

# Διερεύνηση των αντιλήψεων και διαδικασιών μάθησης φοιτητών Τμήματος Χημείας ως προς τη σχέση δομής– χρώματος χημικών ενώσεων.

## Περίληψη

Βασική επιδίωξη της έρευνας μας ήταν η διερεύνηση των αντιλήψεων των φοιτητών Χημείας ως προς τη σχέση δομής-χρώματος, καθώς και η διερεύνηση των διαδικασιών μάθησης προς την επιστημονική γνώση. Μεθοδολογικό πλαίσιο της εργασίας αποτέλεσε το μοντέλο της «Διδακτικής Αναδόμησης», ενώ για τη συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος του «διδασκτικού πειράματος». Όπως προκύπτει από τη συγκεκριμένη έρευνα, οι φοιτητές είναι σε θέση να διαχειριστούν τις βασικές ιδέες της θεωρίας των συμπλόκων, να επιχειρηματολογήσουν και να καταλήξουν σε συμπεράσματα. Ωστόσο, οι φοιτητές αντιμετωπίζουν ορισμένες δυσκολίες, οι οποίες σχετίζονται με το γεγονός ότι επικεντρώνουν μόνο στο μεταλλικό στοιχείο των ενώσεων.

## ABSTRACT

In the present work, chemistry students' perceptions of the structure-color relation and subsequent learning processes targeting scientific knowledge were investigated. The theoretical framework of the study was the "Model of Educational Reconstruction" in which the "teaching experiment" design was employed. The results suggest that students comprehend the fundamental principles of complexes noticing their critical inferences before reaching a conclusion. Yet, during this active learner engagement process, students are reported to stumble upon issues pertinent to their lack of examining aspects other than a compound's metallic element.

## 1. Εισαγωγή

Έχουν διεξαχθεί αρκετές έρευνες, οι οποίες διερευνούν τις αντιλήψεις των μαθητών ως προς τη σχέση δομής – ιδιοτήτων. Οι περισσότερες από αυτές εστιάζουν στη σχέση του χημικού δεσμού, των διαμοριακών δυνάμεων με ιδιότητες. Σε όλες τις έρευνες διαπιστώνεται η δυσκολία σύνδεσης των μακρο με τις μικρο ιδιότητες, προτείνονται δε διάφορες διδακτικές παρεμβάσεις, χρησιμοποίηση διάφορων εκπαιδευτικών εργαλείων (Barke 2009), (Dhindsa, & Treagust 2009), (Meijer 2011).

Λίγες έρευνες διερευνούν τις αντιλήψεις των μαθητών ως προς το χρώμα, ακόμα λιγότερες δε τη σχέση δομής με το χρώμα (Talanquer 2007), (Viennot & Hosson 2012). Από την ανάλυση της βιβλιογραφίας έγινε φανερό ότι δεν υπάρχουν δεδομένα που να συνδέουν το χρώμα με την αιτία της απορρόφησης, δηλαδή την αιτία του χρώματος σε μικροσκοπική κλίμακα και ποιες είναι οι σχετικές διαδικασίες μάθησης.

Έτσι, στην παρούσα έρευνα επιχειρείται, λαμβάνοντας υπόψη τα προηγούμενα αποτελέσματα, να διερευνηθούν οι αντιλήψεις φοιτητών ως προς τη σχέση δομής – χρώματος, να διαπιστωθεί ποιες είναι οι δυσκολίες των φοιτητών χημείας στην πορεία τους προς την επιστημονική γνώση, αλλά και να διατυπωθούν βασικές κατευθυντήριες γραμμές για τη

διδασκαλία που βασίζεται στη σχέση δομής - ιδιοτήτων. Πιο συγκεκριμένα τα ερευνητικά ερωτήματα είναι:

- Ποιες είναι οι αντιλήψεις φοιτητών του Τμήματος Χημείας για τη σχέση δομής και ιδιοτήτων;
- Ποιες είναι οι δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι φοιτητές του Τμήματος Χημείας στην πορεία τους προς την επιστημονική άποψη;

## 2. Μεθοδολογία

Το μεθοδολογικό πλαίσιο της παρούσας εργασίας αποτελεί το μοντέλο της «Διδακτικής Αναδόμησης» (The Model of Educational Reconstruction), (Duit et. al., 2012). Το μοντέλο αυτό παρέχει ένα θεωρητικό πλαίσιο για έρευνα στον τομέα της διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και στηρίζεται σε τρεις βασικές συνιστώσες: 1) τη διασάφηση και ανάλυση της δομής του επιστημονικού περιεχομένου, 2) την έρευνα των αντιλήψεων και των διαδικασιών μάθησης των μαθητών και 3) το σχεδιασμό και αξιολόγηση πιλοτικών διδακτικών ενοτήτων, περιβαλλόντων μάθησης.

Στην παρούσα έρευνα, το μοντέλο της διδακτικής αναδόμησης εφαρμόστηκε ως εξής:

1. Στο επίπεδο της ανάλυσης της δομής του επιστημονικού περιεχομένου προβήκαμε σε ανάλυση της βιβλιογραφίας όσον αφορά τη σχέση δομής μιας ένωσης με το χρώμα που αυτή εμφανίζει, δηλ. «τη χημεία του χρώματος», και αποσαφηνίσαμε τις θεμελιώδεις ιδέες.

2. Στο επίπεδο της έρευνας επί της διδασκαλίας και της μάθησης προχωρήσαμε σε ανασκόπηση των ερευνών σχετικά με τα προβλήματα που παρουσιάζονται κατά τις προσπάθειες συσχέτισης δομής-ιδιοτήτων, τις εναλλακτικές αντιλήψεις και τις δυσκολίες που εμφανίζουν οι μαθητευόμενοι κατά τη μετάβαση από το μακρο στο μικρο επίπεδο, αλλά και με τις διδακτικές παρεμβάσεις που έχουν πραγματοποιηθεί στο πλαίσιο αυτό.

3. Στο επίπεδο σχεδιασμού διδασκαλίας προχωρήσαμε στο σχεδιασμό μιας σειράς διδακτικών ενοτήτων γύρω από τη χημεία των ενώσεων των στοιχείων μετάπτωσης, των συμπλόκων, οι οποίες απευθύνονται σε προπτυχιακούς φοιτητές χημείας και καταλήξαμε λαμβάνοντας υπόψη τα προαναφερθέντα στη διατύπωση κατευθυντήριων γραμμών. Η πορεία της εργασίας μας αυτής φαίνεται στο παρακάτω σχήμα 1.

**Σχήμα 1:** Η διαδικασία της διδακτικής αναδόμησης όπως εφαρμόστηκε στην παρούσα εργασία



Η εμπειρική έρευνα πραγματοποιήθηκε από το Μάρτιο ως τον Απρίλιο του 2013 στο Τμήμα Χημείας του Πανεπιστημίου Κρήτης και συμμετείχαν εθελοντικά 18 προπτυχιακοί φοιτητές

4ου εξαμήνου, οι οποίοι συγκρότησαν 9 ομάδες. Κατά την πρώτη μας συνάντηση, μέσω ενός αρχικού ερωτηματολογίου ανοικτών ερωτήσεων, το οποίο οι φοιτητές απάντησαν ατομικά, επιδιώξαμε μια πρώτη διερεύνηση των προϋπαρχουσών αντιλήψεων γύρω από το χρώμα. Οι απαντήσεις αυτές αποτελούν αφετηρία για την έναρξη των συνεντεύξεων, αποτελούν όμως και ένα μέτρο σύγκρισης με τις αντίστοιχες αντιλήψεις που θα έχουν διαμορφώσει και τις γνώσεις που θα έχουν αποκομίσει μετά το πέρας των συνεντεύξεων. Οι συνεντεύξεις διεξήχθησαν με τη μέθοδο του διδακτικού πειράματος "teaching experiment" (Komorek & Duit, 2004). Το διδακτικό πείραμα αποτελεί ουσιαστικά μια τεχνική συνέντευξης, η οποία συνδυάζει τα στοιχεία μιας κλασικής συνέντευξης αλλά και διδασκαλίας. Ο συντονιστής παίρνει τη θέση αυτού που προσπαθεί να αναδείξει και να καταλάβει τις ιδέες των μαθητευόμενων ταυτόχρονα όμως και τη θέση του δασκάλου που προσπαθεί να προσαρμοστεί στις ιδέες αυτές και να κάνει τις κατάλληλες διδακτικές παρεμβάσεις. Οι δραστηριότητες που συμπεριλήφθηκαν στην έρευνά μας, σχεδιάστηκαν με γνώμονα τις προϋπάρχουσες γνώσεις και τις γνωστικές ικανότητες των φοιτητών, λαμβάνοντας πάντα υπ' όψιν τα πορίσματα και τις προτάσεις των ερευνών που έχουν διεξαχθεί. Η δομή του διδακτικού πειράματος περιλαμβάνει τις εξής ενότητες:

1. Αρχικές ιδέες
2. Οξειδωτικές καταστάσεις μεταλλοϊόντων και χρώμα των ενώσεων τους. Ενώσεις Mn
3. Δημιουργία συμπλόκων, επίδραση υποκαταστάτη. Ενώσεις  $\text{Cu}^{+2}$
4. Επίδραση κεντρικού μεταλλικού ιόντος. Ενώσεις  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$
5. Αλλαγή της γεωμετρίας του συμπλόκου. Ενώσεις  $\text{Co}^{2+}$
6. Διαφοροποίηση δομής σε διάλυμα. Χρώμα και «ιδιομορφίες» δομής.
7. Γενικές ερωτήσεις, επίλογος

Κάθε ενότητα αντιστοιχεί σε διαφορετικές δραστηριότητες, δίνουμε όμως έμφαση στις πειραματικές δραστηριότητες. Ενδεικτικά αναφέρουμε: στην ενότητα 2, μέσω της διεξαγωγής πειράματος «σύνθεση προπενίου, υδροξυλίωση προπενίου», οι φοιτητές παρατηρούν ότι κατά τη διαβίβαση του παραγόμενου προπενίου σε αλκαλικό διάλυμα  $\text{KMnO}_4$ , το χρώμα του διαλύματος αλλάζει από ιώδες σε μπλε, εν συνεχεία σε πράσινο και τέλος καταβυθίζεται καφέ ίζημα. Ενότητα 6: παρατήρηση ρόδινου χρώματος της ένωσης  $\text{Co}(\text{py})_2(\text{SCN})_2$ . Παρασκευή διαλύματος της ένωσης σε  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ , παρατήρηση, σχολιασμός του μπλε χρώματος του διαλύματος.

Λόγω της διερευνητικής φύσης της έρευνας για τη συλλογή και ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν ποιοτικές μέθοδοι ανάλυσης και συγκεκριμένα μέθοδοι ποιοτικής ανάλυσης περιεχομένου (Mayring 2000)

### 3. Αποτελέσματα

Από την ανάλυση των δεδομένων προέκυψε ότι σε μικροσκοπική κλίμακα, οι φοιτητές βασιζόμενοι στη χημική δομή, κατανοούν ότι το χρώμα οφείλεται στη διέγερση που υφίστανται οι ουσίες όταν απορροφούν φως. Η διέγερση αυτή υφίσταται από μια χαμηλή σε μια υψηλή ενεργειακή στάθμη. Αυτές οι ενεργειακές στάθμες μπορεί να είναι ατομικά ή μοριακά τροχιακά.

Ωστόσο, κατά τη διάρκεια της έρευνας έγινε φανερό ότι οι φοιτητές αντιμετωπίζουν ορισμένες δυσκολίες που σχετίζονται με τις ηλεκτρονιακές μεταπτώσεις, θεωρώντας ότι οι ενεργειακές στάθμες είναι ατομικά τροχιακά. Ενώ μελετούμε ενώσεις των στοιχείων μετάπτωσης, κάτι το οποίο αναγνωρίζουν, σκέφτονται σαν οι ενώσεις αυτές να αποτελούνται

αποκλειστικά και μόνο από το μεταλλικό στοιχείο. Ως συνέπεια αυτής της αντίληψης οι φοιτητές αρχικά θεωρούν ότι το χρώμα υδατικών διαλυμάτων αλάτων του χαλκού, οφείλεται στην παρουσία  $\text{Cu}^{2+}$ , κάτι που έχει εντοπιστεί και από τους Barke et al. Προκειμένου να αντιμετωπιστεί η δυσκολία αυτή, συγκρίνονται τα ανωτέρω διαλύματα με τα πολύ γνωστά άχρωμα διαλύματα  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , οπότε οι φοιτητές, αφού παρατηρήσουν τη θέση του χαλκού στον Περιοδικό Πίνακα, την ηλεκτρονιακή του διαμόρφωση, συμπεραίνουν τη δημιουργία συμπλόκου  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{+2}$ , με αποτέλεσμα την εμφάνιση χρώματος. Είναι χαρακτηριστικό δε, ότι όταν έχουν στο μυαλό τους μοριακές δομές, μοριακές οντότητες, μερικοί φοιτητές (5/18) επιτυγχάνουν να ερμηνεύσουν το χρώμα του υδατικού διαλύματος  $\text{KMnO}_4$ . Εστιάζοντας στους υποκαταστάτες, στην αλληλεπίδραση κεντρικού μεταλλικού ιόντος υποκαταστάτη, οι περισσότεροι φοιτητές είναι σε θέση να αναγνωρίσουν «δομική ιδιομορφία», να τη συνδέσουν με χρωματική διαφοροποίηση, να περιγράψουν τη μοριακή δομή της ένωσης  $\text{Co}(\text{py})_2(\text{SCN})_2$ .

#### 4. Συμπεράσματα

Από την παρούσα έρευνα, όπως έχουμε ήδη αναφέρει, αναδεικνύεται η δυσκολία που αντιμετωπίζουν οι φοιτητές να αντιληφθούν τις συγκεκριμένες μοριακές οντότητες ως ολότητες, θεωρώντας ότι οι ενώσεις αυτές αποτελούνται αποκλειστικά και μόνο από το μεταλλικό στοιχείο, αποκλειστικά και μόνο από άτομα του μετάλλου. Και η αντίληψη αυτή είναι τόσο ισχυρή που επαναλαμβάνεται καθ' όλη τη διάρκεια της συνέντευξης. Αποδεικνύεται επομένως σημαντική η σύνδεση της μακροσκοπικής ιδιότητας του χρώματος με την αναπαράσταση των μοριακών τύπων των ενώσεων και των δομών τους. Τα τρία επίπεδα μακρο, μικρο, συμβολικό πρέπει να συμβαδίζουν, να πηγαίνουν «χέρι- χέρι». Η χρήση νέων τεχνολογιών, η παρουσίαση τρισδιάστατων δομών των ενώσεων, θα μπορούσε πιθανόν να συμβάλλει καθοριστικά σε αυτήν την κατεύθυνση.

#### 5. Βιβλιογραφία

- Barke H., Hazari A., Yitbarek S., (2009), *Misconceptions in Chemistry*, Springer- Verlag, pp. 37-65, 103-142.
- Dhindsa H., Treagust D., (2009), Conceptual understanding of Bruneian tertiary students: chemical bonding and structure, *Brunei international Journal of Science & Mathematics Education*, vol. 1, no 1, pp. 33-51
- Duit R., Gropengießer H., Kattmann U., Komorek M. , & Parchmann I. , (2012), The Model of Educational Reconstruction – A framework for improving teaching and learning science. In D. Jorde &
- Komorek M., & Duit R.,(2004), The teaching experiment as a powerful method to develop and evaluate teaching and learning sequences in the domain of nonlinear systems. *International Journal of Science Education*, vol. 26, pp. 619-633.
- Mayring P., (2000), Qualitative Content Analysis, *Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research*, vol. 1, no 2.
- Meijer M.R., (2011), *Macro-meso-micro thinking with structure-property relations for chemistry education - An explorative design-based study*, doctoral dissertation, Freudenthal Institute for Science and Mathematics Education, Faculty of Science, Utrecht University /FIsmc.
- Talanquer V., (2007), Students' predictions about the sensory properties of chemical compounds: Additive versus emergent frameworks, *Science Education*, vol. 92, no 1, pp.96-114
- Viennot L., C. de Hosson, (2012), Beyond a Dichotomic Approach. The Case of Colour Phenomena, *International Journal of Science Education*, Vol. 34, No. 9, pp. 1315–1336