



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικό και Καποδιστριακό
Πανεπιστήμιο Αθηνών

Διδακτική της Χημείας

Ενότητα 1: Θεωρίες Μάθησης στη Διδακτική της Χημείας

Ζαχαρούλα Σμυρναίου

Τμήμα Φιλοσοφίας, Παιδαγωγικής και Ψυχολογίας

1.	Εναλλακτικές Ιδέες ή Παρανοήσεις των Μαθητών.....	3
1.1	Ορισμοί.....	3
1.2	Χαρακτηριστικά των μαθητών που οδηγούν σε παρανοήσεις	3
1.3	Η μάθηση ως εννοιολογική αλλαγή.....	4
1.4	Διάφορες προσεγγίσεις της εννοιολογικής αλλαγής	5
1.5	Ο ρόλος της γλώσσας στη δημιουργία παρανοήσεων	8

1. Εναλλακτικές Ιδέες ή Παρανοήσεις των Μαθητών

1.1 Ορισμοί

Με βάση τις εργασίες των αναπτυξιακών ψυχολόγων (Piaget και Vygotsky) και σύμφωνα με το μοντέλο επεξεργασίας των πληροφοριών, που είναι το κύριο θεωρητικό πλαίσιο εντός του οποίου διεξάγεται η έρευνα στη γνωστική ψυχολογία έχουμε ως δεδομένα ότι κατά τη μάθηση:

- η γνώση δεν μπορεί να μεταβιβασθεί από το ένα άτομο σε άλλο άτομο με οποιοδήποτε τρόπο, αλλά το κάθε άτομο οικοδομεί τη γνώση
- η διαδικασία οικοδόμησης της νέας γνώσης αρχίζει με θεμέλιο οτιδήποτε είναι ήδη γνωστό στο άτομο
- συντελείται με εσωτερικές γνωστικές διαδικασίες, που δρουν σε ερεθίσματα του περιβάλλοντος, καθώς και
- με τη διαμεσολάβηση κοινωνικοπολιτισμικών παραγόντων

Το αποτέλεσμα της μάθησης είναι νοητικά μοντέλα του πραγματικού κόσμου που μπορεί να χρησιμοποιηθούν στην επίλυση προβλημάτων. Αυτά τα μοντέλα μπορεί να είναι ορθά ή ελλιπώς καθορισμένα.

Σε κάθε περίπτωση και καθώς το άτομο συνεχίζει να μαθαίνει, θα τροποποιηθούν και θα βελτιωθούν. Όταν τα νοητικά μοντέλα των μαθητών οδηγούν σε διαφορετική κατανόηση των πραγμάτων από την επιστημονικά κυρίαρχη, τότε οι ιδέες των μαθητών ονομάζονται από τους ερευνητές ως:

- *διαισθητικές ιδέες (intuitive notions)* και δηλώνεται η καταγωγή των ιδεών,
- *αντιλήψεις (conceptions)* και υπαινίσσεται η γενικότητα χρήσης των ιδεών αυτών,
- *εναλλακτικές αντιλήψεις (alternative conceptions)* ή ως *παρανοήσεις (misconceptions)* και δίνεται έμφαση στη διαφορά μεταξύ των ιδεών των μαθητών και της αποδεκτής επιστημονικής άποψης.

Όποιο όνομα και να τους δοθεί, περιγράφουν ένα είδος εννοιολογικής δυσκολίας που αντιμετωπίζει ο μαθητής. Θα χρησιμοποιούμε τον όρο *παρανοήσεις* ή *λανθασμένες αντιλήψεις* όταν αναφερόμαστε σε τέτοιες λανθασμένες γνώσεις. Η σημασία των παρανοήσεων είναι ότι η παρουσία τους αναπόφευκτα εμποδίζει την προσπάθεια του μαθητή να ενσωματώσει τη νέα, σωστή γνώση που πρέπει να μάθει σε αυτό που ήδη γνωρίζει. Η μάθηση απαιτεί την αναδιοργάνωση των νοητικών μοντέλων, που ήδη υπάρχουν, για να διορθωθούν οι παρανοήσεις και συγχρόνως απαιτεί την επέκταση των μοντέλων ώστε να συμπεριληφθούν οι νέες έννοιες. Έτσι, η μάθηση συχνά αναφέρεται ως διαδικασία εννοιολογικής αλλαγής.

1.2 Χαρακτηριστικά των μαθητών που οδηγούν σε παρανοήσεις

Όταν διδάσκουμε Χημεία καθοδηγούμε τους μαθητές να «δουν» φαινόμενα και πειραματικές καταστάσεις με τους ιδιαίτερους τρόπους που τα «βλέπουν» οι επιστήμονες. Αυτό εμπλέκει τους μαθητές στη δόμηση νοητικών μοντέλων για οντότητες που δεν γίνονται άμεσα αντιληπτές, όπως τα σωματίδια της ύλης. Η διαδικασία αυτή της μοντελοποίησης είναι σύνθετη και απαιτεί από τους μαθητές να κατασκευάσουν νοητικά και να χρησιμοποιούν ορισμένες *οντότητες*, οι οποίες μπορεί να είναι σύνολα αντικειμένων ή συστήματα, να τις περιγράφουν με ακριβείς τρόπους χρησιμοποιώντας ορισμένες παραμέτρους (π.χ. μάζα, θερμοκρασία, χημική ένωση) και να εξηγούν τις διαδικασίες της *αλληλεπίδρασης* ανάμεσα στις παραμέτρους με περιγραφή των μεταξύ των σχέσεων (π.χ. θερμότητα, χημική αντίδραση). Η δόμηση τέτοιων πολύπλοκων μοντέλων απαιτεί σημαντική προσπάθεια από μέρους των μαθητών και συνήθως παίρνει χρόνο. Η δημιουργία των παρανοήσεων των μαθητών, κατά

τη διαδικασία δόμησης επιστημονικών μοντέλων, έχει να κάνει, σύμφωνα με τους ερευνητές της διδακτικής, με ορισμένα χαρακτηριστικά των μαθητών όπως:

Α. *Σκέψη κυριαρχούμενη από την αισθητηριακή αντίληψη.* Οι μαθητές, όταν έρχονται αντιμέτωποι με ένα πρόβλημα, έχουν την τάση να βασίζονται αρχικά τους συλλογισμούς τους στα παρατηρούμενα χαρακτηριστικά.

Β. *Περιορισμένη εστίαση.* Οι μαθητές έχουν την τάση να επικεντρώνονται σε περιορισμένες όψεις μιας δεδομένης κατάστασης και να εξηγούν τα φαινόμενα περισσότερο με όρους απόλυτων ιδιοτήτων που αποδίδονται σε αντικείμενα, παρά με όρους αλληλεπίδρασης ανάμεσα στα στοιχεία κάποιου συστήματος. Για παράδειγμα, οι χημικοί αντιλαμβάνονται την αντίδραση της καύσης ως αλληλεπίδραση μεταξύ της καιγόμενης ουσίας και του οξυγόνου, ενώ οι μαθητές έχουν την τάση να ερμηνεύουν το φαινόμενο ως ιδιότητα αυτής της ίδιας της ουσίας, η οποία εκδηλώνεται με ή χωρίς την παρουσία του οξυγόνου.

Γ. *Εστίαση περισσότερο σε αλλαγές, παρά σε σταθερές καταστάσεις.* Οι μαθητές παρουσιάζουν την τάση να εστιάζουν την προσοχή τους σε ακολουθίες γεγονότων ή σε μεταβολές καταστάσεων με το χρόνο. Αυτό σημαίνει ότι τείνουν να εστιάζουν σε παροδικές (μεταβαλλόμενες) καταστάσεις ενός συστήματος μάλλον παρά σε καταστάσεις ισορροπίας, επειδή στις τελευταίες δεν υπάρχει μεταβολή με το χρόνο.

Δ. *Γραμμικός αιτιώδης συλλογισμός.* Όταν οι μαθητές εξηγούν τις αλλαγές, οι συλλογισμοί τους τείνουν να ακολουθούν μια γραμμική αιτιώδη ακολουθία. Υιοθετούν μια *αιτία* που παράγει μια αλυσίδα *αποτελεσμάτων* ως μια ακολουθία εξαρτώμενη από το χρόνο. Μια συνέπεια της τάσης των μαθητών να σκέπτονται με τον τρόπο αυτόν και να έχουν μια προτιμώμενη κατεύθυνση, όταν αιτιολογούν τα γεγονότα, είναι ότι οι διαδικασίες, που ένας επιστήμονας βλέπει ως αντιστρεπτές, δεν αντιμετωπίζονται απαραίτητα με αυτόν τον τρόπο από τους μαθητές. Για παράδειγμα, οι μαθητές μπορούν να καταλάβουν ότι απορρόφηση ενέργειας μπορεί να αλλάξει ένα στερεό σε ένα υγρό, αλλά δεν μπορούν να εκτιμήσουν τι συμβαίνει όταν το υγρό μετατρέπεται σε στερεό.

Ε. *Έννοιες που δεν διαχωρίζονται.* Οι μαθητές χρησιμοποιούν έννοιες, δίνοντάς τους σημασίες διαφορετικές και σημαντικά πιο εκτεταμένες από αυτές που δίνουν οι επιστήμονες. Το γεγονός ότι οι σημασίες που δίνουν οι μαθητές στις έννοιες είναι περισσότερο περιεκτικές και σφαιρικές από εκείνες των επιστημόνων έχει ως αποτέλεσμα, σε μερικές περιπτώσεις, οι μαθητές να διολισθαίνουν από τη μία σημασία στην άλλη, χωρίς αναγκαστικά να το συνειδητοποιούν. Για παράδειγμα, οι μαθητές χρησιμοποιούν εναλλακτικά τις έννοιες μάζα, βάρος και πυκνότητα χωρίς να διακρίνουν τη σημασία τους.

ΣΤ. *Εξάρτηση από το πλαίσιο.* Οι μαθητές συχνά, χρησιμοποιούν διαφορετικές ιδέες για να ερμηνεύσουν «παρόμοιες» καταστάσεις που ένας επιστήμονας θα εξηγούσε με τον ίδιο τρόπο. Οι ιδέες που θα χρησιμοποιήσουν οι μαθητές εξαρτώνται από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, δηλαδή το πλαίσιο της κατάστασης. Ένα από τα προβλήματα που εμπλέκονται στη διερεύνηση των παρανοήσεων των μαθητών, είναι η επινόηση τρόπων για την ανίχνευση της σκέψης των μαθητών. Αν δηλαδή οι απαντήσεις των μαθητών προέρχονται από ιδέες που συγκροτούν ένα ενιαίο σύνολο στη σκέψη τους ή παράγονται με έναν ειδικό τρόπο, ως απόκριση του μαθητή στην κοινωνική πίεση να δώσει απάντηση σε ένα τεστ.

1.3 Η μάθηση ως εννοιολογική αλλαγή

Οι υπάρχουσες εννοιολογικές δομές δεν είναι στάσιμες, αλλά αλλάζουν διαρκώς καθώς αποκτάται νέα γνώση. Η μάθηση είναι μια ενεργή διαδικασία που εξαρτάται από το ήδη υπάρχον πλαίσιο γνώσεων του μαθητή. Ο μαθητής στηρίζεται σε έννοιες που ήδη κατέχει προκειμένου να οργανώσει τις νέες πληροφορίες. Η αναδιοργάνωση των γνώσεων απαιτεί τη διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής και απαιτεί μεγάλη προσπάθεια. Συγκεκριμένα, ο όρος **εννοιολογική αλλαγή** χρησιμοποιείται για να

χαρακτηρίσει το είδος της μάθησης που απαιτείται όταν οι νέες πληροφορίες που πρόκειται να μαθευτούν έρχονται σε σύγκρουση με την προϋπάρχουσα γνώση των μαθητών η οποία έχει αποκτηθεί συνήθως από τις καθημερινές τους εμπειρίες. Τότε απαιτείται μια μεγαλύτερη αναδιοργάνωση της προϋπάρχουσας γνώσης, η εννοιολογική αλλαγή. Κάποια παραδείγματα στα οποία απαιτείται εννοιολογική αλλαγή είναι όταν: (α) η επιστημονική έννοια της δύναμης έρχεται σε αντιπαράθεση με την καθημερινή έννοια της δύναμης ως ιδιότητα των φυσικών αντικειμένων, (β) το μοντέλο του Κοπέρνικου για το ηλιακό σύστημα έρχεται σε αντιπαράθεση με το γεωκεντρικό μοντέλο, (γ) η έννοια του κλάσματος απαιτεί ριζική αλλαγή της προϋπάρχουσας έννοιας του φυσικού αριθμού. Γιατί πρέπει να ονομάζουμε αυτόν τον τύπο της μάθησης «εννοιολογική αλλαγή» και όχι απλώς «μάθηση»; Η εννοιολογική αλλαγή είναι αναντίρρητα μια μορφή μάθησης, αλλά είναι σημαντικό να διαφοροποιηθεί (διακριθεί) από τα άλλα είδη μάθησης επειδή απαιτεί διαφορετικούς μηχανισμούς και διαφορετικές διδακτικές παρεμβάσεις για να πραγματοποιηθεί. Η περισσότερη μάθηση είναι αθροιστική και ως τέτοια εμπεριέχει τον εμπλουτισμό της προϋπάρχουσας γνώσης. Η εννοιολογική αλλαγή δεν μπορεί ωστόσο να επιτευχθεί μέσω αθροιστικών μηχανισμών. Αντίθετα, η χρήση αθροιστικών μηχανισμών σε καταστάσεις όπου απαιτείται εννοιολογική αλλαγή είναι μία από τις κύριες αιτίες των παρανοήσεων.

Ένας κοινός τύπος παρανοήσεων προκύπτει όταν η νέα πληροφορία προστίθεται σε μια ασυμβίβαστη βάση γνώσεων. Είναι σημαντικό κατά τη διαδικασία της διδασκαλίας να διακρίνονται οι περιπτώσεις που απαιτούν εννοιολογική αλλαγή και να προειδοποιούνται οι μαθητές για την ανεπάρκεια της χρήσης αθροιστικών μηχανισμών σε αυτές τις περιπτώσεις.

Σήμερα οι περισσότεροι ερευνητές συμφωνούν ότι η εννοιολογική αλλαγή είναι κάτι που δεν γίνεται αποκλειστικά στον εγκέφαλο του καθενός αλλά είναι μια διαδικασία που μπορεί να προάγεται ή να παρακωλύεται από κοινωνικούς/ πολιτισμικούς παράγοντες και το εκπαιδευτικό περιβάλλον. Με σκοπό να κατανοήσουμε πλήρως την εννοιολογική αλλαγή πρέπει να διερευνήσουμε πως τα άτομα μαθαίνουν στο κοινωνικό πλαίσιο. Πιο συγκεκριμένα, μια πλήρης θεωρία εννοιολογικής αλλαγής πρέπει να παρέχει πληροφορίες για τις ακόλουθες τέσσερις μεταβλητές:

1. ατομικές εννοιολογικές αλλαγές: όπως αλλαγές στις πεποιθήσεις, στις διαδικασίες συλλογισμού, και στις στρατηγικές που υιοθετούνται κατά τη διάρκεια της εννοιολογικής αλλαγής
2. ατομικές παρακινητικές και συναισθηματικές μεταβλητές: όπως οι απόψεις και οι στάσεις των μαθητών απέναντι στις Φυσικές Επιστήμες, τα κίνητρά τους για να ασχοληθούν με τις σχολικές εργασίες, τις αντιλήψεις τους για το ρόλο τους ως μαθητές, τους στόχους τους, τα ενδιαφέροντα τους κλπ.
3. το εκπαιδευτικό περιβάλλον στο οποίο πραγματοποιείται η διδασκαλία των Φ.Ε: αν δίνει έμφαση στην απομνημόνευση ή στην κατανόηση, στη διερεύνηση ή στη μάθηση από αυθεντίες, αν επιτρέπει στους μαθητές να ελέγχουν σε κάποιο βαθμό τη μάθησή τους ή όχι, αν υποστηρίζει μια εποικοδομητική άποψη της γνώσης, αν στηρίζει τη μεταγνώση, την αυτοεπίγνωση και την ηθελημένη μάθηση κλπ.
4. το ευρύτερο κοινωνικό και πολιτισμικό περιβάλλον στο οποίο ζουν και μαθαίνουν οι μαθητές: αν είναι περιβάλλον επιστημονικά εγγράμματων ενηλίκων με υψηλό βαθμό επιστημονικών γνώσεων ή όχι. Αν η επιστημονική γνώση είναι κάτι που παρουσιάζεται στις καθημερινές συζητήσεις ή η επιστημονική γνώση δεν εκτιμάται ή δεν αναγνωρίζεται.

1.4 Διάφορες προσεγγίσεις της εννοιολογικής αλλαγής

Η προσέγγιση της εννοιολογικής αλλαγής μεταφέρθηκε στο χώρο της μάθησης και της διδασκαλίας από αυτόν της Φιλοσοφίας και της Ιστορίας των Επιστημών από τους ψυχολόγους και τους ερευνητές της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών που διαπίστωσαν ορισμένες αναλογίες ανάμεσα στις αλλαγές θεωριών κατά την ανάπτυξη των Φυσικών Επιστημών και στη μάθηση των Φυσικών Επιστημών. Από τη δεκαετία του 70 οι ερευνητές αντιλήφθηκαν ότι οι μαθητές είχαν λανθασμένες αντιλήψεις

(παρανοήσεις) που ήταν σταθερές και δύσκολα μπορούσαν να εξαλειφθούν. Ο Posner και οι συνεργάτες του αντιμετώπισαν αυτές τις λανθασμένες αντιλήψεις ως θεωρίες (αφελείς) που έπρεπε να αντικατασταθούν από τις πρόσφατα αποδεκτές, ορθές επιστημονικές απόψεις μέσα από μια διαδικασία εννοιολογικής αλλαγής. Εμπνεόμενοι από τους επιστημολόγους, ο Posner και οι συνεργάτες του υποστήριξαν ότι προκειμένου οι μαθητές να μπορέσουν να αντικαταστήσουν τις λανθασμένες αντιλήψεις τους με τις πρόσφατα αποδεκτές επιστημονικές απόψεις πρέπει να ικανοποιούνται τέσσερις συνθήκες:

- (α) Πρέπει οι μαθητές να δυσφορούν με τις υπάρχουσες έννοιες (**γνωστική σύγκρουση**). Η διαδικασία της δόμησης της νέας γνώσης, η της τροποποίησης μιας ήδη υπάρχουσας απαιτεί ενεργή συμμετοχή και προσπάθεια από τη μεριά του μαθητή.
- (β) Η νέα έννοια πρέπει να είναι κατανοητή (σαφής) για το μαθητή, χωρίς απαραίτητα να έχει αντιληφθεί πλήρως τη σημασία της.
- (γ) Η νέα έννοια πρέπει να εμφανίζεται αρχικά εύλογη και αληθοφανής, και
- (δ) Η νέα έννοια πρέπει να είναι αποδοτική, δηλαδή να βοηθά το μαθητή να λύνει άλλα προβλήματα.

Ο Posner και οι συνεργάτες του ισχυρίζονται ότι μια αληθοφανής έννοια πρέπει πρώτα να είναι σαφής, και μια αποδοτική έννοια πρέπει πρώτα να είναι σαφής και αληθοφανής. Οι επακόλουθες εννοιολογικές αλλαγές μπορεί να είναι μόνιμες ή προσωρινές ή πολύ ασήμαντες για να ανιχνευτούν. Σε αυτό το μοντέλο μάθησης, η επίλυση του ανταγωνισμού ανάμεσα στις έννοιες ερμηνεύεται με βάση τη σχετική τους σαφήνεια, αληθοφάνεια και αποδοτικότητα.

Το θεωρητικό πλαίσιο του Posner αποτέλεσε τη βάση για πολλές πρακτικές εφαρμογές και έρευνες στο χώρο της Διδακτικής. Οι έρευνες αυτές αποκάλυψαν ότι η συγκεκριμένη προσέγγιση εννοιολογικής αλλαγής είναι πιο αποτελεσματική από τις παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας και μάθησης, αλλά υπόκειται σε ορισμένους περιορισμούς. Ενώ ο Posner και οι συνεργάτες του χρησιμοποίησαν την επιστημολογία για να εξηγήσουν την εννοιολογική αλλαγή, άλλοι ερευνητές με κύριο εκπρόσωπό τους την Chi χρησιμοποίησαν ειδικούς οντολογικούς όρους για να εξηγήσουν αλλαγές στον τρόπο που οι μαθητές αντιλαμβάνονται τις επιστημονικές οντότητες. Ο όρος οντολογία χρησιμοποιείται σε διάφορα πλαίσια και γενικά αναφέρεται στον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι χαρακτηρίζουν τα φαινόμενα. Η Chi και οι συνεργάτες της ήταν οι πρώτοι που χρησιμοποίησαν την έννοια της οντολογίας στο χώρο της διδακτικής των Φυσικών Επιστημών. Σε αυτό το πλαίσιο, η οντολογία αναφέρεται στον τρόπο που ταξινομεί ο μαθητής τις γνώσεις του σε κατηγορίες οι οποίες είναι εννοιολογικά ευδιάκριτες. Η Chi και οι συνεργάτες της χώρισαν τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών σε τρεις κατηγορίες: *ύλη*, *διαδικασία* και *νοητικές καταστάσεις*. Η κάθε έννοια έχει το δικό της οντολογικό γνώρισμα, το οποίο ορίζεται ως μια ιδιότητα που έχει μια οντότητα εν δυνάμει, ακόμα και όταν δεν έχει εκδηλωθεί. Ισχυρίζονται ότι οι μαθητές γενικά κατηγοριοποιούν τις έννοιες σε οντολογικές κατηγορίες και ότι η εννοιολογική αλλαγή είναι μια αλλαγή στην κατηγοριοποίηση των εννοιών. Η εννοιολογική δομή είναι ευκολότερη αν συνίσταται από αλλαγή κατηγοριοποίησης η οποία δεν απαιτεί αλλαγή οντολογικής κατηγορίας, ενώ αντίθετα, εμποδίζεται αισθητά όταν η μετατόπιση από μία λανθασμένη αντίληψη σε μία επιστημονική απαιτεί το πέρασμα από μία σε άλλη οντολογική κατηγορία.

Μια άλλη προσέγγιση εννοιολογικής αλλαγής είναι αυτή του di Sessa, ο οποίος υποστήριξε ότι οι μαθητές δεν έχουν μια συνεκτική ερμηνευτική θεωρία, αλλά κομμάτια γνώσης, τα οποία ονόμασε “phenomenological primitives” (p-prims) και στα οποία απέδωσε τις λανθασμένες αντιλήψεις των μαθητών. Σύμφωνα με τον di Sessa κατά τη διδασκαλία και τη μάθηση τα κομμάτια γνώσης πρέπει να αναδιοργανωθούν και να αποκτήσουν εσωτερική συνοχή για να μπορούν οι μαθητές να δίνουν επιστημονικά ορθές ερμηνείες. Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή η γνωστική σύγκρουση δεν είναι αναποτελεσματική ως διδακτική προσέγγιση καθώς έχει ως σκοπό την αμφισβήτηση ενός συνεκτικού συστήματος πεποιθήσεων, ενώ κάτι τέτοιο δεν υπάρχει. Αντίθετα, ο di Sessa ισχυρίζεται ότι κατά την εννοιολογική αλλαγή τα κομμάτια γνώσης πρέπει να εννοποιηθούν σε πιο σύνθετες εννοιολογικές δομές

που έχουν τα χαρακτηριστικά αρχών και νόμων για να παράγουν επιστημονική κατανόηση. Το πρόβλημα με αυτόν τον ισχυρισμό είναι ότι θεωρεί ότι οι λανθασμένες αντιλήψεις δεν έχουν συνοχή, γεγονός που αποτελεί ακόμα ερώτημα αναπάντητο, καθώς υπάρχουν στη βιβλιογραφία ενδείξεις για υψηλό επίπεδο συνοχής τους.

Τα τελευταία 15 χρόνια η Βοσνιάδου και οι συνεργάτες της παρείχαν μια γνωστική – αναπτυξιακή προσέγγιση εννοιολογικής αλλαγής μέσα από λεπτομερείς περιγραφές της ανάπτυξης της γνώσης σε πολλούς τομείς των Φυσικών Επιστημών, όπως η παρατηρησιακή Αστρονομία, η Μηχανική, η Γεωφυσική, η Χημεία και η Βιολογία. Τα αποτελέσματα αυτών των ερευνών έδειξαν ότι οι μικροί μαθητές απαντούν σε ερωτήσεις σχετικές με τη δύναμη, την ύλη, τη γη στο διάστημα ή με τη σύσταση της γης με έναν εσωτερικά συνεπή τρόπο, αποκαλύπτοντας την ύπαρξη περιορισμένων αλλά συνεκτικών αρχικών ερμηνευτικών πλαισίων – τα **διαισθητικά νοητικά μοντέλα**. Αυτά τα ερμηνευτικά πλαίσια είναι διαφορετικά ως προς τη δομή τους, τα φαινόμενα που ερμηνεύουν και τις ιδιαίτερες έννοιές τους από τις επιστημονικές θεωρίες τις οποίες διδάσκονται οι μαθητές. Η διαδικασία της μάθησης αντιμετωπίζεται από τη Βοσνιάδου και τους συνεργάτες της ως μια αργή και σταδιακή διαδικασία, κατά την οποία οι μαθητές συνήθως προσθέτουν τις νέες επιστημονικές πληροφορίες στα αρχικά τους ερμηνευτικά πλαίσια καταστρέφοντας τη συνοχή τους και δημιουργούν τα **συνθετικά νοητικά μοντέλα**. Οι ερευνητές κάνουν μια διάκριση μεταξύ των αρχικών ερμηνευτικών πλαισίων των μαθητών που δημιουργούνται πριν τη συστηματική διδασκαλία και των παρανοήσεων που είναι αποτέλεσμα της διδασκαλίας. Ισχυρίζονται ότι οι περισσότερες από τις παρανοήσεις μπορούν να χαρακτηριστούν ως συνθετικά μοντέλα, δηλαδή προσπάθειες των μαθητών να συνθέσουν τη νέα πληροφορία στα αρχικά ερμηνευτικά πλαίσια. Η Βοσνιάδου υποστηρίζει ότι οι αντιλήψεις των μαθητών παρουσιάζουν συστηματικότητα και συνέπεια. Η συστηματικότητα αυτή προέρχεται από το γεγονός ότι τα νοητικά μοντέλα, που χρησιμοποιούν οι μαθητές για να ερμηνεύσουν τα φυσικά φαινόμενα, περιορίζονται από ένα μικρό αριθμό «**προϋποθέσεων**» που διαμορφώνονται από τους μαθητές με βάση τις καθημερινές τους εμπειρίες. Οι προϋποθέσεις μπορεί να είναι οντολογικές και επιστημολογικές και περιορίζουν τα είδη των νοητικών μοντέλων που μπορούν να σχηματίσουν οι μαθητές. Επομένως, οι προϋποθέσεις είναι εμπειρικά αποκτώμενοι περιορισμοί που καθοδηγούν την πορεία απόκτησης γνώσεων. Τα αποτελέσματα των ερευνών δείχνουν ότι καθώς αυξάνεται η ηλικία των μαθητών παρατηρείται μια εξέλιξη των νοητικών μοντέλων από διαισθητικά προς συνθετικά. Η ύπαρξη των συνθετικών νοητικών μοντέλων επιβεβαιώνουν τις υποθέσεις των ερευνητών, ότι ορισμένες προϋποθέσεις των μαθητών περιορίζουν την πορεία της εννοιολογικής αλλαγής, ακριβώς γιατί οι νέες πληροφορίες είναι ασυνεπείς με αυτές τις βαθιά ριζωμένες προϋποθέσεις. Ριζική εννοιολογική αλλαγή στα νοητικά μοντέλα και κατάκτηση των επιστημονικών εννοιών απαιτεί αλλαγές στις προϋποθέσεις που τα περιορίζουν. Σχετικά με τις προϋποθέσεις των μαθητών, η Βοσνιάδου επισημαίνει δύο επιπλέον σημεία. Το πρώτο σημείο αφορά στην επίγνωση των μαθητών για την ύπαρξη των προϋποθέσεων αυτών. Φαίνεται ότι οι μαθητές δεν έχουν επίγνωση των προϋποθέσεων τους, αλλά θεωρούν ότι πρόκειται περισσότερο για γεγονότα της λειτουργίας του φυσικού κόσμου παρά για υποθέσεις ενός ερμηνευτικού πλαισίου που πρέπει να τεθεί σε επαλήθευση. Το δεύτερο σημείο είναι ότι οι προϋποθέσεις των μαθητών είναι κοινές για όλους τους μαθητές ανεξάρτητα από το πολιτισμικό περιβάλλον στο οποίο ζουν επειδή είναι αφαιρέσεις που βασίζονται στην εμπειρία των μαθητών από το φυσικό κόσμο. Το σημείο αυτό υποστηρίζεται από το γεγονός ότι τα διαισθητικά μοντέλα εντοπίστηκαν σε όλες τις διαπολιτισμικές έρευνες που έγιναν. Αντίθετα, τα συνθετικά μοντέλα των μαθητών παρουσιάζουν κάποιες διαφορές. Δηλαδή, μαθητές από διαφορετικό πολιτισμικό περιβάλλον δίνουν σε μερικές περιπτώσεις διαφορετικές λύσεις στο πρόβλημα του συμβιβασμού των επιστημονικών πληροφοριών που προέρχονται από το περιβάλλον με τις προϋποθέσεις τους.

1.5 Ο ρόλος της γλώσσας στη δημιουργία παρανοήσεων

Οι παρανοήσεις των μαθητών διαμορφώνονται με την επίδραση των αντιλήψεων των μεγάλων, των μέσων επικοινωνίας, την αλληλεπίδραση με άλλα παιδιά, από τη διδασκαλία, τα σχολικά εγχειρίδια κ.τ.λ.

Σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση παρανοήσεων παίζει η γλώσσα που χρησιμοποιείται από τους μεγάλους. Εκφράσεις π.χ. όπως «κλείσε την πόρτα για να μη φύγει η ζέστη» ή «να μη μπει το κρύο» οδηγούν στην άποψη ότι υπάρχουν δύο διαφορετικά φυσικά μεγέθη, η *ζέστη* και το *κρύο*. Όπως όμως γνωρίζουμε, αυτό που υπάρχει είναι η ενέργεια, η οποία μπορεί να μεταφερθεί από ένα σώμα σε άλλο, λόγω διαφοράς θερμοκρασίας. Ανάλογες αντιλήψεις δημιουργούνται στα παιδιά από τα μέσα μαζικής επικοινωνίας, όταν αναφέρονται σε επιστημονικά ή τεχνολογικά θέματα. Π. χ. συχνά ακούγεται η έκφραση: «η κατανάλωση του ηλεκτρικού ρεύματος...». Στα παιδιά δημιουργείται η εσφαλμένη εντύπωση ότι το ηλεκτρικό ρεύμα είναι κάτι που καταναλώνεται.

Μερικές από τις παρανοήσεις των μαθητών προκύπτουν από τη διαφορετική σημασία των λέξεων στην επιστήμη και στην καθημερινή ζωή. Στην καθημερινή ζωή η λέξη *σωματίδιο* σημαίνει ένα μικρό αλλά μη ορατό κομμάτι στερεάς ουσίας, ενώ στη Χημεία η λέξη *σωματίδιο* χρησιμοποιείται σε μικροσκοπικό επίπεδο για να περιγράψει άτομα, μόρια, ιόντα, ηλεκτρόνια κ.λπ. Η τάση να αποδίδονται μακροσκοπικές ιδιότητες μιας ουσίας στα σωματίδια από τα οποία αποτελείται μπορεί να οφείλεται στο ότι οι διδάσκοντες και τα εγχειρίδια δεν κάνουν επαρκή διάκριση μεταξύ των ουσιών ως ολότητες και των σωματιδίων που τις συνιστούν.

Μια άλλη παράμετρος χρήσης της γλώσσας είναι ότι ορισμένες καθημερινές εκφράσεις, οι οποίες χρησιμοποιούνται κατά τη διδασκαλία ή περιέχονται στα σχολικά εγχειρίδια, κρίνονται προβληματικές, καθώς επιτρέπουν το σχηματισμό λανθασμένων αντιλήψεων παρόμοιων με αυτές που ανιχνεύτηκαν στην έρευνα. Η χρήση ενεργητικών ρημάτων που μεταβιβάζουν την ενέργεια σε κάποιο σώμα (π.χ. το λεμόνι διαβρώνει το μάρμαρο, η χλωρίνη ξεβάφει τα χρωματιστά ρούχα) υποβάλλουν την ιδέα ότι ένα σώμα δρα πάνω σε ένα άλλο σώμα – «παθόν» που υφίσταται τη δράση και αλλάζει, ενώ το σώμα – «δράστης» μένει αμετάβλητο (η σκουριά διαβρώνει το σίδηρο). Επίσης, η χρήση ενεργητικών αμετάβλητων ρημάτων (π.χ. το καρφί σκουριάζει, ο χαλκός πρασινίζει) συμβάλλει στη δημιουργία της λανθασμένης αντίληψης ότι οι ιδιότητες των ουσιών αλλάζουν (χρώμα, υφή) επειδή αλλάζει η ίδια η ουσία (δίχως αλληλεπίδραση με άλλη ουσία).

Επιπλέον, οι ορισμοί θεμελιωδών εννοιών όπως: άτομο, μόριο, χημικό στοιχείο και χημική ένωση πρέπει να είναι ταυτόχρονα *ακριβείς* και αρκετά *συνοπτικοί* για να έχουν νόημα για τους *μαθητές*. Στην πράξη, παρόλο που οι ορισμοί μπορεί να μαθαίνονται πρόθυμα με αποστήθιση (μηχανικά – παπαγαλία) αποκτούν νόημα μόνον όταν η έννοια γίνει κατανοητή.

Το γεγονός αυτό δεν θα αποτελεί πρόβλημα όταν οι διδάσκοντες το έχουν στο μυαλό τους και είναι προσεκτικοί κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας.

Η χρησιμοποίηση πολλαπλών ορισμών και μοντέλων, όπως για παράδειγμα κατά τη μελέτη των οξέων – βάσεων και οξειδωσης – αναγωγής έχει αναφερθεί ως μια σημαντική αιτία δυσκολιών για τους μαθητές. Η χρησιμοποίηση διαφορετικών μοντέλων με αύξηση των επιπέδων ανάλυσης των εννοιών πρέπει να γίνεται με προσοχή και να διατυπώνονται καθαρά οι περιορισμοί σε αυτά. Παρανοήσεις δημιουργούνται και κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας, λόγω έλλειψης καλής επικοινωνίας μεταξύ διδασκόντων και μαθητών. Όταν ο διδάσκων επικοινωνεί με την τάξη αυτό που συνήθως πετυχαίνει είναι να υιοθετήσουν οι μαθητές τις λέξεις και τις χειρονομίες που χρησιμοποιεί και όχι το νόημα αυτό κάθε αυτό. Μπορεί ο διδάσκων έχει στο μυαλό του κάποιες έννοιες τις οποίες προσπαθεί να διδάξει στους μαθητές μεταφράζοντάς αυτές σε λέξεις, σχήματα, διαγράμματα ή σύμβολα. Ο μαθητής μπορεί να τα προσέξει όλα αυτά, αλλά πρέπει να βρει και ένα νόημα για να τους αποδώσει. Υπάρχει μεγάλη

πιθανότητα το νόημα που θα δώσει ο μαθητής να μην είναι το ίδιο με εκείνο που ήθελε ο διδάσκων. Η πιθανότητα αυτή γίνεται μάλιστα μεγαλύτερη αν η γλώσσα που χρησιμοποιείται δεν του είναι οικεία.

Όσον αφορά στα σχολικά εγχειρίδια ο τρόπος που οι μαθητές κατανοούν ό,τι διαβάζουν σ'αυτά επηρεάζεται από τα ερμηνευτικά τους σχήματα. Κατασκευάζουν δηλαδή ερμηνείες, συσχετίζοντας αυτό που ήδη γνωρίζουν με αυτό που διαβάζουν και γι' αυτό είναι δυνατό να δίνουν ερμηνείες διαφορετικές από εκείνες στις οποίες αποβλέπει ο συγγραφέας του εγχειριδίου.

Η έλλειψη βασικής προαπαιτούμενης γνώσης είναι ένας βασικός παράγοντας ο οποίος μπορεί να οδηγήσει σε παρανοήσεις, όταν εισάγουμε νέες έννοιες Χημείας. Για παράδειγμα, μαθητές που δεν έχουν κατανοήσει και εξοικειωθεί με τη στοιχειομετρία της αντίδρασης και με την ταχύτητα της αντίδρασης είναι πιθανόν να έχουν δυσκολία με τη χημική ισορροπία. Ο Ausubel (1968) πρότεινε: *...Ο πλέον σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει τη μάθηση είναι αυτά που ο μαθητής ήδη γνωρίζει. Εξακρίβωσέ τα και δίδαξε αυτόν ανάλογα...* Επομένως χρειάζεται να δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στη διαδικασία διάγνωσης, η οποία προηγείται της διδασκαλίας.

Σημειώματα

Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.0

Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Εθνικών και Καποδιστριακών Πανεπιστημίων Αθηνών, Ζαχαρούλα Σμυρναίου, 2015. Ζαχαρούλα Σμυρναίου. «Διδακτική της Χημείας. Θεωρίες Μάθησης στη Διδακτική της Χημείας». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2014.

Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <http://opencourses.uoa.gr/courses/CHEM108/>

Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

Διατήρηση Σημειωμάτων

- Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:
- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.

