

ΦΩΤΕΙΝΗ ΚΟΣΣΥΒΑΚΗ

**Η ΜΟΡΦΩΤΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ
ΤΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ
ΣΤΟ ΣΧΟΛΕΙΟ**

Ιωάννινα 2004

Φωτεινή Κοσσυβάκη*

Η μορφωτική σημασία της πειραματικής διαδικασίας στο σχολείο

Περίληψη

Η εργασία αυτή επικεντρώνει το ενδιαφέρον της στη μορφωτική σημασία της πειραματικής διαδικασίας στο σχολείο. Επιχειρείται η παρουσίαση της ιδιαίτερης μορφωτικής σημασίας του μαθήματος των Φυσικών Επιστημών για μια ολιστική προώθηση των μαθητών σε επίπεδο περιεχομένων και μεθόδων διδασκαλίας. Στη συνέχεια γίνεται αναφορά στα διάφορα πειράματα και ιδιαίτερα στο πείραμα μαθητή, το οποίο εξετάζεται από διδακτικής παιδαγωγικής μεθοδολογικής και κυρίως πολιτισμικής σκοπιάς.

Λέξεις κλειδιά: Πείραμα, Φυσικές Επιστήμες, πειραματική διαδικασία, Μόρφωση, ανθρωπολογική, μεθοδολογική, ψυχολογική, παιδαγωγική, πολιτισμική διάσταση

The educational meaning of the experimental process

Abstract

The present work focuses on the educational value of the experimental process at school. It presents the specific educational value of Natural Sciences for a holistic encouragement of pupils regarding content and methods. A reference is attempted to various experiments and especially to the pupil's experiment, which is studied from a didactic, pedagogical, methodological and mainly cultural point of view.

Keywords: Experiment, Natural Sciences, experimental process, Education, anthropological, methodological, psychological, pedagogical, cultural dimension

* Αναπλ. Καθηγήτρια Παιδαγωγικής στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης της Σχολής Επιστημών Αγωγής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων.

Εισαγωγή

Το πείραμα καταλαμβάνει στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών μια ιδιαίτερη θέση και ως μέσο και ως αντικείμενο διδασκαλίας. Αυτό σημαίνει ότι το πείραμα στη διδασκαλία επιτελεί συγκεκριμένη παιδαγωγική και διδακτική λειτουργία.

Πολλοί ερευνητές επισημαίνουν τη σπουδαιότητα της βασισμένης στο πείραμα διδασκαλίας. Η σπουδαιότητα της εμπειρικής, πειραματικής μάθησης είχε ήδη επισημανθεί από τον J.Dewey (1964) που θεωρούσε ότι έργο του εκπαιδευτικού είναι να οργανώνει δομημένες εμπειρίες που διευκολύνουν τη γνωστική ανάπτυξη. Ο C.R. Rogers (1963) υπογραμμίζει ότι η πειραματική μαθησιακή διαδικασία είναι σημαντική για το μαθητή σε ό,τι αφορά την προσωπική του συμμετοχή, τον προσδιορισμό στόχων και την ελευθερία στη μάθηση, προκειμένου να προχωρήσει προς την αυτοπραγμάτωση. Ταυτόχρονα είναι γενικά αποδεκτό πως η επιτυχία της πειραματικής μάθησης οφείλεται στην εστίαση της προσοχής και της συγκέντρωσης του μαθητή, λειτουργίες που συγκαταλέγονται μεταξύ των κυριότερων παραγόντων δράσης. Στο πνεύμα αυτό ο σκοπός της συγκεκριμένης μελέτης επικεντρώνεται στα ακόλουθα σημεία:

- Πρώτον στην ανάδειξη της μορφωτικής αξίας του μαθήματος των Φυσικών Επιστημών και για τους μαθητές του Δημοτικού Σχολείου,
- Δεύτερον στην επισήμανση συγκεκριμένων πειραμάτων, ως καταλληλότερων για το δημοτικό σχολείο, και
- Τρίτον στην ιδιαίτερη συμβολή της πειραματικής διαδικασίας στην εκπαιδευτική πράξη.

Επομένως, η προβληματική της μελέτης αυτής στρέφεται γύρω από το είδος του πειράματος που μπορεί να πραγματοποιηθεί στο δημοτικό σχολείο και τις λειτουργίες που αυτό επιτελεί. Για να καταστεί κατανοητή η ιδιαίτερη σημασία της πειραματικής λειτουργίας, επιβάλλεται να αναδειχθεί και η ιδιαιτερότητα του μαθήματος των Φυσικών επιστημών μεταξύ των υπολοίπων μαθημάτων που διδάσκονται στο δημοτικό σχολείο.

1. Το μάθημα των Φυσικών Επιστημών και η μορφωτική του αξία

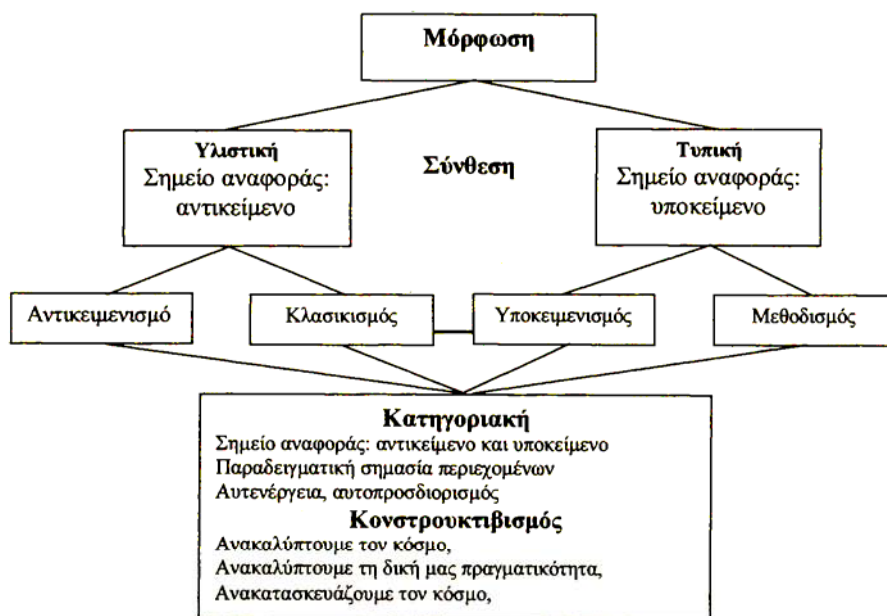
Η μορφωτική αξία του μαθήματος των Φυσικών Επιστημών, ιδιαίτερα στο δημοτικό σχολείο, τοποθετείται σε νέα βάση, στην οποία οδηγούν αφενός νέα ερευνητικά πορίσματα που σχετίζονται με το συγκεκριμένο μάθημα και αφετέρου στην αναθεώρηση του όρου μόρφωση.

Τα αποτελέσματα της PISA (Artelt/Baumert u.a. 2001) δείχνουν την περιορισμένη αναγνωστική ικανότητα των 15χρονων καθώς και σοβαρές ελλείψεις στα μαθηματικά και στις Φυσικές Επιστήμες. Τα εκπαιδευτικά συστήματα άλλων χωρών, όπως της Φιλανδίας, της Σουηδίας και του Καναδά που διαφοροποιούνται προς το καλύτερο από τα συστήματα άλλων χωρών μεταξύ των οποίων συγκαταλέγεται και η Ελλάδα, αφού οι μαθητές των χωρών αυτών τα καταφέρνουν σαφώς καλύτερα στους παραπάνω τομείς, επειδή διδάσκονται οι Φυσικές Επιστήμες και η Ξένη Γλώσσα από την προσχολική ηλικία. Ταυτόχρονα επικρατεί και μια γενικότερη πρόταση σε επίπεδο αγωγής και εκπαίδευσης, που επικεντρώνει το ενδιαφέρον της στην προώθηση της πολλαπλής νοημοσύνης (Gardner, 1993) στην πρώιμη παιδική ηλικία, όπως της γλωσσικής, λογικομαθηματικής, ενδοπροσωπικής, διαπροσωπικής, χωρικής, κιναισθητικής, μουσικής και νατουραλιστικής νοημοσύνης. Και αυτό επειδή, όπως είναι πλέον διακριβωμένο, ο άνθρωπος σε καμία φάση της ζωής του δεν είναι τόσο δεκτικός και ικανός για μάθηση όσο στην πρώιμη σχολική ηλικία. Αυτό το δυναμικό ανάπτυξης και η υψηλή προθυμία μάθησης των παιδιών προσχολικής και πρώιμης σχολικής ηλικίας στην Ελλάδα παραμένει ως ένα βαθμό ανεκμετάλλευτο σε σχέση με τις δυνατότητες που προσφέρει το μάθημα των Φυσικών Επιστημών και του πειράματος, παρόλο που, όπως έχει τονιστεί, η συγκεκριμένη ηλικιακή φάση θεωρείται κεντρικής σημασίας για τις επόμενες μαθησιακές επιδόσεις των μαθητών στη συγκεκριμένη γνωστική περιοχή. Η προώθηση της αντιληπτικής ικανότητας, του ψυχοκινητικού τομέα, της συναισθηματικότητας, της κοινωνικής συμπεριφοράς και των γνωστικών ικανοτήτων επιβάλλεται να τοποθετηθούν στο κέντρο της υποχρεωτικής και πρώιμης σχολικής εκπαίδευσης, δεδομένου ότι εμπειρίες για τη φύση και τα φυσικά φαινόμενα, το χώρο κ.λπ. είναι απαραίτητες για τη στήριξη και ανάπτυξη της προσωπικότητας. Όπως τονίσαμε τα εκπαιδευτικά συστήματα άλλων χωρών, των οποίων οι μαθητές τα καταφέρνουν καλύτερα, δίνουν ιδιαίτερη έμφαση στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών από πολύ νωρίς όχι ως ξεχωριστού μαθήματος αλλά στο πνεύμα της διαθεματικότητας. Για το σκοπό αυτό προτείνεται από τον Κονστρουκτιβισμό η συγκρότηση αυθεντικών περιβαλλόντων μάθησης που αφυπνίζουν την περιέργεια, ασκούν την παρατηρητικότητα, οργανώνουν συστηματικά μια διδακτική και μαθησιακή δραστηριότητα, έτσι ώστε οι μαθητές να ασχολούνται με θέματα παρατήρησης φυσικών φαινομένων και να ανακαλύπτουν κανονικότητες.

Εξάλλου στο κέντρο της μάθησης και της επίδοσης στο μετανεωτερικό σχολείο τοποθετείται η ανάπτυξη των βασικών δεξιοτήτων και ικανοτήτων που διασφαλίζουν το πλαίσιο για τη μελλοντική μάθηση, όπως παρουσιάζε-

ται στο πλαίσιο της πολλαπλής νοημοσύνης, καθώς και στρατηγικές για τη δια βίου μάθηση και εκπαίδευση. Από τη σχετική βιβλιογραφία (Meyer, 1997) τονίζεται ιδιαίτερα η ανθρωπιστική και η μορφωτική λειτουργία του σχολείου, ως απαραίτητες λειτουργίες ένταξης του υποκειμένου σε ένα συνεχώς μεταβαλλόμενο περιβάλλον. Στο πνεύμα αυτό αναθεωρείται και το περιεχόμενο της έννοιας «μόρφωση».

Σχήμα 1: Το νέο περιεχόμενο της έννοιας «μόρφωση»



Σε σχέση με το νέο ορισμό για τη μόρφωση παρατηρείται ο επανακαθορισμός της έννοιας μόρφωση ως σύνθεση των θεωριών που μέχρι σήμερα προέκυψαν (Klafki, 1985, 64) και στον οποίο ενσωματώνεται η θέση του Κονστρουκτιβισμού (σχήμα 1), στην κατεύθυνση της οποίας μπορεί κατά τη γνώμη μας να συμβάλει τα μέγιστα η πειραματική διαδικασία.

Σύμφωνα με τη θεωρία του αντικειμενισμού η μόρφωση ορίζεται ως διαδικασία κατά την οποία ο άνθρωπος αφομοιώνει τα περιεχόμενα, όπως είναι, δεδομένου ότι θεωρεί ότι παραμένουν αναλλοίωτα πολιτισμικά αγαθά, όπου ο εκπαιδευτικός εμμένει στη διαδικασία της αφομοίωσης και της μετάδοσης. Στη θεωρία του κλασικισμού ως μορφωτικά περιεχόμενα θεωρούνται τα κλασσικά, ενώ διδακτική διαδικασία παραμένει ως μετάδοση. Στη θεωρία

του υποκειμενισμού η μόρφωση επικεντρώνεται στην ανάπτυξη των δυνάμεων του παιδιού και στο λειτουργικό της χαρακτήρα, στη θεωρία του μεθοδισμού στην απόκτηση μεθοδικής ικανότητας και εισάγει στη διδακτική διαδικασία την αυτενέργεια. Η κατηγοριακή μόρφωση, όπως την προτείνει ο W. Klafki (1985), επιχειρεί τη σύνθεση όλων των θεωριών, εισάγοντας από την υλιστική θεωρία την παραδειγματική σημασία των περιεχομένων και από την τυπική θεωρία τον αυτοπροσδιορισμό και την ολόπλευρη ανάπτυξη του μαθητή, καθώς και διαδικασίες συμμετοχής, όπου η διδασκαλία να ανοίγει διεξόδους στις εμπειρίες των μαθητών και να αναπτύσσονται οι ικανότητες τους. Στο σημερινό της πλαίσιο όμως η μορφωτική λειτουργία απαιτεί τη συγκρότηση ενός υποκειμένου που παρεμβαίνει ενεργά. Την πτυχή αυτή τονίζει ο Κονστρουκτιβισμός (Förster, 1992) εισάγοντας την έννοια της κατασκευής στη μαθησιακή διαδικασία, ως απαραίτητη προϋπόθεση για την ανάπτυξη των δυνάμεων του μαθητή, που θα τον βοηθήσουν να γίνει μια ολοκληρωμένη προσωπικότητα που συμμετέχει, παρεμβαίνει εναλλακτικά και προτείνει, να αποκτήσει δηλαδή το υποκείμενο και πολιτικά κριτήρια στη δράση του, παράλληλα τονίζει όχι μόνο την παραδειγματική και την κλασική σημασία των περιεχομένων διδασκαλίας αλλά και την επαφή των μαθητών με αυθεντικά και όχι προκατασκευασμένα περιβάλλοντα μάθησης. Η πειραματική διαδικασία αποτελεί τη βάση για τη μετάβαση (Ματσαγγούρας, 2003, 152, κ.ε.) από την εμπειρική-βιωματική γνώση στην επιστημονική κυρίως με διαδικασίες ανακατασκευής και αναδιαμόρφωσης της εμπειρικής, βιωματικής γνώσης. Ταυτόχρονα το μάθημα των Φυσικών Επιστημών δεν περιορίζεται μόνο σε διαδικασίες ανακάλυψης της γνώσης μέσα από την ομαδοσυνεργατική μάθηση, όπως υποστηρίζει ο Κόκκοτας (2002, 66 κ.ε.), αλλά και κατασκευή και παραγωγή νέων ιδεών και γνώσεων, μέσα από διαδικασίες, ανάπτυξης, διαφοροποίησης, ενοποίησης των προϋπαρχουσών ιδεών των μαθητών, τροποποίησης, προσθήκης ιδεών. Θεωρώ ότι το μάθημα αυτό προχωρεί στον εντοπισμό της πραγματικότητας, στην ανακάλυψη της υποκειμενικής πραγματικότητας μέσα από τη διερεύνηση των ιδεών και ιδιαίτερα συμβάλλει στη συνετή παρέμβαση, αλλαγή αλλά και προστασία του φυσικού και κοινωνικού περιβάλλοντος και αναδεικνύει προοπτικές βελτίωσης της πραγματικότητας. Το σημαντικότερο πλεονέκτημα εντοπίζεται στην απαλλαγή των μαθητών από αυτονόητα.

Το μάθημα των Φυσικών Επιστημών και ιδιαίτερα το πείραμα συμβάλλει στην εισαγωγή του πλουραλισμού στις μορφές προσέγγισης της γνώσης (Messner, u.a., 1997, 5-31) και μπορεί να ανταποκριθεί πληρέστερα από άλλα μαθήματα στη μορφωτική λειτουργία του σχολείου.

Σχήμα 2: Η σφαιρική προώθηση του μαθητή μέσα από το μάθημα των Φυσικών Επιστημών.



Η διδασκαλία στο νεωτερικό σχολείο με τα διακριτά μαθήματα περιορίστηκε σε σημαντικό βαθμό μόνο στο πεδίο της συγκεκριμένης επιστήμης. Στο μετανεωτερικό σχολείο με την εφαρμογή της διαθεματικότητας επιβάλλεται να προσλάβει το μάθημα μια γενικότερη μορφωτική διαδικασία που θα εκτείνεται και πέρα από τα όρια της μετάδοσης της γνώσης και στην απόκτηση από τους μαθητές μεθοδικής, προσωπικής και κοινωνικής ικανότητας Messner, ό.π. (σχήμα 2). Από την άλλη η ανθρωπιστική λειτουργία απαιτεί περισσότερα από μια άνετη διαβίωση του μαθητή στο σχολείο, να αναπτύξει ηθική και κοινωνική συνείδηση και ταυτόχρονα να απολαμβάνει τη μαθησιακή διαδικασία.

Η παιδαγωγική επίδραση της διδασκαλίας, όπως τονίζουν πλέον και ειδικοί στη διδασκαλία του μαθήματος των Φυσικών Επιστημών (Müller 1997, 32-62), στους παραπάνω τομείς ανάπτυξης ικανοτήτων δεν επαρκεί, όταν οι γνώσεις και οι ικανότητες παραμένουν στο νου των μαθητών θεωρητικά και δεν γίνονται πράξη με το βίωμα σε μια πρακτική ηθικής και πρακτικής δράσης τους, κατάσταση που επικρατεί στα περισσότερα μαθήματα. Για το λόγο αυτό τονίζουν ότι μέσα από την ενάσκηση των μαθητών στα διάφορα πειράματα μπορεί να διδαχτεί η κατανόηση (Wagenschein, 1990) και η κοινωνική μάθηση. Μέθοδοι που οδηγούν στη γνώση και στο πείραμα μπορούν να τεθούν σε κριτική θεώρηση, έτσι ώστε να αναπτυχθεί στους μαθητές η σκέψη

σύμφωνα με συγκεκριμένα μοντέλα και μεθόδους. Στο πλαίσιο αυτό δεν εκμαθίζεται μόνο η λογική σκέψη αλλά προωθείται και η συμπλήρωση, η αναθεώρηση και ο μετασχηματισμός της.

Σήμερα τονίζεται και από τους φυσικούς η παιδαγωγική σημασία της διδασκαλίας, δεδομένου ότι στο μάθημα αυτό αλλά και σε όλα τα μαθήματα δεν δίνονταν ιδιαίτερη βαρύτητα στις κοινωνικές αλλαγές, στις ανάγκες και τα ενδιαφέροντα των μαθητών. Για το λόγο αυτό επανέρχεται στο προσκήνιο η μορφωτική και ειδικότερα η παιδαγωγική σημασία της διδασκαλίας, ακόμα και όταν αυτή πραγματοποιείται σε διακριτά μαθήματα, να μην περιορίζεται στους γνωστικούς στόχους, αλλά κυρίως να διευρύνεται η αποστολή της και στη μορφωτική της διάσταση, όπως είναι η μεθοδική, προσωπική και κοινωνική ικανότητα, ως μια κατά τον Max Scheler (1995) σύνθεση της ορθολογικότητας, της συναισθηματικότητας και της ηθικής συνείδησης, σύνθεση που, όπως υποστηρίζει, πετυχαίνεται αποτελεσματικά μέσα από τη διδασκαλία πειραμάτων. Η ορθολογική διείσδυση των συναισθημάτων στη δράση του ανθρώπου, όπως ο αναστοχασμός και η αυτοκριτική οδηγεί σε μια κατανόηση του προσωπικού εγώ, στη διανοητική ενηλικίωση, στη διαλογική ικανότητα και σε τελική ανάλυση στην ανάπτυξη της υπευθυνότητας, δεδομένου ότι ο άνθρωπος στο σύνολό του εκλαμβάνεται ως ορθολογικά σκεπτόμενος με συναισθηματικότητα και κοινωνική δράση. Αυτή η σφαιρική θεώρηση του ανθρώπου μπορεί να πραγματοποιηθεί κυρίως μέσα από πειραματικές διαδικασίες στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών. Παρόμοιες θέσεις υποστηρίζονται και αντικατοπτρίζονται στη δεκαετία του 1970, όπου έρευνες και δημοσιεύσεις ειδικών οδήγησαν σε ευρωπαϊκές χώρες στην εισαγωγή των Φυσικών Επιστημών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση και μέσα από το μάθημα αυτό τεκμηριώνονται θέσεις της Παιδαγωγικής, της Εξελικτικής Ψυχολογίας και της Ανθρωπολογίας. Στη δεκαετία του 1980 στην ελληνική εκπαίδευση και στα πλαίσια του μαθήματος Μελέτη του Περιβάλλοντος διαμορφώνεται το μάθημα “Εμείς και ο Κόσμος” που περιλαμβάνει θέματα Φυσικών Επιστημών, Βιολογίας και Τεχνολογίας, με αποτέλεσμα οι Φυσικές Επιστήμες να προσλαμβάνουν τα τελευταία χρόνια διαμορφωτικό χαρακτήρα σε πολλές περιοχές της ζωής. Αποτελούν τη βάση όλων των θετικών επιστημών και τα αποτελέσματά της επιδρούν στις πνευματικές και κοινωνικές επιστήμες. Ιδιαίτερη θέση στο μάθημα αυτό αποδίδει ο Martin Wagenschein (1990), υπογραμμίζοντας ότι το παιδαγωγικό στοιχείο του συγκεκριμένου γνωστικού αντικείμενου έγκειται στο γεγονός ότι αποτελεί το κυρίαρχο πεδίο μέσα από το οποίο εισάγουμε τους μαθητές στην ουσία των πραγμάτων, όπου μέσα από την αντιπαράθεση του ανθρώπου με τα πράγματα αλλάζει και ο άνθρωπος και αποκτά μια νέα σχέση προς αυτά. Ο Martin Wagenschein (σχήμα 3) ως Φυ-

σικός αναζήτησε μια νέα μορφή της διδασκαλίας και μάθησης που έδινε προτεραιότητα στην κατανόηση από τη συσσώρευση γνώσεων. Για το σκοπό αυτό εισήγαγε την αρχή της παραδειγματικής μάθησης, υπογραμμίζοντας ως καταλληλότερο για το σκοπό αυτό το μάθημα των Φυσικών Επιστημών. Σημαντικά παραδείγματα διανοίγουν προσβάσεις σε συγκεκριμένα φυσικά αλλά και κοινωνικά φαινόμενα. Η παραδειγματική μάθηση προσανατολίζεται σε μια πορεία από το μερικό προς το γενικό. Το μάθημα το προσανατολισμένο στα παραδείγματα επέχει μια μορφωτική λειτουργία για την απόκτηση γνώσεων, για τη βάση ανάπτυξης ηθικής συνείδησης, για την απόκτηση στάσεων και συμπεριφορών καθώς και για την ανάπτυξη μιας αισθητικής κριτικής ικανότητας. Ο Martin Wagenschein ό.π. ολοκληρώνει την αρχή της παραδειγματικής με τη γενετική-μαιευτική διαδικασία. Ως τέτοια χαρακτηρίζει τη διδακτική διαδικασία, κατά την οποία λαμβάνονται υπόψη και ενσωματώνονται εποικοδομητικά οι εμπειρίες, οι προγνώσεις, οι σκέψεις και οι ιδέες των μαθητών και από κοινού με αυτούς ο εκπαιδευτικός αναζητεί δρόμους ανακάλυψης για να καταλήξουν σε μια κατανοητή από όλους γνώση, όπου κατασκευάζονται σχέσεις μεταξύ των φαινομένων. Το μάθημα των Φυσικών Επιστημών ο Wagenschein το αποκαλεί ως «κήπο του ανθρώπινου», οι Φυσικές Επιστήμες εκλαμβάνονται ως μια μορφή θεώρησης του κόσμου. Οι Φυσικές Επιστήμες καλούνται να δείξουν τον κόσμο όχι όπως αυτός είναι αλλά τον ποιοτικό τρόπο πρόσβασης του ανθρώπου στη φύση. Ακολουθείται μια πορεία από την παρατήρηση στην κατανόηση, από το στοχασμό στην κρίση και κριτική ικανότητα, όπου οι μαθητές δεν μαθαίνουν μόνο την ουσία ενός πράγματος αλλά ταυτόχρονα γνωρίζουν και τον τρόπο που από κοινού κατέληξαν στη συγκεκριμένη γνώση. Η μαιευτική-παραδειγματική διδασκαλία είναι μια διδασκαλία της επιλογής, της συγκέντρωσης, του διαλόγου, της συνεργασίας και συλλογικότητας και κυρίως της επιμελημένης και στοχαστικής διερεύνησης.

Σχήμα 3: Η ιδέα της παραδειγματικής σημασίας των γνωστικών αντικειμένων

Φυσικές Επιστήμες		Το Παραδειγματικό
Γεωγραφία		Το τυπικό
Ιστορία		Το αντιπροσωπευτικό, το δυνατό για εκ νέου αναπαράσταση
Γλώσσα	Διδασκαλία της Γλώσσας	Η μεταβαλλόμενη δομή
	Λογοτεχνία	Το κλασικό
Τέχνη- Μουσική		Η απλή αισθητική μορφή
Θρησκεία		Το συμβολικό
Τεχνικά, σωματική αγωγή		Η απλή σκόπιμη μορφή

Ο Martin Wagenschein (1990, 10 κ.ε) υπογραμμίζει ότι “δεν είναι αρκετό οι μαθητές να γνωρίσουν τα αποτελέσματα των Φυσικών Επιστημών, αλλά πολύ περισσότερο να τα οικειοποιηθούν μέσα από τη δράση, την πράξη”. Αυτός που γνωρίζει καλά υπερτερεί σε κάθε κατεύθυνση εκείνου που απλά κάνει διαχείριση. Από αυτό προκύπτουν τρεις βασικές επιδιώξεις:

- Οικειοποίηση πληροφοριών και θέσεων για φυσικαλιστικές διαδικασίες και νόμους και την εφαρμογή τους στην Τεχνική.
- Οικειοποίηση στρατηγικών δοκιμής και πειραματικών μεθόδων για επιστημονικές μορφές λύσης και διαδικασίες στις Φυσικές Επιστήμες.
- Προώθηση της ικανότητας του μαθητή για μια ανάλυση της διεξαγωγής πειραμάτων και των τρόπων επίλυσης.

Με τον προσδιορισμό εκ των υστέρων εκείνων των παραγόντων που έχουν συμβάλει στη λύση και τη χρησιμοποίηση κριτηρίων αξιολόγησης, διαπιστώνεται πως προέκυψε το αποτέλεσμα και ο μαθητής διεισδύει σε τεχνικές διαδικασίες.

Ωστόσο η μορφωτική σημασία του μαθήματος των Φυσικών Επιστημών εξαρτάται από το περιεχόμενο του μαθήματος, ανάλογα με τον τρόπο που σταδιακά επιτρέπει την κατανόησή του, όπου ταυτόχρονα με τη νοητική διαμόρφωση εμπεριέχει και άλλα στοιχεία σημαντικά για τη γνώση και τη συγκρότηση του χαρακτήρα. Ο μαθητής για παράδειγμα πρέπει στο πλαίσιο του μαθήματος να οδηγηθεί σε μια νοητική δράση μέσα από την οποία βήμα-βήμα και προοδευτικά αναγνωρίζει τη δομή και τη νομοτέλεια της φύσης. Ταυτόχρονα επιβάλλεται να παραμείνει ο μαθητής στο ρόλο του ερευνητή και να μάθει κυρίως να θέτει ερωτήματα, όπου μέσα από την παρατήρηση, την εμπειρία και το πείραμα επιχειρεί να τους δώσει απάντηση.

Από τα παραπάνω συνάγεται ότι η μορφωτική αξία των Φυσικών Επιστημών έγκειται κυρίως στη χαρακτηριστική διαδικασία μέσα από την οποία οδηγείται κανείς σε διαπιστώσεις και συμπεράσματα, στη μορφή των αποδεικτικών στοιχείων και αποδεικτικών διαδικασιών και στο βαθμό της βεβαιότητας των αποκτηθεισών γνώσεων.

Το μάθημα από τη φύση του θέτει στο κέντρο και τη μάθηση της μάθησης.

Ήδη από τη δεκαετία του 1970 το Ινστιτούτο Παιδαγωγικής και Φυσικών Επιστημών στο Kiel (Schraudolph, 1979, 209 κ.ε.) διατυπώνει τον ακόλουθο κατάλογο στόχων που είναι κυρίως διαδικασίες που προωθούν τις γνωστικές, κοινωνικές και προσωπικές ικανότητες των μαθητών, όπως για παράδειγμα ο μαθητής να είναι σε θέση:

- Να προβαίνει σε στοχευμένες παρατηρήσεις, δηλαδή, να κατανοεί την παρατήρηση, να τη διατυπώνει λεκτικά, να την καταγράφει.

- Να είναι σε θέση να προχωρεί συστηματικά στην κατανόηση δηλαδή, να περιγράφει διαδικασίες, να ονομάζει αντικείμενα και έννοιες, να μετατρέπει τις οπτικές πληροφορίες σε λεκτικές, να συζητεί νοητικές διεργασίες.
- Να λειτουργεί με πρακτικές δεξιότητες, δηλαδή, να χειρίζεται συσκευές και αντικείμενα, να διεξάγει πειράματα σύμφωνα με οδηγίες, να διεξάγει αυτόνομα μια πειραματική διαδικασία.
- Να αποκτήσει εργασιακές τεχνικές, δηλαδή, να μπορεί να συστηματοποιεί την εργασιακή διαδικασία, να αποφασίζει για εταιρική ή ομαδική εργασία, να εργάζεται σκόπιμα και στοχευμένα, να κατανέμει συνετά το χρόνο.
- Να είναι σε θέση να διατυπώνει και επιλύει προβλήματα, δηλαδή, να εντοπίζει προβλήματα, να διατυπώνει υποθέσεις, να προτείνει τρόπους επαλήθευσης των υποθέσεων, να διατυπώνει υποθέσεις και να προβαίνει σε διαδικασίες ελέγχου των υποθέσεων, να συζητά προβλήματα.
- Να μπορεί να σχηματοποιεί διαδικασίες, δηλαδή, να ετοιμάζει πίνακες, να ολοκληρώνει διαγράμματα, να ετοιμάζει σκίτσα, ιχνογραφήματα και συμβολικές αναπαραστάσεις.
- Να καταστεί ικανός να αντλεί πληροφορίες από προσωπικά σχήματα, από ερωτήσεις άλλων συμμαθητών, εκπαιδευτικών, από άλλα εγχειρίδια, να αναλύει σχήματα, να αναζητεί την προέλευση των πληροφοριών.
- Να είναι σε θέση να προβαίνει σε γενικεύσεις και μεταφορές, δηλαδή, να προβαίνει σε συστηματική διάταξη και ταξινόμηση, να αποκτά τη γενική θεώρηση μέσα από την ταξινόμηση, να διακρίνει τα σημαντικά από μη σημαντικά συμπεράσματα να μπορεί να θεωρητικοποιεί.
- Να καταστεί ικανός να αναπτύσσει και ολοκληρώνει μοντέλα, δηλαδή, να συστηματοποιεί, να μεταφέρει, να αξιοποιεί γνώσεις.

Από το περιεχόμενο των παραπάνω στόχων μας επιτρέπεται να συμπεράνουμε ότι ο απώτερος σκοπός του μαθήματος επικεντρώνονταν στο να καταστεί ο μαθητής ικανός να κατανοεί έναν κόσμο τεχνικά προσδιορισμένο. Σήμερα από το σκοπό του μαθήματος στο Δημοτικό σχολείο παρατηρείται μια ανθρωπιστική μεταστροφή. Για παράδειγμα διαπιστώνεται ότι το πλαίσιο του προγράμματος σπουδών για το μάθημα «Ερευνώ το Φυσικό Κόσμο» (ΦΕΚ, 1375, Τ. Β. 1421-1423, 18-10-2001) για τις τάξεις Ε' και ΣΤ' Δημοτικού τονίζει την εισαγωγή του μαθητή στον τρόπο προσέγγισης και μελέτης των Φυσικών Επιστημών μέσα από το σεβασμό της νοητικής ανάπτυξης τους, του γνωστικού υπόβαθρου και των προσδοκιών, του κοινωνικού επιπέδου και την πρόσδεση με το τοπικό περιβάλλον. Στις βασικές επιδιώξεις του μαθήματος συγκαταλέγονται ό.π.:

Σε γνωστικό επίπεδο οι μαθητές

- Να γνωρίζουν θεωρίες, νόμους και αρχές που αφορούν τα επί μέρους αντικείμενα των Φυσικών Επιστημών.
- Να είναι ικανοί να ερμηνεύουν φυσικά φαινόμενα.
- Να κατανοούν τις σχέσεις των οργανισμών με το περιβάλλον στο οποίο ζουν,

- Να έρθουν σε επαφή με σύγχρονες ιδέες και θέματα από το χώρο των Φυσικών Επιστημών.
- Να αποκτήσουν ανεξάρτητη σκέψη και ικανότητα για λογική αντιμετώπιση καταστάσεων και να εξοικειωθούν με την απλή επιστημονική ορολογία.

Σε επίπεδο συναισθηματικό, κοινωνικό οι μαθητές

- Να εισαχθούν στην ανάπτυξη ομαδοσυνεργατικού πνεύματος για την επίτευξη κοινών στόχων.
- Να αποκτήσουν αισθητικές αξίες για το περιβάλλον

Σε επίπεδο ψυχοκινητικό και ψυχοκοινωνικό οι μαθητές

- Να εξοικειωθούν με τον επιστημονικό τρόπο σκέψης και την επιστημονική μεθοδολογία (παρατήρηση, διατύπωση υποθέσεων, συγκέντρωση και αξιοποίηση πληροφοριών, πειραματικό έλεγχο, εξαγωγή συμπερασμάτων, γενίκευση και κατασκευή μοντέλων.
- Να αξιολογούν κριτικά τις τεχνολογικές εφαρμογές σχετικά με τις επιπτώσεις στο φυσικό και κοινωνικό περιβάλλον και στη συμβολή για τη βελτίωση της ποιότητας της ζωής.
- Να αποκτήσουν ικανότητα συμμετοχής στην κοινή προσπάθεια επίλυσης προβλημάτων.
- Να συσχετίζουν τον τρόπο ζωής και τις ιδιαίτερες συμπεριφορές του ατόμου με το περιβάλλον και τον πολιτισμό στον οποίο ζουν.

Από τη συνοπτική παρουσίαση του πλαισίου του συγκεκριμένου μαθήματος και στο δημοτικό σχολείο διαπιστώνεται μια μεταστροφή στους σκοπούς του από το 1980 που είναι τεχνοκρατικής φύσης σε μια ανθρωπιστική και ολιστική μορφωτική σημασία.

Από το σκοπό του μαθήματος και εν όψει των επιδράσεων του Κονστρουκτιβισμού, συνάγεται ότι ο σκοπός του μαθήματος των Φυσικών Επιστημών επιβάλλεται να επικεντρωθεί και στα ακόλουθα σημεία: *Να οικειοποιηθούν οι μαθητές τις σημαντικότερες γνώσεις και μορφές εργασίας αυτής της επιστήμης και να συνειδητοποιήσουν τις τεχνικές και οικονομικές εφαρμογές, καθώς και την πολιτισμική σημασία. Να γίνουν ικανοί να κατανοούν τον τεχνικό κόσμο, να ανακαλύπτουν και να αξιολογούν πτυχές του, κυρίως μέσα από πειράματα που μπορούν οι ίδιοι οι μαθητές να διεξάγουν. Πρόκειται για μια αγωγή σε έναν ώριμο χειραφετημένο και εξειδικευμένο άνθρωπο.*

Τη διάσταση αυτή τονίζει ο Martin Wagenschein (1965, 255) και κατατάσσει στους πρωταρχικούς στόχους του μαθήματος: πρώτον ο μαθητής να κατανοεί, να εξηγεί και να αναζητεί τα αίτια και δεύτερον να βιώνει τον τρόπο με τον οποίο κατασκευάζεται ένα πείραμα, το οποίο αποτελεί ένα ερώτημα του ανθρώπου προς τη φύση, τον τρόπο που το κατασκευάζει, το εφαρμόζει και το αξιοποιεί (ό.π. 256). Διαφαίνεται επομένως, ότι κεντρική θέση στη διαδικασία παραγωγής και βίωσης του τρόπου παραγωγής γνώσης στη Φυσικές Επιστήμες κατέχει το πείραμα.

2. Η σημασία του πειράματος, είδη πειραμάτων

● Σημασία

Στην πορεία για τη γνώση και τις διαδικασίες ιδιαίτερη σημασία αποδίδεται στο πείραμα. Αυτή η πορεία δεν μπορεί να είναι αυτοσκοπός, αλλά μέρος της διαδικασίας απόκτησης της γνώσης. Το πείραμα θεωρείται ως μια σκόπιμα προκαλούμενη φυσική διαδικασία μέσα σε απλουστευμένες συνθήκες, το οποίο σχεδιάζουμε και διεξάγουμε για να διαπιστώσουμε το βαθμό στον οποίο οι σκέψεις μας και οι αναπαραστάσεις μας για τη φύση και για την παρεμβασή μας σε αυτή είναι ορθές και συνετές. Στο βαθμό που τις υποψίες και υποθέσεις μας τις εξετάζουμε με πειράματα, οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι η αυθεντία ανήκει στην ίδια τη φύση και όχι στις δικές μας απόψεις. Με τον τρόπο αυτό διασφαλίζεται η ομαλή πορεία από την παιδική θεώρηση της Φύσης στην επιστημονική παρατήρηση, μια πορεία ανακατασκευής, όπου η εμπειρική-βιωματική γνώση (Ματσαγγούρας, 2003) μετατρέπεται σε μια ποιητική σχολική γνώση που φιλτράρει την εμπειρική γνώση και εισάγει το μαθητή στην επιστημονική γνώση.

Σήμερα, σε μια εποχή που η διδασκαλία προσανατολίζεται στο ενεργό υποκείμενο (Κοσσυβάκη, 2003) και εν όψει των τεσσάρων πυλώνων της εκπαίδευσης στον 21ο αιώνα, (μαθαίνω να μαθαίνω, να ενεργώ, να συνυπάρχω και να υπάρχω) η πειραματική διαδικασία θεωρούμε ότι είναι απαραίτητη, προκειμένου, μέσα από τη γνώση και τη συνετή χρήση της, ο μαθητής να αποκτήσει τα χαρακτηριστικά ενός υπεύθυνου και ενεργού υποκειμένου. Ταυτόχρονα διαμορφώνει συνθήκες, υλικών και τυπικών προϋποθέσεων των μαθημάτων που θα ακολουθηθούν, αφυπνίζει το ενδιαφέρον για εξειδικευμένου τύπου ερωτήματα, ενεργοποιεί το μαθητή για να αναπτύξει ενδιαφέροντα στα μαθήματα που θα ακολουθήσουν, δεδομένου ότι η λέξη πείραμα σημαίνει δοκιμή, εξέταση, εγχείρημα, διαδικασίες ιδιαίτερα προσφιλείς στους μαθητές, επειδή τους βγάζουν από τις συνήθεις μορφές παθητικής γνώσης. Με τον όρο πείραμα (Meyer 1987, Κοσσυβάκη, 2003, 359) περιγράφεται το σχεδιασμένο και ελεγχόμενο με επαλήθευση εγχείρημα ενός ερωτήματος ή προβλήματος και οδηγεί στη διαλεύκανση και αποσαφήνιση μιας διαδικασίας.

Το πείραμα επομένως, αποτελεί το ερώτημα του φυσικού επιστήμονα προς τη φύση. Για το λόγο αυτό αποτελεί το κριτήριο για την εξέταση και διερεύνηση διατυπωμένων υποθέσεων. Οι μαθητές πρέπει να μάθουν με την πειραματική διαδικασία να αποκτήσουν σφαιρική θεώρηση προσέγγισης ενός ερωτήματος, να παρατηρούν λογικά και κριτικά και να αξιολογούν ορθά. Το πείραμα χαρακτηρίζεται από στοιχεία που διευκολύνουν την σταδιακή εισαγωγή του μαθητή στην παρατήρηση και κρίση, δεδομένου ότι (Meyer, 1987):

- Διεξάγεται σύμφωνα με ένα σχέδιο, το οποίο ακολουθεί μια λογική δομή και εξέλιξη.

- Κατασκευάζεται τεχνικά και γι αυτό διαφέρει από μια απλή παρατήρηση φυσικών ή κοινωνικών γεγονότων.

- Μπορεί να επαναληφθεί κατά βούληση.

- Οι νομοτέλειες και οι κανονικότητες, που εμφανίζονται στο πείραμα, μπορούν να ελεγχθούν.

Στο δημοτικό σχολείο το πείραμα στην κλασική του μορφή μπορεί να πραγματοποιηθεί σε εντελώς εξαιρετικές περιπτώσεις. Και αυτό γιατί απαιτούνται ιδιαίτερες προϋποθέσεις που σύμφωνα με τη σχετική βιβλιογραφία δεν διασφαλίζονται στην αίθουσα διδασκαλίας και στο πείραμα εκπαιδευτικού και μαθητή:

Τα πειράματα στην αίθουσα διδασκαλίας διεξάγονται με συγκεκριμένα εργαλεία, όπου οι παρενέργειες και οι μη ελεγχόμενοι παράγοντες είναι περιορισμένοι. Αυτό σημαίνει ότι:

- Στη διάθρωση της διεξαγωγής του πειράματος εμπεριέχεται ακριβώς το αποτέλεσμα που πρέπει να προκύψει.

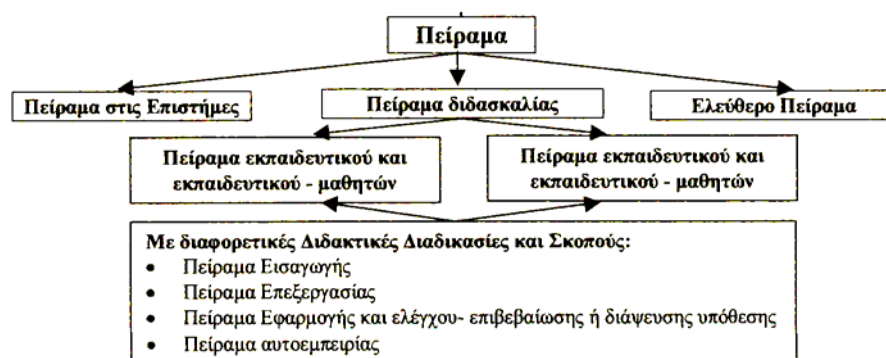
- Η διάταξη της διεξαγωγής ανταποκρίνεται στην έτοιμη θεωρία και επομένως δεν εναρμονίζεται με τις πιθανές υποθέσεις των μαθητών.

- Η διατύπωση της υπόθεσης προκύπτει με την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού στην κατεύθυνση του έτοιμου πειράματος.

- Δεν είναι εύκολο η υπεροχή του εκπαιδευτικού σε επίπεδο γνώσης να υποχωρήσει και να δοθεί στους μαθητές ελεύθερος χώρος για αυτόνομη μάθηση των μαθητών.

● Είδη πειραμάτων

Το πείραμα διακρίνεται ανάλογα με τον τρόπο διεξαγωγής σε πείραμα έρευνας, σε πείραμα διδασκαλίας και σε ελεύθερο πείραμα (Meyer, 1987, Κοσσυβάκη, 2003).



Η μελέτη μας περιορίζεται στο πείραμα διδασκαλίας και στο ελεύθερο πείραμα, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στις διάφορες φάσεις της διδακτικής διαδικασίας, όπως πειράματα εισαγωγής κ.λπ.. Εξάλλου αντίστοιχα πειράματα παρουσιάζονται στα νέα σχολικά εγχειρίδια της Ε΄ και της Στ΄ Δημοτικού που αφορούν στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών.

Πειράματα διδασκαλίας

Τα πειράματα διδασκαλίας διακρίνονται σε πειράματα εκπαιδευτικού και σε πειράματα μαθητών (Meyer, 1987).

Τα πειράματα εκπαιδευτικού είναι πειράματα εισαγωγής των μαθητών στην πειραματική διαδικασία. Τα πειράματα εισαγωγής των μαθητών στην πειραματική διαδικασία ανήκουν στην αποκλειστική ευθύνη του εκπαιδευτικού και γι' αυτό εντάσσονται στην κατηγορία των πειραμάτων του εκπαιδευτικού. Διευκολύνουν την παρουσίαση και υποδειγματική εκτέλεση ενός φυσικού ή κοινωνικού τρόπου έρευνας και επιδιώκουν την ανάπτυξη επί μέρους δεξιοτήτων του μαθητή, όπως αφύπνιση του ερευνητικού τρόπου προσέγγισης της πραγματικότητας και ανάπτυξη της ερευνητικής σκέψης, προβληματισμού και διατύπωσης υποθέσεων.

Το πείραμα του εκπαιδευτικού είναι απαραίτητο, επειδή ανταποκρίνεται σε λειτουργίες εποπτικοποίησης του μαθήματος, πρόκλησης και διατήρησης ζωντανού του ενδιαφέροντος των μαθητών, καθώς και διατήρηση της γνωστικής διαδικασίας και της πειραματικής διαδικασίας στη μνήμη των μαθητών για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Για το λόγο αυτό επιβάλλεται:

- Τα πειράματα να ενσωματώνονται οργανικά στη διεξαγωγή του μαθήματος και να ανταποκρίνονται στην αντιληπτική ικανότητα των μαθητών.
- Το πείραμα να μην αποτελεί αυτοσκοπό αλλά να αποβλέπει στην ανάπτυξη ικανοτήτων και δεξιοτήτων των μαθητών και να προωθεί την παραγωγή γνώσης και όχι την αποστήθιση.
- Το πείραμα δεν πρέπει να αποτελεί μέσο για αυτοπαρουσίαση του εκπαιδευτικού, αλλά να επιτελεί συγκεκριμένες λειτουργίες και να διεξάγονται μέσα σε ανεκτά χρονικά πλαίσια, να παρουσιάζει τις φάσεις αναλυτικά και κατανοητά για τους μαθητές, να τονίζει κατανοητά τα σημαντικά από τα λιγότερο σημαντικά σημεία., έτσι ώστε οι μαθητές να συμμετέχουν ενεργά. Για το σκοπό αυτό είναι απαραίτητη και η σχηματική αναπαράσταση στον πίνακα ή με προσομοίωση.
- Το πείραμα πρέπει να παρουσιάζεται και λεκτικά.

Τα πειράματα των μαθητών είναι ακόμα καλύτερα και επιτελούν διαφορετικές λειτουργίες. Επιτρέπουν στους μαθητές αυτόνομη έρευνα-αναζήτηση, δοκιμή και ανακάλυψη και τους παροτρύνουν σε μια ερευνητική διάθεση

και εκτός μαθήματος στον ελεύθερο χρόνο. Η μετάβαση στο ελεύθερο πείραμα και στη λεπτομέρεια, που αποκαλείται και ανακαλυπτική μάθηση, χρειάζεται χρόνο, όπως επίσης και η μετάβαση από την ερασιτεχνική πειραματική διαδικασία των μαθητών στη μεθοδευμένη και συστηματική έρευνα.

Τα πλεονεκτήματα των πειραμάτων που διεξάγουν οι μαθητές, όπως περιγράφονται στη σχετική βιβλιογραφία (Messner, 1997) είναι τα ακόλουθα:

- Θεώρηση των πειραμάτων, ως ιδιαίτερες πειραματικές διαδικασίες που εισάγουν τους μαθητές στην ουσία των πειραμάτων.
- Βελτίωση της αυτοεκτίμησης μέσα από την επιτυχημένη διεξαγωγή ενός πειράματος.
- Κατανόηση και διατήρηση της γνώσης που καταχτιέται ενεργητικά.
- Καλύτερη γνώση και χρήση των πειραματικών εργαλείων και συσκευών.
- Ανάπτυξη χειρωνακτικών επιδεξιοτήτων.
- Προώθηση των κοινωνικών στόχων, όπου το πείραμα αποκτά μορφωτική λειτουργία μέσα από συνεργασία των μαθητών στο ίδιο πείραμα ή ομάδων με διαφορετικά πειράματα.

Επομένως οι μαθησιακοί στόχοι των συγκεκριμένων πειραμάτων επικεντρώνονται κυρίως στα ακόλουθα ό.π.:

Σε επίπεδο παρατήρησης

- Να μπορούν να περιγράφουν αναμενόμενες παρατηρήσεις.
- Να μπορούν να παρουσιάζουν αναμενόμενους συσχετισμούς.
- Να μπορούν να διακρίνουν τις εξαρτημένες από τις ανεξάρτητες μεταβλητές.

Σε επίπεδο οργάνωσης

- Να κατασκευάζουν το διάγραμμα διεξαγωγής των φάσεων ενός πειράματος.
- Να οικοδομούν το πείραμα σύμφωνα με σκίτσα και οδηγίες.
- Να επιλέγουν όργανα μέτρησης για μια συγκεκριμένη διαδικασία.
- Να μπορούν να χρησιμοποιούν με ευχέρεια διάφορα όργανα.

Σε επίπεδο καταγραφής στοιχείων

- Να σχηματίζουν γραφικές παραστάσεις, να υπολογίζουν τα λάθη.
- Να εκτιμούν και αξιολογούν μετρήσεις.
- Να διατυπώνουν και ερμηνεύουν ευρήματα.

Σε επίπεδο νοητικών διεργασιών

- Να διατυπώνουν και ελέγχουν υποθέσεις.
- Να οικειοποιούνται νέες μεθόδους.
- Να μπορούν να συνεργάζονται ως Team

Ιδιαίτερα στα πειράματα μαθητών επιβάλλεται να λαμβάνεται υπόψη:

Οι μαθητές να έχουν τις απαραίτητες και με σαφή τρόπο διατυπωμένες οδηγίες, έτσι ώστε να διασφαλίζεται η επιτυχία, να υπογραμμίζονται οι δυσκολίες και οι κίνδυνοι π.χ. από το ρεύμα, το ζεστό νερό, τα εύθραυστα υλικά κ.λπ.

Τα πειράματα διδασκαλίας διακρίνονται (Meyer, 1987):

- ανάλογα με το υλικό σε πειράματα ποιοτικά και ποσοτικά,
- ανάλογα με τον τρόπο προσέγγισης σε πειράματα ελεύθερα, σε πειράματα με τη χρήση συσκευών, σε πειράματα μοντέλα, σε πειράματα προσομοίωσης κ.λπ.

Τα πειράματα διδασκαλίας ταξινομούνται σε:

- πειράματα εισαγωγής. Πρόκειται για ποιοτικά πειράματα εισαγωγής σε μια νέα ενότητα, για πρόκληση απορίας, για διαμόρφωση κινήτρων και για γνωστική σύγκρουση.
- πειράματα επεξεργασίας. Πρόκειται για πειράματα κυρίως ποσοτικά, όπου γίνεται επεξεργασία με επαγωγικό τρόπο παραγωγής της γνώσης, για διάψευση ή επιβεβαίωση υποθέσεων με απαγωγικό τρόπο.
- πειράματα εμβάθυνσης και επανάληψης. Πρόκειται για πειράματα κυρίως ποσοτικά και οικοδόμηση του πειράματος με αλλαγή παραμέτρων.
- πειράματα για κατοίκον εργασίες.

3. Η σημασία του πειραματικής διαδικασίας στην εκπαιδευτική πράξη

Από τα παραπάνω συνάγεται ότι η εισαγωγή στις βασικές τεχνικές του μαθήματος των Φυσικών Επιστημών ενισχύει ολόπλευρα τους μαθητές, τους καθιστά π.χ. ικανούς:

- να εξηγούν, να ολοκληρώνουν και να ταξινομούν εμπειρίες (ψυχολογική διάσταση)

- να ερμηνεύουν τις εμπειρίες και το περιβάλλον τους (ανθρωπολογική διάσταση),

- να αποκτούν εξειδικευμένες γνώσεις (διδασκτική, μεθοδολογική διάσταση)

- να αναπτύσσουν οικολογική συνείδηση και να κατανοούν τον κόσμο αντικειμενικότερα (πολιτισμική διάσταση). Από το πλήθος και το εύρος των πειραμάτων συνάγεται ότι το πείραμα και η πειραματική διαδικασία δεν αποκτά σημασία, λόγω του τρόπου παραγωγής γνώσης στις Φυσικές Επιστήμες, αλλά κατά κύριο λόγο επιτελεί ταυτόχρονα πολλαπλές λειτουργίες, όπως ανθρωπολογική, παιδαγωγική, ψυχολογική, διδακτική μεθοδολογική, διαπολιτισμική λειτουργία, λειτουργία αξιολόγησης κ.λπ. Για το λόγο αυτό θα εξετάσουμε τις διαστάσεις της πειραματικής διαδικασίας σε σχέση με τις παραπάνω λειτουργίες.

3.1. Η ανθρωπολογική διάσταση

Η ανθρωπολογική διάσταση αναφέρεται κυρίως στην ανάπτυξη της κοινωνικής και της προσωπικής ικανότητας, δηλαδή προώθηση της κοινωνικής και ηθικής συνείδησης καθώς και της ενσυναίσθησης και της συνετής δράσης των μαθητών (βλ. σχ.2). Οι μαθητές μέσα από το μάθημα και ιδιαίτερα το πείραμα μπορούν να αναπτύξουν την ικανότητα διαλόγου, την υπευθυνότητα και τον αναστοχασμό. Μέσα από το πείραμα οι μαθητές είναι σε θέση να ανακαλύψουν την πραγματικότητα, τη δική τους αντίληψη και να τροποποιήσουν την εμπειρική βιωματική γνώση στην κατεύθυνση της επιστημονικής.

Η συμβολή του πειράματος από ανθρωπολογικής πλευράς στην ανάπτυξη ικανοτήτων των μαθητών θεωρείται ιδιαίτερα σημαντική για τους παρακάτω λόγους (Wagenschein, 1990): Οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να καταθέτουν τις ιδέες τους για τα φυσικά φαινόμενα, να προβαίνουν σε συσχετισμούς για την αντιμετώπιση πρακτικών προβλημάτων. Ταυτόχρονα έχουν τη δυνατότητα να συσχετίζουν διαθεματικά τα πειράματα και τη σημασία τους για την κοινωνική, την πολιτισμική και την οικονομική ζωή, να δοκιμάζουν μέσα από το παιχνίδι ποιοτικά πειράματα που θα τους οδηγήσουν στην ανάπτυξη προσωπικών μοντέλων εξήγησης. Ταυτόχρονα μαθαίνουν να χειρίζονται με ευχέρεια όργανα μέτρησης, να υπολογίζουν με ακρίβεια, να παρουσιάζουν τα αποτελέσματα των μετρήσεων, να συγκρίνουν την αρχική με την τελική κατάσταση.

Από τις παρατηρήσεις αυτές οδηγείται κανείς στο συμπέρασμα ότι το πείραμα συμβάλλει περισσότερο από άλλα μαθήματα:

- στην άσκηση των ψυχοπνευματικών δυνάμεων των μαθητών, π.χ.:
- στην εξέλιξη και ανάπτυξη των αισθήσεων,
- στην ενδυνάμωση της ικανότητας παρατήρησης,
- στην αφύπνιση της συνείδησης για μορφές υλικά, για μεγέθη και κίνηση.

Στο πλαίσιο αυτό οι μαθητές πρέπει σταδιακά να είναι σε θέση να αναγνωρίσουν ότι η φύση προσφέρει και απαιτεί δομές - τάξη και δυνατότητες εξήγησης και τίθεται στην υπηρεσία των ανθρώπων μετά από συγκεκριμένο σχεδιασμό. Με τον τρόπο αυτό οι μαθητές κατανοούν και ταξινομούν τις πολύπλευρες εμπειρίες μέσα σε ένα τεχνικό περιβάλλον και διαπιστώνουν ότι οι άνθρωποι έχουν συγκροτήσει ένα περιβάλλον που στηρίζεται στη γνώση των Φυσικών Επιστημών. Εισάγονται σε μορφές εργασίας των Φυσικών Επιστημών, στις εργασιακές τεχνικές, δεξιότητες και μορφές σκέψης, έτσι ώστε να εξοικειωθούν με την ειδική επιστημονική γλώσσα. Ταυτόχρονα συμβάλλουν στον εννοιολογικό και γλωσσικό εμπλουτισμό, που θεωρείται απαραίτητος για ένα συνετό χειρισμό των τεχνικών συσκευών και την ανάδειξη των

κινδύνων. Η εξοικείωση των μαθητών με το πείραμα τους επιτρέπει τη μεταφορά των γνώσεων από την πειραματική διαδικασία στην πολυσύνθετη τεχνική διαδικασία.

3.2. Η διδακτική -μεθοδική διάσταση

Είναι γενικά αποδεκτό ότι η μετάβαση από ένα ερώτημα που προκύπτει μέσα από την παρατήρηση μιας διαδικασίας μέχρι τη διαπίστωση-εύρημα μέσω πειράματος, αντιστοιχεί κυρίως σε μια επαγωγική διαδικασία της έρευνας στις Φυσικές Επιστήμες. Ωστόσο το πείραμα όπως υποστηρίζουν ειδικοί (Muskenfuss, 1995), ανάλογα με το είδος του μπορεί να συμβάλει πέραν της επαγωγικής και στην οικοδόμηση της απαγωγικής και ερευνητικής σκέψης.

Επομένως η διδακτική και η μεθοδική διάσταση της πειραματικής διαδικασίας σχετίζεται με στόχους σε πολλαπλές κατευθύνσεις, δηλαδή σε γνωστικό, κοινωνικό και προσωπικό επίπεδο, όπως π.χ.:

- Διαμόρφωση ερευνητικού περιβάλλοντος και απόκτηση πειραματικών εμπειριών, καταγραφή των ιδεών και των προγνώσεων των μαθητών.
- Επίδειξη με πειστικό τρόπο φαινομένων, π.χ. διάθλαση του φωτός.
- Αναπαράσταση φυσικών φαινομένων με παραστατικό τρόπο, π.χ. η έκλειψη σελήνης ή ηλίου με συγκεκριμένο μοντέλο αναπαράστασης.
- Συγκρότηση και οριοθέτηση βασικών εννοιών στη φυσική, όπως η δύναμη στη φυσική και ο μοχλός.
- Ανάδειξη του πειράματος ως βασικού εργαλείου ελέγχου υποθέσεων και διατύπωσης θεωριών.
- Οικοδόμηση με την πειραματική διαδικασία ειδικών δεξιοτήτων και απόκτηση ειδικής γλώσσας και ορολογίας, π.χ. ορολογία και χειρισμός συγκεκριμένων εργαλείων μέτρησης, ακριβής μέτρηση, παρουσίαση και αξιολόγηση των ευρημάτων μέτρησης, εντοπισμός των παραμέτρων για παραλλαγή της πειραματικής διαδικασίας, καθώς και ανάλυση και εντοπισμού λαθών (ό.π.).
- Διερεύνηση, ανάδειξη και τροποποίηση των ιδεών των μαθητών.

Η επίτευξη των παραπάνω στόχων ολοκληρώνεται κατά τον Schmidkunz (1986, 432 κ.ε.) και με την προώθηση της μεθοδικής ικανότητας των μαθητών σε επαγωγικό, απαγωγικό και ερευνητικό επίπεδο με τη βοήθεια της πειραματικής διαδικασίας. Στο πλαίσιο αυτό παρουσιάζονται κατ' αρχήν οι φάσεις ολοκλήρωσης μια πειραματικής διαδικασίας, ως ακολούθως:

1. Φάση Διερεύνηση - θεματοποίηση του προβλήματος.

Βήματα: $\xrightarrow{1} \xrightarrow{2} \xrightarrow{3} \xrightarrow{4} \xrightarrow{5}$

1. Ορισμός του προβλήματος
2. Σκέψεις για επίλυση
3. Διερεύνηση μιας πρότασης για επίλυση
4. Θεωρητικοποίηση των αποτελεσμάτων
5. Διασφάλιση της γνώσης.

Χρονική διαδοχή φάσεων: 1α, 1β, 1γ, 2α, 2β, 2γ, 3α, 3β, 3γ, 4α, 4β, 4γ, 5α, 5β, 5γ

$\xrightarrow{1\alpha} \xrightarrow{1\beta} \xrightarrow{1\gamma} \xrightarrow{2\alpha} \xrightarrow{2\beta} \xrightarrow{2\gamma} \xrightarrow{3\alpha} \xrightarrow{3\beta} \xrightarrow{3\gamma} \xrightarrow{4\alpha} \xrightarrow{4\beta} \xrightarrow{4\gamma} \xrightarrow{5\alpha} \xrightarrow{5\beta} \xrightarrow{5\gamma}$

Αναλυτικά:

- 1α → Αφετηρία προβλήματος
- 1β → Διερεύνηση, εύρεση, ορισμός προβλήματος
- 1γ → Γνώση και διατύπωση του προβλήματος

- 2α → Ανάλυση του προβλήματος
- 2β → Προτάσεις επίλυσης
- 2γ → Απόφαση για μια πρόταση επίλυσης

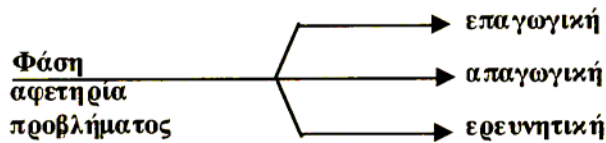
- 3α → Σχεδιασμός της επιλεγμένης πρότασης
- 3β → Πρακτική διεξαγωγή
- 3γ → Συζήτηση των αποτελεσμάτων

- 4α → Γραφική αναπαράσταση → Θεωρητικοποίηση των αποκτηθεισών γνώσεων
- 4β → Λεκτική αναπαράσταση
- 4γ → Συμβολική – μαθηματική αναπαράσταση

- 5α → Παραδείγματα εφαρμογής → Διασφάλιση της γνώσης
- 5β → Επανάληψη
- 5γ → Έλεγχος στόχων

Για να ανταποκριθεί κανείς σε όλες τις διδακτικές περιπτώσεις, γίνεται η διάκριση της διαδικασίας σε τρία μέρη που έχουν λίγο ως πολύ την ίδια δομή. Διαφορές υπάρχουν στις επιμέρους φάσεις (ό.π.).

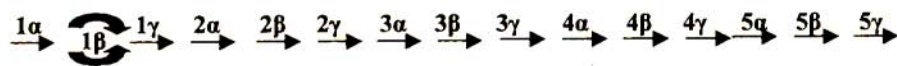
Η διακλάδωση ακολουθεί μετά την πρώτη φάση, δηλαδή στη δεύτερη και χωρίζεται σε επαγωγική, απαγωγική και ερευνητική διαδικασία:



Παράλληλα προωθείται και η απαγωγική διαδικασία, όπου ο μαθητής λόγω του εύρους των προγνώσεων καλείται να προβεί σε υποθέσεις για επίλυση του προβλήματος (ό.π.).

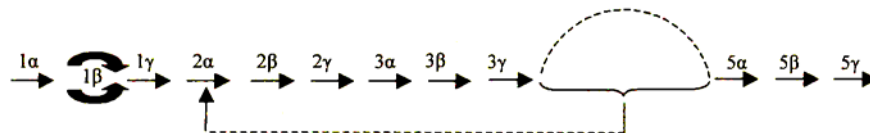
Οι προγνώσεις διαφοροποιούνται από τις υποθέσεις, επειδή με αυτές υπάρχει μεγαλύτερη πιθανότητα να προσεγγίσει η πρόγνωση την ορθή προσέγγιση. Υπάρχει επίσης ακόμα ένας κλάδος, όπου αναλαμβάνονται έρευνες. Η απόκτηση της μεθοδικής ικανότητας, όπως αποτυπώνεται στη γραφική αναπαράσταση που ακολουθεί, αναδεικνύει τις διαφορές στις τρεις διαφορετικές προσεγγίσεις την παρακάτω εξέλιξη και συγκεκριμένα (ό.π.):

Οικοδόμηση της μεθοδικής ικανότητας σε επαγωγικό επίπεδο:



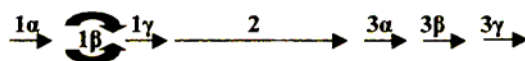
Από τη γραφική αναπαράσταση της επαγωγικής διαδικασίας φαίνεται μια ευθύγραμμη εξέλιξη και πορεία που οι μαθητές ακολουθούν, προκειμένου να καταλήξουν σε ένα συμπέρασμα.

Οικοδόμηση της μεθοδικής ικανότητας σε απαγωγικό επίπεδο:



Η οικοδόμηση της μεθοδικής ικανότητας σε απαγωγικό επίπεδο θέτει ως αφετηρία ένα εύρος προγνώσεων των μαθητών και στη διατύπωση του προβλήματος καλούνται να επανέλθουν και να επανεξετάσουν την ανάλυση και τα δεδομένα του.

Οικοδόμηση της μεθοδικής ικανότητας σε ερευνητικό επίπεδο:



Η οικοδόμηση της μεθοδικής ικανότητας σε ερευνητικό επίπεδο δρομολογείται μέσα από μια συντομευμένη διαδικασία επίλυσης ενός προβλήματος.

Αναλυτικότερα Schmidkunz (1986, 432 κ.ε.):

Οικοδόμηση της μεθοδικής ικανότητας σε επαγωγικό επίπεδο

Η πρώτη νοητική φάση συμβάλλει στο να συνειδητοποιήσει ο μαθητής το πρόβλημα. Λαμβάνοντας ως αφετηρία ένα βασικό πρόβλημα (1α) που ακόμα δεν είναι αναγνωρίσιμο από το μαθητή, γίνεται στη δεύτερη φάση 1β η διαλεύκανση του προβλήματος. Στη φάση 1γ διατυπώνεται από τους μαθητές, συνήθως όμως από τους εκπαιδευτικούς, ξεκάθαρα και κατανοητά (π.χ. θέλουμε να διαπιστώσουμε τον τρόπο με τον οποίο επιδρά η θερμότητα στη διαστολή των αερίων). Αυτή τη φάση πρέπει κανείς να την εγκαταλείψει μόνο, όταν όλοι οι μαθητές έχουν συνειδητοποιήσει το πρόβλημα.

Στη δεύτερη φάση οργανώνεται η επεξεργασία του σχεδίου επίλυσης. Αρχίζει με την ανάλυση του προβλήματος (2α). Οι μαθητές συγκρίνουν το πρόβλημα με τις προτεινόμενες, από προϋπάρχουσες γνώσεις λύσεις. Ο μαθητής προσέχει να έχει θέσει στη διάθεση και να χρησιμοποιήσει την απαραίτητη γνώση-δεξιότητα για τη λύση του προβλήματος. Από την ανάλυση του προβλήματος προκύπτουν προτάσεις επίλυσης (2β), υποθέσεις για την επίλυση που τέθηκαν και στη 2α. Η δεύτερη φάση ολοκληρώνεται με την επιλογή μια πρότασης επίλυσης (2γ). Είναι δυνατό οι μαθητές να έχουν επιλέξει μια πρόταση που δεν οδηγεί στη λύση. Παρόλα αυτά ο εκπαιδευτικός, εάν το θεωρήσει αναγκαίο, μπορεί να τους επιτρέψει να την ακολουθήσουν και στη φάση 3γ σίγουρα θα διαπιστώσουν την εσφαλμένη πορεία, πράγμα που θα τους οδηγήσει εκ νέου στη φάση 1γ.

Η τρίτη νοητική φάση χαρακτηρίζεται από την ενεργό και πρακτική λύση του προβλήματος. Το πείραμα εκπληρώνει εδώ τη βασική του λειτουργία. Κατ' αρχήν η 3α σχεδιάζεται διεξοδικά, είναι η φάση του σχεδιασμού της πρακτικής επίλυσης. Αυτή η φάση σε πειράματα μαθητών μπορεί να λάβει χώρα σε δύο επίπεδα:

- Πρώτον να ευρεθεί η κοινωνική μορφή των ομάδων των μαθητών, όπως μέγεθος ομάδα και καταμερισμός αρμοδιοτήτων.
- Δεύτερον πρέπει οι μαθητές (μέσα σε κατάλληλες συνθήκες και με πρόσθετο υλικό) να σχεδιάσουν τα πειράματα με σαφήνεια.

Στο σημείο αυτό πρέπει να αποφασίσουν αν θα έχουν την ίδια εργασία ή με καταμερισμό εργασιών. Στη φάση 3β διεξάγεται το πείραμα και η νοητική διαδικασία διευρύνεται. Στη φάση 3γ καταγράφονται και συζητούνται τα πειραματικά ευρήματα.

- Η τέταρτη νοητική φάση διευκολύνει τη θεωρητικοποίηση. Η γραφική αναπαράσταση (4α) και η λεκτική αναπαράσταση (4β) δεν είναι υποχρεωτική αυτή η διαδοχική σειρά, μπορεί η μια εκ των δύο να μην χρησιμοποιηθεί. Η συμβολική αναπαράσταση (4γ) μπορεί να γίνει π.χ. ο τυπικός συμβολισμός του νερού μια μαθηματική λειτουργία στη Φυσική.
- Η πέμπτη φάση διασφάλισης έχει θεμελιώδη σημασία, επειδή σ' αυτή πρόκειται να γίνει μεταφορά των αποκτημένων γνώσεων ως διασφαλισμένη γνώση στη μακροπρόθεσμη μνήμη.

Στην 5α με παραδείγματα εφαρμογής να επιτευχθούν δυνατότητες επίδοσης μεταφοράς της νέας γνώσης. Στην 5β επαναλαμβάνονται τόσο τα ευρήματα όσο και η διαδικασία επίλυσης. Η επανάληψη της διαδικασίας, δηλαδή της νοητικής στρατηγικής, θεωρείται ιδιαίτερα σημαντική, για να οικειοποιηθεί ο μαθητής μια συμπεριφορά επίλυσης προβλήματος. Στην 5γ ακολουθεί η εκτίμηση του μαθησιακού αποτελέσματος (έλεγχος επίδοσης) που ισχύει και ως διασφάλιση της γνώσης (ό.π.).

Οικοδόμηση της μεθοδικής ικανότητας σε απαγωγικό επίπεδο

Η απαγωγική διαδικασία ακολουθεί τυπικά τις ίδιες φάσεις, όπως έχουν περιγραφεί στην επαγωγική διαδικασία. Οι μαθητές έχουν σημαντικά περισσότερες γνώσεις και καλύτερες προϋποθέσεις από την πρώτη περίπτωση. Έτσι μπορούν στη φάση 2β να προβούν με μεγαλύτερη πιθανότητα σε πρόγνωση που θα μπορούσε να είναι η λύση του προβλήματος. Εάν γνωρίζουν την επίδραση της θερμοότητας στα αέρια, θα είναι σε θέση να κάνουν και σωστή πρόγνωση για την επίδραση της θερμοότητας σ' αυτά. Η φάση 2γ συμπεριλαμβάνει σ' αυτό το απαγωγικό επίπεδο ταυτόχρονα με την κατάθεση των προγνώσεων και της προσωπικής τοποθέτησης επιπρόσθετα και το συμβολισμό της νοητικής διεργασίας.

Η τέταρτη φάση μπορεί κάλλιστα να μη γίνει. Το πείραμα στη φάση 3β επιβεβαιώνει ή διαψεύδει την προηγηθείσα πρόγνωση και γι αυτό είναι ταυτόχρονα και πείραμα επιβεβαίωσης. Αν δεν ακολουθεί επιβεβαίωση ή διάψευση λόγω λαθεμένης πρόγνωσης, τότε επιστρέφει στη διαδικασία 1γ και ακολουθεί από την αρχή την πειραματική διαδικασία (ό.π.).

Οικοδόμηση της μεθοδικής ικανότητας σε ερευνητικό επίπεδο

Η διαδικασία σε ερευνητικό επίπεδο είναι τυπικά το ίδιο δομημένη με την επαγωγική. Στο μαθητή πρέπει να είναι γνωστή η ερευνητική μέθοδος. Πρέπει π.χ. να γνωρίζει πριν ακόμα ξεκινήσει την ερευνητική διαδικασία για τη διαστολή και τη συστολή των αερίων.

Στη δεύτερη φάση πρέπει να γίνει περιορισμός της έρευνας. Οι φάσεις 2α, 2β, 2γ συμπτύσσονται. Η έρευνα ολοκληρώνεται με τη σύνοψη των διδακτικών αποτελεσμάτων στη φάση 3γ με τη μορφή πίνακα ή γραφικής αναπαράστασης. Μπορεί, εάν είναι απαραίτητο, να ακολουθήσει η 4η και η 5η φάση.

Το πείραμα στις Φυσικές Επιστήμες ακόμα και ως σχολικό πείραμα μπορεί να εμφανιστεί με συγκεκριμένες διδακτικές λειτουργίες. Μια ιδιαίτερα σημαντική θέση καταλαμβάνει στη φάση 3β. Ανεξάρτητα από ποιο επίπεδο επαγωγικό-απαγωγικό, εάν είναι πείραμα περαιτέρω επιβεβαίωσης ή έρευνας, συμβάλλει στην επίλυση προβλήματος. Στη φάση 1α έχει τη λειτουργία να κάνει το πρόβλημα εποπτικό και ταυτόχρονα έχει μια ιδιαίτερη συμβολή στην πρόκληση κινήτρων.

Συχνά μπορεί να γίνει εισαγωγή στο μάθημα με ένα πείραμα, όπου το πρόβλημα παρουσιάζεται ως φαινόμενο στους μαθητές.

Το φαινόμενο αναλύεται, το πρόβλημα αναγνωρίζεται από τους μαθητές (1γ) και στο 3γ επιλύεται με κατάλληλα πειράματα.

Τα πειράματα στην 5α διευκολύνουν τη διασφάλιση της γνώσης. Ιδιαίτερα τα πειράματα εφαρμογής στη φάση 5^α είναι μια καλή βοήθεια για την πειραματική διαδικασία.

Οι δραστηριότητες εκπαιδευτικών και μαθητών είναι στις διάφορες φάσεις διαφορετικές. Υπάρχουν φάσεις με μεγαλύτερη δραστηριότητα του εκπαιδευτικού (1β, 1γ, 3γ, 4 και 5) και άλλες με μεγαλύτερη δραστηριότητα των μαθητών (1β, 2β, 2γ, 3β, 4, 5β, 5γ) Κατά κανόνα θα έπρεπε να παραχωρείται μεγαλύτερη δραστηριότητα στους μαθητές (ό.π.).

3.3. Ψυχολογική διάσταση της πειραματικής διαδικασίας

Η ψυχολογική διάσταση σχετίζεται με την αφύπνιση αφενός και την εντατικοποίηση των ενδιαφερόντων των μαθητών, όπως παρατήρηση, μέτρηση, σύγκριση, και αποτελεί μια εναλλαγή ανάμεσα στην αντίληψη-παρατήρηση, στη σκέψη-αναζήτηση καθώς και στην επεξεργασία και οργάνωση πληροφοριών και δράσης, για παράδειγμα (Muskenfuss, 1995):

Σε επίπεδο αφύπνισης του ενδιαφέροντος

- Παραγωγή μιας γνωστικής σύγκρουσης, π.χ. μια πρόκα βυθίζεται μόνη της μέσα στο νερό αλλά πάνω σε μια επιφάνεια από αλουμινόχαρτο επιπλέει.
- Στοχασμός πάνω σε εμπειρίες που έρχονται σε επαφή π.χ. μαγνήτες με θετικό ή αρνητικό πόλο.

Σε επίπεδο εντατικοποίησης του υπάρχοντος ενδιαφέροντος και της μαθησιακής αποτελεσματικότητας:

- Παρουσίαση παράξενων φαινομένων, όπου προκαλείται γνωστική σύγκρουση.
- Πρόσβαση με περισσότερα κανάλια, πολυαισθητηριακή προσέγγιση «μάθηση με το νου, την καρδιά και τα χέρια».
- Προώθηση της πρακτικής μάθησης.
- Ανάπτυξη της υπευθυνότητας και της αυτενέργειας.
- Εξατομίκευση της πειραματικής και μαθησιακής διαδικασίας μέσα από εναλλακτικές παραλλαγές πειραματισμού, καθώς και προώθηση της νοητικής, συναισθηματικής και κοινωνικής ικανότητας των μαθητών.
- Προώθηση της εμπιστοσύνης των μαθητών στις ατομικές τους ικανότητες μέσα από την ενίσχυση της αυτοεκτίμησης σε θετικές πειραματικές διαδικασίες.
- Ενίσχυση της μνημονικής ικανότητας μέσα από την αναπαράσταση και ακριβή εκτέλεση της πειραματικής διαδικασίας.

3.4. Η διάσταση του σχεδιασμού, της αξιολόγησης και της καταγραφής πειραματικών διαδικασιών

Στην πειραματική μάθηση ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι να συνδέσει τις εμπειρίες των μαθητών με τις διδασκόμενες ενότητες, να βοηθήσει το μαθητή να χρησιμοποιεί νέες ιδέες και να τροποποιεί παλιές έννοιες σ' όλη τη διάρκεια της μαθησιακής διαδικασίας. Το πείραμα μπορεί επίσης να έχει ως στόχο (Secker, 2002) ο μαθητής να κατανοήσει τη διαδικασία της μάθησης μέσω της πειραματικής οδού, ως μια αλληλεπίδραση ανάμεσα στο μαθητή και την εμπειρία του. Σύμφωνα με το θέμα αυτή η μαθησιακή διαδικασία περιλαμβάνει τέσσερα στάδια: Το στάδιο του συγκεκριμένου πειράματος, όπου ο μαθητής εμπιστεύεται τις αισθήσεις του. Το στάδιο της στοχαστικής πειραματικής διαδικασίας, όπου ο μαθητής εξετάζει τις ιδέες του και στοχάζεται πάνω στην πληροφορία από οπτική διαφορετική εκείνης των αισθήσεων για να μορφοποιήσει τις απόψεις και τις απαντήσεις του. Το στάδιο της θεωρητικής πειραματικής διαδικασίας, όπου ο μαθητής αναπτύσσει μία θεωρία και τη χρησιμοποιεί για τη λύση του προβλήματος, και το ενεργητικό στάδιο

όπου ο μαθητής εφαρμόζει διάφορες πειραματικές προσεγγίσεις, προκειμένου να εντοπίσει την αποτελεσματικότερη.

Στην πειραματική διαδικασία (Schraudolph, 1979) διαμορφώνει κανείς συνειδητά καταστάσεις, όπου μπορούν να παρατηρηθούν και να μετρηθούν συγκεκριμένα φαινόμενα. Στην περίπτωση που κανείς επιδιώκει την παραγωγή μιας νέας γνώσης και διαπίστωσης, τότε θα πρέπει να οργανωθεί το πείραμα με επιμέλεια. Μετά το σχεδιασμό διεξάγεται το πείραμα και αξιολογείται ακολουθώντας συγκεκριμένες φάσεις, όπως για παράδειγμα:

1. Διατύπωση ενός προβλήματος, υπόθεσης και στόχου. Από μια παρατήρηση, μια ερώτηση προκύπτει ένα πρόβλημα στη συνείδηση των μαθητών. Το πρόβλημα οριοθετείται με τη διατύπωση ενός ερωτήματος με τη μορφή υπόθεσης. Για τον μαθητή πρέπει να είναι ένα πραγματικό πρόβλημα. Για το σκοπό αυτό απαιτείται δραματοποίηση, οπτικοποίηση και χρησιμοποίηση των ιδεών των μαθητών. Επίλυση του προβλήματος, σχεδιασμός του πειράματος και του τρόπου με τον οποίο μπορεί κανείς να μετρήσει τα μεγέθη, καθώς και τον τρόπο με τον οποίο διατηρεί τις υπόλοιπες προϋποθέσεις σταθερές. Αναζήτηση των απαραίτητων εργαλείων, πρόταση λύσεων από τους μαθητές, ενώ ο εκπαιδευτικός παρωθεί για περαιτέρω σκέψη και συλλογισμό για ενεργοποίηση των προγνώσεων και διαμόρφωση συνθηκών ανακάλυψης.
 2. Διεξαγωγή του πειράματος. Τακτοποίηση με τη σειρά χρησιμοποίησης των υλικών και των εργαλείων, ανάγνωση οδηγιών. Επιλογή ανάλογης μορφής, όπως ίδια εργασία σε όλους, διαφοροποιημένη σε ομάδες, ανοιχτή, κλειστή διαδικασία.
 3. Υποστήριξη και παρουσίαση των αποτελεσμάτων. Συγκέντρωση των παρατηρήσεων και των συμπερασμάτων, διαπιστώσεων. Διασφάλιση στους μαθητές ενός ανάλογου τρόπου επικοινωνίας και εργασίας.
 4. Εμβάθυνση και αξιολόγηση. Περιγραφή και δόμηση της διαδικασίας που οδήγησε στην επιτυχία ή την αποτυχία του πειράματος.
 5. Αναφορά στον αρχικό προβληματισμό. Επιβεβαίωση ή απόρριψη της υπόθεσης και ανάλυση πιθανών λαθών.
 6. Διασφάλιση των αποτελεσμάτων. Οικοδόμηση ενός γνωστικού σχήματος με σύνδεση με την καθημερινή ζωή. Αναζήτηση σχέσεων με άλλα γνωστικά αντικείμενα και προώθηση της διαθεματικότητας.
 7. Καταγραφή πρωτοκόλλου του πειράματος. Η συγκεκριμένη καταγραφή πρέπει να επικεντρώνεται στα ουσιώδη του σχεδιασμού, της διεξαγωγής και της αξιολόγησης του πειράματος. Στόχος της πειραματικής διαδικασίας είναι:
- Η επίτευξη φυσικαλιστικών γνώσεων.

- Διατύπωση υπόθεσης που αποτελεί τη βάση του πειράματος.
- Περιγραφή της διεξαγωγής.
- Επιλογή των συσκευών και εργαλείων μέτρησης.
- Αξιολόγηση με διάγραμμα, υπολογισμό.
- Διατύπωση των αποτελεσμάτων του πειράματος (ό.π.).

3.5. Η διαγνωστική διάσταση της πειραματικής διαδικασίας

Κατά τη διεξαγωγή των πειραμάτων, κυρίως των πειραμάτων των μαθητών, οι εκπαιδευτικοί μπορούν γυρίζοντας από ομάδα σε ομάδα να αποκτήσουν εικόνα για τις ατομικές ικανότητες των μαθητών. Πρόκειται για διαφορετικές μορφές οργάνωσης και διεξαγωγής του μαθήματος από εκείνες του παραδοσιακού μαθήματος.

Η πειραματική διαδικασία αποτελεί και μια κατάσταση, όπου ο εκπαιδευτικός έχει την ευκαιρία να καταγράψει τις ικανότητες των μαθητών από την οπτική που του υπαγορεύει η συγκεκριμένη διδακτική διαδικασία και να αποκτήσει μια σφαιρική εκτίμηση για τις ικανότητες του μαθητή, όπως για παράδειγμα:

Σε επίπεδο προφορικού λόγου οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να εκφραστούν αυθόρμητα και ελεύθερα και να καταθέσουν τις ιδέες τους, τις σκέψεις τους και να χρησιμοποιήσουν συγκεκριμένες μορφές λόγου που επιβάλλει το πείραμα.

Σε επίπεδο γραπτού λόγου ο εκπαιδευτικός έχει επίσης τη δυνατότητα να διαπιστώσει:

- Την εκφραστική ικανότητα των μαθητών με την περιγραφή φυσικών φαινομένων.
- Την ικανότητα κατασκευής διαγραμμάτων και αναπαραστάσεων.
- Την ικανότητα οικοδόμησης των φάσεων μιας πειραματικής διαδικασίας.

Σε επίπεδο επικοινωνίας και συνεργασίας ο εκπαιδευτικός μπορεί να εκτιμήσει την ικανότητα των μαθητών να επικοινωνούν και να κατανοούν οδηγίες εφαρμογής ενός πειράματος, να συνεργάζονται και να συντονίζουν τις ενέργειές τους.

Σε επίπεδο πρακτικών ικανοτήτων των μαθητών, μπορεί επίσης ο εκπαιδευτικός να εκτιμήσει το βαθμό στον οποίο οι μαθητές είναι ικανοί:

- Να κατανοούν τα στάδια διεξαγωγής ενός πειράματος.
- Να μπορούν με ακρίβεια να παρατηρούν και να υπολογίζουν.
- Να σχηματίζουν διαγράμματα.
- Να υπολογίζουν το χρόνο για τη διεξαγωγή του πειράματος.
- Να διαθέτουν ικανότητες συντονισμού των κινήσεων.

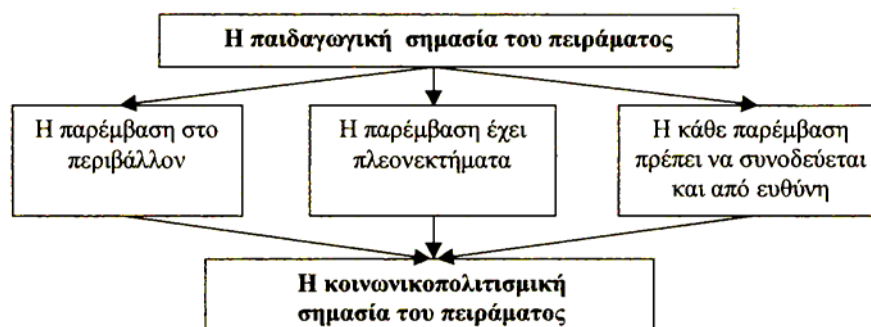
3.6. Η παιδαγωγική διάσταση της πειραματικής διαδικασίας

Η παιδαγωγική σημασία του πειράματος κατά τον Martin Wagenschein (1990) σχετίζεται με την ανάπτυξη στους μαθητές κριτηρίων για τον τρόπο παρέμβασης στη φύση αλλά και για την ανάπτυξη συγκεκριμένων ικανοτήτων τους (πίνακας 4), έτσι ώστε το μάθημα να γίνεται και να θέτει στο κέντρο τους μαθητές (Grippe, 1991) και όχι τη μετάδοση μιας ακατανόητης για πολλούς γνώσης.

Η παιδαγωγική σημασία της πειραματικής διαδικασίας θεωρείται ως αφετηρία και ως μέσο και σχετίζεται με την διαπαιδαγώγηση των μαθητών στους ακόλουθους τομείς (Muskenfuss, 1995):

- στη διαπαιδαγώγηση για επιμέλεια, ακρίβεια και υπομονή,
- στην εισαγωγή του μαθητή στην ικανότητα παρατήρησης,
- στην ανάπτυξη της ικανότητας συνεργασίας και άλλων κοινωνικών ικανοτήτων, όπως εργασία στην ομάδα, ικανότητα διαλόγου, καταμερισμού εργασίας και σεβασμού του άλλου κ.λπ.
- στην ανάπτυξη της επικοινωνιακής ικανότητας, όπως γλωσσική διατύπωση, ικανότητα παρουσίασης με γραπτά και εικονικά μέσα.
- στη διαπαιδαγώγηση για ικανότητα ανάληψης ευθύνης και υπευθυνότητας π.χ. χειρισμός εργαλείων και συσκευών, πιστή τήρηση διαδικασιών,
- στη διαπαιδαγώγηση για ανάπτυξη κριτικής ικανότητας και ικανότητας στοχασμού,

Σχήμα 4: Η παιδαγωγική σημασία της πειράματος



- στην ανάδειξη της σημασίας του πειράματος (σχήμα 4) για μια συνετή παρέμβαση στο περιβάλλον και στη διαπίστωση της ανάπτυξης του κόσμου με τη βοήθεια των Φυσικών Επιστημών.

Η αυτονόμηση του μαθητή είναι σαφώς ευκολότερη από ότι σε άλλα μαθήματα μέσα από την πειραματική διαδικασία. Για να είναι σε θέση οι μαθη-

τές να λειτουργούν αυτόνομα σε επίπεδο διεξαγωγής πειραμάτων, θα πρέπει να αποκτήσουν μια σειρά από επί μέρους δεξιότητες στους ακόλουθους τομείς:

Σε επίπεδο γνωστικού και συναισθηματικού τομέα:

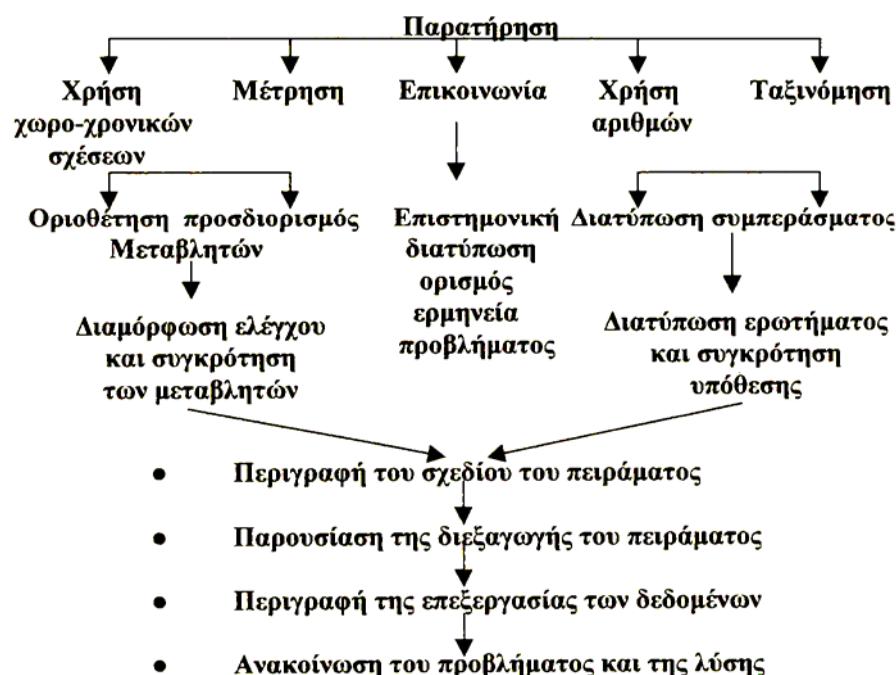
- να παρατηρούν και να καταγράφουν με σαφήνεια αντικείμενα και καταστάσεις μέσα από τα οποία θα προκύψουν οι υποθέσεις και οι υποψίες,
- να εντοπίζουν και διαμορφώνουν χωροχρονικές σχέσεις και να εργάζονται πάνω σε αυτές,
- να χρησιμοποιούν αριθμούς και να προβαίνουν σε συγκεκριμένες υπολογιστικές πράξεις και να μετρούν με ακρίβεια,
- να ταξινομούν αντικείμενα ή πορίσματα παρατήρησης και να τα εντάσσουν σε ευρύτερες έννοιες,
- να προβαίνουν και να διατυπώνουν προγνώσεις και υποθετικές δοκιμές διεξαγωγής του πειράματος και να τις συγκρίνουν με την πραγματική διαδικασία οικοδόμησης του πειράματος και να καταλήγουν σε συμπεράσματα,
- να ερμηνεύουν και να συγκρατούν-καταγράφουν τα νέα στοιχεία του πειράματος, έτσι ώστε να αποφεύγονται βεβιασμένες κινήσεις διατύπωσης ερμηνειών,
- να διατυπώνουν νομοτελειακού τύπου συσχετισμούς, όταν- τότε και να εντοπίζουν τις ανεξάρτητες από τις εξαρτημένες μεταβλητές,

Σε επίπεδο συναισθηματικού και ψυχοκοινωνικού τομέα:

- να ικανοποιούν την περιέργεια των μαθητών,
- να μαθαίνουν να συγκεντρώνονται σε ένα θέμα και να μην αποκλίνουν από αυτό,
- να φέρονται με ευαισθησία και προσοχή απέναντι σε υλικά, συμμαθητές με τους οποίους συνεργάζονται, με πρόσωπα που συμμετέχουν ως υποκείμενα παρατήρησης, με τη φύση.

Όλες οι παραπάνω δεξιότητες πρέπει να εισαχθούν και να μαθευτούν από το μαθητή με μια σειρά προτεραιότητας, επειδή εκείνος που δεν μπορεί να παρατηρήσει με ακρίβεια, να μετρήσει και να αριθμήσει, δεν θα είναι σε θέση να διατυπώσει υποθέσεις και να τις ελέγξει. Αυτή η σταδιακή οικοδόμηση της πειραματικής ικανότητας των μαθητών μπορεί να σκιαγραφηθεί στο σχήμα 5 που ακολουθεί (Κοσσυβάκη, 2003, 365, Meyer, 1987,320):

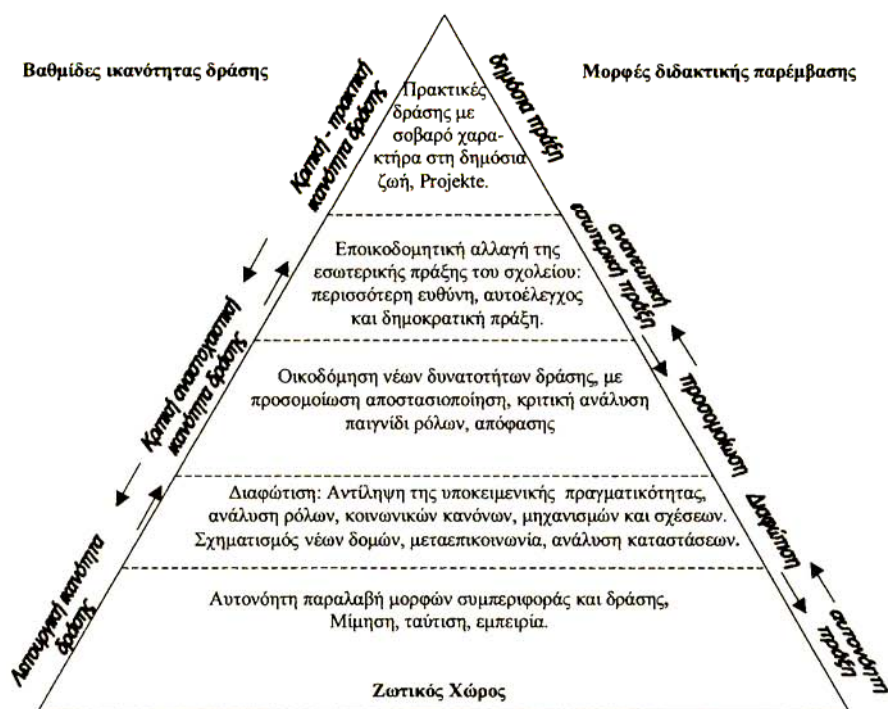
Σχήμα 5: Η παιδαγωγική σημασία της οικοδόμησης πειραματικών διαδικασιών



Οι δεξιότητες που καταγράφονται στο παραπάνω σχήμα δεν είναι δυνατό να αναπτυχθούν σε επί μέρους λειτουργίες και ανεξάρτητα η μία από την άλλη. Η εποικοδομητική ανάπτυξη της πειραματικής ικανότητας των μαθητών που παρουσιάζεται στο σχήμα αυτό είναι μια αναλυτική λειτουργία και αποτελεί ένα βοήθημα για τον εκπαιδευτικό, προκειμένου να είναι σε θέση να γνωρίζει και να αναλύει με ακρίβεια τι πρέπει και μπορούν οι μαθητές να μάθουν, προκειμένου να εισαχθούν σε διαδικασίες διεξαγωγής ενός πειράματος, μέσα από συγκροτημένη και συστηματική σκέψη και παρέμβαση.

Όπως προκύπτει και από το περιεχόμενο του σχήματος 6 (Popp, 1986, 61 κ.ε.) η πειραματική διαδικασία εμπεριέχει όλες τις διδακτικές πρακτικές που θεωρούνται απαραίτητες για την απόκτηση υπεύθυνης δημόσιας πράξης από τους μαθητές και να αποκτήσουν ταυτόχρονα την κριτική και πρακτική ικανότητα δράσης. Ωστόσο έχει διαπιστωθεί ότι στο καθημερινό μάθημα μειώνεται η όρεξη των μαθητών για πείραμα, όταν αυτό γίνεται χωρίς τη συμμετοχή των μαθητών ή μόνο με την περιγραφή εικόνων που αναπαριστούν πειραματικές διαδικασίες. Ο εκπαιδευτικός πρέπει να επιχειρεί με εναλλακτι-

Σχήμα 6: Η οικοδόμηση των ικανοτήτων των μαθητών



κούς τρόπους, όπως π.χ. με Projekt, δίωρη οργάνωση του μαθήματος να διασφαλίζει περισσότερο των 45 λεπτών χρόνο για ενάσκηση των μαθητών στο πείραμα με χαλαρή καθοδήγηση από μέρους του σε όλες τις φάσεις της διδακτικής διαδικασίας. Η χαλαρή καθοδήγηση είναι προϋπόθεση για τη σταδιακή εισαγωγή του μαθητή στη μεθοδική δράση σε όλες τις φάσεις της διδακτικής διαδικασίας. Η εισαγωγή των μαθητών στο ερευνητικό πνεύμα διευκολύνεται από το πείραμα, μπορεί όμως να γίνει όχι μόνο σε μαθήματα πειραμάτων στις Φυσικές Επιστήμες αλλά και σε κοινωνικά μαθήματα, ακολουθώντας την αρχή της διαθεματικότητας, όπως γλώσσα, τέχνη, μουσική, γυμναστική, γεωγραφία, θρησκευτικά, ιστορία κ.λπ. Η παιδαγωγική επομένως σημασία της πειραματικής διαδικασίας και ευρύτερα της πειραματικής διδασκαλίας, ακόμα και όταν δεν ακολουθεί πιστά ερευνητικά και πειραματικά σχήματα, είναι αξιολογή, επειδή περιορίζει τη συνθετότητα της πραγματικής έρευνας στη λογική δομή της προετοιμασίας, της διεξαγωγής, της αξιολόγησης.

σης και αξιοποίησης του πειράματος. Σήμερα γνωρίζουμε ότι πρόοδοι στις θετικές επιστήμες έχουν στη βάση τους σε πολιτικές, κοινωνικές, ηθικές και φιλοσοφικές προϋποθέσεις, έτσι ώστε να επικρατούν νέα παραδείγματα με νέες αντιλήψεις περί έρευνας. Στην εποχή της μοντέρνας εποχής έγινε η απομυθοποίηση του κόσμου μέσα από τη διαφώτιση και εξήγηση με τη λογική εξήγηση των μυστικών του κόσμου φυσικού τύπου, ενώ στην εποχή του μεταμοντέρνου κόσμου το σχήμα της λογικής εξήγησης διέρχεται μια ουσιαστική κρίση ουσίας. Οι απροσδόκητες και ανεπιθύμητες παρενέργειές της, με επιστημονικά-τεχνικά μέσα κυριαρχίας του ανθρώπου στον κόσμο χάνει σε γενική θεώρηση. Ταυτόχρονα η πειραματική διαδικασία και κυρίως τα πειράματα μαθητών αποτελούν τη δυνατότητα για την αλλαγή του ρόλου του εκπαιδευτικού (Κοσσυβάκη, 2003, α) από ρυθμιστή της συμπεριφοράς σε συνεργάτη και οργανωτή περιβαλλόντων μάθησης, ενώ οι μαθητές εισάγονται σε διδακτικές και μαθησιακές διαδικασίες αυτόνομης και υπεύθυνης μάθησης και δράσης (Κοσσυβάκη, 2003, α). Το πείραμα και η πειραματική διαδικασία στο σχολείο θεωρούμε ότι συμβάλλει στο να προωθηθεί ο μαθητής από το πρώτο επίπεδο της παραλαβής μιας συμπεριφοράς σε μια κριτική ικανότητα δράσης (σχήμα 6).

3.7. Η πολιτισμική διάσταση του πειράματος

Οι Φυσικές Επιστήμες κατά κανόνα θεωρούνται ως ανεξάρτητες από τις ανθρώπινες και πολιτισμικές επιδράσεις. Όμως αυτή η θέση αναιρείται από το γεγονός ότι οι Φυσικές Επιστήμες έχουν παρελθόν και ιστορία που επηρεάζει δραστικά την αντικειμενικότητά της. Η θέαση και η ικανότητα γνωστικής παρέμβασης συνδέεται πολλαπλώς με τη δομή της κουλτούρας. Η σημασία των διαφορετικών τρόπων θεώρησης εντός και εκτός των ορίων των Φυσικών Επιστημών αποτελεί μια διαπολιτισμική προσέγγιση (Morin, 1991, 83). Επειδή η φυσικαλιστική κατανόηση του κόσμου δεν προκύπτει μέσα από παθητική παρατήρηση της φύσης, αλλά είναι το αποτέλεσμα θεωρητικής ενεργητικής παρέμβασης στη φύση, ο τρόπος αυτός επηρεάζει άμεσα τις παραστάσεις για την πραγματικότητα. Οι επιστήμονες (Schlichting, 2000), παρά τις διαφωνίες τους, συμφωνούν ως προς το γεγονός ότι η θέαση του κόσμου δεν είναι δεδομένη, αλλά πρέπει να μαθευτεί όπως ακριβώς και μια γλώσσα. Αυτή η εκμάθηση αρχίζει με την ικανότητα του ανθρώπου να συγκροτεί δομές μέσα από το οπτικό χάος των εντυπώσεων που αποκτά μέσω των αισθήσεων. Για το σκοπό αυτό αντικείμενο παρατήρησης δεν είναι μόνο το φυσικό φαινόμενο, αλλά εξίσου σημαντικός είναι και ο τρόπος και οι προϋποθέσεις θεώρησης των φαινομένων. Το μικροσκόπιο, ο μεγεθυντικός φα-

κός ή το τηλεσκόπιο διαχωρίζουν τον παρατηρητή από τα παρατηρούμενα αντικείμενα. Η αποστασιοποίηση είναι το τυπικό γνώρισμα της επιστημονικής από την απλή θεώρηση των πραγμάτων.

Ωστόσο ανάλογα με τις πολιτισμικές, εθνικές και κοινωνικοπολιτισμικές συνθήκες υποπίπτει και η φύση με διαφορετικό τρόπο στην αντίληψη του κάθε υποκειμένου. Οι εκπαιδευτικοί, κυρίως σε πολιτισμικά ανομοιογενείς ομάδες μαθητών, επιβάλλεται να έχουν υπόψη και τις διαφορές αυτές. Προγνώσεις και προεμπειρίες μαθητών μπορεί να είναι εντελώς διαφορετικές, λόγω των πολιτισμικών διαφορών, που, όταν ο εκπαιδευτικός τις αγνοεί, υπάρχει το ενδεχόμενο να τους προκαλεί προβλήματα μάθησης. Η ιστορία της αντιπαράθεσης του Γαλιλαίου με την εκκλησία, όπως υπογραμμίζεται (Schlichting, 2000, 376), είναι κατάλληλο παράδειγμα, για να γίνει κατανοητό ότι η αντίληψη δεν αποτελεί πιστή αναπαράσταση, αλλά ενεργητική υποκειμενική αναπαράσταση του κόσμου. Κατά κάποιο τρόπο βλέπει κανείς μόνο εκείνο που ήδη γνωρίζει. Η εμπειρία από τη φύση και για τη φύση (Giel, 1968, 112) προκύπτει κατά κανόνα από την αντιπαράθεση με την καθημερινή εμπειρία, ενώ η διαφορά ανάμεσα στους δύο τρόπους θεώρησης δεν είναι εύκολο να ξεπεραστεί μέσα από μια διαλεκτική σύνθεση ή αντικατάσταση. Κι αυτό ισχύει σε όλα τα μαθήματα και ιδιαίτερα στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών, όπου το πείραμα μπορεί να συμβάλει στην ανακατασκευή της βιωματικής γνώσης. Σε πολλές περιπτώσεις οι μαθητές βρίσκονται στη θέση των εκπροσώπων της εκκλησίας στην εποχή του Γαλιλαίου. Όσο κι αν προσπαθούν να δουν αυτά που θεωρεί ότι βλέπει ο εκπαιδευτικός, δεν τα καταφέρνουν, με αποτέλεσμα να διαμορφώνεται μια αντιπαράθεση μεταξύ εκπαιδευτικών και μαθητών, όπως την περιγράφει ο Pirantello (1986, 92): «Συγνώμη, γιατί δεν το βλέπεις αυτό, είσαι τυφλός;», χωρίς φυσικά να αντιλαμβάνεται ότι και ο μαθητής τον θεωρεί τυφλό, επειδή δεν βλέπει όπως και όσα ο μαθητής βλέπει. Επομένως, η πειραματική διαδικασία αποτελεί τη διαλεκτική σύνθεση και την υπέρβαση του καθημερινού και το επιστημονικού τρόπου σκέψης, αποτελεί τη βάση για αλλαγή θεώρησης των πραγμάτων, για συνεννόηση και κατανόηση για συμφωνία σε όσα βλέπουμε. Συγκροτεί το πλαίσιο για μια σχολική γνώση που στηρίζεται στην ανακατασκευή της εμπειρικής-βιωματικής σε επιστημονική γνώση και απαλλάσσει το υποκείμενο από προκαταλήψεις. Το πείραμα αυξάνει την πιθανότητα να βελτιωθούν και οι επιδόσεις των μαθητών από κατώτερα κοινωνικοοικονομικά στρώματα. Η πειραματική διδακτική διαδικασία της Φυσικής επανξάνει τη γνώση των μαθητών. Οι μαθητές αποδείχτηκε (Secker, 2000, 151-160) ότι βελτίωσαν κατά 24% τα αποτελέσματά τους στα tests μετά από τη συμμετοχή τους στην πειραματική διδασκαλία. Ερευνήθηκε επίσης η αποτελεσματικότητα της πειραματικής διδα-

σκαλίας σε σχέση με το κοινωνικοοικονομικό Status, το φύλο και τη μειονότητα των μαθητών. Το βασικό ερώτημα που ερευνήθηκε ήταν: Σε ποιο βαθμό η πειραματική διδασκαλία μπορεί να επηρεάσει τη βελτίωση των μαθητών ανεξάρτητα από το κοινωνικοπολιτισμικό συγκείμενο. Η έρευνα έδειξε ότι αυξάνει η επίδοση όλων των μαθητών αλλά κυρίως εκείνων από τα ανώτερα κοινωνικοοικονομικά στρώματα.

Συμπεράσματα

Από τη διερεύνηση της βιβλιογραφίας της Διδακτικής, της σχετικής με το θέμα «Πείραμα στις Φυσικές Επιστήμες», χωρίς αμφιβολία διαπιστώνει κανείς, ότι το πείραμα ως πείραμα εκπαιδευτικού ή πείραμα μαθητή κατέχει ιδιαίτερη σημασία για την σφαιρική ανάπτυξη του μαθητή. Οι συγγραφείς, οι σχετικοί με τον τομέα αυτό, συμφωνούν ως προς τη σημασία του μαθήματος γενικότερα. Δεν γίνεται πλέον λόγος για το αν είναι σκόπιμη η διεξαγωγή πειραμάτων στο σχολείο, αλλά για τον τρόπο που διεξάγεται, τη βαθμίδα και την τάξη εισαγωγής του. Η σχολική πραγματικότητα δείχνει, λόγω του χρόνου που απαιτείται σε επίπεδο προετοιμασίας, σε επίπεδο διεξαγωγής και σε επίπεδο υλικοτεχνικής υποδομής, να περιορίζεται το μάθημα σε μια περιγραφική εικόνων του σχολικού εγχειριδίου ή στη σχηματική αναπαράσταση από τον εκπαιδευτικό στον πίνακα.

Από την προηγούμενη ανάλυση οδηγείται κανείς στις ακόλουθες διαπιστώσεις:

- Η πειραματική έρευνα δεν μπορεί να παρουσιάζεται ως μια απλή τεχνική ή λογική εξήγηση παραγωγής γνώσης. Πρέπει να διεξάγονται και να παρουσιάζονται στους μαθητές παράλληλα με την τεχνική, η λογική και η ιστορική σημασία, καθώς και οι επιπτώσεις αναφορικά με κοινωνικούς, πολιτικούς και ηθικούς όρους και προϋποθέσεις, καθώς και οι εκάστοτε συνθήκες διεξαγωγής πειραμάτων. Οι μαθητές διαπιστώνουν ότι η διεξαγωγή πειραμάτων δεν περιορίζεται μόνο σε περιοχές των θετικών και των τεχνολογικών επιστημών, αλλά και στις κοινωνικές που είναι εμπειρικά προσανατολισμένες, όπως κλινική ψυχολογία, ψυχολογία μάθησης, διαφήμισης, κοινωνικών ομάδων.
- Μέσα από την πειραματική διαδικασία η Μετανεωτερική Προοδευτική Παιδαγωγική και η Διδακτική του Ενεργού Υποκειμένου βρίσκουν έδαφος για εφαρμογή, δηλαδή:

διατήρηση της χαράς στη μάθηση μέσα από την ερευνητική και ανακαλυπτική μάθηση και διαμόρφωση συνθηκών για ένα ρόλο του εκπαιδευτικού, ως συνεργάτη και οργανωτή περιβαλλόντων μάθησης.

- Η ενίσχυση της υπευθυνότητας και της κριτικής ικανότητας, πετυχαίνεται αποτελεσματικότερα, δεδομένου ότι ο μαθητής στο τέλος είναι σε θέση να κατανοεί τι χαρακτηρίζει το επιστημονικό συμπέρασμα - γνώση, από άλλες γνώσεις.
- Η προώθηση της αναζήτησης της αλήθειας και όχι η συσσώρευση γνώσεων βρίσκει εφαρμογή στην πειραματική διαδικασία.
- Η οργάνωση μαθησιακών περιβαλλόντων κρίνεται απαραίτητη, όπου αποκτάται η μάθηση μέσα από τις εμπειρίες, την έρευνα και όχι μέσα από τις συνέπειες.
- Η αποφυγή δογματικής γνώσης και η υιοθέτηση αξιών και στάσεων μέσα από την πειραματική διαδικασία επιτρέπουν στον καθένα την βίωση ελευθερίας και χειραφέτησης.
- Η προώθηση της ερευνητικής μάθησης και η μείωση της μετάδοσης της γνώσης είναι περισσότερο εφικτή με την πειραματική διαδικασία.

Προτάσεις

Είναι προφανές ότι η πειραματική διαδικασία αλλάζει και την εικόνα για το καλό σχολείο και το καλό μάθημα.

Το σχολείο πρέπει να εκμεταλλευτεί την αυθόρμητη αντιπαράθεση των μαθητών με τα φυσικά φαινόμενα να την ενισχύσει και να την αναπτύξει. Η εισαγωγή της πειραματικής διαδικασίας από τις πρώτες τάξεις του δημοτικού κρίνεται για το σκοπό αυτό απαραίτητη.

Ουσιαστική προϋπόθεση ωστόσο αποτελεί η υλικοτεχνική υποδομή των σχολείων, που θα επιτρέπει την πραγματοποίηση πειραμάτων και όχι την περιγραφή εικόνων με πειράματα.

Βιβλιογραφία

- Altert C. / Baumert J. (2001):** PISA 2000, Zusammenfassung zentraler Befunde, Max-Planck-Institut für Bildungsforschung, Berlin 2000.
- Dewey, J. (1964):** Demokratie und Erziehung, Westermann, Braunschweig.
- Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών (ΔΕΠΠΣ 2001):** ΦΕΚ 1375, τ.Β', 1421-1423, 18-10-2001, ΥΠΕΠΘ.
- Fö rster, H. (1992):** Entdecken oder Erfinden, Wie lässt sich Verstehen verstehen? In: Einführung in der Konstruktivismus, Piper, München.
- Gardner, H. (1993):** Multiple Intelligences, New York, Basic Books.
- Giel, Kl. (1968):** Operationelles Denken und sprachliches Verstehen, Zeitschrift für Pädagogik, 7, Beiheft s.111-124.
- Gribble, D. (1991):** Auf der Seite der Kinder, Belz, Weinheim, Basel.
- Κόκκοτας, Π. (2002):** Διδακτική των Φυσικών Επιστημών: Εποικοδομητική Προσέγγιση, Αθήνα.
- Κοσσυβάκη Φ. (2003α):** Ο ρόλος του εκπαιδευτικού στο μετανεωτερικό σχολείο: Προσδοκίες, προοπτικές, όρια, Gutenberg, Αθήνα.
- Κοσσυβάκη, Φ. (2003):** Εναλλακτική Διδακτική, Gutenberg, Αθήνα.
- Messner R. u.a. (1997):** Über Aufgaben des naturwissenschaftlichen Unterrichts und Formen des Naturwissens, in: Chimica didactica 1997, σ.5-31.
- Ματσαγγούρας, Η. (2003):** Η διαθεματικότητα στη σχολική γνώση, Γρηγόρη, Αθήνα.
- Morin, E, (1991):** Kultur Erkenntnis. In: Watzlawick, P. Krieg, P. (Hrsg). Das Auge des Betrachters, München, Piper.
- Meyer H. (1987):** Unterrichts methoden, Bd II, Cornlesen, Frankfurt / a.M.
- Müller, M. (1997):** «Erziehung» in einer vom Fachwissen dominierten Schulpraxis? In: Chimica didactica 1/1997, σ. 32-62.
- Muskenfuss, H. (1995):** Lernen in sinnstiftenden Kontext, Cornlesen.
- Pirandello, L. (1986):** Einer, Keiner, hunderttausnd, Sachon, Mindelheim.
- Popp W. (1986):** Kommunikative Didaktik: Handlungsfähigkeit und Kommunikation alw Grundkategorien didaktischer Theorie, In: Twellmann W.(Hrsg.). Handbuch Schule und Unterricht, Band 8.1. Schwann, Düsseldorf, σ. 61-77.
- Reich, u.a. (2000):** Fachdidaktik interkulturell, Leske + Budrich, Obladen.
- Rogers, C.R. (1963):** The actualizing tendency in relatio to “motives” and to sciousness. In: M.R. Jones (Ed.) Nebraska Symposium on motivation

(pp. 1-24) Lincoln: University of Nebraska Press.

Scheller, M. (1995): Die Stellung des Menschen im Kosmos, Bonn, Bouvier-Verlag

Schraudolph W. (1979): Der Fachbereich Physik-Chemie in der Heimat-und Sachkunde. In. Sauter, H.(Hrsg.): Heimat-und Sachkunde in der Grundschule, Ludwig Auer, Donauwörth, σ. 209-232.

Secker, V.C. (2002): Effects on Inquiry-Based Teacher Practices on science Excellence, and Equity. Στο: The Journal of Educational Research, Vol.95(3), p. 151-160.

Sielnacht, T. (1998): Farben nach alten Rezepten, In: Unterricht Biologie 6 σ. 50-51.

Smidkunz H. (1986): Problemlösungen im Unterricht, dargestellt am Beispiel der Naturwissenschaften. In. Twellmann W.(Hrsg.). Handbuch Schule und Unterricht, Band 8.1. Schwann, Düsseldorf, σ. 426-437.

Wagenschein M. (1990): Kinder auf dem Weg zur Physik, Beltz, Weinheim, Basel, Berlin.

Wagenschein, M. (1965): Ursprüngliches Verstehen und exaktes Denken, Klett Verlag, Stuttgart.