

Η ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΣΤΟ ΕΝΙΑΙΟ ΛΥΚΕΙΟ: ΠΡΟΣ ΕΝΑ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΜΕ ΣΤΟΧΟ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΔΕΞΙΟΤΗΤΩΝ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ

Τζιμογιάννης Αθανάσιος
Δρ., Εκπαιδευτικός Δ.Ε., ΑΣΠΑΙΤΕ Ιωαννίνων
ajimoyia@cc.uoi.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή γίνεται διερεύνηση μιας σειράς παραγόντων που άπτονται της διδασκαλίας του προγραμματισμού Η/Υ στο Ενιαίο Λύκειο. Αναλύονται οι γνωστικοί στόχοι, τα εννοιολογικά εργαλεία και οι διδακτικές προσεγγίσεις με στόχο την επικοδομήση των βασικών εννοιών και την ανάπτυξη δεξιοτήτων προγραμματισμού. Τονίζεται η αναγκαιότητα ενός ολοκληρωμένου πλαισίου οργάνωσης του προγραμματισμού στο Ενιαίο Λύκειο, που θα στοχεύει στην ανάπτυξη δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων. Το προτεινόμενο πλαίσιο, το οποίο απαιτεί άμεσες παρεμβάσεις, προσδιορίζεται από τρεις άξονες: Προγράμματα Σπουδών, Διδακτική και διδασκαλία του προγραμματισμού, λειτουργική οργάνωση-υποστήριξη.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Προγραμματισμός Η/Υ, Διδακτική της Πληροφορικής

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η μεγάλη ανάπτυξη και ο ρόλος που έχουν στη σημερινή εποχή οι **Τεχνολογίες της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών (ΤΠΕ)**, τις έχουν καταστήσει δομική συνιστώσα κάθε σύγχρονου Προγράμματος Σπουδών. Η εξοικείωση των μαθητών με τις ΤΠΕ (τεχνολογικός αλφαριθμητισμός), η κατανόηση βασικών-διαχρονικών εννοιών της Πληροφορικής και η ανάπτυξη σχετικών δεξιοτήτων θεωρούνται τμήμα του πυρήνα της βασικής εκπαίδευσης, αντίστοιχης σπουδαιότητας με την ανάγνωση και τη γραφή (Unesco/IFIP, 2000).

Η σημασία του προγραμματισμού Η/Υ, ως γνωστική δραστηριότητα των μαθητών, και η συνεισφορά του στην ανάπτυξη δομημένης σκέψης έχει τεθεί για πρώτη φορά από τον Papert (1980). Παράλληλα, ο προγραμματισμός θεωρείται ένα ισχυρό μέσο για τη διδασκαλία βασικών εννοιών που βρίσκουν εφαρμογή στα Μαθηματικά, στη Φυσική και στη Λογική (Papert 1980, Howe et al. 1989). Κατά την επίλυση προβλημάτων με χρήση προγραμματιστικών εργαλείων χρησιμοποιούνται θεμελιώδεις έννοιες (μεταβλητή, δομή επιλογής, δομές επανάληψης κ.λ.π.) οι οποίες είναι δύσκολο να οικοδομηθούν από τους μαθητές με τα παραδοσιακά διδακτικά μέσα. Η συμβολή του προγραμματισμού στην ανάπτυξη δεξιοτήτων υψηλού επιπέδου και οι διαδικασίες μεταφοράς δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων σε άλλες γνωστικές περιοχές έχουν γίνει αντικείμενο εκτεταμένης μελέτης (Clements 1987, Kagan 1989, Mayer, Dyck & Vilberg 1989, Kurland et al. 1989, Palumbo & Reed 1991, Ennis 1994, Pirolli & Recker 1994).

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η μεγάλη προσπάθεια, που γίνεται διεθνώς με στόχο τη διάχυση και εφαρμογή των ΤΠΕ στην ευρύτερη εκπαιδευτική διαδικασία, έχει θέσει εκ των πραγμάτων σε δεύτερη μοίρα τη διδασκαλία της Πληροφορικής και τη Διδακτική της. Ειδικότερα, σε ότι αφορά στη διδασκαλία του προγραμματισμού Η/Υ, συχνά διατυπώνονται απόψεις που θέτουν υπό αμφισβήτηση την παιδαγωγική αξία της, ιδιαίτερα για τους μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Σε πολλές περιπτώσεις η χρησιμοποιούμενη επιχειρηματολογία βασίζεται στο γεγονός ότι τα σύγχρονα πακέτα λογισμικού γενικής χρήσης υποστηρίζουν εύκολα και γρήγορα την παραγωγή ποιοτικών και αξιόπιστων αποτελεσμάτων. Αντίστοιχη προσέγγιση έχει καταγραφεί σε έρευνα που έγινε σε δείγμα 83 καθηγητών Πληροφορικής Λυκείου από επτά νομούς της χώρας (Τζιμογιάννης 2002α). Είναι χαρακτηριστικό ότι περίπου 2 στους 3 αξιολογούν τη διδασκαλία των αρχών του προγραμματισμού ως τον λιγότερο σημαντικό διδακτικό στόχο του Προγράμματος Σπουδών Πληροφορικής.

Η διδακτική εμπειρία δείχνει ότι ο προγραμματισμός Η/Υ αποτελεί για την πλειονότητα των μαθητών μια δύσκολη και ελάχιστα ελκυστική δραστηριότητα. Οι μαθητές δείχνουν μεγάλο ενδιαφέρον για το Διαδίκτυο, για λογισμικά γενικής χρήσης και, κυρίως, για τα ηλεκτρονικά παιχνίδια. Από τη σκοπιά του εκπαιδευτικού, η διδασκαλία του προγραμματισμού αποτελεί μια δύσκολη αλλά ταυτόχρονα ενδιαφέρουσα εργασία, ιδιαίτερα όταν αφορά σε μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

Η έρευνα σχετικά με τη διδασκαλία του προγραμματισμού έχει επικεντρωθεί στην καταγραφή των αντιλήψεων μαθητών και φοιτητών για τις υπολογιστικές δομές (Soloway & Spohrer 1989, Green 1990), στη μελέτη των εννοιολογικών δυσκολιών που αντιμετωπίζουν κατά την εφαρμογή των βασικών υπολογιστικών δομών για την επίλυση προβλημάτων σε περιβάλλον προγραμματισμού (Samurçay 1989, Soloway & Spohrer 1989, Green 1990) και στο σχεδιασμό κατάλληλων διδακτικών στρατηγικών και εκπαιδευτικών περιβαλλόντων (Soloway & Spohrer 1989, Jehng, Tung & Chang 1999, Ramadhan 2000). Στη χώρα μας έχουν αναφερθεί τα τελευταία χρόνια ενδιαφέροντα αποτελέσματα, τα οποία αφορούν σε παρανοήσεις μαθητών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για βασικές έννοιες του προγραμματισμού (Τζιμογιάννης & Γεωργίου 1998, Τζιμογιάννης & Κόμης 2000), σε δυσκολίες εφαρμογής των δομών επιλογής για την επίλυση απλών προβλημάτων (Τζιμογιάννης & Κόμης 1999), σε διδακτικές προσεγγίσεις και μεθοδολογίες (Πολίτης, Καραμάνης & Κόμης 2001, Γρηγοριάδου, Γόγουλου & Γουλή 2002, Σατρατζέμη, Δαγδiléλης & Ευαγγελίδης 2002).

Η ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΣΤΗ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Στα Προγράμματα Σπουδών Πληροφορικής έχουν εφαρμοστεί, σε γενικές γραμμές, δύο διαφορετικές προσεγγίσεις διδασκαλίας του Προγραμματισμού Η/Υ.

α) Προσέγγιση της εκμάθησης γλωσσών προγραμματισμού

Βασίζεται στην **τεχνοκεντρική προσέγγιση** για την ένταξη της Πληροφορικής στην εκπαίδευση (Κόμης και Μικρόπουλος 2001). Κύριος στόχος είναι η εκμάθηση της χρησιμοποιούμενης γλώσσας προγραμματισμού, ενώ δίνεται έμφαση στη δομή, στο λεξιλόγιο και τους συντακτικούς κανόνες της. Η προσέγγιση αυτή ακολουθήθηκε

και στη χώρα μας το 1985, όταν εισήχθη η διδασκαλία του προγραμματισμού στα Τεχνικά Επαγγελματικά Λύκεια (ΤΕΛ) και στα Ενιαία Πολυκλαδικά Λύκεια (ΕΠΛ) με τη μορφή της εκμάθησης της Basic (Β' τάξη), της Pascal (Γ' τάξη) και της Cobol (Γ' τάξη). Αντίστοιχη ήταν η προσέγγιση της εισαγωγής του προγραμματισμού στο Γυμνάσιο το 1992, με τη διδασκαλία της Logo (Α' τάξη) και της Basic (Γ' τάξη). Η διδακτική εμπειρία έχει δείξει ότι, ακόμη και στα ΤΕΛ, οι περισσότεροι μαθητές περιορίζονταν στην αποστήθιση εντολών ή διαδικασιών και δεν εξασκούσαν στην ανάπτυξη μεθόδων επίλυσης προβλημάτων (Τζιμογιάννης & Γεωργίου 1999).

β) Προσέγγιση της επίλυσης προβλημάτων

Στην προσέγγιση επίλυσης προβλημάτων ο προγραμματισμός αντιμετωπίζεται ως γνωστική δραστηριότητα με στόχο την ανάπτυξη δεξιοτήτων υψηλού επιπέδου. Η διδασκαλία αποδεσμεύεται από τη χρησιμοποιούμενη γλώσσα προγραμματισμού και έχει ως γενικό σκοπό οι μαθητές

- να αναπτύξουν αναλυτική και συνθετική σκέψη
- να αποκτήσουν ικανότητες μεθοδολογικού χαρακτήρα
- να μπορούν να επιλύουν απλά προβλήματα σε προγραμματιστικό περιβάλλον.

Η προσέγγιση αυτή ακολουθήθηκε με το Ενιαίο Πλαίσιο Προγράμματος Σπουδών Πληροφορικής (ΥΠΕΠΘ 1998). Ο προγραμματισμός εισάγεται στο Ενιαίο Λύκειο με τη διδασκαλία των βασικών αρχών στα πλαίσια του μαθήματος της Α' τάξης *“Εφαρμογές Πληροφορικής”*. Παράλληλα, καθιερώνεται στη Γ' Λυκείου Τεχνολογικής Κατεύθυνσης ένα νέο μάθημα με τίτλο *“Ανάπτυξη Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον”* και στόχο την εισαγωγή στην αλγοριθμική θεωρία και την καλλιέργεια δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων.

Σύμφωνα με το Πρόγραμμα Σπουδών (ΥΠΕΠΘ 1998), οι ειδικοί στόχοι της διδασκαλίας του προγραμματισμού Η/Υ στο Ενιαίο Λύκειο είναι οι μαθητές

- να αναπτύξουν δεξιότητες αλγοριθμικής προσέγγισης (ανάλυση προβλήματος, σχεδίαση αλγορίθμου, δομημένη σκέψη, αυστηρότητα έκφρασης)
- να αναπτύξουν δημιουργικότητα και φαντασία.

ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΝΩΣΕΩΝ ΚΑΙ ΔΕΞΙΟΤΗΤΩΝ ΣΤΟΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟ

Βασικός στόχος της διδασκαλίας του προγραμματισμού πρέπει να είναι η μεταφορά δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων, δηλαδή οι μαθητές να είναι σε θέση να εφαρμόζουν τις γνώσεις τους για την επίλυση προβλημάτων που δεν έχουν διδαχθεί πιο πριν (αυθεντικά προβλήματα). Στο πλαίσιο αυτό ανακύπτουν τα εξής ερωτήματα:

- Πώς εννοούμε τη μεταφορά δεξιοτήτων σε νέους προγραμματιστές-μαθητές;
- Ποιες είναι οι προϋποθέσεις που ευνοούν την εννοιολογική μάθηση του προγραμματισμού υπολογιστών;
- Ποιοι τρόποι διδασκαλίας ευνοούν την πρόσκτηση των γνώσεων και την καλλιέργεια των σχετικών δεξιοτήτων;
- Πώς μπορούμε να δημιουργήσουμε κατάλληλα περιβάλλοντα διδασκαλίας, ώστε οι μαθητές να είναι αποτελεσματικοί στην επίλυση προβλημάτων;
- Ποιες γνώσεις είναι απαραίτητες, ώστε οι μαθητές να υλοποιήσουν με επιτυχία δραστηριότητες μεταφοράς δεξιοτήτων;

- Βοηθούν το ευρύτερο Πρόγραμμα Σπουδών και τα συναφή γνωστικά αντικείμενα στην υλοποίηση των διδακτικών στόχων του προγραμματισμού Η/Υ;

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι, η μεταφορά αρχών και δεξιοτήτων μεταξύ διαφορετικών γνωστικών περιοχών εξαρτάται από τη δυναμική που έχουν οι ομοιότητες ανάμεσα στην οικεία και στη νέα περιοχή. Συνήθως οι μαθητές έχουν περιορισμένες δυνατότητες να αναγνωρίζουν τις ομοιότητες μεταξύ διαφορετικών προβλημάτων. Στις περισσότερες περιπτώσεις προσπαθούν να κατατάξουν τις προγραμματιστικές εργασίες ή διαδικασίες σύμφωνα με τα επιφανειακά χαρακτηριστικά τους. Αντίθετα, οι έμπειροι προγραμματιστές εστιάζουν την προσοχή τους στα εννοιολογικά χαρακτηριστικά και στις υπολογιστικές δομές. Η μελέτη της νοητικής δραστηριότητας των έμπειρων προγραμματιστών δείχνει ότι χειρίζονται σε υψηλό βαθμό σημαντικές τεχνικές επίλυσης προβλημάτων, όπως είναι

- ο διαχωρισμός ενός σύνθετου προβλήματος σε απλούστερα τμήματα (modules)

- η χρήση περίπλοκων γνωστικών δεξιοτήτων υψηλού επιπέδου (αναλυτική-συνθετική σκέψη, αναλογικοί-αιτιακοί συλλογισμοί, συλλογισμοί συνθήκης κ.λ.π.)

- η συστηματοποίηση της επίλυσης προβλημάτων (σχεδίαση αλγορίθμου, κωδικοποίηση, εκσφαλμάτωση, αξιολόγηση).

Ο Linn (1985) διακρίνει τις δεξιότητες υψηλού επιπέδου που καλούνται να αναπτύξουν οι μαθητές, μέσω της διδασκαλίας του προγραμματισμού σε δύο επίπεδα: στις **δεξιότητες σχεδιασμού λύσεων** σε παρόμοια προβλήματα (πρώτο επίπεδο) και στις **μεταγνωστικές δεξιότητες** επίλυσης σύνθετων και πρωτότυπων προβλημάτων (δεύτερο επίπεδο).

Στα εισαγωγικά μαθήματα του προγραμματισμού δίνεται, συνήθως, μεγάλη έμφαση στο συντακτικό της χρησιμοποιούμενης γλώσσας και όχι στην κατανόηση των θεμελιωδών αρχών του προγραμματισμού. Οι διδακτικές παρεμβάσεις δεν επικεντρώνονται στην ανάπτυξη δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων, ενώ δεν παρέχονται στους μαθητές ευκαιρίες εκμάθησης τρόπων ή μεθόδων που θα προωθούν τη μεταφορά δεξιοτήτων.

Η **οργάνωση των διδακτικών παρεμβάσεων** σχετικά με την εκπαίδευση των μαθητών στην επίλυση προβλημάτων σε προγραμματιστικά περιβάλλοντα, με στόχο τη μεταφορά δεξιοτήτων, πρέπει να γίνεται σε τρεις άξονες:

- ανάπτυξη αποτελεσματικών εννοιολογικών μοντέλων και αναπαραστάσεων για τον υπολογιστή και τη λειτουργία του κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης των εντολών του προγράμματος

- πρόσκτηση σχετικών δεξιοτήτων, όπως είναι η κατανόηση και εμπέδωση μιας ομάδας ή ενός τμήματος εντολών

- ανάπτυξη τεχνικών και στρατηγικών επίλυσης προβλημάτων που εφαρμόζουν οι ειδικοί (π.χ. διαχωρισμός ενός προβλήματος σε ανεξάρτητα τμήματα).

ΟΙ ΓΝΩΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟ Η/Υ

Ο προγραμματισμός ως γνωστική δραστηριότητα περιλαμβάνει την πρόσκτηση και την αποτελεσματική εφαρμογή των παρακάτω αλληλοεξαρτώμενων μορφών γνώσης (Bayman & Mayer 1988, Pair 1990):

α) Συντακτική γνώση

Είναι η γνώση των ειδικών χαρακτηριστικών μιας γλώσσας προγραμματισμού και των κανόνων χρήσης της.

β) Εννοιολογική γνώση

Η εννοιολογική γνώση αφορά στην πλήρη κατανόηση των προγραμματιστικών δομών και αρχών. Διακρίνεται στη **σημασιολογική (semantic knowledge)** και στη **σχηματική γνώση (schematic knowledge)**. Η σημασιολογική γνώση βασίζεται σε ολοκληρωμένα εννοιολογικά μοντέλα για το σύστημα του υπολογιστή, το τι συμβαίνει στο εσωτερικό του κατά την εκτέλεση των εντολών του προγράμματος, την έννοια της μεταβλητής, τις δομές επιλογής και επανάληψης κ.λ.π. Η σχηματική γνώση συνίσταται στο ρεπερτόριο ρουτινών και αλγορίθμων που διαθέτει ο μαθητής. Σε αντίθεση με τους μαθητές, οι έμπειροι προγραμματιστές έχουν ένα μεγάλο, δομημένο σύνολο ρουτινών που είναι σε θέση εύκολα να ανακαλέσουν και να εφαρμόσουν σε νέες καταστάσεις.

γ) Στρατηγική γνώση (μεταγνώση)

Είναι η ικανότητα εφαρμογής των συντακτικών και εννοιολογικών γνώσεων για την επίλυση αυθεντικών προβλημάτων προγραμματισμού. Βασίζεται στην ανάπτυξη δεξιοτήτων υψηλού επιπέδου (ανάλυση-σύνθεση, διατύπωση συνθηκών και αιτιακών συσχετισμών κ.λ.π.) για το σχεδιασμό προγραμμάτων και στην ικανότητα μεταφοράς δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων σε άλλα γνωστικά αντικείμενα.

Με βάση τα πορίσματα της γνωστικής ψυχολογίας διακρίνονται δύο τύποι γνώσεων (Anderson 1983):

α) Δηλωτική γνώση (declarative knowledge)

Ορίζεται ως η γνώση που αφορά γεγονότα, έννοιες και αρχές: **γνωρίζω κάτι**. Η βάση της γνώσης αυτής οργανώνεται σε εννοιολογικές δομές που λέγονται **σχήματα**. Σε ότι αφορά στον προγραμματισμό, οι δηλωτικές γνώσεις αφορούν στο συντακτικό της γλώσσας και στις βασικές αρχές του προγραμματισμού (π.χ. αναγνώριση του ρόλου μιας υπολογιστικής δομής ή ενός τμήματος αλγορίθμου).

β) Διαδικαστική γνώση (procedural knowledge)

Αναφέρεται στην αποτελεσματική χρήση και εφαρμογή των δηλωτικών γνώσεων για την επίλυση προβλημάτων: **γνωρίζω πώς και γιατί**. Η διαδικαστική γνώση στον προγραμματισμό σχετίζεται με

- την ικανότητα εφαρμογής των σχετικών γνώσεων (συντακτικών και εννοιολογικών) για την ανάπτυξη ολοκληρωμένων προγραμμάτων
- τη μετατροπή των δηλωτικών γνώσεων σε διαδικασίες (procedures)
- τη δυνατότητα αυτοματοποιημένης ανάκλησης και εφαρμογής διαδικασιών.

Είναι προφανές ότι, στη γνωστική περιοχή του προγραμματισμού και ειδικότερα στο πλαίσιο της επίλυσης προβλημάτων, οι δύο αυτοί τύποι γνώσεων δύσκολα μπορούν να διακριθούν και να αντιμετωπιστούν ξεχωριστά. Στον Πίνακα 1 δίνεται το πλαίσιο γνώσεων στον προγραμματισμό και οι μεταξύ τους συσχετίσεις.

Πίνακας 1. Πλαίσιο γνώσεων στον προγραμματισμό

	Δηλωτική γνώση	Διαδικαστική γνώση
Συντακτική γνώση	Γνώση των ιδιαίτερων συντακτικών χαρακτηριστικών της	Δεξιότητες εφαρμογής κανόνων σύνταξης για την ανάπτυξη προγραμμάτων,

	<p>γλώσσας, όπως:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Γνώση της σημασίας του ερωτηματικού για τη δήλωση του τέλους εντολής στην Pascal • Γνώση του τρόπου δήλωσης σταθερών, μεταβλητών και τύπων δεδομένων • Γνώση χειρισμού λογικών δεδομένων και σύνταξης συνθηκών 	<p>όπως:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Δεξιότητα ορθής διατύπωσης και ελέγχου της σύνταξης εμφωλευμένων δομών επιλογής (IF) • Δεξιότητα ορθής διατύπωσης και ελέγχου της σύνταξης επαναληπτικών δομών (WHILE και REPEAT) στην Pascal • Δεξιότητα αναζήτησης μιας τιμής που έχει καταχωριστεί σε έναν πίνακα δεδομένων
Εννοιολογική γνώση	<p>Κατανόηση της σημασίας των δράσεων που υλοποιούνται στο εσωτερικό του υπολογιστή κατά την εκτέλεση του προγράμματος</p> <ul style="list-style-type: none"> • Κατανόηση της έννοιας της μεταβλητής • Κατανόηση της λειτουργίας της δομής επιλογής και των επαναληπτικών δομών • Κατανόηση του τρόπου με τον οποίο υλοποιείται η λειτουργία μιας διαδικασίας ή μιας συνάρτησης, καθώς και η επικοινωνία της με το κύριο πρόγραμμα 	<p>Ικανότητα σχεδιασμού αλγορίθμων για την επίλυση προβλημάτων όπως</p> <ul style="list-style-type: none"> • Δεξιότητα ερμηνείας της λειτουργίας ενός τμήματος προγράμματος ή ψευδοκώδικα • Δεξιότητα μετατροπής ενός διαγράμματος ροής σε πρόγραμμα ή ψευδοκώδικα • Δεξιότητα σχεδιασμού μιας διαδικασίας υπολογισμού του μέσου όρου των στοιχείων ενός πίνακα • Δεξιότητα σχεδιασμού υποπρογραμμάτων για την υλοποίηση απλών επεξεργασιών
Στρατηγική γνώση		<p>Ικανότητα σχεδιασμού, κωδικοποίησης και ελέγχου ενός προγράμματος με</p>

		στόχο την επίλυση αυθεντικών προβλημάτων
--	--	--

ΕΠΟΙΚΟΔΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΕΝΝΟΙΩΝ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ

Το σύγχρονο παιδαγωγικό και μαθησιακό πλαίσιο βασίζεται στη θεωρία του **εποικοδομισμού ή κονστρουκτιβισμού (constructivism)**. Βασική αρχή του εποικοδομισμού είναι ότι η γνώση οικοδομείται από τους ίδιους τους μαθητές και δεν μεταφέρεται παθητικά από τις διαλέξεις του διδάσκοντα ή τα βιβλία. Οι μαθητές οικοδομούν τις νέες γνώσεις συνδυάζοντας τον εμπειρικό κόσμο με τις προϋπάρχουσες γνωστικές δομές και τα νοητικά μοντέλα. Κύρια εργαλεία του εποικοδομισμού είναι η θεώρηση των προϋπαρχουσών γνώσεων και αντιλήψεων των μαθητών και η οργάνωση διδακτικών-μαθησιακών δραστηριοτήτων που ευνοούν τη **ανακαλυπτική μάθηση (discovery learning)** και τη **συνεργατική μάθηση (cooperative learning)**.

Η διδασκαλία του προγραμματισμού στο πλαίσιο των αρχών του εποικοδομισμού έχει αποτελέσει αντικείμενο ενδιαφέροντος τα τελευταία, κυρίως, χρόνια (Ben-Ati 2001, Κόμης 2001). Υπάρχουν όμως ιδιαίτερα χαρακτηριστικά στη διδασκαλία του προγραμματισμού, τα οποία σχετίζονται με το ρόλο της μηχανής.

Ο υπολογιστής και το περιβάλλον προγραμματισμού έχουν διπλό ρόλο: **αποτελούν ένα μηχανισμό** ο οποίος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για **την ανάπτυξη και εκτέλεση άλλων μηχανισμών** (προγραμμάτων). Από την άλλη μεριά, ο μαθητής έρχεται σε άμεση επαφή με τη μηχανή, από την οποία παίρνει **ανάδραση** ως συνέπεια των δικών του νοητικών μοντέλων. Οι παρανοήσεις και τα εναλλακτικά νοητικά μοντέλα των μαθητών προκαλούν **σφάλματα (bugs)**, άμεσα παρατηρήσιμα στην οθόνη του υπολογιστή κατά την εκτέλεση των δικών τους προγραμμάτων. Ο υπολογιστής παίζει σημαντικό ρόλο στη διδασκαλία του προγραμματισμού. Δεν αποτελεί απλά τη μηχανή που εκτελεί το πρόγραμμα. Η μεγάλη παιδαγωγική του αξία οφείλεται στο ότι επιτρέπει τη σύνταξη, τον έλεγχο και τη διόρθωση του προγράμματος από τους ίδιους τους μαθητές. Με άλλα λόγια, ο υπολογιστής παρέχει σε κάθε μαθητή δυνατότητες εξάσκησης, πειραματισμού, ελέγχου των νοητικών μοντέλων για τα υπολογιστικά αντικείμενα και τις προτεινόμενες λύσεις, συνεργασίας και αλληλεπίδρασης με τους συμμαθητές του.

Ο Du Boulay (1989) έχει εισάγει τον όρο **εννοιολογική μηχανή (notional machine)** για να περιγράψει το ρόλο του υπολογιστή στον προγραμματισμό και τις αντιλήψεις που έχουν οι αρχάριοι γι' αυτόν. Ένα πρόγραμμα που εκτελείται στον υπολογιστή αποτελεί ένα μηχανισμό, ο οποίος δεν είναι εύκολα προσιτός στους μαθητές. Οι δεξιότητες που είναι απαραίτητες, ώστε οι μαθητές να εμποδίσουν το πρόγραμμα ως μια ενιαία οντότητα, να κατανοήσουν τα κύρια μέρη του και τις σχέσεις μεταξύ τους, απαιτούν χρόνο και αναπτύσσονται σταδιακά.

Η έρευνα έχει αποδείξει ότι οι μαθητές δεν έχουν αναπτύξει αποτελεσματικά μοντέλα για τον υπολογιστή και τη λειτουργία του κατά την εκτέλεση του προγράμματος (Bonar & Soloway 1985, Rogalski & Vergnaud 1987). Η διδακτική εμπειρία δείχνει ότι, σε πολλές περιπτώσεις, η μηχανή αντιμετωπίζεται από τους μαθητές ως μαύρο κουτί (black box). Τα μοντέλα και οι αντιλήψεις των μαθητών εισάγουν πρόσθετα γνωστικά εμπόδια στο να κατανοήσουν το επίπεδο λεπτομέρειας, το οποίο απαιτείται για να περιγραφεί μια διαδικασία σε μια γλώσσα

προγραμματισμού. Συχνά οι μαθητές αποδίδουν **ανθρωπομορφικά χαρακτηριστικά** στον υπολογιστή έχοντας την αντίληψη ότι είναι "νοητικός γίγαντας" ή ότι έχει "κρυμμένη νοημοσύνη" (Pea 1986, Taylor 1990). Ο Du Boulay (1989) αναφέρει ότι «... *ακόμη και αν δεν γίνει καμία παρουσίαση τού τι συμβαίνει στο εσωτερικό του υπολογιστή, οι μαθητές δημιουργούν το δικό τους μοντέλο*».

Οι μαθητές δεν έχουν τη δυνατότητα διαπραγμάτευσης του συντακτικού και της σημασιολογίας των εντολών μιας γλώσσας προγραμματισμού. Για να μπορέσουν να χρησιμοποιήσουν αποτελεσματικά ένα προγραμματιστικό περιβάλλον για την επίλυση προβλημάτων απαιτείται προσαρμογή στην **αυστηρότητα σύνταξης και δόμησης του προγράμματος**, η οποία είναι εγγενής στον προγραμματισμό.

Σε πολλές περιπτώσεις οι ίδιες οι γλώσσες προγραμματισμού ενσωματώνουν ανθρωπομορφικά χαρακτηριστικά, τα οποία εισάγουν πρόσθετες δυσκολίες και παρανοήσεις στους μαθητές. Συχνά, η γλώσσα που χρησιμοποιούν οι εκπαιδευτικοί ενισχύει τις αντιλήψεις αυτές (για παράδειγμα, «*Έτσι που έγραψες την εντολή ο υπολογιστής θεωρεί ότι ...*»). Τα πρώτα διδακτικά παραδείγματα αλγορίθμων βασίζονται σε μια σειρά οδηγιών (βημάτων) που εκτελεί ο άνθρωπος για την υλοποίηση εργασιών της καθημερινής ζωής (π.χ. πώς παρασκευάζεται ένα γλυκό, πώς υλοποιείται μια κατασκευή κ.λ.π.). Η χρήση παραδειγμάτων του τύπου αυτού για την εισαγωγή των μαθητών στην αλγοριθμική επίλυση προβλημάτων οδηγεί, συνήθως, σε μια σειρά λανθασμένων αντιλήψεων, όπως ότι

- η γλώσσα σύνταξης των εντολών είναι ελεύθερη
- υπάρχουν εντολές που μπορούν να υποστηρίξουν με απλό τρόπο κάθε περίπλοκη υπολογιστική διαδικασία.

Η ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΣΤΟ ΕΝΙΑΙΟ ΛΥΚΕΙΟ

Από την ανάλυση που προηγήθηκε, προκύπτει ότι η διδασκαλία του προγραμματισμού σε μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης συνιστά ένα δύσκολο εγχείρημα και έχει πολλές ιδιαιτερότητες. Ο εκπαιδευτικός, κατά την οργάνωση του έργου του και το σχεδιασμό των μαθησιακών δραστηριοτήτων, θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη

- τις **πρωταρχικές αντιλήψεις** των μαθητών για τα τον προγραμματισμό και πληροφορικά αντικείμενα
- την **έλλειψη επαρκών αναπαραστάσεων** για την εσωτερική λειτουργία του υπολογιστή, τα εργαλεία του προγραμματισμού, τις υπολογιστικές δομές και διαδικασίες
- τις **δυσκολίες στην πρόσκτηση των τεχνικών σχεδίασης προγραμμάτων** που χρησιμοποιούν οι έμπειροι προγραμματιστές
- την **αρνητική στάση** που, συνήθως, έχουν οι μαθητές για τον προγραμματισμό, η οποία οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στις δυσκολίες που συναντούν στα εισαγωγικά μαθήματα και στην εξοικείωσή τους με άλλα ελκυστικότερα περιβάλλοντα, όπως είναι τα ηλεκτρονικά παιχνίδια και το Διαδίκτυο.

Ο διδάσκων θα πρέπει να καθοδηγεί ενεργά τους μαθητές με στόχο την **άρση των παρανοήσεων** και την **οικοδόμηση αποτελεσματικών νοητικών μοντέλων** για τα προγραμματιστικά εργαλεία, το σύστημα του υπολογιστή, τις λειτουργίες και τις μονάδες του υπολογιστή που σχετίζονται με τις υπολογιστικές διαδικασίες. Η

διδασκαλία και οι σχετικές δραστηριότητες πρέπει να στοχεύουν στην παροχή αποτελεσματικών μοντέλων ερμηνείας κάθε εντολής που χρησιμοποιείται στο πρόγραμμα. Οι μαθητές θα πρέπει

- να εμπεδώσουν ότι κάθε εντολή αντιστοιχεί σε δράσεις που εκτελούνται σε αντικείμενα-μονάδες στο εσωτερικό του υπολογιστικού συστήματος
- να κατανοήσουν την έννοια του προγράμματος, δηλαδή ότι είναι μια ομάδα εντολών που υλοποιεί ένα συγκεκριμένο υπολογιστικό έργο
- να οικοδομήσουν αποτελεσματικά μοντέλα και αναπαραστάσεις για τις βασικές έννοιες του προγραμματισμού, τις βασικές υπολογιστικές δομές και διαδικασίες, τον υπολογιστή και τις εσωτερικές λειτουργίες του
- να καλλιεργήσουν δεξιότητες σχεδιασμού και ανάπτυξης αλγορίθμων για την επίλυση αυθεντικών προβλημάτων που μπορούν να εφαρμοστούν σε ένα εύρος διαφορετικών περιπτώσεων ή περιοχών.

Η διδασκαλία του προγραμματισμού στο Ενιαίο Λύκειο θα πρέπει να δίνει έμφαση στη μέθοδο επίλυσης (διαδικασία) και όχι στο τελικό αποτέλεσμα. Επιπλέον, να αξιοποιεί τα πλεονεκτήματα της **διερευνητικής μάθησης** και της **καθοδηγούμενης ανακάλυψης**. Το **πλαίσιο οικοδόμησης** των εννοιών του προγραμματισμού από τους μαθητές θα πρέπει να περιλαμβάνει την οργάνωση κατάλληλων δραστηριοτήτων και την πρόκληση καταστάσεων **γνωστικής σύγκρουσης** με στόχο την κατανόηση και λειτουργική εφαρμογή

- της εννοιολογικής μηχανής
- των βασικών εννοιών του προγραμματισμού (μεταβλητής, τύπος δεδομένων, πίνακας, εντολή εκχώρηση, εντολές I/O, δομές επιλογής και επανάληψης)
- της έννοιας του υποπρογράμματος και της ‘‘επικοινωνίας’’ του με το κύριο πρόγραμμα.

Ειδικό ενδιαφέρον παρουσιάζει το μάθημα της Γ΄ τάξης του Λυκείου **‘‘Ανάπτυξη Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον’’**, όπου ακολουθείται η χρήση της ‘‘ελεύθερης’’ ψευδογλώσσας ή της ιδεατής αλγοριθμικής γλώσσας προγραμματισμού ΓΛΩΣΣΑ (Βακάλη κ.α. 2002). Παράλληλα, οι έννοιες αλγόριθμος και πρόγραμμα αντιμετωπίζονται διδακτικά ως δύο διαφορετικά και ανεξάρτητα εργαλεία επίλυσης προβλημάτων. Η διδακτική εμπειρία δείχνει ότι η έλλειψη προγραμματιστικής αυστηρότητας στο διδακτικό εγχειρίδιο και η διπλή προσέγγιση (αλγόριθμος και πρόγραμμα) εισάγουν πρόσθετες δυσκολίες και παρανοήσεις στους μαθητές. Χαρακτηριστικά σημεία, όπου συναντώνται ιδιαίτερα διδακτικά προβλήματα, είναι τα εξής:

1. Η απουσία δηλώσεων των μεταβλητών και η μη διάκριση των τύπων δεδομένων στην ψευδογλώσσα, ενισχύει σε πολλές περιπτώσεις την αντίληψη των μαθητών ότι ο υπολογιστής (ή το πρόγραμμα) χειρίζεται μόνο αριθμητικά δεδομένα.

2. Η χρήση από την ψευδογλώσσα του σχολικού εγχειριδίου τεσσάρων διαφορετικών εντολών για την έξοδο της τιμής μιας μεταβλητής X στην οθόνη (εμφάνισε X, εκτύπωσε X, γράψε X, Αποτελέσματα // X //) ακυρώνει την αυστηρότητα του προγραμματισμού στην αντίληψη των μαθητών.

3. Ενδιαφέρον παράδειγμα αποτελεί επίσης ο αλγόριθμος ταξινόμησης πίνακα με τη μέθοδο της φυσαλίδας. Η απλή παράθεση της εντολής του σχετικού αλγορίθμου που περιγράφεται στο σχολικό εγχειρίδιο (Βακάλη κ.α. 2002)

Αντιμετάθεσε table[j-1], table[j]

και αφορά στα στοιχεία του πίνακα table, δημιουργεί σε πολλούς μαθητές την αντίληψη ότι μπορούν να δημιουργήσουν τη δική τους εντολή για την υλοποίηση μιας οποιασδήποτε υπολογιστικής διαδικασίας.

4. Οι παρανοήσεις των μαθητών της Γ' τάξης Λυκείου ενισχύονται, σε μεγάλο βαθμό, από την απουσία εξάσκησης στον υπολογιστή ή την περιορισμένη χρήση του εργαστηρίου υπολογιστών για την επίλυση προβλημάτων σε προγραμματιστικό περιβάλλον.

5. Πρόσθετες δυσκολίες εισάγονται από την έλλειψη βασικών γνώσεων ψηφιακής τεχνολογίας, η οποία οφείλεται στις ιδιομορφίες των μαθημάτων της Πληροφορικής γενικής παιδείας (Τζιμογιάννης 2002β) και, κυρίως, στην μη συνάφεια του αντίστοιχου μαθήματος κατεύθυνσης της Β' Λυκείου με τίτλο **“Τεχνολογία Επικοινωνιών”**.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το Πρόγραμμα Σπουδών του Λυκείου και, κυρίως, το ευρύτερο πλαίσιο διδασκαλίας και μάθησης, όπου κυριαρχεί η μετωπική-φροντιστηριακή διδασκαλία, δεν βοηθούν στην ανάπτυξη δεξιοτήτων μεθοδολογικού χαρακτήρα. Από την άλλη μεριά, η διδασκαλία των συναφών γνωστικών αντικειμένων (Μαθηματικά, Φυσική) δημιουργεί αρνητικά πρότυπα στους μαθητές, καθώς επικεντρώνονται στην μηχανιστική επίλυση τυποποιημένων προβλημάτων και, συχνά, αποστηθίζουν εντολές ή ακόμη και ολόκληρες διαδικασίες ή προγράμματα.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Ο προγραμματισμός, ως γνωστική δραστηριότητα, μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές του Λυκείου στην ανάπτυξη δεξιοτήτων υψηλού επιπέδου για την επίλυση προβλημάτων (μοντελοποίηση λύσεων, δομημένη σκέψη). Από την τετραετή εμπειρία του μαθήματος στο Λύκειο, φαίνεται όμως ότι δεν έχει εμπεδωθεί η σημασία του, τόσο από τους εκπαιδευτικούς όσο και από τους μαθητές και δεν έχουν επιτευχθεί σε ικανοποιητικό βαθμό οι στόχοι του Προγράμματος Σπουδών.

Εντοπίζονται σημαντικές δυσκολίες στους μαθητές, ιδιαίτερα σε αυτούς που δεν έχουν προηγούμενη εμπειρία στον προγραμματισμό, επειδή δεν είχαν επιλέξει τα μαθήματα της Πληροφορικής στις Α' και Β' τάξεις. Τα περιορισμένα αποτελέσματα διαπιστώνονται επίσης από τη μεγάλη αποτυχία των μαθητών της Γ' Λυκείου τεχνολογικής κατεύθυνσης στις Πανελλαδικές Εξετάσεις του 2002 στο μάθημα **“Ανάπτυξη Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον”**, όπου περίπου 2 στους 3 μαθητές (66.91%) έγραψαν βαθμό κάτω από τη βάση (Κάτσικας 2003). Θα

μπορούσαν να δημιουργηθούν ευνοϊκότερες προϋποθέσεις για την επιτυχία των μαθητών, αν το μάθημα *“Εφαρμογές Πληροφορικής”* της Α’ Λυκείου ήταν βασικό, με μεγαλύτερη έμφαση στις ενότητες του προγραμματισμού.

Από την άλλη μεριά, είναι απαραίτητο να δημιουργηθεί ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο μαθημάτων Πληροφορικής γενικής παιδείας και τεχνολογικής κατεύθυνσης, με παράλληλη αναδιάρθρωση του Προγράμματος Σπουδών. Ειδικότερα, το περιεχόμενο του μαθήματος *“Τεχνολογία Επικοινωνιών”* της Β’ τάξης τεχνολογικής κατεύθυνσης δεν είναι σχεδιασμένο σύμφωνα με τους στόχους της κατεύθυνσης, ενώ δεν υπάρχει καμία διασύνδεση με το μάθημα του προγραμματισμού της Γ’ Λυκείου. Τα σχετικά αντικείμενα και οι παρεχόμενες γνώσεις είναι ξεπερασμένες, με αποτέλεσμα ο μαθητής να μην αποκτά συνολική και ολοκληρωμένη εικόνα για την πληροφορική τεχνολογία. Το σχολικό εγχειρίδιο αποτελεί κακή μετάφραση από τα Αγγλικά και δεν είναι κατάλληλο για ένα μάθημα σύμφωνο με τους στόχους του Ενιαίου Πλαισίου Προγράμματος Σπουδών. Για τους παραπάνω λόγους, προτείνεται ο επανασχεδιασμός ενός νέου μαθήματος με ενδεικτικό τίτλο *“Ψηφιακή Τεχνολογία και Εφαρμογές”*, το οποίο

- θα στοχεύει στην ανάπτυξη συνολικής εικόνας για τη σύγχρονη ψηφιακή τεχνολογία και τις ποικίλες εφαρμογές της
- θα διαπραγματεύεται βασικά θέματα της τεχνολογίας των υπολογιστών και των σύγχρονων επικοινωνιών και δικτύων
- θα στοχεύει στην ολοκληρωμένη προετοιμασία των μαθητών για τα μαθήματα Πληροφορικής της Τεχνολογικής Κατεύθυνσης.

Από τα αποτελέσματα προηγούμενης έρευνας προκύπτει ότι οι εμπειρικές-τεχνοκεντρικές διδακτικές προσεγγίσεις είναι κυρίαρχες, ενώ η φιλοσοφία του Προγράμματος Σπουδών Πληροφορικής δεν έχει υιοθετηθεί από τους εκπαιδευτικούς της πράξης (Τζιμογιάννης 2001, 2002α). Είναι προφανές ότι τα αντικείμενα της Πληροφορικής, και ειδικότερα ο προγραμματισμός, δεν μπορούν να προσεγγισθούν αποτελεσματικά με βάση τα παραδοσιακά διδακτικά μοντέλα, όπου ο δάσκαλος αποτελεί το φορέα γνώσης και ο μαθητής τον παθητικό αποδέκτη. Θα πρέπει όμως να αναγνωρίσουμε ότι η αλλαγή αυτή συνιστά ένα δύσκολο διδακτικό εγχείρημα, στο οποίο παρεμβαίνουν ανασταλτικά:

1. Το συνολικό εκπαιδευτικό πλαίσιο στη Β/θμια εκπαίδευση (και ιδιαίτερα στο Λύκειο), το οποίο είναι προσανατολισμένο στις εξετάσεις, κυριαρχεί η διδασκαλία μετωπικού χαρακτήρα, ενώ απουσιάζουν οι ερευνητικές και συνεργατικές δραστηριότητες.
2. Οι εμπειρικές διδακτικές προσεγγίσεις, οι οποίες κυριαρχούν συνολικά στη σχολική πρακτική.
3. Η περιορισμένη προετοιμασία και υποστήριξη των καθηγητών της Πληροφορικής, οι οποίοι αναπαράγουν τα παραδοσιακά εκπαιδευτικά πρότυπα που ανακαλούν εύκολα από την εμπειρία των δικών τους σπουδών.

Η ανάπτυξη και εφαρμογή ενός ολοκληρωμένου πλαισίου διδασκαλίας του προγραμματισμού στο Λύκειο αποτελεί σήμερα επιτακτική ανάγκη. Το πλαίσιο αυτό, βασισμένο στα πορίσματα της Διδακτικής της Πληροφορικής και της σχετικής εκπαιδευτικής έρευνας, θα πρέπει να επικεντρώνεται στο σχεδιασμό των κατάλληλων παρεμβάσεων σε επίπεδο Προγραμμάτων Σπουδών, διδακτικών στρατηγικών και

μεθοδολογιών, υποστήριξης των εκπαιδευτικών της πράξης και λειτουργίας-οργάνωσης της Πληροφορικής στο σχολικό περιβάλλον.

Ειδικότερα, το πλαίσιο οργάνωσης της Πληροφορικής στο Λύκειο μπορεί να προσδιοριστεί από τους εξής άξονες:

1. Παρεμβάσεις στα Προγράμματα Σπουδών

- Δημιουργία ολοκληρωμένου πλαισίου μαθημάτων Πληροφορικής γενικής παιδείας και τεχνολογικής κατεύθυνσης
- Πρόκληση του ενδιαφέροντος των μαθητών για τον προγραμματισμό
- Ανάδειξη της γνωστικής αξίας και της παιδαγωγικής σημασίας του προγραμματισμού, με παράλληλη εισαγωγή του μαθήματος και στη θετική κατεύθυνση
- Παράθεση σαφών και ρεαλιστικών διδακτικών στόχων σε όλα τα μαθήματα της Πληροφορικής
- Θεώρηση του μαθήματος της Πληροφορικής ως βασική συνιστώσα ενός ολοκληρωμένου πλαισίου ένταξης των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική πρακτική.

2. Διδακτικές προσεγγίσεις

- Οικοδομιστική προσέγγιση βασισμένη στα πορίσματα της Διδακτικής της Πληροφορικής
- Έμφαση στην επίλυση πρωτότυπων-αυθεντικών προβλημάτων, με στόχο τη μεταφορά δεξιοτήτων σε άλλες γνωστικές περιοχές
- Αξιοποίηση του εργαστηρίου Πληροφορικής για εξάσκηση, πειραματισμό και εκσφαλμάτωση των προγραμμάτων από τους ίδιους τους μαθητές. Στην παρούσα φάση, η αυθόρμητη πρωτοβουλία ανάπτυξης ενός προγραμματιστικού περιβάλλοντος τύπου ΓΛΩΣΣΑΣ (Νικολαΐδης 2002) αποτελεί μια πολύ καλή λύση
- Ανάπτυξη από το ΥΠΕΠΘ ενός σύγχρονου εκπαιδευτικού προγραμματιστικού περιβάλλοντος, τύπου ΓΛΩΣΣΑΣ, με δυνατότητες καθοδήγησης και υποστήριξης των μαθητών.

3. Οργάνωση και υποστήριξη

- Οργανωμένη έρευνα της Διδακτικής της Πληροφορικής (Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Κέντρο Εκπαιδευτικής Έρευνας, Πανεπιστήμια, επιστημονικοί φορείς)
- Συνεχής επικοινωνία και αλληλεπίδραση με τους εκπαιδευτικούς της πράξης
- Υποστήριξη και επιμόρφωση των εκπαιδευτικών σε ζητήματα διδασκαλίας και Διδακτικής της Πληροφορικής
- Οργανωτικά ζητήματα (ισόρροπη κατανομή των ωρών διδασκαλίας στο ημερήσιο σχολικό πρόγραμμα, μικρός αριθμός μαθητών ανά υπολογιστή και ανά διδάσκοντα, αναγκαιότητα ύπαρξης δύο σχολικών εργαστηρίων σε κάθε λύκειο)
- Ανάπτυξη υποδομών και τεχνική υποστήριξη.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Anderson J. R. (1983), *The architecture of cognition*, Cambridge, MA: Harvard University Press
2. Bayman P. & Mayer R. (1988), Using conceptual models to teach BASIC computer programming, *Journal of Educational Psychology*, 80(3), 291-298

3. Ben-Ari M. (2001), Constructivism in computer science education, *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 20(1), 45-73
4. Bonar J. & Soloway E. (1985), Preprogramming knowledge: a major source of misconceptions in novice programmers, *Human-Computer Interaction*, 1, 133-161
5. Clements D. H. (1987), Longitudinal study of the effects of Logo programming on cognitive abilities and achievement, *Journal of Educational Computing Research*, 3, 73-93
6. Du Boulay B. (1989), Some difficulties of learning to program, in E. Soloway & J. C. Spohrer (Eds.), *Studying the novice programmer*, 283-299, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum
7. Ennis D. L., 1994, Computing, problem-solving instruction and programming instruction to increase the problem-solving ability of high school students, *Journal of Research on Computing in Education*, Vol.26, No. 4, 489-496
8. Green T. R. G. (1990), (Ed.), *Psychology of Programming*, London: Academic Press
9. Howe J. A. M., Ross P. M., Johnson K. R., Plane F. & Inglis R. (1989), in E. Soloway & J. C. Spohrer (Eds.), *Studying the novice programmer*, 43-55, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum
10. Jehng J. C. J., Tung S. H. S. & Chang C. T. (1999), A visualisation approach to learning the concept of recursion, *Journal of Computer Assisted Learning*, 15, 279-290
11. Kagan D. M., 1989, Research on computer programming as a cognitive activity: implications for the study of classroom teaching, *Journal of Education for Teaching*, 15(3), 177-189
12. Kurland D. M., Pea R. D., Clement C. & Mawby R. (1989), in E. Soloway & J. C. Spohrer (Eds.), *Studying the novice programmer*, 83-112, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum
13. Linn M. C. (1985), The cognitive consequences of programming instruction in classrooms, *Educational Researcher*, 14(5), 25-29
14. Mayer R. E., Dyck J. L. & Vilberg W. (1989), Learning to program and learning to think: what's the connection?, in E. Soloway & J. C. Spohrer (Eds.), *Studying the novice programmer*, 113-124, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum
15. Pair C. (1990), Programming, programming languages and programming methods, in T. R. G. Green (Ed.), *Psychology of Programming*, 9-19, London: Academic Press
16. Palumbo D. B. & Reed W. M. (1991), The effect of BASIC programming language instruction on high school students' problem-solving ability and computer anxiety, *Journal of Research on Computing in Education*, 3, 343-372
17. Papert S. (1980), *Νοητικές Θέλλες: Παιδιά, ηλεκτρονικοί υπολογιστές και δυναμικές ιδέες*, Εκδόσεις Οδυσσέας (Ελληνική μετάφραση 1991)
18. Pea R. D. (1986), Language-independent conceptual "bugs" in the novice programming, *Journal of Educational Computing Research*, 2(1), 25-36
19. Pirolli P. & Recker M. (1994), Learning strategies and transfer in the domain of programming, *Cognition & Instruction*, 12(3), 235-275

20. Ramadhan H. A. (2000), Programming by discovery, *Journal of Computer Assisted Learning*, 16, 83-93
21. Rogalski J. & Vergnaud G. (1987), Didactique de l'informatique et acquisitions cognitives en programmation, *Psychologie Française*, 32 (2), 267-273
22. Samurçay R. (1987), Modèles cognitifs dans l'acquisition des concepts informatiques, *Actes du premier colloque franco-allemand de didactique*, 215-223
23. Soloway E. & Spohrer J. C. (1989), (Eds.), *Studying the Novice Programmer*, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum
24. Taylor J. (1990), Analysing novices analysing Prolog: What stories do novices tell about Prolog, *Instructional Science*, 19, 283-309
25. Unesco/IFIP (2000), T. van Weert (Ed.), *Information and Communication Technology in Secondary Education. A Curriculum for Schools*, UNESCO
26. Βακάλη Α., Γιαννόπουλος Η., Ιωαννίδης Χ., Κοΐλιας Χ., Μάλαμας Κ., Μανωλόπουλος Ι. και Πολίτης Π. (1999), *Ανάπτυξη Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον*, ΥΠΕΠΘ, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Αθήνα
27. Γρηγοριάδου Μ., Γόγουλου Α. και Γουλή Ε. (2002), Εναλλακτικές διδακτικές προσεγγίσεις σε εισαγωγικά μαθήματα προγραμματισμού: προτάσεις διδασκαλίας, στο Α. Δημητρακοπούλου (επιμ.), *Πρακτικά 3^ο Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή "Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση"*, Τόμος Α', 239-248, Ρόδος
28. Κάτσικας Χ. (2003), *Οδηγός σπουδών και επαγγέλματος AEI*, Εκδόσεις Σαββάλας, Αθήνα
29. Κόμης Β. & Μικρόπουλος Τ. Α. (2001), *Πληροφορική στην Εκπαίδευση*, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο
30. Κόμης Β. (2001), Μελέτη βασικών εννοιών του προγραμματισμού στο πλαίσιο μιας οικοδομητικής διδακτικής προσέγγισης, *ΘΕΜΑΤΑ στην Εκπαίδευση*, 2(2-3), 243-270
31. Κόμης Β. (2002), Ερευνητικοί άξονες και μεθοδολογικά ζητήματα σχετικά με τη συγκρότηση του ερευνητικού πεδίου της Διδακτικής της Πληροφορικής, στο Α. Δημητρακοπούλου (επιμ.), *Πρακτικά 3^ο Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή "Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση"*, Τόμος Α', 219-228, Ρόδος
32. Νικολαΐδης Σ. (2002), <http://users.otenet.gr/~spin1/glossomatheia>
33. Πολίτης Π., Καραμάνης Μ. & Κόμης Β. (2001), Συνθετικές εργασίες: Μοντέλο διδασκαλίας και μάθησης στην περίπτωση μαθημάτων Πληροφορικής, στο Μ. Ιωσηφίδου και Ν. Τζιμόπουλος (επιμ.), *Πρακτικά 1^ο Πανελληνίου Συνεδρίου για την Αξιοποίηση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στη Διδακτική Πράξη*, 405-413, Σύρος
34. Σατρατζέμη Μ. Δαγδιλέλης Β. και Ευαγγελίδης Γ. (2002), Μια εναλλακτική διδακτική προσέγγιση του προγραμματισμού στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, στο Α. Δημητρακοπούλου (επιμ.), *Πρακτικά 3^ο Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή "Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση"*, Τόμος Α', 289-298, Ρόδος
35. Τζιμογιάννης Α. & Γεωργίου Β. (1998), Η Αναγκαιότητα της Διδασκαλίας του Προγραμματισμού Η/Υ στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση ως Μεθοδολογία

- Επίλυσης Προβλημάτων. Το παράδειγμα των πινάκων, *Πρακτικά Διημερίδας Πληροφορικής «Η Πληροφορική στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση»*, ΕΠΥ, 28-34, Αθήνα
36. Τζιμογιάννης Α. & Γεωργίου Β. (1999), Οι δυσκολίες μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στην εφαρμογή της δομής ελέγχου για την ανάπτυξη αλγορίθμων. Μία μελέτη περίπτωσης, στο Α. Τζιμογιάννης (επιμ.), *Πρακτικά Πανελληνίου Συνεδρίου «Πληροφορική και Εκπαίδευση»*, 183-192
 37. Τζιμογιάννης Α. & Κόμης Β. (1999), Επίλυση προβλημάτων σε προγραμματιστικό περιβάλλον: η οικοδόμηση της δομής ελέγχου από τους μαθητές του Ενιαίου Λυκείου, στο Α. Κόλλιας, Α. Μαργετουσάκη και Π. Μιχαηλίδης (επιμ.), *Πρακτικά 4^ο Πανελληνίου Συνεδρίου "Διδακτική των Μαθηματικών & Πληροφορική στην Εκπαίδευση"*, 243-249, Ρέθυμνο
 38. Τζιμογιάννης Α. (2001), Στάσεις και απόψεις καθηγητών Πληροφορικής σχετικά με τη διδασκαλία του αντικειμένου στο Ενιαίο Λύκειο, στο Μ. Τζεκάκη (επιμ.), *Πρακτικά 5^ο Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή «Διδακτική των Μαθηματικών & Πληροφορική στην Εκπαίδευση»*, 389-397, Θεσσαλονίκη
 39. Τζιμογιάννης Α. (2002α), Η οριοθέτηση του διδακτικού συμβολαίου στην Πληροφορική. Μια διερεύνηση στο πλαίσιο του Ενιαίου Λυκείου, στο Π. Μιχαηλίδης (επιμ.), *Πρακτικά 3^ο Πανελληνίου Συνεδρίου "Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Εφαρμογή των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση"*, Ρέθυμνο (υπό έκδοση)
 40. Τζιμογιάννης Α. (2002β), Διδακτική Πληροφορικής, Προγράμματα Σπουδών και διδακτικές πρακτικές στο Ενιαίο Λύκειο, στο Α. Δημητρακοπούλου (επιμ.), *Πρακτικά 3^ο Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή "Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση"*, Τόμος Α', 229-238, Ρόδος
 41. ΥΠΕΠΘ (1998), *Η Πληροφορική στο σχολείο*, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Αθήνα