

# Στρατηγικές αντιμετώπισης των αντιλήψεων των μαθητών στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών<sup>1</sup>

Νίκος Σ. Αρβανίτης

## Περίληψη

*Η αναγνώριση της σημασίας των αντιλήψεων των μαθητών συχνά έρχεται σε αντίθεση με τις υποδεικνυόμενες μεθοδολογικές πρακτικές και το περιεχόμενο των διδακτικών εγχειριδίων, που εστιάζουν στη διδασκαλία των επιστημονικών εννοιών υπό μορφή ορισμών, νόμων και τύπων που οι μαθητές πρέπει να απομνημονεύσουν. Η εργασία αυτή αποτελεί ένα τέτοιο παράδειγμα, όπου η επιστημολογική και μεθοδολογική πλαισίωση του διδακτικού υλικού, ενώ φαινομενικά αναγνωρίζει τη σημασία των αντιλήψεων, τελικώς στο επίπεδο των προτεινόμενων δραστηριοτήτων λειτουργεί χωρίς αυτές.*

## Εισαγωγή

Οι σύγχρονες τάσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών αναδεικνύουν τη σημασία των αντιλήψεων των μαθητών στη μαθησιακή διαδικασία (Κόκκοτας, 2001) (Κουλαϊδής & Χατζηνικήτα, 2001). Αποδεχόμενοι λοιπόν πως αυτό που οι μαθητές ήδη γνωρίζουν συνιστά σημαντικότατο παράγοντα για την περαιτέρω μάθησή τους, ορίζουμε ως στόχο της παρούσης εργασίας τη διερεύνηση του τρόπου παρουσίασης της έννοιας της δύναμης στο διδακτικό βιβλίο της Φυσικής Β γυμνασίου σε σχέση με την αξιοποίηση ή όχι των αντιλήψεων των μαθητών. Ο στόχος αυτός εξειδικεύεται ως εξής:

- i. Στη διερεύνηση της επιστημολογικής και μεθοδολογικής πλαισίωσης του διδακτικού υλικού, όπως αυτή αποτυπώνεται στο βιβλίο του εκπαιδευτικού (ΒτΕ) που αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα του βιβλίου του μαθητή.
- ii. Στη μελέτη συγκεκριμένων ενοτήτων του βιβλίου του μαθητή (ΒτΜ) και του συνοδευτικού διδακτικού υλικού και στη διακρίβωση της εγγύτητας ή της κατάταξής τους ως προς μια εκ των στρατηγικών αντιμετώπισης των αντιλήψεων των μαθητών.

Ο στόχος διατυπώνεται υπό μορφή ερευνητικών ερωτημάτων ως ακολούθως:

- i. Οι αντιλήψεις των μαθητών τίθενται ως στοιχείο της επιστημολογικής πλαισίωσης του ΒτΕ;
- ii. Ποια είναι η στρατηγική αντιμετώπισης των αντιλήψεων των μαθητών στο περιεχόμενο των διδακτικών εγχειριδίων, ΒτΜ και τετράδιο εργασιών (ΤΕ);

---

<sup>1</sup> Το παρόν κείμενο αποτελεί σχεδιάγραμμα (draft only) σειράς εργασιών που εκπονήθηκαν στο πλαίσιο μεταπτυχιακών σπουδών στο ΕΑΠ για την ενότητα ΕΚΠ63.

Η μελέτη μας διευρύνεται πέρα από τα εγχειρίδια του μαθητή και στο ΒτΕ, καθώς θεωρούμε πως αυτό συνιστά το βασικό πεδίο διαμεσολάβησης μεταξύ της στοχοθεσίας του Αναλυτικού Προγράμματος Σπουδών (ΑΠΣ), του διδακτικού υλικού και των μεθοδολογικών επιλογών των εκπαιδευτικών. Δεδομένων δε των ερευνητικών στοιχείων που καταδεικνύουν την ελλιπή αξιοποίηση των ΑΠΣ εκ μέρους των Ελλήνων εκπαιδευτικών στο σχεδιασμό και την οργάνωση της διδασκαλίας τους (Βέικου, Βαρέση, & Πατούνα, 2008), το ΒτΕ αναδεικνύεται ως το μόνο στοιχείο σύνδεσης διδακτικών στόχων και μεθοδολογικών επιλογών.

Η εργασία αυτή δομείται σε δύο κεφάλαια. Στο α' κεφάλαιο παρουσιάζεται εν συντομία το θεωρητικό πλαίσιο γύρω από τις στρατηγικές αντιμετώπισης των αντιλήψεων των μαθητών καθώς και οι μεθοδολογικές επιλογές που ακολουθήσαμε στην ανάλυση του εμπειρικού υλικού. Στο β' κεφάλαιο ακολουθεί η ανάλυση του υλικού και τα συμπεράσματα της μελέτης μας.

## **1 Θεωρητική πλαισίωση**

### **1.1 Στρατηγικές αντιμετώπισης των αντιλήψεων των μαθητών**

Οι αντιλήψεις των μαθητών αποτελούν τμήμα της πρακτικο-βιωματικής γνώσης που έχουν αποκτήσει έξω από το σχολικό πλαίσιο με βάση τις αισθητηριακές τους εμπειρίες από το φυσικό και κοινωνικό περιβάλλον. Η αντιμετώπισή τους στα πλαίσια της διδακτικής των φυσικών επιστημών επηρεάζεται από τις υιοθετούμενες κατά περίπτωση θεωρίες μάθησης και προσδιορίζει τόσο τον τρόπο σχεδιασμού των ΑΠΣ όσο και τις διδακτικές στρατηγικές που ακολουθεί ο εκπαιδευτικός, την οργάνωση της τάξης, τις τεχνικές αξιολόγησης κ.λπ. (Σκουμιός, 2013).

Ανάλογα με το αν αυτές αγνοούνται ή λαμβάνονται υπόψη, διακρίνονται οι ακόλουθες θέσεις (Κουλαϊδής & Χατζηνικήτα, 2001):

Α) *Αγνόηση ή αποφυγή*: Η θέση αυτή αντιμετωπίζει τις αντιλήψεις ως δυσλειτουργικά στοιχεία της μάθησης τα οποία αν δεν αγνοηθούν εντελώς, πρέπει τουλάχιστον να αφαιρεθούν, καθώς είναι πολύπλοκες, μπερδεμένες, ποικίλες και δυνητικά επιζήμιες για τις αντιλήψεις των υπόλοιπων μαθητών. Κατά την άποψη αυτή ο εκπαιδευτικός είναι ο κυρίαρχος ρυθμιστής της διδασκαλίας, προτείνοντας τις κατάλληλες δραστηριότητες και δίδοντας έμφαση στη συσώρευση και στη αναπαραγωγή της γνώσης, ενώ το ΑΠΣ σχεδιάζεται με γνώμονα τις επιστημονικές γνώσεις που πρέπει να μεταδοθούν. Κατ' ουσίαν η θέση αυτή συνιστά μια παραδοσιακή μορφή διδασκαλίας που εστιάζει στο αντικείμενο της μάθησης και την επιστημονική γνώση, υποβαθμίζοντας ή και αγνοώντας το υποκείμενο της μάθησης (Χατζηνικήτα & Χρηστίδου, 2001, σσ. 51-52)

Β) *Γνώση των αντιλήψεων των μαθητών*: Η εξασφάλιση συναίνεσης μεταξύ των ερευνητών ως προς την αναγνώριση της σημασίας των αντιλήψεων, δεν αντανακλάται και στο επίπεδο της διδακτικής πρακτικής, όπου διαμορφώνονται οι ακόλουθες στρατηγικές:

- i. *Λειτουργώντας «μαζί» με τις αντιλήψεις:* Αναγνωρίζεται η συνέχεια μεταξύ πρακτικο-βιωματικής και επιστημονικής γνώσης, υπό την έννοια πως η μάθηση συνίσταται στον εμπλουτισμό των υπαρχουσών αντιλήψεων μέσω των ατομικών επεξεργασιών, της προσωπικής δηλαδή δόμησης της γνώσης.
- ii. *Λειτουργώντας «ενάντια» στις αντιλήψεις:* Οι εμπειρικές γνώσεις αναγνωρίζονται με στόχο όμως την εξάλειψη ή τον περιορισμό τους, καθώς παρατηρείται ασυνέχεια μεταξύ πρακτικο-βιωματικής και επιστημονικής γνώσης. Αναδεικνύονται οι αντιφάσεις και οι αποκλίσεις μεταξύ αντιλήψεων και «σωστών» γνώσεων, μέσα από διαδικασίες κοινωνικογνωστικής σύγκρουσης όπου συμμετέχει η μαθητική ομάδα (Σκουμιός, 2013, σ. 121), με στόχο την αναδιήγηση και την έκφραση των αντιλήψεων με όρους καθημερινής γλώσσας.
- iii. *Λειτουργώντας «μαζί» και «ενάντια» στις αντιλήψεις:* Στην περίπτωση αυτή οι αντιλήψεις αναδεικνύονται με στόχο να διερευνηθεί η λειτουργικότητα και η εγκυρότητά τους, μέσα από τη δημιουργία γνωστικών συγκρούσεων. Η αλλαγή των αντιλήψεων προϋποθέτει την αλλαγή του «πρωτοκόλλου» ανάλυσης του κόσμου των μαθητών, καθώς για τους τελευταίους αυτές αποτελούν τα βασικά εργαλεία αποκωδικοποίησης της πραγματικότητας.

## 1.2 Μεθοδολογία

Οι στρατηγικές αυτές καθορίζουν τις διδακτικές στρατηγικές του εκπαιδευτικού (π.χ. διάλεξη, ερωτήσεις, πείραμα επίδειξης), την οργάνωση της τάξης (ατομική-ομαδοσυνεργατική εργασία, διάταξη θρανίων, στρατηγικές διαχείρισης του λάθους), τη συγκρότηση των ΑΠΣ (στοχοθεσία σε επίπεδο γνώσεων, ή στάσεων & δεξιοτήτων, έμφαση σε κανόνες και ορισμούς). Η διερεύνησή τους μπορεί να γίνει τόσο σε επιστημολογικό επίπεδο (π.χ. επιστημολογικές παραδοχές στα βιβλία των εκπαιδευτικών) όσο και σε εμπειρικό μέσω της μελέτης:

- i. Των μεθοδολογικών επιλογών του διδάσκοντα
- ii. Των ερωτημάτων του βιβλίου
- iii. Των εικόνων
- iv. Των πειραματικών διατάξεων
- v. Των εργασιών-δραστηριοτήτων για τους μαθητές.

Από τα παραπάνω στοιχεία το στοιχείο *i* δεν είναι ερευνήσιμο στην παρούσα μελέτη, οπότε η εκτίμηση ως προς τις υιοθετούμενες στρατηγικές αντιμετώπισης θα στηριχτεί στα υπόλοιπα στοιχεία της λίστας (ii-v).

## 2 Ανάλυση εμπειρικού υλικού

### 2.1 Περίπτωση Α

**Αντίληψη:** *Αδυναμία κατανόησης ότι η δύναμη μεταβάλλει την κινητική κατάσταση των σωμάτων*

**Ενότητα:** 3.6 «Δύναμη και μεταβολή της ταχύτητας»

Στο Βιβλίο του Εκπαιδευτικού (ΒτΕ, σελ. 66) ορίζεται ως στόχος ο μαθητής «να υποστηρίξει μέσω παραδειγμάτων ότι η μεταβολή της ταχύτητας ενός σώματος είναι ανάλογη της συνισταμένης δύναμης που ασκείται σε αυτό». Προτείνεται επίσης στον εκπαιδευτικό να πραγματοποιήσει δραστηριότητες μέσα στην τάξη, αξιοποιώντας παραδείγματα από την καθημερινή ζωή για να επιτευχθεί ο στόχος αυτός. Ωστόσο το Βιβλίο του Μαθητή (ΒτΜ) φέρει δύο παραδείγματα έξω από τη βιωματική γνώση των μαθητών (εικόνα 3.36). Το ένα από το μικρόκοσμο (η δύναμη που ασκεί ο πυρήνας στο ηλεκτρόνιο) και ένα από το μακρόκοσμο (η ελκτική δύναμη του ήλιου ως αίτιο της μεταβαλλόμενης ταχύτητας περιφοράς της γης). Οι εικόνες που υποτίθεται πως μπορούν να αξιοποιηθούν ως ερεθίσματα για τη διατύπωση υποθέσεων εκ μέρους των μαθητών, δεν είναι κατάλληλες καθώς είναι έξω από το πεδίο της βιωματικής τους γνώσης καθώς και από το επίπεδο της άμεσου χειρισμού των συγκεκριμένων αντικειμένων.

Η πειραματική δραστηριότητα της εικόνας 3.38 του ΒτΜ που επιδιώκει τη συσχέτιση της μεταβολής της ταχύτητας ενός αντικειμένου με τη δύναμη που ασκείται επί αυτού δεν επιτρέπει στο ελάχιστο τη διατύπωση υποθέσεων και το χειρισμό των αντικειμένων και των μεταβλητών από τους μαθητές, ώστε αρχικά να αναδειχθούν οι αντιλήψεις τους και ακολούθως αυτές να αποτελέσουν αντικείμενο επεξεργασίας και ενδεχομένως αναδόμησης. Η συγκεκριμένη δραστηριότητα, όπως προτείνεται, δεν εξασφαλίζει ούτε κατ' ελάχιστο τη λειτουργία ενός πειράματος επίδειξης ως μέσου προσέλευσης του ενδιαφέροντος των μαθητών (Σκουμιός, 2013, σ. 2), ενώ προτάσσεται σαφώς η σημασία της θεωρίας έναντι της πειραματικής διαδικασίας, άποψη ευρύτατα διαδεδομένη μεταξύ των φυσικών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (Κανδεράκης, 2013, σ. 37).

Το ΒτΜ θέτει ερωτήματα, π.χ. «Με ποιον τρόπο συνδέεται η δύναμη με τη μεταβολή της ταχύτητας;» (σελ. 55), το οποία απαντάται στην αμέσως επόμενη γραμμή, με την προσθήκη πληροφοριακού και εγκυκλοπαιδικού τύπου γνώσεων για το δεύτερο νόμο του Νεύτωνα, την εξέταση του οποίου παραπέμπει σε «μεγαλύτερη τάξη».

### 2.2 Περίπτωση Β

**Αντίληψη:** *Αδυναμία αναγνώρισης του γεγονότος ότι σε κάθε δύναμη (δράση) εμφανίζεται και μια άλλη δύναμη (αντίδραση)*

**Ενότητα 3.1** «Η έννοια “Δύναμη”» & **Ενότητα 3.7** «Δύναμη και αλληλεπίδραση»

Στο ΒτΕ αναφέρεται ως στόχος ο μαθητής «να συσχετίζει τον τρίτο νόμο του Νεύτωνα με την έννοια της αλληλεπίδρασης δύο σωμάτων [...] για να δείχνει ότι οι δυνάμεις εμφανίζονται πάντα ως ζεύγη» (σελ. 66). Επίσης προτείνει ως δραστηριότητα την ανάδειξη των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών για τη δράση-αντίδραση (ό.π. σελ. 67). Ωστόσο στην ενότητα 3.1 του ΒτΜ όπου επιχειρείται ο προσδιορισμός της έννοιας «δύναμη» τα παραδείγματα που αξιοποιούνται στις εικόνες 3.1 και 3.2 οριοθετούν εξ αρχής λανθασμένα την έννοια, καθώς απεικονίζουν γραφικά με διάνυσμα τη δύναμη να ασκείται μονομερώς. Ενώ οι συγκεκριμένες εικόνες θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν ως ερεθίσματα για την ανάδειξη των αντιλήψεων των μαθητών και τη διατύπωση σχετικών υποθέσεων, διευκολύνοντας έτσι μια εποικοδομητική προσέγγιση, στην ουσία λειτουργούν απόλυτα κατευθυντικά. Και σε αυτή την περίπτωση οι απαντήσεις δίδονται άμεσα από το βιβλίο, και μάλιστα εμφανίζονται με έντονη γραφή, ενώ δεν απεικονίζεται γραφικά με διάνυσμα η αλληλεπίδραση.

Όταν προσεγγίζεται η έννοια της αλληλεπίδρασης σε άλλο χωρίο της ίδιας ενότητας (ΒτΜ, σελ. 44), αυτή απεικονίζεται υπό μορφή διαγράμματος που στην ουσία επιχειρεί να οπτικοποιήσει τη λεκτική διατύπωση του τρίτου νόμου του Νεύτωνα. Και πάλι όμως το βιβλίο προχωρά σε μια δηλωτικού τύπου διατύπωση της γνώσης, χωρίς να εμπλέκει στο ελάχιστο το μαθητή, περιορίζοντας τη διδασκαλία σε μια στείρα διαδικασία μεταφοράς γνώσεων εκ μέρους του διδάσκοντα τις οποίες ο μαθητής οφείλει αξιωματικά να απομνημονεύσει και να ανακαλέσει, όταν του ζητηθεί.

Στην ενότητα 3.7 όπου προσεγγίζεται αναλυτικά η έννοια της αλληλεπίδρασης των δυνάμεων, αυτές απεικονίζονται διανυσματικά με αντίρροπα βέλη (εικόνες 3.40 & 3.41). Έτσι οι εικόνες δεν μπορούν να αξιοποιηθούν για τη διερεύνηση των αντιλήψεων των μαθητών, τη διατύπωση υποθέσεων και την ενδεχόμενη γνωστική και κοινωνική σύγκρουση στα όρια της μαθητικής ομάδας 23-24 (Σκουμιός, 2012, σσ. 23-24). Οι εφαρμογές που περιγράφονται στο ΒτΜ (σελ. 58-59) είναι πέρα από τα όρια της πρακτικο-βιωματικής γνώσης των μαθητών καθώς και από τη δυνατότητα του άμεσου εμπειρικού ή πειραματικού τους ελέγχου. Ως εκ τούτου οι μαθητές περιορίζονται στην αξιωματική αποδοχή τους, ιδιαίτερα αν συνυπολογιστεί πως η κατανόηση της συγκεκριμένης έννοιας «έρχεται σε αντίθεση με την κοινή λογική των μαθητών» (Κολοκοτρώνης & Σολομωνίδου, 2003, σσ. 683-684).

Τέλος, τα φύλλα εργασίας των προτεινόμενων εργαστηριακών ασκήσεων στο Τετράδιο Εργασιών (ΤΕ) του μαθητή δεν περιλαμβάνουν καμία σχετική δραστηριότητα που να μπορεί να αξιοποιηθεί στην κατεύθυνση μιας εποικοδομητικής διδακτικής προσέγγισης. Πρόκειται για δραστηριότητες εστιασμένες ως επί το πλείστον στην εφαρμογή μαθηματικών τύπων και κανόνων. Το ίδιο συμβαίνει και στις ερωτήσεις και τις ασκήσεις εφαρμογής που πλαισιώνουν τις σχετικές ενότητες του ΒτΜ (σελ. 59-63). Εδώ επιχειρείται ο έλεγχος των γνώσεων που αναμένεται να έχουν απομοιώσει οι μαθητές, μέσω της απάντησης σε σχετικές ερωτήσεις. Ωστόσο πολλές από τις ερωτήσεις αποτελούν απλή επανάληψη ερωτημάτων που έχουν τεθεί και έχουν απαντηθεί ήδη από το σχολικό βιβλίο. Ενδεικτικά η ερώτηση 1 της σελ. 60 έχει ήδη τεθεί και απαντηθεί στη σελ. 55 του βιβλίου. Ομοίως η ερώτηση 12 στη σελ. 61 έχει

απαντηθεί στις σελ. 58-59 και η ερώτηση 16 έχει απαντηθεί στη σελίδα 58 (εικόνα 3.43).

### 2.3 Συμπέρασμα

Επιχειρήσαμε τη διερεύνηση του τρόπου παρουσίασης της έννοιας της δύναμης στο διδακτικό πακέτο της Β γυμνασίου ως προς τη διάσταση της ανάδειξης ή όχι των αντιλήψεων των μαθητών. Στο ΒτΕ οι εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών επισημαίνονται τόσο στο επίπεδο της συγκεκριμένης ενότητας (σελ. 60-61 & 67) όσο και στο επίπεδο των προτεινόμενων γενικών αρχών για τη διδασκαλία του μαθήματος σύμφωνα με τις αρχές της σύγχρονης επιστημονικής μεθόδου (σελ. 9-10). Το ίδιο συμβαίνει και στο ΑΠΣ του μαθήματος που αναγνωρίζει τη σημασία των προηγούμενων γνώσεων και εμπειριών στην επεξεργασία των νέων εννοιών (Υπουργείο Εθνικής Παιδείας & Θρησκευμάτων, 2003, σ. 539).

Ωστόσο, στο εγχειρίδιο του μαθητή η δομή και το περιεχόμενο των σχετικών εννοιών μένει προσηλωμένη στα όρια μιας παραδοσιακής προσέγγισης που κατ'επίφαση αξιοποιεί τις αντιλήψεις των μαθητών, στη ουσία όμως περιορίζει τη διδασκαλία σε μια διαδικασία επαλήθευσης της θεωρίας, όπου οι μαθητές καλούνται να αναπαραγάγουν όσα διδάχθηκαν, χωρίς να προκαλεί πουθενά τη γνωστική και κοινωνική σύγκρουση. Η έκταση επίσης των σχετικών δραστηριοτήτων στο τέλος των εννοιών και η μορφή αυτών συνιστά δραστηριότητες επαναλαμβανόμενης εξάσκησης με στόχο τη βελτίωση των ικανοτήτων απομνημόνευσης των μαθητών, πιστές σε μια συμπεριφοριστική προσέγγιση της γνώσης. Οι λιγοστές δραστηριότητες που συμπεριλαμβάνονται και θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν ευρετικά στην προσπάθεια ανάδειξης των αντιλήψεων των μαθητών και της ικανότητάς τους για κριτική προσέγγιση των πραγμάτων, σε μεγάλο βαθμό έχουν ήδη απαντηθεί από το βιβλίο, ενώ η θέση τους στο τέλος και όχι στην αρχή της ενότητας υποσκάπτει την όποια ευρετική δυναμική τους, αφού οι μαθητές είναι πιθανότερο να τις συσχετίσουν με έννοιες, κανόνες και πληροφορίες που εμπεριέχονται ήδη στο βιβλίο και τις οποίες αντιγράφουν ή ανακαλούν με δηλωτικό και όχι διαδικαστικό τρόπο.

Εν κατακλείδι, στις συγκεκριμένες ενότητες το περιεχόμενο του σχολικού βιβλίου λειτουργεί «χωρίς» τις αντιλήψεις των μαθητών.

### Πηγές

Αντωνίου, Ν., Δημητριάδη, Κ., Καμπούρης, Κ., Παπαμιχάλης, Κ., & Παπατσίμπα, Λ. (χ.χ). *Φυσική Β γυμνασίου: Βιβλίο μαθητή*. Αθήνα: ΟΕΔΒ.

Αντωνίου, Ν., Δημητριάδη, Κ., Καμπούρης, Κ., Παπαμιχάλης, Κ., & Παπατσίμπα, Λ. (χ.χ). *Φυσική Β Γυμνασίου: Τετράδιο εργασιών*. Αθήνα: ΟΕΔΒ.

Αντωνίου, Ν., Δημητριάδης, Π., Καμπούρης, Κ., Παπαμιχάλης, Κ., & Παπατσίμπα, Λ. (χ.χ.). *Φυσική Β Γυμνασίου: Βιβλίο εκπαιδευτικού*. Αθήνα: ΟΕΔΒ.

Υπουργείο Εθνικής Παιδείας & Θρησκευμάτων. (2003). *ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ Δημοτικού-Γυμνασίου*. ΦΕΚ 304 τ.Β/2003.

## Βιβλιογραφικές Αναφορές

- Βέικου, Βαρέση, Ε., & Πατούνα, Α. (2008). Παιδαγωγικό πλαίσιο: Περιεχόμενο σπουδών και διδακτική πράξη. Στο *Ποιότητα στην Εκπαίδευση* (σσ. 89-196). Αθήνα: Παιδαγωγικό Ινστιτούτο.
- Κανδεράκης, Ν. (2013). Πειράματα και θεωρία στη σχολική φυσική. *Φυσικές Επιστήμες στην Εκπαίδευση*(1), 37-43.
- Κόκκοτας, Π. (2001). *Διδακτική των φυσικών επιστημών*. Αθήνα : Γρηγόρη.
- Κολοκοτρώνης, Δ., & Σολομωνίδου, Χ. (2003). Αναπαραστάσεις παιδιών 11-16 ετών για την αλληλεπίδραση μεταξύ σωμάτων και για τον 3ο νόμο του Νεύτωνα. *Η διδασκαλία των φυσικών επιστημών στην κοινωνία της πληροφορίας - Πρακτικά 1ου Πανελληνίου Συνεδρίου* (σσ. 683-687). Αθήνα: Γρηγόρη.
- Κουλαϊδής, Β., & Χατζηνικήτα, Β. (2001). Στρατηγικές αντιμετώπισης των αντιλήψεων των μαθητών. Στο Κ. Δημόπουλος, & Β. Χατζηνικήτα (Επιμ.), *Διδακτική των φυσικών επιστημών* (Τόμ. Α, σσ. 75-98). Πάτρα: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.
- Σκουμιός, Μ. (2012). *Εφαρμοσμένη διδακτική των φυσικών επιστημών*. Ανάκτηση 2 Νοεμβρίου 2015, από Πανεπιστήμιο Αιγαίου- ΠΤΔΕ- Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών: [https://www.rhodes.aegean.gr%2Fptde%2Fflabs%2Fflab-fe%2Fdownloads%2Ftepaes%2FSHMEIWSEIS\\_TEPAES\\_EDFE\\_B\\_FASH.pdf&usg=AFQjCNH6OQ](https://www.rhodes.aegean.gr%2Fptde%2Fflabs%2Fflab-fe%2Fdownloads%2Ftepaes%2FSHMEIWSEIS_TEPAES_EDFE_B_FASH.pdf&usg=AFQjCNH6OQ)
- Σκουμιός, Μ. (2013). *Διδακτική των φυσικών επιστημών στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση*. Ανάκτηση 2 Νοεμβρίου 2015, από Πανεπιστήμιο Αιγαίου- ΠΤΔΕ- Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών: [http://www.rhodes.aegean.gr/ptde/labs/lab-fe/downloads/dfe/DFE\\_Athmia\\_EKPAIDEYSH\\_SHMEIWSEIS\\_2012\\_2013.pdf](http://www.rhodes.aegean.gr/ptde/labs/lab-fe/downloads/dfe/DFE_Athmia_EKPAIDEYSH_SHMEIWSEIS_2012_2013.pdf)
- Χατζηνικήτα, Β., & Χρηστίδου, Β. (2001). Σημασία της έρευνας σχετικά με τις αντιλήψεις των μαθητών. Στο Κ. Δημόπουλος, & Β. Χατζηνικήτα (Επιμ.), *Διδακτική των φυσικών επιστημών* (Τόμ. Α, σσ. 51-74). Πάτρα: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.