

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ Θ. ΚΩΤΣΗΣ

**Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΑΠΟΚΤΗΣΗΣ ΔΕΞΙΟΤΗΤΩΝ
ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΤΙΣ
ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ
ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**

Ιωάννινα 2006

Κωνσταντίνος Θ. Κώτσης *

Η σημασία απόκτησης δεξιοτήτων και εκπαίδευσης των μαθητών στις διαδικασίες της επιστημονικής μεθόδου των φυσικών επιστημών.

Περίληψη

Στην εργασία αυτή επισημαίνεται η σημασία της εκπαίδευσης των μαθητών του Δημοτικού Σχολείου στις διαδικασίες της επιστημονικής μεθόδου των φυσικών επιστημών και η απόκτηση δεξιοτήτων σε αυτές τις διαδικασίες. Αναφέρονται ποιες είναι οι δεξιότητες της επιστημονικής μεθόδου και δίνονται παραδείγματα για το πώς μπορούν αυτές να γίνουν κτήμα των μαθητών.

Λέξεις κλειδιά: Διδασκαλία φυσικών επιστημών, επιστημονική διαδικασία

The importance of teaching the science process skills

Abstract

In this study is pointed out the importance of teaching the students of Primary School on the science process and how they can develop the skills for this process. They are reported what are the skills of the science process and are given examples for how the students can learn from them.

Key words: Teaching of natural sciences, skills of scientific process

* Αναπληρωτής Καθηγητής στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

Εισαγωγή

Οι φυσικές επιστήμες και η διδασκαλία των μαθητών για τις φυσικές επιστήμες, σημαίνει κάτι παραπάνω από απλή επιστημονική γνώση. Υπάρχουν τρεις συνιστώσες οι οποίες συνθέτουν τις φυσικές επιστήμες, οι οποίες είναι όλες εξίσου σημαντικές. Η πρώτη από αυτές, είναι αυτή που εμπεριέχει το περιεχόμενο της επιστήμης, τις βασικές αρχές της, είναι αυτό που ονομάζεται επιστημονική γνώση. Αυτή είναι η συνιστώσα των φυσικών επιστημών, την οποία οι περισσότεροι άνθρωποι γνωρίζουν και είναι πολύ σημαντική. Οι άλλες δύο σημαντικές συνιστώσες της επιστήμης εκτός από την επιστημονική γνώση είναι οι διαδικασίες και η μεθοδολογία που ακολουθεί η επιστήμη και η διάθεση και η συμπεριφορά που προκαλεί η ίδια η επιστήμη. Οι διαδικασίες της μεθοδολογίας της επιστήμης είναι αυτό που ονομάζεται διαδικασίες της επιστημονικής μεθόδου, την οποία ακολουθούν οι επιστήμονες κατά τη διάρκεια της επιστημονικής έρευνας. Από τη στιγμή που το αντικείμενο των φυσικών επιστημών είναι να θέτει ερωτήματα και να δίνει απαντήσεις σε αυτά τα ερωτήματα με μια συγκεκριμένη μεθοδολογία, η ίδια ακριβώς μεθοδολογία απαιτείται (Penick, et all 1996) για να βρεθούν οι απαντήσεις στα ερωτήματα της καθημερινής ζωής. Όταν διδάσκουμε τους μαθητές να χρησιμοποιούν τις διαδικασίες της επιστημονικής μεθόδου, ουσιαστικά τους διδάσκουμε δεξιότητες για να τις εφαρμόζουν στο μέλλον σε όλο το εύρος της καθημερινής τους ζωής (Klionsky 2003). Η τρίτη συνιστώσα των φυσικών επιστημών αφορά τη διάθεση και τη στάση που προκαλεί η επιστήμη. Αυτή εμπεριέχει την περιέργεια και την επινόηση για τα ερωτήματα που τίθενται, όπως και τον ενθουσιασμό και την ευχαρίστηση που προκαλείται από την επίλυσή τους. Μια άλλη επιθυμητή στάση είναι ο σεβασμός στη μεθοδολογία και στις αξίες της επιστήμης. Τόσο η επιστημονική μέθοδος, όσο και οι αρχές της επιστήμης, στοχεύουν στην προσπάθεια επίλυσης των ερωτημάτων, κάνοντας χρήση των ήδη γνωστών επιστημονικών αποδείξεων και αναγνωρίζοντας τη σημασία του συνεχούς επανέλεγχου των δεδομένων και κατανοώντας ότι η επιστημονική γνώση και οι θεωρίες μπορούν να αλλάξουν με την πάροδο του χρόνου, καθώς όλο και περισσότερες επιστημονικές πληροφορίες προκύπτουν.

Οι διαδικασίες της επιστημονικής μεθοδολογίας

Οι διαδικασίες στην έρευνα των φυσικών επιστημών διαμορφώνουν αυτό που ονομάζεται επιστημονική μεθοδολογία. Υπάρχουν έξι βασικές διαδικασίες στην επιστημονική μεθοδολογία και αυτές είναι: Παρατήρηση, Επικοινωνία, Ταξινόμηση, Μέτρηση, Συμπέρασμα και Υπόθεση-Πρόβλεψη. Οι διαδικασίες αυτές οδηγούν στην τελευταία διαδικασία, η οποία είναι το πείραμα το οποίο επιβεβαιώνει, συμπληρώνει ή απορρίπτει την υπόθεση- πρόβλεψη. Το πείραμα

δεν θα απασχολήσει την παρούσα μελέτη διότι υπάρχουν πολλές άλλες (Κώτσης 2005), οι οποίες έχουν αναφερθεί στη διαδικασία αυτή. Όλες οι βασικές διαδικασίες, οι οποίες αναφέρθηκαν προηγουμένως, συνδέονται μεταξύ τους τόσο όταν οι επιστήμονες σχεδιάζουν και υλοποιούν τα πειράματά τους, όσο και όταν όλοι μας στη ζωή πραγματοποιούμε τα πειράματα της «καθημερινότητας». Οι έξι αυτές βασικές διαδικασίες έχουν μεγάλη σημασία τόσο η κάθε μια ξεχωριστά όσο και όλες μαζί όταν είναι συνδεδεμένες μεταξύ τους.

Οι έξι βασικές διαδικασίες μπορούν να διδαχτούν στους μαθητές για να αποκτήσουν τις αντίστοιχες δεξιότητες, αν η εκπαίδευση τους γίνει με μια σειρά, ανάλογα με τη νοητική ανάπτυξη του παιδιού. Η εκπαίδευση μπορεί να αρχίσει από νωρίς στο σχολείο, ακόμη και αν οι μικρότεροι σε ηλικία μαθητές θα μάθουν να χρησιμοποιούν όλες μαζί τις δεξιότητες σε μεγαλύτερες ηλικίες. Στις μικρές ηλικίες οι μαθητές μπορούν να εκπαιδευτούν για αρκετό χρόνο για να αποκτήσουν δεξιότητες όπως η παρατήρηση και η επικοινωνία. Σε μεγαλύτερες ηλικίες οι μαθητές θα μπορούν να εκπαιδευτούν σε δεξιότητες όπως η διατύπωση συμπερασμάτων και προβλέψεων. Η ταξινόμηση και η μέτρηση είναι δεξιότητες στις οποίες οι μαθητές πρέπει να εκπαιδεύονται σταδιακά ανάλογα της νοητικής ανάπτυξής τους. Αυτό συμβαίνει, όσον αφορά την ταξινόμηση επειδή υπάρχουν διαφορετικοί τρόποι ταξινόμησης, από τον απλό, ο οποίος στηρίζεται στο διαχωρισμό των στοιχείων σε δύο ομάδες με βάση ένα χαρακτηριστικό, μέχρι το σύνθετο τρόπο, ο οποίος στηρίζεται στο διαχωρισμό των στοιχείων σε περισσότερες ομάδες εξετάζοντας πιο πολλά χαρακτηριστικά. Το ίδιο ισχύει και για τη δεξιότητα της μέτρησης, διότι η μέθοδος της μέτρησης και τα μετρικά συστήματα μονάδων πρέπει να εισαχθούν βαθμιαία στα παιδιά κατά τη διάρκεια της νοητικής ανάπτυξής τους. Η ενσωμάτωση όλων μαζί των βασικών δεξιοτήτων της επιστημονικής μεθοδολογίας, πρέπει να γίνεται σταδιακά για να αναπτυχθούν οι ικανότητες των μαθητών στο σχεδιασμό των απλών πειραμάτων της καθημερινής ζωής, δίνοντας έμφαση σε διαδοχικά επίπεδα δυσκολίας και αυτό είναι δυνατόν να αρχίσει να γίνεται τουλάχιστο σε μαθητές της Τετάρτης Δημοτικού. Για παράδειγμα, στην Τετάρτη Δημοτικού να περιλαμβάνεται η διατύπωση των υποθέσεων και ο προσδιορισμός των μεταβλητών σε απλά πειράματα. Σε αυτή την ηλικία οι μαθητές μπορούν να αρχίζουν να θέτουν ερωτήματα και να απαντούν σε αυτά με έναν επιστημονικό τρόπο. Για όλους τους μαθητές του Δημοτικού Σχολείου θα πρέπει να αναπτυχθεί ένα αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών, όπου οι δεξιότητες της επιστημονικής μεθοδολογίας να διδάσκονται και να χρησιμοποιούνται από τους μαθητές στα πλαίσια των μαθημάτων στο σχολείο. Οι μαθητές θα πρέπει να εκπαιδεύονται σε διάφορους τομείς των φυσικών επιστημών καθ' όλη τη διάρκεια της σχολικής χρονιάς ώστε να μάθουν να χρησιμοποιούν και να αναπτύσσουν συνεχώς τις δεξιότητες της επιστημονικής μεθοδολογίας για να είναι δυνατόν να επιτύχουν όπου χρειάζεται την εννοιολο-

γική αλλαγή (Druit & Treagust 2003), σε εσφαλμένες αντιλήψεις που έχουν για έννοιες των φυσικών επιστημών.

Όλα αρχίζουν με την παρατήρηση

Η παρατήρηση είναι η πιο βασική δεξιότητα της επιστημονικής μεθοδολογίας. Ο άνθρωπος παρατηρεί αντικείμενα και φαινόμενα χρησιμοποιώντας και τις πέντε αισθήσεις. Χαρακτηριστικά ο Sutton το 1992 αναφέρει ότι: «Γιατί δεν βλέπουμε όλοι τα ίδια πράγματα όταν κοιτάζουμε το ίδιο πράγμα; Γιατί οι μαθητές δε βλέπουν αυτό που εμείς θέλουμε να δουν;». Με την παρατήρηση αρχίζει το παιδί να αντιλαμβάνεται τον κόσμο γύρω του. Η δυνατότητα να κάνει κάποιος ορθές παρατηρήσεις αποτελεί ουσιαστικό παράγοντα στην ανάπτυξη και των άλλων διαδικασιών της επιστημονικής μεθοδολογίας, όπως: επικοινωνία, ταξινόμηση, μέτρηση, διατύπωση συμπερασμάτων και προβλέψεων. Οι απλές παρατηρήσεις γίνονται, χρησιμοποιώντας μόνο τις αισθήσεις και είναι ποιοτικές παρατηρήσεις. Παραδείγματος χάριν, το φύλλο έχει χρώμα ανοικτό πράσινο ή το φύλλο έχει μια κέρνη υφή ή έχει λεία επιφάνεια. Οι παρατηρήσεις που περιλαμβάνουν αριθμητικές ποσότητες είναι ποσοτικές παρατηρήσεις. Παραδείγματος χάριν, η μάζα ενός φύλλου είναι πέντε γραμμάρια ή τα φύλλα είναι συγκεντρωμένα σε ομάδες των πέντε. Οι ποσοτικές παρατηρήσεις δίνουν πιο ακριβείς πληροφορίες από αυτές που γίνονται μόνο από τις αισθήσεις. Είναι ευνόητο ότι οι μαθητές και ιδιαίτερα αυτοί των μικρών ηλικιών, χρειάζονται βοήθεια από τον εκπαιδευτικό για να κάνουν σωστές παρατηρήσεις (Checkovich & Sterling 2001). Οι καλές και ουσιαστικές παρατηρήσεις είναι αυτές που είναι λεπτομερείς και ακριβείς είτε γίνονται γραπτές περιγραφές είτε προφορικές. Οι μαθητές πρέπει να μάθουν και να εκπαιδευτούν για να κάνουν αυτές τις περιγραφές. Ο λόγος για τον οποίο οι παρατηρήσεις θα πρέπει να περιλαμβάνουν λεπτομέρειες είναι ότι τότε μόνο ο μαθητής θα μπορέσει να κατανοήσει καλύτερα τις έννοιες και τα φαινόμενα τα οποία διδάσκεται.

Είτε οι μαθητές παρατηρούν με τις πέντε αισθήσεις τους, είτε με τη χρήση άλλων οργάνων, θα πρέπει να βοηθηθούν με κατάλληλες ερωτήσεις από το εκπαιδευτικό τους (Marbach-Ad and Sokolove 2000), ώστε να μάθουν να κάνουν πιο λεπτομερείς τις περιγραφές τους. Αυτό μπορεί να γίνει με το να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στις αρχικές τους παρατηρήσεις και μετά ο εκπαιδευτικός να παρέμβει για να συμπληρώσει και να διαμορφώσει την περιγραφή του μαθητή του. Παραδείγματος χάριν, εάν ένας μαθητής περιγράψει ένα αντικείμενο που βλέπει, θα περιγράψει το χρώμα ενός αντικειμένου αλλά όχι το μέγεθος ή τη μορφή του. Εάν ένας μαθητής πρέπει να περιγράψει έναν ήχο θα περιγράψει την έντασή του και όχι τον ρυθμό του ή τη χροιά του. Ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να προτρέψει τους μαθητές να προσθέτουν λεπτομέρειες στις περιγραφές όταν παρατηρούν, ανεξάρτητα με ποια από τις πέντε αισθήσεις χρησιμοποιούν στην παρατήρησή τους.

Υπάρχουν και άλλοι τρόποι παρέμβασης ώστε οι μαθητές να κάνουν πιο λεπτομερείς και ακριβείς παρατηρήσεις. Παραδείγματος χάριν, εάν κατά τη διάρκεια μιας παρατήρησης μεταβάλλεται ένα χαρακτηριστικό, οι μαθητές θα πρέπει να μάθουν να περιλάβουν αυτή τη μεταβολή στην περιγραφή τους, περιγράφοντας πως ήταν πριν, πως ήταν κατά τη διάρκεια και πως ήταν μετά την παρατήρησή τους. Σε κάθε περίπτωση, οι μαθητές πρέπει να ενθαρρύνονται να περιγράφουν το τι παρατηρούν.

Η παρατήρηση και η επικοινωνία είναι αλληλένδετες

Η επικοινωνία, η δεύτερη των βασικών διαδικασιών της επιστημονικής μεθοδολογίας, είναι μια δεξιότητα η οποία είναι άμεσα συνδεδεμένη με την παρατήρηση. Οι μαθητές πρέπει να επικοινωνήσουν προκειμένου να μοιραστούν τις παρατηρήσεις τους με τους συμμαθητές τους ή με τον εκπαιδευτικό τους.

Η επικοινωνία πρέπει να είναι σαφής και ακριβής για κάθε άλλο πρόσωπο, αν θέλουμε να καταλάβει τις πληροφορίες. Ένα χαρακτηριστικό που χρειάζεται να έχει μια αποτελεσματική επικοινωνία είναι να γίνεται χρήση αναφορών με τις οποίες το άλλο πρόσωπο τις γνωρίζει και είναι εξοικειωμένο. Για παράδειγμα, πολλές φορές περιγράφονται τα χρώματα κάνοντας χρήση τέτοιων αναφορών. Λέμε συχνά, το μπλε του ουρανού, το μπλε της θάλασσας πράσινο σαν το γρασίδι, κίτρινο σαν το λεμόνι για να περιγράψουμε ιδιαίτερες αποχρώσεις του μπλε, του πράσινου ή του κίτρινου.

Η ιδέα είναι ότι για να επικοινωνήσουμε χρησιμοποιούμε λέξεις στην περιγραφή μας για τις οποίες τα άλλα πρόσωπα έχουν την ίδια κοινή κατανόηση και αναπαράσταση. Χωρίς τις λέξεις-αναφορές ανοίγεται η πόρτα των παρανοήσεων. Εάν για παράδειγμα αναφερθεί σε μια περιγραφή η λέξη «ζεστό» ή «τραχύ» ο συνομιλητής μας μπορεί να έχει διαφορετική αντίληψη για το πόσο ζεστό ή το πόσο τραχύ. Εάν ένας μαθητής προσπαθεί να περιγράψει το μέγεθος ενός κουκουναριού από ένα πεύκο, θα πρέπει να χρησιμοποιήσει σαν αναφορά κάτι που να είναι αντιληπτό από τον συμμαθητή του, π.χ. το μήκος του παπουτσιού του. Το κουκουνάρι μπορεί να είναι μεγαλύτερο ή μικρότερο από το παπούτσι του.

Η άλλη διαδικασία της επιστημονικής μεθοδολογίας, η μέτρηση, είναι μια ειδική περίπτωση της παρατήρησης και της επικοινωνίας. Όταν μετρούμε κάποια ποσότητα, συγκρίνουμε τη μετρούμενη ποσότητα με μια λέξη-αναφορά την οποία την ονομάζουμε «μονάδα». Μια μέτρηση εμπεριέχει δύο στοιχεία, έναν αριθμό ο οποίος δηλώνει «πόσο» και ένα όνομα μονάδας, το οποίο δηλώνει πόσο συγκριτικά με «τι». Εάν η μέτρηση δεν έχει και τα δύο στοιχεία δεν μπορεί να αποτελεί ούτε ακριβή παρατήρηση και δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για επικοινωνία. Ο μαθητής δεν το γνωρίζει αυτό και πρέπει να μάθει από το Δημοτικό Σχολείο της ανάγκη αναφοράς στη μονάδα μέτρησης (Goldston et all 2001). Για παράδειγμα «το σπίτι μου είναι 10 μακριά από το σχολείο», μπορεί να σημαίνει

10 μέτρα, μπορεί να σημαίνει όμως και 10 χιλιόμετρα και κατά συνέπεια δεν περιγράφει με σαφήνεια την απόσταση. Επίσης μπορεί να σημαίνει και 10 λεπτά με τα πόδια ή με το αυτοκίνητο αλλά σε αυτή την περίπτωση η λέξη- αναφορά, μονάδα, δεν έχει την ίδια σημασία για τον συνομιλητή, διότι απουσιάζει τελείως η πληροφορία για το ρυθμό της κίνησης. Η χρήση λοιπόν των αριθμών κατά τη διαδικασία της μέτρησης την κάνει ουσιαστικά μια ποσοτική παρατήρηση. Οι μαθητές επίσης μπορούν να μάθουν να μοιράζονται τις παρατηρήσεις τους (Yockey 2001) και να επικοινωνούν προφορικά, ή γραπτά ή ακόμη με το σχεδιασμό εικόνων (Stein et all 2001). Άλλοι τρόποι επικοινωνίας, οι οποίοι χρησιμοποιούνται πολύ συχνά στην ίδια την επιστήμη, είναι οι γραφικές παραστάσεις, τα διαγράμματα, οι χάρτες και οι εικονικές αναπαραστάσεις.

Είναι αξιοσημείωτο ότι οι μαθητές ενώ δεν έχουν εκπαιδευτεί στους απλούς τρόπους παρατήρησης και επικοινωνίας στο Δημοτικό σχολείο, όταν πηγαίνουν στο Γυμνάσιο καλούνται να χρησιμοποιούν γραφικές παραστάσεις και διαγράμματα τα οποία δεν κατανοούν με αποτέλεσμα να έχουν πολλές εσφαλμένες αντιλήψεις και ερμηνείες για τις έννοιες αυτές.

Ταξινόμηση σε ομάδες

Οι μαθητές από μικρή ηλικία είναι σε θέση να ταξινομήσουν τα αντικείμενα ή τα φαινόμενα σε ομάδες με βάση τις παρατηρήσεις τους. Η ομαδοποίηση των αντικειμένων ή των φαινομένων είναι ένας τρόπος ταξινόμησης ο οποίος στηρίζεται στις ομοιότητες, στις διαφορές και στις αλληλεξαρτήσεις κάποιων χαρακτηριστικών που συνδέονται με τα αντικείμενα ή τα φαινόμενα.

Αυτό είναι ένα σημαντικό βήμα για μια καλύτερη κατανόηση των διαφορετικών αντικειμένων και των φαινομένων του φυσικού κόσμου. Υπάρχουν αρκετοί τρόποι ταξινόμησης. Ο πιο απλός τρόπος είναι αυτός που ταξινομεί τα αντικείμενα σε μια ομάδα με βάση ένα χαρακτηριστικό. Για παράδειγμα οι μαθητές μπορούν να ταξινομήσουν διάφορα αντικείμενα με βάση το μήκος τους. Για να γίνει αυτό θα πρέπει ο μαθητής να εκπαιδευτεί πρώτα στο να παρατηρεί και όχι κατευθείαν να μετρά, χωρίς να αντιλαμβάνεται τι κάνει και γιατί το κάνει. Δύο άλλοι τρόποι ταξινόμησης είναι ο δυαδικός διαχωρισμός σε δύο ομάδες και ο πολλαπλός διαχωρισμός σε πολλές ομάδες. Στη δυαδική ταξινόμηση ένα σύνολο αντικειμένων διαιρείται απλά σε δύο υποσύνολα. Αυτό γίνεται συνήθως με βάση ότι το κάθε αντικείμενο έχει ή δεν έχει ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό ή μια ιδιαίτερη ιδιότητα. Για παράδειγμα τα παιδιά μπορούν να χωρισθούν σε αγόρια και κορίτσια, ή τα ζώα χωρίζονται σε σπονδυλωτά και ασπόνδυλα. Μια δυαδική ταξινόμηση μπορεί να γίνει κατευθείαν στηριζόμενη σε παραπάνω από ένα χαρακτηριστικό. Τα αντικείμενα της μιας ομάδας θα πρέπει να έχουν όλες τις απαιτούμενες ιδιότητες ή χαρακτηριστικά και στην άλλη ομάδα ανήκουν όλα τα υπόλοιπα αντικείμενα. Μια πολλαπλή ταξινόμηση γίνεται με την εκτέλεση διαδοχικών δυαδικών ταξινομήσεων σε ένα σύνολο αντικειμένων και η κάθε

ομάδα που προκύπτει διαχωρίζεται σε άλλα υποσύνολα. Το αποτέλεσμα είναι ένα σύστημα ταξινομήσεων που αποτελείται από επίπεδα ή στάδια. Μια πολλαπλή ταξινόμηση είναι πλήρης όταν το κάθε ένα από τα αντικείμενα του αρχικού συνόλου αποτελεί μια ξεχωριστή ομάδα. Οι γνωστές ταξινομήσεις του φυτικού ή ζωικού βασιλείου είναι παραδείγματα πολλαπλών ταξινομήσεων. Μια χρήσιμη δραστηριότητα για τα πιο μικρά παιδιά θα μπορούσε να είναι η πολλαπλή ταξινόμηση των ζώων της περιοχής τους, κάνοντας χρήση κάποιων φυσικών ή συμπεριφοριστικών ομοιοτήτων και διαφορών.

Τα παιδιά θα μπορούσαν να εκπαιδεύονται σε δεξιότητες ταξινόμησης, ανάλογα της ηλικίας τους και αυτό να γίνεται σταδιακά σε όλο το Δημοτικό σχολείο, ακόμα και στον παιδικό σταθμό. Στον παιδικό σταθμό, τα παιδιά μπορούν να μάθουν να ταξινομούν σε μια σειρά ένα σύνολο αντικειμένων σύμφωνα με το μέγεθος. Επίσης μπορούν να χωρίσουν ένα σύνολο αντικειμένων σε δύο ομάδες με βάση μια κοινή φυσική ιδιότητα. Στην πρώτη τάξη, οι μαθητές μπορούν να ταξινομούν και να χωρίζουν τα αντικείμενα και τα γεγονότα σύμφωνα με διάφορες ιδιότητες ή ομοιότητες. Στη δεύτερη τάξη, οι μαθητές μπορούν να ταξινομούν αντικείμενα χρησιμοποιώντας δύο ή περισσότερες ιδιότητες. Στην τρίτη τάξη, οι μαθητές μπορούν να μάθουν να ταξινομούν τα αντικείμενα σε τουλάχιστον δύο σύνολα και δύο υποσύνολα σύμφωνα με όμοια χαρακτηριστικά και πρέπει επίσης να τοποθετούν χρονολογικά διάφορα φυσικά γεγονότα. Στην τέταρτη τάξη, οι μαθητές μπορούν να μάθουν να ταξινομούν τα στοιχεία και να μετρούν την συχνότητά τους. Στην πέμπτη τάξη, οι μαθητές μπορούν να μάθουν να χωρίζουν διάφορα αντικείμενα χρησιμοποιώντας μια λέξη-κλειδί ταξινόμησης. Τέλος στην έκτη τάξη, οι μαθητές μπορούν να μάθουν να αναπτύξουν ένα σύστημα ταξινόμησης αντικειμένων και γεγονότων βασισμένο σε παραπάνω από μια ιδιότητες.

Εξαγωγή συμπερασμάτων και προβλέψεων-υποθέσεων

Αντίθετα από τις παρατηρήσεις, όπου τα στοιχεία για ένα αντικείμενο ή φαινόμενο συγκεντρώνονται άμεσα, τα συμπεράσματα είναι εξηγήσεις ή ερμηνείες που προκύπτουν από τις παρατηρήσεις. Παραδείγματος χάριν, είναι στοιχείο παρατήρησης το «*ότι ένα έντομο βγάζει ένα μαύρο, κολλώδες υγρό από το στόμα του*» και είναι ένα συμπέρασμα που προκύπτει ότι, «*το έντομο βγάζει ένα μαύρο, κολλώδες υγρό από το στόμα του επειδή ενοχλήθηκε και προσπαθεί να υπερασπιστεί τον εαυτόν του*». Όταν ο μαθητής είναι ικανός να διατυπώνει συμπεράσματα και να εξηγεί το τι συμβαίνει γύρω του τότε σίγουρα έχει μια καλύτερη εκτίμηση και κατανόηση του περιβάλλοντός του. Οι επιστημονικές υποθέσεις, του γιατί συμβαίνουν τα φαινόμενα είναι περισσότερο βασισμένες σε συμπεράσματα που στηρίχτηκαν σε έρευνες. Οι μαθητές πρέπει να διδαχθούν τη διαφορά μεταξύ των παρατηρήσεων και των συμπερασμάτων. Πρέπει να είναι σε θέση να διαφοροποιήσουν και να καταλάβουν ότι τα στοιχεία που συλλέγουν

από το φυσικό περιβάλλον τους είναι παρατηρήσεις και οι ερμηνείες και τα συμπεράσματα που διατυπώνουν βασίζονται στις παρατηρήσεις. Πρέπει από την αρχή να εκπαιδευτούν οι μαθητές να κάνουν αυτήν τη διάκριση, προτρέποντας τους να εκθέτουν λεπτομέρειες στις περιγραφές των παρατηρήσεών τους. Μετά ρωτώντας τους μαθητές ερωτήσεις σχετικές με τις παρατηρήσεις τους, ενθαρρύνουμε τους μαθητές να σκεφτούν τη σημασία αυτών που παρατήρησαν. Η σκέψη ότι για τη διεξαγωγή των συμπερασμάτων με αυτόν τον τρόπο, τους υπενθυμίζει ότι τα συμπεράσματα είναι άμεσα συνδεδεμένα με το τι έχει παρατηρηθεί και με το τι έχουν ήδη γνωστό από προηγούμενες εμπειρίες. Πάντα ο άνθρωπος χρησιμοποιεί την προηγούμενη εμπειρία του για να τον βοηθήσει να ερμηνεύσει τις παρατηρήσεις του. Συχνά διαφορετικά συμπεράσματα μπορούν να βασιστούν στις ίδιες παρατηρήσεις. Επίσης τα συμπεράσματα μπορούν να αλλάξουν αν γίνουν επιπρόσθετες παρατηρήσεις. Γενικά ο καθένας είναι περισσότερο βέβαιος για τα συμπεράσματά του, όταν οι παρατηρήσεις του συμφωνούν με αυτές προηγούμενων εμπειριών. Επίσης τα συμπεράσματα είναι πιο ισχυρά, καθώς συλλέγονται όλο και περισσότερες αποδείξεις που τα ενισχύουν. Όταν οι μαθητές προσπαθούν να εξαγάγουν τα συμπεράσματα τους, θα πρέπει να εκπαιδευτούν ότι, συχνά πρέπει να επιστρέφουν και να κάνουν επιπρόσθετες παρατηρήσεις προκειμένου να γίνουν περισσότερο σίγουροι για αυτά και έτσι να προσδιορίσουν ποιο μέγεθος εξαρτάται από ποιο (Druger 2002). Για παράδειγμα βλέποντας ένα έντομο να βγάζει ένα μαύρο κολλώδες υγρό, όσες φορές οι μαθητές προσπαθούν να το πιάσουν και να το κρατήσουν στο χέρι τους, τότε ενισχύεται η πεποίθησή τους, ότι το έντομο το κάνει αυτό επειδή ενοχλήθηκε και για να υπερασπισθεί τον εαυτό του. Το συμπέρασμα αυτό δεν μπορεί να προκύψει μόνο με μία παρατήρηση και αυτό ο μαθητής θα πρέπει να το καταλάβει για να το μάθει. Μερικές φορές κάνοντας επιπρόσθετες παρατηρήσεις ή επαναλαμβάνοντας την ίδια την παρατήρηση ενισχύεται το συμπέρασμα, αλλά άλλες φορές οι επιπρόσθετες πληροφορίες μας αναγκάζουν στην τροποποίηση ή και στην απόρριψη του συμπεράσματος. Στην επιστήμη, συμπεράσματα και ερμηνείες για διάφορα φαινόμενα και γεγονότα στηρίζονται, τροποποιούνται ή και ανατρέπονται τελείως από νέες παρατηρήσεις. Η διατύπωση προβλέψεων είναι μια δεξιότητα που στηρίζεται στη παραγωγή συμπερασματικών συλλογισμών για την έκβαση μελλοντικών γεγονότων. Δεν έχει καμία σχέση η διατύπωση προβλέψεων με το μάντεμα (Baxter & Kurtz 2001). Ο άνθρωπος σήμερα μπορεί να προβλέπει τις μελλοντικές παρατηρήσεις. Η δυνατότητα να γίνονται προβλέψεις για μελλοντικά γεγονότα επιτρέπει στον άνθρωπο να αλληλεπιδρά επιτυχώς με το περιβάλλον του. Η υπόθεση-πρόβλεψη είναι βασισμένη τόσο στη σωστή παρατήρηση όσο και στα συμπεράσματα που προκύπτουν από τα παρατηρηθέντα γεγονότα. Όπως τα συμπεράσματα, έτσι και οι προβλέψεις βασίζονται αφενός στο τι παρατηρούμε και αφετέρου ποιες είναι οι προηγούμενες

εμπειρίες και ποια είναι τα νοητικά μοντέλα (Grosslight et all 1991) που έχουμε κατασκευάσει σύμφωνα με εκείνες τις εμπειρίες. Έτσι η διατύπωση υπόθεσης-πρόβλεψης, δεν είναι μόνο μάντεμα. Οι προβλέψεις που είναι βασισμένες στα συμπεράσματα ή τις υποθέσεις για τα γεγονότα είναι ένας τρόπος ελέγχου αυτών των συμπερασμάτων ή των υποθέσεων. Εάν η πρόβλεψη αποδεικνύεται σωστή τότε προκύπτει μεγαλύτερη βεβαιότητα στο συμπέρασμα ή στην υπόθεσή.

Αυτή η διαδικασία αποτελεί τη βάση της επιστημονικής μεθοδολογίας η οποία χρησιμοποιείται από τους επιστήμονες για να θέτουν τα ερωτήματα και να ερευνούν τις απαντήσεις σε αυτά, συνδέοντας τις έξι βασικές δεξιότητες της επιστημονικής μεθοδολογίας. Η ίδια διαδικασία είναι χρήσιμη στους μαθητές για να θέτουν ερωτήματα της καθημερινής ζωής και να απαντούν σε αυτά

Συμπέρασμα

Ανακεφαλαιώνοντας μπορεί κανείς να ισχυριστεί ότι η επιτυχής ενσωμάτωση των δεξιοτήτων της επιστημονικής μεθοδολογίας με τα μαθήματα στη σχολική τάξη θα δώσει στους μαθητές περισσότερη και σημαντική μαθησιακή εμπειρία στον τρόπο κατάκτησης της γνώσης. Οι μαθητές μπορούν έτσι να εκπαιδευτούν και να μαθαίνουν τις διαδικασίες της επιστημονικής μεθοδολογίας και να αποκτούν δεξιότητες σε αυτές και να γνωρίζουν το ίδιο το περιεχόμενο της επιστήμης. Έτσι μαθητές θα δραστηριοποιηθούν ενεργά με το αντικείμενο της επιστήμης και θα φτάσουν σε μια βαθύτερη κατανόηση του περιεχομένου της. Τελικά αυτή η ενεργός δέσμευση με την επιστήμη θα οδηγήσει τους μαθητές να έχουν μεγαλύτερο ενδιαφέρον και θετικότερη στάση απέναντι στην επιστήμη. Για να δραστηριοποιηθούν όμως οι μαθητές θα πρέπει να πρώτα οι ίδιοι οι εκπαιδευτικοί να γνωρίσουν και να εκπαιδευτούν στις διαδικασίες της επιστημονικής μεθοδολογίας των φυσικών επιστημών, ώστε να είναι σε θέση να βοηθήσουν και να τις γνωρίσουν στους μαθητές τους. Κάτι ανάλογο γίνεται στις μέρες μας, τόσο δε διεθνές επίπεδο (National Council for Accreditation of Teacher Education 1997), όσο και σε εθνικό, με την τεχνολογία, όπου οι εκπαιδευτικοί γνωρίζουν και εκπαιδευούνται, με ευθύνη της πολιτείας, στις δεξιότητες που απαιτούνται για το αντικείμενο αυτό. Ανάλογα θα πρέπει να πράξει η πολιτεία και για το αντικείμενο των φυσικών επιστημών τόσο για τους εκπαιδευτικούς της πρωτοβάθμιας όσο και της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Baxter, L. M., & Kurtz, M. J. (2001), When a Hypothesis is not an Educated, *Science & Children*, 38(7), 18-20.
- Checkovich, B. H., & Sterling, D. R. (2001), Oh Say Can You See? *Science & Children*, 38(4), 32-35.
- Druger, M. (2002), It all depends: A perspective on science teaching at all levels, *Journal of College Science Teaching* 31: 493-494.
- Druit, R., and Treagust, D. F. (2003), Conceptual change; a powerful framework for improving science teaching and learning, *International Journal of Science Education* 25: 671-688
- Goldston, J. M., Marlette, S., & Pennington, A. (2001), Centimeters, Millimeters, & Monsters. *Science & Children*, 39(2), 42-47
- Grosslight, L., Unger, C., Jay, E., and Smith, C. L. (1991), Understanding models and their use in science: Conceptions of middle and high school students and experts. *Journal of Research in Science Teaching* 28: 799-822.
- Klionsky, D. J. (2003), Why the scientific method matters: A cautionary tale, *Teach. Prof.* 17: 4.
- Κώτσης Κ., (2005), Διδασκαλία της Φυσικής και Πείραμα, Εκδόσεις Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, Ιωάννινα
- Marbach-Ad, G., and Sokolove, P. G. (2000), *Good Science Begins with Good Questions*, *Journal of College Science Teaching* 30: 192-195.
- National Council for Accreditation of Teacher Education, (1997), *Technology and the new professional teacher: preparing for the 21st century classroom*. Washington, DC
- Penick, J. E., Crow, L. W., and Bonnstetter, R. J.(1996), Questions are the answer, *The Science Teacher*, January 27-29
- Stein, M., McNair, S., & Butcher, J. (2001). Drawing on Student Understanding. *Science & Children*, 38(4), 18-22.
- Sutton, C. (1992), *Words, science and learning*, Open University Press Buckingham Philadelphia.
- Yockey, J. A. (2001), A Key to Science Learning, *Science & Children*, 38(7), 36-41.