

ΒΑΣΙΛΙΚΗ ΠΑΠΑΔΗΜΗΤΡΙΟΥ

**ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ
ΤΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ**

Η ύπαρξη σχέσης μεταξύ της δομής των εκπαιδευτικών προγραμμάτων που αφορούν τις Φυσικές Επιστήμες (στο εξής ΦΕ), των γενικότερων εκπαιδευτικών, καθώς και των κοινωνικών, πολιτικών και οικονομικών μετασχηματισμών κάθε εποχής έχει τονιστεί αρκετά ώστε να αποτελεί πλέον κοινό τόπο. Η ιστορία της εκπαίδευσης στις ΦΕ, προσφέρει πολλαπλές μαρτυρίες σχετικές με τις μεταβολές που έγιναν κατά καιρούς και επισημαίνει τις συγκυρίες που υπήρξαν η αφορμή τους. Οι μεταβολές αυτές αφορούν τόσο στους στόχους της διδασκαλίας ΦΕ όσο και το περιεχόμενο και την προσέγγιση. Έτσι, ανάλογα με τους επιδιωκόμενους στόχους, μέσα από τα καθιερωμένα προγράμματα σε διάφορες εποχές, δίνεται διαφορετική έμφαση στα συστατικά που συγκροτούν τη δομή της εκπαίδευσης στις ΦΕ, συστατικά δηλ. όπως σώμα γνώσης, επιστημονική μέθοδος, πρακτική εργασία, εφαρμογές ΦΕ, σχέση ΦΕ και κοινωνίας κ.λ.π.

1. Ιστορικά μοντέλα για τη διδασκαλία ΦΕ

Η ιστορική αναδρομή σε εκπαιδευτικά μοντέλα που αφορούν τη διδασκαλία των ΦΕ δεν αποτελεί το στόχο αυτής της μελέτης. Ωστόσο, θα ήταν σκόπιμο να αναφερθούν τουλάχιστον τρία παραδείγματα ενδεικτικά της σχέσης που προαναφέρθηκε.

Στην Αμερική, στο τέλος του δέκατου ένατου αιώνα, επικρατούσαν δύο κυρίως τύποι προγραμμάτων για τις ΦΕ [1]. Τα προγράμματα του πρώτου τύπου, γνωστά σαν *στοιχειώδεις ΦΕ*, σχεδιάστηκαν για να ανταποκριθούν στο μετασχηματισμό μιας γεωργικής σε μια βιομηχανική τεχνολογική κοινωνία για τούτο και στόχευαν στο να αποκτήσουν οι μαθητές ευρύτερη γνώση για κατανόηση των εξελισσόμενων με γοργό ρυθμό την εποχή εκείνη, ΦΕ και της Τεχνολογίας. Έτσι η απόκτηση γνώσης αποτελούσε κύριο στόχο ενώ η χρήση *επιστημονικών τεχνικών (παρατήρηση, πείραμα, ταξινόμηση, κ.λ.π.)* αποτελούσε δευτερεύοντα, μεθοδολογικό δηλ. στόχο για την απόκτηση της γνώ-

σης. Τα προγράμματα του δεύτερου τύπου, που έφεραν την ουσμασία *μελέτη της φύσης*, απέβλεπαν στο να εμπνεύσουν στα παιδιά αγάπη για το φυσικό περιβάλλον και να κεντρίσουν το ενδιαφέρον τους για τη γεωργία, ο απώτερος δε στόχος ήταν να συμβάλουν στην ανακοπή του μεταναστευτικού κύματος από τις αγροτικές περιοχές στα μεγάλα βιομηχανικά κέντρα που είχε σαν αποτέλεσμα αφ' ενός την κατακόρυφη αύξηση της ανεργίας στα αστικά κέντρα και αφ' ετέρου την ερήμωση της υπαίθρου.

Το δεύτερο μοντέλο τοποθετείται χρονολογικά στο τέλος της δεκαετίας του 30 και τις αρχές της δεκαετίας του 40 και αφορά τις ΦΕ στη στοιχειώδη εκπαίδευση της Αμερικής. Όπως επισημαίνει ο Sabar N. [2] η διδασκαλία ΦΕ κατά την περίοδο εκείνη αντικατόπτριζε τη γενική τάση της εποχής για αναδόμηση της κοινωνίας μέσω του σχολείου. Έτσι πρωταρχικός ρόλος του σχολείου γίνεται η προετοιμασία των μαθητών ώστε σαν πολίτες να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις μιας εκβιομηχανισμένης αστικής κοινωνίας. Οι μαθητές διδάσκονται να θέτουν σε δεύτερη μοίρα τις προσωπικές τους επιθυμίες ή να τις εναρμονίζουν μ' αυτές του συνόλου, (δηλ. πειθαρχία και κονφορμισμός διέπουν το πνεύμα της παιδείας). Συνακόλουθα οι ΦΕ, όπως και τα άλλα μαθήματα, διδάσκονταν με ένα προκαθορισμένο τρόπο και στηρίζονταν αποκλειστικά στη χρήση ενός διδακτικού εγχειριδίου γραμμένου από ένα συνήθως συγγραφέα, το δε περιεχόμενο κάλυπτε ένα μεγάλο μέρος γνώσης κυρίως από τη Φυσική Ιστορία.

Μια τελευταία αναφορά, λίγο εκτενέστερη, θα ήταν σκόπιμο να γίνει στις μεταρρυθμίσεις που συντελέστηκαν στο χώρο της εκπαίδευσης για τις ΦΕ κατά τη δεκαετία του 60 λόγω της επιρροής που ασκούν αυτές στη διδασκαλία των ΦΕ ακόμη και στις μέρες μας. Οι μεταρρυθμίσεις αυτές για λόγους πολιτικούς, οικονομικούς και αμυντικούς, άρχισαν στο τέλος της δεκαετίας του 50 στην Αμερική και επεκτάθηκαν μέσα στη δεκαετία του 60 και σε άλλες χώρες [3].

Οι κύριες δυνάμεις που έδωσαν ώθηση σ' αυτές τις μεταρρυθμίσεις ήταν η Τεχνολογική Επανάσταση και η ανησυχία από τον ολοένα μειούμενο αριθμό μαθητών που ακολουθούσαν καριέρες σχετιζόμενες με ΦΕ και Τεχνολογία [4]. Το έναυσμα όμως έδωσε η επιτυχής εκτόξευση του Sputnik το 1957 από τους Σοβιετικούς γεγονός που πυροδότησε νέα εποχή στον ανταγωνισμό των δύο υπερδυνάμεων για την κατάκτηση του διαστήματος. Στις μεταρρυθμίσεις που έγιναν εκείνη την εποχή, την «μετά Sputnik περίοδο» όπως χαρακτηρίζεται, αντανakλάται καθαρά η προσπάθεια για την ανάκτηση της Αμερικάνικης υπεροχής στο διάστημα και στη σκληρή πολεμική Τεχνολογία [1, 2, 5]. Σημαντικά κονδύλια που διατέθηκαν από τις κυβερνήσεις, τους διάφορους οργανισμούς, τις βιομηχανίες [3, 5] έδωσαν μεγάλες ευκαιρίες για την

εκπόνηση πολλών εκπαιδευτικών προγραμμάτων, σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης, για τον εξοπλισμό των σχολείων με πλούσιο εποπτικό υλικό, την οργάνωση εργαστηρίων στα σχολεία, για τη συγγραφή καινούργιων βιβλίων εμπλουτισμένων με σύγχρονη γνώση και για την αρτιότερη εκπαίδευση δασκάλων. Αυτή η ξεχωριστή έμφαση που δόθηκε στις ΦΕ του σχολείου εκείνη την εποχή, «τις ευτυχισμένες μέρες για τις ΦΕ», όπως τις αποκαλεί ο Klopfer [6] συναρτήθηκε με την προσδοκία πολλαπλών οφελών (οικονομικών, πολιτικών, κ.λ.π.) που θα απόρρεαν από την παραγωγή περισσότερων και αρτιότερα εκπαιδευμένων επιστημόνων στο χώρο των ΦΕ και της Τεχνολογίας. Τα διάφορα προγράμματα που εκπονήθηκαν την εποχή εκείνη για τη διδασκαλία ΦΕ, τόσο για την πρωτοβάθμια όσο και για τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, είχαν κοινό χαρακτηριστικό την αποδοχή και καθιέρωση στην εκπαιδευτική πράξη της άποψης ότι εκπαίδευση στις ΦΕ σημαίνει τόσο κατανόηση του *περιεχομένου* των ΦΕ δηλ. του σώματος της συσσωρευμένης και συστηματοποιημένης γνώσης όσο και εξοικείωση με τη λεγόμενη *επιστημονική μέθοδο*, την πορεία δηλ. δια της οποίας αποκτάται αυτή η γνώση. Η απόκτηση της γνώσης αποτελεί κύριο στόχο για τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση ενώ η *μέθοδος* εξυπηρετεί αυτό το στόχο. Έτσι καθιερώνεται η προσέγγιση της γνώσης μέσω της αναζήτησης (*inquiry approach*) και αναπτύσσονται πορείες μάθησης όπως, *η μάθηση μέσω της ανακάλυψης, η καθοδηγούμενη ανακάλυψη, η μάθηση με δράση*, κ.λ.π., δίνεται δε μεγάλη έμφαση στην επαφή των ίδιων των παιδιών με το εργαστήριο. Όσον αφορά το *περιεχόμενο* των ΦΕ, στην μεν στοιχειώδη εκπαίδευση δίνονταν σαν ενοποιημένες ΦΕ ενώ στην δευτεροβάθμια σαν χωριστά γνωστικά αντικείμενα (Φυσική, Χημεία, Βιολογία, κ.λ.π.).

Παρά τις αντιδράσεις και την έντονη κριτική που ασκήθηκε στις μεταρρυθμίσεις εκείνης της εποχής (βλέπε παρακάτω, σχετικά) κανείς δε μπόρεσε ωστόσο να αμφισβητήσει τη συμβολή τους στη γενικότερη αναβάθμιση της εκπαίδευσης στις ΦΕ. Π.χ. σημαντική προσφορά των μεταρρυθμίσεων αυτών αποτελεί η καθιέρωση των ΦΕ στη Στοιχειώδη Εκπαίδευση. Πολλά αξιολογικά προγράμματα που εκπονήθηκαν γι αυτή τη βαθμίδα και που χρησιμοποιούνται μέχρι σήμερα (SAPA, Science 5-13, κ.λ.π.) συνέβαλαν, στην αναγνώριση του παιδαγωγικού ρόλου των ΦΕ, την αναγνώριση της σημασίας τους για τη νοητική ανάπτυξη του παιδιού και τη γλωσσική του καλλιέργεια, στην καθιέρωση κριτηρίων αξιολόγησης διαφορετικών από την απομνημόνευση και την εισαγωγή ενός άλλου τρόπου σκέψης στο λειτούργημα του δασκάλου ΦΕ.

2. Οι τωρινές τάσεις

Η όλη δομή της εκπαίδευσης που αφορούσε τις ΦΕ, στη δεκαετία του 60, ανταποκρίνονταν στους καθορισμένους στόχους της εποχής εκείνης, στόχοι οι οποίοι ως ένα σημείο επιτεύχθηκαν (5), αφού οι μεταρρυθμίσεις που πραγματοποιήθηκαν συνέβαλαν σημαντικά στην τεράστια εξέλιξη των ΦΕ και της Τεχνολογίας. Τα επιτεύγματα των ΦΕ και της Τεχνολογίας, που συνεχίζονται με επιταχυνόμενους ρυθμούς και στις μέρες μας, σημάδεψαν και σηματοδοτούν την πρόοδο και εξέλιξη της κοινωνίας, γεγονός που έχει συνειδητοποιηθεί από το μέσο άνθρωπο, αφού οι θετικές (αλλά και οι αρνητικές) πλευρές, αυτών των επιτευγμάτων έχουν άμεσες επιπτώσεις στην καθημερινή του ζωή.

Τίθεται πλέον πέρα από κάθε αμφισβήτηση, η θετική συμβολή των ΦΕ στην άνοδο του επιπέδου ζωής δεδομένου ότι βασικοί τομείς όπως η υγεία, η γεωργία κ.λ.π. οφείλουν την ουσιαστική τους βελτίωση στις επιστήμες αυτές.

Ενσωματωμένα είναι και τα επιτεύγματα της Τεχνολογίας, σε τομείς όπως η επικοινωνία και η πληροφορική που έχουν επιφέρει (και προβλέπεται να επιφέρουν με γοργότερους ρυθμούς στο μέλλον) δραματικές αλλαγές σ' ολόκληρο το πρότυπο της ανθρώπινης ζωής και των οποίων τις επιπτώσεις που θα έχουν τόσο για τις αναπτυγμένες όσο και για τις υπό ανάπτυξη χώρες είναι δύσκολο να συλλάβει τώρα ανθρώπινος νους [7]. Οι αλλαγές αυτές καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα που συμπεριλαμβάνει συστήματα αξιών, κοινωνικές ανακατατάξεις, τρόπο οργάνωσης και λειτουργίας της κοινωνίας, τρόπους λήψης αποφάσεων, τη φύση της επικοινωνίας μεταξύ των πολιτών κ.ά.

Έντονα εμφανείς ωστόσο έχουν γίνει και πολλές αρνητικές επιπτώσεις των εφαρμογών των ΦΕ και της Τεχνολογίας και δεν μπορεί να αγνοηθούν ή να υποτιμηθούν τοπικά και παγκόσμια προβλήματα που συσσωρεύτηκαν, όπως το ενεργειακό, η εξάντληση φυσικών πόρων, η διατάραξη και καταστροφή οικοσυστημάτων, η υποβάθμιση του περιβάλλοντος, η ρύπανση, η πείνα και πολλά άλλα, που έχουν τις ρίζες τους στη χωρίς όρια και περιορισμούς ανάπτυξη των ΦΕ και της Τεχνολογίας.

Είναι γεγονός ότι διανύουμε μια περίοδο σημαντικών μετασχηματισμών της κοινωνίας που βρίσκονται κάτω από την επήρεια πολλών αλληλεπιδρώντων συστημάτων, οικονομικών, πολιτικών, περιβαλλοντικών, ηθικών και κοινωνικών όπου πρωταρχικό ρόλο παίζουν οι ΦΕ και η Τεχνολογία, αφού προκαλούν τις συντελούμενες αλλαγές, τις διαμορφώνουν και ανταποκρίνονται σ' αυτές. Τέτοιου είδους όμως κοινωνικοί μετασχηματισμοί είναι εύκολο να δίνουν ώθηση για νέες μεταρρυθμίσεις στην Εκπαίδευση γενικά και ειδικότερα σ' ότι έχει σχέση με τις ΦΕ.

Πολύ νωρίς, απ' τις αρχές της δεκαετίας του 70, επισημαίνεται η ανεπάρκεια της παρεχόμενης εκπαίδευσης στις ΦΕ να ανταποκριθεί στις νέες κοινωνικές ανάγκες. Ενώ δηλ. το κοινωνικό πλαίσιο έχει σαφώς αλλάξει, από εκείνο της δεκαετίας του 60, παρόλα αυτά η εκπαίδευση που έχει σχέση με ΦΕ, ακόμη και στις μέρες μας, φέρνει τα χαρακτηριστικά των μεταρρυθμίσεων εκείνης της περιόδου. Εξακολουθεί, δηλ. να απευθύνεται στους λίγους, τους μελλοντικούς επιστήμονες και μηχανικούς ενώ η πλειοψηφία βλέπει τις ΦΕ σαν τα θεολογικά μυστήρια των φεουδαρχικών χρόνων [8], με αποτέλεσμα την «επιστημονική και Τεχνολογική αμάθεια» των πολιτών σε μια όλο και περισσότερο τεχνοκρατούμενη κοινωνία. Με λίγα λόγια διαπιστώνεται ότι η εκπαίδευση στις ΦΕ δεν σημείωσε ανάλογη εξέλιξη μ' εκείνη των ίδιων των ΦΕ [9].

Έτσι, κάτω από την πίεση πολλών παραγόντων [10] (κοινωνικών, πολιτικών, οικονομικών, κ.λ.π.), για άλλη μια φορά στην Ιστορία της Εκπαίδευσης των ΦΕ τίθεται το ερώτημα: Ποιες πρέπει να είναι οι ΦΕ του σχολείου ώστε να ανταποκρίνονται στη σύγχρονη κοινωνική πραγματικότητα; Είναι ένα ερώτημα που απασχολεί τους εκπαιδευτικούς που ασχολούνται με την εκπαίδευση στις ΦΕ αφού, όντας οι ίδιοι μέλη της κοινωνίας, αισθάνονται τις νέες κοινωνικές ανάγκες και τα νέα ενδιαφέροντα και διατυπώνουν τις σκέψεις και απόψεις τους σε επαγγελματικές συναντήσεις τους και δημοσιεύσεις [2]. Υπάρχει πράγματι τεράστιος όγκος βιβλιογραφίας πάνω σ' αυτό το θέμα και αξιολογώντας θα μπορούσε να πει κανείς ότι κυριαρχεί η άποψη ότι, είναι επιτακτική ανάγκη οι ΦΕ του Σχολείου να απευθύνονται στο σύνολο των μαθητών και όχι μόνο σ' ένα περιορισμένο αριθμό, σ' αυτούς δηλ. που πρόκειται να ακολουθήσουν επαγγέλματα σχετιζόμενα με ΦΕ. Με την προοπτική λοιπόν να γίνουν οι ΦΕ αντικείμενο προσιτό σε όλους, διαμορφώνονται οι νέες τάσεις που τείνουν να απαντούν στο ερώτημα: Τι ΦΕ πρέπει να διδάχουν οι σημερινοί μαθητές και αυριανοί πολίτες για να μπορέσουν να ζήσουν στον «θαυμαστό καινούργιο κόσμο» του 21ου αιώνα, να τον κατανοήσουν και να δημιουργήσουν μέσα σ' αυτόν; Για τούτο και οι νέες τάσεις θέλουν τις ΦΕ του σχολείου να έχουν περισσότερο κοινωνικό και ανθρωπιστικό χαρακτήρα, να ανταποκρίνονται στις ανάγκες αλλά και τις προσδοκίες του ατόμου, να μεγιστοποιούν την ανάπτυξη δεξιοτήτων, να βάζουν το πλαίσιο για μελλοντική μάθηση, να περιέχουν, εκτός από την καθαρή επιστημονική γνώση και γνώση των εφαρμογών των ΦΕ στην καθημερινή ζωή, γνώση της Τεχνολογίας, καθώς επίσης να δίνουν βαρύτητα στις πολύπλευρες σχέσεις ανάμεσα στις ΦΕ, την Τεχνολογία και την κοινωνία.

Κυριαρχεί πλέον η άποψη ότι κύριος στόχος της διδασκαλίας των ΦΕ σε όλες τις βαθμίδες της Εκπαίδευσης, αρχίζοντας από το νηπιαγωγείο, πρέπει

να είναι η στοιχειώδης επιστημονική κατάρτιση (scientific literacy)* του πολίτη που θα τον εξοπλίσει κατάλληλα απέναντι σε μια ολοένα και πιο απαιτητική κοινωνία. Αναγνωρίζεται δηλ. η ανάγκη να παίζουν οι ΦΕ πρωταρχικό ρόλο στη γενική παιδεία του πολίτη, λόγω της χρησιμότητάς τους, θέση που είχε υποστηρίξει ο Spencer [20] πολλά χρόνια πριν.

Η έννοια του όρου «στοιχειώδης επιστημονική κατάρτιση» δεν περιορίζεται μόνο στην απλή απόκτηση γνώσεων, γύρω από γεγονότα, έννοιες, νόμους, υποθέσεις, θεωρίες που αποτελούν το *περιεχόμενο* των ΦΕ ή ακόμα και καποιου είδους κατανόηση της *πορείας* που αποκτήθηκε αυτή η γνώση, αλλά περιέχει πολύ περισσότερα πράγματα.

Επιγραμματικά θα μπορούσε να πει κανείς ότι ένας πολίτης με στοιχειώδη επιστημονική κατάρτιση θα πρέπει:

- Να κατέχει πέρα από την επιστημονική γνώση και άλλη γνώση που έχει σχέση με τις εφαρμογές των ΦΕ στην καθημερινή ζωή και γνώση που σχετίζεται με την Τεχνολογία.
- Να έχει τέτοιου είδους κατανόηση της γνώσης ώστε να είναι σε θέση να τη χρησιμοποιεί στην καθημερινή προσωπική του ζωή (π.χ. σε θέματα όπως διατροφή, υγεία, χρήση ενέργειας, χρήση υλικών, επιλογή και χρήση πληροφόρησης, κ.λ.π.) αλλά και στη δουλειά του και σαν πολίτης της κοινωνίας γενικότερα.
- Να βλέπει τις ΦΕ σαν μια πορεία αναζήτησης γνώσης, σαν ένα νοητικό επίτευγμα του ανθρώπου με κοινωνική υπόσταση, όχι ηθικά ουδέτερο να αντιμετωπίζει δε την επιστημονική γνώση σαν γνώση δυναμική και να κατανοεί τις δυνατότητες και τους περιορισμούς της. Έτσι θα νοιώθει πιο ασφαλής αλλά και θα ζει χωρίς την πλάνη ότι οι ΦΕ και η Τεχνολογία αποτελούν πανάκεια που επιλύει όλα τα προβλήματα που αντιμετωπίζει η ανθρωπότητα.
- Να κατανοεί και να χρησιμοποιεί δεξιότητες και αξίες που πηγάζουν από τις ίδιες τις ΦΕ και ακόμη να επεκτείνει τη χρήση τους στην καθημερινή πρακτική. Μεταξύ αυτών ιδιαίτερη σημασία για τους αυριανούς πολίτες έχουν οι δεξιότητες λήψης αποφάσεων και επίλυσης προβλημάτων που έχουν σχέση με ΦΕ και Τεχνολογία και ακόμα η διάθεση για μάθηση και διερεύνηση, η ερωτηματική στάση απέναντι σε όλα τα πράγματα, η αξιολόγηση καταστάσεων, η επιλογή πληροφόρησης, κ.λ.π.
- Να καταλαβαίνει τις χρησιμότητες των ΦΕ για το γενικό καλό τόσο

* Βλέπε τις βιβλιογραφικές παραπομπές (1, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 30, 31).

στο παρόν όσο και στο μέλλον αλλά ταυτόχρονα να έχει επίγνωση των συνεπειών της άλογης χρήσης τους.

- Να κατανοεί την αλληλεπίδραση ανάμεσα στις ΦΕ, την Τεχνολογία και την κοινωνία καθώς και τις ηθικές αξίες που απορρέουν απ' αυτές τις σχέσεις.

Να κατανοεί σε βάθος διάφορα προβλήματα (κοινωνικά, πολιτικά, ήθους), τοπικής και παγκόσμιας σημασίας, που σχετίζονται με τις ΦΕ και την Τεχνολογία και να είναι έτοιμος να συμμετέχει στη λήψη αποφάσεων και επίλυση τέτοιων προβλημάτων, μέσα από δημοκρατικές διαδικασίες, θεωρώντας ότι τέτοιες αποφάσεις δεν είναι μόνο θέμα των ειδικών.

- Να κατανοεί ακόμα ότι οι προσωπικές του επιλογές οδηγούν στη λήψη γενικότερων κοινωνικών αποφάσεων με μεγάλη βαρύτητα, που μπορεί να έχουν θετικές αλλά και αρνητικές επιπτώσεις για την κοινωνία.

Σε γενικές γραμμές θα μπορούσε να πει κανείς ότι ένας πολίτης με στοιχειώδη επιστημονική κατάρτιση έχει εφοδιαστεί μ' ένα τρόπο να βλέπει τον κόσμο και να ζει μέσα σ' αυτόν.

Η θέση ότι οι ΦΕ του σχολείου πρέπει να στοχεύουν στην στοιχειώδη επιστημονική κατάρτιση του πολίτη δεν σημαίνει ότι δεν απευθύνονται και στους μαθητές που τελικά θα ακολουθήσουν καριέρες σχετικές με ΦΕ. Ίσα-ίσα μια τέτοιου είδους εκπαίδευση ωθεί τους πραγματικά ταλαντούχους μαθητές προς επαγγέλματα σχετικά με ΦΕ και τους δίνει την ευκαιρία για σωστότερες επιλογές. Άλλωστε η απόκτηση δεξιοτήτων και η κατανόηση της πραγματικής φύσης των ΦΕ και της σημασίας τους πάει πολύ πιο μακριά από την απόκτηση επιστημονικής γνώσης μόνο [15, 16]· επιπλέον δε, θα είναι κέρδος για την κοινωνία να έχει μια νέα γενιά επιστημόνων που να είναι ενήμεροι για τις κοινωνικές, πολιτικές και πολιτιστικές συνέπειες της δουλειάς τους [21].

3. Πραγματοποίηση

Το γεγονός ότι νέοι στόχοι προβάλλονται για τη διδασκαλία ΦΕ στο Σχολείο συνεπάγεται και ριζικές αλλαγές στα μέχρι τώρα καθιερωμένα: Εκπαίδευση στις ΦΕ που απευθύνεται σε όλους τους μαθητές με στόχο τη στοιχειώδη επιστημονική κατάρτιση του πολίτη και όχι μόνο αυτό· προετοιμασία για τα Πανεπιστήμια δε σημαίνει απλώς καινούργια διδακτικά εγχειρίδια, νέα αναλυτικά προγράμματα ή καλοσχεδιασμένα πλάνα μαθήματος· σημαίνει, αντίθετα, μια νέα αρχή από διαφορετική οπτική. Σημαίνει ξεκίνημα από το τι θα ήταν χρήσιμο και σπουδαίο για τους μαθητές· τι θα μπορούσε να

ενθαρρύνει την περιέργεια, τη συμμετοχή και τη δράση [22], σημαίνει, με άλλα λόγια, ριζικές αλλαγές, στο περιεχόμενο, στους τρόπους προσέγγισης και -αναπόφευκτα- στο ρόλο του δασκάλου.

Οι ΦΕ του Σχολείου πρέπει να έχουν τέτοια μορφή ώστε να προκαλούν το ενδιαφέρον των παιδιών και να μην αντιμετωπίζονται σαν δύσκολος και απρόσιτος στόχος απομονωμένος από τη σύγχρονη σκέψη και το σύγχρονο προβληματισμό, σαν κάτι δηλ. που δεν αφορά άμεσα τον κοινό άνθρωπο [10]. Δεν ενδείκνυται να δίνονται με την αυστηρή δομή της επιστήμης, τη θεωρητική δηλ. και αφηρημένη τους μορφή, ξεκομμένες από τις πρακτικές τους εφαρμογές -οι οποίες προκαλούν άλλωστε και το ενδιαφέρον των παιδιών- χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η εγγενής *επιστημονική* γνώση που φέρουν τα ίδια τα παιδιά, ΦΕ δοσμένες έτσι κινδυνεύουν να πάρουν τη μορφή νητικού παιχνιδιού στο οποίο θα συμμετέχουν μόνο αυτοί που έχουν την απαιτούμενη πνευματική έφεση [23].

Για να γίνουν οι ΦΕ προσιτές στους πολλούς μαθητές χρειάζεται ακόμα αναθεώρηση τόσο η μορφή όσο και ο ρόλος του εργαστηρίου. Το εργαστήριο (όπως έχει καθιερωθεί μέσα από τα προγράμματα της δεκαετίας του 60) έχει συνήθως μορφή *επιστημονικού* εργαστηρίου και ο ρόλος του περιορίζεται συνήθως στην καλύτερη κατανόηση κάποιας διδακτικής ενότητας. Η χρήση του δηλ. αφορά την καθαρή επιστήμη και αγνοείται έτσι, παρά το αδιαχώριστο, η Τεχνολογία και η πρακτική γνώση που συμβαίνει, πολλές φορές να έχουν τα παιδιά και να μην έχουν οι δάσκαλοι [8]. Ο διαχωρισμός, άλλωστε επιστήμης από τις εφαρμογές της αφαιρεί τη σημαντική από παιδαγωγικής πλευράς σχέση ανάμεσα στις καθημερινές εμπειρίες του μαθητή και το περιεχόμενο της ύλης που διδάσκεται στην τάξη ή στο εργαστήριο (Ausbel και άλλοι) και συντελεί στο να μένει απέξω ένας μεγάλος αριθμός παιδιών που θα μπορούσαν ίσως να κάνουν σπουδαία πράγματα, στις ΦΕ. Ο Young [8] αναφέρει ένα παράδειγμα που κατά τη γνώμη του δραματοποιεί το πρόβλημα, την περίπτωση ενός δασκάλου Φυσικής που δίδαξε αρκετό καιρό στην τάξη του Οπτική, χρησιμοποιώντας τηλεσκόπια, μικροσκόπια, κ.λ.π. για να ανακαλύψει αργότερα ότι ένας από τους μαθητές που είχαν πολύ χαμηλή επίδοση στη Φυσική του Σχολείου, είχε σχεδιάσει και κατασκευάσει ο ίδιος στο σπίτι του ένα τηλεσκόπιο το οποίο χρησιμοποιούσε για να κάνει παρατηρήσεις στα άστρα, φωτογράφιση έκλειψης της σελήνης κ.λ.π.

Συμπερασματικά, προκειμένου να γίνουν οι ΦΕ προσιτές για όλους τους μαθητές είναι ανάγκη να γίνει αποδεκτή η άποψη: «από το μαθητή, σύμφωνα με τις δυνατότητες του και προς το μαθητή, σύμφωνα με τις δυνατότητές του» [24]. Να δίνεται η ευκαιρία στα παιδιά να συμμετέχουν με έναν τρόπο που εκφράζει δημιουργικότητα και φαντασία [10], και η μάθηση να οικοδομείται

πάνω στις εμπειρίες και ιδέες των παιδιών που μπορεί μεν να μην είναι επιστημονικές, όμως αν δε ληφθούν υπόψη, παρά την υποτιθέμενη καλή διδασκαλία, μπορεί και να μην αλλάξουν [25, 26]. Το περιεχόμενο των ΦΕ δεν πρέπει να περιορίζεται μόνο στην καθαρή επιστημονική γνώση, αλλά να εμπεριέχει και άλλα θέματα επιλεγμένα με διαφορετικά κριτήρια. Είναι προτιμότερο οι μαθητές να διδάσκονται λίγο λιγότερο ΦΕ και λίγο περισσότερο «γύρω από τις ΦΕ» [27]. Είναι λ.χ. ανάγκη η παρεχόμενη γνώση να συνδέεται με θέματα που έχουν άμεση σχέση με την καθημερινή ζωή όπως, τροφή, υγεία, φάρμακα, γεωργία, βιομηχανία, κ.λ.π. Μέσα στα μαθήματα της φυσικής, λ.χ. μπορεί να μελετώνται θέματα όπως οι εναλλακτικές μορφές ενέργειας ενώ στα μαθήματα Χημείας θέματα όπως η εξάρτηση της παραγωγής διαφόρων προϊόντων (π.χ. πλαστικών) από το πετρέλαιο και η συσχέτισή της με τη διαθέσιμη ενέργεια. Να παρέχεται γνώση για το φυσικό και ανθρώπινο περιβάλλον, γνώση της Τεχνολογίας. Ακόμα, μέσα απ' οποιοδήποτε περιεχόμενο να γίνεται σύνδεση με τις τέχνες, τις κοινωνικές και ανθρωπιστικές επιστήμες κ.λ.π.

Πέρα όμως από την αναγκαία γνώση είναι απαραίτητο ταυτόχρονα να εξοικειωθούν οι μαθητές με αξίες και δεξιότητες που πηγάζουν από τις ίδιες τις ΦΕ τόσο για τα νοητικά ερεθίσματα που παρέχουν όσο και για την πολύ ουσιαστική τους συμβολή σ' αυτό που λέμε «μάθηση για το πως να μαθαίνει κανείς». Το να γίνεται λόγος για ανάπτυξη αξιών και δεξιοτήτων δεν σημαίνει βέβαια προώθηση της λανθασμένης άποψης που δόθηκε για τη λεγόμενη *επιστημονική μέθοδο* [28], μέσα από τα προγράμματα της δεκαετίας του 60, σαν να είναι δηλαδή αυτή μια ενιαία πορεία με καθορισμένα βήματα (παρατήρηση, υπόθεση, πείραμα, κ.λ.π.), εφαρμόσιμη σε όλες τις περιπτώσεις. Η άποψη αυτή, που έχει άλλωστε απορριφθεί (Popper, Kuhn, Lacatos, κ.λ.π.) συνετέλεσε στο να προβληθεί μια παραποιημένη εικόνα τόσο για τις ΦΕ όσο και για τους επιστήμονες [29].

Είναι ανάγκη η ανάπτυξη δεξιοτήτων να μην περιορίζεται μόνο στο εργαστήριο ή στην τάξη αλλά να επιδιώκεται, μέσα από τις ΦΕ του Σχολείου, η επέκτασή τους σε πραγματικές καταστάσεις, σε θέματα καθημερινής ζωής που έχουν να κάνουν με ΦΕ και Τεχνολογία.

Ιδιαίτερη έμφαση, όπως ήδη έχει αναφερθεί, πρέπει να δίνεται στην ανάπτυξη δεξιοτήτων συλλογής και αξιολόγησης πληροφορόρησης, επίλυσης προβλημάτων και λήψης αποφάσεων. Είναι πολύ σημαντική για τον αυριανό πολίτη η εξοικείωση, μέσα από την εκπαίδευσή του, με τρόπους αντιμετώπισης προβλημάτων που σχετίζονται με ΦΕ και Τεχνολογία, γιατί είναι σίγουρο ότι θα συναντά συνεχώς τέτοιου είδους πολύπλοκα προβλήματα τόσο στην προσωπική όσο και στην κοινωνική του ζωή. Συνήθως τέτοια προβλή-

ματα δεν έχουν μια οριστική λύση, αλλά πρέπει να επιλέξει κανείς μεταξύ πολλών εναλλακτικών λύσεων εκείνη που θα μεγιστοποιεί τα πλεονεκτήματα και θα έχει τις λιγότερες επιπτώσεις στο περιβάλλον, κ.λ.π. Η εξοικείωση με τέτοιου είδους προβλήματα πρέπει να είναι τέτοια ώστε να του δημιουργήσει υπόβαθρο για την αντιμετώπιση και μελλοντικών προβλημάτων χωρίς να εμποδίζεται από το γεγονός ότι δεν απόκτησε την απαιτούμενη γνώση στο σχολείο.

Επίσης, εξίσου σημαντική είναι η καλλιέργεια δεξιοτήτων λήψης αποφάσεων για θέματα που σχετίζονται με ΦΕ και Τεχνολογία, τόσο για την καθημερινή προσωπική του ζωή όσο και για να συμβάλει θετικά σε γενικότερες αποφάσεις αφού πολλές αποφάσεις για πολλές όψεις της ζωής έχουν σχέση με ΦΕ και Τεχνολογία όσο ποτέ άλλοτε. Είναι αναγκαίο λοιπόν μέσα από την εκπαίδευσή του να αποκτήσει εμπειρία αξιολόγησης καταστάσεων, να έρχεται σε επαφή με θέματα που είναι πραγματικά διλήμματα (π.χ. μεγάλη γεωργική παραγωγή σε αντιπαράθεση με τις οικολογικές συνέπειες) ακόμα, να ενθαρρύνεται να σκέφτεται τις εφαρμογές των πιθανών αποφάσεων και τις συνέπειές τους πριν υιοθετηθεί κάποια συγκεκριμένη από αυτές.

Επί πλέον είναι ανάγκη μέσα στις ΦΕ του σχολείου να τίθεται θέμα αξιών και διαστάσεων ήθους και ηθικής [30, 31] που αφορούν τις σχέσεις ανάμεσα σε ΦΕ, Τεχνολογία και κοινωνία. Τέτοιες διαστάσεις είναι αναγκαίες αφού ο μαθητής και αριανός πολίτης πρέπει να είναι απόλυτα ενημερωμένος για τις συνέπειες που μπορεί να προκύψουν από αποφάσεις πάνω σε κοινωνικά προβλήματα. Χρειάζεται π.χ. να αναπτυχθεί το κατάλληλο ήθος και το ανάλογο σύστημα αξιών ώστε να είναι δυνατό να δοθούν απαντήσεις σε ερωτήματα όπως «πρέπει να ταθούν όρια στην Τεχνολογία;», «τι επιτρέπεται να κάνουν οι επιστήμονες;» κ.λ.π. ή θέματα όπως λ.χ. η κατανομή αγαθών και υπηρεσιών στην κοινωνία που ζει και στον κόσμο γενικότερα.

Η διδασκαλία των ΦΕ του σχολείου, σ' ένα τέτοιο πλαίσιο, είναι προφανές ότι συνεπάγεται διαφοροποίηση από τα καθιερωμένα σε ό,τι αφορά το ρόλο του δασκάλου, αλλά και τη δομή των εκπαιδευτικών προγραμμάτων. Είναι ανάγκη, τόσο αυτοί που σχεδιάζουν τα προγράμματα όσο και οι διδάσκοντες να απαλλαγούν από παλιές προκαταλήψεις γύρω από τη διδασκαλία ΦΕ. Τέτοιου είδους εκπαίδευση είναι προφανές ότι βασίζεται στο δάσκαλο για τούτο και αυτός θα πρέπει να έχει κατάρτιση υψηλού επιπέδου για να είναι σε θέση να ανταποκριθεί σ' όλες τις απαιτήσεις με την αναγκαία επάρκεια. Πρέπει να πάψει ο δάσκαλος να βλέπει τον εαυτό του σαν κάποιον που μεταδίδει μόνο *επιστημονική γνώση* και να αναλώνεται στην αναζήτηση βελτιωμένων μεθόδων για διδασκαλία. Πρέπει αυτός να είναι όσο γίνεται λιγότερο δογματικός, έτοιμος να δέχεται διαφωνίες, ανοιχτός στις *ιδέες* των

παιδιών και ικανός να βρίσκει τον κατάλληλο τρόπο ώστε στη συγκεκριμένη περίπτωση να κάνει το συνδυασμό γνώσης-δεξιοτήτων-αξιών-ήθους, ώστε να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα. Από την άλλη μεριά τα εκπαιδευτικά προγράμματα δεν πρέπει να έχουν πολύ συγκεκριμένη δομή και να κατευθύνουν αυτά το δάσκαλο αλλά να είναι ανοιχτά και να του παρέχουν κάποια μορφή υποστήριξης χωρίς αυτό να σημαίνει απόλυτη εξάρτησή του από αυτά.

Εν τω μεταξύ, ενώ υπάρχει ακόμα έντονος προβληματισμός γύρω από τη μορφή που πρέπει να έχουν οι ΦΕ του Σχολείου για να ανταποκριθούν στις δημιουργούμενες νέες κοινωνικές συνθήκες, πολλά προγράμματα με στόχο τη στοιχειώδη επιστημονική κατάρτιση του πολίτη, έχουν αναπτυχθεί και αναπτύσσονται σε διάφορες χώρες, τόσο σε τοπικό όσο και σε εθνικό επίπεδο. Στην Αγγλία λ.χ. δύο μεγάλα εθνικά προγράμματα έχουν εκπονηθεί και εφαρμόζονται σε πολλά σχολεία: Το «Science in Society» (1981 και το «SIS-CON» (1983) με χαρακτηριστικό τους ότι έχουν αφετηρία τρέχοντα κοινωνικά προβλήματα π.χ. «Υγεία», «Τροφή και Πληθυσμός», «Εξέλιξη και ανθρωπίνος πληθυσμός», «Ατομική βόμβα», «Τεχνολογία, εφευρέσεις και Βιομηχανία», κ.λ.π. Στην Αμερική το 1982 η National Science Teachers Association ανέλαβε μέσα από ένα πρόγραμμα «Search for Excellence in Science Education» έρευνα για εντοπισμό προγραμμάτων που να ανταποκρίνονται στις σύγχρονες τάσεις διδασκαλίας ΦΕ και εντόπισε αρκετά τέτοια προγράμματα, μερικά από τα οποία περιγράφονται στα «Focus on Excellence» της (NSTA) [32].

4. ΦΕ στην Ελληνική Εκπαίδευση

Ύστερα από όσα έχουν αναφερθεί σχετικά με τις ΦΕ στο Σχολείο και τις σύγχρονες τάσεις στο διεθνή χώρο, εύλογα τίθενται τα ερωτήματα: α) πού βρίσκονται συγκριτικά οι ΦΕ στο Ελληνικό σχολείο, και β) αν πρέπει και πώς μπορούν να ανταποκριθούν στις σύγχρονες τάσεις.

Η απάντηση για το πρώτο ερώτημα δεν είναι δύσκολη κυρίως λόγω του συγκεντρωτισμού του εκπαιδευτικού μας συστήματος και της ομοιομορφίας που επικρατεί σε όλα σχεδόν τα σχολεία. Σε πολύ γενικές γραμμές: Η διδασκόμενη ύλη είναι προκαθορισμένη για κάθε τάξη, από το αναλυτικό πρόγραμμα, και δομημένη με κριτήριο τη δομή της κάθε επιστήμης (Φυσικής, Χημείας, κ.λ.π.). Στο Γυμνάσιο και στο Λύκειο οι ΦΕ διδάσκονται σαν χωριστά αντικείμενα, γεγονός που συνέβαινε μέχρι πριν από λίγα χρόνια και στο Δημοτικό. Κύρια πηγή αποτελεί ένα διδακτικό βιβλίο για κάθε τάξη που αλλάζει κατά καιρούς σε περιεχόμενο, όμως η δομή παραμένει ίδια. Η χρήση

εργαστηρίου και των εποπτικών μέσων διδασκαλίας γενικότερα είναι, σε μεγάλη έκταση, ανύπαρκτη. Σε πολύ εξαιρετικές περιπτώσεις θεωρείται μεγάλη υπόθεση η εκτέλεση πειραμάτων επίδειξης από το δάσκαλο και αυτό γιατί μια τέτοιου είδους δραστηριότητα δε διευκολύνεται ούτε από τη δομή του όλου προγράμματος, αλλά ούτε κι από την υποδομή του Σχολείου, επαφίεται δε μόνο στην καλή διάθεση και τον υπερβάλλοντα ζήλο του ίδιου του εκπαιδευτικού. Οι ΦΕ στο Γυμνάσιο και Λύκειο διδάσκονται από εξειδικευμένους επιστήμονες (Φυσικούς, Χημικούς, Βιολόγους, κ.λ.π.) και όχι από επαγγελματίες δασκάλους. Δεν αναγνωρίζεται συνήθως ο παιδαγωγικός ρόλος των ΦΕ και ο κύριος λόγος ύπαρξής τους είναι η απόκτηση γνώσης. Η διδασκαλία γίνεται βερμπαλιστικά και το ζητούμενο από τους μαθητές είναι να «μάθουν» (που σημαίνει να αποστηθίσουν) το μάθημα της ημέρας. Η όλη κατάσταση ταιριάζει με μια περιγραφή που δίνεται για τη διδασκαλία ΦΕ στα Σχολεία της Αγγλίας [3], κατά τη δεκαετία του πενήντα και νωρίτερα ακόμα. Συγκεκριμένα αναφέρεται: [Οι ΦΕ δεν έπαιζαν σπουδαίο ρόλο στη Γενική Εκπαίδευση και ένας μεγάλος αριθμός παιδιών άφηναν το Σχολείο δίχως στοιχειώδεις γνώσεις στις ΦΕ. Η διδασκαλία των ΦΕ γινόταν σε χωριστά αντικείμενα (Φυσική, Χημεία, κ.λ.π.) με έμφαση στο περιεχόμενο και όχι στην πορεία. Κύριο μέλημα αποτελούσε το «τί θα διδαχθεί» και «πώς θα διδαχθεί», ώστε να ανταποκρίνεται καλύτερα στις εξετάσεις για την εισαγωγή στα Πανεπιστήμια... Η διδασκαλία των ΦΕ γινόταν από αφοσιωμένους δασκάλους (Φυσικούς, Χημικούς, κ.λ.π.) των οποίων οι ορίζοντες ήταν περιορισμένοι στα στενά όρια των απαιτήσεων των αντικειμένων που δίδασκαν και στις συγκεκριμένες απαιτήσεις των Πανεπιστημιακών Τμημάτων... Η παραδοσιακή διδασκαλία γινόταν με έμφαση στο διδακτικό εγχειρίδιο και στη μέθοδο κιμωλία-πίνακας με αποδεκτό σαν δεδομένο το ψυχολογικό μοντέλο «ερέθισμα-ανταπόκριση», που σημαίνει ότι όλα τα παιδιά της ίδιας ηλικίας έπρεπε να ανταποκρίνονται με τον ίδιο -λίγο πολύ- τρόπο στα νοητικά ερεθίσματα του δασκάλου... Η ικανότητα των παιδιών εθεωρείτο σε μεγάλο βαθμό αμετάβλητος παράγοντας, με μικρές δυνατότητες βελτίωσης, το δε περιεχόμενο των ΦΕ του Σχολείου δεδομένο και όχι προβληματικό· εθεωρείτο δε επίτευγμα το να ταιριάσουν οι μαθητές σε συγκεκριμένο περιεχόμενο... Η ακολουθούμενη παιδαγωγική εκυριαρχείτο από τη μεπεχεβιοριστική ψυχολογία].

Αν εκτιμήσει κανείς την όλη κατάσταση όσον αφορά τη θέση των ΦΕ στο Ελληνικό Σχολείο με στόχο να την τοποθετήσει χρονικά σε σχέση με διεθνή δεδομένα θα διαπιστώσει ότι οι ΦΕ του σχολείου στην Ελλάδα δεν έφθασαν ποτέ σε ένα επίπεδο αντίστοιχο με αυτό της δεκαετίας του 60 σε άλλες προηγμένες χώρες, γιατί ποτέ δεν απέκτησε τα χαρακτηριστικά των

μεταρρυθμίσεων της εποχής εκείνης. Δηλ. ποτέ δεν δόθηκε έμφαση μέσα από τη σχολική πράξη σ' αυτό που λέγεται *επιστημονική μέθοδος* και δεν υιοθετήθηκε ποτέ η *μάθηση με την αναζήτηση* (inquiry learning). Ποτέ δεν είχαν την ευκαιρία οι μαθητές να χρησιμοποιήσουν οι ίδιοι το εργαστήριο συστηματικά και ποτέ δεν είχαμε εκπαιδευμένους δασκάλους. Η μόνη πρόοδος -αν μπορεί να θεωρηθεί, αντικειμενικά, πρόοδος- είναι ο εμπλουτισμός της ύλης των σχολικών εγχειριδίων με σύγχρονη επιστημονική γνώση.

Καθώς διανύουμε τη δεκαετία του 80 βρισκόμαστε μπροστά σε νέες μεταρρυθμίσεις που συντελούνται διεθνώς για τις ΦΕ του Σχολείου, που όπως έχει αναφερθεί, στόχο έχουν όχι πλέον την κατάρτιση μόνο των μελλοντικών επιστημόνων αλλά κυρίως την *στοιχειώδη επιστημονική κατάρτιση* των μελλοντικών πολιτών. Το ερώτημα είναι: επιβάλλεται η Ελληνική Εκπαίδευση να ακολουθήσει τη διεθνή κοινότητα στην πορεία των εξελίξεων που συντελούνται σ' αυτόν τον τομέα της εκπαίδευσης; Η άποψή μου είναι ότι είναι απόλυτα αναγκαία η συμμετοχή μας σ' αυτή την πορεία χωρίς αυτό να σημαίνει ότι πρέπει για μια ακόμα φορά να αντιγραφούν και να εφαρμοστούν ξένα εκπαιδευτικά προγράμματα, πράγμα αδύνατον, βέβαια, για το συγκεκριμένο είδος εκπαίδευσης, αφού αφετηρία αποτελούν οι συγκεκριμένοι μαθητές και το συγκεκριμένο περιβάλλον. Είναι αναγκαία η συμμετοχή σ' αυτή την πορεία για να μπορέσουν οι αυριανοί πολίτες να ανταποκριθούν στους συντελούμενους κοινωνικούς μετασχηματισμούς οι οποίοι δεν αφορούν πλέον συγκεκριμένα έθνη αλλά τη διεθνή κοινότητα αφού χαρακτηριστικό της εποχής μας αποτελεί η σχέση αλληλεξάρτησης ανάμεσα στους λαούς. Αλληλεξάρτησης πολλαπλής, οικονομικής, πολιτικής, πολιτιστικής, που καθορίζεται από παράγοντες που απορρέουν από τις εφαρμογές των ΦΕ και της Τεχνολογίας, π.χ. φυσικά αποθέματα, ενέργεια, επικοινωνία, πληροφόρηση, χρήση αγαθών κ.λ.π. Όπως επισημαίνει ο Pella [24] φαίνεται ότι δεν υπάρχουν πια ειδικές «κουλτούρες» σε ειδικές χώρες· ο κόσμος έχει μικρύνει σε μέγεθος σε συνάρτηση με κάποια είδη επικοινωνίας. Εξάλλου οι άνθρωποι σ' όλο τον κόσμο κάνουν χρήση των ίδιων αγαθών και υπηρεσιών που έχουν σχέση με ΦΕ και Τεχνολογία, εξαρτώνται από τα ίδια πράγματα, αντιδρούν με παρόμοιους τρόπους και έχουν αναπτύξει πολλά κοινά συστήματα αξιών. Σε γενικές γραμμές, ο βασισμένος στις ΦΕ και Τεχνολογία πολιτισμός μας είναι περίπου ίδιος σ' όλο τον κόσμο γεγονός που συνεπάγεται και ένα ορισμένο βαθμό ομοιομορφίας για την εκπαίδευση που αφορά τις ΦΕ, ομοιομορφίας που εναρμονίζεται άλλωστε με την παγκοσμιότητα των ίδιων των ΦΕ [27].

Οι μεταρρυθμίσεις ουσιαστικού χαρακτήρα, για την εκπαίδευση γενικά, αλλά και για τις ΦΕ ειδικότερα (τις οποίες εξετάζει η παρούσα εργασία)

πρέπει να αρχίσουν όσο πιο γρήγορα γίνεται. Είναι πλέον αντικειμενικά αδύνατο να λειτουργεί η σύγχρονη εκπαίδευση με προσανατολισμούς άλλων εποχών και όχι της εποχής που αυτή υπηρετεί: Όσο καθυστερεί μια τέτοια διαδικασία τόσο περισσότερο ευρύνεται το χάσμα ανάμεσα στους προσανατολισμούς του σχολείου και αυτούς της κοινωνίας, ιδιαίτερα τώρα στην εποχή μας που έχει σαν κυρίαρχο χαρακτηριστικό της το γοργό ρυθμό των συντελουμένων αλλαγών.

Όμως για μεταρρυθμίσεις που στοχεύουν στη στοιχειώδη επιστημονική κατάρτιση του πολίτη δεν ενδείκνυται να ακολουθηθεί, για άλλη μια φορά, η πεπατημένη οδός. Να ληφθούν, δηλαδή, κάποιες αποφάσεις σε πολύ σύντομο χρόνο με τη σιλοδοξία να τεθούν σε εφαρμογή ευθύς αμέσως, αν είναι δυνατόν. Για αλλαγές με μακροπρόθεσμους στόχους, είναι αναγκαίο -πριν από οποιαδήποτε άλλη κίνηση- να προηγηθεί προσεκτική μελέτη όλων των παραγόντων στην υλοποίηση αυτών των στόχων, δηλαδή, οργάνωση και λειτουργία του σχολείου, δομή του προγράμματος. Πρέπει δε να δοθεί η ανάλογη έμφαση στην ουσιαστική κατάρτιση των εκπαιδευτικών. Θα πρέπει, μάλιστα, η κάθε προσπάθεια να ξεκινήσει με προσεκτικά βήματα αρχίζοντας από τις υποχρεωτικές βαθμίδες της εκπαίδευσης και αξιολογώντας τις πραγματοποιούμενες πορείες. Να προχωρήσει δε λαβαίνοντας υπόψη τα αποτελέσματα των πολλαπλών αξιολογήσεων ώστε να υπάρξουν βάσιμες ελπίδες πως οι στόχοι μπορούν να επιτευχθούν. Έτσι μόνο δε θα υποβαθμιστεί η μεταρρύθμιση και έτσι μόνο δε θα μείνουν, για άλλη μια φορά οι στόχοι στα χαρτιά.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ

1. Bybee R., «The new transformation of Science Education», *Science Education* 61 (1): 85-97 (1977).
2. Sabar N., «Science, Curriculum, and Society: Trends in Science Curriculum», *Science Education* 63 (2): 257-269 (1979).
3. Alternatives for Science Education. The Association for Science Education 1979.
4. Tyler R., «Forces redirecting science teaching», in *Revolution in Teaching: New Theory, Technology and Curriculum*, I DeGrazin, A and Sohn, D. (Ed.), New York: Bantam, 1962.
5. Bybee R., Harms N., Ward B., Yager R., «Science, Society, and Science Education», *Science Education* 64 (3): 377-395 (1980).
6. Klopfer L., «Science education in the 1980's», *Science Education* 64 (1): 1-6 (1980).

7. Anderson R., «Are yesterday's Goals adequate for tomorrow?», *Science Education* 67 (2): 171-176 (1983).
8. Young M., «The schooling of Science» in «*Science in Schools*» Brown J., et al., Open University Press, 1986.
9. Bybee R., «The restoration of confidence in Science and Technology Education», *School Science and Mathematics* 85 (2): 95-108 (1985).
10. ASE 1981, «Education through Science». The policy statement of the Association for Science Education, 1981.
11. «Resolution Adopted by the ad hoc Conference on Society and the Study of Science, Mathematics and Technology», *European Journal of Science Education* 1 (3): 357-360 (1979).
12. Lucas K., «Science Curriculum Objectives for the Future», *Science Education* 65 (3): 317-322 (1981).
13. Thelen L., «Values and Valuing in Science», *Science Education* 67 (2): 185-192 (1983).
14. Miller R., «Science Teaching for the citizen of the future», *Science Education* 68 (4): 403-410 (1982).
15. Department of Education and Science: «Science 5-16: A Statement of policy» (1985).
16. Champagne A., Klopfer L., «Actions in a time of Crisis», *Science Education*, 66 (4): 503-514 (1976).
17. Brunkhorst H., Yager R., «A New Rationale for Science Education 1985», *School Science and Mathematics* 86 (5): 364-374 (1986).
18. Thier H., «Societal Issues and Concerns: A New Emphasis for Science Education», *Science Education*, 69 (2): 155-162 (1985).
19. Rubba P., Perspectives on science - Technology - Society instruction, *School Science and Mathematics*, 87 (3): 181-186, 1987.
20. Kazamia A.M. (ed.) *Herbert Spencer on Education* New York: Teachers College Press 1966.
21. O'Hearn G., «Science literary and Alternative Future», *Science Education* 60 (1): 103-114 (1976).
22. Yager R., «A New Focus for School Science: S/T/S», *School Science and Mathematics* 88 (3): 181-189 (1988).
23. Mathis P., «Justifying Science in an Era of Vocationalism», *Science Education*, 61 (1): 99-104 (1977).
24. Pella M., «The place on Function of Science for a Literate Citizenry», *Science Education*, 60 (1): 97-101 (1976).
25. Osborne R., *Learning in Science*, Heineman 1985.
26. Driver R., *The pupil as a Scientist*, Open University Press 1986.

27. Ziman J., «*Teaching and learning about science and society*» Cambridge University Press 1980.
28. William C., Kyle J.R., «The distinction between inquiry and scientific inquiry and why high school students should be cognizant of the distinction», *J. of Research in science Teaching* 17 (2): 123-130 (1980).
29. D. Hodson, «Philosophy of Science and Science Education», *J. of Philosophy of Education*, 20 (2): 215-224 (1986).
30. Zeidler D., «Moral Issues and Social Policy in Science Education: Closing the Literary Gap», *Science Education*, 68 (4): 411-419 (1984).
31. Bybee R., «Science Education Policies for an Ecological Society: Aim and Goals», *Science Education* 63 (2): 245-255 (1979).
32. Penick J. and Yager R., «Trends in Science education some observation of exemplary programmes in the United States», *European Journal of Science Education*, 8 (1): 1-8 (1986).

SUMMARY

The present paper deals with the new trends in Science Education as a result of various transformations that took place in the course of the world social history. The work is divided into four parts. In the first part there is a brief description of the various historical models of science teaching. These models are associated with the social conditions that shaped them. The second part offers a detailed description of the new trends in Science Education, as they manifest themselves in the social context of the present. The third part contains certain proposals concerning the content of the studies in Science Education as well as the approach to them if we set as our chief objective to enable Science Education to keep up with these new trends. Finally in the fourth part the article focuses on the present situation in the Greek schools as far as Science Education is concerned. Some proposals for reforms in the structure of Science Education are put forward, reforms which constitute a *sine qua non* given the universal importance of Science Education in the era of Technology and the Challenges it offers to the present as well as the future generations.