

3-Δ παιδαγωγικό πλαίσιο για ανάπτυξη της Υπολογιστικής Σκέψης στη διδασκαλία της Πληροφορικής

Αθανάσιος Σταυριανός¹, Σπυρίδων Παπαδάκης²

¹ Υπουργείο Παιδείας Έρευνας και Θρησκευμάτων - 2^ο ΕΠΑΛ Ξάνθης
thstavr@sch.gr

² Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου
spyros.papadakis@ouc.ac.cy

Περίληψη

Η σύγχρονη εποχή και οι τεχνολογικές εξελίξεις απαιτούν από τον πολίτη του 21ου αιώνα την καλλιέργεια ικανοτήτων υπολογιστικής σκέψης, όπως επίλυσης, μοντελοποίησης και διάσπασης προβλημάτων, διαχείριση της πολυπλοκότητας αυτών, σχεδιασμού και απεικόνισης συστημάτων, κ.α.. Η Υπολογιστική Σκέψη (ΥΣ) αποτελεί μια σχετικά πρόσφατη εννοιολογική κατασκευή και θεωρείται ως μια πολυεπίπεδη ικανότητα επίλυσης προβλημάτων για όλους, που προϋποθέτει την απόκτηση κατάλληλων γνώσεων, δεξιοτήτων και στάσεων. Το ευρύ πεδίο διαφορετικών θεωρήσεων του όρου αλλά και η συνθετότητα των δομικών του στοιχείων καθιστούν την καλλιέργεια της μία πολύπλοκη και δύσκολη διαδικασία. Στην παρούσα εργασία προτείνεται ένα ολοκληρωμένο τρισδιάστατο (3-Δ) παιδαγωγικό πλαίσιο ανάπτυξης της ΥΣ μέσω της σχεδίασης και υλοποίησης κατάλληλων εκπαιδευτικών σεναρίων.

Λέξεις κλειδιά: Υπολογιστική Σκέψη, Πληροφορική, Διδακτική Πληροφορικής.

1. Εισαγωγή

Η έννοια της ΥΣ εισήχθη από την Jeanette Wing σε άρθρο της τον Μάρτιο του 2006 με τίτλο "Computational Thinking", ως μια θεμελιώδη ικανότητα επίλυσης προβλημάτων για όλους, όχι μόνο για τους επιστήμονες πληροφορικής (Wing, 2006). Τόσο δε η τοποθέτηση του όρου από την Wing σε ένα ευρύ πλαίσιο επιστημονικών πεδίων και όχι μόνο στην Επιστήμη των Υπολογιστών, όσο και το σχετικά αφηρημένο του αρχικού ορισμού πυροδότησε πολλές προσπάθειες ορισμού της έννοιας με διαφορετική θεώρηση και πιθανές πρακτικές εφαρμογές της στον χώρο της εκπαίδευσης. Παρόλο που η πλειονότητα της κοινότητας των επιστημόνων της Πληροφορικής κατανόησε τον όρο της ΥΣ, οι περισσότερες προσπάθειες ορισμού ήταν ασαφής και υπολείπονταν σε χρήσιμα παραδείγματα εφαρμογής (Hemendinger, 2010). Η ανάπτυξη της ικανότητας της ΥΣ των μαθητών προϋποθέτει την εμπλοκή τους με δραστηριότητες επίλυσης προβλημάτων μέσα από

την εφαρμογή πρακτικών και γνώσεων που προωθούν ένα σύνολο δεξιοτήτων όπως η μορφοποίηση προβλημάτων, η διάσπαση, η αφαίρεση, η αλγοριθμική σκέψη, η αξιολόγηση και τέλος η δεξιότητα να σκεφτόμαστε με γενικεύσεις (Selby & Woollard, 2013).

Το προτεινόμενο 3-Δ παιδαγωγικό πλαίσιο χειρίζεται τον προγραμματισμό ως εργαλείο ανάπτυξης ΥΣ είναι δυνατόν όμως να εφαρμοστεί σε πλήθος εκπαιδευτικών αντικειμένων εξαιτίας της ιδιαίτερης σημειογραφίας των παραγόμενων σεναρίων. Η μαθησιακή ροή εξελίσσεται σύμφωνα με την εκπαιδευτική στρατηγική ανάπτυξης ΥΣ 3 σταδίων (Εκτελώ - Τροποποιώ - Δημιουργώ) και επιβάλλει λεπτομερή στοχοθεσία στα παραγόμενα εκπαιδευτικά σενάρια συνδυάζοντας τα στάδια της Αναθεωρημένης Ταξινομίας του Bloom με τις αναμενόμενες δεξιότητες ΥΣ κατά τον λειτουργικό ορισμό της ΥΣ των ISTE & CSTA.

1. Η Υπολογιστική Σκέψη

Το εμβληματικό άρθρο της Wing (2006) εκλαΐκευσε τον όρο της ΥΣ αλλά η ιδέα της ανάπτυξης μορφών νόησης μέσα από έννοιες και δραστηριότητες επίλυσης προβλημάτων που πηγάζουν από την Επιστήμη των Υπολογιστών (ΕΥ) δεν είναι καινούρια. Ο Denning (Denning, 2009) υποστηρίζει ότι η ΥΣ έχει μακρύ παρελθόν στην ΕΥ από την δεκαετία του 50, γνωστή και ως αλγοριθμική σκέψη ενώ η κατανόηση της θεωρίας του υπολογισμού ως μορφή σκέψης μέσα από δραστηριότητες προγραμματισμού εισάγεται από τον Alan Perlis την δεκαετία του '60 (Guzdial, 2008). Η ανάπτυξη του διαδικαστικού τρόπου σκέψης μέσα από την διδασκαλία της LOGO παρουσιάζεται από τον Seymour Papert (Papert, 1980; Papert & Harel, 1991) ο οποίος υποστήριζε ότι η εμπλοκή των μαθητών με δραστηριότητες προγραμματισμού με LOGO ενεργοποιεί νοητικές διαδικασίες που επηρεάζουν τον τρόπο σκέψης τους ακόμα και όταν αυτοί απομακρυνθούν από τον υπολογιστή (Papert, 1980, σελ.4).

Η Wing (Wing, 2006) περιγράφει την ΥΣ ως ένα σύνολο στάσεων και δεξιοτήτων το οποίο σχετίζεται με την επίλυση προβλημάτων, τον σχεδιασμό συστημάτων και την κατανόηση της ανθρώπινης συμπεριφοράς βασιζόμενη στις θεμελιώδεις έννοιες της επιστήμης των υπολογιστών. Την πλαισιώνει παράλληλα με κάποια χαρακτηριστικά όπως η κατάλληλη μορφοποίηση του προβλήματος, η αφαιρετική ικανότητα, η διάσπαση του προβλήματος, η αναπαράστασή του, η ευρετική ανακάλυψη λύσεων και η μοντελοποίηση αυτών. Η μελέτη της ευρείας μελλοντικής βιβλιογραφίας και της εξέλιξης των διάφορων προσπαθειών ορισμού της ΥΣ αναδεικνύει τρεις διαφορετικές θεωρήσεις της ΥΣ από τους ερευνητές (Σταυριανός & Παπαδάκης, 2017).

Η πρώτη πηγάζει μέσα από τις παρεμβάσεις της Wing και εστιάζει στις νοητικές διαδικασίες επίλυσης προβλημάτων με την χρήση κάποιας υπολογιστικής μηχανής. Ως τέτοιες εμφανίζονται στην σχετική βιβλιογραφία η αφαίρεση, η διάσπαση του

προβλήματος, ο αλγοριθμικός σχεδιασμός, η γενίκευση λύσεων, η αναγνώριση μοτίβων, η αυτοματοποίηση, η αξιολόγηση και ο εντοπισμός σφαλμάτων.

Η δεύτερη θεώρηση τονίζει την καθολικότητα της έννοιας της ΥΣ ως προς τα πεδία εφαρμογής της, ερμηνεύοντάς την ως ένα εναλλακτικό μέσο έκφρασης και δημιουργικότητας του σύγχρονου ανθρώπου. Σε ένα νέο περιβάλλον με υπερπληθώρα πληροφορίας και διαρκώς μεταβαλλόμενων μέσων, ο έφηβος θα πρέπει να είναι εξοπλισμένος με νέου τύπου δεξιότητες και μέσα έκφρασης. Ο συνδυασμός πληροφοριακού και εγγραμμιασμού των μέσων με τις επτά (7) μεγάλες ιδέες της ΥΣ (Δημιουργικότητα, Αφαίρεση, Δεδομένα και Πληροφορία, Αλγόριθμοι, Προγραμματισμός, Διαδίκτυο, Παγκόσμια επιρροή (College Board, 2017)), μπορούν να ενδυναμώσουν την κριτική ικανότητα του μαθητή να κατανοεί πως το περιεχόμενο στα νέα μέσα δημιουργείται και άρα να είναι σε θέση να εκφράζεται συμμετέχοντας (Gretter & Yadav, 2016).

Η τρίτη θεώρηση της ΥΣ στοχεύει στην πρακτική ενσωμάτωσή της στην υποχρεωτική εκπαίδευση εστιάζοντας σε πρακτικές ανάπτυξης ΥΣ αλλά και δεξιότητες, γνώσεις και συμπεριφορές που προσδοκούμε να αναπτύξουν οι μαθητές. Χαρακτηριστικότερο παράδειγμα αυτής της προσέγγισης αποτελεί ο λειτουργικός ορισμός που έχουν προτείνει οι Computer Science Teachers Association (CSTA) και International Society for Technology in Education (ISTE) στις Η.Π.Α. (ISTE & CSTA, 2011) και αποτελεί τον βασικό πυλώνα του προτεινόμενου 3-Δ παιδαγωγικού πλαισίου της παρούσης εργασίας. Στηρίζεται στις 9 θεμελιώδεις ιδέες της ΥΣ (Συλλογή, Ανάλυση, Αναπαράσταση Δεδομένων, Διάσπαση προβλήματος, Αφαίρεση, Αλγόριθμοι & Διαδικασίες, Αυτοματοποίηση, Προσομοίωση, Παραλληλισμός (Barr & Stephenson, 2011)) ενώ περιγράφει τις δεξιότητες και στάσεις που αναμένουμε να αναπτύξουν οι μαθητές.

Πίνακας 1. Δεξιότητες και στάσεις ΥΣ κατά ISTE&CSTA

| Δεξιότητες | Στάσεις |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Μορφοποίηση προβλημάτων κατά τέτοιο τρόπο ώστε να μπορούν να επιλυθούν με την βοήθεια ενός Η/Υ ή άλλων εργαλείων • Λογική οργάνωση και ανάλυση δεδομένων • Αναπαράσταση δεδομένων μέσω αφαιρέσεων όπως μοντέλα και προσομοιώσεις • Αυτοματοποίηση λύσεων μέσω αλγοριθμικής σκέψης | <ul style="list-style-type: none"> • Αυτοπεποίθηση στην αντιμετώπιση της πολυπλοκότητας • Επιμονή στην αντιμετώπιση δύσκολων προβλημάτων • Ανοχή στην ασάφεια • Ικανότητα αντιμετώπισης ανοιχτών προβλημάτων • Ικανότητα επικοινωνίας και συνεργασίας για την επίτευξη κοινών στόχων και |

| | |
|--|--------|
| <ul style="list-style-type: none"> • Αναγνώριση, ανάλυση και υλοποίηση πιθανών λύσεων με στόχο την επίτευξη του πιο αποδοτικού και αποτελεσματικού συνδυασμού βημάτων και πόρων • Γενίκευση και μεταφορά αυτής της διαδικασίας επίλυσης προβλημάτων σε ένα εύρος προβλημάτων | λύσεων |
|--|--------|

Διαμορφώθηκε επιπλέον ως πρακτικό εκπαιδευτικό αποτέλεσμα του παραπάνω λειτουργικού ορισμού ένα Πρόγραμμα Σπουδών (ΠΣ) το οποίο *απαρτίζεται* από 9 πρότυπες εκπαιδευτικές δραστηριότητες οι οποίες ονομάζονται Μαθησιακές Εμπειρίες Υπολογιστικής Σκέψης (MEΥΣ, Computational Thinking Learning Experience), προσαρμοσμένες στο περιεχόμενο εννέα (9) διαφορετικών εκπαιδευτικών αντικειμένων. Ανάλογες προσπάθειες αποτελούν, οι πρωτοβουλίες Advanced Placement Computer Sciences Curriculum (College Board, 2017) και CAS Barefoot (CAS Barefoot, 2014) από τις ΗΠΑ και Βρετανία αντίστοιχα, οι οποίες προτείνουν πρακτικές, έννοιες και μεθόδους εισαγωγής της ΥΣ στην τάξη.

2. Το προτεινόμενο 3-Δ παιδαγωγικό πλαίσιο

Στο πρακτικό πεδίο της ενσωμάτωσης της ικανότητας της ΥΣ στα σύγχρονα ΠΣ της υποχρεωτικής εκπαίδευσης, η δομική της συνθετότητα δημιουργεί νέες προκλήσεις στον τομέα του μαθησιακού σχεδιασμού. Πως θα εντάξουμε δραστηριότητες ανάπτυξης ΥΣ σε όσο το δυνατό περισσότερα εκπαιδευτικά αντικείμενα; Πως θα χειριστούμε παιδαγωγικά τα εκπαιδευτικά εργαλεία ανάπτυξης ΥΣ; Πως αξιολογούμε στο σύνολό της την απόκτηση μιας τέτοιας πολυεπίπεδης ικανότητας, αλλά τόσο απαραίτητη ως εφόδιο για τον 21ο αιώνα;

Το παιδαγωγικό μοντέλο ανάπτυξης ΥΣ που αναπτύσσεται στις επόμενες ενότητες επιχειρεί να απαντήσει στα παραπάνω ερωτήματα παρέχοντας στον εκπαιδευτικό έναν ευέλικτο μηχανισμό σχεδιασμού διδακτικών σεναρίων ανάπτυξης ΥΣ τα οποία κάνουν διακριτές τις υπό ανάπτυξη δεξιότητες ΥΣ. Ευέλικτο διότι κάνει χρήση ενός ευρέως αποδεκτού και εφαρμόσιμου σε πλήθος εκπαιδευτικών αντικειμένων παιδαγωγικού εργαλείου στοχοθεσίας: την αναθεωρημένη ταξινόμια του Bloom (Anderson et al., 2001). Η δεύτερή του διάσταση περιλαμβάνει την εκπαιδευτική στρατηγική αξιοποίησης εργαλείων ανάπτυξης ΥΣ και εισάγει τα κλιμακούμενα στάδια των μαθησιακών εμπειριών που βιώνουν οι μαθητές που έρχονται σε επαφή με τέτοια εργαλεία. Απτά αποτελέσματα των δύο παραπάνω διαστάσεων αποτελούν τα εκπαιδευτικά σενάρια ανάπτυξης ΥΣ. Η σημειογραφία αυτών των σεναρίων κάνει εμφανή την τρίτη διάσταση του προτεινόμενου παιδαγωγικού πλαισίου, αυτής της

αντιστοίχισης εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων με στοχευόμενες δεξιότητες ΥΣ κατά ISTE&CSTA.

3. Η αναθεωρημένη ταξινομία του An

Οι ταξινομήσεις διδακτικών στόχων αποτελούν ένα εργαλείο καθορισμού και αξιολόγησης των αντικειμενικών στόχων – αναμενόμενων μαθησιακών αποτελεσμάτων ενός ΠΣ ή μιας διδακτικής ενότητας συμβάλλοντας στον αρτιότερο σχεδιασμό τους ώστε να γίνουν ευδιάκριτοι οι διδακτικοί στόχοι και να αξιολογηθούν εγκυρότερα. Προσδιορίζουν επίσης την δυσκολία του γνωστικού επιπέδου των επιμέρους διδακτικών ενοτήτων (Oliver, Dobele, Greber, & Roberts, 2004) επιτρέποντας τον εκπαιδευτικό να δημιουργήσει μια "σκαλωσιά" μάθησης. Το 2001, ένας φοιτητής του Bloom, ο Lorin Anderson μετέλλαξε την αρχική ταξινομία του Bloom (Bloom, Engelhart, Furst, Hill, & Krathwohl, 1956) και παρουσίασε την Αναθεωρημένη Ταξινομία, λαμβάνοντας υπ' όψιν του τις εξελίξεις στην εκπαιδευτική έρευνα και την γνωστική ψυχολογία (Anderson, 2005). Ένα από τα κυριότερα αποδεικτικά απόκτησης ΥΣ, η παραγωγή δηλαδή ψηφιακών έργων από τους μαθητές προϋποθέτει την σταδιακή προσπέλαση τέτοιων νοητικών επιπέδων, δικαιολογώντας την χρήση της Αναθεωρημένης Ταξινομίας του Bloom στον σχεδιασμό σεναρίων ανάπτυξης ΥΣ.

Στον αντίποδα, η μηχανική ιεράρχηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων διδακτικών ενοτήτων που προάγουν μια πολυδιάστατη ικανότητα όπως η ΥΣ δεν είναι πάντοτε εφικτή. Η απόδοση ενός αρχαρίου σε μια συγκεκριμένη εργασία μπορεί να ανατεθεί στα επίπεδα της ανάλυσης ή της σύνθεσης ενώ για την ίδια εργασία ένας έμπειρος μαθητής μπορεί να επιδείξει δεξιότητες εφαρμογής (Fuller et al., 2007). Αντίστοιχα, ίδιες εργασίες (διάβασμα, γράψιμο κώδικα) μπορεί να ανήκουν σε διαφορετικά γνωστικά επίπεδα ανάλογα με την πολυπλοκότητα του κώδικα. Δυσκολίες έχουν αναφερθεί επίσης (Thompson, Luxton-Reilly, Whalley, Hu, & Robbins, 2008; Whalley et al., 2006) στην σύνταξη κατάλληλων αξιολογήσεων για τα υψηλά επίπεδα της Αναθεωρημένης ταξινομίας του Bloom, στον προγραμματισμό. Άλλα γνωστικά επίπεδα αγγίζουν οι μαθητές που εκτελούν ένα πρόγραμμα ή παίζουν απλά ένα παιχνίδι από τους μαθητές που τροποποιούν ή ακόμα περισσότερο δημιουργούν δικά τους αντίστοιχα ψηφιακά προϊόντα. Η μαθησιακή εμπειρία που βιώνουν κάθε φορά οι μαθητές εκτελώντας εργασίες ΥΣ, μπορεί να καταγράψει τον παράγοντα της πολυπλοκότητας και να οδηγήσει σε αποτελεσματικότερα σενάρια ανάπτυξης ΥΣ.

4. Η προτεινόμενη ταξινομία

Τα εκπαιδευτικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται σε δραστηριότητες προώθησης της ΥΣ έχουν στην πλειοψηφία τους σαφή ψηφιακό προσανατολισμό με τον προγραμματισμό να κατέχει εξέχουσα θέση. Η χρήση της αναθεωρημένης ταξινομίας του Bloom προσφέρει στον εκπαιδευτικό που επιθυμεί να σχεδιάσει δραστηριότητες

ανάπτυξης ΥΣ την απαραίτητη κλιμάκωση των επιθυμητών γνωστικών αποτελεσμάτων αποτυπώνει δε ελλιπώς την πολυπλοκότητα που βιώνουν οι μαθητές κατά την χρήση ψηφιακών εργαλείων του 21ου αιώνα (προγραμματισμό, ρομποτική, STEM). Αυτό επιτυγχάνεται με την εισαγωγή μια νέας διάστασης η οποία καταγράφει παραλλαγμένη την εκπαιδευτική στρατηγική ανάπτυξης ΥΣ "3-stage progression" (Use-Modify-Create) (Lee et al., 2011). Στο παράδειγμά μας αντικαταστάθηκε το στάδιο "Χρησιμοποιώ" με την λέξη "Εκτελώ" λόγω του διδακτικού αντικειμένου του προγραμματισμού.

| | | | | | | |
|--------------------------------|---|-----------|----------------------------|------------------|------------------|---|
| Γνωστικοί κατά Bloom Στόχοι | 6 | Δημιουργώ | | | | X |
| | 5 | Αξιολογώ | | | | X |
| | 4 | Αναλύω | | X | | X |
| | 3 | Εφαρμόζω | | X | | X |
| | 2 | Κατανοώ | X | X | | X |
| | 1 | Θυμάμαι | X | X | | X |
| | | | Εκτελώ | Τροποποιώ | Δημιουργώ | |
| | | | Μαθησιακά Στάδια ΥΣ | | | |

Εικόνα 1. Η προτεινόμενη ταξινόμια

Η προτεινόμενη ταξινόμια περιγράφεται από έναν πίνακα δύο διαστάσεων οι οποίες αντιπροσωπεύουν τα μαθησιακά στάδια της ΥΣ (οριζόντια) και τις αναμενόμενες γνωστικές ικανότητες (κάθετα) (Εικόνα 1). Ο πίνακας ορίζει ότι οι μαθητές έρχονται σε επαφή με το αντίστοιχο διδακτικό αντικείμενο (π.χ. δομή επιλογής στον προγραμματισμό) μέσα από την υλοποίηση δραστηριοτήτων επίλυσης προβλήματος αυξανόμενης δυσκολίας. Ο μαθητής στο στάδιο "ΕΚΤΕΛΩ" πειραματίζεται με έτοιμα προγράμματα προσπαθώντας να περιγράψει προβλήματα, να κατανοήσει τις εισόδους, να αναγνωρίσει επεξεργασίες και να προβλέψει εξόδους. Στο στάδιο "ΤΡΟΠΟΠΟΙΩ" αναλαμβάνει να υλοποιήσει μικρές τροποποιήσεις στον κώδικα ώστε να παράγεται διαφορετικό αποτέλεσμα, να συγκρίνει προγραμματιστικές δομές να επιδειξει ποιο κομμάτι του κώδικα είναι υπεύθυνο για συγκεκριμένο αποτέλεσμα. Νιώθουν σε αυτό το μεταβατικό στάδιο ότι αποκτούν έλεγχο πάνω στις προγραμματιστικές έννοιες και αναπτύσσουν ανοχή στην πολυπλοκότητα των προβλημάτων. Στο στάδιο του "ΔΗΜΙΟΥΡΓΩ" τέλος οι μαθητές καλούνται να συνθέσουν δικό τους κώδικα αντιμετωπίζοντας νέα προβλήματα τα οποία απαιτούν την διάσπασή τους για την ευκολότερη αντιμετώπισή τους. Επιπλέον, οι τρεις βασικές πτυχές της ΥΣ, αφαίρεση, αυτοματισμός και ανάλυση που είχαν αρχίσει να καλλιεργούνται στα προηγούμενα στάδια, αναπτύσσονται τώρα σε ένα ανώτερο επίπεδο μεταγνωστικής σκέψης (Kotini & Tzelepi, 2015).

5. Τα Εκπαιδευτικά Σενάρια (ΕΣ)

Η δομή των ΕΣ δίνει μια επιπλέον 3η διάσταση στο προτεινόμενο παιδαγωγικό πλαίσιο, αυτήν της άμεσης συσχέτισης των δραστηριοτήτων με δεξιότητες, στάσεις

και λεξιλόγιο ΥΣ. Όπως φαίνεται στο απόσπασμα του ΕΣ της Εικόνας 2 αυτό χωρίζεται σε δύο στήλες: η πρώτη περιγράφει την μαθησιακή ροή των δραστηριοτήτων που προωθούν τις γνωστικές δεξιότητες του αντίστοιχου επιπέδου, ενώ η δεύτερη στήλη περιγράφει την συσχέτιση των δραστηριοτήτων με δεξιότητες, στάσεις και λεξιλόγιο ΥΣ όπως έχουν εκφρασθεί στον λειτουργικό ορισμό της ΥΣ των ISTE και CSTA (ISTE & CSTA, 2011). Επιπρόσθετα αναφέρεται και η θέση κάθε δραστηριότητας στον πίνακα της ταξινόμιας μας συμβολίζοντάς την με το αρχικό γράμμα του κάθε σταδίου και το νούμερο του αντίστοιχου επιπέδου (π.χ. E2→Εκτελώ, Κατανοώ).

| ΣΤΑΔΙΟ 2 - ΤΡΟΠΟΠΟΙΩ | |
|--|---|
| Επίπεδα Ταξινόμιας Bloom: Θυμάμαι-Κατανοώ-Εφαρμόζω-Αναλύω | |
| ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ | ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕ ΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΣΚΕΨΗΣ |
| 11. Το πρόβλημα. Παρέχεται στους μαθητές έτοιμος κώδικας. | |
| 12. Ζητείται από τους μαθητές να εκτελέσουν τον κώδικα και να διακρίνουν περιπτώσεις λανθασμένης σύνταξης συνθηκών της #.επ που προκαλούν λογικά σφάλματα. Αντιλογώνται την έξοδο σε συγκεκριμένες οριακές τιμές εισόδου (1) να αναφέρουν όλες τις πιθανές εξόδους(2) και σε ποιες εντολές οφείλονται, να προβλέψει(3) την έξοδο για συγκεκριμένη μη αποδεκτή τιμή και να προσδιορίσει τους λόγους. | 12(1) Θέση στην ταξινόμια: T1, T3, T4(1) Δεξιότητες ΥΣ: - Λογική οργάνωση και ανάλυση δεδομένων 12(2), 12(3) Αυτοματοποίηση των λύσεων με τη χρήση αλγοριθμικής σκέψης. Στάσεις ΥΣ: - Εμπιστοσύνη στην αντιμετώπιση της πολυπλοκότητας. - Ανοχή όσον αφορά την ασάφεια Λεξιλόγιο ΥΣ: - Ανάλυση δεδομένων - Αλγόριθμοι και διαδικασίες |
| 13. Ακολουθεί ανήτηση σχετικά με τις οριακές τιμές σε παρόμοια προβλήματα πολλαπλής επιλογής με κλιμακωτή αλλαγή κριτηρίων. Ζητείται από τους μαθητές να αναλύσουν(1) πιθανά προβλήματα που μπορεί να προκύψουν και να διαγνώσουν πιθανά σφάλματα(2) σε γενικότερα προβλήματα λανθασμένης κωδικοποίησης των συνθηκών. | 13(1), 13(2) Θέση στην ταξινόμια: T2, T3, T4 Δεξιότητες ΥΣ: - Γενίκευση και μεταφορά αυτής της διαδικασίας επίλυσης προβλημάτων σε ποικιλία προβλημάτων. Στάσεις ΥΣ: - Εμπιστοσύνη στην αντιμετώπιση της πολυπλοκότητας. Λεξιλόγιο ΥΣ: - Ανάλυση δεδομένων - Αλγόριθμοι και διαδικασίες |

Εικόνα 2. Απόσπασμα Εκπαιδευτικού Σεναρίου με βάση την προτεινόμενη ταξινόμια

Η σήμανση της συσχέτισης δραστηριότητας-ΥΣ πραγματοποιείται με την χρήση του αριθμού της δραστηριότητας και του αντίστοιχου ρήματος που έχει χρησιμοποιηθεί μέσα σε παρένθεση. Με αυτό τον τρόπο γίνονται διακριτές οι στοχευόμενες δεξιότητες ΥΣ και άρα εγκυρότερα αξιολογήσιμος ο βαθμός απόκτησης ΥΣ.

6. Συμπεράσματα

Η δομή των εκπαιδευτικών σεναρίων που χρησιμοποιούμε αντικατοπτρίζει την προτεινόμενη ταξινόμια και ταυτόχρονα επιδεικνύει την διάσταση της ΥΣ κάθε δραστηριότητας. Είμαστε σε θέση έτσι να επιτύχουμε τον σχεδιασμό κλιμακούμενων γνωστικών δραστηριοτήτων στηριζόμενοι σε αναγνωρισμένες ταξινομίες, ενώ ταυτόχρονα να αξιολογήσουμε τον βαθμό επίτευξης δεξιοτήτων και στάσεων ΥΣ, μέσω της συσχέτισης που θα επιλέξει ο εκπαιδευτικός. Η δισδιάστατη ταξινόμια και

η συσχέτιση δραστηριότητας-ΥΣ διαμορφώνει ένα παιδαγωγικό πλαίσιο 3-Δ το οποίο ολοκληρώνεται με ένα αντίστοιχο εργαλείο αξιολόγησης απόκτησης ΥΣ.

Το πλεονέκτημα του προτεινόμενου παιδαγωγικού πλαισίου είναι ότι είναι ανεξάρτητο του εκπαιδευτικού εργαλείου που θα χρησιμοποιηθεί, του εκπαιδευτικού αντικειμένου και τέλος της διδακτικής μεθόδου (παραδοσιακή διδασκαλία, διδασκαλία με ένα ΣΔΜ, ομαδοσυνεργατική, ατομική). Αυτή η ευελιξία το καθιστά κατάλληλο για τον σχεδιασμό δραστηριοτήτων προώθησης ΥΣ σε πλήθος άλλων εκπαιδευτικών αντικειμένων, εκτός του προγραμματισμού.

Αναφορές

Anderson, L. W. (2005). Objectives, evaluation, and the improvement of education. *Studies in educational evaluation*, 31(2), 102–113. Elsevier.

Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian, P., Cruikshank, K., Mayer, R., Pintrich, P., Raths, J., et al. (2001). *A taxonomy for learning, teaching and assessing: A revision of Bloom's taxonomy*. New York. Longman Publishing. Artz, AF, & Armour-Thomas, E.(1992). Development of a cognitive-metacognitive framework for protocol analysis of mathematical problem solving in small groups. *Cognition and Instruction*, 9(2), 137–175.

Barr, V., & Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12. *ACM Inroads*, 2(1), 48. Retrieved October 10, 2016, from <http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=1929887.1929905>

Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R. (1956). *Taxonomy of educational objectives, handbook I: The cognitive domain (Vol. 19)*. New York: David McKay Co Inc.

CAS Barefoot. (2014). *Computational Thinking*. Retrieved July 22, 2017, from <http://barefootcas.org.uk/barefoot-primary-computing-resources/concepts/computational-thinking/>

College Board. (2017). *Advanced Placement Computer Science Principles: Curriculum framework*. College Board. Retrieved from <https://secure-media.collegeboard.org/digitalServices/pdf/ap/ap-computer-science-principles-course-and-exam-description.pdf>

Denning, P. J. (2009). The profession of IT Beyond computational thinking. *Communications of the ACM*, 52(6), 28. ACM. Retrieved from <http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=1516046.1516054>

Fuller, U., Johnson, C. G., Ahoniemi, T., Cukierman, D., Hernán-Losada, I., Jackova, J., Lahtinen, E., et al. (2007). Developing a computer science-specific learning taxonomy. *ACM SIGCSE Bulletin* (Vol. 39, pp. 152–170). ACM.

Gretter, S., & Yadav, A. (2016). Computational Thinking and Media {&} Information Literacy: An Integrated Approach to Teaching Twenty-First Century Skills. *TechTrends*, 60(5), 510–516. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1007/s11528-016-0098-4>

Guzdial, M. (2008). Education: Paving the Way for Computational Thinking. *Commun. ACM*, 51(8), 25–27. New York, NY, USA: ACM. Retrieved from <http://doi.acm.org/10.1145/1378704.1378713>

Hemendinger, D. (2010). A plea for modesty. *Acm Inroads*, 1(2), 4–7. ACM.

ISTE, & CSTA. (2011). NSF. Computational thinking teacher resources. Retrieved from http://www.iste.org/docs/ct-documents/ct-teacher-resources_2ed-pdf.pdf?sfvrsn=2

Kotini, I., & Tzelepi, S. (2015). A Gamification-Based Framework for Developing Learning Activities of Computational Thinking BT - Gamification in Education and Business. In T. Reiniers & L. C. Wood (Eds.), (pp. 219–252). Cham: Springer International Publishing. Retrieved from http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-10208-5_12

Lee, I., Martin, F., Denner, J., Coulter, B., Allan, W., Erickson, J., Malyn-Smith, J., et al. (2011). Computational thinking for youth in practice. *Acm Inroads*, 2(1), 32–37. ACM.

Oliver, D., Dobeles, T., Greber, M., & Roberts, T. (2004). This course has a Bloom Rating of 3.9. *Proceedings of the Sixth Australasian Conference on Computing Education-Volume 30* (pp. 227–231). Australian Computer Society, Inc.

Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books, Inc.

Papert, S., & Harel, I. (1991). Situating constructionism. *Constructionism*, 36(2), 1–11.

Selby, C., & Woollard, J. (2013). Computational thinking: the developing definition. University of Southampton (E-prints). Retrieved from http://eprints.soton.ac.uk/356481/7/Selby_Woollard_bg_soton_eprints.pdf

Thompson, E., Luxton-Reilly, A., Whalley, J. L., Hu, M., & Robbins, P. (2008). Bloom's taxonomy for CS assessment. *Proceedings of the tenth conference on Australasian computing education-Volume 78* (pp. 155–161). Australian Computer Society, Inc.

Whalley, J. L., Lister, R., Thompson, E., Clear, T., Robbins, P., Kumar, P. K., & Prasad, C. (2006). An Australasian study of reading and comprehension skills in novice programmers, using the bloom and SOLO taxonomies. *Proceedings of the 8th Australasian Conference on Computing Education-Volume 52* (pp. 243–252). Australian Computer Society, Inc.

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33. New York, NY, USA: ACM. Retrieved from <http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=1118178.1118215>

Σταυριανός, Α., & Παπαδάκης, Σ. (2017). Εξέλιξη ορισμών της Υπολογιστικής Σκέψης και πολιτικές ενσωμάτωσής της στην Υποχρεωτική Εκπαίδευση στην Ε.Ε. 11ο Πανελλήνιο Συνέδριο Εκπαιδευτικών Πληροφορικής. ΠΕΚΑΠ. Retrieved from <http://pdkap.sch.gr/2017/erevnitikes-ergasies/>

Abstract

Modern age and technological developments require the 21st century citizen to cultivate computational thinking skills such as solving, modeling and decomposing problems, managing their complexity, designing and imaging systems, etc. Computational Thinking (CT) is a relatively recent conceptual construction and is seen as a multilevel problem-solving ability for all, requiring the acquisition of appropriate knowledge, skills and attitudes. The wide range of different definitions of the term and the complexity of its structural elements make its cultivation a complex and difficult process. This paper proposes an integrated three-dimensional (3D) pedagogical framework for the development of CT through the design and implementation of appropriate educational scenarios.

Keywords: Computational Thinking, Computer Science, Didactics of Computer Science