θέση να γενικεύσουμε τα αποτελέσματα από την στατιστική ανάλυση. Ωστόσο, είναι σαφές, ότι η αποδοχή προς τη χρήση αυτού του εργαλείου σε μια διάλεξη είναι θετική. Η ανάλυση των απαντήσεων δείχνει ότι η προσέγγιση αυτή βοήθησε στην άρση παρανοήσεων σχετικά με την πολικότητα των δεσμών.

Οι παρατηρήσεις μας κατά τη διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας ενίσχυσαν τα παραπάνω ευρήματα. Υπήρξε αυξημένο ενδιαφέρον και ενεργή συμμετοχή των μαθητών/τριων, οι οποίοι, μέσα από τη χρήση των τρισδιάστατων αναπαραστάσεων και τις σχετικές ερωτήσεις, διόρθωσαν εναλλακτικές αντιλήψεις και βελτίωσαν την κατανόηση τους. Επιπλέον, η διδασκαλία επιταχύνθηκε, αφήνοντας χρόνο για συζήτηση και επίλυση αποριών, ενώ η προσμονή των μαθητών/τριων για το επόμενο μάθημα ήταν έντονη.

Συμπεράσματα

Η ενσωμάτωση τρισδιάστατων εργαλείων στη διδασκαλία της Χημείας αποδείχθηκε αποτελεσματική τόσο στη βελτίωση της κατανόησης της πολικότητας των χημικών δεσμών όσο και στην αύξηση του ενδιαφέροντος των μαθητών. Τα δεδομένα έδειξαν ότι οι μαθητές/τριες που εκτέθηκαν στη 3D σχεδίαση είχαν σαφώς καλύτερη επίδοση στην αναγνώριση πολικών και μη πολικών μορίων σε σύγκριση με την αρχική τους γνώση. Παράλληλα, η διαδραστική φύση της τρισδιάστατης αναπαράστασης αύξησε την ενασχόληση και τον ενθουσιασμό των μαθητών.

Η παρούσα μελέτη ενισχύει τη θέση ότι η χρήση 3D αναπαραστάσεων μπορεί να λειτουργήσει ως ένα ισχυρό εκπαιδευτικό εργαλείο στη χημεία, διευκολύνοντας την κατανόηση αφηρημένων εννοιών και αντιμετωπίζοντας γνωστικές δυσκολίες που σχετίζονται με τη σύνδεση των μακροσκοπικών, μικροσκοπικών και συμβολικών επιπέδων. Ωστόσο, απαιτείται περαιτέρω έρευνα με μεγαλύτερο δείγμα μαθητών και πιο συστηματική αξιολόγηση της μαθησιακής επίδοσης, προκειμένου να προσδιοριστεί η γενικευσιμότητα των αποτελεσμάτων και να εξεταστεί η εφαρμογή της μεθόδου και σε άλλα γνωστικά πεδία της Χημείας. Η έρευνα μπορεί να επεκταθεί και να ζητήσουμε από τους μαθητές/τριες να παράγουν οι ίδιες/οι 3D αναπαραστάσεις από μόρια.

Βιβλιογραφία

Μπρισίμη Α., Μαΐδου Α. (2022). Στο Κ. Γλέζου, Ι. Λεύκος, Κ. Παπαδήμας (Επιμ.) *Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου Scientix για την Εκπαίδευση STEM,* τ. Α. σ. 176-185, ISBN: 978-618-84221-3-1. https://scientix.ellak.gr/praktika-3ou/

Dalacosta K., Pavlatou E.A. (2017). Learning Chemistry with 3D Visualizations employing cartoons agents in Higher Education. Στο L. M. Chova (Επιμ.), *10th International Conference of Education, Research and Innovation, ICERI2017 Proceedings*, σ. 3318-3325. https://doi.org/10.21125/iceri.2017.0914

Erman, E. (2016). Factors contributing to students' misconceptions in learning covalent bonds. *Journal of Research in Science Teaching, 54*(4), 520-537. https://doi.org/10.1002/tea.21375

Furió, C., Calatayud, M. L. (1996). Difficulties with the geometry and polarity of molecules: Beyond misconception. *Journal of Chemical Education*, *73*(1), 36-41. https://doi.org/10.1021/ed073p36

Hunter, K. H., Rodriguez, J. M. G., Becker, N. M. (2022). A review of research on the teaching and learning of chemical bonding. *Journal of Chemical Education*, *99*(7), 2451-2464. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c00034

Mahaffy, P. (2006). Moving chemistry education into 3D: A tetrahedral metaphor for understanding chemistry. Union Carbide Award for Chemical Education. *Journal of Chemical Education*, *83*(1). https://doi.org/10.1021/ed083p49

Nicoll, G. (2001). A report of undergraduates' bonding misconceptions. *International Journal of Science Education*, *23*(7), 707-730. https://doi.org/10.1080/09500690010025012.

Peterson, R. F., Treagust, D. F., & Garnett, P. (1989). Development and application of a diagnostic instrument to evaluate grade-11 and -12 students' concepts of covalent bonding and structure following a course of instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, *26*(4), 301-314. https://doi.org/10.1002/tea.3660260404

Sanfelix F.G., Marti P., & Puigcerver M. (2018). Introducting the text books of the future in K12 Chemistry Education. Στο *EDULEARN18 Proceedings 10th International Conference on Education and New Learning Technologies*, σ. 4222-4228. https://doi.org/10.21125/edulearn.2018.1067

Taber, K. S. (2011). Models, molecules and misconceptions: A commentary on "Secondary school students' misconceptions of covalent bonding". *Journal of Turkish Science Education, 8*(1), 3-18. https://tused.org/index.php/tused/article/view/342

Tinkercad (2022). Ανακτήθηκε στις 29 Ιουλίου 2022 από: https://www.tinkercad.com/