

1994

ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΕΙΣ

ΤΟΥ

ΦΥΣΙΚΟΥ ΚΟΣΜΟΥ

*Γνωστική, Επιστημολογική*

*και Διδακτική Προσέγγιση*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ-ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ

ΒΑΣΙΛΗΣ ΚΟΥΛΑΪΔΗΣ

GUTENBERG ΨΥΧΟΛΟΓΙΑ



ΚΩΔ. ΑΡΙΘΜΟΣ 571008

ISBN 960-01-0522-7



9 789600 105223 >

4. *Επίκτητη δύναμη μόνο σε κινούμενα αντικείμενα*

Υπάρχει μια επίκτητη δύναμη σε όλα τα αντικείμενα που κινούνται και για όσο διαρκεί η κίνησή τους.

*Επίκτητη δύναμη:* Ιδιότητα που χαρακτηρίζει τη δυνατότητα των αντικειμένων για δράση και η οποία αποτελεί αίτιο κίνησης.

5. *Δύναμη της βαρύτητας σε ακίνητα και αντικείμενα που πέφτουν - Δύναμη της βαρύτητας και επίκτητη δύναμη σε αντικείμενα που έχουν ριφθεί*

Δύναμη της βαρύτητας σε όλα τα ακίνητα και κινούμενα αντικείμενα. Παρανοήσεις της έννοιας της βαρύτητας. Επίκτητη δύναμη σε όλα τα αντικείμενα που έχουν ριφθεί.

*Δύναμη της Βαρύτητας:* Συνήθως θεωρείται ιδιότητα των αντικειμένων και χαρακτηρίζει τη δυνατότητά τους για αντίδραση ή τη δυνατότητά τους για δράση.

*Επίκτητη δύναμη:* Ιδιότητα που χαρακτηρίζει τη δυνατότητα των αντικειμένων για δράση και αποτελεί αίτιο κίνησης.

6. *Δεν υπάρχει δύναμη ούτε σε ακίνητα ούτε σε κινητά αντικείμενα*

*Δύναμη:* Δράση ενός σώματος επάνω σε άλλο. Ασκείται όταν τα σώματα βρίσκονται σε επαφή μεταξύ τους.

7. *«Δύναμη υπό αναστολή» σε ακίνητα αντικείμενα - Επίκτητη δύναμη ή επίκτητη δύναμη και δύναμη υπό αναστολή σε κινούμενα αντικείμενα*

Υπάρχει ένα είδος εσωτερικής δύναμης σε όλα τα αντικείμενα ή σε εκείνα που αισθάνεται κανείς «βαριά» και βρίσκονται σε ασταθή θέση. Η δύναμη αυτή μικραίνει ή παύει να υπάρχει όταν τα αντικείμενα βρεθούν σε θέση που κάνει δύσκολο σε κάποιον να τα θέσει σε κίνηση. Στα κινούμενα αντικείμενα υπάρχει επιπλέον, ή υπάρχει μόνο, μια επίκτητη δύναμη.

*Δύναμη υπό αναστολή:* Ιδιότητα των αντικειμένων που χαρακτηρίζει τη δυνατότητά τους να δράσουν επάνω σε άλλα αντικείμενα εφόσον κινηθούν.

*Επίκτητη δύναμη:* Ιδιότητα των αντικειμένων που χαρακτηρίζει τη δυνατότητά τους για δράση και αποτελεί αίτιο κίνησης.

ΑΡΧΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΑΝΑΛΥΤΙΚΩΝ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ  
ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ:  
ΜΙΑ ΠΡΟΤΑΣΗ ΓΙΑ «ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗ»

1. Εισαγωγή

ΣΤΟΧΟΣ ΑΥΤΟΥ ΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ ΕΙΝΑΙ Η ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ ΚΑΙ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ μιας πρότασης για την ανάπτυξη αναλυτικών προγραμμάτων, σχετικών με τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.

Στη συνολική πρόταση διακρίνονται τέσσερα σημεία, τα οποία και μορφοποιούν το κεφάλαιο:

α) Στο πρώτο σημείο, υποστηρίζεται ότι η σχετική με τις Φυσικές Επιστήμες γνώση είναι ιδιαίτερα αξιόλογη, λόγω της αξιοπιστίας της (επιχείρημα που στηρίζεται στο Κριτικό Ρεαλισμό), παρά τους φόβους που δημιουργεί η εκρηκτική και πολλές φορές μη συνετή χρήση της. Η θέση αυτή μπορεί να αποτελέσει τη βάση, για την αιτιολόγηση της απόφασης να συμπεριλάβει κατ' αρχήν κανείς τις Φυσικές Επιστήμες στα Αναλυτικά Προγράμματα.

β) Στο δεύτερο σημείο, εξετάζεται η ανάπτυξη και «διομηχανοποίηση» της παραγωγής της φυσικοεπιστημονικής γνώσης, προ-

κειμένου να θεμελιωθεί η άποψη ότι η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών πρέπει να απευθύνεται σε όλους τους μαθητές.

γ) Το τρίτο σημείο, αφορά στο γενικό προσανατολισμό της ανάπτυξης νέων Αναλυτικών Προγραμμάτων για τις Φυσικές Επιστήμες. Το επιχείρημα που αναπτύσσεται εδώ αναφέρεται στο επιστημολογικά νόμιμο αλλά και παιδαγωγικά επιθυμητό της αποδυνάμωσης των συνόρων ανάμεσα στα σχετιζόμενα με τις Φυσικές Επιστήμες γνωστικά αντικείμενα.

δ) Το τελευταίο σημείο, παρουσιάζει τις κατευθυντήριες γραμμές για την ανάπτυξη ολοκληρωμένων αναλυτικών (integrated) προγραμμάτων. Τα αναλυτικά αυτά προγράμματα επιδιώκουν τη συνάρθρωση των εργαλείων σκέψης (στα οποία καταλήγει κανείς μέσω της επιστημολογικής και οντολογικής ανάλυσης) και του περιεχομένου (επιλεγμένου και δομημένου έτσι, ώστε να εξυπηρετεί τις ανάγκες και τα ενδιαφέροντα των μαθητών).

## 2. Η «φωνή»<sup>1</sup> των Φυσικών Επιστημών

Σε γενικές γραμμές, έχουν δοθεί τρία κύρια είδη απάντησης στο ερώτημα που αφορά στη βάση και προέλευση της φυσικοεπιστημονικής γνώσης.

Μια πρώτη ορθολογική απάντηση προέρχεται από τον Πλάτωνα. Η εμπειριστική-επαγωγική απάντηση ξεκινά από τον Locke και τον Hume, οδηγεί στο θετικισμό για να καταλήξει από έναν άλλο δρόμο κι αυτή στον ιδεαλισμό. Ένα τρίτο είδος απάντησης συλλαμβάνει τη γνώση ως ανθρώπινη κατασκευή, ως κατασκευαζόμενη, αναπτυσσόμενη και συντηρούμενη μέσω της ανθρώπινης αλληλόδρασης.

1. Ο όρος «φωνή» εδώ χρησιμοποιείται με την έννοια που του δίνει ο Oakeshott, βλ. Oakeshott M. (1962), *The voice of Poetry in the Conversation of Mankind* στο: *Rationalism in Politics* (London: Methuen). Αξίζει να σημειωθεί ότι μια παραπλήσια και ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα ανάλυση γίνεται από την Jordanova, βλ. Jordanova L.J. (επ.) (1986), *Languages of Nature* (London: Free Association Books). Οι προσεγγίσεις τόσο του Oakeshott, όσο και κυρίως της Jordanova, φαίνεται να παραπέμπουν στην προβληματική της ερμηνευτικής στροφής.

Το να αναγνωρίζει, όμως, κανείς ότι οι Φυσικές Επιστήμες κατασκευάζονται από ανθρώπινα όντα, δεν σημαίνει ότι θεωρεί κατ' ανάγκη ότι απλά και μόνο κατασκευάζονται από ανθρώπινα όντα. Η έμφαση στο «απλά και μόνο», πηγή ενός ιδιότυπου σχετικιστικού προβληματισμού<sup>2</sup>, ήδη διαπράττει το ουσιαστικό σφάλμα να στρέψει τη φαντασία σε ένα πρότυπο κρίσης πέρα από το ανθρώπινο. Αυτό που οι Φυσικές Επιστήμες έχουν κάνει, είναι να αυξήσουν και να ενισχύσουν απεριόριστα τις ανθρώπινες δυνατότητες ορθολογικότητας. Το έκαναν αυτό, όχι έχοντας πρόσβαση σε μια μαγική μέθοδο κατασκευής δεβαιότητας, αλλά με την εφεύρεση συγκεκριμένων και ιδιαίτερων εργαλείων για τη σκέψη<sup>3</sup>.

Οι Harré και Baskhar υποστηρίζουν ότι η αξία των επιστημών βρίσκεται σε μια συμφωνία ηθικού ουσιαστικά χαρακτήρα, που στοχεύει στην αξιοπιστία<sup>4</sup>. Στο εσωτερικό αυτής της συμφωνίας, δημιουργούνται μέθοδοι και έννοιες, οι οποίες επεκτείνουν τον κατ' αυτήν την έννοια νοούμενο ορθολογισμό. Οι επιστήμες συνδιαπλέκουν μέθοδο και έννοια, διαδικασία και προϊόν. Οι εμφανείς μεθοδολογικές προσεγγίσεις περιλαμβάνουν στοιχεία όπως: μεταβλητές, παραμέτρους και έλεγχο των μεταβλητών. Αλλά αυτά δεν μπορούν σε καμιά δε-

2. Στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών ο σχετικιστικός προβληματισμός εκφράζεται κυρίως με την υπόθεση ότι, η επικοινωνία μεταξύ αφενός της επιστημονικής γνώσης και της σχολικής «επιστήμης» και αφετέρου της «καθημερινής» γνώσης, όπως την κατέχουν οι μαθητές, δεν είναι δυνατή. Για ένα από τα αντιπροσωπευτικά άρθρα αυτής της κατεύθυνσης, βλ., Pope, M. και Gilbert, J. (1983), *Personal Experience and the Construction of Knowledge in Science* στο: *Science Education*, 67/2, σσ. 193-203. Η υπόθεση της μη επικοινωνίας βασίζεται βέβαια στην αρχή της ασυμμετρίας. Για την επεξεργασία της σχέσης επιστημολογικού και παιδαγωγικού επιπέδου, βλ. Koulaïdis, V. (1987), *Philosophy of Science in Relation to Curricular and Pedagogical Issues: A study of Science Teachers' Opinions and their Implications*, Διδακτορική Διατριβή, University of London, κεφάλαια 5 και 9.

3. Το φάσμα των υποστηρικτών της άποψης αυτής ξεκινά από τον Lakatos, περιλαμβάνει τον Kuhn και τους πραγματιστές για να καταλήξει σε κοινωνιολόγους της γνώσης σχετικιστικής απόκλισης, όπως ο B. Barnes.

4. Βλ. Harré, R. (1986), *Varieties of Realism: A Rationale for the Natural Sciences* (Oxford: Basil Blackwell) και επίσης Baskhar, R. (1978), *A Realist Theory of Science* (London: Harvester Wheatsheaf).

δομένη επιστήμη, καμιά δεδομένη στιγμή, να γενικευτούν σε συνταγή. Το ερώτημα, «τι αναγνωρίζεται ως μεταβλητή», αποτελεί καθαυτό ένα πρόβλημα, που φορτίζεται από θεωρίες και σημασίες εννοιών στο πλαίσιο των θεωριών αυτών. Οι προσπάθειες αναπαραγωγής, υπό ελεγχόμενες συνθήκες, όψεων των φαινομένων είναι εκείνες που «προσδιορίζουν» τις μεταβλητές καθώς και (αργότερα) τις σχέσεις διερεύνησής τους.

Επιπλέον, οι θεωρίες κατασκευάζουν νέους τρόπους να φαντάζεται κανείς το πραγματικό<sup>5</sup>. Ο διαφορικός λογισμός δεν είναι απλά και μόνο μια μαθηματική μέθοδος, αλλά μια συνολική προσέγγιση στην ορθολογική εξήγηση, η οποία θεωρεί τον οικουμενικό σχηματισμό ως προϊόν τοπικών κανόνων εξέλιξης<sup>6</sup>. Η βιολογική εξέλιξη είναι άλλη μια ιδέα που επεκτείνει τις δυνατότητες ορθολογικής εξήγησης. Το ίδιο και η υπόθεση της ατομικής δομής της ύλης.

Είναι σημαντικό να γίνει σαφές ότι τα παραπάνω παραδείγματα αναφέρονται σε συγκεκριμένες και όχι γενικευμένες αξιώσεις. Διαφορετικές περιοχές των Φυσικών Επιστημών έχουν συμβάλει στην εξέλιξη αυτή, λιγότερο ή περισσότερο. Η κάθε μία συμβάλλει όχι συμμορφούμενη σε κάποιο δεδομένο ιδεώδες «επιστημονικής μεθόδου», αλλά με ιδιαίτερα και συγκεκριμένα επιτεύγματα. Ο Wittgenstein είδε τη ζωτική σημασία αυτής της προσέγγισης πολύ καθαρά:

«Είμαστε εντελώς θέβαιοι γι' αυτό, δεν σημαίνει μόνο ότι κάθε ένα άτομο είναι θέβαιο γι' αυτό, αλλά ότι ανήκουμε σε μια κοινότητα που συνδέεται μέσω των Φυσικών Επιστημών και της Εκπαίδευσης»<sup>7</sup>.

5. Βλ. Koulaidis, V. (1987), κεφ. 3 και 4. Πρόκειται για μια «ορθολογική ερμηνεία» του Kuhn. Για τις σχετικές διατυπώσεις του ίδιου του Kuhn, βλ. Kuhn T.S. (1970), *The Structure of Scientific Revolutions* (Chicago: Chicago University Press), σ. 120. Τη διπλή ερμηνεία προτείνει ο Newton-Smith, βλ. Newton-Smith, W.H. (1981), *The Rationality of Science* (London: Routledge and Kegan Paul), σ. 117.

6. Βλ. Bachelard, G. (1984), *The New Scientific Spirit*, μτφρ.: A. Goldhammer (Boston: Beacon Press), σσ. 55-56.

7. *Ο.π.*, παρ. 298.

Το καθένα είναι απλά ό,τι έχουμε διαθέσιμο, η αποδοχή του οποίου μοιάζει λογικά υποχρεωτική. Γράφει και πάλι ο Wittgenstein:

«Είναι λάθος να καθοδηγούμαι στις πράξεις μου από τα θεωρήματα της Φυσικής; Μήπως πρέπει να πω ότι δεν έχω μια καλή βάση για να πράττω κατ' αυτό τον τρόπο; Δεν είναι αυτό ακριβώς εκείνο που αποκαλούμε καλή βάση»<sup>8</sup>;

Η εμπλοκή στις διαδικασίες μάθησης μιας Φυσικής Επιστήμης σημαίνει ότι έχουν δείξει σε κάποιον πώς να μοιραστεί από κοινού μια ορισμένη ενότητα ορθολογικών πόρων, κατασκευασμένων με βάση την αντιμετώπιση ιδιαίτερων προβλημάτων. Κάθε μία επιστήμη συμβάλλει διαφορετικά, σε ποσότητα και ποιότητα. Νέες και ελπιδοφόρες επιστήμες αγωνίζονται να ανοίξουν το δικό τους δρόμο και να δημιουργήσουν τη δική τους νέα συμβολή στις ορθολογικές.

Ο Oakeshott συνέλαβε αυτή την ιδέα στην εικόνα της συνομιλίας της ανθρωπότητας:

«Κάθε φωνή είναι η αντανάκλαση μιας ανθρώπινης δραστηριότητας, που άρχισε χωρίς προαίσθηση για το πού θα οδηγήσει, αλλά που προσέλαβε για τον εαυτό της κατά τη διαδικασία της πρόσδεσης έναν ιδιαίτερο χαρακτήρα και ένα δικό της τρόπο ομιλίας. Αυτή η συνομιλία δεν είναι μόνο το σημαντικότερο αλλά και το πιο δύσκολο συντηρούμενο από όλα τα κατορθώματα της ανθρωπότητας»<sup>9</sup>.

Οι Φυσικές Επιστήμες, λοιπόν, είναι μια χορωδία τέτοιων φωνών. Ο επιστημονισμός είναι η έκφραση εκείνων που φωνάζουν

8. Βλ. Wittgenstein L. (1979), *On Certainty*, μετάφραση: D. Paul και G.E.M. Anscombe (Oxford: Basil Blackwell), παρ. 608.

9. Βλ. Oakeshott M. (1962), σ. 199.

υπερβολικά, πνίγοντας άλλους που έχουν και αυτοί αξίωση να ακουστούν.

### 3. Η ανάπτυξη και βιομηχανοποίηση της γνώσης:

#### Υλοκείμενα και κοινό των Φυσικών Επιστημών

Η ιστορία των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας είναι μια ιστορία εκθετικής ανάπτυξης. Όποιο μέτρο κι αν εξετάσει κανείς δείχνει, στην ουσία, το ίδιο πράγμα: ανάπτυξη με ένα χρόνο διπλασιασμού από δεκαπέντε έως είκοσι πέντε χρόνων, σε όλη την περίοδο από τη γέννηση των σύγχρονων Φυσικών Επιστημών, γύρω στο 1700, έως σήμερα.

Ένα τέτοιο μέτρο ανάπτυξης είναι ο αριθμός των επιστημονικών περιοδικών. Ο αριθμός τους έχει αυξηθεί και συνεχίζει να αυξάνεται με τέτοιο ρυθμό, ώστε πλέον χρειάζεται ένας ολόκληρος μηχανισμός καταλόγων και περιοδικών αποδελτίωσης. Οι ειδικοί έχουν χάσει κάθε ελπίδα να γνωρίσουν όλο το σχετικό με τα ενδιαφέροντά τους έργο, πόσο μάλλον να αποκτήσουν μια ευρεία ειδίκευση σε περισσότερες της μιας περιοχές των Φυσικών Επιστημών. Το φαινόμενο της εκθετικής ανάπτυξης, διαπιστώνεται εύκολα με μια επίσκεψη σε κάποια πλούσια βιβλιοθήκη. Οι τόμοι, για παράδειγμα, του *Physical Review* του 1930, καταλαμβάνουν ένα μικρό μήκος ραφίου, ενώ αυτοί του 1980, λόγω χάρη, καταλαμβάνουν έναν τρομακτικά μεγαλύτερο χώρο. Ας κοιτάξουμε, επίσης, τις ενάρξεις των εκδόσεων νέων περιοδικών: κάθε χρόνο, εμφανίζεται ένας αυξανόμενος αριθμός νέων περιοδικών αφιερωμένων σε ιδιαίτερα εξειδικευμένα ενδιαφέροντα.

Ένα άλλο μέτρο, είναι ο αριθμός των φυσικών επιστημόνων. Αυτή τη στιγμή, ουσιαστικά σε κάθε δυτική χώρα ο αριθμός των πτυχιούχων φυσικών επιστημόνων και μηχανικών αποτελεί περίπου το 2% του συνολικού πληθυσμού. Τον καιρό της ηρωικής περιόδου της σύγχρονης Φυσικής, το 1920, ήταν ίσως δέκα φορές λιγότεροι. Είναι ζήτημα αν κάποιος, όπως ο Schrodinger ή ο Dirac, θα μπορούσε να πιστέψει ότι ο αριθμός αυτός θα ήταν δυνατό να αυξηθεί δέκα φορές ως το 1980. Πρέπει κι εμείς να απαντήσουμε στο ίδιο

ερώτημα: πιστεύουμε ότι αρκετά νωρίς στον επόμενο αιώνα, θα είναι δυνατόν ένα 20% του πληθυσμού<sup>10</sup> να είναι όλοι πτυχιούχοι φυσικοί επιστήμονες και μηχανικοί; Με τους σημερινούς ορισμούς, το τι σημαίνει να είναι κανείς φυσικός επιστήμονας, μοιάζει ελάχιστα ευλογοφανές. Ανάλογη ανάπτυξη παρουσιάζεται σε ένα ευρύ φάσμα τεχνολογιών. Η παραγωγή ηλεκτρισμού, μετάλλων, άνθρακα και χημικών έχουν όλες αυξηθεί, με χρόνους διπλασιασμού είκοσι ή λιγότερων ετών κατά τη διάρκεια της τελευταίας εκατονταετίας· το ίδιο και οι μεταφορές, για παράδειγμα τα αυτοκίνητα και πιο πρόσφατα οι πτήσεις των αεριωθούμενων αεροσκαφών.

Ορισμένα από αυτά τα σχέδια ανάπτυξης εμφανίζουν την εξέλιξη εκείνη της εκθετικής ανάπτυξης, που τείνει στην προσέγγιση ενός ορίου. Όπως, για παράδειγμα, οι πληθυσμοί των εντόμων ή των βακτηρίων, ή πολύ περισσότερο των κουνελιών. Ακόμα πιο σημαντικό είναι το γεγονός ότι η προσέγγιση σε ένα όριο είναι σπανίως ομαλή. Ξέρουμε ότι μια ισχυρά εκθετική ανάπτυξη και ένα όριο μπορούν να οδηγήσουν σε μια διχάλωση, ή ακόμη και σε μια χαοτική συμπεριφορά, λόγω της ουσιαστικής μη γραμμικότητας του συστήματος. Η πραγματικότητα είναι λίγο περίπλοκη, αλλά φαίνεται ότι ένα χαρακτηριστικό της ανάπτυξης των τεχνολογιών είναι να εμφανίζουν μάλλον βίαιες διαφοροποιήσεις, καθώς πλησιάζουν ή υπερβαίνουν ένα από τα πολλά όρια στα οποία υπόκεινται. Η πρόσφατη έκρηξη και κατόπιν η δραστική διαφοροποίηση στην αγορά των μικρο-υπολογιστών, αποτελεί ένα καλό παράδειγμα, το οποίο ισχύει και για την παραγωγή άνθρακα ή χαλκού.

Μια ανάλογης κλίμακας ανάπτυξη έχει συμβεί και στο κόστος της επιστημονικής και τεχνικής έρευνας και ανάπτυξης. Σήμερα, στις περισσότερες εκβιομηχανισμένες χώρες, αυτό ανέρχεται περίπου στο 2% του ακαθάριστου εγχώριου προϊόντος και συνεχίζει να αυξάνεται με ένα χρόνο διπλασιασμού μικρότερο των είκοσι χρόνων. Αυτό μπορεί να συγκριθεί με την κλίμακα άλλων επιβαρύν-

10. Το ποσοστό αυτό υπολογίστηκε παίρνοντας υπόψη και το κατά προσέγγιση ποσοστό, το οποίο σήμερα ολοκληρώνει τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Τα δεδομένα που παρατίθενται αναφέρονται στην Αγγλία.

σεων στο εθνικό εισόδημα: για παράδειγμα, η άμυνα, η εκπαίδευση και η υγεία καταλαμβάνουν η καθεμία περίπου το 5%-10% του εθνικού εισοδήματος. Δηλαδή, όλη η έρευνα στις Φυσικές Επιστήμες και η έρευνα τεχνικού περιεχομένου αποτελούν έναν οικονομικό τομέα λίγο μικρότερο σε μέγεθος από το μισό του συνολικού εκπαιδευτικού συστήματος – συμπεριλαμβανομένων όλων των σχολείων, κολλεγίων, ανώτερων εκπαιδευτικών ιδρυμάτων και Πανεπιστημίων.

Αυτά τα δεδομένα έχουν αρκετά σημαντικές συνέπειες. Παρατηρούμε ότι, όταν ο αριθμός των φυσικών επιστημόνων και μηχανικών αυξάνεται εκθετικά με ένα χρόνο διπλασιασμού σχετικά μικρό, σε σύγκριση με τη διάρκεια μιας ζωής, θα αληθεύει ανά πάσα στιγμή ότι περίπου 90% όλων των φυσικών επιστημόνων και μηχανικών που έχουν ζήσει ποτέ, ζει εκείνη τη στιγμή. Αυτό συμβαίνει τώρα, αλλά συνέβαινε και πάντα, ουσιαστικά κατά τη διάρκεια όλης της ιστορίας των Φυσικών Επιστημών. Δεύτερον, παρατηρούμε ότι, σε κάθε δεδομένη στιγμή, περισσότερο από το μισό του συνόλου της φυσικοεπιστημονικής γνώσης είναι πρόσφατη γνώση. Δηλαδή, όλοι μας οφείλουμε διαρκώς να προσαρμοζόμαστε σε μεγάλες ποσότητες γνώσεων που έχουν δομηθεί, αφού τελειώσαμε την εκπαίδευσή μας. Πολλές από τις ιδέες-κλειδιά της σύγχρονης άποψης για τον κόσμο που έχουν οι Φυσικές Επιστήμες πήραν την τελική μορφή τους σε λιγότερο ή λίγο περισσότερο από μια γενιά πριν: το D.N.A., τα quarks, η φύση των πρωτεϊνών, οι μαύρες οπές, η κοσμολογία big-bang. Αυτά τα δεδομένα δεν μπορούν παρά να δώσουν στις Φυσικές Επιστήμες και στην Τεχνολογία τον τόνο του επιθετικού μοντερνισμού, όπου το καινούριό πάντα θεωρείται ότι αντικαθιστά το παλαιό.

Ο τρόπος με τον οποίο διδάσκονται οι Φυσικές Επιστήμες, λόγω της γρήγορης ανάπτυξής τους, έχει υποστεί μια ποιοτική αλλαγή κατά τα τελευταία εκατό χρόνια. Τα σχολικά εγχειρίδια, ακόμα και σήμερα, παρουσιάζουν σε μεγάλο βαθμό την κοινωνική δομή των Φυσικών Επιστημών όπως ήταν εκατό χρόνια πριν. Τότε θα ήταν αρκετά αποδεκτό να παρουσιαστούν ως έργο ατόμων που βρίσκουν νόμους, αρχές και αποτελέσματα συχνά συνδεδεμένα με τα ονόματά

τους. Σκεφτόμαστε για τον Avogadro, τον Maxwell, τον Faraday, τον Ampere, τον Joule, τον Kelvin ή τον Hertz ουσιαστικά με αυτό τον τρόπο. Αυτές οι ατομικιστικές Φυσικές Επιστήμες έχουν ήδη αντικατασταθεί από τις Φυσικές Επιστήμες των σχολών ή των ομάδων, με την επίδραση της ανόδου των πανεπιστημιακών Φυσικών Επιστημών στη Γερμανία προς το τέλος του 19ου αιώνα. Ομάδες ερευνητών μελετούσαν θεματικές περιοχές, όπως, λόγου χάρη, βαφές. Αυτό οδήγησε σε ένα σχήμα εκπαίδευσης και σε μια ιεραρχία ρόλων από το φοιτητή και το βοηθό, έως τον καθηγητή.

Αλλά, τουλάχιστον από τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο και μετά, αυτό έχει σε μεγάλο βαθμό αντικατασταθεί από τις βιομηχανοποιημένες Φυσικές Επιστήμες. Δηλαδή, οι Φυσικές Επιστήμες και η Τεχνολογία οργανώνονται σε ερευνητικά ινστιτούτα, είτε ακαδημαϊκά είτε βιομηχανικά, τα οποία λειτουργούν ως «εργοστάσια» γνώσης. Αντιπροσωπεύουν σημαντική επένδυση, δημόσια ή ιδιωτική, και αναλαμβάνουν τέτοια προγράμματα που να δικαιολογούν ανάλογη επένδυση. Η έρευνα προσανατολίζεται συχνά σε στόχους και εκπληρώνει σκοπούς οι οποίοι παρουσιάζονται ως επιθυμητοί. Δεν εννοούμε ότι η έρευνα αυτού του είδους προσανατολίζεται όλη σε άμεσα εμπορεύσιμα προϊόντα – όμως περίπου η μισή σε έκταση έρευνα κατευθύνεται εκεί. Πράγματι, την CERN στη Γενεύη πρέπει να τη δούμε σαν ένα τεράστιο εργοστάσιο το οποίο παράγει γνώση, στην οποία οι Ευρωπαϊκές χώρες έχουν αποφασίσει να επενδύσουν. Αυτό το είδος βιομηχανοποιημένων Φυσικών Επιστημών λειτουργεί μέσα σε συγκεκριμένες κοινωνικές σχέσεις, ζητά επιχορηγήσεις από ερευνητικά συμβούλια και τη βιομηχανία, επηρεάζεται από την κυβερνητική πολιτική και προσπαθεί να την επηρεάσει, αγωνίζεται να διατηρήσει ή να αναπτύξει τους πόρους του.

Η λόγω της ανάπτυξης αλλαγή της οργάνωσης των Φυσικών Επιστημών, μπορεί να επηρεάσει τις σχετικές με τα παιδαγωγικά και επιστημολογικά ερωτήματα θέσεις. Η γνώση παύει να είναι κάτι που βρίσκει κανείς και γίνεται κάτι που πρέπει κανείς να μεταδιβάσει. Μια εργαλειοθήκη άποψη για τις Φυσικές Επιστήμες, τείνει να κυριαρχήσει. Κάτι ακόμα σοβαρότερο είναι ότι οι αξιώσεις γνώσης τείνουν

να συνδυάζονται με αξιώσεις για πόρους - η επιτυχία μαζί με την ενίσχυση.

Πρόσφατα όλα αυτά έχουν προκαλέσει μια ισχυρή αντίδραση. Η επιστημονική και τεχνική αισιοδοξία έχει συχνά αντικατασταθεί από το φόβο και την απαισιοδοξία, ιδιαίτερα από το φόβο ότι η διόγκωση των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας έχει ξεπεράσει τη δυνατότητα των ηθικών δυνάμεών μας, ώστε να αδυνατούμε πια να αντεπεξέλθουμε στις προκλήσεις. Επιπλέον ο ταχύτατος ρυθμός ανάπτυξης τους αγνοεί και ακυρώνει τις ηθικές και ανθρώπινες αντιρρήσεις για τη χρήση τους. Ένας κόσμος με ατομικές δόμβες, θανατηφόρα αέρια, βιο-μηχανικούς<sup>11</sup> οργανισμούς, χημικά και βιομηχανικά απόβλητα και με τα προβλήματα στην απασχόληση, που η εφαρμογή των νέων τεχνολογιών προκαλεί, είναι ένας κόσμος που μπορεί να προκαλέσει ανησυχία.

Η ανησυχία αυτή μπορεί να επεκταθεί και από την υπερβολικά εύκολη εξίσωση των Φυσικών Επιστημών με την αλήθεια. Χρειαζόμαστε, λοιπόν, ιδιαίτερα προσεγμένα και νεωτερικά αναλυτικά προγράμματα, τα οποία θα εμπεριέχουν και την προβολή των πολλαπλών εικόνων που σήμερα συνιστούν τις Φυσικές Επιστήμες, για να μην αντικαταστήσουμε το λανθασμένο αυτονόητο του 19ου αιώνα ότι οι Φυσικές Επιστήμες είναι ένας φιλαλήθης υπηρέτης με τον αδιέξοδο φόβο ότι είναι ένας εν δυνάμει παρανοϊκός δικτάτορας.

#### 4. Ο προσανατολισμός ανάπτυξης Αναλυτικών Προγραμμάτων: Ολοκλήρωση.

Το κύριο ερώτημα σχετίζεται εδώ με τη νομιμοποίηση (επιστημολογικά και παιδαγωγικά) μιας προσέγγισης, η οποία προβλέπει την κατάργηση των συνόρων ανάμεσα στα παραδοσιακά γνωστικά αντικείμενα του αναλυτικού προγράμματος. Η επιστημολογική διάσταση του ερωτήματος είναι αναγκαία, επειδή τα παραδοσιακά γνωστικά αντικείμενα υποτίθεται ότι αντιστοιχούν σε διαφορετικές επιστήμες.

11. Ο όρος «βιο-μηχανικός» στο κείμενο, αντιστοιχεί στον Αγγλικό bio-engineered.

#### 4.1 Η επιστημολογική διάσταση: Το νόμιμο<sup>12</sup>

Θα βασίσουμε την ανάλυση των σχετικών με τη διάσταση αυτή ζητημάτων, στην έννοια του «Παραδείγματος». Ας θυμηθούμε ότι ο Kuhn, ορίζοντας με πολύ γενικούς όρους το Παράδειγμα, γράφει:

«Ένα Παράδειγμα είναι ό,τι τα μέλη μιας επιστημονικής κοινότητας μοιράζονται ...και παρόμοια μια επιστημονική κοινότητα αποτελείται από ανθρώπους που μοιράζονται [δηλαδή συμφωνούν με] ένα Παράδειγμα»<sup>13</sup>.

Ακόμα και στη βάση αυτού του πολύ γενικού ορισμού του Παραδείγματος (που, δέδαια, όντας τόσο γενικός δυσχεραίνει την επισήμανση λεπτομερειών με διαφοροποιητική λειτουργία), είναι δύσκολο να σταθεί το επιχείρημα ότι υπάρχει ένα Παράδειγμα που κυριαρχεί στο πλαίσιο καθενός από τους χώρους της οργανωμένης γνώσης, που συνήθως αναφέρονται με το όνομα «Φυσική», «Χημεία» κτλ. Κι αυτό, γιατί έχουμε σήμερα ανάπτυξη εξειδικευμένων πεδίων έρευνας, που αποτελούν υποσυστήματα όχι πλέον των παραδοσιακά οριζόμενων επιστημών, αλλά του συνολικού χώρου που αυτές καλύπτουν. Μ' αυτή την έννοια, τα σύνορα μεταξύ των επιστημών αυτών (αν ποτέ ήταν ευδιάκριτα) τείνουν να καταργηθούν. Η διαπίστωση αυτή δεν αλλάζει ριζικά τη λογική με την οποία αντιμετωπίζουμε τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, αφού μπορεί κάποιος να ισχυριστεί ότι στη θέση των γνωστικών αντικειμένων «Φυσική», «Χημεία» κτλ., θα έπρεπε να υπάρχουν γνωστικά αντικείμενα που ορίζονται από τα νέα πεδία έρευνας. Το ζήτημα, όμως, τίθεται τελείως διαφορετικά και πράγματι νομιμοποιείται κανείς να μιλάει για «Φυσικές Επιστήμες», σ' ό,τι αφορά τη διδασκαλία τους, εάν είναι δυνατό να βρεθούν κοινά στοιχεία των δομών στα Παραδείγματα που χαρακτηρίζουν τα υποσυστήματα αυτά. Για την εξεύρεση των κοινών αυτών στοιχείων

12. Η ενότητα 4.1 προέρχεται (με μικρές αλλαγές) από το: Κουλαϊδής Β. και Κουζέλης Γ. (1990), Για την παραδειγματική συγκρότηση της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών: Μια επιστημολογική προσέγγιση, στη: *Νέα Παιδεία*, τ. 48, σσ. 146-162.

13. Βλ. Kuhn, T.S. (1970), σ. 176.

θα ανατρέξουμε και πάλι στην έννοια του Παραδείγματος. Κατά την άποψη του Kuhn, υπάρχει εγγενής δυσκολία στον ορισμό του. Η Masterman, αναλύοντας τη δυσκολία αυτή, έδειξε ότι ο Kuhn χρησιμοποιεί τον όρο «Παράδειγμα» με τουλάχιστον είκοσι ένα διαφορετικούς τρόπους<sup>14</sup>. Αυτό δεν σημαίνει ότι οι διαφορετικοί λειτουργικοί ορισμοί είναι ασύμβατοι μεταξύ τους. Απεναντίας μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις ευρείες κατηγορίες:

α) *Φιλοσοφική έννοια του Παραδείγματος* (το μετα-Παράδειγμα). Αυτό συνίσταται, σύμφωνα μ' ό,τι γράφει ο Kuhn, στις οργανωτικές αρχές που κυβερνούν την αντίληψη της πραγματικότητας<sup>15</sup>. Τα αντιμαχόμενα ρεύματα του ρεαλισμού και του ιδεαλισμού, θα μπορούσαν να ερμηνευθούν ως περίπτωση τέτοιου είδους Παραδειγμάτων.

β) *Κοινωνιολογική έννοια του Παραδείγματος*. Τόσο ο Kuhn όσο και ο Ziman<sup>16</sup> αντιλαμβάνονται το «κοινωνιολογικό» Παράδειγμα ως το σύνολο των κανόνων που (μεταξύ των άλλων) καθορίζουν τη διαδικασία επίλυσης των επιστημονικών διαφορών.

γ) *Το Παράδειγμα-«τέχνημα»*. Εδώ μιλάμε για το Παράδειγμα με τη στενή του έννοια, το Παράδειγμα ως επίτευγμα, οδηγό για τις παραπάνω επιστημονικές προσπάθειες.

Έχοντας υπόψη την παραπάνω κατηγοριοποίηση, η θέση μας είναι ότι όλοι οι εξειδικευμένοι ερευνητικοί τομείς, που αποτελούν υποσυστήματα του συνολικού χώρου των Φυσικών Επιστημών, τροφοδοτούνται ισόμορφα από τη φιλοσοφική και την κοινωνιολογική έννοια του Παραδείγματος.

Μ' αυτό δεν ισχυριζόμαστε ότι σε μια δεδομένη χρονική στιγμή αναγκαστικά κυριαρχεί σε όλα τα επιμέρους επιστημονικά υποσυστήματα η ίδια έκφραση φιλοσοφικού ή κοινωνιολογικού Παραδείγματος. Έτσι, π.χ. (για να αναφερθούμε σ' ένα ζήτημα που αφορά στη

<sup>14</sup>. Βλ. Masterman, M. (1970), *The Nature of a Paradigm* στο: Lakatos, I. και Musgrave, A. (επ.), *Criticism and the Growth of Knowledge* (Cambridge: Cambridge University Press), σ. 63.

<sup>15</sup>. *Ο.π.*, σ. 63.

<sup>16</sup>. Βλ. Ziman, J. (1968), *Public Knowledge* (Cambridge: Cambridge University Press), σ. 135.

φιλοσοφική διάσταση του Παραδείγματος) δεν κυριαρχεί αναγκαστικά η ίδια οντολογική αντίληψη για το ηλεκτρόνιο σε όλα τα υποσυστήματα. Αυτό όμως που θεμιτά μπορεί να υποστηρίξει κανείς, είναι ότι το προσφερόμενο φάσμα εναλλακτικών λύσεων αλλά, και κυρίως, η ουσία της συλλογιστικής για την αιτιολόγηση της όποιας φιλοσοφικής επιλογής είναι ταυτόσημα σε όλες τις περιπτώσεις.

Παρόμοια, για το κοινωνιολογικό Παράδειγμα: η διαδικασία με την οποία μια θεωρία κρίνεται «καλύτερη» ή πιο ικανοποιητική από μια άλλη είναι παραπλήσια για όλα τα επιστημονικά υποσυστήματα, τόσο στο ουσιαστικό, όσο και στο θεσμικό επίπεδο. Η οργάνωση, δηλαδή, επίλυσης των επιστημονικών διαφορών, ο τρόπος δημοσιοποίησης της υπό έλεγχο νέας γνώσης, αλλά και η κατανομή των επιστημονικών στρατεύσεων στα ανταγωνιζόμενα (σε περιόδους κρίσης) σε κάθε υποσύστημα Παραδείγματα, είναι στοιχεία των οποίων η ποιοτική έκφραση είναι παραπλήσια για κάθε ένα από τα υποσυστήματα των Φυσικών Επιστημών.

Εκεί που ίσως μπορεί να υποστηριχτεί ότι υπάρχουν διαφορές ανάμεσα στα επιστημονικά πεδία-υποσυστήματα των Φυσικών Επιστημών, είναι όταν δούμε τα Παραδείγματα που κυριαρχούν σε καθένα από τα υποσυστήματα αυτά ως «τεχνήματα»-οδηγούς. Κι αυτό, παρά το αναμφισβήτητο γεγονός ότι υπάρχει κυκλοφορία και ανταλλαγή τεχνικών, μεθόδων, εννοιών, ανάμεσα στα διάφορα πεδία των Φυσικών Επιστημών. Η παραδοχή, όμως, της ύπαρξης διαφορών δεν αδυνατίζει καθόλου το συνολικό επιχείρημα που αφορά στην ύπαρξη κοινών χαρακτηριστικών στη δομή των Παραδειγμάτων, τα οποία αντιστοιχούν σε καθένα υποσύστημα των Φυσικών Επιστημών. Νομίζουμε ότι το επιχείρημα αυτό επικυρώνει ο ίδιος ο Kuhn, όταν υποστηρίζει ότι δεν είναι δυνατό να διαχωρίζουμε τις επιστημονικές κοινότητες με βάση το «αντικείμενο» τους, αλλά μάλλον εξετάζοντας το χρόνο εκπαίδευσης των μελών τους και τα πρότυπα επικοινωνίας που χρησιμοποιούν<sup>17</sup>.

Με τα παραπάνω, σκιαγραφήσαμε ένα επιχείρημα που -μέσα από

<sup>17</sup>. Βλ. Kuhn, T. (1977), *Essential Tension* (Chicago: Chicago University Press), σ. xvi (εισαγωγή).



μα ορισμένη οπτική γωνία (το σύστημα του Kuhn)- φαίνεται να νομιμοποιεί την από κοινού αντιμετώπιση των διαφόρων υποσυστημάτων των Φυσικών Επιστημών και να ενισχύει, κατά συνέπεια, τον ισχυρισμό ότι δεν είναι απαραίτητο να οργανώνεται η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (αναφερόμαστε στην πρωτοβάθμια και στο πρώτο στάδιο της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης) στη βάση των παραδοσιακών γνωστικών αντικειμένων.

#### 4.2 Η παιδαγωγική διάσταση: Το επιθυμητό

Έχοντας συζητήσει την επιστημολογική διάσταση του προβλήματος της ολοκλήρωσης των αναλυτικών προγραμμάτων θα εξετάσουμε τώρα την παιδαγωγική διάσταση.

Κατά τον Bernstein, η κατάργηση των συνόρων μεταξύ των γνωστικών αντικειμένων ισοδυναμεί με αποδυνάμωση της «ταξινόμησης» και σημαίνει μετάβαση από κώδικες συλλογής σε ολοκληρωμένους κώδικες αναλυτικού προγράμματος<sup>18</sup>. Δεν θα αναπτύξουμε ολόκληρη τη συλλογιστική που συνοδεύει την πρόταση του Bernstein για αποταξινόμηση, θα αναφερθούμε, όμως, συνοπτικά στις επιπτώσεις της αποταξινόμησης.

Οι συνέπειες της κατάργησης (ή έστω αποδυνάμωσης) των συνόρων μεταξύ των γνωστικών αντικειμένων (ή ομάδας γνωστικών αντικειμένων) του σχολείου, έχει τόσο άμεσες όσο και έμμεσες συνέπειες.

Οι άμεσες συνέπειες είναι:

α) Η άμβλυνση των ορίων ανάμεσα στα γνωστικά αντικείμενα, η οποία επιτρέπει την επισήμανση των σχέσεων που υπάρχουν ανάμεσα στα περιεχόμενά τους.

β) Η ελαχιστοποίηση της πιθανότητας ταύτισης των μαθητών (και επομένως ανάπτυξης αντίστοιχων δεσμών νομιμοφροσύνης) με επιμέρους εξειδικευμένες λογικές και γνωστικά αντικείμενα (π.χ. χημεία).

γ) Η αποδυνάμωση της ιεραρχικής κατάταξης των αντικειμένων

18. Βλ. Bernstein, B. (1983), *Class, Codes and Control*, τ. 3, *Towards a Theory of Educational Transmissions* (London: Routledge and Kegan Paul), κεφάλαιο 5.

(ας σκεφτούμε μόνο τη σειρά: φυσική - χημεία - βιολογία). Αντανακλά η ιεραρχική αυτή κατάταξη τίποτε άλλο, παρά την κοινωνική αποτίμηση των γνωστικών αυτών αντικειμένων;

δ) Η αντίκρουση της αντίληψης ότι η σχολική γνώση είναι αλάνθαστη και αμετάβλητη.

Οι έμμεσες συνέπειες της απο-ταξινόμησης εξίσου (αν όχι περισσότερο) σημαντικές με τις άμεσες, αφορούν:

α) Στην πορεία προς τη ρήξη της απομόνωσης της σχολικής από την καθημερινή βιωματική γνώση.

β) Στη δυνατότητα των διδασκόντων να συνδυάζουν στοιχεία του περιεχομένου περισσότερων του ενός γνωστικών αντικειμένων.

γ) Στην αλλαγή των σχέσεων μεταξύ μαθητών, μεταξύ δασκάλων και μεταξύ μαθητών και δασκάλων, αποδυναμώνοντας το στοιχείο της ιεράρχησης.

Ιδιαίτερη σημασία, για τη διδασκαλία των σχετικών με τις Φυσικές Επιστήμες γνωστικών αντικειμένων, έχουν οι συνέπειες που αναφέρονται στην πορεία προς τη ρήξη της απομόνωσης της σχολικής από την καθημερινή βιωματική γνώση και την αποδυνάμωση της ιεράρχησης (γνωστικών αντικειμένων και σχέσεων διδασκόντων και μαθητών - οριζόντια και κάθετα).

Τα σχετικά με τις Φυσικές Επιστήμες γνωστικά αντικείμενα βρίσκονται στην τελείως ιδιότυπη θέση να χειρίζονται θέματα και προβλήματα, που συναντά κανείς στην καθημερινή βιωματική εμπειρία, με αυστηρά οργανωμένη και αντι-διαισθητική λογική. Αυτή η ιδιότητα καθορίζει, πιστεύουμε, την ιδιαιτερότητα των προβλημάτων που εμπλέκονται στη διδασκαλία των γνωστικών αυτών αντικειμένων και αποτελεί πηγή «δυσκολίας» τους.

Με βάση αυτή τη διαπίστωση, θα μπορούσε να υποστηριχτεί ότι κάθε προσπάθεια για αυστηρό διαχωρισμό της «σχολικής» από την «καθημερινή» βιωματική γνώση θα διευκόλυε τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Πράγματι, ο αυστηρός διαχωρισμός είναι η παραδοσιακή τακτική επιλογή για την κατασκευή των σχετικών Αναλυτικών Προγραμμάτων. Επιλογή, που σε άλλες περιπτώσεις βρίσκει έκφραση στην εισαγωγή αυστηρού φορμαλισμού από μικρές σχετικά

ηλικίες (π.χ. ελληνική δευτεροβάθμια εκπαίδευση) και άλλοτε στην επιμονή για διδασκαλία βασισμένη στην εκμετάλλευση του «πειράματος» (π.χ. αγγλικό εκπαιδευτικό σύστημα)<sup>19</sup>. Εντούτοις, οι ιδέες (αναπαραστάσεις/αντιλήψεις) των μαθητών που προέρχονται από τον καθημερινό βιωματικό κόσμο συνυπάρχουν και μάλιστα τις περισσότερες φορές επικρατούν των αναπαραστάσεων που προέρχονται από τη σχολική γνώση<sup>20</sup>, όπως τουλάχιστον υποδεικνύει το συνεχώς αυξανόμενο σώμα των σχετικών εμπειρικών μελετών.

Εφόσον, λοιπόν, η επιλογή της απομόνωσης και του αυστηρού διαχωρισμού της «σχολικής» από την «καθημερινή» βιωματική γνώση δεν έχει αποδώσει, και υπό την προϋπόθεση ότι κανείς επιλέγει την κριτική ανατροπή των ιδεών που προέρχονται από την «καθημερινή» βιωματική γνώση, τότε είναι φανερό ότι πρέπει να διευκολύνουμε την επαφή της σχολικής με την καθημερινή βιωματική γνώση.

Κάτω από το πρίσμα αυτό, το συμπέρασμα του Bernstein ότι:

«οι ολοκληρωμένοι κώδικες θα καταστήσουν διαθέσιμες από την αρχή της εκπαιδευτικής πορείας του μαθητή, μ' έναν τρόπο κατάλληλο για το επίπεδο της ηλικίας του, τις βαθιές δομές γνώσης, δηλαδή τις αρχές για τη δημιουργία νέας γνώσης»<sup>21</sup>,

αποκτά, νομίζουμε, το πλήρες του νόημα.

Στο σημείο αυτό, πρέπει να υπογραμμίσουμε τη διάκριση ανάμεσα

19. Ένας από τους λόγους, οι οποίοι συνηγορούν στην εισαγωγή του υπολογιστή για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, είναι ότι η χρήση του επιτρέπει την ανάπτυξη αναλυτικών προγραμμάτων και την επιλογή διαδικασιών μάθησης που ξεπερνούν τη διάκριση φορμαλισμού - πειραματικής διάταξης: βλ. Κουλαϊδής Β. και Ράπτης Ν. (1992), Ο υπολογιστής ως εργαλείο μάθησης: Η περίπτωση της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών, στη: *Νέα Παιδεία*, 61, 141-153.

20. Μέρος της σχετικής βιβλιογραφίας έχει αναφερθεί στην εισαγωγή. Για μια πληρέστερη κάλυψη, βλ. Κουλαϊδής Β. και Κουζέλης Γ. (1990). Βασική πάντως προς την κατεύθυνση της αναγνώρισης της αντίστασης των πλαισίων γνώσης που οι μαθητές κατέχουν, είναι η δουλειά της Driver για ένα από τα πρώτα σχετικά άρθρα της, βλ. Driver R. (1981), Pupils Alternative Frameworks in Science στο: *European Journal of Science Education*, 3 (1), σσ. 93-101.

21. Βλ. Bernstein, B. (1983), σ. 102.

στην πρότασή μας και την προσέγγιση που υποστηρίχτηκε, κυρίως στην Αγγλία, και προέβλεπε τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών ως ενός γνωστικού αντικείμενου<sup>22</sup>. Παρά την επιφανειακή ομοιότητα, υπάρχουν βαθύτατες διαφορές:

α) Βασικό συστατικό της πρότασής μας είναι ο σχεδιασμός των Αναλυτικών Προγραμμάτων ώστε να είναι κατάλληλα για όλους τους μαθητές και όχι μόνο γι' αυτούς που δεν ενδιαφέρονται ή δεν παρουσιάζουν την αναμενόμενη επίδοση<sup>23</sup>.

β) Στην πρότασή μας προβλέπεται η ενσωμάτωση και των εννοιολογικών εργαλείων<sup>24</sup> που είναι απαραίτητα για την κριτική αξιολόγηση αλλά και κατασκευή νέας γνώσης.

γ) Η πρότασή μας, παρά το γεγονός ότι αναφέρεται στις Φυσικές Επιστήμες, όχι μόνο δεν τις «στεγανοποιεί» από τα υπόλοιπα γνωστικά αντικείμενα αλλά έχει σχεδιαστεί ώστε να είναι συμβατή με τον επιθυμητό στόχο που είναι η ολοκλήρωση του Αναλυτικού προγράμματος.

Οι συνέπειες από την αποδυνάμωση της ιεράρχησης των γνωστικών αντικείμενων και των σχέσεων διδασκόντων και μαθητών, τόσο οριζόντια (μαθητές-μαθητές, διδάσκοντες-διδάσκοντες) όσο και κάθετα (διδάσκοντες-μαθητές), μπορεί να εκφραστεί και σε ένα άλλο επίπεδο, πέρα από την αλλαγή του κλίματος στο σχολείο. Παρενθετικά, πρέπει να τονίσουμε ότι η αλλαγή αυτή είναι τόσο σημαντική, ώστε αρκεί για την υπογράμμιση της αναγκαιότητας του περιορισμού της ισχυρής ταξινόμησης. Σε ένα πιο τεχνικό λοιπόν επίπεδο, οι συνέπειες του περιορισμού της ιεράρχησης θα ήταν, μεταξύ των άλλων, ο περιορισμός της διδασκαλίας με βάση το «μαυροπίνακα», η ενίσχυση του ρόλου (ή, η εξαρχής εισαγωγή) μικρών «σχεδίων έρευνας» και η αμφισβήτηση της κυριαρχίας του μονοσήμαντου λόγου του διδάσκοντα, που τελικά θα οδηγούσε

22. Ο αγγλικός όρος για την προσέγγιση αυτή είναι: *integrated science*.

23. Για την ολοκληρωμένη ανάπτυξη της παραδειγματικής μας πρότασης, βλ. ενότητα 5 αυτού του κεφαλαίου.

24. Βλ. ενότητα 5.1.4 αυτού του κεφαλαίου.

στην δημιουργία όσο το δυνατόν αμφίπλευρων μορφών επικοινωνίας (μαθητή-δασκάλου)<sup>25</sup>.

Αν, λοιπόν, η κατάργηση των συνόρων μεταξύ των γνωστικών αντικειμένων του αναλυτικού προγράμματος συμβάλλει πραγματικά, εκτός των άλλων, στο να προικίζει τους μαθητές με τις αρχές για τη δημιουργία νέας γνώσης και δημιουργεί ένα πιο δημοκρατικό κλίμα προωθώντας την εγκατάσταση αμφίπλευρων μορφών επικοινωνίας (μαθητή-δασκάλου), τότε έχουμε λόγους να υποστηρίξουμε μια τέτοια μεταρρύθμιση του αναλυτικού προγράμματος και της σχολικής πρακτικής.

Επιπλέον, επειδή συμπεριλαμβάνουμε στην πρόταση αυτή και ένα συγκεκριμένο εναλλακτικό τρόπο οργάνωσης του αναλυτικού προγράμματος, μπορούμε να ισχυριστούμε ότι η αντιμετώπιση των Φυσικών Επιστημών ως ενιαίου κατ' αρχήν χώρου (σχετικά με τη διδασκαλία στο σχολείο) όχι μόνο νομιμοποιείται επιστημολογικά και επιβάλλεται παιδαγωγικά, αλλά είναι και εφικτή.

## 5. Η Πρόταση

### 5.1 Γενικά Χαρακτηριστικά των αναλυτικών προγραμμάτων: Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες για όλους τους μαθητές

Τα προηγούμενα επιχειρήματα προβάλλουν μια αντίληψη, σύμφωνα με την οποία η ανάπτυξη των Φυσικών Επιστημών αφενός μεν κατασκευάζει νέους τρόπους σκέψης, πάντοτε νεωτεριστικούς, οι οποίοι παρέχουν πολύτιμες εικόνες για τον κόσμο και αφετέρου αλλάζει διαρκώς τις υλικές συνθήκες του κόσμου. Τέτοιου είδους εικόνες για τον κόσμο είναι ταυτόχρονα αξιόπιστες αλλά και συζητήσιμες. Η αξία ή η αλήθεια τους δεν μπορούν να θεωρούνται δεδομένες. Ενώ είναι γνωστές στην πληρότητά τους μόνο σε περιορισμένο κύκλο ειδικών, εντούτοις υποτίθεται ότι είναι έγκυρες για όλους.

25. Ιδιαίτερα διαφωτιστική σχετικά με την επικοινωνία ανάμεσα σε διδάσκοντες και μαθητές, και ιδιαίτερα με την ταξινόμηση των τύπων επικοινωνιακής αλληλόδρασης στην τάξη, είναι η δουλειά του Barnes D., βλ. Barnes, D. (1975), *From Communication to Curriculum* (London: Penguin Education).

Αυτές οι μειονότητες των ειδικών χρειάζεται να ελέγχονται ώστε να κατευθύνουν τις προσπάθειές τους προς το συμφέρον όλων, επειδή αποφασίζουν για τη διάθεση ενός ουσιαστικού τμήματος των πόρων μας και επηρεάζουν ουσιαστικά το μέλλον μας.

Η ιδιοτυπία αυτή των Φυσικών Επιστημών πρέπει να συνεκτιμηθεί με το γεγονός ότι πολλές χώρες έχουν αποφασίσει να επεκτείνουν σημαντικά την υποχρεωτική εκπαίδευση. Απόφαση, που δεν συνοδεύεται τις περισσότερες φορές από μια ξεκάθαρη αντίληψη, από ένα όραμα για το ρόλο της εκπαίδευσης.

Θα πρέπει να θυμηθούμε ότι, όχι πάρα πολλά χρόνια πριν, η ιδέα ότι ο καθένας θα μπορούσε να μάθει να διαβάζει, να γράφει και να κάνει απλές αριθμητικές πράξεις θεωρείτο γελοία, επικίνδυνη ή και τα δύο. Σήμερα πρέπει να σκεφτούμε τη σημασία που έχει να γνωρίζουν όλοι στοιχεία των Φυσικών Επιστημών.

Δεν θα γίνουν όλοι οι άνθρωποι φυσικοί επιστήμονες. Επομένως, ο οποιοσδήποτε εκπαιδευτικός σχεδιασμός που βασίζεται στη δημοφιλή όπως φαίνεται μεταφορά: ο μαθητής ως «φυσικός επιστήμονας» μέσα στη σχολική τάξη, είναι μάλλον λανθασμένος. Αντ' αυτού θα προτείνουμε τις εξής πέντε κύριες ιδιότητες, που η εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες πρέπει να πληροί ώστε να είναι κατάλληλη για όλους:

- να είναι προσβάσιμη σε όλους·
- να δίνει έμφαση στο διάλογο·
- να είναι διερευνητική·
- να προσφέρει καλά εργαλεία για τη σκέψη και
- να επιτρέπει την έκφραση του ενδιαφέροντος μέσω επιλογής.

#### 5.1.1 Προσβάσιμη

Με τον όρο προσβάσιμη θέλουμε να υποδηλώσουμε ότι, αφού η εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες δεν μπορεί παρά να απευθύνεται σε όλους, πρέπει να διευκολύνεται και η πρόσβαση όλων σ' αυτές. Οι Φυσικές Επιστήμες διαπραγματεύονται θέματα τεράστιου ενδιαφέροντος και σημασίας –αν και με κανένα τρόπο δεν διαπραγματεύονται όλα τα θέματα, ούτε όλα εκείνα για τα οποία πρέπει να μιλήσει

κάνεις με όσο πιο ελκυστικό και προσίτο τρόπο γίνεται. Ορισμένα πάντως από τα θέματα, που οι Φυσικές Επιστήμες πραγματεύονται, αφορούν ιδιαίτερης αξίας εικόνες του κόσμου μας, π.χ. τη φύση του Σύμπαντος, την προέλευση, τη φύση και τη συντήρηση της ζωής, και τη φύση της ύλης. Και πρέπει να σημειώσουμε ότι παρόμοια είναι η θεματική των άρθρων για το ευρύ κοινό σε περιοδικά ή των εκλαϊκευμένων προγραμμάτων της τηλεόρασης.

Ένα πρώτο, λοιπόν, βήμα είναι ο σχεδιασμός της εκμείωσης και αποτελεσματικής παρουσίασης στοιχείων, που αναφέρονται σε σημαντικές ιδέες προερχόμενες από επιτυχημένες απόπειρες εκλαϊκευσης των Φυσικών Επιστημών.

Αυτό το βήμα έχει σημασία γιατί συμβάλλει όχι μόνο στην πληροφόρηση (ώστε να είναι δυνατή η εκτίμηση των ορίων και των δυνατοτήτων των Φυσικών Επιστημών) αλλά και στην ανάπτυξη της κριτικής ικανότητας (ώστε να υπάρχει κάποια πιθανότητα διάκρισης των κίβδηλων από τις έγκυρες προτάσεις).

Ένα δεύτερο είδος θεμάτων αφορά στις τεχνικές διαστάσεις του κόσμου: τον «κατασκευασμένο από τον άνθρωπο κόσμο». Στην κατηγορία αυτή εμπίπτουν θέματα όπως η παροχή καθαρού νερού, η παραγωγή και διανομή ηλεκτρισμού, η κατασκευή χημικών, η παραγωγή και διανομή τροφίμων και οι διαδικασίες πληροφόρησης και ελέγχου. Θα μπορούσαμε να παρουσιάσουμε τις Φυσικές Επιστήμες των καθημερινών πραγμάτων, τις Φυσικές Επιστήμες «της κουζίνας», τις «ταπεινές», με άλλα λόγια, Φυσικές Επιστήμες. Θα περιλάμβαναν πολύ πρακτική γνώση εφαρμογής: υδραυλικά, οικιακή μόνωση και εξαερισμό, ηλεκτρικές καλωδιώσεις, μεθόδους πλυσίματος και καθαρισμού κ.ο.κ.

Όλα αυτά δεν είναι διόλου εύκολο να γίνουν, γιατί η καλή απλοποίηση μιας ιδέας είναι αδύνατη χωρίς τη σε βάθος κατανόηση της ουσίας της. Τέτοιου είδους έργο απαιτεί τη συνεργασία ικανών φυσικών επιστημόνων και εκπαιδευτικών. Θα χρειαστεί να μάθουμε πώς να διδάξουμε τους μαθητές θέματα όπως: Πώς άρχισε το Σύμπαν; Τι πίστευαν γι' αυτό 50 χρόνια πριν; Πώς φτιάχεται χάλυδας από ορυκτά και άνθρακα; Πώς γίνεται κάποιος βράχοι να περιέχουν σίδηρο, αλλά να μη μοιάζουν ούτε οπτικά ούτε στην αφή

με σίδηρο; Πώς κρυολογεί κανείς; Σε ποιο βαθμό μπορούν τα φάρμακα να θεραπεύσουν τα κρυολογήματα;

Καταχωρούμε τέτοιου είδους ερωτήσεις, γιατί μπορούν να αποτελέσουν τη βάση για εναλλακτικές λύσεις. Τις καταχωρούμε επίσης, επειδή επισημαίνουν την αποτυχία των σημερινών αναλυτικών προγραμμάτων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.

### 5.1.2 Διαλογική

Θεμελιώδης διάσταση της μάθησης είναι η εσωτερική της γνώση μέσω της «ομιλίας» περί ιδεών, μέσω της δοκιμής των ερμηνειών και μέσω του ελέγχου της κατανόησης. Έτσι, η εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες χρειάζεται να συμπεριλάβει ως κεντρικά τα στοιχεία αυτά.

Επιπλέον, η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών δεν μπορεί παρά να ενσωματώνει την προβληματική ως προς το διαχωριστικό όριο μεταξύ επιστήμης και μη επιστήμης, εάν θέλουμε να έχουμε κάποια αίσθηση των ορίων των Φυσικών Επιστημών. Τα όρια όμως αυτού του διαλόγου δεν είναι σαφή: οι συζητήσεις σχετικά με την ποιότητα των διαφορετικών προσεγγίσεων στην ιατρική, για παράδειγμα, είναι ταυτόχρονα και ζωτικής σημασίας και πολύ δύσκολες. Και βέβαια δεν είναι δυνατό να αποφύγουμε το διάλογο σχετικά με το πώς να γίνεται η εφαρμογή ή η εκμετάλλευση της επιστημονικής γνώσης και των δυνατοτήτων της. Είναι φρόνιμη η καύση του άνθρακα στους σταθμούς παραγωγής ενέργειας; Ποιοι είναι οι κίνδυνοι των ραδιενεργών αποβλήτων;

### 5.1.3 Διερευνητική

Αν σε ορισμένες περιπτώσεις χρησιμοποιείται η πειραματική εργασία (η οποία χρησιμοποιείται ελάχιστα σε ορισμένες χώρες, π.χ. Ελλάδα, και ίσως υπερβολικά συχνά σε άλλες, π.χ. Αγγλία), αυτό οφείλεται μεταξύ των άλλων και σε καθιερωμένες αντιλήψεις μάλλον παρά σε αξιολόγηση των διαθέσιμων διδακτικών προσεγγίσεων.

Πράγματι, υπάρχει στη διδασκαλία θέση για τον πειραματικό έλεγχο, τη διασταύρωση δηλαδή μιας υπόθεσης με παρατήρηση, υπό την προϋπόθεση ότι γίνεται με αυτό τον τρόπο αντιληπτός.

Οι λόγοι για τους οποίους επιμένουμε στη σημασία που έχει η διερεύνηση ουσιαστικών προβλημάτων από μαθητές, είναι γιατί κάτι τέτοιο βοηθά στην απόκτηση άμεσης εμπειρίας, σχετικά με

- το βαθμό δυσκολίας στην εύρεση έστω και ενός κλάσματος έγκυρης αλήθειας,
- την ανάπτυξη νέων εικόνων πραγματικότητας κατά τη δοκιμασία και χρησιμοποίηση ιδεών.

Κι αυτό, όχι για να γίνουν οι μαθητές φυσικοί επιστήμονες κατά κάποια έννοια, αλλά για να αποκτήσουν κάποια καλύτερη ιδέα του είδους και του εύρους των προβλημάτων με τα οποία ασχολούνται οι Φυσικές Επιστήμες, καθώς επίσης και της οπτικής από την οποία εξετάζονται. Ένας τρίτος λόγος, είναι να κατακτήσουν τεχνικές και δεξιότητες χειρισμού που σχετίζονται με την πρακτική καθημερινή ζωή.

Αναφερόμαστε, λοιπόν, σε απλές, και όμως δύσκολες, διερευνήσεις συχνών καθημερινών φαινομένων. Πολλές φορές θα είναι πράγματα για τα οποία ο εκπαιδευτικός δεν είναι σίγουρος. Ορισμένα παραδείγματα θα μπορούσαν να είναι τα εξής:

- Πώς διεισδύει η βροχή στο έδαφος;
- Τι ηλεκτρικό ρεύμα καίει πράγματι μια ασφάλεια;
- Πόση ενέργεια χάνεται για να θράσει μια κατσαρόλα με νερό;

Ένα τελείως διαφορετικό αλλά πολύ χρήσιμο είδος διερεύνησης περιλαμβάνει την κατασκευή τεχνημάτων: παιχνίδια (π.χ. αεροπλάνια κι αυτοκινητάκια), τα φώτα για ένα κουκλοθέατρο, ζεστά γάντια, ή έναν καλό μηχανισμό πλοήγησης. Το ερώτημα «γιατί δεν λειτουργούν» (κάποια στιγμή σίγουρα θα πάψουν να λειτουργούν), είναι κατά βάση όμοιο με το επιστημονικό ερώτημα «πώς λειτουργούν».

Δεν πρέπει, όμως, να φανταζόμαστε ότι ο σχεδιασμός αυτού του είδους των διερευνήσεων είναι υπόθεση που μπορεί να βασίζεται στον αυτοσχεδιασμό. Χρειάζεται να υπάρχει ένα σχέδιο εργασίας που να οδηγεί σε νέα για τους μαθητές γνώση, σημασία και νόημα και η διδασκαλία αυτής της γνώσης να δίνει στο σχέδιο εργασίας μια ασφαλή βάση και επαφή με άλλες ιδέες.

#### 5.1.4 Εργαλεία για τη σκέψη

Μεγάλο μέρος της συζήτησης στην περιοχή της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών αφορά στο προβληματισμό σχετικά με την προτεραιότητα του περιεχομένου ή της διαδικασίας<sup>26</sup>. Γι' αυτόν που πιστεύει ότι οι Φυσικές Επιστήμες συνίστανται σε μια συνύφανση ιδεών και μεθόδων, προσαρμοζομένων σε κάθε ιδιαίτερη περίπτωση, μια παρόμοια αναζήτηση προτεραιότητας δεν είναι καθόλου ικανοποιητικό πλαίσιο συζήτησης. Αντιθέτως, πρέπει κανείς να δεχτεί ότι υπάρχουν ιδέες, π.χ. η ιδέα του πεδίου, οι οποίες υποδεικνύουν το πώς οι Φυσικές Επιστήμες πλαισιώνουν και καθοδηγούν την επιστημονική σκέψη. Η δημιουργία τους συμβάλλει στην προβολή νέων τρόπων κατανόησης και απεικόνισης της πραγματικότητας, και όχι ένα επιπλέον δεδομένο για μάθηση. Από αυτή την άποψη, η διαμάχη περιεχομένου-διαδικασίας διαλύεται.

Ένα δυνατό θεματικό πλαίσιο, μέσα στο οποίο μπορούν να σχεδιάζονται οι δραστηριότητες του Αναλυτικού Προγράμματος, θα περιλάμβανε περιοχές όπως:

- Η ζωή
- Η ύλη
- Ο πλανήτης μας και το σύμπαν
- Η πληροφορία
- Ο τεχνητός κόσμος<sup>27</sup>.

Αυτές απαιτούν την εστίαση του Αναλυτικού Προγράμματος σε θεμελιώδη εργαλεία-ιδέες όπως:

26. Είναι ενδιαφέρον και ενδεικτικό της σημασίας της Επιστημολογίας για τις Επιστήμες της Αγωγής να σημειωθεί ότι, συνήθως, οι υποστηρικτές της προτεραιότητας των διαδικασιών, οι οποίοι δεν καταλαμβάνουν το συντηρητικό άκρο στο φάσμα της παιδαγωγικής ιδεολογίας, αντιλούν την ιδέα περί του τι περιλαμβάνεται στη διαδικασία –τυπικά: «παρατήρηση», «διατύπωση υποθέσεων» κλπ.– από μια απατηλή αντίληψη για μια μοναδική «επιστημονική μέθοδο», την προέλευση της οποίας πρέπει να αναζητήσουμε στον θετικισμό.

27. Βλ. ενότητα 5.2.2.

|            |   |             |
|------------|---|-------------|
| Εξέλιξη    | ↔ | Είδος       |
| Λειτουργία | ↔ | Σταθερότητα |
| Σωματίδιο  | ↔ | Κύμα        |
| Πεδίο      | ↔ | Κενό        |

Θα περιλαμβάνουν επίσης είδη συλλογισμού, που θα έπρεπε να παρουσιαστούν:

|          |   |               |
|----------|---|---------------|
| Εξήγηση  | ↔ | Αιτιότητα     |
| Διαφωνία | ↔ | Μεταβλητότητα |
| Μέτρηση  | ↔ | Κλίμακα       |

καθώς και άλλα εργαλεία σκέψης, όπως:

|                 |     |                       |
|-----------------|-----|-----------------------|
| μεταβλητή       | και | διατηρούμενη ποσότητα |
| τοπικός κανόνας | και | οικουμενικός κανόνας  |

### 5.1.5 Δυνατότητα Επιλογής

Μέσα σ' ένα τέτοιο πλαίσιο, μπορεί κανείς να προσφέρει στους μαθητές επιλογές ως προς το ιδιαίτερο αντικείμενο της μελέτης τους. Στόχος πρέπει να είναι η δυνατότητα υπεύθυνης εστίασης στη μελέτη μιας ισορροπημένης επιλογής στοιχείων από τις Φυσικές Επιστήμες, στα πλαίσια μάλιστα ενός υποχρεωτικού σχολικού συστήματος.

### 5.2 Επιλογή περιεχομένου: Για μια «παιδαγωγική χαρτογράφηση» των Φυσικών Επιστημών

Μια επιτυχής χαρτογράφηση των Φυσικών Επιστημών, που θα οριοθετεί το αντικείμενο των διαφόρων υποπεδίων τους και θα αναδεικνύει τι εμπεριέχεται στη διαδικασία για την κατανόησή τους, φαίνεται ιδιαίτερα χρήσιμη στις Επιστήμες της Αγωγής.

Για να είναι επιτυχής όμως μια τέτοια χαρτογράφηση των Φυσικών Επιστημών, πρέπει το προϊόν της να θεωρείται από τους φυσικούς επιστήμονες ως μια ικανοποιητική σειρά εικόνων των πεδίων τους. Πρέπει, επιπλέον, να εκλαμβάνεται από τους γονείς και τους

μαθητές και από όλους τους μη ειδικούς ως ένα αποδεκτό σχέδιασμα ενός συνόλου αξιόλογων πολιτισμικών στοιχείων. Από ένα διδάσκοντα της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης πρέπει να γίνεται αντιληπτό ως χάρτης που παρέχει ρεαλιστικές και κατανοητές αιτίες για την επιλογή δραστηριοτήτων. Από ένα διδάσκοντα δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, πρέπει να ερμηνεύεται ως μια δομή μέσα στην οποία μπορεί να σχεδιάσει και να δικαιολογήσει την εργασία του. Τέλος, θα πρέπει να το κατανοούν οι πολιτικοί και οι σχεδιαστές της εκπαιδευτικής πολιτικής.

Σχετικά με τη διαδικασία για την κατανόηση των Φυσικών Επιστημών, αυτός ο χάρτης πρέπει να δηλώνει τι είγαι απαραίτητο για την ανάπτυξη των ιδεών, της σκέψης και των δεξιοτήτων, έτσι ώστε να βοηθά στον ορισμό τόσο της προόδου όσο και της διαφοροποίησης.

### 5.2.1 Οι διαστάσεις του χάρτη: Το υπόβαθρο

Υποστηρίζουμε ότι υπάρχουν πέντε κύριες διαστάσεις που αναφέρονται στην ανάπτυξη των Αναλυτικών Προγραμμάτων, οι οποίες διαπερνούν όλο το εκπαιδευτικό σύστημα από την αρχή της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης και, τουλάχιστον, ως το τέλος της δευτεροβάθμιας. Οι πέντε αυτές διαστάσεις, με το να προσδιορίζουν τις γραμμές ανάπτυξης των Αναλυτικών Προγραμμάτων, συγκροτούν το αναγκαίο για την επιλογή του περιεχομένου υπόβαθρο. Θα προσπαθήσουμε να τις περιγράψουμε με όρους που επισημαίνουν τη σημασία και τη γενικότητά τους.

Οι διαστάσεις αυτές είναι οι εξής:

#### 1. Οντολογική διάσταση: Ποιες είναι οι οντότητες, πώς είναι ο κόσμος;

Οι σχετικοί με τη διάσταση αυτοί στόχοι των Αναλυτικών Προγραμμάτων πρέπει να περιλαμβάνουν τη σταδιακή επέκταση:

- της κλίμακας του χρόνου,
- της κλίμακας της απόστασης,
- αυτού που θεωρείται πραγματικό.

Χρειαζόμαστε προγραμματισμένα και προοδευτικά θήματα για τη διεύρυνση της φαντασίας και της κατανόησης τόσο σχετικά με το πολύ «μεγάλο», όσο και με το πολύ «μικρό». Έτσι η αντίληψη ότι πολύ σημαντικά πράγματα μπορεί να είναι τόσο μικρά ώστε να μην είναι ορατά, μπορεί να θεωρηθεί ότι καλλιεργείται κοιτάζοντας κατ' αρχήν μικρούς οργανισμούς, για παράδειγμα, κόκκους μέσα στο έδαφος, κατόπιν ακούγοντας για τα μικρόβια και τα κύτταρα και κοιτάζοντάς τα, στη συνέχεια προχωρώντας σε ιστορίες για άτομα και ούτω καθεξής. Με τον τρόπο αυτό η κινητική θεωρία της ύλης και η μοριακή θεωρία της χημικής σύνθεσης, θα έπρεπε να αποτελούν μέρος μιας συνεχούς ιστορίας για το πολύ «μικρό».

Το ίδιο ισχύει και για το πολύ «μεγάλο»: Ο μαθητής μόνο με προοδευτική πορεία θα μάθει να φαντάζεται το απέραντο των μεγάλων κλιμάκων χώρου και χρόνου. Σε αυτό συμβάλλει η δουλειά πάνω σε τοπικούς χάρτες και η ιστορία. Το ίδιο και η μελέτη θεμάτων σχετικών με τον Ήλιο και τις εποχές. Κατ' αρχήν, τέτοιου είδους εργασία χρειάζεται να έχει την ευαισθησία που απαιτείται για να διαδλέπει την δυσκολία των παιδιών να ξεπεράσουν την ανθρώπινη κλίμακα και το άμεσο. Κάθε τι που βοηθά στην υπέρβασή της πρέπει να θεωρηθεί σημαντική συμβολή στις Φυσικές Επιστήμες. Οι χρόνοι πολύ μικρής διάρκειας έχουν επίσης σημασία: έτσι η δουλειά πάνω στη χρονομέτρηση αγώνων, το κοίταγμα «παγωμένων» στιγμών σε βιντεοταινία και η ανίχνευση αντηχήσεων παίζουν ένα σημαντικό ρόλο.

Αυτό θα πρέπει να θεωρηθεί πρωταρχικά ως ανάπτυξη της φαντασίας που συμβαδίζει με τις κανονικές διαδικασίες ανάπτυξης, όπως αυτή της υπέρβασης του εγωκεντρισμού. Αυτό που είναι χρήσιμο στις Φυσικές Επιστήμες είναι αυτό που είναι χρήσιμο και για τον άνθρωπο. Θα ήταν χρήσιμο να συμπεριλάβουμε τις ιδέες σε κάποια απλή γενική μορφή, έτσι ώστε να είναι ευκολότερο για το δάσκαλο όχι μόνο να αναζητήσει, αλλά και να ερμηνεύσει τα παραδείγματα. Για παράδειγμα:

- Δεν μπορείς πάντα να δεις ή να φανταστείς αυτά που είναι σημαντικά.

- Κάποια πράγματα μπορεί να είναι τόσο μικρά που να μην τα βλέπεις.
- Κάποια πράγματα μπορεί να είναι τόσο μεγάλα ή τόσο μακριά που να μην μπορείς να τα φανταστείς.
- Κάποια γεγονότα μπορεί να διαρκέσουν πολύ χρόνο ή μπορεί να συνέβησαν πριν πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα.
- Κάποια γεγονότα μπορεί να συμβούν τόσο γρήγορα που να μην τα προσέξεις, «κάποιες στιγμές κρατάνε πολύ χρόνο».

Εξίσου μεγάλη σημασία έχει και η διεύρυνση των ιδεών σχετικά με το τι θα μπορούσε να θεωρείται πραγματικό. Μία πτυχή της διερεύνησης αυτής αφορά στο άορατο και το μη απτό. Η υγρασία στη γη ή τα ρούχα είναι στην πραγματικότητα νερό, το ίδιο και ο αχνός της ανάσας και η ομίχλη και τα σύννεφα. Ο αέρας είναι πραγματική ύλη: αυτή η πράξη της φαντασίας χρειάζεται πολλή δουλειά για να επιτευχθεί. Θα μπορούσε κανείς να αρχίσει να σκέφτεται το άδειο: το διάστημα, το κενό. Ο δάσκαλος χρειάζεται να γνωρίζει ότι αυτό θα αναπτυχθεί αργότερα και θα αφορά σε πολλές θεματικές περιοχές, μεταξύ των οποίων το Σύμπαν ως ύλη μέσα σε ένα κενό και τα άτομα ως σωματίδια με κενό μεταξύ τους. Σημαντική τέλος διάσταση της θεώρησης του πραγματικού είναι και η εξέταση των κυμάτων και των πεδίων π.χ. ήχος και φως, ραδιοφωνικά και τηλεοπτικά σήματα κ.α.

## 2. Διάσταση της αιτιότητας: Ποιες είναι οι αλληλεπιδράσεις;

Οι Φυσικές Επιστήμες και η Τεχνολογία παρέχουν νέους τρόπους για να κατανοούμε διάφορα είδη αιτίων. Σε αυτή την περίπτωση, οι σημαντικές γραμμές ανάπτυξης αφορούν στην αιτιότητα, τη συνάρτηση και τα συστήματα. Αφορούν στο τι μπορεί να θεωρείται ως ικανοποιητική εξήγηση.

Ας δούμε ορισμένα παραδείγματα από τα πέντε θέματα που αναφέραμε παραπάνω: ένα κρυολόγημα, η ανάπτυξη ενός φυτού, το δρόσιμο νερού, η πτώση μιας πέτρας, η ανατολή του φεγγαριού, ένα αυτοκίνητο που τρέχει, ένα σπίτι που θερμαίνεται, ένας διακόπτης που στέλνει ένα σήμα, η λειτουργία ενός προγράμματος ηλεκτρονικού

υπολογιστή. Πώς θα έπρεπε να σκεφτούμε για τα αίτια και τις ερμηνείες; Ποιο από τα παρακάτω θα μπορούσε να ισχύει:

- κάποιος το έκανε να συμβεί,
- έτσι γίνεται από μόνο του,
- ένα πράγμα επηρέασε ένα άλλο,
- κάνει αυτό που προβλέπεται ότι θα κάνει,
- τα πράγματα γίνονται με αυτό τον τρόπο,
- δεν υπάρχει αιτία.

Ο χαρακτήρας των αιτιακών σχέσεων που οικοδομούνται από τα παιδιά, ίσως να είναι αρχικά αποβλεπτικός. Πρέπει να εξετασθεί, ιδιαίτερα σχετικά με την εξήγηση, με δύο κατ' αρχήν τρόπους:

α) Μηχανική αλληλόδραση, όπως στην κίνηση των πλανητών, την πτώση των αντικειμένων και, τέλος, τη χημική μεταβολή και τις διαδικασίες στους ζώντες οργανισμούς.

β) Συντονισμό και λειτουργία στα συστήματα, στη σκέψη σχετικά με τη λειτουργία του μέρους σε σχέση με το σύνολο, το ρόλο της πληροφορίας και της ανάδρασης, την ισορροπία και τη σταθερότητα του όλου.

Τα συστήματα (πράγματα που δουλεύουν ως σύνολο) έχουν ιδιαίτερη σημασία για τα θέματα της ζωής, του τεχνητού κόσμου και της πληροφορίας<sup>28</sup>. Σημαντικά είδη ερωτημάτων, που μπορούν να τεθούν σε κάθε επίπεδο, από το θερμοστάτη ως το ανθρώπινο σώμα ή τα συστήματα ηλεκτρονικών υπολογιστών, είναι τα εξής:

- Τι δουλειά κάνει αυτό το μέρος; (λειτουργία).
- Ποιος του λέει τι να κάνει; (πληροφορία).
- Πώς διορθώνονται τα λάθη; (ανάδραση).
- Τι το κρατάει σταθερό; (σταθερότητα).

Ένα μεγάλο μέρος της διδασκαλίας στη πρωτοβάθμια εκπαίδευση

28. Τελικά, το κύριο μήνυμα των Φυσικών Επιστημών είναι ότι, όσον αφορά στη φύση της ύλης και του Σύμπαντος, δεν προσφέρεται καμία εξήγηση με όρους πραγμάτων που δουλεύουν ως σύνολο, δηλαδή η αλληλόδραση είναι πολύ σπουδαία.

μπορεί να συμβάλει σ' αυτό σταδιακά. Ο προγραμματισμός του τρόπου οργάνωσης των πραγμάτων είναι ένα φυσικό επίκεντρο πολλών δραστηριοτήτων και μπορεί να επεκταθεί στη φροντίδα τεχνητών συστημάτων (π.χ. πότισμα λουλουδιών κατά τη διάρκεια των διακοπών). Το παιχνίδι των ρόλων είναι πολύτιμο, καθώς φωτίζει τη σημασία της λειτουργίας και της πληροφορίας. Τα φυσικά συστήματα είναι δυσκολότερα: ο διασκορπισμός των σπόρων είναι ένα παράδειγμα, ένα άλλο είναι το αίσθημα της πείνας. Μπορεί κανείς να μάθει ότι:

- Πολλά μπορεί να συμβαίνουν μόνο και μόνο για να συνεχίσουν τα πράγματα να γίνονται ομαλά.
- Όταν απρόβλεπτα πράγματα συμβαίνουν, η αιτία μπορεί να είναι μια αποτυχία.

Ένα τέτοιο είδος σκέψης αποτελεί ένα ουσιαστικό ξεκίνημα για να σκεφτεί κανείς για τα οικοσυστήματα, τους οργανισμούς και δέβαια την εξέλιξη.

Μια άλλη πλευρά της αιτιότητας είναι εκείνο που περιορίζει αυτό που συμβαίνει. Τελικά, αυτή η γραμμή σκέψης οδηγεί στους κανόνες διατήρησης: αυτό που παραμένει ως έχει ό,τι κι αν συμβεί. Η ενέργεια μπορεί να οριστεί ως μια ποσότητα που μένει πάντα η ίδια - ως ένας περιοριστικός παράγοντας (όχι μια αιτία).

### 3. Επιστημολογική διάσταση: Πώς μπορούμε να μάθουμε;

Οι «επιστημονικές μέθοδοι» είναι πολλές, όχι μία και μοναδική, είναι ευρηματικές αλλά όχι μαγικές. Υπάρχουν, δηλαδή, πράγματα να μάθει κανείς σχετικά με το πώς οι Φυσικές Επιστήμες και η τεχνολογία έχουν οργανώσει και εκλεπτύνει τον κοινό νου στην κατασκευή μεθόδων παρατήρησης και ταξινόμησης, στην ανάπτυξη ιδεών σχετικά με το σχεδιασμό πειραμάτων, στην παροχή οικοδομικών στοιχείων για την επινόηση θεωριών και μοντέλων.

Η πρόοδος προς αυτή την κατεύθυνση συνίσταται σε πρόοδο στα πολλά «μέσα» που έχουν υιοθετηθεί ή εφευρεθεί για την επιστημονική αναζήτηση για ποικίλους και συγκεκριμένους στόχους (όχι μία



γενικευμένη «μέθοδο των Φυσικών Επιστημών»). Αυτά τα μέσα υπηρετούν το σκοπό της οικοδόμησης κοινωνικής και όχι ιδιωτικής γνώσης.

Ένα μέσο είναι η περιγραφή. Οι μελέτες των ζώντων οργανισμών έχουν συνεισφέρει στην οικοδόμηση της ουσιαστικής έννοιας του είδους (species), που τώρα είναι σημαντική για την περιγραφή της ύλης. Η περιγραφή και η κατανόηση αλληλοεπηρεάζονται. Το να περιγράψεις ασθένειες χωρίς να γνωρίζεις τις αιτίες ή γαλαξίες χωρίς να καταλαβαίνεις πώς αναπτύσσονται, είναι χρήσιμη εργασία αλλά πηγαίνει στα τυφλά: αυτό είναι ένα σημαντικό μήνυμα για τον κάθε άνθρωπο. Έτσι, χρειάζεται να βρεθούν ευκαιρίες προκειμένου κανείς:

- να παρατηρεί και να αποφασίζει τι να παρατηρεί,
- να περιγράφει και να διαλέγει πώς να περιγράφει,
- να διακρίνει την ομοιότητα και την παραλλαγή,
- να περιγράφει την σταθερότητα και τη μεταβλητότητα.

Η περιγραφή έχει κι αυτή τις δικές της μεθόδους έκθεσης - πίνακες, κλειδιά, διαγράμματα Venn, γραφικές αναπαραστάσεις. Αυτά είναι επιστημονικά εργαλεία, και δεν μπορεί κανείς να τα σκεφτεί μόνο ως μαθηματικά. Η ιδέα της μέτρησης αναπτύσσεται με πιο αργό ρυθμό. Ξεκινάει με άμεση σύγκριση, ενώ η ανάγκη για μονάδες και όργανα είναι η ανάγκη να επικοινωνείς με άλλους.

Τόσο η μέτρηση όσο και η περιγραφή έχουν σχέση με την οικοδόμηση κοινωνικής γνώσης, η οποία είναι μια επιχείρηση που χρειάζεται να κατανοηθεί σταδιακά στο πέρασμα των σχολικών χρόνων και μετά απ' αυτά. Οι Φυσικές Επιστήμες βασίζονται στη συναίνεση, όχι την ατομική εμπειρία ή πεποίθηση.

Ένας άλλος τρόπος να μαθαίνουμε, είναι με το πείραμα. Αυτός ο τρόπος μάθησης μπορεί να ξεκινήσει με «ελέγχους» και να προχωρήσει βαθμιαία σε παραδείγματα που δείχνουν ότι είναι δύσκολο να φθάσει κανείς σε ξεκάθαρες απαντήσεις, ότι πολλά πράγματα μεταβάλλονται ταυτόχρονα. (Γι' αυτό χρειάζονται θετικά δείγματα του προβλήματος, όχι συμβουλές για «έλεγχο των μεταβλητών»). Ένα σημαντικό μέρος του πειραματισμού προέρχεται από άλλες διαστά-

σεις των Φυσικών Επιστημών - τις πρακτικές γνώσεις και την τεχνολογία. Τη διαφορά που έχει ένα καλό από ένα κακό όργανο, χρειάζεται κανείς να τη γνωρίσει εμπειρικά.

Τέλος, ένας καλός τρόπος για να γνωρίσεις πράγματα σχετικά με τον κόσμο, είναι να τον σκεφτείς. Μια αξιοσημείωτη πλευρά των Φυσικών Επιστημών είναι ότι οι άνθρωποι πέτυχαν να προβλέπουν τι πρόκειται να συμβεί κι αυτός είναι ο λόγος που σκεφτόμαστε ότι, προς το παρόν, μια ιδέα μπορεί να είναι αληθινή. Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δοκιμασία μοντέλων και συνακόλουθα για την ενσωμάτωσή τους στη θεωρία, θα μπορούσε να αποδειχτεί αρκετά βοηθητικός εδώ.

#### 4. Επικοινωνιακή διάσταση: Πώς παρουσιάζεται η γνώση;

Η καθημερινή εμπειρία των Φυσικών Επιστημών είναι σχετική με την τεχνικής φύσεως πληροφορία που φθάνει στο συγκεκριμένο άτομο. Αλλά για να μπορέσει κάποιος να καταλάβει σε ποιο σημείο υπάρχει πιθανότητα να διαστρεβλώνεται η αλήθεια, θα πρέπει να είναι σε θέση π.χ. να ερμηνεύσει ένα διάγραμμα. Παρόμοια, η μέτρηση και οι μονάδες εξυπηρετούν την επικοινωνία: μας επιτρέπουν να βλέπουμε αν τα πράγματα λειτουργούν παρόμοια παίρνοντας υπόψη τις διαφορές χώρου και χρόνου, καθώς και τις διαφορές συνθηκών.

Εάν κανείς θεωρήσει τις Φυσικές Επιστήμες ως συναινετική γνώση, τότε η επιστημολογία και η επικοινωνία πρέπει να συνδεθούν: πρέπει κανείς να πει ή να ακούσει κάτι για να μπορούμε να ισχυριστούμε ότι αυτό ειπώθηκε ή ακούστηκε. Όμως αυτό δεν σημαίνει ότι η επικοινωνία είναι εύκολη: συχνά χρειάζεται προσεκτικές διακρίσεις, απαιτεί τη σύλληψη σύνθετων στοιχείων, τα επιχειρήματα μπορεί να είναι αρκετά περίπλοκα και, εφόσον δημιουργούνται νέες ιδέες, πρέπει να δημιουργηθούν και να διδαχθούν νέοι όροι.

Στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση μπορεί να γίνει εξαιρετική δουλειά σ' αυτή την περιοχή με τη χρήση πινάκων επίδειξης αλλά και γραπτής περιγραφής. Στο σημείο αυτό πρέπει να προστεθεί μια παρατήρηση που αφορά στην επικοινωνία με άλλους (ειδικά όταν

στοχεύουμε στη συναίνεση): η ανάγκη για μονάδες μέτρησης και για πρότυπα προέρχεται από την ανάγκη της οικουμενοποίησης της γνώσης. Έτσι, για παράδειγμα, τα παιδιά δύο διαφορετικών σχολείων μπορούν να κάνουν τις ίδιες μετρήσεις και να ανταλλάσσουν τα αποτελέσματα μεταξύ τους (με τηλεφώνημα ή με γράμμα).

Η σημασία της επικοινωνίας αναδεικνύεται ιδιαίτερα στην ομαδική δραστηριότητα η οποία απαιτεί συντονισμό προκειμένου να κατανεμηθεί η προς επιτέλεση δραστηριότητα, να διεξαχθεί, να ληφθούν αποφάσεις και να ανακοινωθούν τα αποτελέσματα. Επίσης η ανάλυση είναι ίσως μέρος της επικοινωνίας. Πίνακες αριθμών, γραφικές αναπαραστάσεις και σχεδιαγράμματα πρέπει να εξετάζονται προσεκτικά: π.χ. όταν ένα μέγεθος αυξάνεται, το άλλο αυξάνεται ή μειώνεται; Ίσες αλλαγές στο ένα μέγεθος προκαλούν ίσες αλλαγές σε κάποιο άλλο; Όλοι οι τρόποι εξέτασης των δεδομένων πρέπει να δομηθούν σταδιακά. Κι όπως είναι γνωστό κάτι τέτοιο δεν είναι καθόλου εύκολο, ιδιαίτερα σ' ό,τι αφορά στην αναλογία και στη συσχέτιση. Η ανάγκη για τέτοιου είδους ομαδική δραστηριότητα ιδιαίτερα στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση είναι προφανής.

Το κεντρικό μήνυμα εδώ είναι ότι ένα ουσιαστικό μέρος της εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες (και στην Τεχνολογία) είναι η ανάγνωση άρθρων, η ακρόαση και η παρακολούθηση ειδήσεων και τηλεοπτικών προγραμμάτων και η προσπάθεια κατανόησής τους. Ίσως ο καλύτερος τρόπος αξιολόγησης των Αναλυτικών Προγραμμάτων για τις Φυσικές Επιστήμες είναι ο έλεγχος του βαθμού στον οποίο οι μαθητές μπορούν, συνήθως κατά ομάδες, να κατανοήσουν δημιουργικά και να επιχειρηματολογήσουν με χρήσιμο τρόπο σχετικά με τα ζητήματα που εμπεριέχονται σε τέτοιο υλικό.

##### 5. Πραγματιστική<sup>29</sup> διάσταση: Τι μπορούμε να κάνουμε;

Εδώ υπάρχουν δύο επίπεδα: αφενός προσωπική δεξιότητα και πρακτική γνώση (ένα είδος γνώσης που είναι τρομακτικά εγκαταλειμμένο αν και ουσιαστικό), και αφετέρου ικανότητα, εμπειρία και

29. Ο όρος «πραγματιστική», χρησιμοποιείται εδώ χαλαρά (δηλ. με την έννοια του εφικτού) και όχι με την αυστηρή φιλοσοφική-τεχνική του έννοια.

αντίληψη σχετικά με το σχεδιασμό και την κατασκευή. Καθώς τα πράγματα που χρησιμοποιούμε είναι τεχνητά και η Τεχνολογία τείνει να καλύπτει τα ίχνη της πορείας της, γινόμαστε ολοένα περισσότερο εξαρτημένοι. Ίσως περισσότερο εξαρτημένοι απ' ό,τι χρειάζεται.

Από τη φύση τους τέτοιες ικανότητες περιλαμβάνουν αυτές που συνήθως αποκαλούνται *διαδικαστικές δεξιότητες*, αλλά και κάτι παραπάνω. Εμπεριέχουν «πληροφορία», η οποία όμως δεν είναι δυνατό να (συν)ληφθεί με βάση έναν κατάλογο δεδομένων. Επιπλέον θα μπορούσαμε να συμπεριλάβουμε δραστηριότητες η επιτέλεση των οποίων προκαλεί ευχαρίστηση.

Οι διαδικαστικές δεξιότητες περιλαμβάνουν:

- παραγωγή πραγμάτων: τροφίμων, ενδυμασίας,
- ηλεκτρικά και υδραυλικά,
- συντήρηση αυτοκινήτου ή ποδηλάτου,
- καλλιέργεια φυτών και περιποίηση ζώων.

Εκτός από την ανάπτυξη προσωπικών πρακτικών δεξιοτήτων η οποία είναι στόχος που επιδιώκεται τόσο από τις Φυσικές Επιστήμες όσο και από άλλα «γνωστικά αντικείμενα», πρέπει να καλλιεργούμε και τη γνώση που σχετίζεται με τους επιστημονικούς και τεχνικούς μηχανισμούς γύρω μας. Η δυνατότητα χειρισμού των συσκευών και εργαλείων που αποτελούν προϊόντα της επιστήμης και της τεχνολογίας – ψυγεία, θερμάστρες, ηλεκτρικές κουζίνες, τηλεοράσεις, μαγνητόφωνα, όργανα μέτρησης, πυξίδα, τηλεσκόπιο, φωτογραφική μηχανή, κυάλια – προϋποθέτει ένα φάσμα πρακτικών γνώσεων που έχουν τεράστια αξία. Η δυνατότητα χειρισμού αναφέρεται όχι μόνο στη γνώση της λειτουργίας τους αλλά και στις γνώσεις σχετικά με την αγορά, αντικατάσταση ή επιδιόρθωσή τους.

Ο σχεδιασμός και η κατασκευή πραγμάτων στο βαθμό που είναι εφικτές δραστηριότητες στο σχολείο ανήκουν σε αυτή τη γραμμή ανάπτυξης των γνώσεων. Οι πρακτικές γνώσεις που περιλαμβάνονται είναι τόσο πρακτικές όσο και πνευματικές, και ο καλός σχεδιασμός τις συνδέει αναπόσπαστα.

### 5.2.2 Θέματα που έχουν σημασία και ενδιαφέρον

Μια ευρεία θεματική διαίρεση του περιεχομένου ενός αναλυτικού προγράμματος για την διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών θα μπορούσε να είναι η εξής<sup>30</sup>:

1. Η ζωή.
2. Η ύλη.
3. Ο πλανήτης μας και το Σύμπαν.
4. Η πληροφορία.
5. Ο τεχνητός κόσμος.

Η αιτιολόγηση της επιλογής αυτών των πέντε θεμάτων βασίζεται, μεταξύ των άλλων, στο ότι:

- είναι όλα σημαντικά και ενδιαφέροντα,
- η συζήτηση που γίνεται στα πλαίσια των Φυσικών Επιστημών σχετικά με τα θέματα αυτά συμβάλλει αναμφίβολα στην ανάπτυξη της σχετικής προβληματικής αν και δεν την εξαντλεί,
- αναφέρονται σε ένα ευρύ φάσμα διαφορετικών επιστημών και επομένως μπορούν να αποτελέσουν τη βάση για ένα ισορροπημένο Αναλυτικό Πρόγραμμα,
- είναι κατάλληλα για διδασκαλία, μολοντί με διαφορετικό χειρισμό, τόσο στην πρωτοβάθμια όσο και στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση.
- είναι πρόσφορα όχι μόνο για την ολοκλήρωση του τμήματος του Αναλυτικού Προγράμματος που σχετίζεται με τις Φυσικές Επιστήμες, αλλά και μπορούν να αποτελέσουν τη βάση για την ολοκλήρωση του συνολικού Αναλυτικού Προγράμματος.

Ένας σύντομος κατάλογος θεμάτων, τα οποία μπορούν να συμπληρωθούν σε ένα Αναλυτικό Πρόγραμμα για την διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών σκιαγραφείται παρακάτω:

30. Η όποια διαίρεση σε θέματα, δεν μπορεί παρά να αντανακλά τις φιλοσοφικές και επιστημολογικές επιλογές του εισηγητή.

### 1. Η ζωή

- Η ποικιλία των μορφών ζωής.
- Σχέσεις μεταξύ οργανισμών, τόπων διαμονής και περιβάλλοντος.
- Φυτά και ζώα - πηγές τροφής και οξυγόνου.
- Οικοσυστήματα.
- Όργανα, μέρη και λειτουργίες.
- Επιστημονικές πλευρές της υγείας και της ασθένειας.
- Αναπαραγωγή, ανάπτυξη και εξέλιξη.
- Κληρονομικότητα, επιλογή, εξέλιξη.

### 2. Η ύλη

- Η ποικιλία των ιδιοτήτων των φυσικών και των κατασκευασμένων υλικών: μηχανικές, θερμικές, ηλεκτρικές, χημικές.
- Φυσικές μεταβολές: όταν η ίδια ουσία αλλάζει μορφή.
- Χημική μεταβολή: όταν η ίδια ποσότητα συνδυάζεται διαφορετικά.
- Μοριακά μοντέλα φυσικής και χημικής μεταβολής.
- Η αναζήτηση θεμελιωδών σωματιδίων: φορτισμένα σωματίδια.

### 3. Ο πλανήτης μας και το Σύμπαν

- Μέγεθος και ηλικία της Γης, θέση της στο ηλιακό σύστημα.
- Αλλαγές στην επιφάνεια της Γης: ποταμοί, κύματα, διάβρωση, δημιουργία βουνών, σχηματισμός βράχων, ηφαίστεια, κίνηση των ηπείρων.
- Γεώσφαιρα και βιόσφαιρα: καταβολές της ζωής, ατμόσφαιρα, ωκεανοί, ορυκτά καύσιμα.
- Το Σύμπαν ως ύλη που κινείται στο διάστημα: βαρύτητα, διαστημικό ταξίδι, κίνηση.
- Ενέργεια στο Σύμπαν: βαρύτητα, ενέργεια από τα αστέρια (και τον ήλιο).
- Ιδέες σχετικά με τις καταβολές του Σύμπαντος, των αστεριών και των πλανητών.

#### 4. Η πληροφορία

- Μετάδοση πληροφορίας: ήχος, φως, τηλέφωνο, ραδιόφωνο, τηλεόραση.
- Αποθήκευση πληροφορίας: κείμενο, μαγνητοταινία, δίσκοι, οπτικοί δίσκοι, εικόνες, ηλεκτρονική μνήμη.
- Επεξεργασία πληροφορίας: κυκλώματα, ενισχυτές, φίλτρα, υπολογιστές.
- Χρησιμοποίηση πληροφορίας για έλεγχο: ναυσιπλοΐα, ανάδραση, ρομπότ, συστήματα ελέγχου.
- Βιολογικά, περιβαλλοντικά και φυσικά παραδείγματα αυτών των πλευρών της πληροφορίας (π.χ. ομοιόσταση, ο εγκέφαλος).

#### 5. Ο τεχνητός κόσμος

- Κτίρια: αντοχή και δομές, τοίχοι, κολόνες, αψίδες, γέφυρες, τέχνη, ασφάλεια και σταθερότητα.
- Ενέργεια: πηγές και μετάδοση ενέργειας: καύσιμα, ενεργειακοί σταθμοί, ηλεκτρισμός.
- Κινητήρια δύναμη: μηχανές, μεταφορικά μέσα, ηλεκτρικές μηχανές, πετρελαιομηχανές και ατμομηχανές.
- Χημικές ύλες: παραγωγή ουσιών σε μεγάλη κλίμακα, πηγές πρώτων υλών, ασφάλεια, μόλυνση, διατήρηση, φαρμακευτικά υλικά.
- Περιβάλλον: φράγματα, νερό, αποχέτευση.
- Τρόφιμα: γεωργία, λιπάσματα, κτηνοτροφία.

#### 6. Ανακεφαλαίωση, περιορισμοί και προοπτικές

Κλείνοντας το κεφάλαιο, θα προσπαθήσουμε να (επανα)διατυπώσουμε το περίγραμμα του επιχειρήματος. Οι Φυσικές Επιστήμες είναι μια «φωνή» που χωρίς να έχει πρόσβαση στη μία και μοναδική επιστημονική μέθοδο (που είναι ανύπαρκτη άλλωστε), είναι εντελώς ιδιαίτερη ανάμεσα στο σύνολο των «ομιλιών» που ορίζουν την πολυδιάστατη ανθρώπινη πολιτισμική παράδοση. Και είναι εντελώς ιδιαίτερη, λόγω της ικανότητάς της να κατασκευάζει νέες ορθολογικές, να αναδεικνύει νέες εικόνες της πραγματικότητας, να προ-

βάλλει καινούρια προβλήματα και λύσεις. Αυτός είναι ο πρώτος λόγος για τον οποίο οι Φυσικές Επιστήμες έχουν θέση σε κάθε Αναλυτικό Πρόγραμμα. Η διδασκαλία τους, όμως, στο επίπεδο της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, παρά τη ραγδαία ανάπτυξή τους, δεν μπορεί να στοχεύει ούτε στην εκπαίδευση των μελλοντικών φυσικών επιστημόνων και μηχανικών (συνολικά μικρός αριθμός) ούτε να βασίζεται από άποψη σχεδιασμού στη μεταφορά: «Ο μαθητής ως επιστήμονας» στην τάξη. Επιπλέον, είναι εκείνη ακριβώς η ραγδαία ανάπτυξή τους που ανοίγει το δρόμο για τις πολλαπλές, συνήθως ευεργετικές και σε αρκετές περιπτώσεις επίφοβες εφαρμογές τους, η οποία καθιστά επιτακτική την ανάγκη για έλεγχο μέσω της πληροφόρησης. Αυτός είναι ο δεύτερος λόγος για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών σε όλους, με τρόπο που να τις απο-μυθοποιεί.

Αυτό δεν σημαίνει, βέβαια, αποδυνάμωση του ρόλου των Φυσικών Επιστημών στο σχολείο. Η επιστημονική και τεχνολογική γνώση είναι, σε τελική ανάλυση, ισχυρή, όχι λόγω του σεβασμού ή της εξουσίας που της αποδίδεται αλλά λόγω των αποτελεσμάτων της.

Επειδή μάλιστα δεν συντρέχει κανένας επιστημολογικός λόγος για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στη βάση των παραδοσιακών γνωστικών αντικειμένων –που συνήθως δημιουργεί παιδαγωγικές αγκυλώσεις– προτείνουμε τη θεματική της οργάνωση με «ολοκλήρωση» του τμήματος του Αναλυτικού Προγράμματος που αναφέρεται στις Φυσικές Επιστήμες. Με τον τρόπο αυτό βάζουμε από πολύ ενωρίς στη διάθεση του μαθητή τις αρχές για την κατασκευή νέας γνώσης.

Η θεματική οργάνωση, την οποία προτείνουμε, περιλαμβάνει πέντε περιοχές:

1. Τη ζωή.
2. Την ύλη.
3. Τον πλανήτη μας και το Σύμπαν.
4. Την πληροφορία.
5. Τον τεχνητό κόσμο.

Επιπλέον, η οργάνωση του περιεχομένου πρέπει να προβλέπει την ανάπτυξη του και στις πέντε ακόλουθες διαστάσεις:

1. Οντολογική διάσταση: Ποιες είναι οι οντότητες, πώς είναι ο κόσμος;
2. Διάσταση της αιτιότητας: Ποιες είναι οι αλληλεπιδράσεις;
3. Επιστημολογική διάσταση: Πώς μπορούμε να μάθουμε;
4. Επικοινωνιακή διάσταση: Πώς παρουσιάζεται η γνώση;
5. Πραγματιστική διάσταση: Τι μπορούμε να κάνουμε;

Θα πρέπει επίσης να σημειώσουμε ότι τα επιχειρήματα του μέρους του κεφαλαίου αυτού που αφορούσε στην ανάπτυξη της συγκεκριμένης πρότασης, υπήρξαν σε πολύ μεγάλο βαθμό υποδηλωτικά. Στόχευσαν μάλλον στην παρουσίαση της πρότασης και την αποκρυστάλλωση μιας αίσθησης, παρά στην αντιμετώπιση τυχόν αντιρρήσεων.

Επειδή θεωρούμε τα προβλήματα που συνδέονται με τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών σε όλους πολύ σοβαρά, επισημαίνουμε την ανάγκη της σύλληψης, κατανόησης και αντιμετώπισής τους ως κοινωνικού φαινομένου, του οποίου τη δυναμική και τη σημασία πρέπει να κατανοήσουμε.

Γι' αυτόν ακριβώς το λόγο και θεωρούμε ότι το επόμενο βήμα θα πρέπει να είναι η ενσωμάτωση στην χαρτογράφηση που επιχειρήσαμε και των κοινωνικών και ιστορικών διαστάσεων των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας. Με άλλα λόγια, όλα τα παραπάνω θα είναι δυνατό να εξεταστούν υπό το φως της αντίληψης των Φυσικών Επιστημών ως κοινωνικής δομής καθαρής, των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας ως μέρους της ευρύτερης κοινωνικής δομής, αλλά και από την άποψη του τρόπου με τον οποίο οι ανθρώπινες ιδέες για τον κόσμο και οι ανθρώπινες δυνατότητες παρέμβασης στον κόσμο έχουν αλλάξει και έχουν με τη σειρά τους επηρεάσει τις ίδιες τις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία.

Μια τέτοια προσέγγιση θα εικονογραφούσε όχι μόνο την ανάγκη της αποταξινόμησης και κατασκευής συνολικά ολοκληρωμένων Αναλυτικών Προγραμμάτων, αλλά και θα έδειχνε θεματικές περιο-

χές, κυρίως στη διεπιφάνεια των Φυσικών, των Κοινωνικών και των Επιστημών του Ανθρώπου, που είναι ενδιαφέρουσες και σημαντικές για την κατανόηση των πολύπλοκων και πολυδιάστατων ζητημάτων, την αντιμετώπιση των οποίων απαιτούν οι συμμετοχικές κοινωνικές διαδικασίες.