



Απόσπασμα της Προσκεκλημένης Ομιλίας με θέμα "Σύγχρονες τάσεις στα Προγράμματα Σπουδών Φυσικών Επιστημών (...)" του Καθηγητή του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας Πέτρου Καριώτογλου στο 7ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση (ΚοΔιΦΕΕΤ/ΕΝΕΦΕΤ), Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Αλεξανδρούπολη, 15-17 Απριλίου 2011 (www.enepnet.gr)

(...)

Σταθμοί στη Διδακτική και τα Προγράμματα Σπουδών Φυσικών Επιστημών

Στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών (ΔΦΕ) έχουν συμβεί τα τελευταία 60 χρόνια δυο μεγάλες αλλαγές, που οδήγησαν στην ανάπτυξη αντίστοιχων Προγραμμάτων Σπουδών (ΠΣ). Η πρώτη τοποθετείται στη δεκαετία του 1960 με το ρεύμα της Ανακάλυψης και τα Καινοτομικά Αναλυτικά Προγράμματα (Innovative Curricula). Κύρια στοιχεία του ρεύματος ήταν ο σεβασμός στο περιεχόμενο, η αλλαγή του ρόλου του πειράματος, που έχει στ'όχο την «ανακάλυψη» της γνώσης από τους μαθητές, αλλά και την ανάπτυξη των νοητικών τους δεξιοτήτων. Ο μαθητής θεωρείται ενεργό υποκείμενο της διδασκαλίας και η μάθηση ως ενεργητική διαδικασία επεξεργασίας των πληροφοριών που αντλούνται από τα πειράματα. Ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι ενισχυτικός και διευκολυντικός.

Η δεύτερη αλλαγή έγινε στη δεκαετία του 1980 με το ρεύμα της Εποικοδόμησης και τα αντίστοιχα προγράμματα εποικοδομητικής κατεύθυνσης. Κύρια στοιχεία του ρεύματος της εποικοδόμησης ήταν η υπόθεση ότι οι μαθητευόμενοι κατασκευάζουν προσωπικά νοήματα για το προς διδασκαλία γνωστικό περιεχόμενο στηριζόμενοι, τόσο στις προϋπάρχουσες νοητικές αναπαραστάσεις (ιδέες) τους, όσο και στην διδασκαλία. Το περιεχόμενο δεν θεωρείται πλέον άβατο, αλλά ότι επιλέγεται και κυρίως ότι μετασχηματίζεται διδακτικά. Η διδασκαλία ξεκινά από την ανάδειξη των ιδεών των μαθητών, ενώ το πείραμα αποκτά τον επιπλέον ρόλο της διαδικασίας ελέγχου των ιδεών των μαθητών (Καριώτογλου 2006).

Μετά από μια περίοδο εφαρμογής η έρευνα έδειξε ότι τα καινοτομικά ανακαλυπτικά ΠΣ, πέτυχαν στο συναισθηματικό και ψυχοκινητικό τομέα, αλλά όχι ιδιαίτερα στο γνωστικό. Ως πιθανές αιτίες θεωρήθηκαν οι προϋπάρχουσες απόψεις – ιδέες των μαθητευομένων, που δεν λαμβάνονταν υπόψη στη διδασκαλία. Επίσης ότι δεν έγινε επιλογή του προς διδασκαλία περιεχομένου (Blumenfeld et al. 1991). Όσον αφορά στα εποικοδομητικού τύπου ΠΣ, τα αποτελέσματα των ερευνών έδειχνα θετικά αποτελέσματα μόνον σε ορισμένες εφαρμογές. Παράλληλα, ελέγχονται γιατί εστίαζαν κυρίως στην εννοιολογική μάθηση υποβαθμίζοντας τη διαδικαστική και την επιστημολογική συνιστώσα της επιστήμης (Millar & Osborn 1998).

Οι σημαντικές αυτές αλλαγές δεν έτυχαν ευρείας εφαρμογής στην εκπαιδευτική πράξη για πολλούς λόγους. Μερικοί, κοινοί και στα δύο, είναι ότι τα προγράμματα δεν ταίριαζαν με το εξεταστικό σύστημα, απαιτούσαν πολύ χρόνο στην εφαρμογή τους και οι εκπαιδευτικοί δεν είχαν κατάλληλη εκπαίδευση – επιμόρφωση για να τα εφαρμόσουν (Hodson & Prophet 1986).

Σύγχρονες τάσεις στα ΠΣ και τη ΔΦΕ

Στις αρχές του 21^{ου} αιώνα εμφανίζεται μια κριτική στα υπάρχοντα ΠΣ-ΦΕ που εστιάζεται στην προσήλωση στο περιεχόμενο (δηλωτική γνώση) και τη μάθηση του ως σώμα γεγονότων, αποκομμένο από τις διαδικασίες παραγωγής του και τη φιλοσοφία της επιστήμης που οδηγεί σε αυτό. Έτσι μια πρώτη προσπάθεια αλλαγής βρίσκεται στον εμπλουτισμό της εκπαίδευσης των ΦΕ και με στοιχεία των επιστημονικών μεθόδων, αλλά

και με στοιχεία επιστημολογίας και ιστορίας των ΦΕ, με παράλληλη επιλογή και μετασχηματισμό του περιεχομένου. Προτείνονται δηλ. η διαπραγμάτευση εννοιών κλειδιών όπως η έννοια του μοντέλου και η λειτουργία του στις ΦΕ.

Οι αλλαγές αυτές εμφανίζονται σε προτάσεις για νέα ΠΣ όπως η Science Education NOW (2007) – A Renewed Pedagogy for the Future of Europe (EU), Science Beyond 2000 (Millar & Osborn 1998, England), Unesco Project 2000+, Project 2061 (USA). Βασικός προσανατολισμός των νέων προτάσεων, χωρίς να εγκαταλείπεται η ιδέα της εποικοδόμησης, είναι ο επιστημονικός (ή / και τεχνολογικός) γραμματισμός. Είναι μια πολυσήμαντη προσέγγιση, με την έννοια ότι η έμφαση μπορεί να δίνεται σε διαφορετική κάθε φορά κατεύθυνση. Τέτοια είναι η ιστορικο-πολιτισμική διάσταση των ΦΕ π.χ. αξιοποίηση της εξέλιξης των ιδεών στις ΦΕ. Άλλη είναι η πολιτικό- κοινωνική διάσταση π.χ. στόχος της εκπαίδευσης είναι οι μαθητές, ως αυριανοί πολίτες, να μπορούν να πάρουν θέση στα μεγάλα σύγχρονα προβλήματα π.χ. μεταλλαγμένα τρόφιμα ή διαχείριση αποβλήτων. Ακόμη η καθαρά επιστημονική διάσταση των ΦΕ (έννοιες, φαινόμενα, νόμοι, μέθοδοι), αλλά και ο συνδυασμός των παραπάνω.

Στα πλαίσια του επιστημονικού γραμματισμού εντάσσεται και η διερευνητική μάθηση των ΦΕ, αν και σε άλλες περιπτώσεις εμφανίζεται ανεξάρτητα (Millar 2006, Duschl & Grandy 2008). Διερεύνηση είναι ο τρόπος με τον οποίο δουλεύουν οι επιστήμονες, αλλά και οι δραστηριότητες μέσα από τις οποίες μαθαίνουν οι μαθητές τόσο τις επιστημονικές έννοιες όσο και τις επιστημονικές διαδικασίες. Θέτω ερωτήματα, παρατηρώ, σχεδιάζω έρευνες, συλλέγω πληροφορίες, αναλύω και ερμηνεύω δεδομένα καθώς και κατασκευάζω και επικοινωνώ εξηγήσεις (National Research Council 2000). Η διερεύνηση στην εκπαίδευση έχει δύο εκδοχές: α) ως μέσο για τη μάθηση του περιεχομένου και β) ως μαθησιακός στόχος, δηλ. η άσκηση στις δεξιότητες της επιστημονικής διερεύνησης και η κατανόηση της φύσης της (Waight & Abd-El-Khalick 2007)

(...)



Από το βιβλίο "Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση στις-με τις Φυσικές Επιστήμες – Ι. οι Θεωρίες", Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα 2007

Από τον αρχαιοελληνικό Ορθό Λόγο, στην Επιστημονική/Ερευνητική Μεθοδολογία, στην Επιστημονική/Εκπαιδευτική Μεθοδολογία με Διερεύνηση

(...) Η επιστημονική (και εκ-παιδευτική) μεθοδολογία οφείλεται "εν σπέρματι" στην "απροκατάληπτη" αναζήτηση της αρχής και της αιτίας των πραγμάτων και των φυσικών φαινομένων, τον "ελληνικό τρόπο σκέψης", τον οποίο πρώτος καθιέρωσε ο Θαλής ο Μιλήσιος (6ος π.Χ. αι.), "ο της τοιαύτης αρχηγός φιλοσοφίας" (Αριστοτέλης, Μετά τα Φυσικά, Α3, 983 b6 α), ο πρώτος "επιστήμονας" (με τη δυτική έννοια του όρου). Ο Θαλής ο Μιλήσιος ήταν ο πρώτος ο οποίος ξεχώρισε τα φυσικά φαινόμενα από τις θρησκευτικές δοξασίες και θεμελίωσε τη φυσική φιλοσοφία / πρώιμη επιστήμη.

Η Επιστημονική Μεθοδολογία (και Δεοντολογία)

Η επιστημονική μεθοδολογία, με την εφαρμογή της "εν σπέρματι" από τον Θαλή και με την ολοκλήρωσή της από τον Νεύτωνα (17ος αι), απετέλεσε –και αποτελεί– το εργαλείο του ανθρώπου / επιστήμονα / ερευνητή για την κατανόηση και περιγραφή του φυσικού

κόσμος, αλλά και οριοθετεί, μαζί με την επιστημονική δεοντολογία, την ίδια την επιστήμη από τις άλλες γνωστικές περιοχές.

Πράγματι, δεν είναι το αντικείμενο έρευνας και μελέτης της επιστήμης (ή των φυσικών επιστημών) –ο φυσικός κόσμος– που ορίζει ή οριοθετεί την επιστήμη από τις άλλες γνωστικές περιοχές, αλλά η ερευνητική μεθοδολογία και η επιστημονική δεοντολογία που τη συνοδεύουν.

Η ερευνητική επιστημονική μεθοδολογία απαιτεί το συνεχή έλεγχο (θεωρητικό και –απαραίτητα– πειραματικό) κάθε υπόθεσης για να την οδηγήσει είτε σε διάψευση είτε σε επιβεβαίωση, καθιστώντας την –μόνο τότε– αποδεκτή θεωρία. (Και) Η επιστημονική δεοντολογία που επιβάλλει σε όλους τους επιστήμονες την απόρριψη όλων των προηγούμενων –ανεπαρκών ή διαψευσμένων– θεωριών και την αποδοχή –και διδασκαλία– κάθε νέας επιβεβαιωμένης θεωρίας, έως –τουλάχιστον– τη διάψευση και αυτής και την αντικατάστασή της από άλλη.

Μια μεθοδολογία και μια δεοντολογία, που δεν ακολουθούνται –πάντα– από τις άλλες, εκτός της επιστήμης, γνωστικές περιοχές, και μια καθολική αποδοχή όχι συνήθη σε άλλες γνωστικές περιοχές.

Την επιστημονική μεθοδολογία περιγράφουμε εδώ με τα εξής βήματα:

- Έναυσμα ενδιαφέροντος
- Διατύπωση υποθέσεων
- Πειραματισμός
- Διατύπωση θεωρίας
- Συνεχής έλεγχος (επιβεβαίωση ή απόρριψη),

εκ των οποίων ο πειραματισμός είναι το αναντικατάστατο –και χαρακτηριστικό– στοιχείο της.

Η Επιστημονική/Εκπαιδευτική Μεθοδολογία με Διερεύνηση

Προτείνεται για την εκπαιδευτική διαδικασία η επιστημονική/εκ-παιδευτική μεθοδολογία με διερεύνηση (ή ερευνητικά εξελισσόμενο διδακτικό πρότυπο) που αποτελεί μια παιδαγωγική προσέγγιση της ιστορικά καταξιωμένης επιστημονικής ερευνητικής μεθόδου, της μεθόδου με την οποία ο επιστήμονας, ο ερευνητής, ο άνθρωπος ερεύνησε και ερευνά το φυσικό κόσμο.

Η επιλογή αυτή εξυπηρετεί, εκτός του διττού χαρακτήρα (εκπαιδευτικού/γνωσιακού και παιδευτικού/παιδαγωγικού) της εκπαίδευσης στις-με τις φυσικές επιστήμες / στη-με τη φυσική επιστήμη και μια γενικότερη επιδίωξή της. Αυτή αφορά στην –κατά προτίμηση– ανάπτυξη της γνώσης των διαδικασιών αντί της ανάπτυξης της γνώσης των εννοιών. Η απομνημόνευση εννοιών και η αντικειμενική περιγραφή φαινομένων, χωρίς την ανίχνευση και την καταγραφή των διαδικασιών που τα δημιουργούν και τα συνθέτουν, χωρίς την περιέργεια και την ικανοποίηση της ανακάλυψης, είναι μια αδιάφορη –αλλά και αναποτελεσματική– εκπαιδευτική προσέγγιση.

Σχηματοποιώντας με αδρές γραμμές και συγκεκριμένα βήματα την επιστημονική μεθοδολογία της έρευνας, στη γενικότερη μορφή της και ανεξάρτητα της θεματικής ή του αντικειμένου της, την επεκτείναμε και την προσαρμόσαμε σε συγκεκριμένα βήματα της επιστημονικής / εκπαιδευτικής μεθοδολογίας με διερεύνηση:

1. Έναυσμα ενδιαφέροντος – Παρατηρώ, Πληροφορούμαι, Ενδιαφέρομαι

- χρησιμοποιείται για την πρόκληση του ενδιαφέροντος του εκπαιδευτικού/μαθητή, σε αναλογία με την πρόκληση της περιέργειας του επιστήμονα/ερευνητή ανθρώπου για την έρευνα του φυσικού κόσμου,
- στην επιστημονική έρευνα έναυσμα αποτέλεσε συχνά η παρατήρηση των φυσικών φαινομένων, αλλά και η μαθηματική πρόβλεψη ή –ακόμη– η έμπνευση,
- στην εκπαιδευτική διαδικασία αντλείται από το φυσικό περιβάλλον αλλά συχνά (και) από την επικαιρότητα, με τη μεθοδολογική πρόβλεψη να εμφανίζεται πράγματι ως η αφορμή της συγκεκριμένης μελέτης.

2. Διατύπωση Υποθέσεων – Συζητώ, Προβληματίζομαι, Αναρωτιέμαι, Υποθέτω

- προβληματισμός για το συγκεκριμένο θέμα, όπως έχει προκύψει από την πρόκληση του εναύσματος και συζήτηση που οδηγεί στη διατύπωση –καταρχήν– υποθέσεων για τα αίτια, αρχές λειτουργίας και τις παραμέτρους που το επηρεάζουν –ή που επηρεάζονται από αυτό–,
- διερεύνηση των όποιων προαντιλήψεων των μαθητών, ώστε στη συνέχεια, κατά τον πειραματισμό, να ενισχυθούν οι ακριβείς προαντιλήψεις και να αρθούν οι εσφαλμένες, αν υπάρχουν,
- διατύπωση –κατά το δυνατό ακριβέστερων– υποθέσεων, για την πληρέστερη και πλέον ολοκληρωμένη αντιμετώπιση του θέματος, όπως απαιτεί η σφαιρικότερη –δυνατή– μελέτη του,

3. Πειραματισμός – Ενεργώ, Πειραματίζομαι

- η διατύπωση ερωτημάτων και υποθέσεων αναδεικνύει την αναγκαιότητα περαιτέρω έρευνας, η ποικιλότητα της οποίας μάλιστα –συχνά– επιβάλλει τον χωρισμό των μαθητών σε ομάδες και τον καταμερισμό/εξειδίκευση της εργασίας,
- οι δραστηριότητες και ο πειραματισμός είναι βασικές συνιστώσες της οποίας πειραματικής εργασίας, είτε αφορά στην αναζήτηση πληροφορίας, είτε στην επικοινωνία με ειδικούς, είτε, κυρίως και απαραίτητως, στην εκτέλεση πειραμάτων, είτε και στη λήψη μετρήσεων, ακόμη δε και στην επεξεργασία/αξιολόγηση των δεδομένων και τελικά επιλογή και σύνθεσή τους,
- ο πειραματισμός, η μέτρηση, η στατιστική επεξεργασία, ο υπολογισμός σφαλμάτων και ανοχών, οι ποσοτικοί συσχετισμοί –όταν υπάρχουν ποσοτικές μετρήσεις–, η αξιολόγηση αποτελεσμάτων, ... είναι επίσης χαρακτηριστικά της επιστημονικής μεθοδολογίας και βέβαια δεξιότητες που επιδιώκονται και επιτυγχάνονται με τη χρήση της,
- ο συντονισμός των ομάδων που πειραματίζονται, ο χρονισμός και η τήρηση χρονοδιαγράμματος, αλλά και η ανάδραση της πληροφορίας είναι βασικές συνιστώσες της επιτυχίας μιας συλλογικής προσπάθειας, στην οποία –με την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού– ασκούνται οι εκπαιδευόμενοι μαθητές,

4. Διατύπωση Θεωρίας – Συμπεραίνω, Καταγράφω

- την επεξεργασία, αξιολόγηση, επιλογή και σύνθεση του συγκεντρωθέντος υλικού, των πειραματικών παρατηρήσεων, των μετρήσεων και των δεδομένων,
- αλλά και τον όποιο ποσοτικό ή ποιοτικό συσχετισμό παραμέτρων, ακολουθεί (με ενεργοποίηση όλων των ομάδων –με συντονιστή τον εκπαιδευτικό–) η διατύπωση των συμπερασμάτων της πειραματικής μελέτης,
- τα συμπεράσματα είναι δυνατό να διατυπωθούν και ως θεωρία, για τον τρόπο με τον οποίο οι συνιστώσες ή/και οι παράμετροι επιδρούν στην εξέλιξη και στην κατάσταση που διαπιστώθηκε κατά την έρευνα του συγκεκριμένου θέματος/φαινομένου.

5. Συνεχής Έλεγχος – Εφαρμόζω, Εξηγώ, Γενικεύω

- μετά την εξαγωγή των συμπερασμάτων γίνεται προσπάθεια εφαρμογής τους στις εναυσματικές και σε άλλες παρόμοιες διαδικασίες και φαινόμενα του φυσικού μας κόσμου,
- τέλος, γίνεται προσπάθεια συσχετισμού τους και με άλλες παρατηρήσεις/φαινόμενα/ συμπεράσματα, ώστε με τη σύνθεσή τους να προκύψει η γενικότερη δυνατή θεωρία περιγραφής και ερμηνείας τους.

Ακολουθώντας τα βήματα της επιστημονικής/εκπαιδευτικής μεθοδολογίας με διερεύνηση, προτείνουμε συγκεκριμένες στρατηγικές και πρακτικές. Αυτές οι πρακτικές, βέβαια, προτείνονται με τη γενικότητα που επιβάλλει η ιδιαιτερότητα του κάθε εκπαιδευτικού και η διαφορετικότητα των αντικειμενικών δυνατοτήτων και των διατιθέμενων μέσων, αλλά και την κατά βήμα ανάπτυξη που απαιτεί η πληρότητα και η σαφήνεια της πρότασης.

- (1) Ως έναυσμα προτείνουμε την αναφορά σε επίκαιρα ή ασυνήθιστα φυσικά φαινόμενα του τοπικού ή ευρύτερου κόσμου μας/περιβάλλοντος, σε επιστημονικές ανακοινώσεις ή προβλέψεις, σε παρουσιάσεις νέων τεχνολογικών εφαρμογών και προϊόντων, σε

συμβάντα της τρέχουσας επικαιρότητας, στον τρόπο δημιουργίας ή την έμπνευση ή το σχετικό θέμα πνευματικών και καλλιτεχνικών δημιουργημάτων,

Εκτός του φυσικού μας περιβάλλοντος, πηγή άμεσης αναζήτησης, επιλογής και συγκέντρωσης πολύμορφης (κείμενα, εικόνες, ήχο,...) αλλά και ενημερωμένης πληροφορίας που είναι δυνατό να αποτελέσει την ιδέα/έναυσμα μιας εκπαιδευτικής διαδικασίας αποτελεί –και προτείνεται– (και) το διαδίκτυο, εκτός βέβαια των όποιων άλλων πηγών (μέσα μαζικής ενημέρωσης, εγκυκλοπαίδειες, συζητήσεις,...)

Ο τρόπος παρουσίασης της ιδέας ώστε να έχει το χαρακτήρα (τυχαίου, άρα και αποτελεσματικότερου για τη πρόκληση του ενδιαφέροντος) εναύσματος επαφίεται στη φαντασία και επινοητικότητα του εκπαιδευτικού...

- (2) Η ανάπτυξη του προβληματισμού προτείνεται να ξεκινά με συζήτηση, αφού βέβαια έχει προκληθεί το ενδιαφέρον με το έναυσμα. Η διερεύνηση των προαντιλήψεων, η καταγραφή των όποιων –υπαρχουσών– γνώσεων και πληροφοριών για το θέμα και η διατύπωση ερωτημάτων είναι ευκαίριο να οδηγεί κατά τη συζήτηση στη διατύπωση κάποιας υπόθεσης (ή υποθέσεων) που οριοθετεί –καταρχήν– το θέμα, αναζητά τις αιτίες των φαινομένων αλλά –κυρίως– αναδεικνύει και επιβάλλει περαιτέρω έρευνα/μελέτη. Όμως, η μη κωδικοποιημένη και συστηματική σχεδίαση (εκ των προτέρων από τον εκπαιδευτικό;) και η μη επιμελής οργάνωση αυτής της συζήτησης (με διορθωτικές παρεμβάσεις του;) καταλήγει συχνά σε ελλιπή ή αποσπασματική ή/και αποπροσανατολιστική μελέτη/στρατηγική.

- (3) Η πειραματική μελέτη του θέματος διευκολύνεται από το χωρισμό της τάξης σε ομάδες. Ο πειραματισμός περιλαμβάνει, απαραίτητα, την εκτέλεση πειραμάτων και, συμπληρωματικές, σχετικές δραστηριότητες.

Η εκτέλεση πειραμάτων είναι δυνατό να γίνεται στην αίθουσα διδασκαλίας ή στο εργαστήριο –ή και σε εξωτερικούς χώρους– οι οποίοι προσφέρονται. Προτείνεται η χρησιμοποίηση απλών μέσων και αυτοσχέδιων κατασκευών. Οι ομάδες των μαθητών φροντίζουν για τη συγκέντρωση των υλικών και επιχειρούν τις κατασκευές και τη λειτουργία τους.

Οι άλλες δραστηριότητες είναι δυνατό να αφορούν σε αναζήτηση/συγκέντρωση/επιλογή/αξιολόγηση σχετικής και πολύμορφης (κείμενα, εικόνα, ήχος...) πληροφορίας σε ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων ή/και στο διαδίκτυο, ερωτήσεις σε ειδικούς (επιστήμονες, τεχνικούς...), συγκέντρωση και εξέταση υλικών ή συσκευών, μετρήσεις, συμμετοχή σε παιγνίδια ή δραματοποιήσεις σχετικές με το θέμα...

- (4) Την επεξεργασία, αξιολόγηση, επιλογή και σύνθεση του συγκεντρωθέντος υλικού, των πειραματικών παρατηρήσεων, των μετρήσεων και των δεδομένων, αλλά και τον όποιο ποσοτικό ή ποιοτικό συσχετισμό παραμέτρων, ακολουθεί (με ενεργοποίηση όλης της ομάδας –με συντονιστή τον εκπαιδευτικό–) η διατύπωση των συμπερασμάτων της πειραματικής μελέτης. Τα συμπεράσματα είναι δυνατό να διατυπωθούν και ως θεωρία, για τον τρόπο με τον οποίο οι συνιστώσες ή/και οι παράμετροι επιδρούν στην εξέλιξη και στην κατάσταση που διαπιστώθηκε κατά την πειραματική μελέτη του συγκεκριμένου θέματος/φαινομένου.

- (5) Μετά την εξαγωγή των συμπερασμάτων γίνεται προσπάθεια εφαρμογής τους και σε άλλες παρόμοιες διαδικασίες και φαινόμενα του φυσικού μας κόσμου για την εμπέδωσή τους.

Τέλος, γίνεται προσπάθεια συσχετισμού τους και με άλλες παρατηρήσεις/φαινόμενα/συμπεράσματα ώστε με τη σύνθεσή τους να προκύψει η γενικότερη δυνατή θεωρία περιγραφής και ερμηνείας τους. Η επιλογή των επιπλέον φαινομένων για εφαρμογή και γενίκευση των συμπερασμάτων συνίσταται να γίνεται από θέματα της σύγχρονης ζωής και τεχνολογίας που ενδιαφέρουν ιδιαίτερα τα παιδιά, ώστε να αντιλαμβάνονται τη σκοπιμότητα της μελέτης των φυσικών επιστημών.