

# *Η Σύγχρονη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών: Θεωρητικά πλαίσια και προσανατολισμοί*

### **2.1. Προς μια σύγχρονη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών**

Είδαμε μέχρις εδώ τα πολλαπλά ρεύματα της Διδακτικής στα πλαίσια της παραδοσιακής Παιδαγωγικής τα οποία συγκροτήθηκαν στις κοινωνικές, οικονομικές και πολιτικές συγκυρίες των αναπτυσσόμενων βιομηχανικών κοινωνιών. Υπαινιχθήκαμε επίσης ότι οι απόπειρες αξιοποίησης των προτάσεων αυτών στα πλαίσια της καθημερινής διδακτικής πράξης, δεν έδωσαν τα αναμενόμενα αποτελέσματα σε ότι σχετίζεται με τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, ακόμα και στα περιοριστικά πλαίσια στα οποία αναπτύχθηκαν. Δεδομένου, όμως, ότι κατά τα μέσα του 20<sup>ου</sup> αιώνα, η ζήτηση περισσότερο, αλλά και καλύτερα εκπαιδευμένου, επιστημονικού και τεχνικού προσωπικού αυξήθηκε θεαματικά, στο επίπεδο της διοίκησης των εκπαιδευτικών θεσμών διαφόρων κρατών παρατηρήθηκε κινητικότητα με αντικείμενο την ποσοτική και ποιοτική αντιμετώπιση της ζήτησης αυτής (Klopfer, 1980).

Σε συνάρτηση, λοιπόν, με άλλα αίτια, όπως οι εξελίξεις στις ανθρωπιστικές επιστήμες, η πρόοδος των θετικών επιστημών και της τεχνολογίας, η ανάπτυξη και ο πολλαπλασιασμός των επαγγελματιών που έχουν σχέση με την τεχνολογία (Leboutet, 1973), συγκροτήθηκαν διάφορα μεταρρυθμιστικά καινοτομικά προγράμματα Φυσικών Επιστημών κυρίως για το επίπεδο της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, όπως τα προγράμματα της Physical Science Study Committee (PSSC), της Biological Science Curriculum Study και το Harvard Physics Project (HPP) στις ΗΠΑ ή το πρόγραμμα Nuffield στην Αγγλία. Τα προγράμματα αυτά δεν παρουσίαζαν απαραίτητως ομοιογένεια, συνάφεια και κοινούς προσανατολισμούς. Για παράδειγμα, το PSSC έδινε ιδιαίτερη σημασία στην πειραματική διδασκαλία και στην άσκηση στις εργαστηριακές τεχνικές, πρακτικές και δεξιότητες, δηλαδή απευθυνόταν αναπόφευκτα στους/τις μαθητές/τριες οι οποίοι/ες έδειχναν αυξημένο ενδιαφέ-

ρον για τις Φυσικές Επιστήμες. Αντιθέτως το HPP είχε ως κεντρικό άξονα ανάπτυξης του την ανάδειξη της πολιτισμικής συνιστώσας της Φυσικής και ως βασικό προσανατολισμό τον επιστημονικό αλφαριθμητισμό όλων των παιδιών. Αν, όμως, κάτι συνέδεσε όλες αυτές τις προσπάθειες, είναι ότι απέβλεπαν κυρίως στην δημιουργία διδακτικών προσεγγίσεων οι οποίες θα μπορούσαν να ανταποκρίνονται σε σύγχρονες παιδαγωγικές αντιλήψεις και έθεταν ως κύριο εκπαιδευτικό στόχο, όχι μόνο την προσπέλαση των γνωστικών περιεχομένων των Φυσικών Επιστημών, αλλά και την εξοικείωση των μαθητών με την πειραματική και ερευνητική μεθοδολογία (Κολιόπουλος & Ψύλλος, 1982. Πατάπης, 1995).

Τα προγράμματα αυτά δεν είχαν σημαντικές επιτυχίες στο επίπεδο των σχολικών επιδόσεων της πλειονότητας των μαθητών/τριών, παρά τη γενική αναγνώριση του ότι οδήγησαν σε καινούργιες αναζητήσεις αλλά και στη δημιουργία νέου εκπαιδευτικού υλικού για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Τους ασκήθηκε κριτική κατ' αρχήν, για τον επιλεκτικό προσανατολισμό τους προς τους/τις μαθητές/τριες με ειδικές προτιμήσεις, ενδιαφέροντα και επαγγελματικό προσανατολισμό. Επίσης, διαπιστώθηκε ότι τα περιεχόμενα των προγραμμάτων αυτών δεν μπορούσαν να ανταποκριθούν στις πολυδιάστατες επιπτώσεις και αλληλεπιδράσεις των συνθηκών που δημιουργούσε η τεχνολογική εξέλιξη με τις νέες κοινωνικές πραγματικότητες, δεδομένου ότι είχαν συγκροτηθεί χωρίς να μπορούν να συμπεριλάβουν στη λογική και το σχεδιασμό τους τον κλονισμό των συστημάτων αξιών, την οικολογική κρίση, τους μετασχηματισμούς στις συνθήκες επικοινωνίας και πληροφόρησης (Παπαδημητρίου, 1988).

Ο διάλογος, οι κριτικές και οι αξιολογήσεις που αναπτύχθηκαν σχετικά με τα προγράμματα αυτά, οδήγησαν μια σειρά από ερευνητές/τριες προερχόμενους/ες, κυρίως από τις Φυσικές Επιστήμες, σε αναπροσανατολισμό των σκέψεών τους για το είδος των εκπαιδευτικών αλλαγών οι οποίες θα μπορούσαν να αποβούν γόνιμες για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Αναγνωρίζοντας ότι η μάθηση ως διαδικασία μετασχηματίζει δομικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά της σκέψης των μαθητών/τριών, αποφάσισαν να θέσουν σχετικά ερωτήματα και να επιχειρήσουν να απαντήσουν σε αυτά, όχι όμως αντλώντας προβληματισμούς από τα παραδοσιακά πλαίσια του παιδαγωγικού στοχασμού των κανονιστικών διδακτικών συστημάτων, αλλά με την οργάνωση ερευνητικών προσπαθειών προς νέες κατευθύνσεις. Επηρεασμένοι/ες, λοιπόν, από τα σύγχρονα ρεύματα στα πλαίσια των οποίων οι μαθησιακές διαδικασίες και η ανάπτυξη της ανθρώπινης γνώσης αποτελούσαν αυτόνομα αντικείμενα έρευνας, στράφηκαν κατ' αρχάς στην εμπειρική μελέτη των χαρακτηριστικών της βιωματικής σκέψης των μαθητών/τριών, δηλαδή στην έρευνα γύρω από το πώς τα παιδιά αναπτυσσόμενα στο φυσικό και κοινωνικό περιβάλλον κατασκευάζουν συλλογισμούς και εκτιμήσεις. Έτσι, επιχειρήθηκε η

συστηματική καταγραφή των συλλογισμών των μαθητών/τριών σχετικά με τις ιδιότητες των φυσικών αντικειμένων και υλικών, με φαινόμενα του φυσικού κόσμου και έννοιες των Φυσικών Επιστημών, καθώς αυτοί/ές κάνουν προβλέψεις ή περιγραφές και δίνουν εξηγήσεις απαντώντας σε ειδικά σχεδιασμένες ερωτήσεις ή αντιμετωπίζοντας τις απαιτήσεις ιδιαίτερων έργων στα πλαίσια πειραματικών καταστάσεων.

Στη συνέχεια θα προσπαθήσουμε να παρουσιάσουμε τους βασικούς άξονες ορισμένων κεντρικών ζητημάτων, οι συζητήσεις γύρω από τα οποία οδήγησαν σε θεμελιώδεις παραδοχές και σε ένα βαθμό συμφωνίας μεταξύ των ερευνητών/τριών στην περιοχή αυτή. Οι παραδοχές αυτές δημιούργησαν συνδέσμους έρευνας και διαλόγου μεταξύ διαφορετικών επιστημονικών παραδόσεων και τελικώς οδήγησαν στη συγκρότηση της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών ως αυτόνομης επιστημονικής περιοχής.

## **2.2. Η εξέλιξη της επιστημονικής γνώσης στην προοπτική της Επιστημολογίας των Φυσικών Επιστημών**

Η υιοθέτηση διδακτικών στρατηγικών συνδέεται, αναπόφευκτα, με τις αντιλήψεις που κυριαρχούν για τη φύση και το χαρακτήρα της επιστημονικής γνώσης την οποία θέλουμε να μετατρέψουμε σε σχολική γνώση. Γιατί όπως είναι φυσικό, εάν ένα δομημένο σύστημα πληροφοριών, μεθόδων και τεχνικών αναγνωρίζεται ως συσσωρευμένη γνώση απόλυτου κύρους και εγκυρότητας, βασικό μέλημά μας πρέπει να είναι η αναπαραγωγή και μετάδοσή του μέσω του εκπαιδευτικού συστήματος. Αντιθέτως, εάν η επιστημονική γνώση αντιμετωπίζεται ως μια από τις διανοητικές κατακτήσεις μιας δεδομένης φάσης του ανθρώπινου πολιτισμού, δηλαδή ως κατασκευή η οποία συγκροτείται στις εκάστοτε ιστορικές και πολιτισμικές συνθήκες με πεπερασμένη αξία χρήσης, ανοικτή σε διάφορες προσεγγίσεις και ερμηνείες και δυνάμει ανατρέψιμη, τότε και οι ακολουθούμενες διδακτικές στρατηγικές οφείλουν να εμπεριέχουν και να συσσωματώνουν αμφιβολίες, ερωτήματα και προβληματισμούς.

Από επιστημολογική άποψη, σημαντική επίδραση στην ανανέωση των προβληματικών και το μετασχηματισμό των αντιλήψεων για το χαρακτήρα και τη φύση των Φυσικών Επιστημών, άσκησε η ραγδαία ανάπτυξή τους και το βάθος των αλλαγών που συντελέστηκαν κατά τον 20<sup>ο</sup> αιώνα. Με βάση μια σχηματική κωδικοποίηση την οποίαν επιχείρησε ο G. Bachelard (1980), η ιστορική εξέλιξη των Φυσικών Επιστημών μπορεί να διαιρεθεί σε τρεις περιόδους.

1) *Προεπιστημονική περίοδος*. Οι απαρχές της ανάπτυξης των Φυσικών Επιστημών δεν είναι δυνατόν να προσδιοριστούν σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή ή έστω περίοδο. Στα ιστορικά πλαίσια της ανθρώπινης εξέλιξης και της ανάπτυξης των πολιτισμών, η φύση αντιμετωπίστηκε πάντα ως αντικείμενο ερμηνείας και ως γεννήτρια ερωτημάτων. Η "ανάγνωση" του φυσικού κόσμου, παρά την αναμφισβήτητη ποικιλία των προσεγγίσεων αλλά και τις προόδους που επιτεύχθηκαν, επιχειρήθηκε με συστηματικό ή αποσπασματικό τρόπο στα πλαίσια φιλοσοφικών ή θεολογικών στοχασμών. Σημαντική τομή με την οποία κατά τον δέκατο έβδομο αιώνα αυτονομήθηκαν οι Φυσικές Επιστήμες, αποτέλεσε η ανάπτυξη της πειραματικής ερευνητικής μεθοδολογίας. Εδώ έχουμε για πρώτη φορά, τη συγκρότηση μιας ερευνητικής προσέγγισης για τη μελέτη του φυσικού κόσμου η οποία θεωρούσε την παρατήρηση μόνο ως σημείο εκκίνησης και επέμενε τόσο στον σημαντικό ρόλο του πειράματος, όσο και στην μαθηματική έκφραση των αποτελεσμάτων του. Η μεθοδολογία αυτή αποτέλεσε μια σημαντική βάση της ανάπτυξης των κλασικών θεωριών και μοντέλων των Φυσικών Επιστημών.

2) *Επιστημονική περίοδος*. Μέχρι τις πρώτες δεκαετίες του εικοστού αιώνα, οι κυριαρχούσες αντιλήψεις για τις εξελίξεις των επιστημονικών θεωριών, όπως αυτές εκφράζονταν από τον κλασικό Εμπειρισμό και αργότερα το Λογικό Εμπειρισμό, που βασίζονταν στην πεποίθηση σχετικά με την ουδετερότητα των εμπειρικών δεδομένων έναντι των θεωρητικών κατασκευών, δηλαδή σε τελευταία ανάλυση στην αποδοχή της ορθότητας των εκτιμήσεων που γίνονται με βάση τα παρατηρησιακά - αισθητηριακά δεδομένα, οδήγούσαν στην ιδέα ότι η ανάπτυξη της επιστημονικής γνώσης επιτυγχάνεται με τη βαθμιαία συσσώρευση επιμέρους γνώσεων (Κουτούγκος, 1983). Στην προοπτική αυτή, οι επικρατούσες θεωρίες διευρύνοντας τα όριά τους ερμηνεύουν νέα φαινόμενα ή υπάγονται σε υπερκείμενες θεωρητικές κατασκευές. Με βάση το θεωρητικό αυτό σχήμα φαινόταν πως οι Φυσικές Επιστήμες εξελίσσονται σε μια γραμμική πορεία συνεχών βελτιώσεων και επεκτάσεων, ενώ παράλληλα οι τεχνολογικές εφαρμογές, οι οποίες οφείλονταν στην εξέλιξη αυτή, άλλαζαν τη μορφή του κόσμου και ανατροφοδοτούσαν τις ίδιες τις επιστήμες. Στην "επιστημονική" περίοδο οριστικοποιείται και η κατάτμηση των Φυσικών Επιστημών σε επιμέρους γνωστικά αντικείμενα όπως η Φυσική, η Χημεία ή η Βιολογία. Οι συνθήκες αυτές δημιούργησαν στα πλαίσια των επιστημονικών κοινοτήτων ένα πνεύμα αισιοδοξίας, ενθουσιασμού αλλά και κάποιας υπεροψίας ή τουλάχιστον βεβαιότητας για τον ολοκληρωμένο χαρακτήρα των θεωριών των Φυσικών Επιστημών.

3) *Το νέο επιστημονικό πνεύμα*. Οι εξελίξεις στο εσωτερικό των ίδιων των Φυσικών Επιστημών, καθώς και οι νέες αναζητήσεις στην Ιστορία και την Επιστημολογία των Φυσικών Επιστημών, μεταμόρφωσαν το τοπίο. Η διατύπωση της θεωρί-

ας της σχετικότητας, η αρχή της αβεβαιότητας, η απόδειξη της σωματιδιακής και κυματικής ταυτοχρόνως φύσης του φωτός, η κβαντική θεωρία και μια σειρά νέων θεωρητικών προσεγγίσεων, οι οποίες οδηγούν σε όλο και πιο εκλεπτυσμένα θεωρητικά και πειραματικά περιβάλλοντα, αμφισβήτησαν τις παλαιότερες βεβαιότητες και τις κλειστές αντιλήψεις για τις επιστήμες. Παράλληλα, η ιστορική και επιστημολογική έρευνα φώτισε τις διαδικασίες συγκρότησης των επιστημονικών θεωριών και έδειξε ότι η ανάπτυξη των επιστημών δεν βασίστηκε αποκλειστικά στην παραγωγή εμπειρικών δεδομένων και τις, επαγωγικού χαρακτήρα, γενικεύσεις τους. Ταυτοχρόνως τα νέα επιστημολογικά ρεύματα, με κύριους εκπροσώπους τους Kuhn, Popper και Lakatos, παρά τις εσωτερικές διαφορές τους, αντιμάχονται την κλασική θετικιστική εικόνα της συσσωρευτικής ανάπτυξης των Φυσικών Επιστημών, αναδεικνύοντας τη σημασία της απόδοσης ιστορικών και κοινωνικών διαστάσεων στις επιστημονικές θεωρίες, με την επισημάνση διεργασιών με ορατή αρχή και τέλος, με συνέχειες και ασυνέχειες, με κενά και σφάλματα, με ρήξεις και αναθεωρήσεις (Κάλφας, 1981). Η σύγκρουσή τους με την κλασική θετικιστική σκέψη, η οποία περιέγραφε την ανάπτυξη της επιστήμης ως μια συσσωρευτική γραμμική διαδικασία, επικεντρώθηκε κυρίως στο χαρακτήρα και τις διαδικασίες εξέλιξης των επιστημονικών θεωριών.

Ο K. Popper (1965) σε αντίθεση με τους θετικιστές, ξεκινώντας στηριγμένος στη βασική θέση της ορθολογικής φύσης της επιστήμης, ισχυρίστηκε ότι το κριτήριο με βάση το οποίο μια θεωρία χαρακτηρίζεται επιστημονική δεν είναι η δυνατότητα παραγωγής επαληθεύσιμων υποθέσεων, αλλά η "*διαψευσιμότητά*" της. Κάθε επιστημονική θεωρία οριοθετεί το πεδίο ισχύος της. Ταυτοχρόνως, όμως, στα πλαίσια των διαδικασιών εφαρμογής της υπάρχει πάντα η πιθανότητα καταγραφής φαινομένων τα οποία την διαψεύδουν. Η συγκρότηση των θεωριών δεν γίνεται με επαγωγικούς μηχανισμούς σκέψης μέσα από την παράθεση και τον συνδυασμό πειραματικών δεδομένων. Αφού η γένεση των υποθέσεων προϋποθέτει εκτός από γνώση, διαίσθηση, εμπειρία και διατύπωση εικασιών, συχνά μια θεωρία προβλέπει φαινόμενα τα οποία δεν παρατηρούνται ακόμα πειραματικά στη φύση, με αποτέλεσμα να υποχρεωνόμαστε σε αναθεωρήσεις και νέες αναζητήσεις. Έτσι, η πρόοδος στις Φυσικές Επιστήμες πραγματοποιείται όχι μέσω της κυριαρχίας κλειστών συστημάτων εννοιών, αλλά μέσα από τη συνεχή αναζήτηση της διάψευσης των υποθέσεων.

Ο T. Kuhn (1981), στηριζόμενος σε δεδομένα της Ιστορίας των Επιστημών και απορρίπτοντας, επίσης, την κυριαρχούσα θετικιστική αντίληψη της συσσωρευτικής διαδικασίας οικοδόμησης της επιστημονικής γνώσης, εισήγαγε τις έννοιες της "*Φυσιολογικής Επιστήμης*" και της "*Επιστημονικής Επανάστασης*". Η έλλειψη αντι-

κειμενικών κριτηρίων κατά την εμφάνιση μιας θεωρίας, η οποία προσδιορίζει τα σημαντικά προβλήματα καθώς και τις ερευνητικές μεθόδους μιας επιστημονικής περιοχής, δημιουργεί διαμάχη γύρω από αυτήν. Η ενδεχόμενη επικράτησή της έχει δύο αποτελέσματα:

- α) Συγκροτεί την "*Επιστημονική Κοινότητα*", ένα σύνολο δηλαδή επιστημόνων οι οποίοι υιοθετούν τις ίδιες γενικές αρχές για τον χαρακτήρα και το γενικό πλαίσιο της επιστήμης και
- β) Ορίζει ένα πρότυπο, το "*Παράδειγμα*", το οποίο θεσμοθετώντας νόμους, επί μέρους θεωρίες, μοντέλα, εφαρμογές και πειραματικές διατάξεις, αφ' ενός λύνει μια σειρά προβλημάτων προτείνοντας καινοτομίες και αφ' ετέρου αφήνει σημαντικά ερωτήματα χωρίς επαρκείς απαντήσεις.

Έτσι, η επιστημονική κοινότητα οδηγείται σε νέες αναζητήσεις, βασισμένες, όμως, στο Παράδειγμα από το οποίον απορρέουν συνεκτικές θεωρητικές παραδόσεις και δομές επιστημονικής έρευνας. Μέσα από τις διαδικασίες αυτές, φτάνουμε στη "*Φυσιολογική Επιστήμη*", στην κατάσταση δηλαδή κατά την οποία γίνεται προσπάθεια ώστε όλα τα φαινόμενα να εξηγηθούν με βάση το Παράδειγμα ή να προσαρμωθούν σε αυτό. Όσο μεγαλύτερες "επιτυχίες" έχει η Φυσιολογική Επιστήμη, τόσο περισσότερο επεκτείνει τα ερευνητικά πεδία εφαρμογής της, με αποτέλεσμα την εμφάνιση ανωμαλιών και τελικώς την πρόκληση κρίσης στο Παράδειγμα. Αν και αυτό κατορθώνει κάποιες φορές να απορροφά τους κραδασμούς που δημιουργούνται από την αντίσταση που προβάλλουν στην ενσωμάτωσή τους κάποια φαινόμενα ασύμβατα με αυτό, τελικά από την Φυσιολογική Επιστήμη περνάμε στην "*Επιστημονική Επανάσταση*". Κατ' αυτήν τη φάση, μετά από ένα περιορισμένο χρονικό διάστημα ανταγωνισμού και διαπάλης, ένα νέο Παράδειγμα αντικαθιστά το παλαιό αφού οι απαντήσεις που αυτό προσφέρει ανταποκρίνονται σύμφωνα με τα δικά του κριτήρια στα επιστημονικά προβλήματα της εποχής. Έτσι, για το πλαίσιο της σκέψης του T. Kuhn, «*οι επιστημονικές θεωρίες, όπως κάθε άλλο ανθρώπινο κατασκεύασμα, είναι ιστορικές οντότητες, με γέννηση, ακμή και τέλος και με συμμετοχή όχι μόνο στην αλήθεια, αλλά και στο λάθος. Η εξέλιξη της επιστήμης δεν είναι ομαλή γραμμική σωρευτική διαδικασία, αλλά ένα πολύ πιο σύνθετο φαινόμενο, με περιόδους συνέχειας και ασυνέχειας, με ριζικές αναθεωρήσεις και βαθιά ρήγματα*» (Κάλφας, 1981, σ. 20).

Ο I. Lakatos (1987), προσπάθησε να υπερβεί το αυστηρό πλαίσιο του Popper, δηλαδή την υπόθεση της απόρριψης μιας θεωρίας μετά τη διάψευσή της, αλλά και το πρότυπο του Kuhn ως στατικό και ανορθολογικό. Όταν μια θεωρία αμφισβητείται και τείνει να διαψευσθεί, έχει το δυναμισμό να διευρύνει τα εννοιολογικά της όρια ώστε να εξελιχθεί και να αντισταθεί μέχρι την εμφάνιση μιας εναλλακτικής

που θα γίνει ευρύτερα αποδεκτή. Σε κάθε ιστορική φάση της επιστημονικής εξέλιξης υπάρχουν μια σειρά από μη διαψευσμένες θεμελιώδεις έννοιες, αντιλήψεις και παραδοχές καθώς και μεθοδολογικές και ερευνητικές κατευθύνσεις, οι οποίες συγκροτούν ένα δυναμικό δίκτυο το οποίο ο Lakatos ονόμασε "*Ερευνητικό Πρόγραμμα*". Η εξέλιξη ενός Ερευνητικού Προγράμματος πραγματοποιείται όταν στο πλαίσιο του, νεότερες θεωρίες τροποποιούν ή συμπεριλαμβάνουν προηγούμενες. Τα Ερευνητικά Προγράμματα συνυπάρχουν, μέχρι κάποιο από αυτά να αποκτήσει τη δυνατότητα όχι μόνο να εξηγήει παρατηρούμενα φαινόμενα αλλά και να προβλέπει άλλα. Είναι η ιστορική φάση κατά την οποία το αντίπαλο Ερευνητικό Πρόγραμμα εκφυλίζεται αφού αντισταθεί ανεπιτυχώς. Έτσι, με βάση ορθολογικά κριτήρια γίνεται, από την πλειονότητα των επιστημόνων, η επιλογή Ερευνητικού Προγράμματος.

Τα ρεύματα αυτά της Επιστημολογίας, αν και δέχτηκαν κριτικές τόσο για εγκλωβισμό της διαδικασίας της εξέλιξης της γνώσης σε στεία μεθοδολογικά στερεότυπα (Feyerabend, 1983) όσο και για αδυναμίες ανάλυσης της συμμετοχής του υποκειμενικού παράγοντα και των σχέσεων επικοινωνίας στην εξέλιξη της επιστήμης (Κουτούγκος, 1981), άσκησαν σημαντική επίδραση και στο πεδίο των αναζητήσεων νέων διδακτικών στρατηγικών για τις Φυσικές Επιστήμες. Καθώς αντιμάχονται την ιδέα της συσσωρευτικής διαδικασίας οικοδόμησης της επιστήμης, απορρίπτουν την αποκλειστική προέλευση των επιστημονικών θεωριών με βάση την προσπέλαση του φυσικού κόσμου διαμέσου της εμπειρίας και τη γενίκευση μέσω της επαγωγικής σκέψης, και υπογραμμίζουν τη συμβολή των παραγωγικών διαδικασιών διαμόρφωσης των επιστημών. Ανέδειξαν δηλαδή τη σημασία και το ρόλο της διατύπωσης υποθέσεων οι οποίες βασίζονται στο σύνολο της ήδη υπάρχουσας γνώσης, αλλά όπως γρήγορα έγινε κατανοητό, επίσης στη φαντασία, στην ασχεδίαστη ευρηματικότητα, στην ευρετική έκπληξη και στη διορατικότητα. Από μιάν άλλη πλευρά, η συσσώρευση των κοινωνικών προβλημάτων τα οποία δημιουργήσαν τα σύγχρονα μοντέλα ανάπτυξης που αξιοποίησαν τα τεχνολογικά επιτεύγματα, οδήγησε στην κριτική αντιμετώπιση της "επιστημονικής προόδου" στην κοινωνική της, αυτή τη φορά, διάσταση.

Σε ότι αφορά λοιπόν τις εκπαιδευτικές πρακτικές, αμφισβητήθηκαν έντονα οι αντιλήψεις οι οποίες επικέντρωναν τις προσπάθειές τους στις επαγωγικές διδακτικές προσεγγίσεις και τη συγκρότηση τεχνικών για τη μετάδοση γνώσεων απόλυτου κύρους. Σε αλληλεπίδραση με τις επιρροές από τα κινήματα του Νέου Σχολείου, βρήκαν θέση στο πολύπλοκο πλέγμα της διδακτικής διαδικασίας, όπως ακριβώς η προσπάθεια "μετάδοσης" της σχολικής γνώσης, έτσι και η αφομοίωση της επιστημονικής μεθοδολογίας, η κριτική στάση απέναντι στις επιστήμες και τις εφαρμογές

τους, η ανίχνευση των κοινωνικών και ιστορικών συνιστωσών της επιστημονικής δραστηριότητας, η αποδοχή των προσωπικών εναλλακτικών προσεγγίσεων, η ανάδειξη του υποκειμενικού παράγοντα, νομιμοποιούμενες τουλάχιστον στο επίπεδο της πρόσληψης, της κατανόησης και της εμπρόθετης δράσης των ερευνητών/τριών της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών. Έτσι, στα διάφορα ζητήματα της διδακτικής πράξης προστίθενται και άλλα προβλήματα, καθώς τα αντικείμενα της διδασκαλίας δεν αντλούνται από κλειστά σχήματα δομημένων πληροφοριών αλλά από ιστορικά μορφώματα με ορισμένη εμβέλεια και εναλλακτικούς δρόμους προσέγγισης.

### **2.3. Επιστημολογία της γνωστικής ανάπτυξης και Ψυχολογία της μάθησης: το ζήτημα της συγκρότησης της βιοματικής γνώσης**

Στα πλαίσια των παραδοσιακών ρευμάτων για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, ερωτήματα που σχετίζονται με το ρόλο των αισθήσεων, της χρήσης των αντιληπτικών δεδομένων και της εμπειρίας στην πρόσκτηση και την κατανόηση του κόσμου και απασχολούν επιστήμες όπως η Φιλοσοφία και η Ψυχολογία, πολύ συχνά έμοιαζαν να είναι απαντημένα, χωρίς, μάλιστα, να διατυπώνονται σαφώς. Η βαριά παράδοση του εμπειρισμού και του θετικισμού, έχει θέσει στο αυρόβλητο την ιδέα της πρωτεύουσας σημασίας της άμεσης εμπειρίας για τη μάθηση και την οικειοποίηση της γνώσης. Στη σχολική πρακτική, μάλιστα, όπου οι θεωρητικές παράμετροι των προβλημάτων τίθενται στο περιθώριο, σπανίως ανιχνεύουμε έστω και ορισμένα ψήγματα σχετικού προβληματισμού. Όμως, το ζήτημα αυτό απασχόλησε τα θεωρητικά ρεύματα και το στοχασμό τόσο σε μια επιστημολογική όσο και σε μια ψυχολογική προοπτική (Παπαμιχαήλ, 1988. Ραβάνης, 1999α).

Από επιστημολογική άποψη, ο G. Bachelard (1980), μελετώντας την εξέλιξη της επιστημονικής σκέψης στην ιστορική της διάσταση, διαπίστωσε ότι η αυθόρμητη βιοματική σκέψη που συγκροτείται στο φυσικό και κοινωνικό περιβάλλον είναι βυθισμένη στην πλάνη, στη συγκέντρωση αντιληπτικών δεδομένων που πραγματοποιείται χωρίς συστηματική αφαιρετική επεξεργασία, στη σχηματοποίηση που δεν οδηγεί στην προσέγγιση, την ερμηνεία και την κατανόηση του φυσικού κόσμου. Έτσι, υπέθεσε ότι η βιοματική γνώση αντί να διευκολύνει τη γνωστική συγκρότηση ορθώνει εμπόδια, αντί να απελευθερώνει τη σκέψη την εγκλωβίζει.

Με συγγενή προβληματική, αλλά με εντελώς διαφορετική μεθοδολογική προσέγγιση, ο J. Piaget αντιτιθέμενος στην εμπειριστική ιδέα της αισθητηριακής προέλευσης της γνώσης, υπέθεσε ότι η νόηση δεν βασίζεται στην πρόσκτηση πληροφοριών μέσω της εμπειρίας, αλλά στη δυνατότητα μετασχηματισμού των αισθη-



τηριακών δεδομένων, η οποία προκύπτει από τη συνολική δράση των υποκειμένων επί των αντικειμένων (Piaget, 1981). Όπως είναι γνωστό, ο Piaget και οι συνεργάτες/ιδές του επιχείρησαν, με τη χρήση μιας συστηματικής ερευνητικής μεθόδου, να αποκρυπτογραφήσουν τους μηχανισμούς με βάση τους οποίους συγκροτείται η ανθρώπινη σκέψη. Παρά το ότι η εργασία αυτή έχει μια σαφή επιστημολογική προοπτική, λόγω του θεωρητικού προσανατολισμού της αλλά και του ερευνητικού υλικού που παρήγαγε, επηρέασε βαθύτατα τόσο την Ψυχολογία της μάθησης και της γνωστικής ανάπτυξης όσο και τη Διδακτική. Έτσι, στο σημερινό επίπεδο ανάπτυξης της επιστημολογικής και ψυχολογικής σκέψης και ανεξαρτήτως της συμφωνίας ή της διαφωνίας με τις βασικές θέσεις της πιαζετικής σχολής, όπως, για παράδειγμα, οι λειτουργίες και οι μηχανισμοί δημιουργίας της σκέψης που εξεργάστηκε, δεν υπάρχει αμφιβολία πως σε ότι αφορά το ζήτημα της συγκρότησης της βιωματικής γνώσης στη σκέψη, πολύ δύσκολα μπορεί κανείς να αρνηθεί την σημασία των ευρημάτων του, γι' αυτό άλλωστε και αποτελεί διεθνώς ένα από τα σταθερότερα συστήματα αναφοράς.

Άλλωστε, την ιδέα της οικοδόμησης φαινομένων του φυσικού και κοινωνικού περιβάλλοντος μέσω παραστατικών μηχανισμών της νόησης οι οποίοι έρχονται σε αντίθεση με τα μοντέλα ερμηνείας των ειδικών από διάφορες επιστημονικές περιοχές, επιβεβαίωσαν χωρίς εξαιρέσεις διαφορετικές γνωστικές ψυχολογικές θεωρήσεις για τη μάθηση όταν επικέντρωναν την προσπάθειά τους στην έρευνα που σχετίζεται με τη διαδικασία ανάπτυξης και συγκρότησης της νόησης (Πόρποδας, 1984. Παπαμιχαήλ, 1988, 1994. Δημητρίου, 1993. Βοσνιάδου, 2004). Όμως, στο σύνολο σχεδόν των προσεγγίσεων της Ψυχολογίας της μάθησης και παρά το μεγάλο φάσμα των θεωριών, τις αποκλίσεις και τις αντιθέσεις, το κύριο πρόβλημα είναι το ζήτημα της νοητικής συγκρότησης και του μετασχηματισμού ή της αλλαγής των συγκροτούμενων στη σκέψη σχημάτων προσέγγισης του πραγματικού κόσμου. Πράγματι, οι ψυχολογικές προσεγγίσεις στη γνωστική, γενετική, εξελικτική, κοινωνιογνωστική, κοινωνιοπολιτισμική εκδοχή και προοπτική τους, θέτουν με συστηματικό τρόπο και με διαφορετικούς μεθοδολογικούς και ερευνητικούς προσανατολισμούς, το πρόβλημα της αναζήτησης των συνθηκών και των όρων υπό τους οποίους επιτυγχάνουμε γνωστικούς μετασχηματισμούς (Παπαμιχαήλ, 1988. Bigge, 1990. Δαφέρμος, 2002). Η ψυχολογική έρευνα λοιπόν, παρήγαγε μια σειρά από έννοιες-μήτρες, όπως, για παράδειγμα, τις έννοιες του "αναλογικού συλλογισμού" και της "γνωστικής σύγκρουσης", οι οποίες αποδείχτηκαν πολύ γόνιμες στα πλαίσια των αναζητήσεων για τη νοητική οικοδόμηση σχημάτων σκέψης σχετικών με το φυσικό κόσμο, αφού συναντώνται πολύ συχνά στις διδακτικές – πειραματικές διαδικασίες ανεξαρτήτως του αν αυτό επιδιώκεται, αναγνωρίζεται και δηλώνεται.

Αλλά το πρόβλημα της μελέτης των διαδικασιών και των μηχανισμών νοητικής συγκρότησης της επιστημονικής γνώσης, επιδέχεται πολλαπλές προσεγγίσεις και αναγνώσεις. Οι σχετικές αναζητήσεις στο εσωτερικό της Ψυχολογίας, της Επιστημολογίας, της Κοινωνιολογίας, της παραδοσιακής Παιδαγωγικής, αλλά και των σύγχρονων Επιστημών της Εκπαίδευσης, αν και συγκροτούνται υπό εντελώς διαφορετικές προοπτικές, μεθόδους προσπέλασης και στόχους, συμβάλλουν τελικώς στη διατύπωση ερωτημάτων των οποίων οι απαντήσεις αποτελούν προϋποθέσεις κάθε απόπειρας εκπαιδευτικής παρέμβασης, αλλά και κάθε δυνατής ή πιθανής Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών.

Τι είναι, όμως, αυτό που μπορούμε να αποκαλέσουμε επιστημονική γνώση συγκροτημένη στην ανθρώπινη σκέψη; Τι σχέση μπορεί να έχει με την καθημερινή γνώση στην οποία δεν αποδίδουμε "επιστημονικότητα"; Πως επιτυγχάνεται η μετάβαση από την αυθόρμητη-βιωματική στην επιστημονική γνώση; Ποια είναι η συμβολή του φυσικού, κοινωνικού και εκπαιδευτικού περιβάλλοντος σε αυτή τη διαδικασία μετάβασης και με ποιους ακριβώς μηχανισμούς συντελείται; Ο επιστημολογικός στοχασμός επιχειρώντας μια αρχική κατηγοριοποίηση με βάση την οποία μπορούμε να αντιληφθούμε σχηματικά τις σχέσεις, τις αποστάσεις βιωματικών και επιστημονικών γνωστικών πλαισίων, αλλά επίσης και τις λογικές μεταβάσεις από τα πρώτα στα δεύτερα, εντόπισε τρεις προσεγγίσεις (Κουζέλης & Κουλαϊδής, 1988. Κουζέλης, 1991).

- α) Εάν δεχτούμε ότι το όποιο βιωματικό σύστημα προσπέλασης του φυσικού κόσμου παρουσιάζει λειτουργικότητα και επεξηγηματική επάρκεια για το κάθε άτομο και παράλληλα υιοθετήσουμε μια σχετικιστική αντίληψη για την ισοδυναμία διαφορετικών συστημάτων πρόσληψης της πραγματικότητας, όπως για παράδειγμα ισοδυναμία μεταξύ των εννοιών των Φυσικών Επιστημών και των αντίστοιχων εμπειρικών, βιωματικών και καθημερινών κατασκευών της σκέψης, δεν μένει παρά να αδιαφορήσουμε ή ακόμα και να επιχειρήσουμε την ενίσχυση των χαρακτηριστικών του ατομικού γνωστικού πλαισίου του υποκειμένου.
- β) Μια δεύτερη επιλογή είναι αυτή της απόπειρας δημιουργίας δεσμών και οργάνωσης επικοινωνίας μεταξύ των βιωματικών και επιστημονικών πλαισίων με σκοπό την εξέλιξη και τη βελτίωση των αυθόρμητα συγκροτημένων προτύπων.
- γ) Τέλος, αν υποθέσουμε ότι η βιωματική γνώση αποτελεί εμπόδιο στη διαμόρφωση και το σχηματισμό του επιστημονικού πνεύματος, προσανατολιζόμαστε στη ρήξη με τα γνωστικά αυτά πλαίσια και την αντικατάστασή