

ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΚΟΛΙΟΠΟΥΛΟΣ

ΠΤΝ Πανεπιστημίου Πατρών

Η διαθεματικότητα από τη σκοπιά του εξειδικευμένου αντικειμένου: Η περίπτωση των φυσικών επιστημών

Α. ΟΙ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΔΙΑΘΕΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

Στις αρχές της δεκαετίας του '70, στα πλαίσια του εκσυγχρονισμού των προγραμμάτων σπουδών των φυσικών επιστημών στην Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, εμφανίστηκαν τόσο στην Ευρώπη όσο και στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής τα λεγόμενα *ενοποιημένα προγράμματα* (*integrated science*). Η μορφή αυτή διαθεματικότητας εμφανίζεται εντός των συνόρων των τριών βασικών φυσικών επιστημών (Φυσικής, Χημείας και Βιολογίας) και περιγράφεται αναλυτικά στο πεντάτομο έργο της Unesco περί ενοποιημένης διδασκαλίας των φυσικών επιστημών (Unesco, 1969-1981). Βασικός στόχος αυτού του τρόπου διδασκαλίας είναι να παρουσιαστούν οι επιστημονικές έννοιες και αρχές με τέτοιο τρόπο που να επιτρέπουν την έκφραση της θεμελιώδους ενότητας της επιστημονικής σκέψης και να αποτρέπουν την υπερβολική και πρόωρη διάκριση των διαφόρων επιστημονικών τομέων (Unesco, 1994· Jordan, 1989). Η τάση αυτή εξασθένησε τις επόμενες δεκαετίες και ως βασικές αιτίες αναφέρονται αφενός οι επιστημολογικές ασάφειες του όρου και αφετέρου οι δυσκολίες που προέκυψαν κατά το σχεδιασμό και την εφαρμογή κατάλληλων επιμορφωτικών προγραμμάτων για τους εκπαιδευτικούς που θα αναλάμβαναν να υλοποιήσουν τα ενοποιημένα προγράμματα (Layton, 1990). Ως εναλλακτικές λύσεις στα ενοποιημένα προγράμματα εμφανίστηκαν μορφές διαθεματικότητας (*coordinated science*) οι οποίες υποστήριζαν τη διατήρηση των θεματικών προγραμμάτων σπουδών και την παράλληλη προώθηση μορφών επικοινωνίας ανάμεσα στα διάφορα αντικείμενα διδασκαλίας και στενότερης συνεργασίας ανάμεσα στους εκπαιδευτικούς (Black, 1986). Με την εισαγωγή της Ιστορίας των φυσικών επιστημών στα προγράμματα σπουδών των φυσικών επιστημών άρχισε να δημιουργείται σιγά σιγά μια άλλη μορφή διαθεματικότητας η οποία συνδέει τις φυσικές επιστήμες με άλλες επιστήμες ή άλλους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας όπως, για παράδειγμα, η τέχνη (Bevilacqua et al., 2001). Λίγο αργότερα, μια άλλη «ανοικτή» μορφή διαθεματικότητας εμφανίζεται στα πλαίσια των προγραμμάτων σπουδών STS (Science, Technology, Society) τα οποία εισάγουν τις οικονομικές, κοινωνικές και πολιτισμικές διαστάσεις του φαινομένου της επιστήμης (Jenkins, 1997). Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην ορ-

γανική συσχέτιση επιστήμης και τεχνολογίας, έτσι ώστε η δεύτερη να μην εμφανίζεται, όπως συχνά συμβαίνει στο παραδοσιακό πρόγραμμα σπουδών των φυσικών επιστημών, ως απλή εφαρμογή της πρώτης αλλά ως ευκαιρία για την ανάδειξη διεπιστημονικών σχέσεων για την αντιμετώπιση πρακτικών προβλημάτων.

Κοινό στοιχείο όλων των παραπάνω μορφών διαθεματικότητας είναι ότι αποτελούν *διδασκτικό μετασχηματισμό* μορφών διαθεματικότητας οι οποίες εμφανίζονται ως *επιστημονικές γνώσεις ή κοινωνικές πρακτικές αναφοράς* σε σχέση με τις φυσικές επιστήμες. Πρόκειται δηλαδή για μια προσέγγιση της διαθεματικότητας από τη *σκοπιά του εξειδικευμένου αντικειμένου διδασκαλίας*. Η προσέγγιση αυτή διαφέρει από την προσέγγιση η οποία βασίζεται σε γενικές αρχές οργάνωσης του σχολικού προγράμματος σπουδών και ιδιαίτερα στη λεγόμενη «διαθεματική ενιαιοποίηση» του σχολικού προγράμματος σπουδών (Ματσαγγούρας, 2003). Αν και στην παρούσα εργασία η σύγκριση των δύο προσεγγίσεων δεν μπορεί να αποτελέσει αντικείμενο συζήτησης, θα ισχυριστούμε ότι η προσέγγιση της διαθεματικότητας από τη σκοπιά του εξειδικευμένου αντικειμένου είναι δυνατόν αφενός να οδηγήσει σε αποσαφηνίσεις επιστημολογικής υφής και αφετέρου να εξασφαλίσει ευκολότερη οικειοποίησή της από τους εκπαιδευτικούς. Πιο συγκεκριμένα, στην εργασία αυτή πρόκειται να παρουσιάσουμε τρεις περιπτώσεις διαθεματικών προγραμμάτων τα οποία σχεδιάστηκαν και εφαρμόστηκαν ή εφαρμόζονται στα πλαίσια της προσέγγισης από τη σκοπιά του εξειδικευμένου αντικειμένου. Για καθένα από αυτές τις περιπτώσεις θα σχολιάσουμε τη φύση και τα χαρακτηριστικά τους και ιδιαίτερα τη σχέση τους με την επιστημονική γνώση και τις κοινωνικές πρακτικές αναφοράς. Τέλος, θα διατυπώσουμε υποθέσεις σχετικά με την επιστημολογική τους εγκυρότητα, την εκπαιδευτική τους αξία και τη σημασία τους στην επιμόρφωση εκπαιδευτικών.

B. ΤΡΕΙΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΔΙΑΘΕΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

B1. Η διδασκαλία του απλού εκκρεμούς στο Γυμνάσιο:

Ενδυναμώνοντας την πολιτισμική συνιστώσα της επιστημονικής γνώσης

Η πραγμάτευση του απλού εκκρεμούς στην εκπαιδευτική βαθμίδα του Γυμνασίου γίνεται στα πλαίσια της παραδοσιακής αντίληψης για τα σχολικά προγράμματα σπουδών φυσικών επιστημών. Εμφανίζονται δηλαδή τα χαρακτηριστικά μιας μαθηματικοποιημένης ή «ψευδο-ποιοτικής» εννοιολογικής και «εμπειριστικής» μεθοδολογικής αντίληψης καθώς και μιας υποβαθμισμένης πολιτισμικής αντίληψης. Τα χαρακτηριστικά αυτά φαίνεται ότι ακυρώνουν την ιδιαιτερότητα της μελέτης του εκκρεμούς που αποτελεί έναν τομέα με πλούσιο πολιτισμικό περιεχόμενο. Έτσι, προχωρήσαμε στην τροποποίηση της παραδοσιακής αυτής αντίληψης αντικαθιστώντας την με μια άλλη αντίληψη η οποία παρουσιάζει τα επόμενα χαρακτηριστικά (Κολιόπουλος, 2003):

- Συγκροτείται μια ευρεία ενότητα όπου η μέτρηση του χρόνου αποτελεί το καθοδηγούν θέμα, δηλαδή το (πολιτισμικό) πλαίσιο εντός του οποίου θα αποκτήσουν νόημα τα επιδιωκόμενα εννοιολογικά και μεθοδολογικά χαρακτηριστικά της μελέτης του εκκρεμούς.
- Γίνεται μια εις βάθος ανάλυση ενός εννοιολογικού πλαισίου που στη συγκεκριμένη περίπτωση σχετίζεται με την ανάδειξη μιας ποιοτικής / ημι-ποσοτικής σχέσης ανάμεσα στην περίοδο του απλού εκκρεμούς, το μήκος του νήματος του εκκρεμούς και την επιτάχυνση της βαρύτητας. Η μαθηματική προσέγγιση αυτής της σχέσης δεν είναι απαραίτητη σ' αυτή τη βαθμίδα. Συγχρόνως, παραλείπονται τα σημεία εκείνα που σχετίζονται με άλλα εννοιολογικά πλαίσια, όπως η νευτώνεια ανάλυση, η ενεργειακή ανάλυση και η μέτρηση της επιτάχυνσης της βαρύτητας.
- Επιχειρείται μια υποθετικο-παραγωγική προσέγγιση της σχέσης ανάμεσα στην περίοδο του απλού εκκρεμούς, το μήκος του νήματος του εκκρεμούς και την επιτάχυνση της βαρύτητας. Στην περίπτωση του μήκους του νήματος, τίθεται ένα πρακτικό πρόβλημα σχετικό με την εξήγηση του πώς ένα ρολόι «κτυπά τα δευτερόλεπτα». Το πρόβλημα αυτό, με την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού, μπορεί να οδηγήσει τους ίδιους τους μαθητές στο σχεδιασμό της ίδιας πειραματικής δραστηριότητας η οποία στην παραδοσιακή προσέγγιση επιβάλλεται από το σχολικό εγχειρίδιο. Στην περίπτωση της επιτάχυνσης της βαρύτητας, τίθεται ένα πρόβλημα μέσα από την Ιστορία των φυσικών επιστημών το οποίο μπορεί να οδηγήσει τους μαθητές να αντιληφθούν κατ' αρχάς την ποιοτική σχέση ανάμεσα στη μεταβολή της περιόδου του εκκρεμούς και τη μεταβολή της βαρύτητας.
- Η πολιτισμική συνιστώσα αναγορεύεται σε αναγκαίο στοιχείο της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Η πολιτισμική συνιστώσα όχι μόνο (α) λειτουργεί ως στοιχείο προσέγγισης της καθημερινής/τεχνολογικής πραγματικότητας και γνωριμίας της επιστημονικής/τεχνολογικής παράδοσης (π.χ. στον ελληνικό και κυπριακό χώρο, γνωριμία με το ηλιακό ρολόι και το μηχανισμό των Αντικυθήρων) και (β) αποτελεί καθοδηγητική αρχή της ευρείας ενότητας αλλά και (γ) αποκτά οργανική σχέση με την εννοιολογική και μεθοδολογική συνιστώσα προσδίδοντας νόημα στη μελέτη αυτών των δύο συνιστωσών. Έτσι, η λειτουργία του ρολογιού δεν αντιμετωπίζεται ως απλή εφαρμογή της μελέτης του εκκρεμούς αλλά αντίστροφα, η μελέτη του τεχνολογικού και φυσικού φαινομένου της λειτουργίας του ρολογιού και της μέτρησης του χρόνου οδηγεί στη μελέτη του μοντελοποιημένου απλού εκκρεμούς.

Στον **Πίνακα 1** παρουσιάζεται μια ακολουθία διδακτικών ενοτήτων οι οποίες βασίζονται σε διδακτικές δραστηριότητες-προβλήματα, ενώ για καθεμιά ενότητα προτείνονται τα βασικά εννοιολογικά, μεθοδολογικά και πολιτισμικά στοιχεία της προτεινόμενης μελέτης.

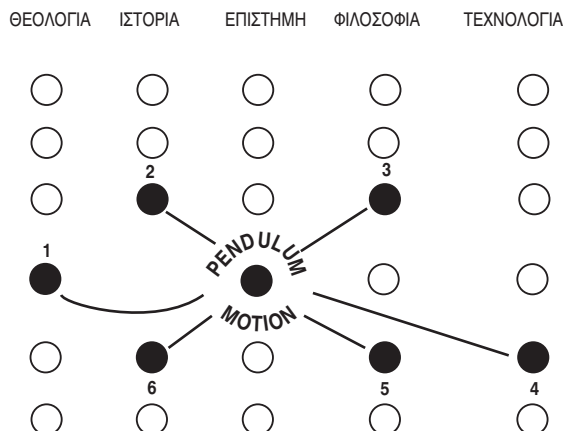
Η ΔΙΑΘΕΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΟ ΣΥΓΧΡΟΝΟ ΣΧΟΛΕΙΟ

Δραστηριότητα – πρόβλημα	Εννοιολογικό πλαίσιο	Μεθοδολογικό πλαίσιο	Πολιτισμικό πλαίσιο
Γιατί υπάρχει ανάγκη η μέτρηση του μετρητή του χρόνου να είναι ακριβής;	περιοδικότητα	ακρίβεια μέτρησης	ηλιακό ρολόι, μηχανισμοί στην αρχαία Ελλάδα και Κύπρο, ρολόι-εκκρεμές, σύγχρονα ρολόγια
Πώς γίνεται η μέτρηση του χρόνου στο ρολόι-εκκρεμές;	περίοδος/ συχνότητα	ακρίβεια μέτρησης, μέτρηση περιόδου εκκρεμούς, σφάλματα μέτρησης	
Από το πραγματικό ρολόι-εκκρεμές στο απλό μαθηματικό εκκρεμές.	περίοδος/ συχνότητα σχέση περιόδου- μήκους νήματος	ακρίβεια μέτρησης, μέτρηση περιόδου εκκρεμούς, σφάλματα μέτρησης ανάδειξη παραγόντων από τις οποίες εξαρτάται η περίοδος του εκκρεμούς	
Και πάλι το θέμα της ακρίβειας της μέτρησης του χρόνου.	περίοδος/ συχνότητα σχέση περιόδου- βαρύτητας	ανάδειξη παραγόντων από τις οποίες εξαρτάται η περίοδος του εκκρεμούς	παραδείγματα από την Ιστορία της επιστήμης (Οι διαφορές στη μέτρηση του χρόνου)

Πίνακας 1 Ακολουθία ενοτήτων σχετική με τη διδασκαλία του απλού εκκρεμούς, η οποία παρουσιάζει στοιχεία διαθεματικότητας

Η προηγούμενη προσέγγιση αποτελεί μια μορφή διαθεματικότητας της οποίας βασικό χαρακτηριστικό είναι η ύπαρξη ενός «καθοδηγούντος» θέματος η μελέτη του οποίου συνδέεται κατ' αρχάς με ένα εννοιολογικό πλαίσιο της Φυσικής και κατά δεύτερο λόγο με άλλους τομείς, όπως η τεχνολογία (κατασκευή και λειτουργία πραγματικών ρολογιών) και η Ιστορία (ο ρόλος του εκκρεμούς στην ανάδειξη της σχέσης περιόδου του εκκρεμούς και της βαρύτητας). Σχηματικά, η εν λόγω μορφή διαθεματικότητας περιγράφεται στο **Σχήμα 1**.

Δ. ΚΟΛΙΟΠΟΥΛΟΣ: Η ΔΙΑΘΕΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΑΠΟ ΤΗ ΣΚΟΠΙΑ ΤΟΥ ΕΞΕΙΔΙΚΕΥΜΕΝΟΥ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ:...



Σχήμα 1 Σχηματική αναπαράσταση μιας μορφής διαθεματικότητας στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών όπου παρατηρείται ενδυνάμωση της πολιτισμικής συνιστώσας της επιστημονικής γνώσης

Όπως φαίνεται και από το σχήμα, η σχέση φυσικών επιστημών με τα άλλα αντικείμενα διδασκαλίας είναι ετεροβαρής. Η διδασκαλία των φυσικών επιστημών χρησιμοποιεί τα άλλα αντικείμενα διδασκαλίας ως *εργαλεία* για την επίτευξη του στόχου της επιστημονικής καλλιέργειας των μαθητών. Η σχέση των φυσικών επιστημών με τα άλλα αντικείμενα διδασκαλίας *δεν είναι ισοδύναμη*. Αυτό δεν σημαίνει όμως ότι η σχέση αυτή δεν έχει πραγματική βάση στην Ιστορία της επιστήμης και στις κοινωνικές πρακτικές αναφορές. Δεν πρόκειται δηλαδή για μια απλή παιδαγωγική κατασκευή, αλλά για τον διδακτικό μετασχηματισμό μιας σχέσης μεταξύ διαφόρων μορφών γνώσης και πρακτικών η οποία εμφανίζεται ιστορικά εντός συγκεκριμένων κοινωνικών πλαισίων (Matthews, 2001). Από τα προηγούμενα γίνεται φανερό ότι, σ' αυτή την περίπτωση διαθεματικότητας, θα πρέπει να δοθεί έμφαση στην επιμόρφωση κυρίως των *εκπαιδευτικών που διδάσκουν φυσικές επιστήμες*. Θα πρόκειται όμως για ένα επιμορφωτικό περιεχόμενο που θα οδηγήσει σε μια νέα προσέγγιση της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών όπου η έννοια της επιστημονικής καλλιέργειας θ' αντικαταστήσει αυτήν της επιστημονικής γνώσης (Κολιόπουλος, 2002).

B2. ΕΠΙΛΥΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΣΕ ΕΝΑΝ ΟΜΙΛΟ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ: ΣΥΓΚΡΟΤΩΝΤΑΣ ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ

Οι βαθιές αλλαγές που συνέβησαν τα τελευταία χρόνια, τόσο στη φύση και τα χαρακτηριστικά της επιστημονικής γνώσης όσο και στην αντίληψη για το περιεχόμενο και τις μεθόδους της εκπαίδευσης, έδωσαν χώρο να αναπτυχθεί ένα νέο πεδίο διάδοσης της επιστημονικής γνώσης, οι λεγόμενες *μη τυπικές μορφές εκπαίδευσης*, ένα πεδίο όπου συναντώνται οι μηχανισμοί της

εκλαϊκείωσης και του διδακτικού μετασχηματισμού αυτής της γνώσης. Αυτό συμβαίνει όπου αναγνωρίζονται τα όρια των τυπικών μορφών εκπαίδευσης (π.χ. καθυστέρηση του αναλυτικού προγράμματος σε σχέση με τις επιστημονικές και τεχνολογικές αλλαγές που επιτελούνται στην κοινωνία) και η ανάγκη διεύρυνσης των σχολικών ορίων προς την κοινωνία (π.χ. η εισαγωγή της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης στο αναλυτικό πρόγραμμα).

Οι μη τυπικές μορφές εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες συσχετίζονται με τις λεγόμενες «εξωσχολικές» (out-of-school activities) ή «εκτός αναλυτικού προγράμματος» (extra-curricular) δραστηριότητες, οι οποίες όμως είναι δυνατόν να ενταχθούν στο αναλυτικό πρόγραμμα: συγχρόνως μπορεί ο ρόλος των εμπλεκόμενων εκπαιδευτικών να καταστεί ιδιαίτερα σημαντικός. Σ' αυτές κατατάσσονται οι δραστηριότητες στους μαθητικούς ομίλους φυσικών επιστημών και τεχνολογίας (science/technology clubs), η συμμετοχή σε Ολυμπιάδες φυσικών επιστημών, η συμμετοχή σε επιστημονικές εκθέσεις, η πειραματική εργασία πεδίου με τη μέθοδο project, οι επισκέψεις σε μουσεία φυσικών επιστημών και η συμμετοχή σε προγράμματα που αυτά διοργανώνουν και τέλος η ανάγνωση επιστημονικών κειμένων από τον ειδικό και μη ειδικό τύπο, καθώς και η παρακολούθηση εκπομπών με επιστημονικά θέματα στην τηλεόραση και το ραδιόφωνο.

Ο Escot (1999), ο οποίος περιγράφει μια σειρά από μη τυπικές μορφές εκπαίδευσης στις οποίες εμπλέκονται με ενεργό τρόπο οι φυσικές επιστήμες, αναφέρει και τους *ομίλους φυσικών επιστημών και τεχνολογίας* ως κατάλληλα περιβάλλοντα για τη γνωστική και συναισθηματική πρόοδο των μαθητών που συμμετέχουν σε αυτά. Στα πλαίσια αυτά αναπτύχθηκε ένα τέτοιος όμιλος, ο «Όμιλος Τεχνολογίας της Ελληνογαλλικής Σχολής Αγίας Παρασκευής», που λειτούργησε στα μέσα της δεκαετίας του '90 με μαθητές Γυμνασίου. Στόχος του ομίλου ήταν η κατασκευή τεχνολογικών συσκευών η λειτουργία των οποίων βασίζεται στη μετατροπή διαφόρων μορφών ενέργειας σε ηλεκτρική ή θερμική ενέργεια. Χαρακτηριστικό παράδειγμα τεχνολογικών προβλημάτων που τέθηκαν ήταν η κατασκευή ενεργειακά αποδοτικών συσκευών. Κατασκευάστηκαν από τους μαθητές συσκευές, όπως ένα πρότυπο ηλιακού θερμοσίφωνα και ένα πρότυπο γερανού με ηλεκτρικό κινητήρα, με τη βοήθεια ενός εκπαιδευτικού φυσικών επιστημών και ενός τεχνολόγου ειδικευμένου στην ηλεκτρονική. Οι μαθητές ήρθαν επίσης σε επαφή με κοινωνικές πρακτικές σχετικές με το ζήτημα της εξοικονόμησης ενέργειας (επίσκεψη εξειδικευμένου προσωπικού της ΔΕΗ, επίσκεψη στο Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας κ.λπ.). Το κύριο χαρακτηριστικό της λειτουργίας του εργαστηρίου ήταν η αμφίδρομη ροή γνώσεων, δράσεων και υλικών ανάμεσα στον όμιλο και στην τυπική διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Όμως, το περιεχόμενο των δραστηριοτήτων του ομίλου δεν αποτελούσε παράρτημα της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών αλλά *αυτόνομη* δραστηριότητα, που βασιζόταν ακριβώς σε μια μορφή διαθεματικότητας η οποία έχει άμεση σχέση με αυτό που ονομάζουμε *διεπιστημονικότητα*.

Το τεχνολογικό πρόβλημα διαφέρει πλήρως από το επιστημονικό πρόβλημα. Η κατασκευή ενός υλικού τεχνήματος απαιτεί γνώσεις και δεξιότητες που αντιστοιχούν όχι μόνο σε γνώσεις

διαφόρων φυσικών επιστημών αλλά και σε κοινωνικές πρακτικές που σχετίζονται με την αξιοπιστία, τη λειτουργικότητα, την ενεργειακή ή/και οικονομική απόδοση κ.λπ. Για παράδειγμα, το πρόβλημα της ενεργειακής απόδοσης των συσκευών δεν είναι πρόβλημα φυσικών επιστημών αλλά κοινωνικό πρόβλημα. Κατά συνέπεια, το όλο εγχείρημα απαιτεί μια διαθεματική προσέγγιση η οποία καθοδηγείται από τη φύση και τα χαρακτηριστικά *του προς επίλυση κατασκευαστικού προβλήματος*. Στην περίπτωση αυτή πρόκειται για ένα διδακτικό μετασχηματισμό διεπιστημονικών σχέσεων που συγκροτούνται κατά τη «συνολική πραγμάτευση πραγματικών φαινομένων, κατά την αντιμετώπιση πρακτικών προβλημάτων» (Μπαλτάς, 1983). Ο Μπαλτάς αναφέρει επίσης ότι «οι σχέσεις συνεργασίας ανάμεσα στις επιστήμες αυτές και οι συνδέσεις ανάμεσα στα αντίστοιχα αντικείμενα δεν μπορούν παρά να είναι σχέσεις και συνδέσεις εξωτερικές, σχέσεις και συνδέσεις διεπιστημονικές που δεν καθορίζονται από την εσωτερική δυναμική των επιστημών αυτών αλλά επιβάλλονται από το ίδιο το πρακτικό πρόβλημα» (σ. 18). Συνεπώς, «η τελική λύση του προβλήματος το οποίο διαμορφώθηκε εξωεπιστημονικά επιλέγεται εξωεπιστημονικά. Οι σχετικές επιστήμες υπεισέρχονται μόνο σε αυτή καθαυτή τη διαδικασία επίλυσης, για να διαμορφώσουν απλώς προτάσεις, για να ορίσουν το πεδίο των δυνατών λύσεων» (σ. 18).

Η περιγραφείσα μορφή διαθεματικότητας λοιπόν, όπως και στην πρώτη περίπτωση, δεν αποτελεί απλή παιδαγωγική κατασκευή αλλά διδακτικό μετασχηματισμό μιας σχέσης μεταξύ διαφόρων μορφών γνώσης και πρακτικών, η οποία διαμορφώνεται κοινωνικά ως επικοινωνία ανάμεσα σε διαφορετικές επιστήμες και κοινωνικές πρακτικές. Εδώ, η σχέση των φυσικών επιστημών και των άλλων αντικειμένων διδασκαλίας είναι *ισότιμη* και γι' αυτό τα προγράμματα επιμόρφωσης σε αυτή τη μορφή διαθεματικότητας θα πρέπει να απευθύνονται σε *ομάδες εκπαιδευτικών* από διαφορετικά θεματικά πεδία με στόχο ν' αποκτήσουν μια *κοινή αντίληψη* γι' αυτή τη συγκεκριμένη μορφή διαθεματικότητας. Απαιτείται επίσης η δημιουργία σχολικών οργανωτικών δομών που θα συμβάλλουν στη συνεργασία των εκπαιδευτικών αυτών στα πλαίσια μη τυπικών μορφών εκπαίδευσης.

Β3. ΕΝΑ ΕΠΙΜΟΡΦΩΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΗΣ ΕΝΝΟΙΑΣ ΤΟΥ ΧΡΩΜΑΤΟΣ:

ΔΙΑΘΕΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΟΙ «ΔΥΟ ΚΟΥΛΤΟΥΡΕΣ»

Οι προσπάθειες συνεύρεσης στοιχείων των φυσικών επιστημών και των εικαστικών τεχνών στην εκπαίδευση αποτελεί στόχο διαφόρων διεθνών και ελληνικών εκπαιδευτικών προγραμμάτων και ορισμένες φορές έχει οδηγήσει σε αξιοπρόσεκτα αποτελέσματα (Caillet, 1989). Ιδιαίτερες όμως δυσκολίες παρατηρούνται στην επιμόρφωση των εκπαιδευτικών εξαιτίας της φύσης της συγκεκριμένης διαθεματικής προσέγγισης ή/και της φύσης της βαθμίδας εκπαίδευσης. Εδώ παραθέτουμε τις αρχές σχεδιασμού και το περιεχόμενο ενός διαθεματικού προγράμματος για την έννοια του χρώματος, το οποίο απευθύνεται σε εν ενεργεία εκπαιδευτικούς της Προσχολ-

λικής Εκπαίδευσης (Koliouroulos και Araraki, 2003). Οι στόχοι που αφορούν το προτεινόμενο πρόγραμμα είναι οι εκπαιδευτικοί της Προσχολικής Εκπαίδευσης:

- να συνειδητοποιήσουν ότι η έννοια του χρώματος αποκτά διαφορετικές σημασίες όταν χρησιμοποιείται στην καθημερινή ζωή και διαφορετικές σημασίες όταν χρησιμοποιείται στα εννοιολογικά πλαίσια των φυσικών επιστημών και των εικαστικών τεχνών,
- να αντιληφθούν ποια είναι η σημασία ενός διαθεματικού επιμορφωτικού προγράμματος για το χρώμα στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών και των εικαστικών τεχνών στην Προσχολική Εκπαίδευση, και
- να οικοδομήσουν ένα συνθετικό εννοιολογικό μοντέλο για το χρώμα, με το οποίο να είναι σε θέση να αναλύουν, ερμηνεύουν και κατασκευάζουν κατάλληλες διδακτικές δραστηριότητες στο επίπεδο της Προσχολικής Εκπαίδευσης.

Με βάση τους προηγούμενους στόχους διαμορφώθηκε ένας «σκληρός πυρήνας» περιεχομένου του επιμορφωτικού προγράμματος οι ενότητες του οποίου παρουσιάζονται στον **Πίνακα 2**. Πιο συγκεκριμένα, στην ενότητα 1 συζητούνται αφενός η φαινομενολογική και πολιτισμική διάσταση του χρώματος (πού συναντάμε το χρώμα στη φύση και την κοινωνία, χαρακτηρισμός των διαφόρων χρωμάτων κ.λπ.) και αφετέρου σχολιάζονται οι αντιλήψεις εκπαιδευτικών της προσχολικής Εκπαίδευσης για το χρώμα. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στις επιστημολογικές διαφορές ανάμεσα στις φυσικές επιστήμες και τις εικαστικές τέχνες, καθώς και στις προσπάθειες που γίνονται να συσχετισθούν οι δύο τομείς σε επιστημολογικό, εκπαιδευτικό και τεχνολογικό επίπεδο.

ΕΝΟΤΗΤΑ 1	Το χρώμα: Γνώσεις και πρακτικές αναφορές
1α	Το χρώμα στη φύση και στην κοινωνία
1β	Το χρώμα στις εικαστικές τέχνες, στις φυσικές επιστήμες και στην τεχνολογία
ΕΝΟΤΗΤΑ 2	Το χρώμα στην εκπαίδευση
2α	Χρώμα, πρόγραμμα σπουδών και διαθεματικότητα
2β	Χρώμα και παιδί της προσχολικής ηλικίας
ΕΝΟΤΗΤΑ 3	Το μοντέλο «Φως και χρώμα»
3α	Εκπομπή και διάδοση του φωτός (χρώμα-ακτινοβολία)
3β	Διάδοση και αλληλεπίδραση του φωτός με την ύλη (χρώμα-υλικό)
ΕΝΟΤΗΤΑ 4	Εφαρμογές του μοντέλου «Φως και χρώμα»
4α	Επιστημονικές και εικαστικές εφαρμογές
4β	Παιδαγωγικές εφαρμογές

Πίνακας 2 Ο «σκληρός πυρήνας» του περιεχομένου του προτεινόμενου διαθεματικού επιμορφωτικού προγράμματος για το χρώμα

Στην ενότητα 2 συζητείται το ζήτημα της πολυθεματικότητας και διαθεματικότητας του προγράμματος σπουδών της Προσχολικής Εκπαίδευσης και τεκμηριώνεται η αναγκαιότητα ενός διαθεματικού προγράμματος για το χρώμα. Δίνονται παραδείγματα προγραμμάτων σπουδών στα οποία εμφανίζεται η έννοια του χρώματος, όπως αυτό του νέου ελληνικού προγράμματος σπουδών. Επίσης, συζητούνται οι αντιλήψεις που έχουν τα παιδιά της προσχολικής ηλικίας για το χρώμα και οι αντίστοιχες διδακτικές παρεμβάσεις τόσο στον τομέα των εικαστικών τεχνών όσο και στον τομέα των φυσικών επιστημών. Η ενότητα 3 είναι η βασική ενότητα του προγράμματος. Επιδιώκεται η οικοδόμηση εκ μέρους των εκπαιδευτικών ενός μοντέλου εκπομπής, διάδοσης και λήψης του φωτός. Η συγκεκριμένη συντακτική μορφή του μοντέλου, επιτρέπει τη βασική διάκριση ανάμεσα στο χώρο απορρόφησης / εκπομπής του φωτός (φυσικό αντικείμενο, έργο τέχνης κ.λπ.) όπου το χρώμα εμφανίζεται ως «χρώμα-υλικό» και στο χώρο διάδοσης του φωτός όπου το χρώμα εμφανίζεται ως «χρώμα-ακτινοβολία». Η διάκριση αυτή επιτρέπει να συζητηθούν και να οικοδομηθούν οι διαφορές και οι ομοιότητες των διαφορετικών εννοιολογικών πλαισίων των φυσικών επιστημών και των εικαστικών τεχνών (ή διαφόρων άλλων τεχνολογικών εφαρμογών). Τέλος, στην ενότητα 4, ανάλογα με τις επιθυμίες των επιμορφουμένων και τις απαιτήσεις του προγράμματος σπουδών, δίνεται έμφαση είτε σε επιστημονικές, τεχνολογικές ή εικαστικές εφαρμογές του μοντέλου «Φως και χρώμα» είτε σε παιδαγωγικές εφαρμογές, όπως στο σχεδιασμό διδακτικών δραστηριοτήτων για το χρώμα στο επίπεδο της Προσχολικής Εκπαίδευσης.

Η τελευταία περίπτωση διαθεματικής προσέγγισης διαφέρει από τις δύο προηγούμενες αφού πρόκειται για μια καθαρά τεχνητή σχέση, η οποία διαμορφώνεται στα πλαίσια του εκπαιδευτικού συστήματος μόνο. Στην περίπτωση της συσχέτισης φυσικών επιστημών και εικαστικών τεχνών, τα πεδία αναφοράς συνιστούν τομείς της ανθρώπινης δημιουργικότητας οι οποίοι αναπτύχθηκαν ιστορικά αυτόνομα έχοντας διαφορετικούς στόχους και οδηγώντας σε διαφορετικά πολιτιστικά αποτελέσματα (Levy-Leblond, 1996). Ουσιαστικά πρόκειται για δύο διαφορετικές κουλτούρες. Στο κοινωνικό επίπεδο, η σχέση ανάμεσα στις φυσικές επιστήμες και τις εικαστικές τέχνες είναι συνήθως *ασύμμετρες*. Είτε συμβαίνει οι φυσικές επιστήμες να τίθενται στην υπηρεσία των εικαστικών τεχνών (π.χ. χρωστικές ουσίες, ανάλυση έργων τέχνης με μεθόδους φυσικής) είτε οι εικαστικές τέχνες χρησιμοποιούνται ως εργαλείο διαμεσολάβησης για την καλύτερη παρουσίαση των φυσικών επιστημών (π.χ. εικονογράφηση κειμένων φυσικών επιστημών). Υπάρχουν βέβαια και εκείνοι οι οποίοι ισχυρίζονται ότι υφίστανται ισότιμες σχέσεις διαθεματικότητας, εννοώντας ότι είναι δυνατή η μεταφορά γνώσεων, μεθόδων και τεχνικών από τον ένα τομέα στον άλλο (*trans-disciplinarity*), όπως στην περίπτωση της επίδρασης των ιδεών του Einstein στο έργο του Picasso (Miller, 1996). Ούτως εχόντων των πραγμάτων, η διαθεματική προσέγγιση φυσικών επιστημών και εικαστικών τεχνών στο επίπεδο της εκπαίδευσης καθίσταται μια πολύ δύσκολη υπόθεση. Ουσιαστικά πρόκειται για τη *δημιουργία μιας ανάγκης προσέγγισης* δύο συγκεκριμένων αντικειμένων διδασκαλίας και όχι ενός διδακτικού μετασχη-

ματισμού που προκύπτει με φυσικό τρόπο από διαθεματικές σχέσεις αναφοράς. Την ανάγκη προσέγγισης δημιουργεί το ίδιο το εκπαιδευτικό σύστημα (στη συγκεκριμένη περίπτωση η φύση της εκπαιδευτικής βαθμίδας) και όχι οι τομείς αναφοράς.

Το αιτούμενο σ' αυτή την περίπτωση διαθεματικότητας είναι η δημιουργία σχέσεων που εδράζονται στην αποσαφήνιση των στοιχείων των δύο πεδίων αναφοράς αφήνοντας να αναδειχθούν οι ζώσεις και γόνιμες αντιθέσεις με κύριο στόχο την καταρχήν *υπέρβαση της έλλειψης επικοινωνίας*. Αυτό είναι προτιμότερο από τη διαμόρφωση μιας ψευδο-σχέσης η οποία δεν θα δηλώνει τίποτε άλλο παρά παράλληλες ή/και ασύμβατες δραστηριότητες από τους δύο τομείς. Παρ' όλα αυτά, όπως δηλώνει και το προτεινόμενο επιμορφωτικό πρόγραμμα, αυτή η υπέρβαση της έλλειψης επικοινωνίας είναι δυνατόν να συνοδεύεται και από την οικοδόμηση αναπαραστάσεων από τους εκπαιδευτικούς, ώστε αυτοί να μπορούν να περιγράψουν και να αναλύουν φυσικά ή εικαστικά φαινόμενα, τόσο από τη μεριά των φυσικών επιστημών όσο και από τη μεριά των εικαστικών τεχνών. Η περαιτέρω διερεύνηση της αποτελεσματικότητας αυτού του διαθεματικού επιμορφωτικού προγράμματος βρίσκεται ανάμεσα στις ερευνητικές μας προτεραιότητες.

Γ. ΤΡΕΙΣ ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ ΠΡΟΣ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ

Στην παρούσα εργασία παρουσιάσαμε τρεις περιπτώσεις εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων που αντιστοιχούν σε τρεις διαφορετικές μορφές διαθεματικότητας προσπαθώντας παράλληλα να τις συνδέσουμε με τις αντίστοιχες *διαθεματικές προσεγγίσεις αναφοράς*. Έτσι, διαπιστώθηκε ότι το καινοτομικό πρόγραμμα διδασκαλίας του απλού εκκρεμούς ανήκει σε μια μορφή διαθεματικότητας η οποία συγκροτείται γύρω από ένα θέμα / πρόβλημα το οποίο τίθεται εντός των συνόρων των φυσικών επιστημών. Αντίθετα, στην περίπτωση των επιστημονικο-τεχνικών δραστηριοτήτων του ομίλου φυσικών επιστημών και τεχνολογίας, η διαθεματικότητα συγκροτείται γύρω από ένα τεχνολογικό / κοινωνικό πρόβλημα για την επίλυση του οποίου απαιτείται η συμβολή γνώσεων και πρακτικών που προέρχονται από διάφορες επιστήμες και κοινωνικές πρακτικές, κυρίως όμως από τις φυσικές επιστήμες. Τέλος, διαπιστώθηκε ότι η διαθεματικότητα που σχετίζεται με το επιμορφωτικό πρόγραμμα για το χρώμα είναι η μορφή εκείνη που έχει τους λιγότερους δεσμούς με τις γνώσεις και τις πρακτικές αναφοράς, ενώ συγχρόνως απαιτεί την ισότιμη συνεργασία μεταξύ των αντικειμένων διδασκαλίας των φυσικών επιστημών και των εικαστικών τεχνών. Η αποκατάσταση της επικοινωνίας μεταξύ των δύο αντικειμένων διδασκαλίας είναι κατ' αρχάς σημαντικότερη από τη συνεργασία στα πλαίσια της πραγμάτευσης ενός ζητήματος ή ενός προβλήματος.

Θεωρούμε ότι η προσέγγιση της διαθεματικότητας από τη σκοπιά του εξειδικευμένου αντικειμένου διδασκαλίας είναι μια επιστημολογικά και ιστορικά έγκυρη προσέγγιση. Η αναζήτηση

διαθεματικών προσεγγίσεων εκεί που πραγματικά υπάρχουν, δηλαδή στις φυσικές επιστήμες και στις κοινωνικές πρακτικές που σχετίζονται με τις επιστήμες αυτές, είναι το στοιχείο που προσδίδει *επιστημολογική εγκυρότητα* σ' αυτή την προσέγγιση. Απ' την άλλη μεριά, με τη μικρή ιστορική αναδρομή που επιχειρήσαμε στο εισαγωγικό μέρος της εργασίας, αναδείξαμε την *ιστορικο-γενετική διάσταση της διαθεματικότητας* στο επίπεδο των προγραμμάτων σπουδών της εκπαίδευσης και διακρίναμε τις διαφορετικές *εφικτές* μορφές διαθεματικότητας όπως αυτές έχουν προταθεί και εφαρμοστεί κατά καιρούς.

Ένα βασικό χαρακτηριστικό της εκπαιδευτικής διαδικασίας είναι η *αναπλαισίωση* της επιστημονικής γνώσης και των σχετικών κοινωνικών πρακτικών αναφοράς. Η αναπλαισίωση αυτή έχει σχέση με τις απαιτήσεις και τους περιορισμούς που θέτει το εκπαιδευτικό πλαίσιο, όπως π.χ. η απαίτηση να οριστεί μια ακολουθία μέσα στο χρόνο για το αντικείμενο διδασκαλίας (σειρά μαθημάτων) και οι προτεραιότητες που θέτει ο εκπαιδευτικός όταν χειρίζεται το αντικείμενο στα πλαίσια τυπικών ή μη τυπικών μορφών εκπαίδευσης. Έτσι, το περιεχόμενο των διαφόρων μορφών διαθεματικότητας μπορεί να μεταβληθεί και οι σχέσεις τους να ανασυντεθούν ανάλογα με το δίκτυο εννοιών, μεθόδων και πρακτικών που αποτελούν το εννοιολογικό πλαίσιο και τις κοινωνικές πρακτικές αναφοράς, αφού πρέπει να κατακερματιστούν σε μια ακολουθία ενοτήτων. Έτσι, δημιουργείται ένα καινούργιο τεχνητό επιστημολογικό πλαίσιο διαθεματικότητας, μια «εκπαιδευτική επιστημολογία» με εντελώς διαφορετικά χαρακτηριστικά απ' αυτήν που σχετίζεται με τη διαθεματικότητα αναφοράς (Astolfi και Develay, 1989· Maingain και Dufour, 2002). Άμεση συνέπεια της επιστημολογικής και ιστορικής εγκυρότητας της προσέγγισης της διαθεματικότητας από τη σκοπιά του εξειδικευμένου αντικειμένου διδασκαλίας είναι η εξασφάλιση, στο εκπαιδευτικό επίπεδο, μιας αναπλαισίωσης της επιστημονικής γνώσης και των κοινωνικών πρακτικών αναφοράς, η οποία να διαθέτει υψηλό βαθμό αυθεντικότητας. Αυτό σημαίνει ότι θα είναι δυνατός ο σχεδιασμός, η εφαρμογή και η αξιολόγηση εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων που θα διατηρούν *αυθεντικά στοιχεία* των δραστηριοτήτων που εμφανίζονται στην κοινωνία και δεν θα αποτελούν αυτούσιες τεχνητές παιδαγωγικές κατασκευές, όπως στην περίπτωση της *πολυθεματικότητας (multidisciplinarity)* όπου γίνεται η πραγμάτευση ενός θέματος με τη βοήθεια της παράθεσης γνώσεων και πρακτικών από διάφορους θεματικούς τομείς χωρίς να έχουν εκ των προτέρων καθοριστεί κοινοί ενοποιητικοί στόχοι (Maingain και Dufour, 2002).

Τελειώνοντας, θεωρούμε ότι η προσέγγιση της διαθεματικότητας από τη σκοπιά του εξειδικευμένου αντικειμένου διδασκαλίας καθιστά ευκολότερη την οικειοποίησή της από τον εκπαιδευτικό σε σχέση με την οικειοποίηση μιας ολιστικής προσέγγισης που προέρχεται από την εφαρμογή γενικών κανονιστικών αρχών του σχολικού προγράμματος σπουδών. Η υπόθεση αυτή στηρίζεται τόσο στα επιστημολογικά χαρακτηριστικά κάθε προσέγγισης όσο και, κυρίως, στη δυσκολία ανατροπής της παράδοσης του ελληνικού προγράμματος σπουδών, το οποίο όχι μόνο διατηρεί τα παραδοσιακά θεματικά χαρακτηριστικά άλλα έχει επηρεαστεί ελάχιστα από

τις καινοτομικές αλλαγές της δεκαετίας του '70. Αυτό που απαιτείται μάλλον είναι η συνεργασία των δύο προσεγγίσεων, ώστε οι προτεινόμενες αλλαγές να καταστούν για τους εκπαιδευτικούς αναγνωρίσιμες, κατανοητές και γόνιμες.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Astolfi, J. P. και M., Develay (1989). *La didactique des sciences*. Presses Universitaires de France. Παρίσι.
- Bevilacqua, F., E., Giannetto & M., Matthews (2001). *Science Education and Culture. The Contribution of History and Philosophy of Science*. Dordrecht. Kluwer Academic Publishers.
- Black, P. (1986). «Integrated or Coordinated science?». *School Science Review*, June '86, σσ. 669-681.
- Caillet, E. (1989). «L'Art comme jubilation critique». *ASTER, Recherches en Didactique des Sciences Expérimentales*, 9, 43-67.
- Escot C. (1999). «La culture scientifique et technologique dans l'éducation non formelle». *Études et documents d'éducation*, 66.
- Jenkins, E. W. (ed.) (1997). *Innovations in Science and Technology Education*, τόμ. VI. Παρίσι: Unesco.
- Jordan, T. (1989) «Themes and schemes: A Philosophical Approach to Interdisciplinary Science Teaching». *Synthese*, 80, σσ. 63-79.
- Κολιόπουλος, Δ. (2002). *Επιστημονική Μουσειολογία*. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις. Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών Παν/μίου Πατρών.
- Κολιόπουλος, Δ. (2003). «Το απλό εκκρεμές στα σχολικά εγχειρίδια φυσικών επιστημών». *Φυσικός Κόσμος*, 12 (171), σσ. 56-64.
- Κολιόπουλος, D. και X., Arapaki (2003). «Art, Science and Technology in Early Childhood Education: Constructing an In-service Training Program about the Notion of Color». Paper presented in OMEP 2003 Conference. Τουρκία: Kusadasi.
- Levy-Leblond, J. M. (1996). *La pierre de touche. La science à l'épreuve*. Παρίσι: Gallimard.
- Layton, D. (Ed.) (1990). *Innovations in Science and Technology Education*, τόμ. II. Παρίσι: Unesco.
- Maingain, A. και B., Dufour (2002). *Approches didactiques de l'interdisciplinarité*. Βρυξέλλες: De Boeck Université.
- Matthews, M. (2000). *Time for Science Education. How Teaching the History and Philosophy of Pendulum Motion Can Contribute to Science Literacy*. Νέα Υόρκη: Kluwer Academic / Plenum Publishers.
- Ματσαγγούρας, Η. (2003). *Η διαθεματικότητα στη σχολική ζωή*. Αθήνα: Γρηγόρης.
- Miller, A. (1996). *Insights of Genius. Imagery and Creativity in Science and Art*. Νέα Υόρκη: Springer-Verlag.
- Μπαλτάς, Α. (1983). «Για το οικολογικό κίνημα. Επιστήμη και διεπιστημονικότητα». *Ο Πολίτης*, 63, σσ. 1-21.
- Unesco (1969-1981). *Tendance nouvelles de l'enseignement intégré des sciences*. Παρίσι: Unesco.
- Unesco (1994). *Οδηγός του εκπαιδευτικού για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών στο δημοτικό και το γυμνάσιο*, επιμ. Γ. Αντωνίου, Δ. Κολιόπουλου, Μ. Μαυροπούλου και Γ. Μπαγάκη. Αθήνα: Red-T-Point.