

Διδακτική των Μαθηματικών: Μια απόπειρα οριοθέτησης – τάσεις και προοπτικές

Μιχάλης Γρ. Βόσκογλου, *Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πάτρας*

Περίληψη

Στο παρόν άρθρο γίνεται μια απόπειρα οριοθέτησης του γνωστικού αντικειμένου που καλύπτει η Διδακτική των Μαθηματικών (πυρήνας και σχετιζόμενες περιοχές), εξετάζονται οι ρόλοι του ερευνητή και του δάσκαλου για την ανάπτυξη της σε συνάρτηση με το μέλλον και τις προοπτικές της και παρουσιάζεται η άποψη που την εντάσσει στις λεγόμενες «επιστήμες σχεδιασμού».

Εισαγωγή

Μετά την εκρηκτική ανάπτυξη, που σημειώθηκε στο χώρο της Διδακτικής των Μαθηματικών (Δ.Μ.) τα τελευταία 40-50 χρόνια, πολλοί είναι εκείνοι που πιστεύουν ότι αποτελεί ήδη μια αυτοτελή επιστήμη ή τουλάχιστον έναν αυτοτελή κλάδο της μαθηματικής επιστήμης. Από την άλλη όμως πλευρά αρκετοί είναι και αυτοί που αμφισβητούν την αυτοδυναμία της, με κύριο επιχείρημα το ότι για την ανάπτυξη της είναι απαραίτητη η συνδρομή τόσο των μαθηματικών όσο και μιας σειράς άλλων καλά θεμελιωμένων επιστημονικών κλάδων, στους οποίους θα αναφερθούμε αναλυτικά στη συνέχεια.

Προκειμένου λοιπόν να αποσαφηνιστούν κάπως οι θέσεις αυτές, είναι χρήσιμο να γίνει μια οριοθέτηση των περιοχών που καλύπτει σήμερα η Δ.Μ. και αυτό ακριβώς θα επιχειρήσουμε στο παρόν άρθρο. Για το σκοπό αυτό θα χρησιμοποιήσουμε περισσότερο απόψεις που είναι αποτυπωμένες στη γερμανική βιβλιογρα-

Ο κ. Μιχάλης Γρ. Βόσκογλου είναι Διδάκτωρ Μαθηματικός, Καθηγητής της Σχολής Τεχνολογικών Εφαρμογών του Τ.Ε.Ι. Πάτρας.

φία, απόψεις που είναι και οι σχετικά λιγότερο γνωστές σήμερα στον ελληνικό χώρο. Στις αρχές της δεκαετίας του '70, στις γερμανόφωνες περιοχές της Ευρώπης υπήρξε έντονος προβληματισμός και συζήτηση γύρω από το ρόλο και τη φύση της μαθηματικής εκπαίδευσης με αποκορύφωμα τις εργασίες των Bigalke, Griesel, Wittmann, Freudenthal, Otte, Dress και Tietz, που δημοσιεύθηκαν στην ειδική έκδοση 3/74 του *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, καθώς και της Krygowska (1972).

Στη συνέχεια και παρά τις συνεισφορές των Bigalke (1985), Winter (1986) και άλλων, το θέμα αυτό κάπως ατόνησε, για να αναζωπυρωθεί το 1988 με μια εργασία που παρουσίασε ο Bauersfeld στο 22ο ετήσιο συνέδριο των γερμανών ειδικών της μαθηματικής εκπαίδευσης, εκθέτοντας τις απόψεις του σχετικά με το τι γίνεται και τι θα μπορούσε να γίνει στο μέλλον στο χώρο της Δ.Μ. (Bauersfeld, 1988). Ενδιαφέρον βέβαια για την καλύτερη κατανόηση της φύσης και του ρόλου της Δ.Μ. εκδηλώθηκε τα τελευταία χρόνια και σε διεθνές επίπεδο, όπως π.χ. μαρτυρεί η μελέτη «Τί είναι έρευνα στη Δ.Μ. και ποιά τα αποτελέσματά της» (Balacheff et al. 1992).

Ο πυρήνας και οι σχετιζόμενες περιοχές της Δ.Μ.

Επιγραμματικά μπορούμε να πούμε ότι η αποστολή της Δ.Μ. είναι η έρευνα και ανάπτυξη της διδασκαλίας (και κατ' επέκταση της μάθησης) των μαθηματικών σε όλα τα επίπεδα, καθώς και η μελέτη των επιπτώσεων της διδασκαλίας αυτής στο κοινωνικό περιβάλλον.

Η προσέγγιση όμως και μελέτη των προβλημάτων, που σχετίζονται με τα θέματα αυτά, προϋποθέτει την ύπαρξη ενός επιστημονικού πλαισίου, που περιλαμβάνει αρχές, κανόνες και μεθόδους έρευνας. Για τη δημιουργία του πλαισίου αυτού απαιτείται η συνδρομή τόσο των ίδιων των μαθηματικών, όσο και μιας σειράς άλλων επιστημονικών κλάδων, όπως είναι η γενική διδακτική, η ψυχολογία, τα παιδαγωγικά, η λογική, η κοινωνιολογία, η ιστορία των επιστημών, η πληροφορική κτλ. Αυτό όμως δεν σημαίνει ότι η επιστημονική γνώση γύρω από τη διδασκαλία των μαθηματικών μπορεί να αποκτηθεί συνδυάζοντας απλά και μόνο αποτελέσματα από τους παραπάνω κλάδους. Πράγματι, για το σκοπό αυτό απαιτείται μια ειδική διδακτική προσέγγιση, η οποία συγκεντρώνοντας τις διάφορες τάσεις και απόψεις δημιουργεί μια συμπαγή και εμπειριστατωμένη εικόνα της διδασκαλίας και μάθησης των μαθηματικών, η οποία στη συνέχεια διοχετεύεται με δημιουργικό τρόπο για χρήση στην πράξη.

Για την επιτυχία του διπλού αυτού στόχου είναι απαραίτητη η επίτευξη μιας ισορροπίας μεταξύ της θεωρητικής θεμελίωσης των διαφόρων ενοτήτων

της Δ.Μ. και της πρακτικής εφαρμογής τους στα σχολεία (βλ. Bauersfeld, 1988, ο οποίος κάνει λόγο για δύο «κουλτούρες», που συνυπάρχουν στο χώρο της Δ.Μ.). Ο τρόπος ωστόσο με τον οποίο μπορεί να επιτευχθεί η ισορροπία αυτή δεν είναι απόλυτα ξεκαθαρισμένος μέχρι σήμερα, γι' αυτό και υπάρχει δυσκολία στο να σχηματιστεί μια κοινά παραδεκτή αντίληψη σχετικά με το τί ακριβώς περιλαμβάνει ο κλάδος της Δ.Μ. Είναι ωστόσο σαφές ότι ο πυρήνας της Δ.Μ. αποτελείται από μια ποικιλία συνιστωσών, που περιλαμβάνουν:

- Ανάλυση των διαφόρων μαθηματικών και προμαθηματικών δραστηριοτήτων του ανθρώπου και των τρόπων σκέψης στα μαθηματικά.
- Ανάπτυξη των διαφόρων επιμέρους θεωριών, όπως π.χ. επίλυση προβλημάτων, μαθηματική μοντελοποίηση, μέθοδοι απόδειξης κτλ.
- Έρευνα των προαπαιτούμενων συνθηκών για τη μάθηση και των διαδικασιών για τη διδασκαλία και μάθηση των μαθηματικών.
- Διερεύνηση και διαμόρφωση του περιεχομένου της ύλης των μαθηματικών, ώστε να γίνεται καλά αποδεκτή και αντιληπτή από το μαθητή σε όλα τα επίπεδα.
- Κριτική εξέταση και αιτιολόγηση της αναγκαιότητας της διδασκαλίας της κάθε μαθηματικής ενότητας με βάση τους γενικούς, αλλά και τους ειδικούς σε κάθε περίπτωση υπάρχοντες στόχους.
- Ανάπτυξη και αξιολόγηση των αναλυτικών προγραμμάτων, αλλά και των γενικών μεθόδων παρουσίασης της διδακτέας ύλης (επαγωγική, παραγωγική, εποπτικά μέσα διδασκαλίας κτλ.).
- Ανάπτυξη των τρόπων σχεδιασμού, παρατήρησης και ανάλυσης της διδασκαλίας των μαθημάτων.
- Μελέτη και ανάπτυξη των μεθόδων αξιολόγησης διδασκόντων και διδασκόμενων.
- Μελέτη της ιστορίας της μαθηματικής εκπαίδευσης κτλ.

Γίνεται, λοιπόν, φανερό ότι ο πυρήνας της Δ.Μ. είναι προσανατολισμένος προς την αντιμετώπιση πρακτικών προβλημάτων και κατά συνέπεια ο ερευνητής, που θέλει να εργαστεί μέσα στον πυρήνα, πρέπει να στρέψει την προσοχή του προς τα προβλήματα αυτά. Ένας τέτοιος όμως προσανατολισμός εγκυμονεί τον κίνδυνο να οδηγήσει σε ένα στενό πραγματισμό, που επικεντρώνεται στην άμεση εφαρμογή και κατά συνέπεια γίνεται αντιπαραγωγικός σε νέες ιδέες και θεωρίες.

Το χάσμα αυτό μπορεί να καλυφθεί μόνο με τη σύνδεση του πυρήνα της Δ.Μ. με μια ποικιλία σχετιζόμενων περιοχών, οι οποίες προωθούν και ανταλλάσσουν ιδέες μεταξύ της Δ.Μ. και των σχετικών με αυτή επιστημονικών κλά-

δων και επιτρέπουν τη διερεύνηση των διαφόρων συνιστωσών του πυρήνα με συστηματικό τρόπο. Αυτό βέβαια δεν σημαίνει ότι η αποστολή του πυρήνα περιορίζεται απλά και μόνο σε πρακτικές εφαρμογές, επειδή η σχετική θεωρία αναπτύσσεται αποκλειστικά στις σχετιζόμενες περιοχές. Πράγματι η ανάπτυξη θεωριών ή θεωρητικών πλαισίων για το σχεδιασμό και την εμπειρική διερεύνηση της διδασκαλίας αποτελεί μια ουσιώδη συνιστώσα εργασίας στον πυρήνα (Freudenthal, 1987). Είναι πάντως γεγονός ότι τα όρια μεταξύ του πυρήνα και των σχετιζόμενων περιοχών της Δ.Μ. είναι ασαφή και μεταβλητά με το χρόνο, με συνέπεια ο σαφής διαχωρισμός μεταξύ τους να είναι πρακτικά ανέφικτος.

Συμπερασματικά, μπορούμε να πούμε ότι, αν και οι σχετιζόμενες περιοχές αποτελούν αναπόσπαστο στοιχείο της Δ.Μ., το κέντρο βάρους της αποτελεί ο πυρήνας, αφού η έρευνα και ανάπτυξη της παίρνουν τον ειδικό τους προσανατολισμό από τις ανάγκες του πυρήνα. Κατά συνέπεια η πρόοδος σε αυτόν αποτελεί το ουσιώδες μέτρο για τη συνολική εκτίμηση της ανάπτυξης της Δ.Μ.

Κάποιος μπορεί να αντιληφθεί πληρέστερα την κατάσταση αυτή, αν την παρομοιάσει με ανάλογα φαινόμενα, που παρουσιάζονται στη μουσική, τη μηχανολογία, την ιατρική κτλ. Για παράδειγμα στο χώρο της μουσικής η σύνθεση και εκτέλεση έχουν το προβάδισμα σε σχέση με την ιστορία, την κριτική και τη θεωρία της μουσικής, στο χώρο της μηχανολογίας η κατασκευή και βελτίωση των μηχανών προηγούνται της μηχανικής, της θερμοδυναμικής και της έρευνας των υλικών, στην ιατρική η περίθαλψη των ασθενών έχει την κεντρική βαρύτητα σε σχέση με την ιατρική κοινωνιολογία και ιστορία, ή την έρευνα των κυττάρων κτλ.

Οι ρόλοι του ερευνητή και του δάσκαλου για την ανάπτυξη της Δ.Μ.

Τα μαθηματικά σήμερα έχουν εξελιχθεί σε ένα ευρύ κοινωνικό φαινόμενο, του οποίου η ποικιλία των εφαρμογών και τρόπων έκφρασης στις φυσικές επιστήμες, την οικονομία, τη βιομηχανία, το εμπόριο, τις τέχνες και γενικά την καθημερινή μας ζωή, καλύπτεται μόνο μερικώς από τα εξειδικευμένα μαθηματικά, που συναντά κανείς στα προγράμματα των μαθηματικών τμημάτων. Αναμφίβολα, βέβαια, ο ρόλος των εξειδικευμένων μαθηματικών στη δημιουργία του φαινομένου αυτού υπήρξε και είναι ουσιαστικός, αφού χωρίς τη δική τους συμβολή θα ήταν αδύνατο να πάρει τις σημερινές του διαστάσεις. Αντίστροφα, όμως, είναι επίσης γεγονός ότι και τα εξειδικευμένα μαθηματικά έχουν ωφεληθεί τα μέγιστα, αντλώντας ιδέες και δυναμική από ευρύτερες επιστημονικές και κοινωνικές πηγές.

Αυτή ακριβώς η εξισορροπημένη αντίληψη των μαθηματικών επιβάλλεται να χαρακτηρίζει τον ειδικό ερευνητή της μαθηματικής εκπαίδευσης, που ξεκινώντας από τη θεώρηση των διάφορων μαθηματικών δραστηριοτήτων ως μιας φυσικής συνιστώσας της ανθρώπινης νόησης, πρέπει να βλέπει τα σχολικά μαθηματικά ως μια επέκταση των προμαθηματικών δραστηριοτήτων του ανθρώπου, που αναπτύσσονται μέσα στο ευρύτερο κοινωνικό φαινόμενο που περιγράψαμε παραπάνω (D' Ambrosio, 1986· Schweiger, 1994· Dorfler, 1994). Κατά συνέπεια, οφείλει να αφιερώσει ένα μεγάλο μέρος της επαγγελματικής του ενασχόλησης ενθαρρύνοντας, παρατηρώντας και αναλύοντας τις γνήσιες προμαθηματικές και μαθηματικές δραστηριότητες των μαθητών, των φοιτητών, αλλά και των δασκάλων των μαθηματικών.

Ασφαλώς βέβαια, μέσα στο πλαίσιο αυτό, τα εξειδικευμένα μαθηματικά πρέπει να αντιμετωπίζονται με τη δέουσα βαρύτητα και προσοχή, χωρίς όμως να παραβλέπεται το γεγονός ότι, όπως διδάσκει η ιστορία της μαθηματικής εκπαίδευσης, ο στενός συσχετισμός των σχολικών με τα εξειδικευμένα μαθηματικά εγκυμονεί σοβαρούς κινδύνους (π.χ. η αποτυχία της εισαγωγής των «νέων μαθηματικών» στη βασική εκπαίδευση, η παραμέληση σημαντικών εκπαιδευτικά κλάδων των μαθηματικών, που δεν είναι πλέον ενεργοί στην εξειδικευμένη έρευνα, με αντιπροσωπευτικότερο παράδειγμα την Ευκλείδεια Γεωμετρία κτλ.). Μόνο μέσα από αυτή την προοπτική μπορούν να διαμορφωθούν σωστά τα αναλυτικά προγράμματα διδασκαλίας των μαθηματικών στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση, αλλά και να δημιουργηθούν τα κατάλληλα προγράμματα εκπαίδευσης και επιμόρφωσης των δασκάλων των μαθηματικών.

Σημαντικός, όμως, είναι και ο ρόλος που καλείται να παίξει ο δάσκαλος των μαθηματικών για την ανάπτυξη της Δ.Μ. Ένας ρόλος που είναι ανάλογος προς το ρόλο του μαέστρου μάλλον μιας ορχήστρας παρά του μουσικοσυνθέτη (ο οποίος αντιστοιχεί στο ρόλο του ειδικού ερευνητή της Δ.Μ.), ή ακόμη προς το ρόλο του σκηνοθέτη μάλλον παρά του συγγραφέα ενός θεατρικού έργου. Πράγματι, δεν ισχυρίζεται κανένας ότι ο δάσκαλος πρέπει να σχεδιάζει μόνος του τα προγράμματα και τις τεχνικές της διδασκαλίας των μαθηματικών, αφού αυτό είναι κάτι το ιδιαίτερα δύσκολο και πρέπει να γίνεται από τους ειδικούς. Πρέπει, ωστόσο, να είναι ικανός να προσαρμόζει τα προγράμματα και τις τεχνικές αυτές στο επίπεδο του έμπυχου υλικού της τάξης του και παραπέρα να συνεισφέρει σημαντικά με την εμπειρία του (ως μέλος ερευνητικών ομάδων κτλ.) στη διαμόρφωσή τους. Πρέπει δηλαδή ο δάσκαλος να έχει τουλάχιστον την ικανότητα να διεξάγει ένα είδος μικρής «τοπικής έρευνας» και να αξιοποιεί τα συμπεράσματά της για τη βελτίωση της διδασκαλίας του. Κατά συνέ-

πεια αποφοιτώντας από το πανεπιστήμιο, αλλά και στη συνέχεια με την κατάλληλη μετεκπαίδευση και επιμόρφωση, πρέπει να αποκτήσει όλα τα απαραίτητα εφόδια για το σκοπό αυτό.

Το πρακτικό μέρος της εκπαίδευσης αυτής πρέπει να βασίζεται στον πυρήνα της Δ.Μ., ενώ οι σχετιζόμενες περιοχές, που είναι επίσης απαραίτητες για τη βαθύτερη κατανόηση και σωστή εφαρμογή των διαφόρων πρακτικών συμπερασμάτων, αποκτούν την πραγματική τους διάσταση για το δάσκαλο, όταν παρουσιάζονται κατάλληλα συνδεδεμένες με τον πυρήνα. Γενικά, η εκπαίδευση και επιμόρφωση του δασκάλου πρέπει να γίνεται με στόχο και προοπτική ο ίδιος να αποβεί περισσότερο συνεργάτης του ερευνητή της Δ.Μ., έχοντας ενεργό συμμετοχή στην ανάπτυξή της, παρά απλός αποδέκτης των συμπερασμάτων της έρευνας στο χώρο της Δ.Μ. (Schupp, 1979· Schwab, 1983· Fischer & Maller, 1983, καθώς και τις εργασίες των Brown & Cooney, Seeger & Steinbring, Voigt κτλ στις εκδόσεις 4-5/91 του *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*).

Ένας σημαντικός κίνδυνος για την ανάπτυξη της Δ.Μ. είναι η παραμέληση του πυρήνα. Το πρόβλημα αυτό είναι υπαρκτό σήμερα σε μεγάλο βαθμό. Πράγματι η Δ.Μ., ως νέος επιστημονικός κλάδος, δέχεται ισχυρές πιέσεις και αμφισβήτηση από διάφορες κατευθύνσεις, αφού είναι δύσκολο για τους ειδικούς των σχετικών με την Δ.Μ. κλάδων να αντιληφθούν και να εκτιμήσουν τις νέες προσεγγίσεις, που γίνονται στα όρια του επιστημονικού τους κλάδου. Έτσι πολλοί ερευνητές της Δ.Μ., είτε επηρεασμένοι από το επιστημονικό τους υπόβαθρο, είτε επιθυμώντας να έχουν την αναγνώριση και υποστήριξη των συναδέλφων τους των σχετικών με τη Δ.Μ. επιστημονικών κλάδων, υιοθετούν αρχές και μεθόδους που ταιριάζουν περισσότερο στη μελέτη προβλημάτων που βρίσκονται στα όρια των κλάδων αυτών με τη Δ.Μ., παρά των προβλημάτων του πυρήνα της Δ.Μ. Κατά συνέπεια, σήμερα ένα μεγάλο μέρος της έρευνας στο χώρο της Δ.Μ. σχετίζεται περισσότερο με τα μαθηματικά, την ψυχολογία, τα παιδαγωγικά, την ιστορία των μαθηματικών κτλ. παρά με τα προβλήματα του πυρήνα της.

Το πρόβλημα βέβαια αυτό δεν υφίσταται μόνο για τη Δ.Μ., αλλά αποτελεί ένα γενικό πρόβλημα της εκπαίδευσης, που επιτείνεται από το γεγονός ότι οι παιδαγωγικές σχολές βρίσκονται συνήθως στον ίδιο περιβάλλοντα χώρο (πανεπιστήμιο) με τα αντίστοιχα τμήματα των σχετικών με αυτές επιστημονικών κλάδων (Clifford & Guthrie, 1988, σ. 3). Κάτω από τις συνθήκες αυτές είναι βέβαιο ότι βραχυπρόθεσμα το πρόβλημα αυτό θα εξακολουθήσει να υφίσταται. Για να ισχυροποιήσει τη θέση της στο μέλλον η Δ.Μ. χρειάζεται κοινωνική υποστήριξη, που μπορεί να την κερδίσει μόνο μέσα από τη στενή

συνεργασία των ερευνητών με τα σχολεία, τους γονείς και τους δασκάλους, μια συνεργασία που θα έχει ως αποτέλεσμα και την κατάλληλη επιμόρφωση των δασκάλων, αλλά και το σωστό σχεδιασμό και ανάπτυξη της έρευνας στο χώρο της Δ.Μ.

Η Δ.Μ. ως επιστήμη σχεδιασμού

Η μετακίνηση της έρευνας στο χώρο της Δ.Μ. από τον πυρήνα προς τις σχετιζόμενες περιοχές μέσω της άκριτης υιοθέτησης αρχών και μεθόδων από τους σχετικούς επιστημονικούς κλάδους, εγκυμονεί εκτός των άλλων και τον κίνδυνο να οδηγήσει δογματικά στο συμπέρασμα ότι αυτές οι αρχές και οι μέθοδοι είναι και οι μόνες που μπορούν να εφαρμοστούν με επιτυχία στη Δ.Μ. Αυτό όμως, αν συμβεί, θα σημαίνει ότι τα προβλήματα του πυρήνα θα μπορούν να αντιμετωπιστούν μόνο στο βαθμό που επιδέχονται την εφαρμογή τέτοιου είδους αρχών και μεθόδων για την επίλυσή τους. Κάτι τέτοιο, ωστόσο, δεν συμβαίνει πάντοτε στην πραγματικότητα, αφού, όπως είδαμε παραπάνω, ο πυρήνας έχει εφαρμοσμένο χαρακτήρα και πολλά από τα πρακτικά προβλήματα που καλείται να αντιμετωπίσει δεν είναι από τη φύση τους συμβατά με την εφαρμογή τέτοιου είδους αρχών και μεθόδων.

Πράγματι, μιλώντας γενικά, πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη η άποψη του Riedel (1988), ότι για την αποτελεσματική μελέτη πολύπλοκων συστημάτων (όπως π.χ. οι μηχανισμοί σκέψης, μάθησης και λήψης αποφάσεων του ανθρώπινου νού) απαιτείται ένα είδος λιγότερο τυπικής και περισσότερο πρακτικής «δεύτερης φιλοσοφίας», σε αντίθεση με την παραδοσιακή «πρώτη φιλοσοφία», που στοχεύει στην πλήρη περιγραφή των φαινομένων και την εξαγωγή σταθερών συμπερασμάτων και που σε τέτοιες περιπτώσεις (πολύπλοκων συστημάτων) η εφαρμογή της είναι καταδικασμένη σε αποτυχία λόγω της άκαμπτης ιδεολογίας της του αυτοπεριορισμού (self restriction), (Fischer (1980). Το αποτέλεσμα όμως όλων αυτών θα ήταν η αμφισβήτηση της αναγνώρισης του πυρήνα της Δ.Μ. ως ενός καθαρά επιστημονικού κλάδου. Κατά τον Wittman (1974) αυτό μπορεί να ξεπεραστεί μέσα από την ένταξη της Δ.Μ. στην ευρύτερη κλάση των λεγομένων «επιστημών σχεδιασμού» (design sciences ή sciences of the artificial), που είναι απόλυτα συμβατή με τον εφαρμοσμένο χαρακτήρα του πυρήνα της. Η υφή των επιστημών αυτών διακρίθηκε με σαφήνεια από τον νομπελίστα Simon (1970). Έτσι, ενώ οι φυσικές επιστήμες περιγράφουν και ερμηνεύουν τη δομή και λειτουργία των φυσικών αντικειμένων, η αποστολή των επιστημών σχεδιασμού είναι ο σχεδιασμός τεχνητών αντικειμένων, τα οποία να έχουν κάποιες επιθυμητές ιδιότητες.

Στις επιστήμες αυτές υπάγονται η μηχανολογία, η αρχιτεκτονική, η ιατρική, αλλά ακόμη και τα οικονομικά, η νομική κτλ. Όπως τονίζει μάλιστα χαρακτηριστικά ο Simon, η ειρωνεία είναι ότι, ενώ ο σχεδιασμός (με την παραπάνω ευρεία έννοια) πρέπει να αποτελεί το βαρόμετρο κάθε είδους επαγγελματικής κατάρτισης, οι φυσικές επιστήμες έχουν εκτοπίσει σημαντικά από τα προγράμματα των αντίστοιχων πανεπιστημιακών τμημάτων τις επιστήμες σχεδιασμού, με αποκορύφωμα τα πολυτεχνεία, τις ιατρικές και τις οικονομικές σχολές, που όντας ενταγμένες μέσα στη γενική κουλτούρα και φιλοσοφία του πανεπιστημιακού κατεστημένου, έχουν μετατραπεί κατά ένα μεγάλο μέρος σε τμήματα φυσικής, βιολογίας και πεπερασμένων μαθηματικών αντίστοιχα!

Το φαινόμενο αυτό βρίσκεται σε πλήρη αντιστοιχία με τη μετατόπιση της έμφασης στο χώρο της Δ.Μ. από τον πυρήνα προς τις σχετιζόμενες περιοχές. Αυτό ωστόσο δεν αποτελεί έκπληξη, αφού η Δ.Μ. (και γενικότερα η εκπαίδευση) μπορεί να ενταχθεί στις επιστήμες σχεδιασμού.

Πράγματι, για τη Δ.Μ. ο σχεδιασμός των τεχνητών αντικειμένων συνίσταται στην εκπόνηση των αναλυτικών προγραμμάτων διδασκαλίας, των μεθόδων παρουσίασης και διδασκαλίας των διαφόρων διδακτικών ενοτήτων κτλ., οι δε επιθυμητές ιδιότητες των αντικειμένων αυτών διαμορφώνονται με βάση τις αναπτυσσόμενες θεωρίες για τη μάθηση και διδασκαλία και δοκιμάζονται μέσα από τη μελέτη των επιπτώσεών τους στην πράξη πάνω σε διάφορα «εκπαιδευτικά περιβάλλοντα» (σύνθεση μαθητικού δυναμικού, επικρατούσες κοινωνικοπολιτικές συνθήκες κτλ.). Κατά τον Wittman (1995) τα πιο ενδιαφέροντα αποτελέσματα της έρευνας στο χώρο της Δ.Μ. αφορούν τον προσεκτικό σχεδιασμό και την εμπειρική μελέτη μιας σειράς μεθόδων παρουσίασης και διδασκαλίας των διαφόρων μαθηματικών ενοτήτων (teaching units), που βασίζονται πάνω σε θεμελιώδεις θεωρητικές αρχές της διδασκαλίας και μάθησης των μαθηματικών. Οι σχεδιασμοί αυτοί για να είναι αποτελεσματικοί στην πράξη πρέπει να χαρακτηρίζονται από τις ακόλουθες ιδιότητες:

- 1) Να αντιπροσωπεύουν κεντρικά σημεία και αρχές της διδασκαλίας των μαθηματικών.
- 2) Να αποτελούν πλούσιες πηγές για διάφορες μαθηματικές δραστηριότητες.
- 3) Να είναι εύκαμπτοι, ώστε να μπορούν να προσαρμοστούν στις ειδικές συνθήκες της κάθε τάξης.
- 4) Να συγκεράζουν μαθηματικές, ψυχολογικές και παιδαγωγικές αντιλήψεις για τη διδασκαλία και μάθηση των μαθηματικών, ώστε να προσφέρουν ένα ευρύ πεδίο για εμπειρική έρευνα.

Ως παραδείγματα τέτοιων σχεδιασμών ο Wittman αναφέρει τα «Αριθμογώνια» των Macintosh & Quadling (1975), τις «Κάρτες-καθρέπτες» (Mirror cards) της Walter, τον «Αριθμό των ωρών ενός χρόνου» του Walther's κτλ. Παρουσιάζει, επίσης, αναλυτικά και ένα δικό του σχεδιασμό από το project «Maths 2000» με αριθμογώνια, που βρίσκει μια ποικιλία εφαρμογών στην πράξη: από τις βασικές ιδιότητες της πρόσθεσης φυσικών αριθμών μέχρι την παρουσίαση προχωρημένων μαθηματικών εννοιών, όπως τρισδιάστατοι πραγματικοί διανυσματικοί χώροι, πίνακες, γραμμικές απεικονίσεις κτλ. Μάλιστα η ομοιότητα της δομής των teaching units με τις κλινικές συνεντεύξεις, συμπληρώνει ο Wittman, οδηγεί στην προσαρμογή των μεθόδων του Piaget για τη μελέτη της γνωστικής ανάπτυξης των παιδιών μέσα από εμπειρική έρευνα, που βασίζεται σε τέτοιου είδους σχεδιασμούς. Καταλήγουμε δηλαδή με τον τρόπο αυτό σε ένα είδος «κλινικών πειραμάτων διδασκαλίας», στα οποία τα teaching units μπορούν να χρησιμοποιηθούν όχι μόνο ως εργαλεία έρευνας, αλλά επίσης και ως αντικείμενα μελέτης.

Οι ενστάσεις που υπάρχουν για την ένταξη της Δ.Μ. στις επιστήμες σχεδιασμού βασίζονται κυρίως στο γεγονός ότι οι επιστήμες αυτές παραδοσιακά ακολουθούν ένα μηχανιστικό τρόπο έκφρασης, τα αποτελέσματα του οποίου γίνονται ορατά στην πράξη (π.χ. κατασκευές κτιρίων, ίαση διαφόρων ασθενειών, ανάπτυξη νέων στρατηγικών marketing, νομικά επιχειρήματα κτλ.). Σήμερα, ωστόσο, στις επιστήμες αυτές έχει εμφανισθεί ένα νέο παράδειγμα, που αφορά τη λεγόμενη «συστηματική - εξελικτική» ανάπτυξη ζώντων συστημάτων (Malik, 1986), όπου λαμβάνεται σοβαρά υπόψη η πολυπλοκότητα και αυτοοργάνωση των συστημάτων αυτών. Αν και υπάρχει ακόμη δισταγμός από τους ερευνητές για την ένταξη του παραδείγματος αυτού στο χώρο των επιστημών σχεδιασμού, αυτό δεν αποτελεί λόγο για τους ερευνητές της Δ.Μ. να μην το ακολουθήσουν, τη στιγμή μάλιστα που βρίσκεται σε πλήρη αντιστοιχία με τις πρόσφατες εξελίξεις στο χώρο της επιστήμης τους.

Πράγματι η «συστηματική - εξελικτική» άποψη είναι απόλυτα συμβατή με τη θεώρηση της μάθησης σήμερα όχι πλέον ως μιας παθητικής μεταβίβασης από το δάσκαλο στο μαθητή, αλλά ως ενός παραγωγικού επιτεύγματος του μαθητή μέσα από μια διαδικασία κοινωνικής αλληλεπίδρασης με το δάσκαλο και τους άλλους μαθητές. Όμως, για να εδραιωθεί η επιστημονική υφή της Δ.Μ. πρέπει και η κοινωνία από την άλλη πλευρά να αντιληφθεί και να δεχτεί γενικά ότι η ανάπτυξη των δυνατοτήτων του ανθρώπινου νού (human resources) είναι εξίσου σημαντική με την ανάπτυξη των νέων τεχνολογιών ή των νέων στρατηγικών marketing.

Βιβλιογραφία

- Balacheff, N. et al. (1992). What is Research in Mathematics Education and What are Its Results? *ICMI Bulletin*, 33, 17-23.
- Bauersfeld, H. (1988). "Quo Vadis?": Zu den Perspektivender Fachdidaktik. *Mathematica Didactica*, 11, 3-24.
- Bigalke, H. G. (1985). Beiträge zur wissenschaftstheoretischen Diskussion der Mathematik-didaktik. In M. Bonsch & L. Scähffner (Eds), *Theorie und Praxis. Schriftenreihe aus dem FB Erziehungswissenschaften I der Universität Hannover*.
- Clifford, G. J., & Guthrie, J. W. (1988). *Ed school, A Brief for Professional Education*. Chicago and London: University of Chicago Press.
- D' Ambrosio, U. (1986). Socio-Cultural Bases for Mathematical Education. In M. Carss (Ed.), *Proceedings of the Fifth International Congress on Mathematical Education* (pp. 1-6). Boston: Birkhauser.
- Dorfler, W. (1994). The gulf between mathematics and mathematics education, ICMI – Study, *What is Research in Mathematics Education and What are its Results?*, Washington, May, 8-11.
- Fischer, R. (1980). Zur Ideologie der Selbstbeschränkung Mathematikstudium. In *Mathematikunterricht an Universitäten. Zweiter Teil. Zeitschrift für Hochschuldidaktik* (pp. 32-72). Wien: Sonderheft.
- Fischer, R., & Maller, G. (1983). *Mensch und Mathematik*. Mannheim: Bibliographisches Institut.
- Freudenthal, H. (1987). Theoriebildung zum Mathematikunterricht. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 3, 96-103.
- Krygowska, A. Z. (1972). Mathematik-didaktische Forschung an der Pädagogischen Hochschule Krakau. *Beiträge zum Mathematikunterricht 1971*. Schroedel Hannover, 117-125.
- Malik, F. (1986). *Strategie des Managements komplexer Systeme*. Bern: Haupt.
- Macintosh, A., & Quadling, D. (1975). Arithmogons. *Mathematics Teaching*, 70, 18-23.
- Riedel, M. (1988). *Für eine zweite Philosophie*. Frankfurt: Suhrkamp.
- Schupp, H. (1979). Evaluation eines Curriculums. *Der Mathematikunterricht*, 25, 22-42.
- Schwab, J. (1983). The Practical 4: Something for Curriculum Professors to Do. *Curriculum Inquiry*, 13, 239-265.
- Schweiger, F. (1994). Mathematics is a Language. In D. F. Robitaille et al. (Eds), *Selected Lectures from the 7th International Congress on Mathematical Education, Quebec, 1992* (pp. 197-309). Sainte Foy: Les Presses de l' Université Laval.

- Simon, H. A. (1970). *The Sciences of the Artificial*. Cambridge/Mass: MIT-Press.
- Winter, H. (1986). Was heibt und zu welchem Ende studiert man Mathematikdidaktik? In H. Schanze, *Lehrerbildung in Aachen – Geschichte, Entwicklungen, Perspektiven* (pp. 174-194). Aachen.
- Wittman, E. CH., (1974). Didaktik der Mathematik als Ingenieurwissenschaft. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 3, 119-121.
- Wittman, E. CH. (1995). Mathematics Education as a "Design Science". *Educational Studies in Mathematics*, 29 (4), 354-374.