

Οι Αντιλήψεις των Μαθητών στην Εννοιολογική Περιοχή της Θερμότητας και η Διδακτική Αναπλαισίωση της Επιστημονικής Γνώσης

Γιάννης Γαβαλάς

Φυσικός – Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

yianga@hotmail.com

Περίληψη: Σκοπός αυτής της εργασίας είναι η διερεύνηση των αντιλήψεων των μαθητών στην εννοιολογική περιοχή της θερμότητας, καθώς και η παρουσίαση της διδακτικής αναπλαισίωσης της επιστημονικής γνώσης στη σχολική εκδοχή της, με παραδείγματα από τα σχολικά βιβλία. Η σχολική γνώση βρίσκεται σε άμεση αλληλεπίδραση με την πρακτικό-βιωματική γνώση των μαθητών, η οποία είναι υπεύθυνη για ένα σύνολο αντιλήψεων σχετικά με τα φαινόμενα του φυσικού κόσμου. Οι αντιλήψεις αυτές κυριαρχούνται από αντιληπτικά δεδομένα και χαρακτηρίζονται από περιορισμένη εστίαση, ελλιπή διαχωρισμό εννοιών και γραμμικό αιτιακό συλλογισμό. Πρόκειται όμως για γνωσιακές κατασκευές με νόημα και λειτουργικότητα, καθώς επιτρέπουν στους μαθητές να ερμηνεύουν τα φαινόμενα του φυσικού κόσμου, με αποτέλεσμα να παρουσιάζεται μεγάλη αντίσταση στην αλλαγή τους μέσω της διδασκαλίας.

Λέξεις κλειδιά: Επιστημονική Γνώση, Σχολική Γνώση, Πρακτικό-Βιωματική Γνώση, Αντιλήψεις Μαθητών, Θερμότητα.

Εισαγωγή

Κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στη σχολική πραγματικότητα, αλληλεπιδρούν δύο σώματα γνώσης. Η σχολική γνώση για τις έννοιες και τα φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών, με την πρακτικό-βιωματική γνώση των μαθητών (Χατζηνικήτα & Χρηστίδου, 2001b). Η σχολική γνώση, προκύπτει από έναν μετασχηματισμό της επιστημονικής γνώσης (Τσατσαρώνη & Κουλαϊδής, 2001), κατά τον οποίον λαμβάνονται υπόψη παιδαγωγικές αντιλήψεις, πολιτικές επιλογές και κοινωνικές ανάγκες (Ραβάνης, 2016). Η πρακτικό-βιωματική γνώση, προκύπτει από την καθημερινή αλληλεπίδραση των μαθητών με τον πραγματικό κόσμο και τους οδηγεί να κατασκευάζουν μία σειρά αντιλήψεων για τις έννοιες και τα φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών (Χαλκιά, 2012). Πολλές από τις αντιλήψεις αυτές αποκλίνουν από τις σημερινές απόψεις της επιστημονικής κοινότητας (Driver, Squires, Rushworth, & Wood-Robinson, 2000· Χαλκιά, 2012). Παράλληλα, δομούν ένα λειτουργικό πλαίσιο που βοηθάει την εμπλοκή των μαθητών με την καθημερινότητα, με αποτέλεσμα να παρουσιάζονται αντιστάσεις στην απαγκίστρωση τους από αυτές (Driver κ.ά., 2000· Κουλαϊδής, 2001· Ραβάνης, 2016· Χαλκιά, 2012).

Η Έννοια της Διδακτικής Αναπλαισίωσης

Η παραγόμενη επιστημονική γνώση αναφέρεται σε άτομα με εξειδικευμένες σπουδές στις Φυσικές Επιστήμες και, ως εκ τούτου, δεν είναι κατάλληλο αντικείμενο διδασκαλίας σε κανένα επίπεδο εκπαίδευσης (Ραβάνης, 2016).

Η αναπλαισίωση της επιστημονικής γνώσης στη σχολική εκδοχή της, εκτός της απλοποίησης, περιλαμβάνει και έναν βαθύτερο μετασχηματισμό (Κουλαϊδής, 2001), ο οποίος αναδεικνύεται από ένα σύνολο χαρακτηριστικών της σχολικής γνώσης, που τη διαφοροποιούν από την επιστημονική. Ειδικότερα, στο σχολικό πλαίσιο επιδιώκεται η αναπαραγωγή της υπάρχουσας γνώσης, σε αντίθεση με το επιστημονικό πλαίσιο όπου επιδιώκεται η παραγωγή νέας γνώσης. Στα σχολικά βιβλία παρατηρείται αντικειμενικοποίηση της επιστημονικής γνώσης, με τους φυσικούς νόμους να παρουσιάζονται ως αντικειμενικές και διαχρονικές αλήθειες. Παρατηρείται, επίσης, μυθοποίηση του καθημερινού κόσμου, καθώς αυτός πολλές φορές παρουσιάζεται ως προνομιακό πεδίο παραγωγής της επιστημονικής γνώσης, αλλά και μυθοποίηση της ίδιας της επιστημονικής γνώσης, καθώς παρουσιάζεται σαν να εξηγεί πλήρως τον καθημερινό κόσμο. Η σχολική γνώση, τέλος, εμπεριέχει μια ιεραρχική δομή των παιδαγωγικών σχέσεων, με τον διδάσκοντα και το διδασκόμενο να έχουν σαφώς διακριτούς ρόλους (Ραβάνης, 2016· Τσατσαρώνη & Κουλαϊδής, 2001).

Σύμφωνα με τις σύγχρονες παιδαγωγικές αντιλήψεις κρίνεται απαραίτητη η ουσιαστική εμπλοκή των μαθητών στη μαθησιακή διεργασία, με σκοπό την αύξηση του ενδιαφέροντός τους για τα γνωστικά αντικείμενα. Τα κατάλληλα διδακτικά βιβλία, που βοηθούν το μαθητή να εξοικειώνεται με τους διαθέσιμους κώδικες επικοινωνίας, μπορούν να οδηγήσουν στη διαμόρφωση κινήτρων, προς την κατεύθυνση αυτή (Τσατσαρώνη & Κουλαϊδής, 2001). Στη συνέχεια αναφέρονται παραδείγματα διδακτικής αναπλαισίωσης στην εννοιολογική περιοχή της θερμότητας, από το βιβλίο της Φυσικής Β΄ Γυμνασίου.

Παραδείγματα Διδακτικής Αναπλαισίωσης στην Εννοιολογική Περιοχή της Θερμότητας

Το 6^ο κεφάλαιο της Φυσικής Β΄ Γυμνασίου πραγματεύεται τη θερμότητα. Η εισαγωγή του κεφαλαίου κλείνει με την παράγραφο:

“Πώς εξηγείται ότι όταν τοποθετήσουμε ένα μπουκάλι γεμάτο με νερό στην κατάψυξη του ψυγείου αυτό θα σπάσει; [...] Πώς λειτουργεί η μηχανή του αυτοκινήτου; [...] Ολοκληρώνοντας τη μελέτη αυτού του κεφαλαίου θα είμαστε σε θέση να απαντήσουμε στα παραπάνω ερωτήματα” (Αντωνίου, Δημητριάδης, Καμπούρης, Παπαμιχάλης, & Παπασιμπα, 2017, σ.118),

μυθοποιώντας την επιστημονική γνώση, καθώς εκφράζεται η πεποίθηση πως είναι σε θέση να εξηγήσει πλήρως τον καθημερινό κόσμο (Τσατσαρώνη & Κουλαϊδής, 2001).

Στη παράγραφο: “6.3 Πως μετράμε τη θερμότητα” περιγράφει:

“Από την πείρα μας γνωρίζουμε ότι χρησιμοποιώντας την ίδια εστία θέρμανσης χρειάζεται περισσότερος χρόνος για να βράσει το νερό σε ένα γεμάτο μπρίκι απ’ ότι σε ένα μισοάδειο. [...] Και όταν θερμαίνουμε στην ίδια εστία ίσες ποσότητες νερού και

γάλακτος, το γάλα ζεσταίνεται γρηγορότερα. Πώς θα χρησιμοποιήσουμε αυτές τις παρατηρήσεις για να καταλήξουμε σε γενικά συμπεράσματα;” (Αντωνίου κ.ά., 2017, σ.123),

αναδεικνύοντας τον καθημερινό κόσμο σε προνομιακό πεδίο παρατήρησης, πειραματισμού και παραγωγής επιστημονικής γνώσης. Η παραδοχή αυτή αποτελεί μύθο, καθώς είναι αποδεκτό από τις επιστημονικές κοινότητες των Φυσικών Επιστημών ότι κάτι τέτοιο δεν ισχύει (Τσατσαρώνη & Κουλαϊδής, 2001).

Στη παράγραφο: “6.1 Θερμόμετρα και μέτρηση θερμοκρασίας” (Αντωνίου κ.ά., 2017, σ.118-119) δεν αναφέρεται ο περιορισμός ότι “το θερμόμετρο θα πρέπει να είναι αρκετά μικρό, ώστε να μην αλλοιώνει αισθητά τη θερμοκρασία του υπό μέτρηση σώματος” (Hewitt, 2010, σ.296), χαρακτηριστικό που παραπέμπει στην αντικειμενικοποίηση της επιστημονικής γνώσης (Τσατσαρώνη & Κουλαϊδής, 2001).

Τέλος, η παράγραφος με τίτλο: “Η θερμότητα και η αρχή διατήρησης της ενέργειας” ξεκινάει ως εξής: “Μάθαμε στο δεύτερο κεφάλαιο ότι η ενέργεια μεταφέρεται από ένα σώμα σε ένα άλλο ή μετασχηματίζεται από μία μορφή σε άλλη, σε όλες όμως τις περιπτώσεις διατηρείται” (Αντωνίου κ.ά., 2017, σ.128), παρουσιάζοντας τη διατήρηση της ενέργειας ως μία γνώση παγιωμένη και βέβαιη, μια αντικειμενική και διαχρονική αλήθεια (Τσατσαρώνη & Κουλαϊδής, 2001). Αντιθέτως, σύμφωνα με τον Kuhn (2008),

“η διατήρηση της ενέργειας – που σήμερα παρουσιάζεται ως μια λογική υπερδομή [...] αναδύθηκε από μια κρίση με κύριο συστατικό την αδυναμία συμβιβασμού της νευτώνιας δυναμικής με ορισμένες συνέπειες της θερμικής θεωρίας των καλορι. Μόνο μετά την απόρριψη της θεωρίας των καλορι ενσωματώθηκε στην επιστήμη η διατήρηση της ενέργειας”. (σ.173)

Τα Γενικά Χαρακτηριστικά των Αντιλήψεων των Μαθητών

Οι μαθητές έρχονται στα μαθήματα Φυσικών Επιστημών του σχολείου με ένα σύνολο διαμορφωμένων αντιλήψεων για τα φαινόμενα του φυσικού κόσμου (Χαλκιά, 2012). Ένα πρώτο χαρακτηριστικό των αντιλήψεων των μαθητών για τα φυσικά φαινόμενα, είναι ότι δομούνται από τις εμπειρίες που αποκτούν μέσω των αισθήσεων (Driver κ.ά., 2000· Χαλκιά, 2012· Χατζηνικήτα & Χρηστίδου, 2001b). Οι μαθητές, έχουν επίσης την τάση να εστιάζουν την προσοχή τους σε ορισμένες μόνο παραμέτρους των φαινομένων που μελετούν, αγνοώντας παράλληλα κάποιες άλλες. Παρά την περιορισμένη εστίαση, οι αντιλήψεις είναι γνωσιακές κατασκευές με νόημα και λειτουργικότητα, καθώς επιτρέπουν στους μαθητές να ερμηνεύουν με επάρκεια τα φαινόμενα του φυσικού κόσμου (Χαλκιά, 2012· Χατζηνικήτα & Χρηστίδου, 2001b).

Έρευνες έδειξαν πως οι μαθητές έχουν την τάση να μη διαχωρίζουν με σαφήνεια τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών και να μεταβαίνουν ασυνείδητα από τη μία έννοια στην άλλη (Χαλκιά, 2012· Χατζηνικήτα & Χρηστίδου, 2001b). Πολλές φορές ακολουθούν γραμμικές αιτιακές αλυσίδες στην προσπάθειά τους να προβλέψουν την έκβαση ενός φυσικού

φαινομένου (Χατζηνικήτα & Χρηστίδου, 2001b), με χαρακτηριστική περίπτωση αιτιατικού συλλογισμού τη σχέση μεταξύ πηγής (αιτίας) και παθητικού αποδέκτη (Χαλκιά, 2012).

Οι μαθητές δεν είναι πρόθυμοι να εγκαταλείψουν τις αντιλήψεις τους, καθώς τους βοηθούν να ερμηνεύουν την πραγματικότητα σε ικανοποιητικό βαθμό (Χαλκιά, 2012· Χατζηνικήτα & Χρηστίδου, 2001b). Έρευνες έχουν δείξει πως οι αντιλήψεις των μαθητών για τα φυσικά φαινόμενα είναι τόσο ανθεκτικές και διατηρούνται, παρά τη διδασκαλία, μέχρι την ενήλικη ζωή τους (Driver κ.ά., 2000). Σε πολλές εννοιολογικές περιοχές των φυσικών επιστημών, οι αντιλήψεις των μαθητών παρουσιάζουν ομοιότητες με απόψεις που καταγράφηκαν στην ιστορία της επιστήμης (Driver κ.ά., 2000· Χαλκιά, 2012), γεγονός που αναδεικνύει τη λειτουργικότητά τους στην ερμηνεία των φυσικών φαινομένων.

Παραδείγματα των Αντιλήψεων των Μαθητών από την Εννοιολογική Περιοχή της Θερμότητας

Οι μαθητές έχουν οικοδομήσει αρκετές διαισθητικές αντιλήψεις σχετικά με τα φαινόμενα που συνδέονται με τη θερμότητα, καθώς τα έχουν συναντήσει σε πολλές πτυχές της καθημερινής τους ζωής (Χαλκιά, 2012). Οι αντιλήψεις αυτές δεν διαφέρουν πολύ από το καλορικό πρότυπο του Lavoisier (Driver κ.ά., 2000· Χαλκιά, 2012), σύμφωνα με το οποίο η θερμότητα ήταν ένα ανεπαίσθητου βάρους ρευστό (Kuhn, 2008).

Η θερμοκρασία και η θερμότητα είναι δύο έννοιες που πολλές φορές χρησιμοποιούνται από τους μαθητές αδιάκριτα, χωρίς σαφή διαχωρισμό (Χατζηνικήτα & Χρηστίδου, 2001b). Αυτή η αντίληψη παρουσιάζει ομοιότητες με την άποψη των επιστημόνων του 18^ο αιώνα, που ταύτιζαν τη θερμοκρασία με τη θερμότητα, αποδεικνύοντας την αντικειμενική δυσκολία που παρουσιάζει ο διαχωρισμός των δύο εννοιών (Χαλκιά, 2012). Οι δύο έννοιες διαχωρίστηκαν μετά από τα αποτελέσματα πειραματικών μελετών του χημικού J. Black, ενώ η φύση της θερμότητας θεμελιώθηκε από την επιστήμη μόλις το 19^ο αιώνα (Τσελφές, 2002).

Οι μαθητές δεν θεωρούν απαραίτητα το κρύο και το ζεστό ως δύο όψεις της ίδιας έννοιας. Φαίνεται πως τα αντιλαμβάνονται ως δύο διαφορετικές έννοιες, όπου το κρύο είναι το αντίθετο του ζεστού (Driver κ.ά., 2000· Χαλκιά, 2012). Αυτή η αντίληψη παρουσιάζει ομοιότητες με τις απόψεις των Ιώνων φιλοσόφων που θεωρούσαν το θερμό και το ψυχρό αντίθετες ουσίες, τη θεώρηση του Αριστοτέλη πως το θερμό και το ψυχρό αποτελούν ιδιότητες των σωμάτων, αλλά και την άποψη των επιστημόνων του 17^{ου} αιώνα, που θεωρούσαν τη θερμότητα και το ψύχος δυνάμεις που δρουν όταν δύο σώματα έρχονται σε επαφή (Τσελφές, 2002).

Στη συνέχεια αναλύονται τρία αντιπροσωπευτικά παραδείγματα αντιλήψεων των μαθητών στην εννοιολογική περιοχή της θερμότητας:

Παράδειγμα 1: *Η θερμοκρασία που αποκτά ένα σώμα όταν βρίσκεται για αρκετό χρόνο σε ένα περιβάλλον, εξαρτάται από το μέγεθός του.*

Πολλοί μαθητές θεωρούν πως η θερμοκρασία ενός σώματος σχετίζεται με τη μάζα του, τον όγκο του και το γενικότερο μέγεθός του (Driver κ.ά., 2000). Η αντίληψη πως η θερμοκρασία

είναι συνάρτηση του μεγέθους του σώματος ίσως οφείλεται στην άποψη πως η θερμοκρασία αποτελεί μέτρο της θερμότητας, η οποία με τη σειρά της είναι μια ουσία που περιέχεται στα σώματα (Χαλκιά, 2012).

Κατά συνέπεια, το παράδειγμα αυτό αναδεικνύει την αδιάκριτη και χωρίς σαφή διαχωρισμό χρήση των εννοιών της θερμοκρασίας και της θερμότητας (Χατζηνικήτα & Χρηστίδου, 2001b).

Παράδειγμα 2: *Η θερμοκρασία που αποκτά ένα σώμα όταν βρίσκεται για αρκετό χρόνο σε ένα περιβάλλον, εξαρτάται από τη σύστασή του.*

Η καθημερινή εμπειρία των μαθητών, όταν ακουμπούν διάφορα αντικείμενα, ενισχύει την αντίληψή τους πως κάποια υλικά είναι από τη φύση τους πιο ψυχρά ή πιο θερμά από κάποια άλλα (Driver κ.ά., 2000). Η αντίληψη αυτή φαίνεται πως συνδέεται, επίσης, με έλλειψη γνώσης του μηχανισμού αγωγής θερμότητας (Χαλκιά, 2012).

Παράδειγμα 3: *Ένα θερμό σώμα έχει την ιδιότητα να εκπέμπει θερμότητα επειδή είναι θερμό και κάθε ψυχρό σώμα έχει παρόμοια την ιδιότητα να εκπέμπει ψύχος επειδή είναι ψυχρό.*

Πολλοί μαθητές πιστεύουν πως η αίσθηση του κρύου ή της ζέστης οφείλεται σε κάτι που φεύγει από το κρύο ή ζεστό αντικείμενο αντίστοιχα και εισέρχεται στο σώμα τους (Driver κ.ά., 2000). Η αντίληψη αυτή αναδεικνύει έναν γραμμικό αιτιακό συλλογισμό (Χατζηνικήτα & Χρηστίδου, 2001b), με πηγή το αντικείμενο και παθητικό αποδέκτη το σώμα του μαθητή (Χαλκιά, 2012).

Συμπεράσματα

Οι μαθητές έρχονται στα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών με προϋπάρχουσες γνώσεις και διαμορφωμένες αντιλήψεις σχετικά με τα φυσικά φαινόμενα (Driver κ.ά., 2000· Χαλκιά, 2012). Οι αντιλήψεις αυτές αποτελούν τις γνωσιακές δομές υποδοχής των νέων νοημάτων, που διαπραγματεύονται κατά τη διδασκαλία. Πολλές φορές οι αντιλήψεις αυτές δεν αρκεί απλώς να συμπληρωθούν με καινούριες πληροφορίες, αλλά πρέπει να αλλάξουν ριζικά (Χατζηνικήτα & Χρηστίδου, 2001a).

Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στο σχολείο πρέπει να μεγιστοποιεί τις πιθανότητες κατανόησης και μάθησης (Ραβάνης, 2016). Επομένως, κατά την αναπλαισίωση της επιστημονικής γνώσης στη σχολική εκδοχή της, οι αντιλήψεις των μαθητών πρέπει να χρησιμοποιούνται ως θεμέλιο, για τον καθορισμό των διδακτικών στόχων και το σχεδιασμό της διδασκαλίας, με σκοπό το εμπλουτισμό ή την αντικατάσταση των αντιλήψεων των μαθητών από τα επιστημονικά μοντέλα (Κουλαϊδής & Χατζηνικήτα, 2001· Χατζηνικήτα & Χρηστίδου, 2001a).

Βιβλιογραφικές Αναφορές

- Αντωνίου, Ν., Δημητριάδης, Π., Καμπούρης, Κ., Παπαμιχάλης, Κ., & Παπασιμίπα, Α. (2017). *Φυσική Β' Γυμνασίου*. Αθήνα: Διόφαντος.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (2000). *Οικο-Δομώντας τις Έννοιες των Φυσικών Επιστημών. Μια Παγκόσμια Σύνοψη των Ιδεών των Μαθητών* (μετάφραση: Χατζή, Μ.). Αθήνα: Τυπωθήτω (έτος έκδοσης του πρωτοτύπου 1994).
- Hewitt, P. (2010). *Οι έννοιες της Φυσικής* (μετάφραση: Σηφάκη, Ε. & Παπαδόγγονας, Γ.). Ηράκλειο: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης (έτος έκδοσης του πρωτοτύπου 2002).
- Κουλαϊδής, Β. (2001). Διδακτική των Φυσικών Επιστημών: Αντικείμενο και Αναγκαιότητα. Στο: Β. Κουλαϊδής, Κ. Δημόπουλος & Β. Χατζηνικήτα (Επιμ.), *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Τόμος Α* (σ.25-49). Πάτρα: ΕΑΠ.
- Κουλαϊδής, Β. & Χατζηνικήτα, Β. (2001). Στρατηγικές Αντιμετώπισης των Αντιλήψεων των Μαθητών. Στο: Β. Κουλαϊδής, Κ. Δημόπουλος & Β. Χατζηνικήτα (Επιμ.), *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Τόμος Α* (σ.75-97). Πάτρα: ΕΑΠ.
- Kuhn, T. S. (2008). *Η Δομή των Επιστημονικών Επαναστάσεων* (μετάφραση: Γεωργακόπουλος, Γ. & Κάλφας, Β.). Αθήνα: Σύγχρονα Θέματα (έτος έκδοσης του πρωτοτύπου 1970).
- Ραβάνης, Κ. (2016). *Εισαγωγή στη Διδακτική και στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών*. Αθήνα: Εκδόσεις νέων Τεχνολογιών.
- Τσατσαρώνη, Α. & Κουλαϊδής, Β. (2001). Επιστημονική Γνώση και Σχολική Φυσικό-Επιστημονική Γνώση: Απλοποίηση ή Αναπλαισίωση; Στο: Β. Κουλαϊδής, Κ. Δημόπουλος & Β. Χατζηνικήτα (Επιμ.), *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Τόμος Α* (σ.131-150). Πάτρα: ΕΑΠ.
- Τσελφές, Β. (2002). Αλλαγή και Επιστημονικές Έννοιες: Ιστορική Προσέγγιση. Στο: Β. Κουλαϊδής (Επιμ.), *Αναπαραστάσεις του Φυσικού Κόσμου* (σ.155-199). Αθήνα: Gutenberg.
- Χαλκιά, Κ. (2012). *Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες. Θεωρητικά Ζητήματα, Προβληματισμοί, Προτάσεις*. Αθήνα: Πατάκη.
- Χατζηνικήτα, Β. & Χρηστίδου, Β. (2001a). Σημασία της Έρευνας σχετικά με τις Αντιλήψεις των Μαθητών. Στο: Β. Κουλαϊδής, Κ. Δημόπουλος & Β. Χατζηνικήτα (Επιμ.), *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Τόμος Α* (σ.51-73). Πάτρα: ΕΑΠ.
- Χατζηνικήτα, Β. & Χρηστίδου, Β. (2001b). Πρακτικό-Βιωματική Γνώση των Μαθητών: Γενικά Χαρακτηριστικά. Στο: Β. Κουλαϊδής, Κ. Δημόπουλος & Β. Χατζηνικήτα (Επιμ.), *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Τόμος Α* (σ.153-188). Πάτρα: ΕΑΠ.