

# Οι απόψεις και αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για τη χρήση των πολλαπλών χημικών αναπαραστάσεων στα σχολικά βιβλία Χημείας της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

## Περίληψη

Στη παρούσα εργασία διερευνήθηκε η ικανότητα εκπαιδευτικών των Φυσικών Επιστημών να αναγνωρίζουν αναπαραστάσεις στα σχολικά βιβλία Χημείας και να αντιλαμβάνονται τις λειτουργίες των πολλαπλών αναπαραστάσεων σε χαρακτηριστικές παραγράφους μέσα σε αυτά. Επιπλέον, διερευνήθηκαν οι απόψεις των εκπαιδευτικών για το ρόλο των πολλαπλών αναπαραστάσεων στη διδασκαλία της Χημείας. Για να επιτευχθούν οι στόχοι της εργασίας συλλέχθηκαν και αναλύθηκαν μία πληθώρα από ποιοτικά και ποσοτικά δεδομένα. Ανάμεσα στα ευρήματα της παρούσας έρευνας είναι ότι οι συμμετέχοντες θεωρούν τις πολλαπλές αναπαραστάσεις των βιβλίων ως χρήσιμα εργαλεία για τη διδασκαλία τους και αντιλαμβάνονται τη σημασία των πολλαπλών αναπαραστάσεων για τη μάθηση της Χημείας από τους μαθητές τους.

## Abstract

In the present study, we investigated Science teachers' ability to recognize the types of representations in Chemistry text books and to make connections among them and also, the chemists' views about the role and the employment of multiple representations in text books in teaching and learning Chemistry. We collected data from open and close type questionnaires and the application of eye-tracking and think aloud protocol methodology. In conclusion, the chemists comprehend and are able to make connections among the representations of Chemistry text books and they consider the employment of multiple representations for both themselves and students.

## 1. Εισαγωγή

Οι πολλαπλές χημικές αναπαραστάσεις στα σχολικά βιβλία Χημείας αποτελούν «οπτικοποιήσεις» των χημικών εννοιών, οι οποίες μπορούν να αναφέρονται στα τρία επίπεδα προσέγγισης της Χημείας, στο μακροσκοπικό, μικροσκοπικό και συμβολικό επίπεδο. Αποτελούν βοηθητικό εργαλείο για τους μαθητές μέσω της απεικόνισης των εννοιών και στα τρία επίπεδα με στόχο την βαθύτερη εννοιολογική κατανόηση της Χημείας (Ainsworth 2008) αλλά και για τους εκπαιδευτικούς στην καλύτερη περιγραφή των χημικών εννοιών και στην οργάνωση του μαθήματός τους (Gilbert & Treagust, 2009; Kozma 2003). Στη παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε διερεύνηση: i) της ικανότητας των εκπαιδευτικών να αναγνωρίζουν τα διαφορετικά είδη/ τύπους αναπαραστάσεων στα σχολικά βιβλία Χημείας, ii) της ικανότητας των εκπαιδευτικών να κάνουν συνδέσεις ανάμεσα στις πολλαπλές αναπαραστάσεις Χημείας του σχολικού βιβλίου, iii) των απόψεων των εκπαιδευτικών για το ρόλο των πολλαπλών αναπαραστάσεων, που περιέχονται στα σχολικά βιβλία για τη διδασκαλία και τη μάθηση της Χημείας και iv) των στάσεων των εκπαιδευτικών στην αξιοποίηση των πολλαπλών αναπαραστάσεων του σχολικού βιβλίου στη διδασκαλία τους. Για να επιτευχθούν οι στόχοι της εργασίας συλλέχθηκαν και αναλύθηκαν μία πληθώρα από ποιοτικά και ποσοτικά δεδομένα.

## **2. Μεθοδολογία**

### *Εργαλεία έρευνας*

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα έρευνα προήλθαν από: i) την ανάλυση γραπτών απαντήσεων των εκπαιδευτικών σε ερωτηματολόγια ανοιχτού τύπου αναφορικά με τα χαρακτηριστικά και τις λειτουργίες συγκεκριμένων χρησιμοποιούμενων αναπαραστάσεων των σχολικών βιβλίων Χημείας, ii) την εφαρμογή της μεθοδολογίας καταγραφής κινήσεων των οφθαλμών (eye tracking methodology) και του πρωτοκόλλου ομιλούντων υποκειμένων (think aloud protocol) στους εκπαιδευτικούς κατά τη διάρκεια παρατήρησης χαρακτηριστικών αποσπασμάτων των σχολικών βιβλίων με πολλαπλές αναπαραστάσεις και iii) τις απαντήσεις των εκπαιδευτικών σε ερωτηματολόγιο κλειστού τύπου της 5-βαθμης κλίμακας τύπου Likert για το ρόλο των πολλαπλών αναπαραστάσεων στη διδασκαλία της Χημείας.

Συγκεκριμένα, στη γραπτή δοκιμασία, ανατέθηκαν στους συμμετέχοντες αποσπάσματα με πολλαπλές αναπαραστάσεις των σχολικών βιβλίων Χημείας και τους δόθηκε σε ηλεκτρονική μορφή ένα ερωτηματολόγιο ανοιχτού τύπου σχετικά με τα είδη και τις λειτουργίες των αναπαραστάσεων των αποσπασμάτων αυτών.

Η μεθοδολογία καταγραφής κινήσεων των οφθαλμών (eye-tracking methodology) και του πρωτοκόλλου ομιλούντων υποκειμένων (think aloud protocol) στους εκπαιδευτικούς κατά τη διάρκεια παρατήρησης χαρακτηριστικών αποσπασμάτων των σχολικών βιβλίων με πολλαπλές αναπαραστάσεις, εφαρμόστηκαν για να μελετηθεί ο τρόπος επεξεργασίας των αναπαραστάσεων και η δημιουργία συνδέσεων μεταξύ αυτών από τους συμμετέχοντες (Rau 2015). Στην άσκηση του eye tracker υπήρχαν τα ίδια αποσπάσματα και τα ίδια ερωτήματα με αυτά της γραπτής δοκιμασίας, ενώ παράλληλα δόθηκε σε όλους τους συμμετέχοντες και ένα κοινό απόσπασμα με παρόμοια ερωτήματα για τις πολλαπλές αναπαραστάσεις.

Το ερωτηματολόγιο κλειστού τύπου για τις απόψεις των εκπαιδευτικών για την αξιοποίηση των πολλαπλών αναπαραστάσεων αποτελούνταν από 18 ερωτήσεις.

### *Συμμετέχοντες – Εφαρμογή της έρευνας*

Η παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκε στο Τμήμα Χημείας ΑΠΘ τον Φεβρουάριο 2016. Στην γραπτή δοκιμασία, καθώς και στη μεθοδολογία eye-tracking συμμετείχαν 7 μεταπτυχιακοί φοιτητές στη Χημική Εκπαίδευση. Το ερωτηματολόγιο κλειστού τύπου διαμοιράστηκε στους 7 μεταπτυχιακούς και επιπλέον σε 13 εκπαιδευτικούς των Φυσικών Επιστημών (συνολικά 20 άτομα).

## **3. Αποτελέσματα**

### *Γραπτή δοκιμασία*

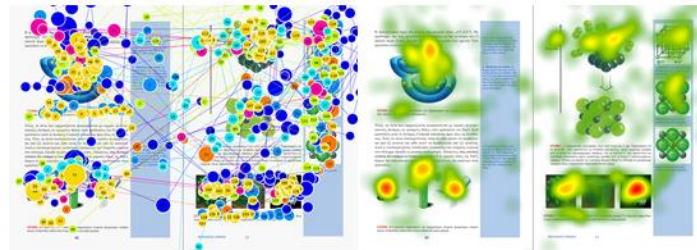
Οι απαντήσεις των εκπαιδευτικών ταξινομήθηκαν και κωδικοποιήθηκαν στις ακόλουθες ομάδες: μοριακό επίπεδο (υπομικροσκοπικό και συμβολικό), μακροσκοπικό επίπεδο. Από την ανάλυση των απαντήσεων παρατηρήθηκε ότι οι 7 συμμετέχοντες ανέλυσαν όλα τα διαθέσιμα είδη αναπαραστάσεων καθώς περιέγραψαν τα στοιχεία όλων των επιπέδων αναπαραστάσεως δίνοντας έμφαση κυρίως στο υπομικροσκοπικό επίπεδο.

### *Δοκιμασία με εφαρμογή της μεθοδολογίας eye tracking*

Από τα αποτελέσματα που ελήφθησαν από τον eye tracker παρατηρήθηκε ότι οι 7 εκπαιδευτικοί εντοπίζουν και παρατηρούν όλα τα είδη των αναπαραστάσεων. Από τα

heatmaps φαίνονται όλα τα σημεία πάνω στα αποσπάσματα του σχολικού βιβλίου όπου εστίασαν οι εκπαιδευτικοί και από τη διαβάθμιση χρωμάτων φαίνεται η διάρκεια εστίασης στα σημεία αυτά (εικόνες 1 και 2). Με κόκκινο απεικονίζονται οι μεγαλύτεροι χρόνοι. Επίσης οι συνδέσεις μεταξύ των αναπαραστάσεων παρουσιάζονται μέσα στα gazeplots, όπου δείχνουν τη θέση κάθε εστίασης, καθώς και τη σειρά και το χρόνο μετάβασης (έγχρωμες γραμμές) από το ένα σημείο εστίασης σε ένα άλλο (εικόνες 1 και 2).

**Εικόνα 1:** Gazerplot (αριστερά) και Heatmap (δεξιά) κατά την παρατήρηση του κοινού αποσπάσματος των μεταπτυχιακών φοιτητών, για τον εντοπισμό των ειδών των περιεχόμενων αναπαραστάσεων (N=7)



**Εικόνα 2:** Gazerplot (αριστερά) και Heatmap (δεξιά) κατά την παρατήρηση του κοινού αποσπάσματος των μεταπτυχιακών φοιτητών, για τη δημιουργία συνδέσεων μεταξύ των περιεχόμενων αναπαραστάσεων (N=7)



### Ερωτηματολόγιο κλειστού τύπου

Από την ανάλυση των απαντήσεων των 20 συμμετεχόντων εκπαιδευτικών παρατηρήθηκε πως έχουν θετική στάση στη χρήση των πολλαπλών αναπαραστάσεων, καθώς θεωρούν ότι παρέχουν πολλές δυνατότητες στους ίδιους και στους μαθητές (πίνακες 1 και 2).

**Πίνακας 1:** Απαντήσεις στο ερώτημα 11 για τις δυνατότητες που παρέχουν στους εκπαιδευτικούς οι διαθέσιμες πολλαπλές αναπαραστάσεις των σχολικών βιβλίων Χημείας (N=20)

	Πάρα πολύ και πολύ (4 & 5)	Μέτρια (3)	Λίγο και καθόλου (1 & 2)
i. Τη δυνατότητα να παρουσιάζουν ταυτόχρονα διάφορες όψεις μίας έννοιας ή ενός φαινομένου	45%	45%	10%
ii. Τη δυνατότητα να επιλέγουν εκείνη την αναπαράσταση κάθε φορά μίας έννοιας ή ενός φαινομένου που ταιριάζει στους ίδιους καλύτερα για να την εξηγήσουν	40%	45%	15%
iii. Τη δυνατότητα στους εκπαιδευτικούς να επιλέγουν εκείνη την αναπαράσταση κάθε φορά μίας έννοιας ή ενός φαινομένου που ταιριάζει καλύτερα στους μαθητές τους για να την κατανοήσουν	45%	45%	10%

**Πίνακας 2:** Απαντήσεις στην ερώτηση 13 για τις δυνατότητες που παρέχουν στους μαθητές οι διαθέσιμες πολλαπλές αναπαραστάσεις των σχολικών βιβλίων Χημείας (N=20)

	Πάρα πολύ και πολύ (4 & 5)	Μέτρια (3)	Λίγο και καθόλου (1 & 2)
i. Τη δυνατότητα να εξετάσουν ταυτόχρονα διάφορες όψεις μίας έννοιας ή ενός φαινομένου.	65%	30%	5%
ii. Τη δυνατότητα να δουν ανάμεσα στις αναπαραστάσεις τις μεταξύ τους σχέσεις και αλληλεπιδράσεις.	60%	35%	5%
iii. Τη δυνατότητα να επιλέξουν εκείνη την αναπαράσταση που τους ταιριάζει καλύτερα για να κατανοήσουν την έννοια ή το φαινόμενο που μελετούν.	45%	50%	5%
iv. Μεγαλύτερο κίνητρο να μελετήσουν καθώς οι εικόνες και τα γραφικά τους προσελκύουν την προσοχή και το ενδιαφέρον.	60%	30%	10%

#### 4. Συμπεράσματα

Ανάμεσα στα ευρήματα της έρευνας αυτής είναι: i) η ικανότητα των εκπαιδευτικών να αναγνωρίσουν όλα τα διαθέσιμα είδη αναπαραστάσεων των δοσμένων αποσπασμάτων του σχολικού βιβλίου, ii) η ικανότητά τους να δημιουργούν συνδέσεις μεταξύ των περιεχόμενων αναπαραστάσεων στα αποσπάσματα, δίνοντας κυρίως έμφαση στις αναπαραστάσεις του υπομικροσκοπικού επιπέδου καθώς και iii) η ευχέρεια τους στη χρήση της χημικής συμβολικής γλώσσας. Οι εκπαιδευτικοί παρουσιάζουν θετική στάση στη χρήση των πολλαπλών αναπαραστάσεων κατά τη διδασκαλία της Χημείας, καθώς αποτελούν βοηθητικό εργαλείο για την καλύτερη οργάνωση του μαθήματός τους και παροτρύνουν τους μαθητές τους στη χρήση των αναπαραστάσεων του σχολικού βιβλίου καθώς τους ωφελεί στην κατανόηση των χημικών εννοιών και φαινομένων.

#### 5. Βιβλιογραφικές αναφορές

- Ainsworth, S. (2008). The Educational Value of Multiple-representations when Learning Complex Scientific Concepts. *Visualization: Theory and Practice in Science Education*, 191–208.
- Gilbert, J., & Treagust, D. (2009). *Multiple Representations in Chemical Education*. New York: Springer
- Hoffmann, R., & Laszlo, P. (1991). Representation in Chemistry. *Angewandte Chemie*, 30, 1-112.
- Kozma, R. (2003). The material features of multiple representations and their cognitive and social affordances for science understanding. *Learning and instructions*, 13, 205- 226.
- Rau, M. (2015). Enhancing undergraduate chemistry learning by helping students make connections among multiple graphical representations. *Chemistry Education Research and Practice*, 16, 654- 669.