Η αλγοριθμική φιλοσοφία του μαθήματος της Ανάπτυξης Εφαρμογών

Ε. Βραχνός[1], Π. Γροντάς[2], Κ. Ντζιός[3], Γ. Παπαργύρης[4]

[1]6° Γενικό Λύκειο Αχαρνών
evrachnos@gmail.com
[2]6° Γενικό Λύκειο Αχαρνών
pgrontas@gmail.com
[3]6° Γενικό Λύκειο Αχαρνών
ntzios@di.uoa.gr
[4]6° Γενικό Λύκειο Αχαρνών
gpapargi@hotmail.com

Abstract

This paper offers views aiming to improve the teaching of the course 'Application development in a programming environment' that is taught in the Greek Lyceum. In particular, we propose the teaching of an alternate sorting algorithm that utilizes the principles of constructivism. We also propose that binary search should be taught as a link between searching and sorting. Furthermore, we claim that if we introduce the concept of efficiency we will improve students' understanding of algorithms. Emphasis is placed on ways to overcome the phenomenon of 'memorizing', which is prevalent in the Greek educational system, but is against the aims of the course in question. We propose that this can be achieved by teaching algorithms familiar to the students, such as the ones found in elementary arithmetic.

Keywords: Bubble sort, selection sort, constructivism, binary search, teaching algorithms, algorithm efficiency and understanding, elementary arithmetic.

1. Εισαγωγή

Στην εργασία αυτή θα επιχειρήσουμε μια σύντομη παρουσίαση κάποιων προτάσεων για την αλλαγή του προγράμματος σπουδών του μαθήματος της «*Ανάπτυξης Εφαρμογών Σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον*». Οι προτάσεις μας δεν στοχεύουν απλά στην προσθήκη ή αφαίρεση κάποιων σημείων της ύλης αλλά στη γενικότερη αλλαγή της φιλοσοφίας του μαθήματος με επίκεντρο την αλγοριθμική σκέψη. Οι προτάσεις αυτές συμβαδίζουν με τους στόχους του μαθήματος, δηλαδή την ανάπτυξη ικανοτήτων μεθοδολογικού χαρακτήρα και δεξιοτήτων αλγοριθμικής προσέγγισης καθώς και την καλλιέργεια αναλυτικής σκέψης και συνθετικής ικανότητας, όπως εκφράζονται στο [Βακάλη et.al (1999)].

Οι λόγοι, που μας ώθησαν να κάνουμε αυτές τις προτάσεις, είναι ότι κατά τη διάρκεια της διδακτικής μας πορείας, έχουμε παρατηρήσει πολλούς μαθητές να προσπαθούν να επιλύσουν προβλήματα που θέτουμε στα πλαίσια του μαθήματος, παπαγαλίζοντας συγκεκριμένες ακολουθίες εντολών και προσπαθώντας να τις ταιριάξουν παντού. Οι μαθητές φαίνεται δηλαδή να ακολουθούν την γνωστή ρήση: «*Όταν διαθέτεις μόνο σφυρί, τα πάντα μοιάζουν με καρφιά*». Προφανώς κάτι τέτοιο δεν είναι μέσα στους στόχους του μαθήματος της Ανάπτυξης Εφαρμογών.

Επιπλέον θεωρούμε ότι οι προτάσεις μας βοηθούν τον μαθητή να καταλάβει την σύνδεση των αλγορίθμων με την καθημερινή ζωή, αλλά και το πώς να εκφράσει δραστηριότητες που ο ίδιος γνωρίζει να εκτελεί, χρησιμοποιώντας τις βασικές αλγοριθμικές δομές. Έτσι το μάθημα αποκτά ενδιαφέρον, καθώς ο μαθητής βρίσκει χρησιμότητα σε αυτά που διδάσκεται.

Τέλος, θεωρούμε ότι οι προτάσεις μας αναβαθμίζουν τόσο το περιεχόμενο του μαθήματος όσο και την διδασκαλία του, προετοιμάζοντας καλύτερα τους μαθητές τόσο για τις σχολές πληροφορικής, όσο και για την τεχνολογική κατεύθυνση γενικά.

Στην εργασία που ακολουθεί, θα περιγράψουμε τις προτάσεις μας, αναφέροντας για κάθε μια ποιο πρόβλημα επιλύει και ποια είναι τα πλεονεκτήματα της, έναντι της παρούσας προσέγγισης. Επιπλέον θα προτείνουμε πώς αυτές οι προτάσεις μπορούν να διαχυθούν στην εκπαιδευτική κοινότητα.

2.Ταξινόμηση

Στο βιβλίο μαθητή του διδακτικού πακέτου [Βακάλη et.al (1999)], που για τους μαθητές είναι συνυφασμένο με την 'θεωρία', παρουσιάζεται ο αλγόριθμος ταξινόμησης της φυσαλίδας. Για τον αλγόριθμο αυτό, δεν δίνεται καμία εξήγηση ούτε για το πώς δημιουργήθηκε, ούτε και για το ποια είναι τα πλεονεκτήματα του, έναντι των άλλων αλγορίθμων ταξινόμηση, ώστε να αιτιολόγηση η παρουσία του στο μάθημα. Παρουσιάζεται αρχικά μια περιγραφή με ελεύθερο κείμενο, μετά ένα αριθμητικό παράδειγμα με ένα σχήμα, ενώ ακολουθούν οι εντολές σε Ψευδογλώσσα.

```
ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ ΦΥΣΑΛΙΔΑ
ΔΕΔΟΜΕΝΑ  // A, N //
   ΓΙΑ I ΑΠΟ 2 ΜΕΧΡΙ N
     ΓΙΑ J ΑΠΟ N ΜΕΧΡΙ I ΜΕ_ΒΗΜΑ -1
          ΑΝ A[J-1] < A[J] ΤΟΤΕ
                 ΑΝΤΙΜΕΤΑΘΕΣΕ A[J-1] , A[J]
          ΤΕΛΟΣ_ΑΝ
     ΤΕΛΟΣ_ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ
ΤΕΛΟΣ_ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ  // A //
ΤΕΛΟΣ ΦΥΣΑΛΙΔΑ
```

Σχήμα 1. *Ταξινόμηση φυσαλίδας*

Ως διδάσκοντες, έχουμε βρεθεί σε πολύ δύσκολη θέση προσπαθώντας να εξηγήσουμε τα όρια του εσωτερικού βρόχου στον παραπάνω αλγόριθμο. Πιστεύαμε επιπλέον ότι οι μαθητές θα μπορούσαν να κάνουν το αντίστροφο, δηλαδή την 'ταξινόμηση βυθού' σχετικά εύκολα, αλλά οι απαντήσεις τους σε σχετικές ασκήσεις μας εξέπληξαν αρνητικά.

Θεωρούμε, ότι η αιτία πίσω από όλα αυτά είναι ότι η παρουσίαση της ταξινόμησης με τον αλγόριθμο της φυσαλίδας δεν πείθει τους μαθητές για την ορθότητά της. Δηλαδή ο μαθητής διαβάζοντας τον αλγόριθμο δεν έχει πειστεί ότι όντως τελικά τα στοιχεία θα ταξινομηθούν. Επιπλέον πολλοί λίγοι μαθητές καταλαβαίνουν πραγματικά το πώς δουλεύει. Τέλος και πιο σημαντικά, θεωρούμε ότι δεν υπάρχει μαθητής που θα χρησιμοποιούσε από μόνος του τον αλγόριθμο αυτό στην καθημερινή του ζωή για την ταξινόμηση αντικειμένων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, οι μαθητές να '*παπαγαλίζουν*' την φυσαλίδα.

Ένας τρόπος να παρακάμψουμε το συγκεκριμένο πρόβλημα, είναι αν ακολουθήσουμε το σύγχρονο παιδαγωγικό και μαθησιακό πλαίσιο, το οποίο βασίζεται στη θεωρία *του εποικοδομισμού ή κονστρουκτιβισμού (constructivism).* Βασική αρχή του εποικοδομισμού είναι ότι οι νέες γνώσεις των μαθητών οικοδομούνται πάνω σε αυτές που ήδη διαθέτουν.

Με βάση την παραπάνω θεωρία, η φυσαλίδα, αποτελεί το χειρότερο παράδειγμα αλγορίθμου ταξινόμησης που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σε αυτό το μάθημα. Είναι πολύ δύσκολο δηλαδή, να οικοδομηθεί σε προϋπάρχουσες έννοιες και για αυτό το λόγο, οι περισσότεροι μαθητές δυσκολεύονται να τον κατανοήσουν και τον χρησιμοποιούν σαν μαύρο κουτί. Αρκετοί ερευνητές μάλιστα [Astrachan, (2003)] παραδέχονται ότι επιλογή του συγκεκριμένου αλγορίθμου ως πρώτου (και αρκετές φορές μοναδικού) αλγορίθμου ταξινόμησης γίνεται επειδή μπορεί να γραφτεί σε λίγες γραμμές και οι μαθητές μπορούν εύκολα να τον απομνημονεύσουν! Αυτό φυσικά δεν συνιστά παιδαγωγικό κριτήριο.

Αντίθετα, ο αλγόριθμος της ταξινόμησης με ευθεία επιλογή (selection sort) μπορεί να οικοδομηθεί πολύ εύκολα πάνω στον αλγόριθμο εύρεσης του ελαχίστου και με τη χρήση υποπρογραμμάτων να καταλήξουμε σε έναν μόνο βρόχο ο οποίος θα φαίνεται πολύ πιο απλός και λιγότερο "τρομακτικός" από την ταξινόμηση φυσαλίδας. Επιπλέον από 'πειράματα' που διεξάγαμε στην τάξη, είδαμε ότι η ταξινόμηση με ευθεία επιλογή, μοιάζει πάρα πολύ με την μέθοδο που οι ίδιοι οι μαθητές χρησιμοποιούν στην καθημερινή τους ζωή για να ταξινομήσουν αντικείμενα.

```
ΓΙΑ Ι ΑΠΟ 1 ΜΕΧΡΙ Ν
       ΒΡΕΣ ΤΟ Ι-ΟΣΤΟ ΜΙΚΡΟΤΕΡΟ
      ΘΕΣΕ ΤΟ ΣΤΗΝ Ι ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΠΙΝΑΚΑ
ΤΕΛΟΣ_ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ
```

Σχήμα 2. *Ταξινόμηση κατά τους μαθητές*

Σε αυτή την αρχή βασίζεται και η ταξινόμηση με επιλογή. Αντικαθίσταται το στοιχείο της πρώτης θέσης του πίνακα με το ελάχιστο όλων των στοιχείων. Στην συνέχεια, αντικαθίσταται το στοιχείο της δεύτερης θέσης με το ελάχιστο των υπολοίπων στοιχείων. Η διαδικασία συνεχίζεται, μέχρι και το προτελευταίο στοιχείο του πίνακα. Αρκεί λοιπόν να διδάξουμε στους μαθητές πώς θα βρούν την θέση του ελάχιστου και του μέγιστου σε κάποιον πίνακα, κάτι που αποτελεί προτεινόμενη άσκηση για επίλυση στην τάξη στο βιβλίο του μαθητή (κεφάλαιο 3, ΔΤ1). Γενικεύοντας λοιπόν, ο μαθητής γνωρίζει ότι το παρακάτω τμήμα αλγόριθμου βρίσκει την θέση του ελάχιστου στοιχείου σε κάποιον πίνακα.

```
ΘΕΣΗ_ΕΛΑΧΙΣΤΟΥ ← 1
ΓΙΑ J ΑΠΟ 2 ΜΕΧΡΙ N
      ΑΝ A[J] < A[ΘΕΣΗ_ΕΛΑΧΙΣΤΟΥ] ΤΟΤΕ
            ΘΕΣΗ_ΕΛΑΧΙΣΤΟΥ ← J
       ΤΕΛΟΣ_ΑΝ
ΤΕΛΟΣ_ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ
```

Σχήμα 3. *Εύρεση θέσης μεγίστου*

Γενικεύοντας, προκύπτει ο αλγόριθμος της ταξινόμησης με επιλογή.

```
ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ_ΕΠΙΛΟΓΗΣ
ΔΕΔΟΜΕΝΑ  // A, N //
    ΓΙΑ I ΑΠΟ 1 ΜΕΧΡΙ N-1
      ΘΕΣΗ_ΕΛΑΧΙΣΤΟΥ ← I
      ΓΙΑ J ΑΠΟ I+1 ΜΕΧΡΙ N
            ΑΝ A[J] < A[ΘΕΣΗ_ΕΛΑΧΙΣΤΟΥ] ΤΟΤΕ
                  ΘΕΣΗ_ΕΛΑΧΙΣΤΟΥ ← J
                  ΤΕΛΟΣ_ΑΝ
      ΤΕΛΟΣ_ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ
      ΑΝΤΙΜΕΤΑΘΕΣΕ A[I], A[ΘΕΣΗ_ΕΛΑΧΙΣΤΟΥ]
ΤΕΛΟΣ_ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ  // A  //
ΤΕΛΟΣ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ_ΕΠΙΛΟΓΗΣ
```

Σχήμα 4. *Ταξινόμηση με επιλογή*

Αξίζει να επισημάνουμε ότι η οικοδόμηση που επιτυγχάνεται εδώ δεν έχει να κάνει μόνο με την προυπάρχουσα γνώση σε επίπεδο αλγοριθμικής, δηλαδή με της έννοιες της εύρεσης του ελαχίστου, αλλά και με τις εμπειρικές γνώσεις που έχουν οι μαθητές. Όπως προαναφέραμε, αν ζητήσουμε από τους μαθητές να βάλουν σε διάταξη έναν αριθμό αντικειμένων θα επιλέξουν την ταξινόμηση με επιλογή ή αυτήν της ευθείας εισαγωγής [Levitin, (2006)]. Με την διαδικασία αυτή, οι μαθητές καταλαβαίνουν, ότι η αλγοριθμική πηγάζει από ενέργειες τις οποίες κάνουν στην καθημερινή τους ζωή.

Επιπλέον, στο κεφάλαιο 10 του [Βακάλη et.al (1999)], μπορεί να δωθεί ως άσκηση η υλοποίηση του αλγόριθμου της ταξινόμησης με επιλογή, χρησιμοποιώντας τα υποπρογράμματα. Μπορεί να παρουσιαστεί δηλαδή ένα υποπρόγραμμα, το οποίο βρίσκει την θέση του ελάχιστου στοιχείου από τα υπόλοιπα του πίνακα. Με αυτόν τον τρόπο, η ίδια η ταξινόμηση χρησιμεύει ως βάση πάνω στην οποία θα στηριχθούν τα υποπρογράμματα. Επιπλέον, καταλαβαίνει και ο ίδιος ο μαθητής, το πώς τα υποπρογράμματα βελτιώνουν την εικόνα ενός προγράμματος, αφού ο διπλός βρόχος αντικαθίσταται με μονό και υποπρόγραμμα. Κάτι ανάλογο, δεν μπορεί να συμβεί με την φυσαλίδα, γιατί εκεί δεν μπορούμε να φτιάξουμε υποπρόγραμμα που να επιτελεί μία μόνο λειτουργία: πρέπει και να βρίσκει το μικρότερο, αλλά και να τροποποιεί τα ενδιάμεσα στοιχεία.

Στην παρούσα φάση, ο αλγόριθμος της ευθείας επιλογής παρουσιάζεται ως παράδειγμα στο τετράδιο μαθητή, στην ενότητα 4.2, η οποία βρίσκεται εκτός ύλης. Ο αλγόριθμος της ευθείας εισαγωγής προτείνεται ως άσκηση για το σπίτι (τετράδιο μαθητή, Κεφάλαιο 3, ΔΣ3). Προτείνουμε ότι ο αλγόριθμος της φυσαλίδας θα πρέπει να πλαισιωθεί από τους 2 αυτούς απλούς αλγορίθμους, ξεκινώντας από και δίνοντας ιδιαίτερη βαρύτητα στην ευθεία επιλογή, ή ακόμα και να καταργηθεί εντελώς από το πρόγραμμα σπουδών.

3. Αναζήτηση

Κάθε μάθημα είναι καλό να έχει μια συνέχεια και να μην εισάγει αποσπασματικά έννοιες. Θα πρέπει είτε να οικοδομεί τις νέες έννοιες πάνω στις προηγούμενες, είτε οι νέες να είναι η απάντηση σε ερωτήματα που δημιουργούν οι προηγούμενες. Μια τέτοια σχέση υπάρχει μεταξύ των αλγορίθμων της αναζήτησης και της ταξινόμησης. Ένα στοιχειώδες ερώτημα που μπορούν να κάνουν πολλοί μαθητές είναι γιατί επιδιώκουμε την ταξινόμηση μιας ομάδας αντικειμένων. Ο σημαντικότερος λόγος είναι φυσικά για να μπορούμε να κάνουμε γρήγορη αναζήτηση, όπως ακριβώς κάνουμε με ένα ευρετήριο που βρίσκεται στο πίσω μέρος ενός βιβλίου, ή σε ένα λεξικό.

Σήμερα η δυαδική αναζήτηση συνδυάζεται στο διδακτικό πακέτο με την μέθοδο «Διαίρει και βασίλευε» και διδάσκεται στην ενότητα 4.3. Η ενότητα αυτή όμως βρίσκεται εκτός ύλης. Επίσης γίνεται απλή αναφορά σε αυτή στο τέλος του κεφαλαίου 9. Πιστεύουμε ότι η η δυαδική αναζήτηση ταιριάζει καλύτερα με την έννοια της ταξινόμησης, διότι αποτελεί απόδειξη της χρησιμότητάς της. Κατά συνέπεια πρέπει να είναι εντός ύλης.

Ο τρόπος διδασκαλίας που προτείνουμε για την δυαδική αναζήτηση, αποτελεί απόρροια των όσων είπαμε από την αρχή, για τη σύνδεση των αλγορίθμων με την καθημερινή ζωή και την κατανόηση από τους μαθητές των αλγορίθμων που γράφουν.

```
ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ ΔΥΑΔΙΚΗ_ΑΝΑΖΗΤΗΣΗ
ΔΕΔΟΜΕΝΑ  // Α, Ν, ΚΛΕΙΔΙ //
ΠΑΝΩ ← Ν    ΚΑΤΩ ← 1   ΒΡΕΘΗΚΕ ← ΨΕΥΔΗΣ
ΑΡΧΗ_ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ
        ΜΕΣΟΝ ← (ΠΑΝΩ + ΚΑΤΩ) DIV 2
       ΑΝ Α[ΜΕΣΟΝ] = ΚΛΕΙΔΙ ΤΟΤΕ
             ΒΡΕΘΗΚΕ ← ΑΛΗΘΗΣ
       ΑΛΛΙΩΣ_ΑΝ Α[ΜΕΣΟΝ] < ΚΛΕΙΔΙ ΤΟΤΕ
             ΚΑΤΩ ← ΜΕΣΟΝ+1
       ΑΛΛΙΩΣ
             ΠΑΝΩ ← ΜΕΣΟΝ-1
        ΤΕΛΟΣ_ΑΝ
ΜΕΧΡΙΣ_ΟΤΟΥ ΠΑΝΩ < ΚΑΤΩ  Η  ΒΡΕΘΗΚΕ
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ  // ΒΡΕΘΗΚΕ, ΜΕΣΟΝ //
ΤΕΛΟΣ ΔΥΑΔΙΚΗ_ΑΝΑΖΗΤΗΣΗ
```

Σχήμα 5. *Δυαδική Αναζήτηση*

Μία πρώτη μέθοδος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί είναι το γνωστό παιγνίδι στο οποίο ο ένας παίκτης επιλέγει έναν αριθμό και ο άλλος προσπαθεί να τον μαντέψει. Ο δεύτερος παίκτης μαντεύει αριθμούς ενώ ο πρώτος παίκτης τον καθοδηγεί λέγοντας «ΜΙΚΡΟΤΕΡΟΣ» ή «ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΟΣ». Εναλλακτικά, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το παράδειγμα του τηλεφωνικού καταλόγου, τον οποίο αρχικά ανοίγουμε στην μέση και στην συνέχεια κοιτάζουμε αν το όνομα το οποίο ψάχνουμε βρίσκεται πρίν ή μετά από αυτά που βρίσκονται στην μεσαία σελίδα. Εξάλλου, η έννοια της διαίρεσης με το 2, που εμπεριέχεται στον αλγόριθμο, είναι απόλυτα φυσική στους μαθητές. Μπορεί, μάλιστα να συνδυαστεί και με την έννοια της ολίσθησης που οι μαθητές έχουν δει στο κεφάλαιο 2.

Επιπλέον, μέσα από την σύγκριση των δύο αλγορίθμων αναζήτησης (σειριακή – δυαδική), ο μαθητής θα έρθει για πρώτη φορά σε επαφή με την έννοια της απόδοσης του αλγορίθμου. Αυτό μπορεί να γίνει με την παράθεση ενός πολύ εντυπωσιακού παράδειγματος: Αν υποθέσουμε ότι ψάχναμε να βρούμε ένα συγκεκριμένο άτομο μεταξύ όλων των ατόμων ενός παγκόσμιου τηλεφωνικού κατάλογου (με περίπου 6.67 δισεκατομμύρια εγγραφές σύμφωνα με το [Wolfram|Alpha, (2010)]), θα χρειαστούμε στην χειρότερη περίπτωση *6.67δις* συγκρίσεις με την σειριακή αναζήτηση, ενώ αντίστοιχα με την δυαδική θα χρειαστούμε *33* συγκρίσεις. Τα νούμερα είναι τόσο εντυπωσιακά που είναι ικανά να πείσουν από μόνα τους τους μαθητές.

Ένα άλλο πλεονέκτημα της δυαδικής αναζήτησης είναι ότι μπορεί να συνδυαστεί διαθεματικά με τα μαθηματικά. Συγκεκριμένα, με το θεώρημα Bolzano, μπορούμε να ελέγξουμε αν σε κάποιο διάστημα υπάρχει ρίζα μιας συνάρτησης ή όχι. Αν υπάρχει τότε μπορεί να προσεγγιστεί, διχοτομώντας το αρχικό διάστημα και εφαρμόζοντας ξανά το θεώρημα, στα δύο νέα διαστήματα. Η διαδικασία αυτή μπορεί να επαναληφθεί περιορίζοντας όλο και περισσότερο το διάστημα στο όποιο βρίσκεται η ρίζα. Η διαδικασία αυτή, η οποία μάλιστα, περιγράφεται στο σχολικό βιβλίο, ακολουθεί την φιλοσοφία της δυαδικής αναζήτησης. Είναι μάλιστα μια περίπτωση η οποία τονίζει την επιστημονική αξία της πληροφορικής, καθώς εδώ δίνει απάντηση σε ένα ερώτημα στο οποίο τα μαθηματικά δεν μπορούν να δώσουν.

4. Απόδοση Αλγορίθμου

Οι περισσότεροι μαθητές διαισθητικά αντιλαμβάνονται την έννοια της απόδοσης του αλγορίθμου, ως τον αριθμό των επαναλήψεων που εκτελεί ο αλγόριθμος. Στην Θεωρία Αλγορίθμων, η απόδοση του αλγορίθμου εκφράζεται με την πολυπλοκότητα του. Πιστεύουμε πώς η παρουσίαση με απλό και διαισθητικό τρόπο της έννοιας της απόδοσης στον μαθητή, μπορεί να εξυπηρετήσει τη φιλοσοφία της ανάπτυξης αλγοριθμικής σκέψης και να οδηγήσει στην βελτίωση της κατανόησης και της ικανότητας συγγραφής αλγορίθμων από τους μαθητές.

Έχουμε συναντήσει μαθητές που κάνουν ταξινόμηση για να βρουν το ελάχιστο στοιχείο πίνακα. Επιπλέον πολλοί μαθητές, αν θέλουν να εμφανίσουν τα στοιχεία της διαγωνίου ενός τετραγωνικού πίνακα, χρησιμοποιούν εμφωλευμένο βρόχο και εντολή επιλογής που ελέγχει αν η γραμμή είναι ίση με τη στήλη. Οι παραπάνω λύσεις με τα σημερινά δεδομένα του μαθήματος δυστυχώς θεωρούνται σωστές. Αυτό συμβαίνει, παρά το γεγονός ότι το ίδιο το το σχολικό βιβλίο, κάνει κάποια βήματα σχετικά με την απόδοση σε έναν αλγόριθμο. Για παράδειγμα:

- Στη σειριακή αναζήτηση σταματάει όταν βρει το στοιχείο το οποίο ψάχνουμε, αγνόωντας τα επόμενα. Βέβαια αυτό δεν αλλάζει την χειρότερη περίπτωση του αλγορίθμου, αλλά αλλάζει την μέση και την καλύτερη.
- Στο κεφάλαιο 9, αναφέρει ποια είναι τα μειονεκτήματα της χρήσης των πινάκων και αναφέρει πότε πρέπει να χρησιμοποιούνται πίνακες.
- Επιπλέον το σχολικό βιβλίο στο κεφάλαιο 3 αναφέρει ότι κάποιες δομές δεδομένων εκτελούν κάποιες λειτουργίες πιο αποδοτικά από κάποιες άλλες.

Θεωρούμε πως λάθη όπως τα παραπάνω οφείλονται πιθανότατα σε:

- Πρόβλημα κατανόησης της ακριβής χρησιμότητας κάθε μίας από τις αλγοριθμικές δομές.
- Πρόβλημα πραγματικής κατανόησης του προβλήματος που καλείται να επιλύσει ο αλγόριθμος.
- Αδυναμία εξεύρεσης της σωστής λύσης, η οποία καλύπτεται από την παπαγαλία συγκεκριμένων τεχνικών.

Η εισαγωγή της έννοιας της απόδοσης στην διδασκαλία του μαθήματος, μπορεί να οδηγήσει στην εξάλειψη των παραπάνω προβλημάτων, καθώς οι ίδιοι οι μαθητές, αν παρακολουθήσουν την εκτέλεση ενός μη αποδοτικού αλγορίθμου, θα αναγνωρίσουν τα εμφανώς περιττά βήματα, όπως αυτά που προαναφέραμε και θα απορήσουν γιατί, για παράδειγμα συνεχίζουμε να αντιμεταθέτουμε στοιχεία, ενώ έχουμε βρει το ελάχιστο. Έχουν δηλαδή μια διαισθητική άποψη για το πότε ο αλγόριθμος είναι αποδοτικός και πότε όχι. Η διαίσθηση αυτή πρέπει τελικά να γίνει δεξιότητα στη συγγραφή αλγορίθμων.

Η απόδοση δεν πρέπει να θεωρείται ως ένα αντικείμενο που είναι εκτός των δυνατοτήτων των μαθητών. Ως εισαγωγή μπορούν να χρησιμοποιηθούν απλούστατες ασκήσεις όπως οι παρακάτω:

ΓΙΑ Ι ΑΠΟ 1 ΜΕΧΡΙ 20 ΕΜΦΑΝΙΣΕ ‘*’ ΤΕΛΟΣ _ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ	ΓΙΑ Ι ΑΠΟ 1 ΜΕΧΡΙ Ν ΕΜΦΑΝΙΣΕ ‘*’ ΤΕΛΟΣ _ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ	ΓΙΑ Ι ΑΠΟ 1 ΜΕΧΡΙ Ν ΓΙΑ J ΑΠΟ 1 ΜΕΧΡΙ Ν ΕΜΦΑΝΙΣΕ ‘*’ ΤΕΛΟΣ _ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ ΤΕΛΟΣ _ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ

Σχήμα 6. *Πόσα αστεράκια θα εμφανιστούν στην οθόνη; Μια εισαγωγή στην απόδοση αλγορίθμων.*

Εκτός από τα παραπάνω, επιμέρους διδακτικοί στόχοι της εισαγωγή της έννοιας της απόδοσης αλγορίθμου, μπορούν να είναι:

- Να μπορεί ο μαθητής να υπολογίσει την αλγοριθμική τάξη ενός αλγορίθμου (δηλαδή το πλήθος των επαναλήψεων).
- Να μπορεί να συγκρίνει αλγορίθμους.
- Να μπορεί να διακρίνει τον ποιοτικότερο αλγόριθμο.

Πρέπει τέλος να σημειωθεί ότι η έννοια της απόδοσης του αλγορίθμου, έστω και σε διαισθητικό επίπεδο έχει εισαχθεί στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση άλλων χωρών μετά από έρευνα [Gal-Ezer et.al (1999)] με πολύ καλά αποτελέσματα.

5. Αλγοριθμική και Αριθμητική

Η διαδικασία ανάπτυξης αλγορίθμων, που συχνά χαρακτηρίζεται με τον όρο αλγοριθμική σκέψη, αποτελεί θεμελιώδη ανθρώπινη δεξιότητα υψηλού επιπέδου, η οικοδόμηση της οποίας είναι ζητούμενο στα εκπαιδευτικά συστήματα [Κόμης, (2005)]. Στην εκπαιδευτική διαδικασία, η αλγοριθμική εμφανίζεται αρκετά νωρίς, κυρίως στην μαθηματική εκπαίδευση. Κλασικά παραδείγματα είναι οι αλγόριθμοι της πρόσθεσης και του πολλαπλασιασμού στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση όπως και οι αλγόριθμοι εύρεσης του Ελάχιστου Κοινού Πολλαπλάσιου, του Μέγιστου Κοινού Διαιρέτη του Ευκλείδη, του Κόσκινου του Ερατοσθένη κόκ. Δυστυχώς όλοι οι παραπάνω αλγόριθμοι είναι μέχρι στιγμής εκτός της φιλοσοφίας του μαθήματος, ίσως επειδή αρκετές έννοιες που υπεισέρχονται στη διδασκαλία τους έχουν ταυτιστεί με τα μαθηματικά. Όλες όμως αυτές οι έννοιες έχουν ήδη διδαχθεί στους μαθητές της τεχνολογικής κατεύθυνσης στην Β' λυκείου και θα μπορούσαν να αποτελέσουν κομμάτι του μαθήματος, ακόμα και στα πλαίσια της διαθεματικότητας.

Οι παραπάνω αλγόριθμοι κρίνονται σημαντικοί, γιατί αποτελούν κομψά δείγματα της δύναμης της αλγοριθμικής για την επίλυση προβλημάτων, παρά το γεγονός ότι χρονολογούνται από την αρχαιότητα. Επιπλέον οι μαθητές καταλαβαίνουν με σαφή τρόπο, ότι ο αλγόριθμος είναι βασικό συστατικό της ανθρώπινης διάνοιας εφόσον χρησιμοποιήθηκε από τόσο παλιά. Ξεκαθαρίζουν έτσι, ότι ο αλγόριθμος δεν ισοδυναμεί με τον υπολογιστή.

Οι αλγόριθμοι αυτοί, αν και απαιτούν εξαιρετική έμπνευση για να δημιουργηθούν, έχουν εύκολη εκτέλεση. Για τον λόγο αυτόν, οι μαθητές έχουν μάθει να τους εκτελούν ήδη από το δημοτικό. Μπορούν μάλιστα να τους εκτελέσουν χρησιμοποιώντας απλώς μολύβι και χαρτί. Στην ουσία λοιπόν, αν ενσωματωθούν στο μάθημα, οι μαθητές θα κληθούν να εκφράσουν έναν αλγόριθμο που ξέρουν οι ίδιοι να εκτελούν, στις βασικές αλγοριθμικές δομές. Αυτό θεωρούμε, ότι εμπίπτει στους στόχους του μαθήματος και πρέπει να επιδιωχθεί.

Το σημαντικό στην διδασκαλία τέτοιων αλγορίθμων είναι ότι δεν πρέπει να παρατεθούν μόνο οι εντολές που τους αποτελούν. Πρέπει να συνοδεύονται από εκτεταμένη ανάλυση. Στόχος είναι οι μαθητές να συνδυάσουν τους αλγορίθμους με την ανάλυση και όχι με τις δεδομένες εντολές. Αλλιώς θα αποτελέσουν και αυτοί αντικείμενο παπαγαλίας, το οποίο είναι κάτι που θέλουμε να αποφύγουμε. Το βιβλίο κάνει ήδη μια προσπάθεια επέκτασης σε τέτοια θέματα, με τον πολλαπλασιασμό αλά ρωσικά. Θεωρούμε ότι η προσπάθεια αυτή είναι στην σωστή κατεύθυνση, αλλά πρέπει να εμπλουτιστεί.

6. Πρακτική εφαρμογή

Το κρίσιμο ερώτημα που προκύπτει, είναι πώς μπορούν να διαχυθούν οι προτάσεις αυτές στην εκπαιδευτική κοινότητα, ώστε να φτάσουν σε αυτούς για τους οποίους προορίζονται. Μια ημερίδα είναι μία αρχή, χρειάζονται όμως και άλλες ενέργειες. Ένας τρόπος είναι μέσω των συζητήσεων στην κοινότητα, οι οποίες γίνονται κυρίως στο «Στέκι των Πληροφορικών» (http://users.sch.gr/alkisg/tosteki/index.php). Ο συγκεκριμένος χώρος είναι μάλιστα και αυτός μέσα στον οποίο έχουν ζυμωθεί και οι ίδιες οι προτεινόμενες ιδέες. Ακόμα και πιο σημαντικά, θα μπορούσαν να διοργανωθούν επιπλέον ημερίδες, με περισσότερο πρακτικό προσανατολισμό, όπου οι καθηγητές θα μπορούσαν να ανταλλάξουν διδακτικές τεχνικές και απόψεις σε ισότιμη βάση.

Ιδανικό θα ήταν να υπάρξει μια αναμόρφωση του διδακτικού πακέτου, που θα εκφράζει την φιλοσοφία όσων προτείνουμε. Γνωρίζουμε ότι κάτι τέτοιο είναι χρονοβόρο και επίπονο. Εναλλακτικά, θα μπορούσαν να δωθούν σχετικές κατευθυντήριες οδηγίες. Σε κάθε περίπτωση πάντως, το αν θα περάσουν οι προτάσεις αυτές στην διδακτική πράξη θα εξαρτηθεί από την στήριξη την οποία θα τύχουν και από τους θεματοδότες των πανελληνίων εξετάσεων, οι οποίοι είναι και αυτοί που δίνουν τον ρυθμό της διδασκαλίας.

7. Συμπεράσματα

Στην εργασία αυτή παρουσιάσαμε ορισμένες προτάσεις για την αναβάθμιση του περιεχομένου του μαθήματος της Ανάπτυξης Εφαρμογών. Η κοινή συνιστώσα σε αυτές τις προτάσεις είναι η φιλοσοφία ότι οι μαθητές θα βελτιωσουν την αναλυτική τους σκέψη, αν διδαχτούν το πλαίσιο αναφοράς μέσα από το οποίο προκύπτει ο κάθε αλγόριθμος, τα πλεονεκτήματα του, καθώς επίσης και το πόσο αποτελεσματικά λύνει ένα πρόβλημα. Επιπλέον θα βελτιωθούν στην συγγραφή αλγορίθμων αν καταφέρουν να εκφράσουν με τις βασικές αλγοριθμικές δομές, αλγόριθμους των οποίων την εκτέλεση γνωρίζουν καλά είτε από την καθημερινή τους ζωή, είτε από μαθητική τους διαδρομή. Σημαντικότατο ρόλο παίζει εδώ ο τρόπος ανάλυσης των αλγορίθμων που προτείνουμε, αλλά και γενικότερα όλων των αλγορίθμων που παρουσιάζονται στο διδακτικό πακέτο. Αν κάποιος αλγόριθμος δεν αναλύεται ας μην υπάρχει. Ο τρόπος ανάλυσης πρέπει να μένει στους μαθητές και όχι οι ξερές εντολές ενός αλγόριθμου.

Αναφορές

1. Gal-Ezer, J. and Harel, D. (1999), *Curriculum for a high school computer science curriculum*, Computer Science Education 9(2), 114-147.
2. Levitin A., (2006), *Introduction to the Design and Analysis of Algorithms, 2nd edition*, Pearson Education (US).
3. Levitin A., (1999), *Do We Teach the Right Algorithm Design Techniques?,* SIGCSE ’99, pp 179-183.
4. Owen L. Astrachan (2003). *Bubble Sort: an archaeological algorithmic analysis,* ACM SIGCSE Bulletin, v.35.
5. Wolfram|Alpha (2010), ανακτήθηκε στις 5 Φεβρουαρίου, 2010, από το *http://www.wolframalpha.com/* με το query “earth population”.
6. Βακάλη Α., Γιαννόπουλος Η., Ιωαννίδης Χ., Κοίλιας Χ., Μάλαμας Κ., Μανωλόπουλος Ι. & Πολίτης Π. (1999), *Ανάπτυξη Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον*, Αθήνα, ΥΠΕΠΘ-Παιδαγωγικό Ινστιτούτο.
7. Κόμης, Β. (2005). *Εισαγωγή στη Διδακτική της Πληροφορικής*, Αθήνα, Κλειδάριθμος