

ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΩΝ
ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΩΡΙΑΙΑΣ
ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΓΙΑ ΤΙΣ
ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ

Άννα Σπύρτου

2022

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΣΚΕΨΗ ΚΑΙ ΠΡΑΞΗ

| | |
|--|----|
| 1.1 Ωριαίος Διδακτικός Σχεδιασμός | 3 |
| 1.2 Το Μοντέλο Ωριαίας Διδασκαλίας | 7 |
| 1.3 Μια πρόταση για τη δομή των Μοντέλων Ωριαίας Διδασκαλίας | 10 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ

| | |
|---|----|
| 2.1 Έννοιες Μοντέλου Ωριαίας Διδασκαλίας: Διδακτικό Επεισόδιο, Στρατηγική, Φάση, Σύνταξη, Αρχή Αντίδρασης | 14 |
| 2.2. Είδη Στρατηγικών, Αρχών Αντίδρασης, Φάσεων | 18 |
| 2.2.1 Στρατηγικές | 18 |
| 2.2.2 Αρχές Αντίδρασης | 25 |
| 2.2.3 Φάσεις | 29 |
| 2.3 Πίνακας Ανάλυσης Ωριαίας Διδασκαλίας | 36 |

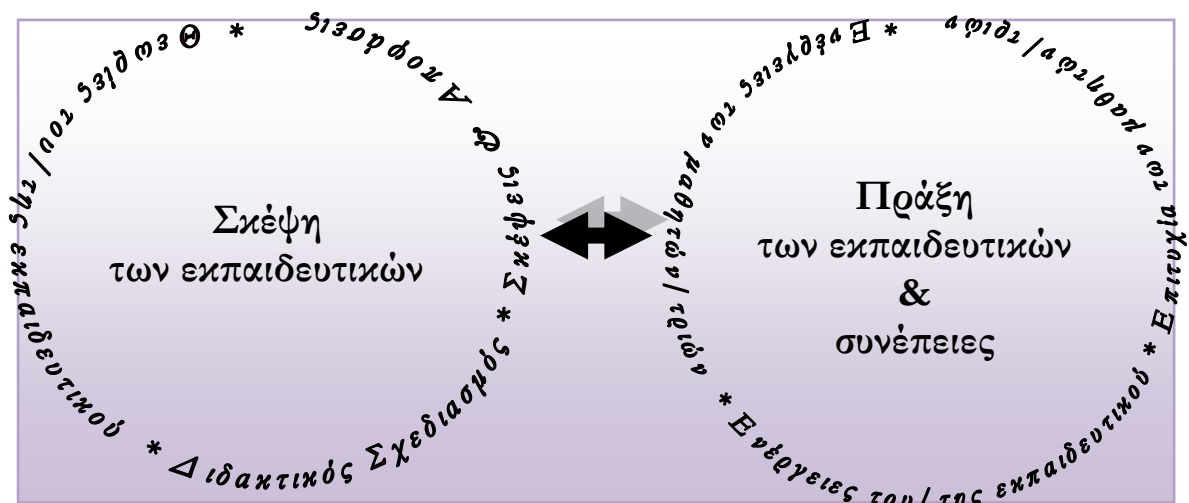
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΔΙΔΑΚΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

| | |
|-------------------------------------|----|
| 3.1 Το μοντέλο μεταφοράς της γνώσης | 37 |
| 3.2 Το επικοινωνιακό μοντέλο | 40 |
| 3.3 Το διερευνητικό μοντέλο | 44 |
| 3.4 Συμπεράσματα | 50 |

| | |
|---------------------|-----------|
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ | 54 |
|---------------------|-----------|

1.1 Ωριαίος Διδακτικός Σχεδιασμός

Στη βιβλιογραφία, αποδίδεται στη διδασκαλία ένας διττός χαρακτήρας: θεωρείται αφενός μια εφαρμοσμένη και αφετέρου μια νοητική εργασία. Οι Clark και Peterson (1986) προτείνουν ένα μοντέλο για να αποδώσουν αυτή τη διττή φύση της διδασκαλίας (σχήμα 1). Αποτελείται από δύο τομείς: i) τη σκέψη των εκπαιδευτικών και ii) τις ενέργειες των εκπαιδευτικών και τα παρατηρούμενα αποτελέσματα αυτών των ενεργειών. Ο διδακτικός σχεδιασμός, οι θεωρίες του εκπαιδευτικού, οι σκέψεις και οι αποφάσεις του κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας συνιστούν τα μέρη της διδακτικής σκέψης: οι ενέργειες των μαθητών, οι ενέργειες του εκπαιδευτικού και η επιτυχία των μαθητών συνιστούν τα μέρη του δεύτερου τομέα.



Σχήμα 1: Μοντέλο για τη διδακτική σκέψη και πράξη

Ο πρώτος τομέας περιλαμβάνει νοητικές διαδικασίες που πραγματοποιούνται μέσα στον εγκέφαλο του εκπαιδευτικού και δεν είναι δυνατόν να παρατηρηθούν σε αντίθεση με τα στοιχεία του δεύτερου τομέα τα οποία είναι ορατά. Το διπλό βέλος ανάμεσα στους δύο κύκλους δηλώνει ότι η σχέση ανάμεσα στους δύο τομείς είναι αμοιβαία: οι σκέψεις του εκπαιδευτικού επηρεάζουν τις πράξεις του και αντιστρόφως.

Ο διδακτικός σχεδιασμός είναι ένα σύνολο νοητικών διαδικασιών που πραγματοποιούνται πριν και μετά από τη διδασκαλία: «το να καταλάβουμε το διδακτικό σχεδιασμό σημαίνει να καταλάβουμε πώς οι εκπαιδευτικοί μετατρέπουν και ερμηνεύουν τη γνώση, διατυπώνουν σκοπούς και δρουν με βάση αυτή τη γνώση κι αυτούς τους σκοπούς» (Clark 1988). Ο διδακτικός σχεδιασμός θεωρείται ως ένα αληθινό φαινόμενο το οποίο πραγματοποιείται από όλους τους εκπαιδευτικούς.

Η καλύτερη κατανόηση του διδακτικού σχεδιασμού σημαίνει την καλύτερη κατανόηση της διδασκαλίας εφόσον ο διδακτικός σχεδιασμός αφορά όλες εκείνες τις διαδικασίες οι οποίες μεσολαβούν ανάμεσα στο αναλυτικό πρόγραμμα και τη διδασκαλία μέσα στην τάξη (Clark 1988, Winnie Wing-Mui So 1997, Kind & Taber, 2005: 120).

"Η αρχή του διδακτικού σχεδιασμού είναι το επίσημο αναλυτικό πρόγραμμα"

•(Kind & Taber, 2005: 115)

Κατά τη διάρκεια μιας σχολικής χρονιάς έχει διαπιστωθεί ότι οι έμπειροι εκπαιδευτικοί μπορούν να πραγματοποιήσουν 8 διαφορετικούς τύπους διδακτικού σχεδιασμού: καθημερινό, εβδομαδιαίο, μικρής χρονικής διάρκειας, μεγάλης χρονικής διάρκειας, τριμήνου/εξαμήνου, ετήσιο, σχεδιασμό μιας ενότητας και σχεδιασμό ωριαίας διδασκαλίας. Στη συνέχεια θα επικεντρωθούμε στον ωριαίο διδακτικό σχεδιασμό.

Ο διδακτικός σχεδιασμός έχει αναγνωριστεί ότι καλύπτει έναν αριθμό περιοχών οι οποίες είναι συνυφασμένες μεταξύ τους εφόσον η μία περιοχή φαίνεται να καλύπτει την άλλη (Chung et al. 1995, Winnie Wing-mui So 1997). Οι περιοχές αυτές είναι: οι διδακτικές προσεγγίσεις ή στρατηγικές τις οποίες ο εκπαιδευτικός σχεδιάζει να υλοποιήσει, το περιεχόμενο που σχεδιάζει να διδάξει, οι αντιλήψεις του εκπαιδευτικού για τη διδασκαλία/μάθηση, οι σκοποί και οι στόχοι της διδασκαλίας, οι δραστηριότητες που θα γίνουν στη διδασκαλία, η αξιολόγηση της διδασκαλίας, οι αξίες και οι στάσεις του εκπαιδευτικού, οι μαθητές στους οποίους θα γίνει η διδασκαλία (δηλαδή οι αρχικές γνώσεις τους, οι εναλλακτικές

απόψεις τους, τα ενδιαφέροντά τους κ.α.) (Chung et al. 1995, Winnie Wing-mui So 1997).

Στη βιβλιογραφία υποστηρίζεται ότι στο επίπεδο του ωριαίου προγραμματισμού το περιεχόμενο της διδακτικής ενότητας –καθώς και οι στόχοι του αναλυτικού προγράμματος- αποκτούν πρωτεύουσα θέση κατά τον προγραμματισμό, «διότι το περιεχόμενο καθορίζει σε μεγάλο βαθμό ποιοι, από το πλούσιο και πολύπλοκο πλέγμα των διδακτικών σκοπών της εκπαίδευσης, μπορούν να υλοποιηθούν μέσα από τη συγκεκριμένη διδακτική ενότητα και ποιες από τις μεθοδολογικές προσεγγίσεις κρίνονται κατάλληλες και ποιες ακατάλληλες για τους συγκεκριμένους στόχους» (Ματσαγγούρας 1997: 178-179).

Για να διδάξουμε αποτελεσματικά τις Φυσικές Επιστήμες (Φ.Ε.) χρειάζεται να γνωρίζουμε (α) την επιστημονική γνώση, (β) τους μαθητές μας και (γ) πώς να διευκολύνουμε τη μάθηση. Ο διδακτικός σχεδιασμός στη περίπτωση των Φ.Ε., απαιτεί να μετατρέψουμε τη γνώση από επιστημονική, σε γνώση την οποία είναι δυνατόν να κατανοήσει μια συγκεκριμένη ομάδα μαθητών (Kind & Taber, 2005: 115). Αυτή η μετατροπή καλείται διδακτικός μετασχηματισμός του περιεχομένου και αφορά «*το σύνολο των τροποποιήσεων που υφίσταται το περιεχόμενο της επιστημονικής γνώσης όταν αυτή πρόκειται να αποτελέσει αντικείμενο προς διδασκαλία και αντικείμενο διδασκαλίας*» (Κολιόπουλος, 2004: 12).

Στη σύγχρονη βιβλιογραφία ο ωριαίος διδακτικός σχεδιασμός στις ΦΕ αναδεικνύεται μια σύνθετη και δύσκολη διαδικασία καθώς προσεγγίζεται μέσα από το πλαίσιο της *Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου (Π.Γ.Π.)* (Appleton, 2006: 47). Θεωρείται ως μια διαδικασία που δομείται πάνω σε τέσσερις σημαντικές αρχές (σχήμα 2): (α) την αρχή του *διδακτικού μετασχηματισμού του περιεχομένου*, (β) την αρχή της διδακτικής αξιοποίησης των ιδεών των μαθητών, (γ) την αρχή την επιλογής κατάλληλου πεδίου εφαρμογών δηλαδή πειραμάτων και φαινομένων (δ) την αρχή επιλογής και συνδυασμού κατάλληλων διδακτικών μοντέλων (Καριώτογλου, 2006: 3-4). Όταν ο εκπαιδευτικός σχεδιάζει μια ωριαία διδασκαλία είναι σημαντικό να λαμβάνει υπόψη του τις τέσσερις αυτές αρχές ως ένα σύνολο τεσσάρων παραγόντων οι οποίοι αλληλεπιδρούν μεταξύ τους· αυτό σημαίνει ότι δεν υπάρχει καμία γραμμική ακολουθία ανάμεσά τους, η αλλαγή σε έναν από αυτούς μπορεί να επιφέρει αλλαγές και στους υπόλοιπους. Για παράδειγμα, αν κρίνει ο εκπαιδευτικός

καθώς σχεδιάζει το μάθημα, ότι το περιεχόμενο της σχολικής ενότητας είναι δυσνόητο για τους μαθητές μπορεί να αποφασίσει να τροποποιήσει το περιεχόμενό του (*διδακτικός μετασχηματισμός του περιεχομένου*) έτσι ώστε να γίνει κατάλληλο για αυτούς. Για την τροποποίηση του περιεχομένου ο εκπαιδευτικός είναι δυνατόν να λάβει υπόψη του τις ιδέες των μαθητών πάνω στο συγκεκριμένο περιεχόμενο και να επιλέξει παραδείγματα και πειραματικές δραστηριότητες με τις οποίες μπορεί να επιφέρει τις απαραίτητες βελτιώσεις ή αλλαγές στις ιδέες αυτές. Καθώς ο εκπαιδευτικός επεξεργάζεται τις πειραματικές δραστηριότητες είναι πιθανόν να προχωρεί σε συνεχείς μικρές ή μεγάλες τροποποιήσεις του ήδη διδακτικά μετασχηματισμένου περιεχομένου κ.ο.κ. Παράλληλα ο εκπαιδευτικός σχεδιάζει τη διδακτική μέθοδο που κρίνει κατάλληλη για το συγκεκριμένο μάθημα. Κάθε αλλαγή σε έναν από τους τρεις παράγοντες είναι δυνατόν να επιφέρει αλλαγές στη διδακτική μέθοδο. Αντιστρόφως αν ο εκπαιδευτικός θεωρήσει ότι ένα συγκεκριμένο διδακτικό μοντέλο μπορεί να επιφέρει καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα σε ένα μέρος του περιεχομένου μπορεί να προχωρήσει σε αλλαγές στο σχετικό πεδίο εφαρμογών π.χ. να αλλάξει μια πειραματική δραστηριότητα.



Σχήμα 2: Αρχές της Π.Γ.Π. για τον ωριαίο διδακτικό σχεδιασμό

1.2 Το Μοντέλο Ωριαίας Διδασκαλίας (ΜΩΔ)

Ο όρος *διδασκτικό μοντέλο* χρησιμοποιείται στην Παιδαγωγική βιβλιογραφία για να δηλώσει «σύστημα εννοιών και ενδοενοσιακών σχέσεων, που επιτρέπουν την περιγραφή και την πρόβλεψη παιδαγωγικών καταστάσεων διαφορετικού επιπέδου», (Ματσαγγούρας 1997: 116). Κατά τον Flanders (Flanders 1988), τα περισσότερα *μοντέλα* διδασκαλίας, είναι απλοποιημένες μεταφορές που χρησιμεύουν στο να μειώσουν τη συνθετότητα της αλληλεπίδρασης που υπάρχει ανάμεσα στον εκπαιδευτικό, στους μαθητές και στα διδακτικά υλικά, «Είναι μια ομάδα από έννοιες, προσεχτικά τακτοποιημένες, για να εξηγήσουμε τι κάνουν οι εκπαιδευτικοί και τι οι μαθητές μέσα στην τάξη, πώς αλληλεπιδρούν, πώς χρησιμοποιούν τα διδακτικά υλικά και πώς αυτές οι δραστηριότητες επηρεάζουν το τι οι μαθητές μαθαίνουν... Ένα μοντέλο θέτει προτεραιότητες ανάμεσα στις ενοιολογικές σχέσεις, προτείνει ποια πράγματα πάνε μαζί, τι θα θεωρηθεί πρώτο, τι δεύτερο, τι τρίτο κ.λπ., τι θα είναι για το προσκήνιο και τι για να υποβιβαστεί».

Τα διδακτικά μοντέλα μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες (Ματσαγγούρας 1997: 117). Άλλα αναφέρονται στο μακροεπίπεδο της εκπαίδευσης προσφέροντας μια γενικότερη θεώρηση της εκπαιδευτικής διαδικασίας, π.χ. αφορούν την οργάνωση του αναλυτικού προγράμματος, «Με τον τρόπο αυτό το διδακτικό μοντέλο συνθέτει σε ενιαίο σύστημα τους σκοπούς, το περιεχόμενο και τα μέσα του αναλυτικού προγράμματος με τις διαδικασίες και τις συνθήκες που απαιτούνται για την υλοποίηση και την αξιολόγηση των άμεσων και απώτερων επιδιώξεων της εκπαίδευσης», (Ματσαγγούρας 1997: 118).

Το Μοντέλο Ωριαίας Διδασκαλίας χρησιμεύει ως απλοποιημένη μεταφορά να μειώσει την πολυπλοκότητα που χαρακτηρίζει την αλληλεπίδραση του εκπαιδευτικού με τους μαθητές και τα διδακτικά υλικά και μέσα.

Στη δεύτερη κατηγορία, ο όρος *μοντέλο* είναι μικρότερου εύρους από τον προηγούμενο και χρησιμοποιείται για να δηλώσει: «...το σύστημα των διδακτικών, μαθησιακών και οργανωτικών δραστηριοτήτων, τις οποίες αναπτύσσει ο εκπαιδευτικός μέσα στην τάξη, κατά την ώρα της εκπαιδευτικής αλληλεπίδρασης

(εκπαιδευτικού - μαθητών), καθώς και τον τρόπο με τον οποίο οι δραστηριότητες αυτές πρέπει να συσχετίζονται, προκειμένου να επηρεάσουν τη μαθησιακή διαδικασία και να διευκολύνουν την υλοποίηση των διδακτικών στόχων της συγκεκριμένης διδασκαλίας. Κάθε μοντέλο διδασκαλίας βασίζεται σε συγκεκριμένη θεωρία για τη διαδικασία της μάθησης και την αποστολή του σχολείου, γι' αυτό και διαφοροποιείται από τα υπόλοιπα ως προς τις δραστηριότητες που προβλέπει και τον τρόπο με τον οποίο τις αρθρώνει», (Ματσαγγούρας 1997: 117). Τα μοντέλα αυτής της κατηγορίας χρησιμοποιούνται με τον όρο Μοντέλα Ωριαίας Διδασκαλίας (ΜΩΔ), αντί του όρου στρατηγική (Ματσαγγούρας 1997: 117).

Οι δύο αυτές κατηγορίες μοντέλων φαίνεται ότι έχουν διαφορετικούς προσανατολισμούς. Τα μοντέλα της 2^{ης} κατηγορίας είναι μικρότερου εύρους σε σχέση με τα μοντέλα της 1^{ης} κατηγορίας, κινούνται σε ένα τεχνοκρατικό πλαίσιο εφόσον προσφέρουν μια λεπτομερή περιγραφή στο είδος και στην οργάνωση των δραστηριοτήτων διδασκαλίας και μάθησης κατά τη διδακτική ώρα. Τα μοντέλα της 1^{ης} κατηγορίας έχουν ευρύτερη θεώρηση εφόσον ξεπερνούν τα πλαίσια της ωριαίας διδασκαλίας και εκφράζουν μια γενικότερη παιδαγωγική-διδακτική πρόταση (Ματσαγγούρας 1997: 118).

Στη σχετική βιβλιογραφία της Διδακτικής των ΦΕ όταν χρησιμοποιείται ο όρος μοντέλο δεν διευκρινίζεται με σαφήνεια αν ανήκει στην 1^η ή στη 2^η κατηγορία: συνήθως υπονοείται ότι αφορά ΜΩΔ. Παράλληλα, το μοντέλο φαίνεται να χρησιμοποιείται εναλλακτικά με τους όρους προσέγγιση (Carin 1997, Driver et al. 1998, Κόκκοτας 1998), μέθοδος (Καριώτογλου κ.α. 1997), στρατηγική (Carin 1997, Tobbin et al. 1994, Ψύλλος κ.α. 1993), διδακτική σειρά (Osborne & Freyberg 1985), με αποτέλεσμα να δημιουργείται σύγχυση.

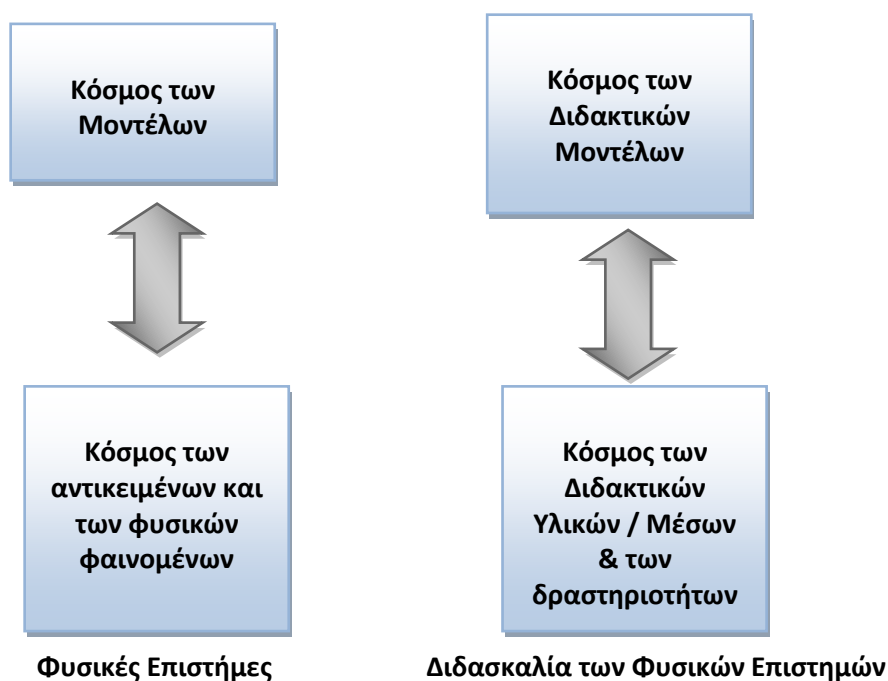
Στη διεθνή βιβλιογραφία γίνονται προτάσεις που αποσκοπούν στο να διατυπωθούν αρχές πάνω στις οποίες θα σχεδιάζονται τα χαρακτηριστικά ενός ΜΩΔ. Ο Bybbe (1997: 174-175) υποστηρίζει ότι ένα ΜΩΔ χρειάζεται μεταξύ άλλων να μπορεί να εφαρμόζεται για τη διδασκαλία πολλών φυσικών φαινομένων και εννοιών, τα δομικά του χαρακτηριστικά να είναι εύκολα αναγνωρίσιμα από τους εκπαιδευτικούς, π.χ. οι φάσεις του, να είναι εύχρηστες, να μπορεί να εφαρμόζεται τόσο σε διδασκαλίες με κλασικό εργαστήριο όσο και σε διδασκαλίες στις οποίες χρησιμοποιούνται Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνίας (ΤΠΕ). Στην πρότασή

του τονίζει ότι ένα ΜΩΔ έχει πρακτική αξία, «προσφέρει συνοχή σε διαφορετικές διδακτικές στρατηγικές, συνδέει εκπαιδευτικές δραστηριότητες, βοηθά τους εκπαιδευτικούς που διδάσκουν ΦΕ να παίρνουν αποφάσεις για το είδος των αλληλεπιδράσεων με τους μαθητές...» (Bybbee 1997: 175).

Ο Flanders (1988) υποστηρίζει ότι ένα ΜΩΔ πρέπει να παρέχει απάντηση σε 4 ερωτήσεις: (α) Τι θέλεις να γνωρίζεις; (β) Πώς θα περιγράψεις, το τι βλέπεις; (γ) Πόσο συχνά θα κοιτάς; (δ) Πόσες μεταβλητές θα χρησιμοποιήσεις στον ίδιο χρόνο; «Η απάντηση στην πρώτη ερώτηση έχει σχέση με το σκοπό του μοντέλου. Δηλαδή, με το μοντέλο σκοπεύουμε να εξηγήσουμε τα πάντα μέσα στην τάξη ή μερικά πράγματα; Η απάντηση στη δεύτερη ερώτηση, δείχνει αν οι περιγραφές σου θα είναι γενικές ή ειδικές, ευρείς ή λεπτομερειακές; Η απάντηση στην τρίτη ερώτηση, αφορά τη συχνότητα της παρατήρησης. Θα είναι πολλές σ' ένα δευτερόλεπτο ή μόνο μία κατά τη διάρκεια του χρόνου; Τέλος, η απάντηση στην τέταρτη ερώτηση, είναι η πιο δύσκολη απάντηση, γιατί το ανθρώπινο μυαλό, μπορεί ν' ασχοληθεί στη στιγμή, μ' ένα μεγάλο αριθμό μεταβλητών».

Οι θεωρητικές προσεγγίσεις της Παιδαγωγικής βιβλιογραφίας για τη σημασία του όρου *διδακτικό μοντέλο* φαίνεται να έχουν ομοιότητες με τις αντίστοιχες που αναπτύσσονται στο χώρο της Διδακτικής των ΦΕ για τη διδασκαλία - μάθηση των *μοντέλων*. Το *μοντέλο* θεωρείται ως μια απλοποιημένη αναπαράσταση της φυσικής πραγματικότητας, δηλαδή των φυσικών φαινομένων και των αντικειμένων (Σταυρίδου, 1995: 13, Ραβάνης, 1999: 95). Ένα *μοντέλο* μπορεί να περιγράφει, να εξηγεί και να προβλέπει τη φυσική πραγματικότητα. Στο σχήμα 3, στο αριστερό διάγραμμα απεικονίζονται οι δύο διαφορετικοί κόσμοι, ο κόσμος των *μοντέλων* και ο κόσμος της πραγματικότητας (Millar, κ.α. 1999: 40, Tiberghien, 1999: 179). Όταν διδάσκουμε ΦΕ στους μαθητές προσπαθούμε να τους βοηθήσουμε να περάσουν από τον έναν κόσμο στον άλλο. Για παράδειγμα έστω ότι ένα αυτοκίνητο κινείται με σταθερή ταχύτητα καθώς το σπρώχνουμε πάνω στο πάτωμα. Εάν οι μαθητές διατυπώνουν προτάσεις όπως «το χέρι μου σπρώχνει το αυτοκίνητο» τότε μπορούμε να αντιληφθούμε ότι οι συλλογισμοί τους ανήκουν στον κόσμο των φαινομένων ή διαφορετικά διατυπωμένο στον πραγματικό κόσμο (Psillos et al., 2004). Αν διατυπώνουν προτάσεις όπως «μια δύναμη ασκείται πάνω σ' ένα σώμα» τότε διαπιστώνουμε ότι οι ερμηνείες τους ανήκουν στον κόσμο των ιδεών, των

θεωριών των μοντέλων (Psillos et al., 2004). Ένας από τους σκοπούς της διδασκαλίας των ΦΕ είναι να κατανοήσουν οι μαθητές τον κόσμο των μοντέλων τον οποίο οι επιστήμονες αποδέχονται. Ν' αντιληφθούν ότι οι νόμοι, οι έννοιες, οι ερμηνείες των ΦΕ έχουν γενική ισχύ, δηλαδή ότι μπορούν να ισχύουν για πολλές και ποικίλες περιπτώσεις. Στο δεξιό μέρος του σχήματος 3, φαίνονται οι αντίστοιχοι δύο κόσμοι της ωριαίας διδασκαλίας. Τα ΜΩΔ ανήκουν στο θεωρητικό κόσμο των μοντέλων, απεικονίζουν ένα μέρος της πραγματικότητας αλλά δεν είναι η πραγματικότητα. Οι συγκεκριμένες ερωτήσεις του εκπαιδευτικού, μια πειραματική δραστηριότητα που εκτελούν οι μαθητές, μια απορία τους, ο πίνακας, ο ηλεκτρονικός υπολογιστής της τάξης, το θερμόμετρο, αποτελούν στοιχεία του κόσμου των γεγονότων και των αντικειμένων.



Σχήμα 3: Ο κόσμος των μοντέλων και ο κόσμος των γεγονότων και των αντικειμένων.

1.3 Πρόταση των JOYCE – WEIL για τη δομή των ΜΩΔ

Προτείνονται τέσσερις έννοιες οι οποίες μπορούν να περιγράψουν ένα ΜΩΔ: α) η Σύνταξη του ΜΩΔ, β) οι Αρχές Αντίδρασής του, γ) το Κοινωνικό Σύστημα και δ) το Σύστημα Υποστήριξης (Weil & Joyce 1978: 5-8). Όπως υπογραμμίζεται στη

σχετική πρόταση οι δύο από αυτές τις μεταβλητές, η Σύνταξη και οι Αρχές Αντίδρασης είναι ιδιαίτερα σημαντικές για την περιγραφή του ΜΩΔ.

Σύνταξη

«Η Σύνταξη περιγράφει το μοντέλο σαν μια ροή δράσεων. Εάν ο εκπαιδευτικός χρησιμοποιούσε το μοντέλο, πως θ' άρχιζε; Τι θα έκανε πρώτο, δεύτερο, τρίτο; Η Σύνταξη περιγράφεται με μια σειρά γεγονότων, που αποκαλούνται Φάσεις. Κάθε μοντέλο έχει μια διακριτή ροή φάσεων. Μία σύγκριση των Συντακτικών Δομών των μοντέλων αναδεικνύει τις πρακτικές διαφορές που υπάρχουν μεταξύ τους.», (Weil & Joyce 1978: 5).

Με βάση τον ορισμό της Σύνταξης, προκύπτει ότι τα ΜΩΔ διαφοροποιούνται μεταξύ τους ως προς τη Σύνταξη που έχουν. Μάλιστα υποστηρίζεται ότι όταν δύο ΜΩΔ έχουν διαφορετική Σύνταξη τότε σημαίνει ότι έχουν και διαφορετικούς στόχους (Joyce et al. 1992). Για παράδειγμα, ένα ΜΩΔ μπορεί να περιέχει τρεις Φάσεις: α) Ο εκπαιδευτικός αρχικά παρουσιάζει στους μαθητές μία έννοια β) στην συνέχεια τους παρουσιάζει δεδομένα και γ) στο τέλος, προχωρεί στην επεξεργασία των δεδομένων καθώς τα συσχετίζει με τη συγκεκριμένη έννοια. Αντίθετα, η Σύνταξη ενός άλλου ΜΩΔ μπορεί να περιέχει τις ακόλουθες τρεις Φάσεις: α) Ο εκπαιδευτικός παρουσιάζει δεδομένα στους μαθητές, β) οι μαθητές επεξεργάζονται τα δεδομένα κι εξάγουν από μόνοι τους συμπεράσματα και γ) πραγματοποιείται σύγκριση των συμπερασμάτων (πίνακας 1).

Τα δύο ΜΩΔ μπορεί να στοχεύουν στην εκμάθηση της ίδιας γνώσης, π.χ. στην εκμάθηση μίας συγκεκριμένης έννοιας αλλά ωστόσο διαφοροποιούνται μεταξύ τους γιατί το πρώτο έχει βασικό σκοπό την απόκτηση και αξιοποίηση οργανωμένων γνώσεων ενώ το δεύτερο έχει βασικό σκοπό να εξοικειωθούν οι μαθητές με την επαγωγική επεξεργασία των πληροφοριών.

Αρχές Αντίδρασης

Η δεύτερη μεταβλητή αφορά τον τρόπο με τον οποίο ο εκπαιδευτικός αντιδρά στις απαντήσεις και γενικότερα στις ενέργειες των μαθητών. Παραθέτουμε το σχετικό κείμενο: «Οι Αρχές Αντίδρασης καθοδηγούν τις απαντήσεις του

εκπαιδευτικού στο μαθητή. Αυτές λένε στον εκπαιδευτικό πώς να βλέπει το μαθητή και πώς να αντιδρά σε ό,τι αυτός κάνει...Οι Αρχές Αντίδρασης παρέχουν στον εκπαιδευτικό εμπειρικές μεθόδους με βάση τις οποίες «εναρμονίζονται» στους μαθητές και επιλέγουν κατάλληλες απαντήσεις σ' αυτά που οι μαθητές κάνουν», (Weil & Joyce 1978: 6). Για παράδειγμα, σε κάποια ΜΩΔ, ο εκπαιδευτικός ανταμείβει συγκεκριμένες δραστηριότητες των μαθητών ενώ κρατάει ουδέτερη στάση απέναντι σε άλλες, με απώτερο σκοπό να διαμορφωθούν συγκεκριμένες συμπεριφορές των μαθητών. Σε άλλα μοντέλα, που είναι σχεδιασμένα για να αναπτύξουν τη δημιουργικότητα των μαθητών, Ο εκπαιδευτικός προσπαθεί να είναι ουδέτερος σε όλες τις μαθητικές δραστηριότητες και να μην τις αξιολογεί, έτσι ώστε οι μαθητές να αυτοκατευθύνονται (Weil & Joyce 1978: 6).

Πίνακας 1: Η Σύνταξη των Φάσεων – Δύο παραδείγματα

| Σύνταξη των Φάσεων | Σύνταξη των Φάσεων |
|---|--|
| 1^η Φάση Παρουσίαση της νέας γνώσης | 1^η Φάση Ανάπτυξη προβληματισμού & εξοικείωσης |
| 2^η Φάση Εφαρμογή της νέας γνώσης | 2^η Φάση Επεξεργασία δεδομένων |
| 3^η Φάση Αξιολόγηση της νέας γνώσης | 3^η Φάση Εξαγωγή συμπερασμάτων |

Κοινωνικό σύστημα

Οι άλλες δύο μεταβλητές που προτείνονται για την περιγραφή ενός ΜΩΔ είναι το Κοινωνικό Σύστημα και το Σύστημα Υποστήριξης. Η πρώτη αφορά τους ρόλους των μαθητών και εκπαιδευτικών, τις σχέσεις των ρόλων και τις μορφές κανονισμών που προωθούνται στην τάξη. Για παράδειγμα, σε ένα μοντέλο ο εκπαιδευτικός μπορεί να διευκολύνει την ομαδική δραστηριότητα των μαθητών, σ' ένα άλλο μοντέλο, Ο εκπαιδευτικός μπορεί να είναι ο προσωπικός σύμβουλος των μαθητών κ.λπ. (Weil & Joyce 1978: 6-7).

"Τα μοντέλα δεν μπορεί να είναι πολύ ασαφή και γενικά ή πολύ μικροσκοπικά και να χάνουν σε λεπτομέρεια...τα μοντέλα δεν πρέπει να είναι πολύ περίπλοκα ή υπερβολικά απλά. Η περιπλοκή είναι ένας συνδυασμός του αριθμού των διαφορετικών εννοιών στο μοντέλο και της ομάδας των συμπεριφορών που το μοντέλο λαμβάνει υπόψη του "

•Joyce-Weil βλ. στο άρθρο του Flanders 1988)

Σύστημα Υποστήριξης

Το Σύστημα Υποστήριξης περιγράφει τις ειδικότερες ανάγκες ενός μοντέλου, όπως τις ειδικότερες δεξιότητες που χρειάζεται να έχει ο εκπαιδευτικός για την εφαρμογή του μοντέλου ή τις ιδιαίτερες τεχνικές ανάγκες που ενδεχομένως απαιτούνται (π.χ. αρκετά διδακτικά υλικά). Για παράδειγμα, ο εκπαιδευτικός που διεκπεραιώνει ένα μη κατευθυνόμενο μοντέλο, απαιτείται να είναι ιδιαίτερα υπομονετικός και υποστηρικτικός, (Weil & Joyce 1978: 7).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ

2.1 Έννοιες Μοντέλου Ωριαίας Διδασκαλίας: Διδακτικό Επεισόδιο, Στρατηγική, Φάση, Σύνταξη, Αρχή Αντίδρασης

Με τον όρο *Ωριαίο Διδακτικό Σενάριο* εννοούμε μια «εικόνα» της ωριαίας ενότητας που: (α) πρόκειται να διδαχτεί κι άρα είναι ένα είδος διδακτικού σχεδίου, μια νοητή εικόνα της διδασκαλίας ή (β) έχει διδαχτεί κι άρα πρόκειται για την ίδια τη διδασκαλία (πρωτόκολλο της διδασκαλίας). Ένα Διδακτικό Σενάριο περιλαμβάνει:

- τις δραστηριότητες του εκπαιδευτικού, όπως τις ερωτήσεις του, τις πειραματικές δραστηριότητες που εκτελεί, γενικότερα όλες τις δραστηριότητες του που αφορούν τη χρήση των διδακτικών υλικών και μέσων (πίνακας, σχολικό εγχειρίδιο, Η/Υ),
- τις δραστηριότητες των μαθητών, όπως τις ερωτήσεις τους, τις πειραματικές δραστηριότητες που εκτελούν, τις συζητήσεις που αναπτύσσουν με τους συμμαθητές τους, τις απαντήσεις τους κ.λπ.

2.1.1 Διδακτικό Επεισόδιο (Δ.Ε.)

Χωρίζουμε το κάθε Διδακτικό Σενάριο σε επιμέρους τμήματα τα οποία ονομάζουμε **Διδακτικά Επεισόδια (ΔΕ)**. Όταν χρησιμοποιούμε τον όρο ΔΕ εννοούμε μια ομάδα παραγράφων που μπορούν να έχουν αυτόνομο χαρακτήρα μέσα στο *Διδακτικό Σενάριο*, γιατί ασχολούνται μ' ένα συγκεκριμένο θέμα του περιεχομένου, δηλαδή μ' ένα τμήμα του περιεχομένου που διδάσκεται.

Για παράδειγμα, στην ενότητα της ενέργειας, ένα ΔΕ μπορεί ν' αφορά τη διδασκαλία της μετατροπής της ενέργειας, ένα άλλο τη διδασκαλία του όρου μορφή ενέργειας, ένα τρίτο τη διδασκαλία της υποβάθμισης κ.ο.κ. Μια ωριαία διδασκαλία μπορεί να περιέχει από ένα ή και περισσότερα ΔΕ. Στον επόμενο πίνακα φαίνονται παραδείγματα από τρεις ωριαίες διδασκαλίες. Μπορούμε να αναγνωρίσουμε ότι πρόκειται για διαφορετικές ενότητες του περιεχομένου της Φυσικής. Για

παράδειγμα, η πρώτη διδασκαλία διαπραγματεύεται στην αρχή του μαθήματος δηλαδή στο πρώτο ΔΕ τα διάφορα είδη μπαταρίας, στη συνέχεια στο δεύτερο ΔΕ τη δομή μιας μπαταρίας, στο τρίτο ΔΕ τη λειτουργία και στο τέταρτο ΔΕ την ανακύκλωση της μπαταρίας.

Όταν σχεδιάζουμε να χρησιμοποιήσουμε ΤΠΕ σε μια διδασκαλία μπορεί να είναι αναγκαίο να εξοικειώσουμε πρώτα τους μαθητές με τις νέες τεχνολογίες πριν διδάξουμε το γνωστικό περιεχόμενο. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η περίπτωση στην οποία μαθαίνουν πώς λειτουργεί ένα εκπαιδευτικό λογισμικό πρόγραμμα. Σ' αυτές τις περιπτώσεις ένα ΔΕ προσδιορίζεται από τη μάθηση του «περιεχομένου» της τεχνολογίας, π.χ. το περιβάλλον ενός λογισμικού, οι εντολές του, η χρήση μια ψηφιακής κάμερας την οποία θα χρησιμοποιήσουμε στη συνέχεια σε μια δραστηριότητα της διδασκαλίας κ.λπ.

Πίνακας 2: Παραδείγματα ΔΕ μιας ωριαίας διδασκαλίας από διαφορετικές γνωστικές περιοχές

| Διδακτικά Επεισόδια | | |
|----------------------------|--|--------------------|
| Είδη μπαταρίας | Πηγές ενέργειας | Ο μόνιμος μαγνήτης |
| Δομή μπαταρίας | Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας | Ο ηλεκτρομαγνήτης |
| Λειτουργία μπαταρίας | Συνέπειες από τη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας | Το πηνίο |
| Ανακύκλωση μπαταρίας | | |

2.1.2 Στρατηγική

Αντιλαμβανόμαστε την έννοια της **Στρατηγικής** ως ένα γενικό τρόπο επεξεργασίας πληροφοριών που εφαρμόζονται σε γνωστικό επίπεδο (Κωσταρίδου-Ευκλείδη, 2005: σελ. 163). Μελετούμε τις δραστηριότητες σε κάθε ΔΕ εξετάζοντας τον τρόπο με τον οποίο ο εκπαιδευτικός και οι μαθητές διαπραγματεύονται το επιστημονικό περιεχόμενο. Όταν κρίνουμε ότι σε μια ομάδα δραστηριοτήτων ακολουθείται ο ίδιος τρόπος επεξεργασίας πληροφοριών τότε τις ομαδοποιούμε σε μια κοινή Στρατηγική. Στρατηγικές μπορεί να είναι: α) «Ο εκπαιδευτικός καλεί τους

μαθητές να ανακαλέσουν γνώσεις και εμπειρίες», β) «Ο εκπαιδευτικός καλεί τους μαθητές να εκφράσουν τις απόψεις τους», γ) «Ο εκπαιδευτικός καλεί τους μαθητές να αντιληφθούν την επιστημονική άποψη», κ.α. Αν επικεντρωθούμε στην πρώτη από τις προηγούμενες Στρατηγικές μπορούμε να φανταστούμε έναν αριθμό διαφορετικών δραστηριοτήτων που επιτελούν τη λειτουργία της Στρατηγικής αυτής, όπως:

- Ο εκπαιδευτικός ρωτά στους μαθητές αν έχουν διαβάσει τις πληροφορίες που υπάρχουν για τις θερμίδες πάνω στις συσκευασίες των τροφίμων,
- Ο εκπαιδευτικός δείχνει ένα slide με τον ήλιο και ρωτά από πού παίρνουμε την ενέργεια στην καθημερινή μας ζωή,
- Ο εκπαιδευτικός δείχνει έναν ανεμόμυλο και βοηθά τους μαθητές να σκεφθούν ποια είναι η πηγή ενέργειας που κινεί τον ανεμόμυλο, κ.ο.κ.

2.1.3 Φάση

Αντιλαμβανόμαστε την έννοια της **Φάσης** ως μια ομάδα Στρατηγικών με κοινό στόχο. Αυτό σημαίνει ότι, εφόσον ομαδοποιήσουμε τις δραστηριότητες σε Στρατηγικές, προσπαθούμε να διαπιστώσουμε γιατί ο εκπαιδευτικός χρησιμοποιεί τις συγκεκριμένες Στρατηγικές, δηλαδή **ποιος είναι ο στόχος που θέλει να πετύχει**. Ομαδοποιούμε τις Στρατηγικές σε Φάσεις, όταν κρίνουμε ότι εξυπηρετούν έναν κοινό στόχο. Κάθε φορά που αλλάζει ο στόχος αλλάζει και η Φάση. Ο στόχος μπορεί:

- Να σχετίζεται με τη διαπραγμάτευση του περιεχομένου που διδάσκεται, π.χ. να εισαγάγουμε τη νέα γνώση, να εξηγήσουμε τη σημασία της νέας έννοιας, να εφαρμόσουμε τη νέα γνώση σε διάφορα παραδείγματα, κ.τ.λ.
- Να σχετίζεται με τη διαπραγμάτευση των απόψεων των μαθητών, π.χ. να αναδείξουμε τις αρχικές τους απόψεις, να αποσαφηνίσουμε τις κυρίαρχες, να δοκιμάσουμε την ισχύ των αρχικών ή νέων απόψεων, να συγκρίνουμε τις αρχικές απόψεις με τις νέες, κ.λπ.
- Να σχετίζεται με την εκμάθηση διαδικαστικής γνώσης π.χ. οι μαθητές να ασκηθούν σε διαδικασίες διερευνητικής μάθησης, να ταξινομούν με βάση κάποιο κριτήριο ορισμένα σώματα, να μάθουν να παρατηρούν και να βγάζουν

συμπεράσματα με βάση τις παρατηρήσεις τους, να σχεδιάζουν ένα πείραμα και να το συζητούν με τα μέλη της ομάδας τους, να μάθουν να χρησιμοποιούν ένα μοντέλο, να ασκηθούν στη μέθοδο ελέγχου των μεταβλητών κ.τ.λ.

Συνοπτικά, η Στρατηγική είναι η έννοια του ΜΩΔ που απαντά στο ερώτημα, «πώς ο εκπαιδευτικός και οι μαθητές διαπραγματεύονται ένα κομμάτι του περιεχομένου;» και η Φάση είναι η έννοια του ΜΩΔ που απαντά στο ερώτημα «γιατί ο εκπαιδευτικός και οι μαθητές διαπραγματεύονται ένα κομμάτι του επιστημονικού περιεχομένου με αυτόν το συγκεκριμένο τρόπο;»

Για να αποσαφηνίσουμε τη διαφορά της Φάσης από τη Στρατηγική θα αναφέρουμε ένα συγκεκριμένο παράδειγμα. Έστω η 1^η Στρατηγική την οποία αναφέραμε παραπάνω, (Ο εκπαιδευτικός καλεί τους μαθητές να ανακαλέσουν γνώσεις και εμπειρίες), το ερώτημα που μπορούμε να θέσουμε είναι: γιατί ο εκπαιδευτικός υλοποιεί τη Στρατηγική αυτή; Η απάντηση απαιτεί τον προσδιορισμό του στόχου που θέλει ο εκπαιδευτικός να πετύχει, κι αυτός μπορεί να είναι:

- Θέλει να εισαγάγουμε το μάθημα, κεντρίζοντας το ενδιαφέρον των μαθητών,
- Θέλει να εξετάσει αν οι μαθητές ξέρουν τη χρήση της έννοιας της ενέργειας σε καθημερινές περιπτώσεις,
- Θέλει να εφαρμόσουν οι μαθητές τη νέα γνώση σε παραδείγματα της καθημερινής ζωής, κ.ο.κ.

Αν ο εκπαιδευτικός θέλει να πετύχει έναν από τους παραπάνω στόχους με μια δεύτερη Στρατηγική, π.χ. με τη Στρατηγική «Ο εκπαιδευτικός καλεί τους μαθητές να εκφράσουν τις απόψεις τους», τότε οι δύο αυτές Στρατηγικές συνιστούν μια Φάση. Φάσεις μπορεί να είναι οι ακόλουθες: α) «Ανάπτυξη προβληματισμού για τη νέα γνώση», β) «Επεξεργασία δεδομένων», γ) «Ανάδειξη των αρχικών απόψεων των μαθητών», κ.α.

2.1.4 Σύνταξη των Φάσεων

Αντλαμβανόμαστε την έννοια της **Σύνταξης** ως μια διακριτή ροή Φάσεων. Οι Φάσεις προσδιορίζονται από τους στόχους· επομένως διαφορετικά σε είδος ΜΩΔ δεν μπορεί να έχουν ακριβώς τους ίδιους στόχους κι άρα ακριβώς τις ίδιες Φάσεις, γιατί βασίζονται σε διαφορετικές θεωρίες για τη διαδικασία της μάθησης.

Παράλληλα τα ΜΩΔ διακρίνονται μεταξύ τους ως προς την αλληλουχία των Φάσεων της Σύνταξης, δηλαδή την αλληλουχία των στόχων, γιατί ένα ΜΩΔ θέτει προτεραιότητες ανάμεσα στις δραστηριότητες του εκπαιδευτικού και των μαθητών.

2.1.8 Αρχή Αντίδρασης

Οι Αρχές Αντίδρασης (ΑΑ) καθοδηγούν τον εκπαιδευτικό στο τι να κάνει, δηλαδή πώς να βλέπει τους μαθητές και πώς να αντιδρά σε ό,τι αυτοί κάνουν. Επομένως οι ΑΑ απαιτείται να βρίσκονται σε συμφωνία με τους στόχους του εκπαιδευτικού κι όχι να είναι αντίθετες με αυτούς. Η ΑΑ είναι η έννοια του ΜΩΔ που δίνει την τελική πληροφορία, δηλαδή αποσαφηνίζει τον κοινό στόχο μιας ομάδας Στρατηγικών και προσδιορίζει τελικά την αντίστοιχη Φάση. Αρχές Αντίδρασης μπορεί να είναι: α) «Ο εκπαιδευτικός εκφράζει τη συμφωνία του με τις σωστές απαντήσεις των μαθητών», β) «Ο εκπαιδευτικός κρατά ουδέτερη στάση σε όλες τις απαντήσεις των μαθητών», γ) «Στις απαντήσεις των μαθητών, ο εκπαιδευτικός ζητά εξηγήσεις», κ.α.

2.2 Είδη Στρατηγικών – Αρχών Αντίδρασης – Φάσεων

2.2.1 Στρατηγικές

Προσδιορίσαμε τη Στρατηγική ως ένα γενικό τρόπο επεξεργασίας πληροφοριών που εφαρμόζονται σε γνωστικό επίπεδο. Αυτό ειδικότερα σημαίνει ότι η Στρατηγική αφορά μια ομάδα δραστηριοτήτων στην οποία ακολουθείται ο ίδιος τρόπος διαπραγμάτευσης του επιστημονικού περιεχομένου δηλαδή εκμάθησης εννοιών, νόμων και θεωριών καθώς και επιστημονικών διαδικασιών. Οι δραστηριότητες αυτές μπορούν να κινητοποιήσουν γνωστικές δεξιότητες όπως: παρατήρηση, περιγραφή, σύγκριση, ταξινόμηση, διατύπωση ιδεών και ερμηνειών, υπόθεση (ή πρόβλεψη), επινόηση και σχεδιασμός πειραμάτων, εξαγωγή συμπεράσματος, αναγνώριση και ανάλυση εναλλακτικών ερμηνειών και προβλέψεων, μέτρηση, υπολογισμός, διατύπωση ερωτήσεων, χρήση γραφικών παραστάσεων, πινάκων, χαρτών, συλλογή πληροφοριών από έντυπες και ηλεκτρονικές πηγές, κ.α. (Harlen & Elstgeest 1992, Bybee, 2006: 4).

Επομένως όταν αναζητούμε τον ίδιο τρόπο διαπραγμάτευσης του επιστημονικού περιεχομένου ή επιστημονικής διαδικασίας για τον προσδιορισμό μίας Στρατηγικής, ουσιαστικά αναζητούμε αν σε μια ομάδα δραστηριοτήτων κινητοποιούνται ορισμένες από τις παραπάνω γνωστικές δεξιότητες. Γνωστικές δεξιότητες όπως η *διάκριση γεγονότων από αξίες* και η *περίληψη* αφορούν κυρίως το περιεχόμενο των θεωρητικών μαθημάτων. Ως εκ τούτου, θα μπορούσαν να είναι αντικείμενο της αναζήτησής μας για τον προσδιορισμό των Στρατηγικών, εφόσον αναφερόμασταν σε μια διδασκαλία διαθεματικού χαρακτήρα. Τα τελευταία χρόνια αναπτύχθηκαν προτάσεις που αφορούν τη διδασκαλία-μάθηση των ΦΕ στα πλαίσια των οποίων οι μαθητές καλούνται να γράψουν περιλήψεις, γραπτές αναφορές επιστημονικών κειμένων, να συνθέσουν κείμενα πολυτροπικού χαρακτήρα, π.χ. εικόνες, φωτογραφίες, απομαγνητοφωνημένες συνεντεύξεις από ειδικούς κ.λπ. (Meisalo, Lavonen, Kuitunen 2007, Arplin et al. 2000)

Στον πίνακα 3 έχει συγκεντρωθεί ένας αριθμός Στρατηγικών, Αρχών Αντίδρασης και Φάσεων. Στη συνέχεια περιγράφουμε αναλυτικά τη σημασία που αποδίδουμε στην κάθε Στρατηγική.

Οι γνωστικές δεξιότητες είναι γνωστικές λειτουργίες οι οποίες αποτελούν «ανεπτυγμένες γνωστικές τεχνικές επεξεργασίας, που χρησιμοποιεί το άτομο με ακρίβεια και σχετική ταχύτητα μέσα σε ποικίλα πλαίσια, ανεξάρτητα από πληροφοριακό περιεχόμενο» (Ματσαγγούρας, σελ. 68). Θεωρείται ότι είναι ιεραρχικά δομημένες και ότι λειτουργούν ως συστήματα παραγωγής γνωστικών προϊόντων. Μπορούμε να αναγνωρίσουμε 22 δεξιότητες οι οποίες χωρίζονται σε 4 κατηγορίες: α) συλλογής δεδομένων, β) οργάνωσης δεδομένων, γ) ανάλυσης δεδομένων και δ) υπέρβασης δεδομένων. Αν συγκρίνουμε τις 4 κατηγορίες μπορούμε να υποστηρίξουμε ότι υπάρχει μια ιεραρχική εξέλιξη της πολυπλοκότητας των δεξιοτήτων από κατηγορία σε κατηγορία, καθώς το άτομο προχωρεί από τις αρχικές («κατώτερες») προς τις επόμενες («ανώτερες») δεξιότητες, μεταβαίνει σταδιακά από τα απλούστερα προς τα συνθετότερα επίπεδα μάθησης. Οι 4 κατηγορίες δεξιοτήτων αντιστοιχούν σε 4 διαφορετικά επίπεδα μάθησης (Ματσαγγούρας 1997, σελ. 69).

Στρατηγική 1: Ο εκπαιδευτικός καλεί τους μαθητές να ανακαλέσουν γνώσεις κι εμπειρίες

Περιλαμβάνει δραστηριότητες οι οποίες κινητοποιούν κυρίως γνωστικές δεξιότητες συλλογής δεδομένων, όπως *ανάκληση, παρατήρηση, αναγνώριση*:

- ❖ «Πώς λέγεται η ενέργεια που μας δίνει ο ήλιος;»,

- ❖ «Τι παρατηρείτε στα πανιά του ιστιοπλοϊκού;»,
- ❖ «Ποιες πηγές ενέργειας αναγνωρίζετε στην εικόνα που βλέπετε;».

Στα πλαίσια της Στρατηγικής 1, οι μαθητές καλούνται να αναφέρουν παραδείγματα, έννοιες, επιστημονικούς όρους, κανόνες:

- ❖ «Πείτε μου ένα παράδειγμα μετατροπής ενέργειας από ηλεκτρική σε φωτεινή»,
- ❖ «Πώς ονομάζεται η ενέργεια που έχει ένα τεντωμένο ελατήριο;»,
- ❖ «Ποιος θα διατυπώσει την αρχή διατήρησης της ενέργειας;».

Περιλαμβάνονται επίσης δραστηριότητες στις οποίες οι μαθητές κάνουν απλούς υπολογισμούς:

- ❖ «Στο 1m το σώμα έχει δυναμική ενέργεια 20joule στα 2m πόση θα είναι η δυναμική του ενέργεια;».

Ακόμη ανήκουν ερωτήσεις του εκπαιδευτικού στις οποίες η απάντηση διατυπώνεται ουσιαστικά μέσα την ίδια την ερώτηση:

- ❖ «Δηλαδή, δεν θα έχουμε την απαραίτητη δύναμη για να ζήσουμε, σωστά;».

Στρατηγική 2: Ο εκπαιδευτικός καλεί τους μαθητές να εκφράσουν τις απόψεις τους

Περιλαμβάνει δραστηριότητες οι οποίες κινητοποιούν κυρίως γνωστικές δεξιότητες υπέρβασης δεδομένων, όπως την *επεξήγηση* και τον *συμπερασμό*:

- ❖ «Πώς εξηγείτε το γεγονός ότι ένα φιστίκι μπορεί να καίγεται για μερικά λεπτά;».

Στη Στρατηγική αυτή συμπεριλαμβάνονται ακόμη δραστηριότητες οι οποίες *κινητοποιούν τις διαισθητικές αντιλήψεις* των μαθητών για τα φυσικά φαινόμενα και τις σχετικές έννοιες:

- ❖ «Παιδιά, τι πιστεύετε ο άνθρωπος χρειάζεται συνέχεια ενέργεια ή όχι και γιατί;».

Ο εκπαιδευτικός, εφόσον ακουστούν στη διδασκαλία διαφορετικές απόψεις των μαθητών, είναι πιθανόν να επιμένει στις απόψεις αυτές, προσπαθώντας να διευκρινίσει με τη βοήθεια των μαθητών τις ομοιότητες και τις διαφορές των απόψεών τους. Έτσι, οι μαθητές μπορούν να συνειδητοποιήσουν τις προϋπάρχουσες αντιλήψεις για τα φυσικά φαινόμενα και τις έννοιες:

- ❖ «Δηλαδή κάποιοι μαθητές πιστεύετε ότι, όταν το σπύρτο έσβησε, η ενέργειά του χάθηκε γιατί δεν υπάρχει πια φωτιά, ενώ άλλοι πιστεύετε ότι η ενέργειά του συνεχίζει να υπάρχει, γιατί δεν μπορεί να εξαφανίστηκε, ξαφνικά».

Στρατηγική 3: Ο εκπαιδευτικός καλεί τους μαθητές να αντιληφθούν την επιστημονική άποψη

Στη Στρατηγική αυτή, ο εκπαιδευτικός έχει τον *κυρίαρχο ρόλο*, δηλαδή μόνο αυτός εκτελεί τις δραστηριότητες του μαθήματος. Για παράδειγμα, ο εκπαιδευτικός *διατυπώνει έναν κανόνα*:

- ❖ «Όταν ένα σώμα βρίσκεται σε ύψος και ταυτόχρονα κινείται, τότε έχει δυναμική και κινητική ενέργεια»,

ορίζει μια έννοια:

- ❖ «Δυναμική ενέργεια λέγεται η ενέργεια που έχει ένα σώμα όταν βρίσκεται σε κάποιο ύψος»,

εξηγεί τη σημασία ενός όρου, αναπτύσσει την επιστημονική άποψη για ένα θέμα:

- ❖ «Ο άνθρωπος μπορεί να πάρει την ενέργεια που χρειάζεται από κάθε τροφή»,

δίνει παραδείγματα, κ.λπ.

Έτσι, όταν εφαρμόζεται η Στρατηγική αυτή, οι γνωστικές δεξιότητες που κινητοποιούνται στους μαθητές δεν είναι συγκεκριμένες, γιατί εξαρτώνται από το είδος των δραστηριοτήτων που θα πραγματοποιηθούν από τον εκπαιδευτικό.

Στρατηγική 4: Ο εκπαιδευτικός καλεί τους μαθητές να συσχετίσουν παρατηρήσεις μεταξύ τους

Με τη Στρατηγική αυτή κινητοποιούνται ορισμένες γνωστικές δεξιότητες οργάνωσης δεδομένων, όπως η *σύγκριση* και η *κατηγοριοποίηση*. Οι μαθητές παρατηρούν εικόνες και *εντοπίζουν ομοιότητες και διαφορές*:

- ❖ «Παρατηρείστε τις δύο επόμενες διαφάνειες, με τον ήλιο και τον άνεμο. Τι παρατηρείτε; Μπορείτε να αναγνωρίσετε τι κοινό αποτέλεσμα επιφέρουν στα σώματα ο ήλιος και ο άνεμος;»,

δημιουργούν ομάδες παραδειγμάτων με βάση κάποια κοινά χαρακτηριστικά, με βάση ένα ή περισσότερα κριτήρια:

- ❖ «Χωρίστε σε δύο ομάδες τα 10 φυσικά φαινόμενα που παρατηρείτε με βάση το αν συμβαίνουν τρεις ή περισσότερες μετατροπές της ενέργειας από τη μια μορφή στην άλλη».

Οι μαθητές ταξινομούν αντικείμενα, γεγονότα, δεδομένα, αναγνωρίζοντας και χρησιμοποιώντας κάποια κριτήρια δικά τους ή δοσμένα (π.χ. χρώμα, υφή, μέγεθος).

Η Στρατηγική αυτή περιλαμβάνει και την ενεργοποίηση της *μεταφοράς*, δηλαδή τη δεξιότητα να αναγνωρίζουμε κοινά χαρακτηριστικά σε περιπτώσεις που διαφέρουν «επιφανειακά» μεταξύ τους. Αυτή η δεξιότητα απαιτεί μια ιδιαίτερη αφαιρετική συλλογιστική και κρίνεται ιδιαίτερα σημαντική για την εκμάθηση φυσικών νόμων και ιδιοτήτων, π.χ. στην Ελλάδα έχει εφαρμοστεί στην αναγνώριση των χαρακτηριστικών που έχουν οι βαρυτικές και οι μαγνητικές δυνάμεις μέσα από το πρίσμα του 3^{ου} Νόμου του Νεύτωνα (Spyrtou, Hatzikraniotis & Kariotoglou 2009). Αντιπροσωπευτικό παράδειγμα φύλλου εργασίας το οποίο αναπτύχθηκε για το σκοπό αυτό παρουσιάζεται στην ενότητα 4.

Στρατηγική 5: Ο εκπαιδευτικός καλεί τους μαθητές να προβλέψουν/ελέγξουν τις προβλέψεις τους

Περικλείει δραστηριότητες που προϋποθέτουν τη χρήση διδακτικών υλικών και μέσων κινητοποιώντας δεξιότητες υπέρβασης δεδομένων όπως την *πρόβλεψη* και την *επαλήθευση*. Οι μαθητές κάνουν προβλέψεις για την εξέλιξη ενός φαινομένου σε ένα πείραμα επίδειξης ή σε πείραμα που οι ίδιοι πρόκειται να εκτελέσουν:

- ❖ «Τι νομίζετε ότι θα γίνει η θερμοκρασία της λάμπας αν είναι αναμμένη για μερικά λεπτά;»,

εξετάζουν αν οι προβλέψεις τους ήταν σωστές ή όχι:

- ❖ «Ακουμπήστε το χέρι σας στη λάμπα. Τι διαπιστώνετε για τη θερμοκρασία της;».

Σημειώνουμε, ότι ο έλεγχος των προβλέψεων δεν είναι απαραίτητο να ακολουθεί τις προβλέψεις, μπορεί να αναπτύσσονται πρώτα άλλες δραστηριότητες και να έπεται η εκτέλεση των πειραμάτων για τον έλεγχο των προβλέψεων.

Υπόθεση – Πρόβλεψη

Όταν **υποθέτουμε** σημαίνει ότι διατυπώνουμε ένα γενικό ισχυρισμό για την επεξήγηση ενός φαινομένου. Όταν **προβλέπουμε** σημαίνει ότι περιγράφουμε ένα αποτέλεσμα που πιστεύουμε ότι θα προκύψει σε ένα συγκεκριμένο πείραμα, εφόσον η υπόθεση που κάναμε είναι αληθινή.

(Etkina, Karelina & Villasenor, 2007).

Στρατηγική 6: Ο εκπαιδευτικός καλεί τους μαθητές να σχεδιάσουν και να εκτελέσουν ένα πείραμα

Με τη Στρατηγική αυτή κινητοποιούνται λειτουργίες υπέρβασης των δεδομένων όπως η *υπόθεση* και η *πρόβλεψη*, ο *εντοπισμός* λαθών και αντιφάσεων, ο *συμπερασμός*, η *διοργάνωση της γνώσης* (Ματσαγγούρας, 1997; 496-501) καθώς και μεταγνωστικές δεξιότητες όπως η *αυτό-κατευθυνόμενη παρακολούθηση* της κατανόησης του προβλήματος που πρόκειται να λυθεί, ο σχεδιασμός των ενεργειών για τη λύση του προβλήματος, οι αποφάσεις για αλλαγές στην πορεία της λύσης, η αξιολόγηση του αποτελέσματος (Κωσταρίδου-Ευκλείδη, 2005: 35-36). Για παράδειγμα στα πλαίσια της Στρατηγικής αυτής οι μαθητές συζητούν και διακρίνουν τις πιθανές λύσεις ενός προβλήματος, σχεδιάζουν τα βήματα της πορείας για τη λύση του προβλήματος, παρατηρούν, περιγράφουν τις παρατηρήσεις τους, κάνουν μετρήσεις, υπολογίζουν τιμές φυσικών μεγεθών, αναζητούν πληροφορίες, παρακολουθούν την εκτέλεση του κάθε πειράματος, κριτικάρουν τα πειράματα, επινοούν μοντέλα για να ερμηνεύσουν ένα φαινόμενο, κ.α. Τα τελευταία χρόνια η υλοποίηση αυτής της Στρατηγικής ενθαρρύνεται από τη χρήση των ΤΠΕ.

«Οι μεταγνωστικές δεξιότητες αφορούν τον έλεγχο του γινώσκουν...» είναι δεξιότητες «που εφαρμόζονται σκόπιμα, για την ρύθμιση της γνωστικής επεξεργασίας και της δράσης...» (Κωσταρίδου-Ευκλείδη, 2005: 35). Οι μεταγνωστικές δεξιότητες είναι διαδικαστική γνώση, «καλλιεργούνται μέσα από την άσκηση και αποσκοπούν στον έλεγχο και καθοδήγηση της γνωστικής επεξεργασίας σε συνειδητό επίπεδο» (Κωσταρίδου-Ευκλείδη, 2005: 35).

Ο εκπαιδευτικός δεν επεμβαίνει στις δραστηριότητες των μαθητών, μπορεί όμως να τους παρέχει τεχνική βοήθεια:

- ❖ «Παιδιά, διαβάστε τις οδηγίες στο φύλλο εργασίας και πείτε μου εάν δεν καταλαβαίνετε κάτι».

Ο εκπαιδευτικός, όταν οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες- μπορεί να δώσει στον κάθε μαθητή της ίδιας ομάδας έναν διαφορετικό ρόλο: αναγνώστης, γραμματέας, διαχειριστής υλικού, πειραματιστής, βοηθός πειραματιστή. Με τη Στρατηγική 5 η διδασκαλία προσανατολίζεται στην εκμάθηση των διαδικασιών της ανακάλυψης και ευρύτερα της διερεύνησης. Η Στρατηγική 6 μπορεί να συμπληρώνεται από τις Στρατηγικές 4 και 5. Για παράδειγμα στην περίπτωση που οι μαθητές προβλέπουν και εξετάζουν την ορθότητα των προβλέψεών τους, η Στρατηγική 6 συμπληρώνεται από τη Στρατηγική 5. Στη Στρατηγική αυτή περιλαμβάνεται και η περίπτωση στην οποία εκτελείται πείραμα επίδειξης είτε από τον εκπαιδευτικό είτε από τους μαθητές.

Στρατηγική 7: Ο εκπαιδευτικός καλεί τους μαθητές να συζητήσουν τα πειραματικά αποτελέσματα

Αφορά δραστηριότητες του εκπαιδευτικού κατά τη διάρκεια ενός πειράματος ή μετά την εκτέλεσή του. Ο εκπαιδευτικός προσπαθεί να ξεκαθαρίσει στους μαθητές το τι προκύπτει από το πείραμα. Κινητοποιούνται κυρίως δεξιότητες *ανάλυσης και υπέρβασης δεδομένων*, όπως η *διάκριση* των φαινομένων από τη θεωρία δηλαδή το τι γίνεται σε μια πειραματική δραστηριότητα από το πώς αντιλαμβάνομαι αυτό που γίνεται, η *διάκριση* των δεδομένων από την εξαγωγή των συμπερασμάτων ή ο *εντοπισμός λαθών και αντιφάσεων* αντιστοίχως. Έτσι, στα πλαίσια της Στρατηγικής 6, οι μαθητές ανακοινώνουν τις παρατηρήσεις τους:

- ❖ «Ας καταγράψουμε στον πίνακα, ποια σώματα άφησαν το ρεύμα να περάσει και ποια όχι»,

τις μετρήσεις τους,

- ❖ «Υπάρχει κανένα παιδί που μέτρησε κάποια διαφορετική θερμοκρασία στα σώματα της αίθουσας ή όλοι και όλες βρήκατε την ίδια θερμοκρασία;»

και τα συμπεράσματά τους. Όπως και στη Στρατηγική 6, είναι δυνατόν να δώσουμε ρόλους στους μαθητές. Ο εκπαιδευτικός ανακεφαλαιώνει τα πειραματικά αποτελέσματα, αναδεικνύει ομοιότητες και διαφορές μεταξύ των αποτελεσμάτων καθώς και σχέσεις μεταβλητών.

Στρατηγική 8: Ο εκπαιδευτικός καλεί τους μαθητές να αξιολογήσουν τα αποτελέσματα της μάθησής τους

Με τη Στρατηγική αυτή κινητοποιούνται λειτουργίες του μεταγνωστικού. Συγκεκριμένα, ο εκπαιδευτικός ζητά από τους μαθητές να εξηγήσουν τις δυσκολίες που συνάντησαν κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας, να συγκρίνουν τις αρχικές με τις τελικές τους απόψεις:

- ❖ «Κάποια παιδιά επιμένετε στην αρχή της διδασκαλίας ότι η ενέργεια στην ηλεκτρική λάμπα χάνεται. Τώρα τι λέτε;»,

να περιγράψουν τον τρόπο που άλλαξαν τις απόψεις τους:

- ❖ «Τι ήταν εκείνο που σας έπεισε ότι η αρχική σας άποψη για την κατανάλωση της ενέργειας ήταν λάθος;»

ή να εξηγήσουν γιατί δεν άλλαξαν την άποψή τους:

- ❖ «Ποιο είναι εκείνο για το οποίο ήσασταν από την αρχή σίγουροι και συνεχίζετε να το πιστεύετε;»,

να αξιολογήσουν το σχέδιο για την πραγμάτωση ενός πειράματος που οι ίδιοι σχεδίασαν, να προτείνουν και να στηρίξουν τις αλλαγές που θα έκαναν στο αρχικό τους σχέδιο για ένα νέο πείραμα κ.ο.κ.

Στη βιβλιογραφία χρησιμοποιείται ο όρος *Meta-strategic Knowledge (MSK)*. Υποστηρίζεται ότι όταν αναπτύσσουμε περιβάλλοντα διδασκαλίας-μάθησης σχετικά με την MSK σημαίνει ότι: (α) οι μαθητές μας σκέφτονται για *το τι κάνουν* κατά τη διάρκεια μιας πειραματικής διαδικασίας, (β) οι μαθητές μας αναλογίζονται *το πώς σκέφτηκαν για να «κάνουν»* αυτό που υλοποίησαν στην πειραματική διαδικασία (Ben – David & Zohar, 2009).

2.2.2. Αρχές Αντίδρασης

ΑΑ₁: Ο εκπαιδευτικός εκφράζει τη συμφωνία του με τις σωστές και τη διαφωνία του με τις λανθασμένες απαντήσεις των μαθητών

Ο εκπαιδευτικός ακούει τις απαντήσεις των μαθητών και αμέσως εκφράζει τη συμφωνία του με τις σωστές απαντήσεις, π.χ. «Ωραία», «Ακριβώς», «Πολύ σωστά», κ.α. Μπορεί ακόμη να προχωρήσει σε σχετικά σχόλια:

- ❖ «Ναι, έτσι είναι, όταν ένα σώμα κινείται έχει σίγουρα κινητική ενέργεια».

Επίσης, ο εκπαιδευτικός ακούγοντας τη σωστή απάντηση θεωρεί σωστό να προχωρήσει σε άλλη ερώτηση ή άλλο θέμα:

- ❖ «Σωστά, εκτός όμως από την κινητική ενέργεια, ποια άλλη μορφή ενέργειας μάθαμε;».

Γενικά, ο εκπαιδευτικός επιβραβεύει τις σωστές απαντήσεις των μαθητών, αγνοεί τις λανθασμένες ή εκφράζει τη διαφωνία του με τις λανθασμένες απαντήσεις, κρίνει ότι η επιβράβευση των σωστών απαντήσεων βοηθά στην αποτελεσματικότερη εκμάθηση του περιεχομένου.

AA₂: Ο εκπαιδευτικός υπονοεί τη συμφωνία του, με τις σωστές και τη διαφωνία του με τις λανθασμένες απαντήσεις των μαθητών

Μόλις διατυπωθούν οι σωστές απαντήσεις ο εκπαιδευτικός προχωρεί τη διδασκαλία σε άλλο σχετικό θέμα ή σχετική ερώτηση έχοντας ως δεδομένο ότι οι μαθητές αντιλήφθηκαν την επιστημονικά αποδεκτή άποψη. Παρουσιάζουμε έναν αντιπροσωπευτικό διάλογο:

- ❖ Εκπαιδευτικός: Οι μπαταρίες τι ενέργεια έχουν;
- ❖ Μαθητής: Ηλεκτρική.
- ❖ Εκπαιδευτικός: Τα ελατήρια, τι ενέργεια έχουν;

Ακόμη, σ' αυτή την AA περιλαμβάνονται τα σχόλια του εκπαιδευτικού τα οποία έμμεσα καλούν μας μαθητές να δώσουν σύντομες ανταπαντήσεις, οι οποίες ενισχύουν μας σωστές απαντήσεις που έχουν ήδη διατυπωθεί. Για παράδειγμα:

- ❖ Εκπαιδευτικός: Ο ήλιος μας μας προσφέρει;
- ❖ Μαθητής: Ενέργεια.
- ❖ Εκπαιδευτικός: Δηλαδή, τι είναι;
- ❖ Μαθητής: Είναι μια πηγή ενέργειας

Επομένως, στην AA₂ πραγματοποιείται έμμεση κι όχι άμεση επιβράβευση των σωστών απαντήσεων από τον εκπαιδευτικό.

AA₃: Ο εκπαιδευτικός κρατά ουδέτερη στάση σε όλες τις απαντήσεις των μαθητών

Αντίθετα με τις δύο πρώτες AA, στην 3^η αντίδραση του εκπαιδευτικού είναι ουδέτερη στις απαντήσεις των μαθητών είτε αυτές είναι σωστές είτε είναι λανθασμένες. Στην περίπτωση αυτή, ο εκπαιδευτικός ενδιαφέρεται να ακουστούν

διαφορετικές απόψεις δίνοντας εξίσου σημασία τόσο στις σωστές όσο και στις λανθασμένες. Έτσι, ακούγοντας μία απάντηση, μπορεί να ζητήσει τη διατύπωση νέων εξηγήσεων:

❖ Μαθητής: Εγώ νομίζω ότι το θερμόμετρο θα δείξει 30°C, γιατί οι θερμοκρασίες των δύο δοχείων θα «ενωθούν».

❖ Εκπαιδευτικός: Άλλος έχει άλλη άποψη;

Ο εκπαιδευτικός μπορεί να υπογραμμίσει και να επαναδιατυπώσει τις διαφορετικές απόψεις των μαθητών χωρίς να υπερασπιστεί την μία ή την άλλη άποψη:

❖ «Μερικοί απαντήσατε ότι η θερμότητα είναι η θερμοκρασία ενός σώματος, άλλοι ότι είναι η θερμική ενέργεια»,

ή να προχωρήσει σε άλλη ερώτηση έτσι ώστε να συγκεντρώσει μια ομάδα όμοιων απόψεων, κ.λπ.

ΑΑ4: Ο εκπαιδευτικός δίνει εξηγήσεις όταν οι μαθητές έχουν απορίες ή δεν απαντούν στις ερωτήσεις του

Όταν οι μαθητές έχουν απορίες, ο εκπαιδευτικός προσπαθεί να δώσει αμέσως εξηγήσεις, δηλαδή να διατυπώσει την επιστημονικά αποδεκτή άποψη· επομένως είναι ιδιαίτερα επικεντρωμένος στο επιστημονικό πρότυπο. Για παράδειγμα:

❖ Μαθητής: Δεν μπορεί η θερμότητα να μεταδίδεται από το ψυχρότερο στο θερμότερο σώμα;

❖ Εκπαιδευτικός: Όχι. Ποτέ. Η θερμότητα μεταδίδεται πάντοτε από το θερμότερο στο ψυχρότερο σώμα, όπως ακριβώς στο πείραμα που κάναμε. Όταν η θερμοκρασία των σωμάτων γίνει ίδια, τότε τα σώματα βρίσκονται σε θερμική ισορροπία.

Αυτή η ΑΑ περιλαμβάνει ακόμη τις περιπτώσεις όπου: οι μαθητές απαντούν λανθασμένα, δεν έχουν απάντηση στην ερώτηση του εκπαιδευτικού, απαντούν με ασάφειες π.χ. δεν τελειώνουν την πρότασή τους. Σε όλες αυτές τις περιπτώσεις ο εκπαιδευτικός προχωρεί στην διατύπωση της επιστημονικής εξήγησης. Παραθέτουμε ένα παράδειγμα:

❖ Μαθητής: Το σώμα στο ύψος αυτό έχει μόνο δυναμική ενέργεια.

- ❖ Εκπαιδευτικός: Έχει και κινητική ενέργεια, διότι βλέπουμε ότι βρίσκεται σε κίνηση.

Στην ΑΑ₄ επίσης αντιστοιχούν οι περιπτώσεις όπου οι μαθητές έχουν απορίες χειρισμού των διδακτικών υλικών. Έτσι, ο εκπαιδευτικός απαντά στις απορίες των μαθητών δίνοντας τεχνικές οδηγίες για το χειρισμό π.χ. ενός οργάνου ή γενικότερα για την εκτέλεση ενός πειράματος.

ΑΑ₅: Ο εκπαιδευτικός παραβλέπει τις απαντήσεις των μαθητών

Μπορούμε να αναγνωρίσουμε 2 κατηγορίες περιπτώσεων. Στη μία περίπτωση, οι μαθητές απαντούν συχνά μονολεκτικά και συγκαταβατικά, «Μάλιστα», «Ναι, καταλάβαμε» και ο εκπαιδευτικός προχωρεί στο επόμενο θέμα, χωρίς να διερευνήσει σε όλη τη διάρκεια του μαθήματος τι σημαίνει αυτή η συγκατάβαση των μαθητών. Στη δεύτερη περίπτωση, οι μαθητές μπορεί να δώσουν σωστές ή λανθασμένες απαντήσεις και ο εκπαιδευτικός να μην ασχοληθεί καθόλου με αυτές σε ολόκληρη τη διδασκαλία. Υπογραμμίζουμε ότι αντίθετα με την ΑΑ₅, στην ΑΑ₃ η διαπραγμάτευση των απαντήσεων των μαθητών, αν δεν γίνεται αμέσως μετά τη διατύπωσή τους, παραπέμπεται σε επόμενες δραστηριότητες της διδασκαλίας.

ΑΑ₆: Στις απαντήσεις των μαθητών, ο εκπαιδευτικός ζητά εξηγήσεις

Διαφορετικά από την ΑΑ₄ στην ΑΑ₆, όταν οι μαθητές δίνουν σύντομες ή ασαφείς ή ημιτελείς απαντήσεις, τότε ο εκπαιδευτικός μπορεί να ζητήσει περισσότερες εξηγήσεις για την απάντησή τους, έτσι ώστε να αποσαφηνιστεί η άποψή τους. Για παράδειγμα:

- ❖ Μαθητής: Το ελαιόλαδο το καίμε για να φτιάξουμε φαγητό.
- ❖ Εκπαιδευτικός: Δηλαδή τι εννοείς;
- ❖ Μαθητής: Παίρνουμε θερμική ενέργεια.

ΑΑ₇: Όταν οι μαθητές δίνουν λανθασμένη απάντηση ή έχουν απορίες, ο εκπαιδευτικός προσπαθεί ν' αναδείξει τη σωστή απάντηση

Περιλαμβάνονται οι περιπτώσεις στις οποίες οι μαθητές δίνουν λανθασμένες απαντήσεις ή δηλώνουν ότι δεν γνωρίζουν την απάντηση. Τότε ο

εκπαιδευτικός επαναδιατυπώνει την ερώτηση, έτσι ώστε να γίνει προφανής η σωστή απάντηση. Δίνουμε σχετικό παράδειγμα:

- ❖ Εκπαιδευτικός: Ένα ποτήρι νερό, τι νομίζετε έχει ενέργεια;
- ❖ Μαθητής: Όχι.
- ❖ Εκπαιδευτικός: Και όμως, αν βάλω ένα παγάκι μέσα τι θα γίνει;
- ❖ Μαθητής: Θα λιώσει.
- ❖ Εκπαιδευτικός: Άρα θα έχουμε μια αλλαγή. Επομένως έχει ενέργεια;
- ❖ Μαθητής: Παίρνουμε θερμική ενέργεια.

Η εκτέλεση ενός πειράματος από τον εκπαιδευτικό μπορεί να είναι ένας τρόπος για να αναδειχτεί η σωστή απάντηση.

2.2.3. Φάσεις

Φ1: Ανάπτυξη προβληματισμού και εξοικείωσης

Στη Φάση αυτή, αναπτύσσονται Στρατηγικές με κύριο στόχο ο εκπαιδευτικός να προσελκύσει τη μαθητική προσοχή, επιδιώκοντας να τη μετατρέψει σε ενδιαφέρον και δημιουργική εμπλοκή (Ματσαγγούρας 1997). Οι μαθητές καλούνται να ανακαλέσουν γνώσεις και εμπειρίες, ενημερώνονται για το τι πρόκειται να διδαχτούν, κ.α. Κατά την υλοποίηση της Φάσης αυτής, η διδασκαλία κινείται κυρίως σε επίπεδο μνήμης, δηλαδή ο εκπαιδευτικός συγκεντρώνει την προσοχή του στις μικρές απαντήσεις που αναφέρονται σε γεγονότα, (Bigge 1990). Οι μαθητές εξοικειώνονται με τα υλικά που θα χρησιμοποιήσουν σε πειραματική δραστηριότητα, με σχετικά παραδείγματα, κ.λπ. Η φάση αυτή συναντάται μόνο στην αρχή μιας διδασκαλίας και είναι δυνατόν να εφαρμοστεί και στα τρία διδακτικά μοντέλα (μεταφοράς, διερεύνησης, εποικοδόμησης).

Φ2: Παρουσίαση νέας γνώσης

Η ανάπτυξη του επιστημονικού προτύπου γίνεται άμεσα ή έμμεσα από τον εκπαιδευτικό. Κατά τον άμεσο τρόπο, ο εκπαιδευτικός εξηγεί φυσικά φαινόμενα, διατυπώνει κανόνες, προσδιορίζει επιστημονικές έννοιες, εισάγει επιστημονικούς όρους, εκτελεί πειράματα. Παράλληλα, είναι δυνατόν να ακολουθήσει Στρατηγικές οι οποίες συμβάλλουν στην ανάκληση γνώσεων και εμπειριών από τους μαθητές

καθώς και στη διατύπωση των διαισθητικών τους απόψεων. Έμμεση παρουσίαση της νέας γνώσης μπορεί να πραγματοποιηθεί όταν ο εκπαιδευτικός εφαρμόζει Στρατηγικές κατά τις οποίες οι μαθητές ανακαλούν γνώσεις κι εμπειρίες και τις συσχετίζουν μεταξύ τους έτσι ώστε τελικά να δώσουν απαντήσεις σύμφωνες με την επιστημονικά αποδεκτή άποψη.

Το επίπεδο μάθησης κινείται κυρίως στα πλαίσια της επεξηγηματικής κατανόησης, δηλαδή ο εκπαιδευτικός στοχεύει οι μαθητές να κατανοήσουν γενικεύσεις, σχέσεις, αρχές, κανόνες, όρους, (Bigge 1990). Η Φάση αυτή συναντάται και στα 3 διδακτικά μοντέλα μεταφοράς, διερεύνησης και εποικοδόμησης της γνώσης. Υπογραμμίζουμε ότι στο μοντέλο εποικοδόμησης, ο εκπαιδευτικός προχωρά στην παρουσίαση του επιστημονικού προτύπου εφόσον έχουν προηγηθεί οι Φάσεις αντιμετώπισης των ιδεών των μαθητών (βλ. παρακάτω). Έτσι, η ανάπτυξη της νέας γνώσης από τον εκπαιδευτικό θεωρείται ως μια ερμηνεία των φυσικών φαινομένων όμοια ή διαφορετική από την ερμηνεία των μαθητών.

Φ3: Επεξεργασία δεδομένων

Ως δεδομένα εννοούμε τις πληροφορίες που μπορούμε να πάρουμε από τα διδακτικά υλικά, δηλαδή από κινητές κι ακίνητες εικόνες, φύλλα εργασίας, τρισδιάστατα αντικείμενα, ηλεκτρονικούς υπολογιστές, φωτογραφικές μηχανές κ.λπ. Οι μαθητές με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού σε ομάδες ή μόνοι τους ή όλοι μαζί, παρατηρούν, αναλύουν, συζητούν φυσικά φαινόμενα. Μπορεί ακόμη να παρατηρούν και να αναλύουν ένα πείραμα επίδειξης ή να εκτελούν οι ίδιοι πειράματα. Ο εκπαιδευτικός σχεδιάζει κατάλληλο περιβάλλον μάθησης στο οποίο οι μαθητές έχουν ικανοποιητικό χρόνο καθώς και ικανοποιητικό αριθμό πηγών για να εκτελέσουν τις δραστηριότητες (Bybbee, 2006: σελ. 5). Με τη Φάση αυτή η νέα γνώση είτε ανακαλύπτεται είτε εξάγεται συμπερασματικά μετά από την πραγματοποίηση στρατηγικών όπως οι Στρατηγικές (4, 5, 6, 7,8) χωρίς να αποκλείονται κι οι υπόλοιπες.

Η συγκεκριμένη Φάση κυριαρχεί στα διδακτικά μοντέλα όπου η διδασκαλία κινείται σε επίπεδο διερευνητικής μάθησης, (π.χ. καθοδηγούμενη ανακάλυψη) δηλαδή ο εκπαιδευτικός στοχεύει με την ενεργό συμμετοχή των μαθητών να τους

βοηθήσει να ερευνήσουν ένα φαινόμενο και να ανακαλύψουν κανόνες, νόμους, ιδιότητες (Bigge 1990, Harlen 1992, Καριώτογλου κ.α. 1997). Να τονίσουμε ότι ο εκπαιδευτικός δεν αποσκοπεί να φέρει τους μαθητές αντιμέτωπους με κάποια εναλλακτική τους άποψη (Bigge 1990)· είναι όμως απαραίτητο οι μαθητές να εμπλακούν σε διερευνητικές δραστηριότητες.

Φ4: Εξαγωγή Συμπερασμάτων

Έπεται των Φάσεων «επεξεργασία δεδομένων» και «δοκιμασία απόψεων». Οι μαθητές αφού εκτελέσουν ένα πείραμα καταλήγουν σε συμπεράσματα. Η Φάση αυτή μπορεί πρώτα να υλοποιηθεί με διάφορους τρόπους. Για παράδειγμα, οι μαθητές εξάγουν τα συμπεράσματα 2-3 πειραματικών δραστηριοτήτων με την ομάδα τους, συζητούν κι αξιολογούν τα συμπεράσματα τους. Η κάθε ομάδα μπορεί να εκτελεί διαφορετικές πειραματικές δραστηριότητες. Ανακοινώνει και παρακολουθεί τις ανακοινώσεις των υπολοίπων ομάδων. Στη συνέχεια όλη η τάξη μαζί με τον εκπαιδευτικό καταλήγουν σε γενικότερα συμπεράσματα. Η Φάση αυτή κυριαρχεί στα μοντέλα διερευνητικού και εποικοδομητικού τύπου.

Φ5: Ανάδειξη αρχικών απόψεων

Φάση που σηματοδοτεί τα διδακτικά μοντέλα εποικοδομητικής προσέγγισης, (Harlen 1992, Ψύλλος κ.α. 1993, Κόκκοτας 1998, Driver et al. 1998). Εμφανίζεται πριν την εισαγωγή του επιστημονικού προτύπου και περιέχει δραστηριότητες οι οποίες έχουν στόχο να εκφράσουν και να συνειδητοποιήσουν οι μαθητές τις αρχικές τους απόψεις για το νέο περιεχόμενο, να διατυπώσουν τις υποθέσεις τους, να εκφράσουν τους συλλογισμούς τους. Τέτοιου είδους δραστηριότητες είναι: προφορικές ερωτήσεις του εκπαιδευτικού προς τους μαθητές, συμπλήρωση ερωτηματολογίων, συζήτηση για την αποσαφήνιση των κυρίαρχων απόψεων, ανάπτυξη των απόψεων στον πίνακα. Κατά τη διάρκεια της Φάσης αυτής οι μαθητές εμπλέκονται σε συζητήσεις σύγκρισης όμοιων και διαφορετικών απόψεών τους και είναι πιθανόν να αναγνωρίσουν εσωτερικές αντιφάσεις τους πάνω στα υπό συζήτηση θέματα. Παράλληλα, ο εκπαιδευτικός στοχεύει να αναγνωρίσει τις απόψεις των μαθητών έτσι ώστε να προχωρήσει σε δραστηριότητες με τις οποίες θα τους βοηθήσει να τις βελτιώσουν ή να τις

αλλάξουν. Σημειώνουμε ότι, κατά τη διάρκεια πραγματοποίησης της Φάσης αυτής, ο εκπαιδευτικός απαιτείται να κρατά ουδέτερη στάση απέναντι σε όλες τις απόψεις των μαθητών.

Φ6: Δοκιμασία αρχικών απόψεων

Χαρακτηρίζει τα διδακτικά μοντέλα εποικοδομητικής κατεύθυνσης, εφόσον ο βασικός στόχος του εκπαιδευτικού είναι να βοηθήσει τους μαθητές να επεκτείνουν ή να αλλάξουν τις αρχικές τους απόψεις. Θα υποστηρίξαμε ότι η Φάση αυτή έχει μια καθορισμένη θέση στη δομή ενός ΜΩΔ, έπεται της Φάσης ανάδειξης γιατί, μόνον όταν οι μαθητές συνειδητοποιήσουν το τι πιστεύουν, μπορούν να προχωρήσουν σε διαδικασίες εξέτασης των απόψεών τους.

Στη Φάση αυτή, αναπτύσσονται Στρατηγικές όπως οι (4), (5), (6), (7) δηλαδή οι μαθητές παρακολουθούν την εξέλιξη ενός φαινομένου σε πείραμα επίδειξης, εκτελούν οι ίδιοι πειράματα ατομικά ή σε ομάδες, συγκεντρώνουν δεδομένα, βγάζουν συμπεράσματα. Μπορούμε να διακρίνουμε δύο διακριτές κατευθύνσεις στους διδακτικούς στόχους αυτής της Φάσης: α) αν τα αποτελέσματα συμπίπτουν με τις ιδέες των μαθητών, τότε η υπάρχουσα γνώση επιβεβαιώνεται ή επεκτείνεται, β) αν συμβεί το αντίθετο, τότε οι μαθητές βρίσκονται σε ενδοπροσωπική σύγκρουση, δηλαδή αναπτύσσεται ο μηχανισμός της γνωστικής σύγκρουσης και οι μαθητές οδηγούνται σε αναδιοργάνωση της αρχικής τους γνώσης, (Ψύλλος κ.α. 1993, Κόκκοτας 1998).

Φ7: Εφαρμογή νέας γνώσης

Στόχος είναι να εξασκηθούν οι μαθητές σε παραδείγματα/φυσικά φαινόμενα που διδάχτηκαν. Η εφαρμογή προωθείται και με την εξάσκησή τους σε νέες περιπτώσεις, δηλαδή σε περιπτώσεις που δεν συζητήθηκαν, κατά τη διάρκεια της εισαγωγής του επιστημονικού προτύπου.

Η Φάση εφαρμογής είναι δυνατόν να υλοποιηθεί και στα τρία είδη διδακτικών μοντέλων, μεταφοράς, διερεύνησης και εποικοδόμησης. Ωστόσο μπορούμε να αναγνωρίσουμε διαφορές ως προς το είδος των Στρατηγικών οι οποίες κυριαρχούν στο κάθε μοντέλο. Στα ΜΩΔ μεταφοράς και διερεύνησης, ο εκπαιδευτικός ενεργοποιεί κυρίως τις Στρατηγικές 1 και 2 όπως: α) η εφαρμογή της

νέας γνώσης περιορίζεται σε μια ανακεφαλαίωσή της (συχνότερα στο μοντέλο μεταφοράς) δηλαδή ο εκπαιδευτικός μαζί με τους μαθητές επαναλαμβάνουν τις νέες έννοιες, τους νέους νόμους και ορισμούς του μαθήματος, β) Ο εκπαιδευτικός ζητά από τους μαθητές να περιγράψουν το παράδειγμα που τους έκανε μεγαλύτερη εντύπωση, γ) οι μαθητές καλούνται να εξηγήσουν τη λειτουργία μιας μηχανής με βάση τη νέα γνώση που απέκτησαν κ.α. Σε εποικοδομητικό ΜΩΔ, στη Φάση εφαρμογής, απώτερος σκοπός είναι οι μαθητές να αποδεχτούν τη νέα γνώση ως παραγωγική. Αυτό σημαίνει ότι σκοπεύουμε να αναγνωρίσουν οι μαθητές ότι μπορούν να εξηγήσουν μια σειρά από φυσικά φαινόμενα με βάση τη νέα γνώση τους, κάτι που δεν ίσχυε πριν την αποκτήσουν. Για παράδειγμα, επιπλέον των Στρατηγικών (1) και (2) πραγματοποιείται συχνά η Στρατηγική (4), εφόσον ένας από τους στόχους του εποικοδομητικού μοντέλου σ' αυτή τη Φάση είναι να εμπλακούν οι μαθητές σε δραστηριότητες οι οποίες θα μπορούσαν να κλονίσουν την ορθότητα των νέων απόψεών τους (Ψύλλος κ.α. 1993).

Φ8: Ανασκόπηση των απόψεων

Χαρακτηρίζει τα διδακτικά μοντέλα εποικοδομητικής κατεύθυνσης, (Driver et al. 1993, Ψύλλος κ.α. 1993). Απώτερος σκοπός της Φάσης αυτής είναι η γνώση του μαθητή να επεκταθεί σε μεταγνώση. Ειδικότερα, ο εκπαιδευτικός εστιάζεται στις αρχικές απόψεις των μαθητών και τις επαναφέρει για συζήτηση, έτσι ώστε να τους βοηθήσει να αντιληφτούν τι αρχικά πίστευαν, τι τελικά πιστεύουν και γιατί άλλαξαν (ή όχι) την άποψή τους. Ο κάθε μαθητής και η κάθε μαθήτρια αναλογίζεται τι καινούργιο έμαθε, ποιες αντιλήψεις και γνώσεις που κατείχε παλιότερα αποδείχτηκαν λανθασμένες, τι του έκανε ιδιαίτερη εντύπωση. Σε περίπτωση που η διδασκαλία είναι επικεντρωμένη στην πειραματική μέθοδο που οι μαθητές ακολούθησαν για να προσεγγίσουν ένα φαινόμενο, ο εκπαιδευτικός προχωρεί σε ανασκόπηση της πειραματικής μεθόδου, δηλαδή καλεί τους μαθητές να αναλογιστούν τη μέθοδο που ακολούθησαν για να καταλήξουν στα συμπεράσματά τους.

Φ9: Αξιολόγηση νέας γνώσης

Περιλαμβάνει Στρατηγικές οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αξιολογήσει ο εκπαιδευτικός τα αποτελέσματα της διδασκαλίας στους μαθητές. Αυτό συνεπάγεται ότι κατά τη διάρκεια της υλοποίησής της, ο εκπαιδευτικός προσπαθεί να μην αντιδράσει στις απαντήσεις των μαθητών, εφόσον οι μαθητές δίνουν τις απαντήσεις τους για να αξιολογηθούν.

Η Φάση αυτή υλοποιείται και στα τρία ΜΩΔ. Αναγνωρίστηκαν διαφορές ως προς το είδος των δραστηριοτήτων και των ερωτήσεων τις οποίες οργανώνει ο εκπαιδευτικός για να πετύχει την αξιολόγηση. Έτσι, σε ΜΩΔ μεταφοράς μπορεί να ζητείται η καταγραφή ενός κανόνα σε κάποιο φύλλο εργασίας, σε ΜΩΔ διερεύνησης οι μαθητές μπορεί να προχωρούν στην επεξήγηση σχέσεων, σε επικοινωνιακό ΜΩΔ μπορεί να ζητείται η ερμηνεία ενός φυσικού φαινομένου.

Πίνακας 3: Στρατηγικές, Αρχές Αντίδρασης, Φάσεις, Μοντέλου Ωριαίας Διδασκαλίας

| ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ | ΑΡΧΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ | ΦΑΣΕΙΣ |
|--|---|--|
| Σ1. Ο εκπαιδευτικός καλεί τους μαθητές να ανακαλέσουν γνώσεις κι εμπειρίες | ΑΑ₁ Ο εκπαιδευτικός εκφράζει τη συμφωνία του, με τις σωστές απαντήσεις των μαθητών | Φ1. Ανάπτυξη προβληματισμού & εξοικείωσης |
| Σ2. Ο εκπαιδευτικός καλεί τους μαθητές να εκφράσουν τις απόψεις τους | ΑΑ₂ Ο εκπαιδευτικός υπονοεί τη συμφωνία του με τις σωστές απαντήσεις των μαθητών | Φ2. Παρουσίαση νέας γνώσης |
| Σ3. Ο εκπαιδευτικός καλεί τους μαθητές να αντιληφθούν την επιστημονική άποψη | ΑΑ₃ Ο εκπαιδευτικός κρατά ουδέτερη στάση σε όλες τις απαντήσεις των μαθητών | Φ3. Επεξεργασία δεδομένων |
| Σ4. Ο εκπαιδευτικός καλεί τους μαθητές να συσχετίσουν παρατηρήσεις μεταξύ τους | ΑΑ₄ Ο εκπαιδευτικός δίνει εξηγήσεις όταν οι μαθητές έχουν απορίες ή δεν απαντούν στις ερωτήσεις του | Φ4. Εξαγωγή συμπερασμάτων |
| Σ5. Ο εκπαιδευτικός καλεί τους μαθητές να προβλέψουν/ελέγξουν τις προβλέψεις τους | ΑΑ₅ Ο εκπαιδευτικός παραβλέπει τις απαντήσεις των μαθητών | Φ5. Ανάδειξη αρχικών απόψεων |
| Σ6. Ο εκπαιδευτικός καλεί τους μαθητές να σχεδιάσουν και να εκτελέσουν ένα πείραμα | ΑΑ₆ Στις απαντήσεις των μαθητών, ο εκπαιδευτικός ζητά εξηγήσεις | Φ6. Δοκιμασία αρχικών απόψεων |
| Σ7. Ο εκπαιδευτικός καλεί τους μαθητές να συζητήσουν τα πειραματικά αποτελέσματα | ΑΑ₇ Όταν οι μαθητές δίνουν λανθασμένη απάντηση ή έχουν απορίες, ο εκπαιδευτικός προσπαθεί να αναδείξει τη σωστή | Φ7. Εφαρμογή νέας γνώσης |
| Σ8. Ο εκπαιδευτικός καλεί τους μαθητές να αξιολογήσουν τα αποτελέσματα της μάθησής τους | | Φ8. Ανασκόπηση των απόψεων |
| | | Φ9. Αξιολόγηση νέας γνώσης |

2.3 Πίνακας Ανάλυσης Ωριαίας Διδασκαλίας (ΠΑΩΔ)

Ο Πίνακας Ανάλυσης Ωριαίας Διδασκαλίας (ΠΑΩΔ) είναι ένα εργαλείο ανάλυσης για να περιγράψουμε το ΜΩΔ. Αποτελείται από 4 στήλες: (α) η 1^η στήλη περιλαμβάνει τα Διδακτικά Επεισόδια, (β) η 2^η στήλη περιλαμβάνει τη Σύνταξη των Φάσεων, (γ) η 3^η στήλη περιλαμβάνει τις Στρατηγικές και (δ) η 4^η στήλη περιλαμβάνει τις Αρχές Αντίδρασης του εκπαιδευτικού.

Στον πίνακα (4) φαίνεται ο ΠΑΩΔ στο οποίο δίνονται περιληπτικά οι ορισμοί των σχετικών εννοιών στις αντίστοιχες στήλες τους (Σπύρτου 1998, Σπύρτου κ.α. 2002, Psillos et al. 2003).

Πίνακας 4: Πίνακας Ανάλυσης Ωριαίας Διδασκαλίας

| ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΩΡΙΑΙΑΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ | | | |
|--|---|--|---|
| ΔΙΔΑΚΤΙΚΑ ΕΠΕΙΣΟΔΙΑ | ΣΥΝΤΑΞΗ ΤΩΝ ΦΑΣΕΩΝ | ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ | ΑΡΧΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ |
| Ομάδα παραγράφων όπου γίνεται διαπραγμάτευση τμήματος του περιεχομένου | ΦΑΣΕΙΣ Ομάδα Στρατηγικών με κοινό στόχο | Ομάδα δραστηριοτήτων με κοινό τρόπο επεξεργασίας πληροφοριών | Χαρακτηρίζουν την παρέμβαση του εκπαιδευτικού |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΔΙΔΑΚΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

Στη συνέχεια περιγράφουμε τρία ΜΩΔ, το μοντέλο μεταφοράς, το μοντέλο διερεύνησης και το εποικοδομητικό μοντέλο που κυριάρχησαν στη Διδακτική των ΦΕ, στο τελευταίο μισό του 20^{ου} αιώνα και συνεχίζουν να υλοποιούνται στην εκπαιδευτική πράξη μέχρι σήμερα (Χαλκιά 2010). Τα κριτήρια με τα οποία περιγράφουμε τα τρία ΜΩΔ είναι: α) το ΜΩΔ δεν μπορεί να είναι πολύ ασαφές και γενικό ή πολύ μικροσκοπικό κα να χάνεται σε λεπτομέρειες και β) το ΜΩΔ δεν μπορεί να είναι περίπλοκο και υπερβολικά απλό. Με βάση αυτά τα 2 κριτήρια, για το κάθε ΜΩΔ περιγράφουμε θέματα που αφορούν τις αντιλήψεις για τη φύση της μάθησης της επιστημονικής γνώσης και τις αντίστοιχες διδακτικές δραστηριότητες, τη Σύνταξη των Φάσεων του ΜΩΔ, τις ΑΑ και τα επιθυμητά μαθησιακά αποτελέσματα της διδασκαλίας. Η περιγραφή μας δεν επεκτείνεται σε θέματα που αφορούν το κοινωνικό περιβάλλον ενός μοντέλου π.χ. μορφές κανονισμών που προωθούνται σε μια διδακτική ώρα, ούτε σε πολύ ειδικότερα θέματα σχετικά με τις ιδιαίτερες απαιτήσεις που μπορεί να έχει ένα διδακτικό μοντέλο.

3.1 Το μοντέλο μεταφοράς

Το διδακτικό μοντέλο που κυριάρχησε διεθνώς στα προ του '60 χρόνια αντιμετωπίζει τη διδασκαλία ως διαδικασία μεταβίβασης της γνώσης από τον εκπαιδευτικό στο μαθητή. Στη βιβλιογραφία καταγράφεται με διάφορους όρους, όπως «παραδοσιακό μοντέλο», «μοντέλο μεταφοράς», «παραδοσιακό πρότυπο». Στα πλαίσια του μοντέλου μεταφοράς ο εκπαιδευτικός λειτουργεί ως κάτοχος και φορέας της γνώσης την οποία εισάγει στους μαθητές με ερωτοαποκρίσεις, «το διδάσκω σημαίνει λέγω-πληροφορώ και το μαθαίνω σημαίνει ακροώμαι-επαναλαμβάνω» (Ματσαγγούρας 1997: σελ. 71). Ο εκπαιδευτικός μεταβιβάζει το μήνυμα στο μαθητή κι αυτός το δέχεται όπως ακριβώς είναι. Αν το αποτέλεσμα είναι αρνητικό, δηλαδή ο μαθητής δυσκολεύεται να καταλάβει το μήνυμα, αυτό σημαίνει ότι υπήρχαν εμπόδια στη μεταβίβασή του. Ο εκπαιδευτικός για παράδειγμα χρειάζεται να μιλήσει πιο απλά, πιο καθαρά, με παραδείγματα, ή πιο δυνατά για να μεταβιβαστεί και να γίνει έτσι κατανοητή η νέα γνώση. Ο μαθητής θεωρείται ότι δεν

έχει καμία άποψη για το θέμα που διδάσκεται ή αν έχει, τότε μπορεί με την επίδραση της διδασκαλίας να την αλλάξει και να αποκτήσει την επιστημονικά αποδεκτή άποψη (Driver et al. 1998).

Η Σύνταξη των Φάσεων ενός ΜΩΔ τύπου μεταφοράς είναι συνήθως γραμμική, πράγμα το οποίο θεωρείται αναγκαίο για να εξασφαλιστεί η επιτυχία της (Bargellini 2000, Ραβάνης 1999). Ο εκπαιδευτικός θέτει μια σειρά στόχους τους οποίους υλοποιεί με μια συγκεκριμένη πορεία διαδοχικών σταδίων, χωρίς ουσιαστικές παρεκκλίσεις. Ανεξάρτητα από τον αριθμό των σταδίων που η κάθε διδακτική προσέγγιση περιλαμβάνει, προτείνονται ως βασικά στάδια ενός διδακτικού μοντέλου μεταφοράς τ' ακόλουθα (Carin 1997, σελ. 36-59):

- ◆ στην αρχή της διδασκαλίας,
 - σύνδεση του μαθήματος με τις προηγούμενες γνώσεις,
 - σύνομη ενημέρωση των μαθητών για τα θέματα του νέου περιεχομένου,
- ◆ στην ανάπτυξη της διδασκαλίας,
 - αναλυτική παρουσίαση του επιστημονικού προτύπου, με τη χρήση διδακτικών υλικών ως βοηθητικού μέσου για την ανάπτυξη της επιστημονικής άποψης,
 - παροχή απαραίτητου χρόνου στους μαθητές για να μπορούν να αντιλαμβάνονται το νέο επιστημονικό πρότυπο
- ◆ στο τέλος της διδασκαλίας,
 - ερωτήσεις στους μαθητές για να τους βοηθήσουμε να επεξεργαστούν τις νέες γνώσεις (οι ερωτήσεις μπορούν να διατυπώνονται και κατά τη διάρκεια ανάπτυξης του επιστημονικού προτύπου),
 - ανακεφαλαίωση των βασικότερων σημείων του περιεχομένου.

Στο μοντέλο μεταφοράς η διδασκαλία κινείται σε πληροφοριακό επίπεδο (επίπεδο μνήμης) ή σε επίπεδο οργανωτικό (επίπεδο επεξηγηματικής κατανόησης) ή σε ένα συνδυασμό των δύο επιπέδων μάθησης (Bigge 1990: 430-431). Αυτό σημαίνει ότι κινητοποιούνται κυρίως γνωστικές δεξιότητες συλλογής δεδομένων όπως η παρατήρηση, η αναγνώριση, η ανάκληση (πληροφοριακό επίπεδο) ή/και γνωστικές δεξιότητες οργάνωσης δεδομένων όπως η σύγκριση, η ταξινόμηση, η κατηγοροποίηση (οργανωτικό επίπεδο). Συγκεκριμένα, ο εκπαιδευτικός τεμαχίζει το διδακτικό αντικείμενο με κριτήριο την

τμηματική μετάδοση της γνώσης, (Ραβάνης 1999: 170-171). Οι ερωτήσεις που απευθύνονται προς τους μαθητές είναι διατυπωμένες με τέτοιο τρόπο ώστε ο μαθητικός λόγος να είναι σύντομος. Ο εκπαιδευτικός είναι επικεντρωμένος συνήθως στις σωστές απαντήσεις των μαθητών τις οποίες επιβραβεύει. Εφόσον ο μαθητής θεωρείται ως ένα παθητικός δέκτης πληροφοριών «πλάθεται από εξωτερικές επιδράσεις μέσω της χρήσης θετικών και αρνητικών ενισχύσεων» (Βοσνιάδου 2006: σελ. 31). Ένα άλλο συχνό παράδειγμα είναι η περίπτωση κατά την οποία η ερώτηση αρχικά διατυπώνεται σε ένα σχετικά υψηλό γνωστικό επίπεδο και στη συνέχεια πριν προλάβουν οι μαθητές να απαντήσουν, ακολουθεί η επαναδιατύπωσή της. Τελικά, οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να απαντήσουν με ένα «ναι» ή με ένα «όχι», (Tobbin et al. 1994). Όσον αφορά τις λανθασμένες τους, απαντήσεις, η συχνότερη αντίδραση του εκπαιδευτικού είναι η άμεση διόρθωσή τους (Sulzer-Azaroff 1995).

Στον πίνακα 5 φαίνεται ένα παράδειγμα μιας διδασκαλίας στην οποία γίνεται προσέγγιση της χρήσης του λιγνίτη. Παρατηρούμε ότι η διδασκαλία αποτελείται από δύο ΔΕ. Στο πρώτο ΔΕ υλοποιούνται τρεις Φάσεις, ο εκπαιδευτικός αποσκοπεί στο να προβληματίσει τους μαθητές για το περιεχόμενο, στη δεύτερη Φάση εξηγεί πώς ο λιγνίτης χρησιμοποιείται στα εργοστάσια και στην τρίτη Φάση εφαρμόζει τη νέα γνώση, π.χ. μπορεί να δείχνει εικόνες από εργοστάσια της χώρας μας και του εξωτερικού που χρησιμοποιούν λιγνίτη. Στο 2^ο ΔΕ υλοποιούνται δύο Φάσεις για τη διάκριση του λιγνίτη από το ξυλοκάρβουνο.

Συνοψίζοντας μπορούμε να διαπιστώσουμε ότι το διδακτικό μοντέλο μεταφοράς είναι δασκαλοκεντρικό με την έννοια ότι ο ρόλος του εκπαιδευτικού στη διαδικασία αναζήτησης και οργάνωσης πληροφοριών είναι πολύ ενισχυμένος σε σχέση με το ρόλο των μαθητών. Τα αποτελέσματα μιας διδασκαλίας μεταφορικού χαρακτήρα, αν και εξαρτώνται από το επίπεδο μάθησης στο οποίο κινείται (πληροφοριακό ή οργανωτικό), είναι πολλές φορές περιορισμένα. Αν μια διδασκαλία κινείται στο πληροφοριακό επίπεδο, τότε η γνώση περιορίζεται στην εκμάθηση όρων, μαθηματικών τύπων, κανόνων που συνήθως εύκολα ξεχνούνται (Bigge 1990, σελ. 430-432). Όταν σε μια διδασκαλία μεταφοράς ενεργοποιούνται επιπλέον δεξιότητες οργάνωσης δεδομένων (οργανωτικό επίπεδο), τότε οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να εμπλακούν σε στοιχειώδη επεξεργασία των

πληροφοριών που, ενδεχομένως, μπορεί να συμβάλει στην εκμάθηση απλών εννοιών και σχέσεων (Bigge 1990: 430-432, Carin 1997: 36-59, Ματσαγγούρας 1997: 72).

Πίνακας 5: Παράδειγμα διδασκαλίας μοντέλου μεταφοράς

| ΔΙΔΑΚΤΙΚΑ ΕΠΕΙΣΟΔΙΑ | ΣΥΝΤΑΞΗ ΤΩΝ ΦΑΣΕΩΝ |
|--|---|
| Λιγνίτης: πηγή ενέργειας για τη λειτουργία των εργοστασίων | Ανάπτυξη προβληματισμού Παρουσίαση Νέας Γνώσης Εφαρμογή Νέας Γνώσης |
| Διάκριση λιγνίτη – ξυλοκάρβουνο | Παρουσίαση Νέας Γνώσης Εφαρμογή Νέας Γνώσης |

3.2 Το εποικοδομητικό διδακτικό μοντέλο

Έρευνες αξιολόγησης που ακολούθησαν την εφαρμογή των καινοτομικών αναλυτικών προγραμμάτων έδειξαν ότι, ενώ οι προσδοκώμενοι στόχοι στον ψυχοκινητικό και στο συναισθηματικό τομέα είχαν επιτευχθεί, τα αποτελέσματα στο γνωστικό τομέα δεν ήταν τα αναμενόμενα (Delacote et al. 1984, Osborne & Freyberg 1985). Θεωρείται ότι ένας παράγοντας που οδήγησε στη μερική μόνο επιτυχία ήταν ότι είχε αγνοηθεί ή υποτιμηθεί η σημασία όσων ήδη ο μαθητής γνώριζε πριν από την τυπική διδασκαλία στο σχολείο. Ωστόσο, στη διάρκεια της τελευταίας εικοσαετίας πολλές έρευνες έδειξαν ότι οι μαθητές σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης φτάνουν στην τάξη με απόψεις για την ερμηνεία φαινομένων από το χώρο των ΦΕ, οι οποίες πολλές φορές είναι διαφορετικές από τις επιστημονικά αποδεκτές (Bouvier 1989, Driver et al. 1993: σελ. 2-8, Kariotoglou & Psillos 1993, Κουλαϊδής 1994: σελ. 53-69, Κουμαράς κ.α 1990, Novak 1987, Σταυρίδου 1995: σελ. 22-23, Ψύλλος 1991, Kariotoglou et al. 2005). Οι απόψεις αυτές καταγράφηκαν στη βιβλιογραφία με τους όρους, «ιδέες», «αναπαραστάσεις για τα φυσικά φαινόμενα», «εναλλακτικές απόψεις», «νοητικά σχήματα», διαισθητική φυσική.

Οι εναλλακτικές απόψεις δομούνται από τους μαθητές μέσα από προσωπικές τους εμπειρίες από το φυσικό ή το κοινωνικό περιβάλλον στο οποίο ζουν. Σημαντικό είναι το γεγονός ότι οι εναλλακτικές απόψεις είναι βαθιά ριζωμένες και δύσκολα αλλάζουν αν δεν

ληφθούν υπόψη στη διδακτική διαδικασία (Gilbert et al. 1982). Όμως, στα καινοτομικά όπως και στα παραδοσιακά διδακτικά μοντέλα, ο μαθητής δεν αντιμετωπίζεται ως ένας άλλος «γνώστης» με τις δικές του απόψεις και ερμηνείες. Αυτή η άγνοια για την άλλη άποψη, την εναλλακτική άποψη του μαθητή, διαπιστώθηκε ότι είναι μία από τις βασικότερες αιτίες της μερικής αναποτελεσματικότητας των καινοτομικών αναλυτικών προγραμμάτων (Καριώτογλου 1991, Κουμαράς 1989).

Ένα νέο μοντέλο διδασκαλίας, γνωστό με τους όρους, «εποικοδομητική διδασκαλία», «εποικοδομητική προσέγγιση», αναδείχτηκε μέσα από τον έντονο αυτό προβληματισμό (Hand & Treagust 1994, Smerdon & Burkam 1999, Tice 1995). Η μάθηση στο εποικοδομητικό μοντέλο –στην αντιπροσωπευτικότερη μορφή του– θεωρείται ως μια προσωπική υπόθεση του μαθητή, ο οποίος δομεί το δικό του νόημα μέσα από την εμπειρία του (Gunstone 1992, Louden & Wallace 1994). Είναι κυρίως μια διαδικασία αλληλεπίδρασης των αρχικών απόψεων του μαθητή (αρχική γνώση), με τις νέες απόψεις, (επιθυμητή γνώση), αλληλεπίδρασης που μπορεί να επιφέρει αλλαγές στις αρχικές απόψεις του (Applefield et al. 2001, Hewson & Hewson 1987). Η γνώση θεωρείται ως ένα δίκτυο εννοιολογικών δομών, το οποίο οικοδομείται από τον κάθε γνώστη και δεν μπορεί απλά να μεταφέρεται (Glaserfeld 1992).

Ποια είναι η φύση των εναλλακτικών απόψεων;

Οι ερευνητές έχουν τις διαφωνίες τους. Μία θέση υποστηρίζει ότι η διαισθητική φυσική των μαθητών αποτελείται από μικρά αδόμητα κομματάκια γνώσης, τα λεγόμενα p-prims (phenomenological primitives) (DiSessa 1988). Μια δεύτερη θέση θεωρεί ότι η αρχική γνώση των μαθητών έχει εσωτερική συνοχή. Μια εκδοχή αυτής της θέσης είναι ότι η αρχική γνώση είναι ένας μικρός αριθμός μονάδων (modules) οι οποίες

καθοδηγούν τη διαδικασία απόκτησης της γνώσης (Carey & Spelke 1996). Οι μονάδες αυτές μπορούν να βελτιωθούν, να εμπλουτιστούν αλλά δεν μπορούν να αλλάξουν ριζικά. Μια άλλη εκδοχή της ίδιας θέσης είναι ότι η διαισθητική φυσική μπορεί να χει μια σχετική συνοχή αλλά έχει στενό ερμηνευτικό πλαίσιο (Vosniadou & Brewer 1994). Αυτό το πλαίσιο καταστρέφεται καθώς οι μαθητές παρακολουθούν τη διδασκαλία των σχετικών γνωστικών περιεχομένων και τελικά το αποτέλεσμα είναι η δημιουργία σύνθετων μοντέλων (Ioannides & Vosniadou 2001).

Ενώ η μάθηση είναι μια προσωπική διαδικασία, η διδασκαλία από την άλλη είναι κοινωνική διαδικασία, αφού συνεπάγεται διαπροσωπική αλληλεπίδραση μεταξύ των

μαθητών καθώς και μεταξύ των μαθητών και του εκπαιδευτικού (Glaserfeld 1992, Olsen 1999, Ψύλλος κ.α. 1993). Το εποικοδομητικό μοντέλο αντιμετωπίζει τη διδασκαλία ως διαδικασία στην οποία ο μαθητής δομεί τη νέα γνώση με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού. Ο προσωπικός χαρακτήρας της μάθησης δεν έρχεται σε σύγκρουση με τον κοινωνικό χαρακτήρα της διδασκαλίας. Ο μαθητής στην εποικοδομητική διδασκαλία μαθαίνει ακολουθώντας -όχι ανεξέλεγκτα- το δικό του δρόμο συλλογισμών για την οικοδόμηση της νέας γνώσης· αυτό σημαίνει ότι η εποικοδομητική διδασκαλία είναι ταυτόχρονα μαθητοκεντρική και κατευθυνόμενη από τον εκπαιδευτικό (Gunstone et al. 1993). Στο επίκεντρο της εποικοδομητικής διδασκαλίας δε βρίσκεται μόνο η νέα γνώση που διδάσκεται αλλά και η μέθοδος με την οποία κατακτιέται η νέα γνώση. Έτσι, ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι σύνθετος, γιατί δεν αρκεί να γνωρίζει μόνο τη «σωστή» γνώση και τις αρχικές απόψεις των μαθητών· χρειάζεται ν' ακολουθήσει διαδικασίες που θα βοηθήσουν το μαθητή να συνειδητοποιήσει τις αρχικές απόψεις του, να δοκιμάσει την αποτελεσματικότητά των απόψεων σε νέες εμπειρίες, να τις συγκρίνει με τις απόψεις των συμμαθητών του, ν' αναλογιστεί τη διαφορά μεταξύ των αρχικών και των νέων απόψεων και να αξιολογήσει τις διεργασίες και τις δυσκολίες που συνάντησε κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας (Driver et al. 1993: 283-284, Harlen 1992: 51-52, Smerdon & Burkam 1999, Ψύλλος κ.α. 1993). Επομένως, μια διδασκαλία εποικοδομητικής κατεύθυνσης περιλαμβάνει δραστηριότητες που κινητοποιούν κυρίως δεξιότητες οργάνωσης, ανάλυσης και υπέρβασης δεδομένων. Επιπλέον, περιλαμβάνει δραστηριότητες που βοηθούν το μαθητή να ενεργοποιήσει μεταγνωστικές διεργασίες δηλαδή διεργασίες οι οποίες αφορούν την παρακολούθηση και τον έλεγχο του γινώσκειν (Κωσταρίδου-Ευκλείδη, 2005, 35). Για παράδειγμα να αξιολογήσει τα αποτελέσματα των ενεργειών του σύμφωνα με τα ζητούμενα της πειραματικής δραστηριότητας και τα υπάρχοντα κριτήρια ορθότητας, να συνειδητοποιήσει τον τρόπο σκέψης που ανέπτυξε στη διάρκεια της διδασκαλίας (Valente 1995, Olsen 1999, Κωσταρίδου-Ευκλείδη, 2005, 35). Στη βιβλιογραφία χρησιμοποιείται ο όρος «αυτορρύθμιση» ο οποίος *«αναφέρεται στην ικανότητα των μαθητών να παρακολουθούν και να αξιολογούν την μάθησή τους, να κατανοούν πότε κάνουν λάθη και να ξέρουν πώς να τα διορθώνουν»* (Βοσνιάδου, 2006: 35).

Αντιπροσωπευτικά ΜΩΔ εποικοδομητικού χαρακτήρα -τα οποία στοχεύουν στην εννοιολογική αλλαγή της προϋπάρχουσας γνώσης- είναι το διδακτικό μοντέλο 4 φάσεων στο Primary School Teacher Science (PSTS) Project (Kruger et al. 1991), το μοντέλο 3 φάσεων των Nussbaum-Novick (Osborne & Freyberg 1985), η προσέγγιση 4 φάσεων στο Children's Learning in Science Project (Harlen 1992), το διδακτικό μοντέλο εποικοδομητικής προσέγγισης 5 φάσεων των Driver και Oldham (Driver et al. 1998: σελ. 18-21). Στον ελληνικό χώρο έχει προταθεί το «Πρότυπο Εποικοδομητικής Διδακτικής Προσέγγισης» 5 σταδίων (Κουμαράς κ.α. 1992). Ανεξάρτητα από τον αριθμό των σταδίων μπορούμε να αναγνωρίσουμε τα ακόλουθα χαρακτηριστικά σε μια εποικοδομητική διδασκαλία:

- ◆ *Αρχή διδασκαλίας:* Ο εκπαιδευτικός στοχεύει στην ανάδειξη των αρχικών απόψεων, οι μαθητές ενθαρρύνονται να εκφράσουν και να υποστηρίξουν τις υπάρχουσες απόψεις τους, οι αντιδράσεις του εκπαιδευτικού είναι ουδέτερες απέναντι σε όλες τις απόψεις.
- ◆ *Ανάπτυξη διδασκαλίας:* Ο εκπαιδευτικός στοχεύει στη δοκιμασία και την επαύξηση ή αλλαγή των αρχικών απόψεων, αναπτύσσονται πειραματικές δραστηριότητες που βοηθούν τους μαθητές να εξετάσουν αν οι αρχικές τους απόψεις έχουν ατέλειες και όπου χρειάζεται να τις αναδομήσουν ή να τις συμπληρώσουν.
- ◆ *Κλείσιμο διδασκαλίας:* Ο εκπαιδευτικός στοχεύει στην εφαρμογή και την ανασκόπηση των απόψεων, προσφέρονται στους μαθητές νέα παραδείγματα έτσι ώστε να εξετάσουν αν οι νέες απόψεις παρέχουν επαρκέστερες ερμηνείες των φυσικών φαινομένων κι ενθαρρύνονται να αναλογιστούν τις διαφορές που έχουν οι αρχικές με τις νέες απόψεις, τους λόγους για τους οποίους άλλαξαν ή διατήρησαν τις αρχικές τους απόψεις, να περιγράψουν ποια σημεία του μαθήματος τους έκαναν περισσότερη εντύπωση ή τους δυσκόλεψαν.

Στον πίνακα 7 φαίνεται ένα παράδειγμα εποικοδομητικού τύπου διδασκαλίας. Παρατηρούμε ότι σε ολόκληρη τη διδασκαλία Ο εκπαιδευτικός ασχολείται μόνο με ένα ΔΕ το οποίο υλοποιείται με 5 Φάσεις.

Υπάρχουν θέματα του επιστημονικού περιεχομένου για τα οποία αμφισβητείται η δυνατότητα ανακάλυψής τους, όπως οι επιστημονικές έννοιες (π.χ. η ενέργεια, η δύναμη).

Θεωρείται ότι οι εποικοδομητικές διδασκαλίες υπερτερούν όσον αφορά στην εκμάθηση τέτοιων θεμάτων, σε σχέση με τις διδασκαλίες παραδοσιακού και ανακαλυπτικού χαρακτήρα (Κολιόπουλος 2000: σελ. 339-364). Ακόμη, υπερτερούν στην εκμάθηση θεμάτων για τα οποία οι μαθητές έχουν απόψεις που χρειάζονται αναδιοργάνωση (Bargellini 2000: σελ. 311-319, Καριώτογλου κ.α. 1997). Επιπλέον, σε μια εποικοδομητική διδασκαλία, η γνώση του μαθητή μπορεί να επεκταθεί σε μεταγνώση, δηλαδή να κατανοήσει τις γνωστικές λειτουργίες του και τα προϊόντά τους (Κωσταρίδου-Ευκλείδη, 1992: σελ. 135-137).

Πίνακας 6: Παράδειγμα διδασκαλίας μοντέλου εποικοδόμησης

| ΔΙΔΑΚΤΙΚΑ ΕΠΕΙΣΟΔΙΑ | ΣΥΝΤΑΞΗ ΤΩΝ ΦΑΣΕΩΝ |
|--|--|
| Τα φυτά αναπνέουν κι' αυτά όπως και ο άνθρωπος | Ανάδειξη των αρχικών απόψεων Δοκιμασία των αρχικών απόψεων Εξαγωγή συμπερασμάτων Εφαρμογή της νέας γνώσης Ανασκόπηση των απόψεων |

3.3 Το διερευνητικό μοντέλο

Στη δεκαετία του '60, διαμορφώθηκαν καινοτομικά αναλυτικά προγράμματα για τις ΦΕ, όπως το Nuffield project, το PSSC Physics & Project Physics, Process Science (Jenkins 1992, Κόκκοτας 1998: σελ. 153, McDermott 1991). Το διδακτικό μοντέλο που αναπτύχθηκε στα πλαίσια αυτών των καινοτομικών αναλυτικών προγραμμάτων βασίζεται στην πεποίθηση ότι οι μαθητές με την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού μπορούν να ανακαλύψουν μόνοι τους την επιθυμητή γνώση· δηλαδή να ανακαλύψουν νόμους, να ερμηνεύσουν φαινόμενα, να κατανοήσουν έννοιες (Driver 1986, Κουμαράς κ.α. 1990). Στη βιβλιογραφία το διδακτικό μοντέλο της διερεύνησης καταγράφεται με τους όρους «διδακτική προσέγγιση ανακάλυψης», «μέθοδος ανακαλυπτικής επίδειξης», «καθοδηγούμενη ανακάλυψη», «προσέγγιση αναζήτησης», «πρότυπο ανακαλυπτικής διδασκαλίας», «ευρετική προσέγγιση».

Στο μοντέλο της διερεύνησης, η διδασκαλία κινείται σε επίπεδο διερευνητικής κατανόησης (Bigge 1990: σελ. 431-432)· οι μαθητές δηλαδή έχουν τη δυνατότητα ν'

αναπτύξουν διερευνητικές δραστηριότητες σε τρία επίπεδα μάθησης, στο οργανωτικό, στο αναλυτικό και στο παραγωγικό (Ματσαγγούρας 1997: σελ.72-73). Αυτό σημαίνει ότι οι γνωστικές δεξιότητες του πληροφοριακού επιπέδου είναι υποβαθμισμένες ενώ κινητοποιούνται γνωστικές δεξιότητες όπως η σύγκριση, η ταξινόμηση, η κατηγοριοποίηση (οργανωτικό επίπεδο), η ανάλυση δεδομένων, η διάκριση σχέσεων, η διατύπωση γενικεύσεων (αναλυτικό επίπεδο), η πρόβλεψη, η επαλήθευση, η επεξήγηση, (παραγωγικό επίπεδο ή επίπεδο υπέρβασης δεδομένων). Συγκεκριμένα, ο εκπαιδευτικός στοχεύει αφενός στην εκμάθηση του επιστημονικού προτύπου και αφετέρου στην εκμάθηση επιστημονικών διαδικασιών. Οι μαθητές παρατηρούν, κάνουν μετρήσεις, καταγράφουν, συγκρίνουν, σχεδιάζουν πειράματα, προβλέπουν, ελέγχουν τις προβλέψεις τους, συσχετίζουν δεδομένα, βγάζουν συμπεράσματα, βρίσκουν εφαρμογές για να επαληθεύσουν κανόνες που τους δίνονται (Bay et al. 1992, Hacker 1984, Καριώτογλου κ.α 1997, Tamir 1995, Etkina, Karelina & Villasenor, 2007). Ο εκπαιδευτικός στις αντιδράσεις του προσπαθεί να ενθαρρύνει τους μαθητές να ασχοληθούν ουσιαστικά με την διερεύνηση των σχετικών φαινομένων. Είναι προσεχτικός στις απαντήσεις που δίνει για τις απορίες των μαθητών δηλαδή προσπαθεί να μην παρεμβαίνει ο ίδιος στην ερευνητική διαδικασία αλλά να βοηθά τους μαθητές να προχωρήσουν από μόνοι τους στη διερεύνηση των δραστηριοτήτων και παραπέρα να κάνουν γενικεύσεις, να ερμηνεύσουν δεδομένα. Γι' αυτό, όταν οι απορίες των μαθητών διατυπώνονται με «ακατάλληλο» τρόπο, τους καλεί να τις επαναδιατυπώσουν.

Οι διάφορες προσεγγίσεις του διδακτικού μοντέλου της διερεύνησης διαφέρουν σε δύο κυρίως χαρακτηριστικά, στο βαθμό καθοδήγησης του εκπαιδευτικού (Ο εκπαιδευτικός καθοδηγεί τους μαθητές σε όλες ή σε μερικές δραστηριότητες) και στο χειρισμό του διδακτικού υλικού (από τον εκπαιδευτικό ή τους μαθητές), γεγονός που διαφοροποιεί τους αντίστοιχους ρόλους τους. Για παράδειγμα, η «προσέγγιση αναζήτησης» είναι μια μορφή ανακαλυπτικού διδακτικού μοντέλου όπου τίθεται από τον εκπαιδευτικό στην αρχή της διδασκαλίας ένα πρόβλημα και οι μαθητές χρειάζεται να επινοήσουν τρόπους για την επίλυσή του (Harlen 1992). Μια άλλη μορφή διδασκαλίας διερευνητικού χαρακτήρα είναι η «ανακαλυπτική επίδειξη» όπου ο εκπαιδευτικός χειρίζεται το διδακτικό υλικό (Καριώτογλου & Κουμαράς 1994).

Στη βιβλιογραφία η προσέγγιση της *καθοδηγούμενης ανακάλυψης* φαίνεται να θεωρείται ως η αντιπροσωπευτικότερη παραδοσιακή μορφή ανακαλυπτικού διδακτικού μοντέλου (Driver κ.α. 1998, Harlen 1992: σελ. 45-46). Το γεγονός αυτό πρέπει να οφείλεται σε δύο λόγους: α) ο χειρισμός του διδακτικού υλικού γίνεται από τους μαθητές κι έτσι ενεργοποιούν περισσότερες γνωστικές δεξιότητες, β) οι μαθητές δέχονται οδηγίες (συνήθως γραπτές) για κάθε βήμα της διερευνητικής τους δραστηριότητας, κάτι που αυξάνει τις πιθανότητες επιτυχίας της διδασκαλίας, δηλαδή η τελική άποψη των μαθητών να είναι σύμφωνη με την επιστημονικά αποδεκτή.

Η Σύνταξη των Φάσεων της *καθοδηγούμενης ανακάλυψης* περιλαμβάνει συνοπτικά τ' ακόλουθα στάδια (Καριώτογλου & Κουμαράς 1994):

- ◆ *1^ο στάδιο*: Οι μαθητές (ατομικά ή ομαδικά) εκτελούν πειραματικές δραστηριότητες με βάση τις γραπτές οδηγίες φύλλου εργασίας ή τις προφορικές οδηγίες του εκπαιδευτικού. Ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι ουδέτερος: παρεμβαίνει μόνο αν χρειαστεί για να δώσει απαντήσεις σε διευκρινιστικές ερωτήσεις, κυρίως τεχνικής φύσης.
- ◆ *2^ο στάδιο*: Ο εκπαιδευτικός μετά την ολοκλήρωση των πειραματικών δραστηριοτήτων οργανώνει συζήτηση την οποία και συντονίζει. Οι μαθητές ανακοινώνουν τα αποτελέσματα των εργασιών τους. Ο εκπαιδευτικός ανακεφαλαιώνει το νέο περιεχόμενο, διατυπώνοντας με ακρίβεια τη γνώση που ανακαλύφθηκε.
- ◆ *3^ο στάδιο*: Ο εκπαιδευτικός θέτει προβλήματα στους μαθητές για να εφαρμόσουν τη νέα γνώση.

Στον πίνακα 7 φαίνεται ένα παράδειγμα διερευνητικού τύπου διδασκαλίας. Αποτελείται από τέσσερα ΔΕ, στο πρώτο ΔΕ υλοποιούνται τρεις Φάσεις, στο δεύτερο και στο τρίτο επαναλαμβάνεται η ίδια Φάση «Επεξεργασία δεδομένων», το τελευταίο ΔΕ αφορά όλο το περιεχόμενο των προηγούμενων επεισοδίων με στόχο την εφαρμογή της νέας γνώσης.

Τα μαθησιακά αποτελέσματα μιας διδασκαλίας διερευνητικού χαρακτήρα εξαρτώνται από το βαθμό καθοδήγησης του εκπαιδευτικού και τον τρόπο χειρισμού των διδακτικών υλικών. Αν επικεντρωθούμε στην προσέγγιση της *καθοδηγούμενης*

ανακάλυψης μπορούμε να επισημάνουμε τα ακόλουθα (Driver et al. 1998: σελ. 17-18, Καριώτογλου & Κουμαράς 1994, Καριώτογλου κ.α. 1997):

Πίνακας 7: Παράδειγμα διδασκαλίας μοντέλου διερεύνησης

| ΔΙΔΑΚΤΙΚΑ ΕΠΕΙΣΟΔΙΑ | ΦΑΣΕΙΣ |
|--|--|
| Εξαρτάται η τριβή από το είδος της επιφάνειας; | Ανάπτυξη προβληματισμού για τη νέα γνώση Επεξεργασία δεδομένων Εξαγωγή συμπερασμάτων |
| Εξαρτάται η τριβή από το βάρος του σώματος; | Επεξεργασία δεδομένων |
| Εξαρτάται η τριβή από το μέγεθος της επιφάνειας; | Επεξεργασία δεδομένων |
| Όλο το περιεχόμενο | Εφαρμογή της νέας γνώσης |

α) ως προς το περιεχόμενο, οι μαθητές κατανοούν τις ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά των αντικειμένων, τις σχέσεις μεταξύ μεγεθών ή εννοιών, τις εφαρμογές εννοιών και αρχών, β) ως προς τις επιστημονικές διαδικασίες, οι μαθητές αποκτούν γνώση των γνωστικών δεξιοτήτων τις οποίες ενεργοποιούν, μαθαίνουν δηλαδή να παρατηρούν, να ταξινομούν, να συγκρίνουν, να προβλέπουν, να συλλέγουν δεδομένα, να χειρίζονται υλικά, να παρουσιάζουν αποτελέσματα κ.α. Γενικότερα, όταν οι μαθητές βιώνουν διερευνητικού τύπου διδασκαλίες είναι δυνατόν ν' αρχίσουν να αντιλαμβάνονται την επιστήμη ως ένας τρόπος μάθησης παρά ως μια συλλογή γνώσεων που είναι συγκεντρωμένες μέσα σε ένα βιβλίο (Harlow & Otero, 2007).

Διερεύνηση για την ανάπτυξη του Επιστημονικού και Τεχνολογικού Γραμματισμού

Ο Επιστημονικός και Τεχνολογικός Γραμματισμός (ΕΤ-Γ) εστιάζει στην ανάγκη δημιουργίας πολιτών που να μπορούν να κατανοούν όχι μόνο τις έννοιες και τις διαδικασίες της επιστήμης και της τεχνολογίας, αλλά και την αλληλεξάρτηση της επιστήμης, της τεχνολογίας, της κοινωνίας και του φυσικού περιβάλλοντος (Hodson 1998,

Layton 2000). Παρά τις πολλαπλές σημασίες που του αποδίδονται, θεωρείται «*αναπόσπαστο κομμάτι της γενικής εκπαίδευσης και κουλτούρας των πολιτών σε παγκόσμια κλίμακα*» (Χαλκιά 2010: 41).

Κοινός τόπος των σχετικών θεωρητικών και ερευνητικών μελετών είναι, ότι ο ΕΤ-Γ αφορά όλο το μαθητικό πληθυσμό και όχι μόνο όσων ενδιαφέρονται να προετοιμαστούν για επαγγελματική καριέρα στα πεδία των ΦΕ και της τεχνολογίας (Čar 2007, NRC 2000). Έτσι, σε κάθε κράτος αναζητείται μέσα από προτάσεις αναλυτικών προγραμμάτων ή/και εκπαιδευτικών επιστημονικών ενώσεων και συνεδρίων, ένα πλαίσιο πρότυπων-δεικτών κατάκτησης του ΕΤ-Γ, ούτως ώστε όλοι οι αυριανοί πολίτες -στο μέτρο του εφικτού- να είναι ικανοί να διαχειρίζονται καθώς και να παίρνουν αποφάσεις για κοινωνικά και περιβαλλοντικά ζητήματα που έχουν σχέση με τις ΦΕ και την τεχνολογία, όπως είναι η χρήση των κινητών τηλεφώνων, η ρύπανση του νερού, η χρήση χημικών ουσιών στις καλλιέργειες κ.λπ. (Hodson 2003, NRC 2000, Osborne κ.ά. 2002, Project 2061/AAAS).

Μία από τις κατευθύνσεις του ΕΤ-Γ που κερδίζει συνεχώς έδαφος τις τελευταίες δεκαετίες ενώ παράλληλα παρουσιάζει δυσκολίες για την υλοποίησή της είναι η ενσωμάτωση της Τεχνολογίας στο αναλυτικό πρόγραμμα (Report of the High Level Group 2004). Από τη μια, η εκπαιδευτική κοινότητα συνειδητοποιεί ότι οι σημερινοί πολίτες -άρα και οι μαθητές- ζουν σε ένα τεχνολογικά κατασκευασμένο κόσμο από τον οποίο είναι ισχυρά εξαρτημένοι. Από την άλλη, οι γνώσεις μας για τις έννοιες και τις διαδικασίες του τεχνολογικού κόσμου είναι συγκριτικά ελάχιστες σε σχέση με την εξάρτησή μας από αυτόν (Jones 2005, Layton 2000, Mc Crory 2008). Η ανάπτυξη του ΕΤ-Γ προϋποθέτει μεταξύ άλλων τη συγκριτική ανάλυση της φύσης της τεχνολογίας και της επιστήμης, καθώς και την αποσαφήνιση των ομοιοτήτων και διαφορών που έχουν οι δύο αυτοί κλάδοι (Rohann & van Keulen, 2011).

Επιπρόσθετα, τα ερευνητικά συμπεράσματα φανερώνουν ότι το χαμηλό ενδιαφέρον των μαθητών για τις ΦΕ είναι δυνατόν να αντιστραφεί, όταν η διδασκαλία των ΦΕ ενσωματώνει περιεχόμενα της τεχνολογίας που σχετίζονται με την καθημερινή ζωή των μαθητών (Baram-Tsabari & Seger 2011, Jenkins 2011).

Η διερεύνηση θεωρείται πλέον ως ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά της διδασκαλίας των ΦΕ στην υποχρεωτική εκπαίδευση για την ανάπτυξη του ΕΤ-Γ. Ειδικότερα, στη Διδακτική των ΦΕ, έχει δυο εκδοχές:

(I) Είναι μια μέθοδος διδασκαλίας, όπως είναι η ανακαλυπτική επίδειξη, η καθοδηγούμενη ανακάλυψη, η ανοιχτή διερεύνηση, οι επισκέψεις πεδίου, η συνεργατική μέθοδος Jigsaw, κ.α. (Chamberlain & Crane, 2009, Καριώτογλου 2006, Lawson 2010). Αναγνωρίζουμε ένα φάσμα ποικίλων διερευνητικών διδακτικών μεθόδων, οι οποίες διαφέρουν μεταξύ τους ως προς το βαθμό καθοδήγησης του εκπαιδευτικού, την οργάνωση της τάξης ή τους στόχους (βλ. παραπάνω).

(II) Είναι ένας μαθησιακός στόχος, *διερεύνηση για τη διερεύνηση*, καθώς οι μαθητές καλούνται να ασκήσουν συγκεκριμένες δεξιότητες και να αναστοχαστούν πάνω σε αυτές για να κατανοήσουν όχι μόνο έννοιες και φαινόμενα αλλά και την ίδια τη διαδικασία της διερεύνησης. Έτσι, σε ένα διερευνητικό περιβάλλον μάθησης-διδασκαλίας αναγνωρίζονται τρία αλληλοεξαρτώμενα χαρακτηριστικά (σχήμα 5), (Chinn & Samarungavan 2008, International Technology Education Association ITEA 2006, Σπύρτου κ.ά. 2014, Steinberg 2011, Waight & Abd-El-Khalick, 2007).

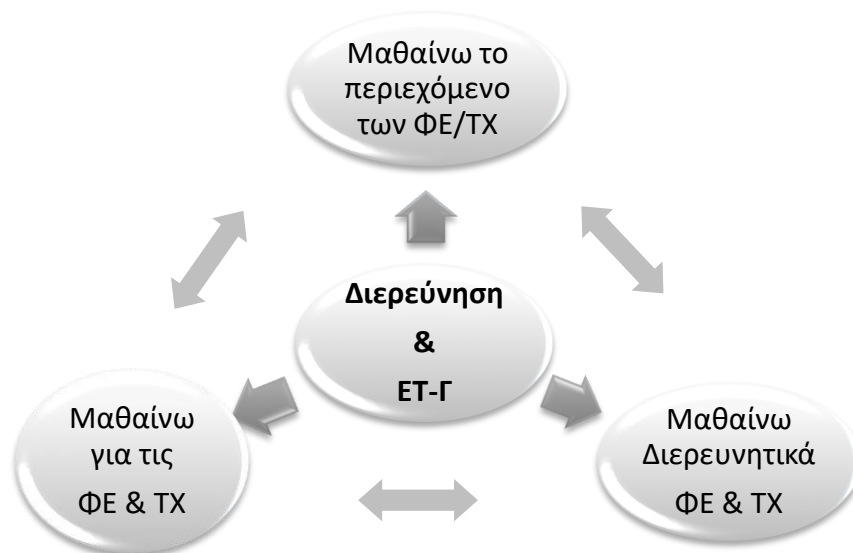
(X₁) *Μαθαίνω το περιεχόμενο των ΦΕ και της τεχνολογίας (ΤΧ)*. Αφορά την κατανόηση θεμελιωδών εννοιών, νόμων, ιδιοτήτων και μοντέλων των ΦΕ και της ΤΧ, όπως είναι η ενέργεια, οι νόμοι της θερμοδυναμικής, οι ιδιότητες υλικών και αντικειμένων από την τεχνολογία των κατασκευών, των μεταφορών κ.λπ.

(X₂) *Μαθαίνω για τις ΦΕ & την ΤΧ*. Πρόκειται για την κατανόηση των μεθόδων που ακολουθούν οι δύο αυτοί συγγενείς κλάδοι, τη δυναμική τους αλληλεπίδραση και την ιστορική τους εξέλιξη. Για παράδειγμα, οι επιστήμονες των ΦΕ/ΤΧ δημιουργούν μοντέλα, δηλαδή απλοποιημένες εκδοχές ενός συστήματος, ενός φαινομένου, ενός τεχνολογικού αντικειμένου/έργου, έτσι ώστε να μπορούν να κάνουν υπολογισμούς, προβλέψεις, περιγραφές και ερμηνείες.

(X₃) *Μαθαίνω διερευνητικά*. Οι μαθητές εμπλέκονται σε διαδικασίες που ακολουθούν οι επιστήμονες/τεχνολόγοι κατά την εργασία τους. Μαθαίνουν δηλαδή να θέτουν ερωτήματα, να παρατηρούν, να σχεδιάζουν έρευνες, να συλλέγουν πληροφορίες, να αναλύουν και να ερμηνεύουν δεδομένα, να παρουσιάζουν τις απόψεις και τις λύσεις που προτείνουν για

ένα πρόβλημα, να επιχειρηματολογούν για τις ερμηνείες που δίνουν, να δοκιμάζουν τις λύσεις που προτείνουν.

Σχήμα 5: Απεικόνιση χαρακτηριστικών διερευνητικού περιβάλλοντος μάθησης-διδασκαλίας για την ανάπτυξη του ΕΤ-Γ



Υπό το πρίσμα της διαφοροποίησης, η διερευνητική μάθηση-διδασκαλία για την ανάπτυξη του ΕΤ-Γ, αφορά όλους τους μαθητές, ανεξάρτητα από την ηλικία, το φύλο, τις πολιτισμικές και γλωσσικές διαφορές, τα διαφορετικά είδη νοημοσύνης, τις ειδικές ανάγκες και τα ενδιαφέροντα: «*Διαφορετικοί μαθητές θα κατανοήσουν με διαφορετικούς τρόπους και με βάση τα ενδιαφέροντά τους, τις ικανότητές τους και τις συνθήκες, θα πετύχουν διαφορετικούς βαθμούς κατανόησης σε βάθος και εύρος. Ωστόσο όλοι οι μαθητές μπορούν να αναπτύξουν τη γνώση και τις δεξιότητες...*» (National Science Education Standards, 2005: 2).

3.4 Συμπεράσματα

I. Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφουμε τρία ΜΩΔ της Διδακτικής των ΦΕ, με βάση δύο μεταβλητές, τη Σύνταξη και τις Αρχές Αντίδρασης, οι οποίες θεωρούνται ως οι σημαντικότερες μεταβλητές για την περιγραφή ενός ΜΩΔ. Επιπλέον, δίνουμε σύντομες πληροφορίες για τη φύση της μάθησης της επιστημονικής γνώσης, τις γνωστικές

δεξιότητες, τα επιθυμητά μαθησιακά αποτελέσματα, του κάθε διδακτικού μοντέλου. Στον πίνακα (4) είναι συγκεντρωμένα τα χαρακτηριστικά των τριών ΜΩΔ της μεταφοράς, της ανακάλυψης και της εποικοδόμησης.

II. Παρατηρούμε ότι στο μοντέλο μεταφοράς, ο μαθητής θεωρείται παθητικός δέκτης των νέων πληροφοριών σε αντίθεση με τα άλλα δύο μοντέλα. Στο μοντέλο της ανακάλυψης υποστηρίζεται ότι η νέα γνώση είναι δυνατόν να ανακαλυφτεί από τους ίδιους τους μαθητές με την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού. Στο μοντέλο της εποικοδόμησης, η διδασκαλία στηρίζεται πάνω στις αρχικές απόψεις των μαθητών για την εκμάθηση της νέας γνώσης.

III. Στο μοντέλο μεταφοράς, ο εκπαιδευτικός έχει τον κεντρικό ρόλο στην υλοποίηση των δραστηριοτήτων. Αντίθετα, οι μαθητές συχνά περιορίζονται στην παρατήρηση, αναγνώριση και ανάκληση δεδομένων (γνωστικές δεξιότητες συλλογής) ή μερικές φορές συγκρίνουν, ταξινομούν, κατηγοροποιούν δεδομένα (γνωστικές δεξιότητες οργάνωσης δεδομένων). Στα μοντέλα ανακάλυψης και εποικοδόμησης, ο ρόλος των μαθητών είναι ενισχυμένος, όσον αφορά τη συμμετοχή τους στις διαδικασίες επεξεργασίας πληροφοριών. Κινητοποιούνται κυρίως δεξιότητες οργάνωσης δεδομένων, ανάλυσης δεδομένων, π.χ. διατύπωση γενικεύσεων και υπέρβασης δεδομένων π.χ. πρόβλεψη. Επιπλέον, στο εποικοδομητικό μοντέλο, οι μαθητές εμπλέκονται σε μεταγνωστικές δραστηριότητες π.χ. συγκρίνουν αρχικές και νέες απόψεις.

IV. Σημαντικές διαφορές παρουσιάζονται ανάμεσα στα τρία μοντέλα όσον αφορά το είδος της σύνταξης και των αρχών αντίδρασής τους, γεγονός που στη βιβλιογραφία αποδίδεται στους διαφορετικούς στόχους που επιδιώκουν. Η Σύνταξη των Φάσεων ενός ΜΩΔ μεταφοράς, χαρακτηρίζεται συνοπτικά με τρεις Φάσεις, την ανάπτυξη προβληματισμού για τη νέα γνώση, την παρουσίαση του επιστημονικού προτύπου από τον εκπαιδευτικό, την εφαρμογή του επιστημονικού προτύπου από τους μαθητές. Αντίθετα, σε μοντέλο τύπου ανακάλυψης, συχνά η Σύνταξη έχει συνήθως επαγωγικό χαρακτήρα, δηλαδή οι μαθητές πρώτα επεξεργάζονται τα δεδομένα, στη συνέχεια εξάγουν συμπεράσματα και τέλος προχωρούν σε εφαρμογές της νέας γνώσης. Η Σύνταξη ενός εποικοδομητικού μοντέλου χαρακτηρίζεται από την αρχική ανάδειξη και δοκιμασία των απόψεων των μαθητών κάτι που δεν συμβαίνει στα δύο άλλα μοντέλα κι έπεται η

εφαρμογή της νέας γνώσης. Η Σύνταξη του εποικοδομητικού μοντέλου διαφοροποιείται από τις υπόλοιπες κι όσον αφορά την ύπαρξη της Φάσης ανασκόπησης.

V. Ο εκπαιδευτικός στο μοντέλο μεταφοράς φαίνεται να είναι επικεντρωμένος στην επιστημονικά αποδεκτή άποψη, γι' αυτό και οι ΑΑ, περιλαμβάνουν την επιβράβευση των σωστών απαντήσεων, την άμεση διόρθωση των λανθασμένων και την περιορισμένη δυνατότητα έκφρασης των μαθητών. Αντίθετα, ο εκπαιδευτικός, στο μοντέλο ανακάλυψης ενθαρρύνει τους μαθητές για να διερευνήσουν τα φυσικά φαινόμενα και είναι ιδιαίτερα προσεχτικός στις απαντήσεις που τους δίνει. Στο εποικοδομητικό μοντέλο, χαρακτηριστική είναι η ουδέτερη στάση του εκπαιδευτικού απέναντι σε όλες τις διατυπωμένες απόψεις των μαθητών. Επιπλέον, ο εκπαιδευτικός χρειάζεται όπως και στο μοντέλο της ανακάλυψης να τους ενθαρρύνει στη διερεύνηση των φυσικών φαινομένων και να τους βοηθήσει κατάλληλα χωρίς να επεμβαίνει ουσιαστικά.

VI. Στο μοντέλο μεταφοράς, οι μαθητές είναι δυνατόν να μάθουν όρους, τύπους, κανόνες, απλές έννοιες και σχέσεις. Στο μοντέλο ανακάλυψης, ο εκπαιδευτικός στοχεύει οι μαθητές να κατανοήσουν ιδιότητες, χαρακτηριστικά αντικειμένων, εφαρμογές εννοιών και αρχών· ακόμη στο μοντέλο της ανακάλυψης στόχος είναι και η εκμάθηση γνωστικών δεξιοτήτων από τους μαθητές π.χ. η παρουσίαση πληροφοριών. Στο εποικοδομητικό μοντέλο ο εκπαιδευτικός εστιάζεται στο να οικοδομήσουν οι μαθητές κυρίως αφηρημένες έννοιες καθώς και στο να αναδιοργανώσουν τις αρχικές λανθασμένες απόψεις τους· επιπλέον, ο εκπαιδευτικός στοχεύει στην απόκτηση μεταγνωστικών δεξιοτήτων από τους μαθητές.

Πίνακας 8: Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των τριών ΜΩΔ μεταφοράς, διερεύνησης, εποικοδόμησης

| | ΜΟΝΤΕΛΟ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ | ΜΟΝΤΕΛΟ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ | ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΠΟΙΚΟΔΟΜΗΣΗΣ |
|---|---|---|---|
| ΘΕΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΦΥΣΗ ΤΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ / ΜΑΘΗΣΗΣ | <ul style="list-style-type: none"> ▫ Ο ε. ως κάτοχος και φορέας της γνώσης μεταβιβάζει το μήνυμα στο/στη μ. ▫ Ο μ. δεν έχει καμία άποψη ή οι απόψεις του εύκολα αλλάζουν | <ul style="list-style-type: none"> ▫ Ο ε. βοηθά τους μ. να ανακαλύψουν τη νέα γνώση ▫ Ο μ. διαμορφώνει τις γνώσεις του με τρόπο ενεργητικό | <ul style="list-style-type: none"> ▫ Ο ε. βοηθά τους μ. να δομήσουν τη νέα γνώση ▫ Ο μ. δομεί ενεργητικά τη γνώση μέσα από την εμπειρία του ▫ Η μάθηση είναι διαδικασία αλληλεπίδρασης αρχικών και νέων απόψεων |
| ΓΝΩΣΤΙΚΕΣ ΔΕΞΙΟΤΗΤΕΣ | <ul style="list-style-type: none"> ▫ Γνωστικές δεξιότητες συλλογής & οργάνωσης δεδομένων | <ul style="list-style-type: none"> ▫ Γνωστικές δεξιότητες, οργάνωσης, ανάλυσης & υπέρβασης δεδομένων | <ul style="list-style-type: none"> ▫ Γνωστικές δεξιότητες, οργάνωσης, ανάλυσης & υπέρβασης δεδομένων ▫ Μεταγνωστικές δεξιότητες |
| ΣΥΝΤΑΞΗ ΤΩΝ ΦΑΣΕΩΝ | <ul style="list-style-type: none"> ▫ Ανάπτυξη προβληματισμού για την νέα γνώση ▫ Παρουσίαση της νέας γνώσης ▫ Εφαρμογή της νέας γνώσης | <ul style="list-style-type: none"> ▫ Επεξεργασία δεδομένων ▫ Εφαρμογή της νέας γνώσης | <ul style="list-style-type: none"> ▫ Ανάδειξη των αρχικών απόψεων ▫ Δοκιμασία των αρχικών απόψεων ▫ Εξαγωγή συμπερασμάτων ▫ Εφαρμογή της νέας γνώσης ▫ Ανασκόπηση των απόψεων |
| ΑΡΧΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ | <ul style="list-style-type: none"> ▫ Ο ε. επιβραβεύει τις σωστές απαντήσεις ▫ Ο ε. διορθώνει άμεσα τις λανθασμένες απαντήσεις ▫ Τα σχόλια του ε. οδηγούν τους μ. στη διατύπωση σύντομων απαντήσεων | <ul style="list-style-type: none"> ▫ Ο ε. ενθαρρύνει τους μ. για να εμπλακούν ουσιαστικά στη διερεύνηση των φυσικών φαινομένων ▫ Ο ε. διευκολύνει τους μ. στη διερεύνηση των φυσικών φαινομένων, χωρίς να επεμβαίνει ουσιαστικά | <ul style="list-style-type: none"> ▫ Ο ε. ενθαρρύνει τους μ. να εκφράσουν τις απόψεις τους ▫ Ο ε. είναι ουδέτερος σε όλες τις απόψεις ▫ Ο ε. διευκολύνει τους μ. στη διερεύνηση των φυσικών φαινομένων, χωρίς να επεμβαίνει ουσιαστικά |
| ΕΠΙΘΥΜΗΤΑ ΜΑΘΗΣΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ | <ul style="list-style-type: none"> ▫ Εκμάθηση όρων, τύπων, κανόνων, απλών εννοιών & σχέσεων | <ul style="list-style-type: none"> ▫ Κατανόηση ιδιοτήτων, σχέσεων, χαρακτηριστικών, εφαρμογών, εκμάθηση γνωστικών δεξιοτήτων | <ul style="list-style-type: none"> ▫ Οικοδόμηση εννοιών ▫ Αναδιοργάνωση αρχικών απόψεων ▫ Μεταγνώση |

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ

- Βοσνιάδου, Σ. (2006). Παιδιά, Σχολεία και Υπολογιστές. Προοπτικές, Προβλήματα και Προτάσεις για την Αποτελεσματικότερη Χρήση των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση. Εκδόσεις Gutenberg.
- Καμίδου, Κ., Σπύρτου, Α. Καριώτογλου, Π. (2007). Μια εποικοδομητική προσέγγιση για τη διδασκαλία της ενέργειας στο Δημοτικό Σχολείο: πιλοτική εφαρμογή. Στα πρακτικά: 5^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση. 15-18 Μαρτίου, Ιωάννινα, 166-174. Στο δίκτυο, στη διεύθυνση: <http://kodipheet.gr>.
- Καραγιαννίδου, Α. & Σπύρτου, Α. (2009). Μια εποικοδομητική προσέγγιση για τη διδασκαλία των πηγών και καταναλωτών ενέργειας στο Δημοτικό Σχολείο. Στα Πρακτικά: Π. Καριώτογλου, Α. Σπύρτου, Α. Ζουπίδης (επιμ), 6^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση: Οι πολλαπλές προσεγγίσεις της διδασκαλίας και της μάθησης των φυσικών επιστημών, Φλώρινα, 948-950.
- Καριώτογλου, Π., Κουμαράς, Π. (1994). Εκπαιδευτική Τεχνολογία II. Θέματα Διδακτικής Μεθοδολογίας. Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Α.Π.Θ.
- Καριώτογλου, Π., Κορομπίλης, Κ., Κουμαράς, Π. (1997). Εξακολουθούν να είναι επίκαιρες οι Ανακαλυπτικές Μέθοδοι Διδασκαλίας; Σύγχρονη Εκπαίδευση, Ιαν.-Φεβ., σελ. 52-61.
- Κόκκοτας, Π. (1998). Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Εκδόσεις ΓΡΗΓΟΡΗ, Αθήνα.
- Κολιόπουλος, Δ. (2000). Σχεδιάζοντας κι αξιολογώντας ένα αναλυτικό πρόγραμμα για την ενέργεια: Μια εποικοδομητική προσέγγιση. Στο βιβλίο Διδακτικές Προσεγγίσεις στις Φυσικές Επιστήμες-Σύγχρονοι Προβληματισμοί, (Επιμέλεια Κόκκοτας, Π.), Εκδόσεις τυπωθήτω-ΓΙΩΡΓΟΣ ΔΑΡΔΑΝΟΣ.
- Κολιόπουλος, Δ. (2004). Θέματα διδακτικής φυσικών επιστημών. Εκδόσεις Μεταίχμιο, Αθήνα.
- Κουλαϊδής, Β. (1994). Αναπαραστάσεις του φυσικού κόσμου. Γνωστική, Επιστημολογική και Διδακτική προσέγγιση. Εισαγωγή-Επιμέλεια Β. Κουλαϊδής, Εκδόσεις GUTENBERG, Αθήνα.
- Κουμαράς, Π., Ψύλλος, Δ., Βαλασιάδης, Ο., Ευαγγελινός, Δ. (1990). Επισκόπηση των απόψεων Ελλήνων μαθητών της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης στην περιοχή των ηλεκτρικών κυκλωμάτων. Παιδαγωγική Επιθεώρηση, 13, σελ. 125-154.
- Κουμαράς, Π., Καριώτογλου, Π., Αντωνιάδου, Ν., Ψύλλος, Δ. (1992). Η εποικοδομητική στρατηγική στην πειραματική προσέγγιση της διδασκαλίας της Φυσικής. Επιθεώρηση Φυσικής, τεύχος 12, σελ.12-20.
- Κωσταρίδου-Ευκελίδη, Α. (2005). Μεταγνωστικές Διεργασίες και Αυτο-ρύθμιση. Εκδόσεις Ελληνικά Γράμματα, Αθήνα.
- Ματσαγγούρας, Η. (1997). Θεωρία και πράξη της διδασκαλίας - Στρατηγικές διδασκαλίας - Από την Πληροφόρηση στην Κριτική Σκέψη, τόμος II. Εκδόσεις Gutenberg.
- Ραβάνης, Κ. (1999). Οι φυσικές επιστήμες στην προσχολική εκπαίδευση. Διδακτική και γνωστική προσέγγιση. Εκδόσεις τυπωθήτω. Αθήνα.
- Σπύρτου, Α. (1998). Εξέλιξη των αντιλήψεων των μελλοντικών εκπαιδευτικών για τη διδασκαλία της Φυσικής. Στο: Κουμαράς Π., Καριώτογλου Π., Τσελφές Β., Ψύλλος, Δ., (επιμ.) Πρακτικά. 1^ο Πανελλήνιου Συνεδρίου: Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Εφαρμογή των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, σελ. 571-576, Χριστοδουλίδης, Θεσσαλονίκη.
- Σπύρτου, Α. (2002). Μελέτη εποικοδομητικής στρατηγικής για την εκπαίδευση των δασκάλων στις Φυσικές Επιστήμες. Αδημοσίευτη Διδακτορική Διατριβή, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Α.Π.Θ.

- Σπύρτου, Α., Καριώτογλου, Π., Ψύλλος, Δ. (2002). Τρισδιάστατη προσέγγιση της εξέλιξης του ωριαίου διδακτικού σχεδιασμού. Στο: Μαργετουσάκη, Α., Μιχαηλίδης, Π. Γ. (επιμέλεια), *Πρακτικά του 3^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου για τη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και τις Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση*, Μάιος 9-11, Ρέθυμνο, Κρήτη, σελ. 272-277.
- Σπύρτου, Α., Νάρη, Ε., Δημητριάδου, Κ. (2014). Εξ αποστάσεως εκπαίδευση εκπαιδευτικών για τη διαφοροποίηση της διδασκαλίας στις Φυσικές Επιστήμες. Στο: Ζ. Παπαναούμ & Μ. Λιακοπούλου (Επιμ.), *Υποσηρίζοντας την επαγγελματική ανάπτυξη των εκπαιδευτικών*, 219-240. Θεσσαλονίκη: ACCESS ΓΡΑΦΙΚΕΣ ΤΕΧΝΕΣ Α.Ε.
- Σταυρίδου, Ε. (1995). *Μοντέλα Φυσικών Επιστημών και Διαδικασίες Μάθησης*. Εκδόσεις Σαββάλας, Αθήνα.
- Χαλκιά, Κ. (2010). *Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες*. Εκδόσεις Πατάκη, Αθήνα.
- Ψύλλος, Δ. (1991). (Εκδότης) Ειδικό αφιέρωμα: Η διδακτική της Φυσικής. *Επιθεώρηση Φυσικής*, τεύχος 20.
- Ψύλλος, Δ., Κουμαράς, Π., Καριώτογλου, Π. (1993). Εποικοδόμηση της γνώσης στην τάξη με συνέρευνα δασκάλου και μαθητή. *Σύγχρονη Εκπαίδευση*, τεύχος 70, σελ.34-42.

ΞΕΝΗ

- Applefield, J., Huber, R., Moallem, M. (2001). Constructivism in Theory and Practice: Toward a Better Understanding. *High School Journal*, vol. 84.
- Appleton, K. (2006). Science Pedagogical Content Knowledge and Elementary School Teachers. In: K. Appleton (ed.), *Elementary Science Teacher Education*, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, London, 31-54.
- Applin, D., Isaacson, P., Fullick, A., Hunt, A., Melamed, A. Millar, R., Milner, B., Reiss, M. (2000). AS Science for Public Understanding. A., Hunt, R., Millar, (eds), Heinemann.
- Baram-Tsabari, A. & Segev, E. (2011). Exploring new web-based tools to identify public interest in science. *Public Understanding of Science*, 20(1), 130-143.
- Bargellini, A. (2000). Από το πρόγραμμα SCIS, στον κονστρουκτιβισμό: Μια Διδακτική Εμπειρία Έρευνας στον Τομέα των Επιστημών της Χημείας στο Ιταλικό Δημοτικό Σχολείο. Στο βιβλίο *Διδακτικές προσεγγίσεις στις Φυσικές Επιστήμες*, (Επιμ. Κόκκοτας, Π.), Εκδόσεις τυπωθήτω-ΓΙΩΡΓΟΣ ΔΑΡΔΑΝΟΣ, σελ. 311-319.
- Bao, L., Hogg, K. and Zollman, D. (2002). Model analysis of fine structures of student models: An example with Newton's third law. *American Journal of Physics*, 70(7), 765 – 778.
- Bay, M., Saver, J., Bryan, T., Hale, J. (1992). Science Instruction for the Mildly Handicapped: Direct Instruction versus Discovery Teaching. *Journal of Research In Science Teaching*, vol. 29., No. 6, pp. 555-570.
- Ben-David, A. & Zohar, A. (2009). Contribution of Meta-strategic Knowledge to Scientific Inquiry Learning. *International Journal of Science Education*, 31(12), 1657–1682.
- Bigge, M. (1990). *Θεωρίες μάθησης για εκπαιδευτικούς*. Εκδόσεις Πατάκη 1990.
- Bouvier, A. (1989). Το δικαίωμα στο λάθος. *Ευκλείδης Γ'*, τόμος 6, τεύχος 21, σελίδες 69-86.
- Bybee, R. (1997). *Achieving Scientific Literacy - From Purposes to Practices*. Heinemann, Portsmouth, USA.
- Bybee, R. (2006). Scientific Inquiry and Science Teaching. In: N.G. Lederman, L. B. Flick (eds), *Scientific Inquiry and nature of Science*, Springer, The Netherlands, pp. (1-12).
- Čap, I. (2007). Non-formal science teaching and learning. In: R. Pinto & D. Couso (eds), *Contributions from Science Education Research*, (pp. 263-273). Dordrecht: Springer.
- Carey, S. & Spelke, E. (1994). Domain specific knowledge and conceptual change. In L.A. Hirschfeld and S.A. Gelman (Eds). *Mapping the mind*, 169-200. New York: Cambridge University Press.

- Carin, A. (1997). *Teaching Science Through Discovery*. Merrill an imprint of Prentice Hall, New Jersey, Columbus, Ohio.
- Chamberlain, K. & Crane, C. C. (2009). *Reading, Writing, & Inquiry in the Science Classroom, Grades 6-12, Strategies to Improve Content Learning*. London: Corwin Press.
- Chinn, A. C. & Samarapungavan, A. (2008). Learning to use scientific models: Multiple dimensions of conceptual change. In R. A. Duschl, & R. E. Grandy (Eds.) *Teaching Scientific Inquiry*, (pp. 191 – 225). Rotterdam: Sense Publishers.
- Chung, C., Mak, Y., Sze, P. (1995). Reflective Lesson Planning in Refresher Training Programs for Experienced Physics Teachers. *Journal of Science Education and Technology*, vol. 4, No. 2, pp. 151-161.
- Clark, C., Peterson, P. (1986). Teachers' Thought Processes. Handbook of research on teaching, A project of the American Educational Research Association, Edited by Merlin C. Wittrock, Macmillan Publishing Company, New York, pp. 255-296.
- Clark, C. (1988). Asking the right questions about teacher preparation: contributions of research on teaching thinking. *Educational Researcher*, vol. 17(2), pp. 5-12.
- Delacote, G., Tiberghien, A., Schwartz, J. (Eds) (1984). *Research on physics Education: Proceedings of the first international workshop*. La Londe les Maures (C.N.R.S., Paris).
- Dissesa, A. (1988). Knowledge in pieces. In G. Forman & P. B. Pufall (Eds.), *Constructivism in the computer age*, 49-70, Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., Wood-Robinson, V. (1998). *Οικοδομώντας τις έννοιες των φυσικών επιστημών. Μια παγκόσμια σύνοψη των ιδεών των μαθητών*. Εκδόσεις τυπωθήτω.
- Etkina, E., Karelina, A. & Villasenor, M. (2007). Studying Transfer Of Scientific Reasoning Abilities. In: McCullough, L., Hsu, L. & Heron, P. (Eds), *Proceedings in the Series of Physics Education Research Conferences*, Melville, New York, pp. 81-84.
- Finegold, M. and Gorksy, P. (1988). Learning about forces: simulating the outcomes of pupils' misconceptions. *Instructional Science*, 17, 251-261.
- Flanders, N.A. (1988). Human Interaction Models. *The International Encyclopedia of Teaching and Teacher Education*, Edited by Michael J. Dunkin, Pergamon press, pp. 20-28.
- Gilbert, J., Osborne, R., Fensham, P. (1982). Children's Science and Its Consequences for Teaching. *Science Education*, vol. 66 (4), pp. 623-633.
- Glasserfeld, E. (1992). A Constructivist's View of Learning and Teaching. Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studies, *Proceedings of an International Workshop held at the University of Bremen*, March 4-8, 1991, (Eds) Duit, R., Goldberg, F., Niedderer, H., IPN.
- Goldring, C., & Osborne, J. (1994). Students' difficulties with energy and related concepts. *Physics Education*, vol. 29, pp. 26-32.
- Gunstone, R. (1992). Constructivism and metacognition: Theoretical issues and classroom studies. Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studies, *Proceedings of an International Workshop held at the University of Bremen*, March 4-8, 1991, (Eds) Duit, R., Goldberg, F., Niedderer, H., IPN.
- Hacker, R. G. (1984). A typology of approaches to science teaching in schools. *European Journal of Science Education*, vol. 6, no. 2, pp. 153-167.
- Hand, B., Treagust, D. (1994). Teachers' thoughts about changing to constructivist teaching/learning approaches within junior secondary science classrooms. *Journal of Education for Teaching*, vol. 20.
- Harlen, W., Elstgeest, J. (1992). UNESCO sourcebook for science in the primary school - A workshop approach to teacher education. Published by the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

- Harlow, D., & Otero, V. (2007). Beyond Concepts: Transfer From Inquiry-Based Physics To Elementary Classrooms. In: McCullough, L., Hsu, L. & Heron, P. (Eds), *Proceedings in the Series of Physics Education Research Conferences*, Melville, New York, pp. 73-76.
- Hewson, P., Hewson, M. (1987). Science teachers' conceptions of teaching : Implications for teacher education. *International Journal of Science Education*, vol. 9 (4), pp. 425-440.
- Hodson, D. (1998). *Teaching and Learning Science-Towards a personalized approach*. Buckingham-Philadelphia: Open University Press.
- Hodson, D. (2003). Time for action: science education for an alternative Future. *International Journal of Science Education*, 25(6), 645-670.
- Jenkins, E.W. (1992). School science education:towards a reconstruction. *Journal Curriculum Studies*, vol. 24 (3), pp.229-246.
- Jenkins, E.W. (1999). Practical work in School Science-some questions to be answered. Στο: Leach, J. & Paulsen, A. (eds.), *Practical Work in Science Education*, Roskilde University Press, Denmark.
- Jenkins, L. L. (2011). Using citizen science beyond teaching science content: a strategy for making science relevant to students' lives. *Cultural Studies of Science Education*, 6, 501-508.
- Jones, A. (2005). The Role and Place of Technological Literacy in Elementary Science Teacher Education. In: K. Appleton (Ed.), *Elementary Science Teacher Education*, (pp. 197-217). New Jersey: Lawrence Erlbau, Associates, Inc.
- Joyce, B., Weil. M., Showers, B. (1992). *Models of Teaching*. York Production Services.
- Ioannides, C. & Vosniadou, S. (2001). The changing meanings of force: A developmental study. In: In D. Psillos, P. Kariotoglou, V. Tselfes, G. Bisidkian, G. Fassoulopoulos, E. Hatzikraniotis, M. Kallery (Eds), *Proceedings of the Third International ESERA Conference on Science Education Research in the Knowledge Based Society*, 96-98, Thessaloniki, Greece.
- Kariotoglou, P., Psillos, D. (1993). Pupils' pressure models and their implications for instruction. *Research in Science and Technological Education*, vol. 11 (1), pp. 95-108.
- Kariotoglou, P. & Spyrtou, A. (2005). A Teaching-Learning Sequence Concerning Dynamic Interactions: The Need for Appropriate Software. Στο: *Michaelides, P.G., Margetousaki, A., Proceedings of the 2nd International Conference on Hands on Science, HSci*, July 13-16, Rethimno, pp.91-95.
- Kariotoglou, P., Spyrtou, A., & Tselfes, V., (2005). Student – teachers; conceptions about gravity interaction. In: *R. Pinto et D. Couso, (Eds.), Proceedings of the 5th International ESERA Conference on Contributions of Research to Enhancing Students' Interest in Learning Science*, Barcelona, 28 August – 1 September, Spain, 180-183.
- Kariotoglou, P., Spyrtou, A. Tselfes, V. (2008). How student – teachers understand distance force interactions in different contexts. *International Journal of Science and Mathematics Education*. 5(7),851-873.
- Kind, V. & Taber, K. (2005). *Science, Teaching School Subjects* 11-19. Published by Routledge, USA & Canada.
- Kolokotronis, D., Solomonidou, C. (2003). A Step-by-Step Design and Development of an Integrated Educational Software to Deal with Empirical Ideas about Mechanical Interaction. *Education and Information Technologies*, 8:3, 229-244.
- Kruger, C., Palacio, D., Summers, M. (1991). Understanding energy. Primary School Teachers and Science (PSTS) Project. *Published by Oxford University Department of Educational Studies and Westminster College, Oxford*.
- Küçüközer, A. (2001). Understanding of the concept of interaction in the framework of a teaching sequence of mechanics. In *Proceedings of the Third International ESERA Conference on Science*

- Education Research in the Knowledge Based Society. Edited by D. Psillos et al. Thessaloniki. Vol. II, pp. 489-500.
- Layton D. (2000). *Η πρόκληση της τεχνολογίας στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών*. Αθήνα: Εκδόσεις Μεταίχμιο.
- Lawson, A. E. (2010). *Teaching Inquiry Science in Middle and Secondary Schools*. California: SAGE.
- Louden, W., Wallace, J. (1994). Knowing and teaching science: the constructivist paradox. *International Journal of Science Education*, vol. 16 (6), pp. 649-657.
- McCrorry, R. (2008). Science, technology, and teaching. The topic-specific challenges of TPCK in science. In: J. A. Colbert et al. (Eds.), AACTE Committee on Innovation and Technology, *Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK) for educators*, (pp. 193-206). New York: Routledge/Taylor & Francis Group.
- McDermott, L. (1991). Millikan Lecture 1990: What we teach and what is learned-closing the gap. *American Journal of Physics*, vol. 59(4), pp. 301-315.
- Meisalo, V., Lavonen, J. & Kuitunen, H. (2007). Materials Science Related Site Visits. SAS6-CT-2006-042942-Material Science (042942).
- Nicholls, G. & Ogborn, J. (1993). Dimensions of children's conceptions of energy. *International Journal of Science Education*, vol. 15(1), pp. 73-81.
- Novek, J. D. (1987). (Ed) Proceedings of the second international seminar on Κωσταρίδου-Ευκλείδη, Α. (1992). Γνωστική Ψυχολογία. Εκδόσεις Art of Text, Θεσσαλονίκη.
- National Research Council (NRC), (2000). *Inquiry and national science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council (NRC), (2005). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- Olsen, D. (1999). Constructivist Principles of Learning and Teaching Methods. *Education*, Winter, vol. 120, Issue 2.
- Osborne, R., Freyberg, P. (1985). (Eds) *Learning in Science: The Implications for Children's Science*. Heinemann, Auckland, New Zealand.
- Osborne, J., Duschl, R. & Fairbrother, R. (2002). *Breaking the Mould? Teaching Science for Public Understanding*. A report commissioned by the Nuffield Foundation, London.
- Psillos, D., Spyrtou, A., Kariotoglou, P. (2003). Science Teachers Education: Issues and Proposals. Στο: Boersma, K., Goedhart, M., DeJong, O., Eijkelhof, H. (eds.), Proceedings of ESERA 4th Conference, The Netherlands, pp. 119-128.
- Psillos, D. Tselfes, V., Kariotoglou, P. (2004). An epistemological analysis of the evolution of didactical activities in teaching-learning sequences: the case of fluids. *International Journal of Science Education*, 26(5), pp. 555-578.
- Rohann, E., & Van Keulen, H. (2011). What everyone should know about science and Technology. In: M. de Vries et al. (Eds.), *Professional development for primary teachers in science and technology*. Rotterdam/Boston/Taipei: Sense Publishers.
- Salomon, G., & Perkins, D. N. (1989). Rocky roads to transfer: Rethinking mechanisms of a neglected phenomenon. *Educational Psychologist*, 24(2), 113-142.
- Smerton, B., Burkam, D. (1999). Access to Constructivist and Didactic Teaching: Who Gets It? Where Is It Practiced? *Teachers College Record*, vol. 101.
- Steinberg, R., N., (2011). *An Inquiry into Science Education, Where the Rubber Meets the Road*. Rotterdam: Sense Publishers.

- Sulzeer-Azaroff, B. (1995). Behavioristic Theories of Teaching. *International Encyclopedia of Teaching and Teacher Education*. Edited by LORIN W. ANDERSON. University of South Carolina, Columbia, SC, USA, pp. 801-818.
- Tamir, P. (1995). Discovery Learning and Teaching. *INTERNATIONAL ENCYCLOPEDIA OF TEACHING AND TEACHER EDUCATION*. Edited by LORIN W. ANDERSON. University of South Carolina, Columbia, SC, USA.
- Tice, T. (1995). Constructivist teaching. *Education Digest*, vol. 60.
- Tiberghien, A. (1999). Labwork activity and learning physics-an approach based on modeling. Στο: Leach, J. & Paulsen, A. (eds.), *Practical Work in Science Education*, Roskilde University Press, Denmark.
- Tobbin, K., Tippins, D., Gallard, A. (1994). Research on Instructional Strategies for Teaching Science. *Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A project of the National Science Teachers Association*. Edited by Dorothy L. Gabel. MACMILLAN PUBLISHING COMPANY, pp. 45-93.
- Trumper, R. (1990). Being constructive: an alternative approach to the teaching of the energy concept-part one. *International Journal of science Education*, vol. 12(4), pp.343-354.
- Valente, M.O. (1995). Projecto DIANOIA lines of research. Proceedings of the Second Ph. D. Summer School. *European Research in Science Education*. Editor D. Psillos, Thessalniki, Greece.
- Waight, N., & Abd-El-Khalick, F. (2007). The Impact of Technology on the Enactment of "Inquiry" in a Technology Enthusiast's Sixth Grade Science Classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(1), 154–182.
- Winni, Wing-Mui So (1997). A Study of Teacher Cognition in Planning Elementary Science Lessons. *Research in Science Education*, vol. 27(1), pp.71-86.
- Weil, M., Joyce, B. (1978). *Information processing models of teaching*. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.