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

Η Διδακτική Μεταφορά στη Διδασκαλία του Χημικού Δεσμού

Ευάγγελος Πύργας, Γεώργιος Τσαπαρλής

doi: 10.12681/codiste.7626

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** EKT | **Πρόσβαση:** 08/12/2025 19:07:36

Η Διδακτική Μεταφορά στη Διδασκαλία του Χημικού Δεσμού

Ευάγγελος Πύργας[1] και Γεώργιος Τσαπαρλής[2]
[1]Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, Διδάκτορας Πανεπιστημίου Ιωαννίνων
[2]Ομότιμος Καθηγητής, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
[1]*vagpir@yahoo.com*

Περίληψη

Η «Διδακτική Μεταφορά» ή «Διδακτικός Μετασχηματισμός Περιεχομένου» αναφέρεται στη μετατροπή σύνθετης ή ανώτερης εξειδικευμένης γνώσης σε διδακτική γνώση, ώστε να μπορεί να διδαχθεί αποτελεσματικά στους μαθητές. Στην παρούσα μελέτη επιλέχθηκαν αρχικά δύο πηγές γνώσης/συγγράμματα (οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν ως «πρωτεύουσες πηγές») και καταστρώθηκε ένα σύνολο αντικειμένων/θεμάτων που σχετίζονται με τους χημικούς δεσμούς. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε μια συνολική οριζόντια ανάλυση των δύο παραπάνω πηγών και συντάχθηκε μια λίστα θεμάτων (17 «σημεία»), στα οποία παρατηρήθηκαν σημαντικές ομοιότητες αλλά και διαφορές. Έχοντας ως «οδηγό» τις παραπάνω δύο πηγές, ακολούθησε η ανάλυση τεσσάρων επιπλέον πηγών, δύο αγγλόφωνων και δύο ελληνικών σχολικών βιβλίων. Από τα τέσσερα βιβλία, μελετήθηκαν τα κεφάλαια που αφορούν τους χημικούς δεσμούς και έγινε συγκριτική ανάλυση/σύγκριση των βιβλίων αυτών με βάση τα 17 «σημεία» τα οποία προέκυψαν από τη σύγκριση των δύο πρώτων πηγών.

Λέξεις κλειδιά: διδακτική μεταφορά, διδακτικός μετασχηματισμός περιεχομένου, εξωτερική /εσωτερική διδακτική μεταφορά, συγκριτική ανάλυση περιεχομένου

Didactic Transposition in the Teaching of Chemical Bonding

Evangelos Pyrgas[1], Georgios Tsaparlis[2]
[1]Secondary Education Teacher, PhD University of Ioannina
[2]Emeritus Professor, University of Ioannina
[1]*vagpir@yahoo.com*

Abstract

"Didactic transposition" or "Didactic content transformation" refers to the transformation of complex or specialized expert higher knowledge into teachable knowledge, so that it can be taught effectively to students. In the present study, two publications / sources of knowledge (which were used as "primary sources") were initially selected and a set of topics/themes related to chemical bonding was compiled. Then a total horizontal analysis of the above two publications was carried out, leading to a list of themes (17 "points"), in which significant similarities as well as differences were observed. Having as a "guide" the first two sources, the analysis of four additional sources, two books in English and two Greek schoolbooks followed. From the specific books, the chapters related to chemical bonding were studied and a comparative analysis/comparison of these books was made based on the 17 "points" that resulted from comparison of the first two sources.

Keywords: didactic transposition, didactic content transformation, external/internal didactic transfer, comparative content analysis

Εισαγωγή

Η διαδικασία της διδακτικής μεταφοράς (didactic transposition / transposition didactique) αναφέρεται στους μετασχηματισμούς που υφίσταται ένα γνωστικό αντικείμενο ή ένα σύνολο γνώσεων από τη στιγμή που παράγεται, τίθεται σε χρήση, επιλέγεται και σχεδιάζεται για να διδαχθεί, μέχρι να διδαχθεί πραγματικά σε ένα συγκεκριμένο εκπαιδευτικό ίδρυμα

Αναγνωριστικό ψηφιακής εργασίας: https://doi.org/10.12681/codiste.7626

(Chevallard & Bosch, 2014). Με τον όρο «Διδακτικός Μετασχηματισμός Περιεχομένου» (ΔΜΠ) εννοούμε κάθε αλλαγή που γίνεται στο περιεχόμενο (έννοιες, φαινόμενα, νόμοι, διαδικασίες, κ.ά.) των φυσικών επιστημών (ΦΕ) για να γίνει κατανοητό από τον στοχευόμενο πληθυσμό (Καριώτογλου, 2021). Η μεταφορά γνώσης από ανώτερη σε κατώτερη εκπαιδευτική βαθμίδα και η επακόλουθη και αναγκαία προσαρμογή αυτής της γνώσης στις νέες συνθήκες είναι ακριβώς αυτό που εννοείται με τον όρο «Διδακτική Μεταφορά»/ «Διδακτικός Μετασχηματισμός Περιεχομένου» (Achiam, 2014).

Μεθοδολογία

Για την παρούσα μελέτη, επελέγησαν δύο συγγράμματα/πηγές γνώσης. Το ένα ήταν το βιβλίο του P. Atkins **(Σύγγραμμα 1, Σ1)** που έχει ως τίτλο: «Φυσικοχημεία, μια Επιγραμματική Εισαγωγή» ("Physical Chemistry, a Very Short Introduction" (Atkins, 2014), από το οποίο αναλύθηκε το 1ο κεφάλαιο («Η ύλη εκ των ένδον»)]. Το άλλο ήταν μια τετράτομη Αμερικάνικη Εγκυκλοπαίδεια **(Σύγγραμμα 2, Σ2)** με τίτλο: "Chemistry: Foundations and Applications" J. J. Lagowski (Ed.), *Chemistry: Foundations and Applications* (Lagowski, 2004). Από αυτήν την εγκυκλοπαίδεια έγινε επιλογή των κεφαλαίων που σχετίζονται με τον χημικό δεσμό. Στη συνέχεια, για κάθε ένα σύγγραμμα, δημιουργήθηκε μια λίστα σχετικών θεμάτων. Αφού παρουσιάστηκαν, για κάθε βιβλίο ξεχωριστά, τα σχετικά σημεία (σειρά αναφοράς των ειδών δεσμού, χρήση εννοιών κ.λπ.), ακολούθησε μια συνολική οριζόντια ανάλυση των δύο συγγραμμάτων που αφορούσε μια σειρά θεμάτων, 17 «σημεία» (Παππά, 2015). Μετά την ως άνω ανάλυση ακολούθησε η ανάλυση τεσσάρων επιπλέον συγγραμμάτων, δύο αγγλόγλωσσων και δύο σχολικών ελληνικών βιβλίων, με βάση τα 17 «σημεία».

Τα 17 «Σημεία» της Συγκριτικής Ανάλυσης Atkins και Αμερικάνικης Εγκυκλοπαίδειας

Παρατηρήθηκαν σημαντικές ομοιότητες αλλά και διαφορές ως προς: (1) Τη σειρά παρουσίασης των ενδομοριακών δεσμών. (2) Τον μεταλλικό δεσμό. (3) Τον ημιπολικό δεσμό. (4) Την ύπαρξη συνέχειας μεταξύ των δεσμών. (5) Την ηλεκτραρνητικότητα και την πολικότητα των δεσμών. (6) Τον κανόνα της οκτάδας (7) Τα ενεργειακά διαγράμματα του ιοντικού και του ομοιοπολικού δεσμού. (8) Την κρυσταλλική και τη μοριακή δομή του ιοντικού και του ομοιοπολικού δεσμού αντίστοιχα, τις δυνάμεις Coulomb, την ηλεκτροστατική φύση, τα κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων και τις δομές Lewis. (9) Ατομική ακτίνα, ενέργεια ιοντισμού, ηλεκτρονιακή συγγένεια και ενέργεια πλέγματος. (10) Τη θεωρία του δεσμού σθένους και τη θεωρία των μοριακών τροχιακών. (11) Την έννοια του υβριδισμού (δημιουργία υβριδικών τροχιακών/ γωνίες δεσμών). (12) Την αρχή ηλεκτρονιακής δόμησης (aufbau). (13) Τον απλό, διπλό και τριπλό ομοιοπολικό δεσμό. (14) Τα τροχιακά s, p, d, f. (15) Τη θεωρία VSEPR. (16) Τους δεσμούς «σ» και «π». (17) Την τάξη δεσμού και τον συντονισμό.

Τα Αποτελέσματα της Συγκριτικής Ανάλυσης Atkins και Αμερικάνικης Εγκυκλοπαίδειας

Τα αποτελέσματα τις συγκριτικής ανάλυσης με βάση τα 17 παραπάνω «σημεία» έχουν ως εξής: (1) Και στα δύο συγγράμματα, πρώτα μελετάται ο ιοντικός δεσμός και κατόπιν ο ομοιοπολικός δεσμός. (2) Στο Σ2 γίνεται αναφορά πρώτα στον μεταλλικό δεσμό και κατόπιν στους δύο άλλους ενδομοριακούς δεσμούς (ιοντικό και ομοιοπολικό). Στην περίπτωση του Atkins (Σ1), η μελέτη του μεταλλικού δεσμού γίνεται ξεχωριστά σε επόμενο κεφάλαιο. (3) Μόνο στο Σ2 γίνεται αναφορά στον δοτικό δεσμό και δίνονται και ορισμένα παραδείγματα. (4) Σε κανένα από τα δύο συγγράμματα, δεν αναφέρεται η ύπαρξη συνέχειας μεταξύ των δεσμών. (5) Μόνο στο Σ2 περιγράφεται και εξηγείται η έννοια της ηλεκτραρνητικότητας. (6) Στο Σ1, ο «κανόνας της οκτάδας» αναφέρεται στην περίπτωση του ομοιοπολικού δεσμού, ενώ στο Σ2 ο «κανόνας της οκτάδας» αναφέρεται σε αμφότερους τους δεσμούς. (7) Ενεργειακά διαγράμματα παρουσιάζονται μόνο στο Σ2. (8) Και στα δύο συγγράμματα, γίνεται αναφορά στην κρυσταλλική και στη μοριακή δομή του ιοντικού και του ομοιοπολικού δεσμού

αντίστοιχα, ενώ γίνεται αναφορά στην ύπαρξη κοινών ζευγών ηλεκτρονίων. Ακόμη, και στα δύο συγγράμματα χρησιμοποιούνται οι δομές Lewis μόνο για τον ομοιοπολικό δεσμό και όχι για τον ιοντικό δεσμό . (9) Η έννοια της ατομικής ακτίνας αναφέρεται μόνο στο Σ1, ενώ κατά την περιγραφή του ιοντικού δεσμού, γίνεται αναφορά στην ενέργεια ιοντισμού και στην ηλεκτροσυγγένεια και στα δύο συγγράμματα. Αναφορά στην ενέργεια πλέγματος, γίνεται μόνο στην περίπτωση του Σ2. (10) Και στα δύο συγγράμματα γίνεται αναφορά στη θεωρία του δεσμού σθένους και στη θεωρία των μοριακών τροχιακών. (11) Το Σ1 αναφέρεται στη δημιουργία υβριδικών τροχιακών στην περίπτωση του μεθανίου, ενώ στο Σ2 γίνεται αναφορά στα υβριδικά ατομικά τροχιακά (sp, sp^2, sp^3) και στα σχήματα των μορίων ανάλογα με τον τύπο υβριδισμού. (12) Στο Σ2 γίνεται εκτενής αναφορά στην αρχή ηλεκτρονιακής δόμησης (aufbau). Στο Σ1 αναφέρονται τόσο η αρχή ελάχιστης ενέργειας όσο και η απαγορευτική αρχή του Pauli, δεν αναφέρεται όμως ο κανόνας του Hund. (13) Στο Σ1 ως παράδειγμα απλού δεσμού χρησιμοποιείται το H2, ως διπλού δεσμού το CO2, ενώ γίνεται αναφορά στον τριπλό και στην σπάνια περίπτωση του τετραπλού δεσμού. Στο Σ2 οι ομοιοπολικοί δεσμοί περιγράφονται μέσω παραδειγμάτων των δομών Lewis, μελετώνται επίσης και στην ενότητα των μοριακών τροχιακών. (14) Και στα δύο συγγράμματα αναφέρονται τα τροχιακά s, p, d, f καθώς και τα σχήματα αυτών. (15) & (16) Μόνο στο Σ2 γίνεται αναφορά στη θεωρία VSEPR και στον τρόπο δημιουργίας των δεσμών «σ» και «π». (17) Στο Σ1 περιέχεται η έννοια του συντονισμού, αλλά όχι η έννοια της τάξης δεσμού, ενώ στο Σ2 γίνεται αναφορά και στις δύο έννοιες.

Παρουσίαση των Τεσσάρων Επιπλέον Βιβλίων

Τα τέσσερα βιβλία είναι τα εξής:

Βιβλίο 1 (Β1): K. S. Taber (ed.), “Teaching secondary chemistry” (Ch. 4).

Βιβλίο 2 (Β2): M. S. Silbeberg, “Chemistry (The Molecular Nature of Matter and Change), 2nd edition.

Βιβλίο 3 (Β3): Σ. Λιοδάκης et al., Χημεία Α΄ Λυκείου, Γενικής Παιδείας, 2021.

Βιβλίο 4 (Β4): Σ. Λιοδάκης et al. Χημεία Γ΄ Λυκείου, Ομάδας Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών & Σπουδών Υγείας, τεύχος β΄, 2021.

Συγκριτική Ανάλυση Βιβλίων

Για λόγους χώρου επιλέξαμε σε αυτή τη σύνοψη να παρουσιάσουμε τη συγκριτική ανάλυση μόνο για δύο από τα παραπάνω βιβλία. Επιλέξαμε ένα βιβλίο δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, Β3, και ένα τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, Β2.

Τα αποτελέσματα τις συγκριτικής ανάλυσης με βάση τα 17 «σημεία» που προαναφέραμε έχουν ως εξής: (1) Και στα δύο βιβλία πρώτα εισάγεται η έννοια του ιοντικού δεσμού και μετά του ομοιοπολικού δεσμού. (2) Στο Β3 ο μεταλλικός δεσμός εντοπίστηκε ως απλή αναφορά ενώ στο Β2 γίνεται εκτενής αναφορά στον μεταλλικό. (3) Στο Β2 δεν γίνεται καθόλου αναφορά στον ημιπολικό δεσμό ενώ στο Β3 δίνεται μια σύντομη περιγραφή του δεσμού αυτού. (4) Ως προς την ύπαρξη συνέχειας μεταξύ των δεσμών, το Β2 εντοπίζει τη σύνδεση μεταξύ των δεσμών και την παρουσιάζει αναλυτικά. Το Β3 αναφέρει με συντομία τη συνέχεια μεταξύ ιοντικού και ομοιοπολικού δεσμού. (5) Στο Β2 η ηλεκτραρνητικότητα και η πολικότητα δεσμού εισάγονται ως ξεχωριστή ενότητα μετά τον ιοντικό και τον ομοιοπολικό και πριν από τον μεταλλικό δεσμό. Στο Β3 η ηλεκτραρνητικότητα εισάγεται μετά τον ιοντικό δεσμό κατά την μελέτη του ομοιοπολικού δεσμού. (6) Στο Β2 δίνεται ο ορισμός του κανόνα της οκτάδας (στην ενότητα του ιοντικού δεσμού). Το Β3 διατυπώνει τον κανόνα της οκτάδας (τόσο στην ενότητα των ηλεκτρονίων σθένους, όσο και σε αυτή του ιοντικού δεσμού). (7) Στα Β2 & Β3 παρουσιάζεται ενεργειακό διάγραμμα τόσο του ιοντικού όσο και του ομοιοπολικού δεσμού. (8) Στο Β3 γίνεται αναφορά στην κρυσταλλική και στη μοριακή δομή του ιοντικού και του ομοιοπολικού δεσμού αντίστοιχα, ενώ αυτό δεν γίνεται στο Β2. Και στα 2 βιβλία γίνεται

αναφορά στην ύπαρξη δυνάμεων Coulomb. Το ίδιο ισχύει για την ηλεκτροστατική φύση δεσμού, όπως και για την ύπαρξη κοινών ζευγών ηλεκτρονίων. Αναφορά στις δομές Lewis γίνεται επίσης και στα δύο βιβλία. (9) Η έννοια της ατομικής ακτίνας αναφέρεται και στα δύο βιβλία. Κατά την περιγραφή του ιοντικού δεσμού, μόνο στο Β2, γίνεται αναφορά στην ενέργεια ιοντισμού, στην ηλεκτροσυγγένεια και στην ενέργεια πλέγματος. (10) Αναφορά στη θεωρία δεσμού σθένους και στη θεωρία των μοριακών τροχιακών γίνεται μόνο στο Β2. (11) Αναφορά στην έννοια του υβριδισμού γίνεται στο Β2. (12) Σε κανένα από τα δύο βιβλία δεν γίνεται αναφορά στην αρχή ηλεκτρονιακής δόμησης. (13) Ο απλός, διπλός και τριπλός ομοιοπολικός δεσμός παρουσιάζονται στα δύο βιβλία δίνοντας και τα κατάλληλα παραδείγματα. (14) Αναφορά στα τροχιακά s, p, d, f καθώς και τα σχήματα αυτών γίνεται στο Β2. (15) & (16) Στο Β2 γίνεται αναλυτική περιγραφή τόσο της θεωρίας VSEPR όσο και στον τρόπο δημιουργίας των δεσμών «σ» και του «π». Αντίθετα το Β3 δεν αναφέρεται καθόλου σε αυτά. (17) Μόνο στο Β2 γίνεται αναφορά στην έννοια του συντονισμού (εκτοπισμός δεσμικού ζεύγους ηλεκτρονίων) αλλά και στην έννοια της τάξης δεσμού.

Συμπεράσματα

Η ενότητα των συμπερασμάτων θα παρουσιαστεί στην πλήρη μορφή της εργασίας μετά από την πλήρη συγκριτική ανάλυση όλων των βιβλίων.

Βιβλιογραφία:

Καριώτογλου, Π. (2021). Ο διδακτικός μετασχηματισμός περιεχομένου και η αναγκαιότητα στη διδακτική φυσικών επιστημών: Ζητήματα, ευρήματα και προτάσεις, *Έρευνα για την Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία*, 1(1), 39-62, https://doi.org/10.12681/riste.27268.

Λιοδάκης Σ., Γάκης Δ., Θεοδωρόπουλος Δ., Θεοδωρόπουλος Π., & Κάλλης Α. (2021). *Χημεία Α΄ Τάξης Γενικού Λυκείου*, Έκδοση: ΙΤΥΕ «Διόφαντος». ISBN: 9789600648171

Λιοδάκης Σ., Γάκης Δ., Θεοδωρόπουλος Δ., Θεοδωρόπουλος Π., & Κάλλης Α. (2021). *Χημεία Γ΄ Τάξης Γενικού Λυκείου, Ομάδας Προσανατολισμού Θετικών & Σπουδών Υγείας, Τεύχος Β΄*, Έκδοση: ΙΤΥΕ «Διόφαντος». ISBN: 9789600651171

Παππά, Θ. Ε. (2015). *Ενδομοριακοί και διαμοριακοί δεσμοί: Ιεραρχίες μάθησης στην βιβλιογραφία της Γενικής Χημείας και στην προσέγγιση των καταστάσεων της ύλης (SOMA). Αξιολόγηση των ερωτήσεων των αντίστοιχων κεφαλαίων*, [Αδημοσίευτη Διδακτορική Διατριβή] Τμήμα Χημείας, Σχολή Θετικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων. http://hdl.handle.net/10442/hedi/36093

Achiam, M. (2014). Didactic Transposition: From theoretical notion to research programme, Paper presented at the biannual ESERA 2014, doctoral summer school, August 25- 29, Kappadokya, Turkey. Ανακτήθηκε από: https://curis.ku.dk/ws/portalfiles/portal/141772579/Achiam_2014_ESERA_SS_.pdf

Atkins, P. (2014). Physical chemistry, a very short introduction, Chapter 1: Atomic and molecular structure, (pp. 1 – 21), Oxford, UK: Oxford University Press. ISBN: 9780199683970

Chevallard, Y. and Bosch, M., (2014), Didactic transposition in mathematics education. Στο: Lerman S. (Επιμ.), *Encyclopedia of Mathematics Education,* σ. 170-174. Springer, Dordrecht, https://doi.org/10.1007/978-94-007-4978-8_48.

Lagowski, J. J., (Επιμ.) (2004), Chemistry: Foundations and Applications. MacMillan. ISBN: 978-0028657219

Silbeberg, M. S., (1999), Chemistry - The molecular nature of matter and change, 2η εκδ. McGraw-Hill College. ISBN: 978-0077216504

Taber, K. S., (2012), Developing models of chemical bonding, Στο K. S. Taber (Επιμ.), Teaching secondary chemistry, Ch. 4, 2η εκδ., London: Association for Science Education/Hodder Education. ISBN: 978-1444124323